Industrial Hydraulics | **Electric Drives and Controls** | Linear Motion and Assembly Technologies | Pneumatics | Service Automation | Mobile Hydraulics

Rexroth
Bosch Group

Rexroth IndraDrive
Firmware für Antriebsregelgeräte
MPH-03, MPB-03, MPD-03

R911308328
Ausgabe 01

Funktionsbeschreibung

Titel Rexroth IndraDrive
Firmware für Antriebsregelgeräte
MPH-03, MPB-03, MPD-03

Art der Dokumentation Funktionsbeschreibung

Dokumentations-Type DOK-INDRV*-MP*-03VRS**-FK01-DE-P

Interner Ablagevermerk Schuber: 81-03V-DE
Dokumentennummer: 120-2400-B319-01/DE

Zweck der Dokumentation? Diese Dokumentation beschreibt alle funktionellen Eigenschaften der IndraDrive-Firmware in den Varianten MPH-03, MPB-03 und MPD-03.

Änderungsverlauf

Dokukennzeichnung bisheriger Ausgaben	Stand	Bemerkung
DOK-INDRV*-MP*-03VRS**-FK01-DE-P	12.2004	Erstausgabe

Schutzvermerk © Bosch Rexroth AG, 2004

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts wird nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zum Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster-Eintragung vorbehalten (DIN 34-1).

Verbindlichkeit Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung und sind nicht als zugesicherte Eigenschaften im Rechtssinne zu verstehen. Änderungen im Inhalt der Dokumentation und Liefermöglichkeiten der Produkte sind vorbehalten.

Herausgeber Bosch Rexroth AG
Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2 • D-97816 Lohr a. Main
Telefon +49 (0)93 52 / 40-0 • Tx 68 94 21 • Fax +49 (0)93 52 / 40-48 85
http://www.boschrexroth.com/
Abt. EDY (mw/mr/hm)

Hinweis Diese Dokumentation ist auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Inhaltsverzeichnis

1 Systemübersicht 1-1

1.1 Allgemeines ... 1-1
Übersicht Antriebs-Firmware ... 1-1
Begriffe, Grundlagen ... 1-2
Hinweise zum Gebrauch dieser Dokumentation ... 1-7
1.2 Antriebsregelgeräte ... 1-10
Übersicht ... 1-10
Leistungsteile ... 1-11
Steuerteile ... 1-12
1.3 Motoren und Mess-Systeme ... 1-15
Unterstützte Motoren ... 1-15
Unterstützte Mess-Systeme ... 1-15
1.4 Führungskommunikation ... 1-16
1.5 Funktionsübersicht ... 1-17
Unterstützte Betriebsarten ... 1-17
Antriebsfunktionen ... 1-18
Performance-Angaben ... 1-19
1.6 Funktionspakete ... 1-21
Übersicht ... 1-21
Grundpakete ... 1-27
Alternative Funktionspakete ... 1-30
Additive Funktionspakete ... 1-32

2 Wichtige Gebrauchshinweise 2-1

2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch ... 2-1
Einführung ... 2-1
Einsatz- und Anwendungsbereiche ... 2-2
2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch ... 2-2

3 Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen 3-1

3.1 Einleitung ... 3-1
3.2 Erläuterungen ... 3-1
3.3 Gefahren durch falschen Gebrauch ... 3-2
3.4 Allgemeines ... 3-3
3.5 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile ... 3-4
3.6 Schutz durch Schutzkleinspannung (PELV) gegen elektrischen Schlag ... 3-6
3.7 Schutz vor gefährlichen Bewegungen ... 3-6
3.8 Schutz vor magnetischen und elektromagnetischen Feldern bei Betrieb und Montage ... 3-8

3.9 Schutz gegen Berühren heißer Teile ... 3-9
3.10 Schutz bei Handhabung und Montage ... 3-9
3.11 Sicherheit beim Umgang mit Batterien ... 3-10
3.12 Schutz vor unter Druck stehenden Leitungen ... 3-11

4 Führungskommunikation 4-1

4.1 Grundfunktionen der Führungskommunikation ... 4-1
Adresszuweisung ... 4-1
Kommandoverarbeitung ... 4-3
Gerätesteuerung (Zustandsmaschine) ... 4-5
4.2 Steuermöglichkeiten/Zusatzfunktionen ... 4-16
Konfigurierbares Signal-Steuerwort ... 4-16
Konfigurierbares Signal-Statuswort ... 4-17
Multiplexkanal ... 4-19
4.3 Profiltypen (bei Feldbus-Schnittstellen) ... 4-26
Übersicht ... 4-26
I/O-Modus ... 4-28
Frei konfigurierbarer Modus (Rexroth-Profiltyp) ... 4-31
Beispielkonfigurationen ... 4-35
4.4 SERCOS interface ... 4-39
Kurzbeschreibung ... 4-39
Inbetriebnahme der SERCOS-Schnittstelle ... 4-41
Zyklische Datenübertragung ... 4-44
Bedarfsdatenübertragung ... 4-46
Schnittstellenfehler und Diagnosemöglichkeiten ... 4-47
Echtzeitsteuerbits und Echtzeitstatusbits ... 4-47
4.5 PROFIBUS-DP ... 4-48
Kurzbeschreibung ... 4-48
Konfiguration des PROFIBUS-DP-Slave ... 4-51
Zyklische Kommunikation über den Prozessdatenkanal ... 4-54
Azyklischer Parameterzugriff (PROFIdrive über DPV1) ... 4-60
Überwachungs- und Diagnosefunktionen ... 4-65
4.6 Parallel-Interface ... 4-69
Kurzbeschreibung ... 4-69
Funktionsbeschreibung ... 4-70
Inbetriebnahme-/Parametrierhinweise ... 4-72
Diagnose- und Statusmeldungen ... 4-75
4.7 Analog-Interface ... 4-76
Kurzbeschreibung ... 4-76
Funktionsbeschreibung ... 4-78
Inbetriebnahme-/Parametrierhinweise ... 4-80
Diagnose- und Statusmeldungen ... 4-82

5 Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme 5-1

5.1 Allgemeines zum Betrieb von Motoren mit IndraDrive ... 5-1
Grundlegende Angaben zu den ansteuerbaren Motoren ... 5-1

Motortemperaturüberwachung ... 5-2
Motorhaltebremse ... 5-5
5.2 Rexroth-Motoren ... 5-20
Grundsätzliche Angaben zu Rexroth-Motoren ... 5-20
Rexroth-Gehäusemotoren mit Geberdatenspeicher ... 5-21
Rexroth-Gehäusemotoren ohne Geberdatenspeicher ... 5-23
Rexroth-Bausatzmotoren ... 5-25
Rexroth-Bausatzmotoren, synchron ... 5-25
Rexroth-Bausatzmotoren, asynchron ... 5-27
5.3 Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten ... 5-28
Grundsätzliches zu Fremdmotoren ... 5-28
Anforderungen an Fremdmotoren ... 5-29
Allgemeines zur Ansteuerung von Fremdmotoren ... 5-31
Bestimmung der Parameterwerte von Fremdmotoren ... 5-32
Formblätter für erforderliche herstellerseitige Ausgangsdaten ... 5-40
Formblätter für Parameterwerte ... 5-43
Inbetriebnahmehinweise ... 5-46
5.4 Mess-Systeme ... 5-48
Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung ... 5-48
Überwachung der Mess-Systeme ... 5-55
Absolute Mess-Systeme ... 5-60
Relative Mess-Systeme ... 5-65
5.5 Achsmechanik und Mess-System-Anordnung ... 5-70
Kurzbeschreibung ... 5-70
Hardwareabhängigkeiten ... 5-73
Funktionsbeschreibung ... 5-73
Inbetriebnahmehinweise ... 5-76
5.6 Wichtung physikalischer Daten ... 5-77
Kurzbeschreibung ... 5-77
Funktionsbeschreibung ... 5-78
Inbetriebnahmehinweise ... 5-87

6 Antriebsregelung ... 6-1
6.1 Übersicht Antriebsregelung ... 6-1
Achssteuerung (Open-Loop-Betrieb) ... 6-1
Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb) ... 6-2
6.2 Motorregelung ... 6-3
Allgemeines zur Motorregelung ... 6-3
Spannungsgesteuerter Betrieb (U/f-Steuerung) ... 6-4
Feldorientierte Stromregelung ... 6-12
Automatische Einstellung der Motorregelungsparameter ... 6-23
Kommutierungseinstellung ... 6-33
6.3 Achssteuerung (Open-Loop-Betrieb) ... 6-49
Kurzbeschreibung ... 6-49
Funktionsbeschreibung ... 6-50
Diagnosen und Statusmeldungen ... 6-51

6.4 Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb) ... 6-51
Übersicht ... 6-51
Automatische Einstellung der Achsregelung ... 6-57
Geschwindigkeitsregler (mit zugehörigen Filtern) ... 6-64
Lageregler (mit zugehörigen Vorsteuerungsfunktionen) ... 6-74
6.5 Begrenzungen ... 6-78
Übersicht ... 6-78
Strom- und Momentenbegrenzung (Open-Loop) ... 6-78
Strom- und Momentenbegrenzung (Closed-Loop) ... 6-80
Geschwindigkeitsbegrenzung ... 6-87
Lagebegrenzung/Fahrbereichs-Grenzschalter ... 6-88
6.6 Leistungsversorgung ... 6-95
Möglichkeiten der Leistungsversorgung bei IndraDrive ... 6-95
Funktionsbeschreibung ... 6-100
Inbetriebnahmehinweise ... 6-109

7 Betriebsarten 7-1

7.1 Übersicht Betriebsarten ... 7-1
Unterstützte Betriebsarten ... 7-1
Betriebsarten-Handling ... 7-1
7.2 Drehmoment-/Kraftregelung ... 7-6
Kurzbeschreibung ... 7-6
Sollwertaufbereitung bei Drehmoment-/Kraftregelung ... 7-7
Stromregler ... 7-9
Diagnosemeldungen und Überwachungen ... 7-9
7.3 Geschwindigkeitsregelung ... 7-10
Kurzbeschreibung ... 7-10
Sollwertaufbereitung bei Geschwindigkeitsregelung ... 7-12
Geschwindigkeitsregelkreis ... 7-16
Inbetriebnahmehinweise ... 7-17
Diagnosemeldungen und Überwachungen ... 7-21
7.4 Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe ... 7-22
Kurzbeschreibung ... 7-22
Sollwertaufbereitung bei Lageregelung ... 7-24
Lageregler ... 7-25
Diagnosemeldungen und Überwachungen ... 7-26
7.5 Antriebsinterne Interpolation ... 7-28
Kurzbeschreibung ... 7-28
Sollwertaufbereitung bei antriebsinterner Interpolation ... 7-29
Lageregler bei antriebsinterner Interpolation ... 7-30
Inbetriebnahmehinweise ... 7-30
Diagnosemeldungen und Überwachungen ... 7-32
7.6 Antriebsgeführtes Positionieren ... 7-34
Kurzbeschreibung ... 7-34
Sollwertaufbereitung bei antriebsgeführtem Positionieren ... 7-36
Lageregler bei antriebsgeführtem Positionieren ... 7-40

Inbetriebnahmehinweise ... 7-40
Diagnosemeldungen und Überwachungen ... 7-44
7.7 Positioniersatzbetrieb ... 7-46
Kurzbeschreibung ... 7-46
Sollwertaufbereitung bei Positioniersatzbetrieb ... 7-48
Einzelsatzverarbeitung ... 7-48
Folgesatzverarbeitung ... 7-64
Inbetriebnahme- und Parametrierhinweise ... 7-75
Diagnose- und Statusmeldungen, Quittierungen ... 7-77
7.8 Synchronisations-Betriebsarten ... 7-80
Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten ... 7-80
Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse ... 7-100
Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse ... 7-105
Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse ... 7-115
Elektronisches Bewegungsprofil mit realer/virtueller Leitachse ... 7-129

8 Antriebsfunktionen 8-1

8.1 Antrieb Halt ... 8-1
Kurzbeschreibung ... 8-1
Funktionsbeschreibung ... 8-1
Inbetriebnahmehinweise ... 8-3
8.2 Herstellen des Maßbezuges ... 8-4
Allgemeines zum Herstellen des Maßbezuges ... 8-4
Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen ... 8-7
Maßbezug herstellen bei absoluten Mess-Systemen ... 8-39
Verschieben des Maßbezugs bei relativen und absoluten Mess-Systemen ... 8-44
8.3 Fehlerreaktionen ... 8-47
Übersicht Fehlerreaktionen ... 8-47
Bestmögliche Stillsetzung ... 8-48
Paketreaktion im Fehlerfall ... 8-54
NC-Reaktion im Fehlerfall ... 8-56
8.4 E-Stop-Funktion ... 8-57
Kurzbeschreibung ... 8-57
Funktionsbeschreibung ... 8-57
Inbetriebnahmehinweise ... 8-58
Diagnose- und Statusmeldungen ... 8-59
8.5 Kompensationsfunktionen/Korrekturen ... 8-60
Reibmomentkompensation ... 8-60
Geberkorrektur ... 8-62
Achsfehlerkorrektur ... 8-65
Quadrantenfehlerkorrektur ... 8-80
8.6 Markerposition erfassen ... 8-83
Kurzbeschreibung ... 8-83
Funktionsbeschreibung ... 8-83
8.7 Messradbetrieb/Hybride Lageregelung ... 8-84
Kurzbeschreibung ... 8-84

Funktionsbeschreibung ... 8-85
Inbetriebnahmehinweise ... 8-88
8.8 Fahren auf Festanschlag ... 8-90
Kurzbeschreibung ... 8-90
Funktionsbeschreibung ... 8-90
Inbetriebnahmehinweise ... 8-91
8.9 Spindelpositionieren ... 8-92
Kurzbeschreibung ... 8-92
Funktionsbeschreibung ... 8-93
Inbetriebnahmehinweise ... 8-96
Diagnosemeldungen ... 8-97
8.10 Antriebsintegrierter Sollwertgenerator ... 8-97
Kurzbeschreibung ... 8-97
Funktionsbeschreibung ... 8-99
Inbetriebnahmehinweise ... 8-102
8.11 Parametersatzumschaltung ... 8-104
Kurzbeschreibung ... 8-104
Funktionsbeschreibung ... 8-105
Inbetriebnahmehinweise ... 8-110
8.12 Antriebsgeführtes Pendeln ... 8-111
Kurzbeschreibung ... 8-111
Funktionsbeschreibung ... 8-111
Inbetriebnahmehinweise ... 8-112
8.13 Parkende Achse ... 8-113
Kurzbeschreibung ... 8-113
Funktionsbeschreibung ... 8-113
8.14 Rexroth IndraMotion MLD-S (Antriebsintegrierte SPS) ... 8-114
Kurzbeschreibung ... 8-114
Installations-/Projektierungshinweise ... 8-117
Übersicht der verfügbaren Bibliotheken ... 8-118
8.15 Integrierte Sicherheitstechnik ... 8-120
Kurzbeschreibung ... 8-120
Funktionen der integrierten Sicherheitstechnik ... 8-125
Inbetriebnahmehinweise ... 8-126

9 Erweiterte Antriebsfunktionen 9-1

9.1 Messtasterfunktion ... 9-1
Kurzbeschreibung ... 9-1
Funktionsbeschreibung ... 9-2
Inbetriebnahmehinweise ... 9-7
9.2 Messgeber ... 9-9
Kurzbeschreibung ... 9-9
Funktionsbeschreibung ... 9-11
Inbetriebnahmehinweise ... 9-17
9.3 Geberemulation ... 9-19
Kurzbeschreibung ... 9-19

Grundsätzliches zur Funktion ... 9-21
Inkrementalgeber-Emulation ... 9-22
Absolutgeber-Emulation ... 9-26
Inbetriebnahmehinweise ... 9-28
Diagnose- und Statusmeldungen ... 9-31
9.4 Analoge Eingänge ... 9-31
Kurzbeschreibung ... 9-31
Funktionsbeschreibung ... 9-34
Inbetriebnahmehinweise ... 9-38
Diagnose- und Statusmeldungen ... 9-39
9.5 Analoge Ausgänge ... 9-39
Kurzbeschreibung ... 9-39
Funktionsbeschreibung ... 9-42
Inbetriebnahmehinweise ... 9-45
9.6 Digitale Ein-/Ausgänge ... 9-48
Kurzbeschreibung ... 9-48
Inbetriebnahmehinweise für digitale Ein-/Ausgänge des Steuerteils ... 9-50
Inbetriebnahmehinweise für digitale Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1 ... 9-55
Diagnose- und Statusmeldungen ... 9-58
Hardwareabhängigkeiten ... 9-59
9.7 Dynamisches Nockenschaltwerk ... 9-59
Kurzbeschreibung ... 9-59
Funktionsbeschreibung ... 9-60
Inbetriebnahmehinweise ... 9-62
Diagnose- und Statusmeldungen ... 9-63

10 Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen 10-1

10.1 Parameter, grundsätzliche Angaben ... 10-1
Eigenschaften, Merkmale von Parametern ... 10-1
Laden, Speichern und Sichern von Parametern ... 10-3
IDN-Listen von Parametern ... 10-11
Verwendung eines Passwortes ... 10-13
10.2 Gerätekonfiguration ... 10-17
Aufbau des Regelgerätes ... 10-17
Leiterkartenkennung ... 10-18
Betriebsstundenzähler ... 10-20
Fehlerspeicher (Leistungs- und Steuerteil) ... 10-21
10.3 Diagnosesystem ... 10-22
Codierte Diagnosen des Antriebs ... 10-22
Zustandsklassen, Statusanzeigen, Steuerparameter ... 10-25
10.4 Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte ... 10-30
Allgemeines zu den Bedienfeldern ... 10-30
Standard-Bedienfeld ... 10-32
10.5 MultiMediaCard (MMC) ... 10-40
Kurzbeschreibung ... 10-40
MMC-Ordnerstruktur ... 10-41

Regelgerät mit oder ohne MMC ... 10-43
Firmware-Update mit MMC ... 10-46
Inbetriebnahmehinweise ... 10-48
10.6 Firmware-Update ... 10-52
Grundsätzliches ... 10-52
Firmware-Update mit Programm "IndraWorks D" ... 10-53
Firmware-Update mit MultiMediaCard (MMC) ... 10-53
10.7 Hinweise zum Gerätetausch ... 10-53
Versorgungsgeräte ... 10-53
Antriebsregelgeräte ... 10-54
10.8 Funktionspaketfreischaltung ... 10-60
Kurzbeschreibung ... 10-60
Funktionsbeschreibung ... 10-60
Inbetriebnahmehinweise ... 10-63
Überwachung der Freischaltung ... 10-65
10.9 Erweiterte Diagnosemöglichkeiten ... 10-65
Monitorfunktion ... 10-65
Logbuchfunktion ... 10-66
Patchfunktion ... 10-68
10.10 Oszilloskopfunktion ... 10-73
Kurzbeschreibung ... 10-73
Grundsätzliches zur Oszilloskopfunktion ... 10-75
Triggerfunktion ... 10-78
Synchronisation der Mess-Signale mehrerer Achsen ... 10-82
Parametrierung der Oszilloskopfunktion ... 10-83
Diagnose- und Statusmeldungen ... 10-84
10.11 Serielle Kommunikation ... 10-85
Übersicht serielle Kommunikation ... 10-85
Protokollunabhängige Funktionsweise ... 10-87
Kommunikation mit ASCII-Protokoll ... 10-92
Kommunikation mit SIS-Protokoll ... 10-102

11 Inbetriebnahme 11-1

11.1 Inbetriebnahme des Motors ... 11-1
Kontrolle der Installation/Montage ... 11-1
Erstinbetriebnahme/Serieninbetriebnahme ... 11-1
Erstanlauf im "Easy-Startup"-Modus ... 11-5
Erstanlauf mit Inbetriebnahmetool ... 11-13
11.2 Inbetriebnahme von Maschinenachsen ... 11-19
Übersicht und praktische Hinweise ... 11-19

12 Index 12-1

13 Service & Support 13-1

13.1 Helpdesk 13-1
13.2 Service-Hotline 13-1
13.3 Internet 13-1
13.4 Vor der Kontaktaufnahme... - Before contacting us... 13-1
13.5 Kundenbetreuungsstellen - Sales & Service Facilities 13-2

Notizen

1 Systemübersicht

1.1 Allgemeines

Übersicht Antriebs-Firmware

Firmware-Varianten

Für die IndraDrive-Familie existieren verschiedene anwendungsbezogene und von Funktionsumfang und Performance bestimmte Firmware-Varianten:

- **MTH**: Antriebe für Werkzeugmaschinenanwendungen mit SERCOS interface (**Advanced**-Performance und -Funktionalität)
- **MPX**: Antriebe für die allgemeine Automatisierung (inkl. Werkzeugmaschinenanwendungen) mit SERCOS interface, PROFIBUS-DP, Parallel- und Analog-Interface
  (Ausführungs-Varianten sind **MPH**, **MPB** und **MPD**; siehe unten)

Hinweis: Die **ersten beiden Buchstaben** in der Firmware-Bezeichnung kennzeichnen Anwendungsgebiet und Profil der Firmware:

- **MT:** "Machine Tool" → Antriebe für Werkzeugmaschinenanwendungen mit SERCOS interface
  (an SERCOS angelehntes Antriebsprofil)
- **MP:** "Multi Purpose" → Antriebe für die allgemeine Automatisierung (inkl. Werkzeugmaschinenanwendungen) mit SERCOS interface, Profibus sowie Parallel- und Analog-Interface
  (an SERCOS angelehntes Antriebsprofil)

Der **dritte Buchstabe** in der Firmware-Bezeichnung kennzeichnet die Hardware sowie die Performance und Funktionalität der Firmware (**X** beinhaltet **H, B und D**):

- **H**: **Einzelachs**-Firmware mit **Advanced**-Performance und -Funktionalität
- **B**: **Einzelachs**-Firmware mit **Basic**-Performance und -Funktionalität
- **D**: **Doppelachs**-Firmware mit **Basic**-Performance und -Funktionalität

---

In dieser Dokumentation ist die Funktionalität folgender Firmware-Varianten beschrieben:

- **FWA-INDRV*-MPH-03VRS-D5**
- **FWA-INDRV*-MPB-03VRS-D5**
- **FWA-INDRV*-MPD-03VRS-D5**

Zur Inbetriebnahme dieser Firmware-Varianten steht das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" (oder "DriveTop") zur Verfügung.

Organisation der Firmware

Zur anwendungsspezifischen Festlegung der Antriebsfunktionalität werden die Firmwarefunktionen in verschiedene "Funktionspakete" aufgeteilt. Die Unterteilung erfolgt dabei in ein **generell vorhandenes Grundpaket** und verschiedene additiv und optional aktivierbare **Zusatzfunktionspakete** (z.B. Integrierte Sicherheitstechnik, IndraMotion MLD-S).

Hinweis: Der Funktionsumfang der Funktionspakete und ihre Kombinationsmöglichkeiten sind im Abschnitt "Funktionspakete" im gleichen Kapitel beschrieben.

Begriffe, Grundlagen

Parameter

Die Kommunikation zwischen Master und Antrieb erfolgt bis auf wenige Ausnahmen mit Hilfe von Parametern.

Parameter werden verwendet zur:

- Festlegung der Konfiguration
- Parametrierung des Regelkreises
- Auslösung und Steuerung von Antriebsfunktionen und Kommandos
- Übertragung von Soll- und Istwerten (bedarfsgesteuert, zyklisch oder azyklisch)

Alle Betriebsdaten sind in Parametern abgebildet!

Die in Parametern abgelegten Betriebsdaten sind durch die Identnummer identifizierbar. Sie können gelesen und bei Bedarf transferiert werden. Die Beschreibbarkeit von Parametern durch den Anwender ist abhängig von den Eigenschaften des jeweiligen Parameters und der aktuellen Kommunikationsphase. Bestimmte Parameterwerte (Betriebsdaten) werden von der Antriebsfirmware auf Gültigkeit geprüft.

Datenspeicherung und Parameterhandling

Datenspeicher

In einem IndraDrive-Antrieb sind mehrere nicht flüchtige Datenspeicher vorhanden:

- im Regelgerät
- im Motorgeber (abhängig vom Motortyp)
- als MultiMediaCard (MMC), optional

Zudem ist im Regelgerät ein flüchtiger Datenspeicher (Arbeitsspeicher) vorhanden.

Auslieferungszustand

Auslieferungszustand der Rexroth-Antriebskomponenten:

- Der Speicher des Regelgeräts enthält die Antriebsfirmware und die regelgerätspezifischen Parameterwerte.
- Der Speicher des Motorgebers enthält die geberspezifischen und, abhängig vom Motortyp, die motorspezifischen Parameterwerte.
- Die MMC enthält die Antriebsfirmware und die Basisparametersätze.

Speichern der anwendungs-spezifischen Parameterwerte

Die anwendungsspezifischen Parameterwerte werden im Regelgerät gespeichert. Die Speicherung kann wegen begrenzter Anzahl von Schreibzyklen von nicht flüchtigen Speichermedien auch im Arbeitsspeicher (flüchtigen) Speicher erfolgen.

Sichern von Parameterwerten

Das Sichern der anwendungsspezifischen Parameterwerte ist in folgenden Fällen erforderlich:

- nach Erstinbetriebnahme der Maschinenachse bzw. des Motors
- vor dem Austausch des Regelgerätes im Servicefall (falls möglich)

Die Sicherung der anwendungsspezifischen Parameterwerte kann erfolgen über:

- MMC → Kopieren der Parameterwerte durch Kommando
- Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" → Sichern der Parameterwerte auf externem Datenträger
- Steuerungs-Master → Sichern der Parameterwerte auf master-seitigem Datenträger

Parameter-IDN-Listen

Das masterseitige Sichern der Parameterwerte wird vom Antrieb unterstützt durch Auflistungen von Parameter-Identnummern (IDN). Bei Verwendung dieser Listen ist vollständiges Speichern der anwendungs-spezifischen Parameterwerte gewährleistet. Es können auch kundenseitig definierte IDN-Listen festgelegt werden.

Laden von Parameterwerten

Das Laden von Parameterwerten ist in folgenden Fällen erforderlich:

- Erstinbetriebnahme des Motors (Laden der Basisparameterwerte und der motorspezifischen Parameterwerte)
- Serieninbetriebnahme von Maschinenachsen an Serienmaschinen (Laden der nach der Erstinbetriebnahme gesicherten Parameterwerte)
- Wiederherstellen eines definierten Ausgangszustandes (erneutes Laden der nach der Erstinbetriebnahme gesicherten Parameterwerte)
- Austausch des Regelgeräts im Servicefall (Laden der vor dem Servicefall aktuell gesicherten Parameterwerte)

Möglichkeiten zum Laden von Parameterwerten ins Regelgerät:

- Motorgeber-Datenspeicher → Laden der Parameterwerte durch Kommando oder über Bedienfeld bei Motor-Erstinbetriebnahme
- MMC → Laden der Parameterwerte durch Kommando
- Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" → Laden der Parameterwerte von externem Datenträger
- Steuerungs-Master → Laden der Parameterwerte von masterseitigem Datenträger

Prüfsumme der Parameterwerte

Der Steuerungs-Master kann durch Prüfsummenvergleich feststellen, ob die Werte der aktuell im Antrieb aktiven, anwendungsspezifischen Parameterwerte den masterseitig gesicherten Werten entsprechen.

Passwort

IndraDrive-Regelgeräte bieten die Möglichkeit, Parameterwerte durch Passwort vor ungewollter oder nicht-autorisierter Änderung zu schützen. Hinsichtlich des Schreibschutzes gibt es 3 Gruppen von beschreibbaren Parametern:

- Parameter, die generell schreibgeschützt sind wie Motorparameter, Hardwarekennungsparameter, Geberparameter, Fehlerspeicher, etc. ("Verwaltungsparameter"). Die Werte dieser Parameter gewährleisten die korrekte Funktion und Leistungsfähigkeit des Antriebs.
- Parameter, die kundenseitig als Gruppe zusammengestellt und mit einem sog. Kundenpasswort geschützt werden können. Dadurch ist es

möglich, Parameterwerte, die der Anpassung des Antriebs an die Achse dienen, nach ihrer Festlegung zu schützen.

- Alle übrigen beschreibbaren Parameter, die nicht in den vorgenannten Gruppierungen enthalten sind. Sie haben keinen Schreibschutz.

Passwortarten

Die Antriebsfirmware bietet die Aktivierung bzw. Deaktivierung des Schreibschutzes für Parameterwerte durch drei hierarchisch unterschiedliche Passwörter:

- **Kundenpasswort**

  Die Werte der Parameter einer kundenseitig zusammengestellten Parametergruppe können geschützt werden.

- **Steuerungspasswort**

  Mit Kundenpasswort geschützte Parameter sind beschreibbar; "Verwaltungsparameter" bleiben schreibgeschützt.

- **Masterpasswort**

  Alle beschreibbaren Parameter, einschließlich "Verwaltungsparameter" und durch Kundenpasswort geschützte Parameter, können verändert werden.

Kommandos

Kommandos dienen zur Auslösung und Steuerung komplexer Funktionen oder Überwachungen im Antrieb. Der übergeordnete Master kann Kommandos starten, unterbrechen und löschen.

Jedes Kommando ist einem Parameter zugeordnet, über den die Kommandoausführung gesteuert werden kann. Während der Ausführung des Kommandos erscheint im Display des Bedienfeldes die Anzeige "Cx", wobei "C" für Kommandodiagnose und "x" für die Nummer des Kommandos steht.

Hinweis: Jedes gestartete Kommando muss auch wieder aktiv gelöscht werden.

Alle im Antrieb verfügbaren Kommandos sind im Parameter **S-0-0025, IDN-Liste aller Kommandos** abgelegt.

Kommandoarten

3 Arten von Kommandos werden unterschieden:

- **Antriebssteuerkommandos**
  - können zu einer selbsttätigen Antriebsbewegung führen,
  - lassen sich nur bei gesetzter Reglerfreigabe starten,
  - deaktivieren die aktive Betriebsart während ihrer Ausführung.
- **Monitorkommandos**
  - aktivieren oder deaktivieren Überwachungen oder Funktionen im Antrieb.
- **Verwaltungskommandos**
  - führen Verwaltungsaufgaben durch,
  - lassen sich nicht unterbrechen.

Siehe auch "Kommandoverarbeitung" im Kapitel "Führungskommunikation"

Betriebsarten

Die Auswahl der Betriebsarten definiert, welche Sollwerte in welcher Art verarbeitet werden und damit zur gewünschten Antriebsbewegung führen. Die Betriebsart bestimmt nicht, wie diese Sollwerte vom Master zum Antrieb übertragen werden.

Eine der vier bzw. acht (bei SERCOS) in Parametern festgelegten Betriebsarten ist immer aktiv, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Steuer- und Leistungsteil sind betriebsbereit
- eine positive Flanke des Reglerfreigabesignals wurde gegeben
- Antrieb folgt der Sollwertvorgabe
- Funktion "Antrieb Halt" ist nicht aktiviert
- kein Antriebs-Steuerkommando ist aktiv
- keine Fehlerreaktion wird durchgeführt

Im Display des Bedienfeldes steht bei aktiver Betriebsart "AF".

Hinweis: Alle implementierten Betriebsarten sind im Parameter **S-0-0292, Liste der unterstützten Betriebsarten** abgelegt.

Siehe auch Kapitel "Betriebsarten"

Warnungen

In Abhängigkeit von aktiver Betriebsart und Parametereinstellungen wird eine Vielzahl von Überwachungen durchgeführt Bei Erkennen eines Zustandes, der den ordnungsgemäßen Betrieb noch zulässt, aber bei Fortsetzung dieses Zustandes zum Auftreten eines Fehlers und damit zur selbsttätigen Abschaltung des Antriebs führt, generiert die Antriebsfirmware eine Warnmeldung.

Hinweis: Warnungen führen nicht zu einer selbsttätigen Abschaltung (Ausnahme: fatale Warnung).

Warnungsklassen

Warnungen werden verschiedenen Warnungsklassen zugeordnet, in denen festgelegt ist, ob der Antrieb mit Generierung der Warnung eine selbsttätige Reaktion durchführt oder nicht.

Hinweis: Die Warnungsklasse ist aus der Diagnose ersichtlich.

Folgende Warnungsklassen werden unterschieden:

- **ohne** Antriebsreaktion → Diagnose-Nummern **E1xxx bis E7xxx**
- **mit** Antriebsreaktion → Diagnose-Nummer **E8xxx**

Hinweis: Warnungen lassen sich nicht löschen. Sie stehen solange an, bis die Bedingung zum Auslösen der Warnung nicht mehr erfüllt ist.

Fehler

In Abhängigkeit von aktiver Betriebsart und Parametereinstellungen wird eine Vielzahl von Überwachungen durchgeführt. Bei Erkennen eines Zustandes, der den ordnungsgemäßen Betrieb beeinträchtigt oder verhindert, generiert die Antriebsfirmware eine Fehlermeldung.

Fehlerklassen

Fehler werden verschiedenen Fehlerklassen zugeordnet. Es gibt 6 Fehlerklassen, die sich durch unterschiedliche Fehlerreaktion des Antriebs unterscheiden.

Hinweis: Die Fehlerklasse ist aus der Diagnose-Nummer ersichtlich.

Diagnose-Nummer	Fehlerklasse
F2xxx	nichtfataler Fehler
F3xxx	nichtfataler Sicherheitstechnik-Fehler
F4xxx	Schnittstellenfehler
F6xxx	Fahrbereichsfehler
F7xxx	Sicherheitstechnik-Fehler
F8xxx	fataler Fehler
F9xxx	fataler Systemfehler
E-xxxx	fataler Systemfehler "prozessor exception"

Abb. 1-1: Übersicht der Fehlerklassen

Hinweis: Neben den genannten Fehlerklassen, die während des Betriebs auftreten können, können auch Fehler beim Booten der Geräte und beim Firmware-Download auftreten. Diese Fehler werden im Display des Bedienfelds nicht mit einer Diagnosenummer nach dem Muster "Fxxxx", sondern mit einem Diagnosekurztext angezeigt. Boot- und Firmware-Download-Fehler werden in der separaten Dokumentation "Hinweise zur Störungsbeseitigung" (Diagnosebeschreibung) beschrieben.

Fehlerreaktionen des Antriebs

Bei Erkennen eines Fehlerzustandes wird automatisch die Ausführung einer Antriebsfehlerreaktion gestartet, sofern sich der Antrieb in Regelung befindet. Im Display des Bedienfeldes blinkt die Diagnosenummer "Fxxxx".

Die Antriebsreaktion bei Schnittstellen-Fehlern und nichtfatalen Fehlern wird im Parameter **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung** festgelegt. Am Ende jeder Fehlerreaktion schaltet sich der Antrieb momentenfrei.

Siehe auch "Fehlerreaktionen" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Fehlermeldung löschen

Fehlermeldungen werden nicht selbsttätig gelöscht, sondern durch folgende Aktion:

- Auslösen des Kommandos **S-0-0099, C0500 Reset Zustands-klasse 1**

- oder -

- Betätigen der Taste "Esc" auf dem Bedienfeld

Ist der Fehlerzustand noch vorhanden, wird die Fehlermeldung sofort wieder generiert.

Fehlermeldung löschen bei gesetzter Reglerfreigabe

Tritt während des Betriebs mit gesetzter Reglerfreigabe ein Antriebsfehler auf, führt der Antrieb eine Fehlerreaktion durch. Am Ende jeder Fehlerreaktion deaktiviert sich der Antrieb selbsttätig; d.h. die Endstufe wird abgeschaltet, der Antrieb wechselt in den stromlosen Zustand.

Um den Antrieb wieder zu aktivieren, ist

- die Fehlermeldung zu löschen und
- erneut eine 0-1-Flanke der Reglerfreigabe vorzugeben.

Fehlerspeicher

Die Diagnosenummern auftretender Fehler werden in einen Fehlerspeicher geschrieben. In diesem Speicher sind die Diagnosenummern der letzten 50 aufgetretenen Fehler und die Zeitpunkte ihres Auftretens enthalten. Fehler, die aus dem Ausschalten der Steuerspannung resultieren (z.B. **F8070 +24Volt-Fehler**), werden nicht in den Fehlerspeicher übernommen.

Die Diagnose-Nummern im Fehlerspeicher sind im Parameter **P-0-0192, Fehlerspeicher-Diagnosenummern** abgebildet und können mit dem Bedienfeld angezeigt werden. Über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" ist es möglich, Diagnosenummern und die zugehörigen Fehlerzeitpunkte anzuzeigen.

Hinweise zum Gebrauch dieser Dokumentation

Aufbau der Funktionsbeschreibung

Funktionsbeschreibungen der IndraDrive-Firmware sind in fest definierte Kapitel unterteilt. Diesen Kapiteln sind die einzelnen Themen der Firmware-Beschreibung entsprechend ihres Inhaltes zugeordnet.

Die Beschreibung der jeweiligen Firmware-Funktionalität ist grundsätzlich in folgende Abschnitte unterteilt:

- Kurzbeschreibung
- Funktionsbeschreibung
- Inbetriebnahmehinweise
- Diagnose- und Statusmeldungen, Überwachungen

Diese Abschnitte sind innerhalb des jeweiligen Themas stets in der genannten Reihenfolge enthalten, aus praktischen und formellen Gründen jedoch nicht immer vorhanden bzw. so überschrieben.

Kurzbeschreibung

Die Kurzbeschreibung gibt einen kurzen Überblick über die Firmware-Funktion bzw. das Thema des Abschnittes. In der Kurzbeschreibung können z.B. allgemeine Grundlagen, die wichtigsten Merkmale der Funktion, Übersichten und Anwendungsbeispiele enthalten sein. Den Abschluss der Kurzbeschreibung bildet, wenn möglich und sinnvoll, eine Auflistung der Parameter und Diagnosen, die mit dieser Funktion in Zusammenhang stehen.

Funktionsbeschreibung

Der Abschnitt "Funktionsbeschreibung" erläutert anwendungsorientiert die Wirkungsweise der jeweiligen Antriebsfunktion. Die relevanten Parameter dieser Funktion werden bezüglich ihrer Einstellungen und deren Auswirkungen beschrieben. Dabei wird nur dort die Parameterkonfiguration detailliert erläutert, wo es für die Beschreibung der Funktion notwendig ist. Grundsätzlich wird bei Parametern und Diagnosen auf die separaten Dokumentationen verwiesen.

Die ausführliche Beschreibung der Parameter, deren Funktion und ihr Aufbau ist in der separaten Dokumentation "Rexroth IndraDrive, Parameterbeschreibung" enthalten.

Die ausführliche Beschreibung der Diagnosen, deren Ursachen und Abhilfe ist in der separaten Dokumentation "Rexroth IndraDrive, Hinweise zur Störungsbeseitigung" (Diagnosebeschreibung) enthalten.

Inbetriebnahmehinweise

Der Abschnitt "Inbetriebnahmehinweise" bzw. "Parametrierhinweise" gibt dem Anwender ähnlich einer Checkliste die erforderlichen Arbeitsschritte für die Inbetriebnahme der Funktion vor. In kompakter Form werden die erforderlichen Parameter-Einstellungen beschrieben sowie ggf. eine Anleitung zur Aktivierung der Funktion gegeben und Diagnosen des unmittelbaren Funktionsablaufs genannt.

Diagnose- und Statusmeldungen, Überwachungen

Der Abschnitt "Diagnose- und Statusmeldungen" (ggf. auch "Überwachungen") fasst die für die jeweilige Funktion vorhandenen Diagnosemeldungen und die möglichen Statusanzeigen für diese Funktion zusammen und beschreibt sie kurz. Falls es funktionsspezifische Überwachungen gibt, sind sie ebenfalls in diesem Abschnitt beschrieben.

Die ausführliche Beschreibung der Diagnosen, deren Ursachen und Abhilfe ist in der separaten Dokumentation "Rexroth IndraDrive, Hinweise zur Störungsbeseitigung" (Diagnosebeschreibung) enthalten.

Kennzeichnungen und Begriffe

Die Gesamt-Funktionalität der IndraDrive-Firmware ist in Funktionspakete aufgeteilt (Grundpakete und optionale Erweiterungspakete). Der Umfang der jeweils verfügbaren Funktionen hängt nicht nur von der Hardware-Ausführung, sondern meist auch von der Variante und Ausprägung der Firmware ab.

Die Beschreibungen der Führungskommunikation, der Antriebsfunktionen und der Betriebsarten sind mit einer Kennzeichnung versehen, die auf die Verfügbarkeit dieser Funktionalität im jeweiligen Funktionspaket der Firmware hinweist, z.B.:

Grundpaket aller Varianten

Begriffe

Die anwendungsspezifische Skalierbarkeit der Hard- und Firmware ergibt eine Vielzahl von Ausführungsmöglichkeiten. Zur Konkretisierung werden in der Funktionsbeschreibung folgende Begriffe verwendet:

- Firmware-**Familie** z.B. IndraDrive
- Firmware-**Ausführung** Einzelachs; Doppelachs (Mehrachs)
- Firmware-**Variante** z.B. MP**H**, MP**B**, MP**D**
- Firmware-**Version** z.B. MPH-**03**VRS
- Firmware-**Ausprägung** Open-Loop/Closed-Loop
- Firmware-**Performance** Basic/Advanced
- Firmware-**Typ** komplette Firmware-Typbezeichnung

Hinweis: In vielen Fällen hängt die Verfügbarkeit bestimmter Funktionen auch innerhalb der Funktionspakete von Ausführung, Variante und Ausprägung der Firmware ab.

Die konkrete Abhängigkeit der Firmware-Funktionen von der Ausführung von Hard- und Firmware ist den Tabellen im Abschnitt "Funktionspakete" zu entnehmen.

Querverweise

Viele grundlegende Teilfunktionen der Firmware sowie notwendige Einstellungen und Festlegungen werden innerhalb der Gesamtfunktionalität mehrfach genutzt oder haben Auswirkungen auf angrenzende Bereiche der Antriebsfunktionalität. Solche Teilfunktionen sind in der Regel nur einmal beschrieben. Auch werden Beschreibungen, die Bestandteil anderer IndraDrive-Dokumentationen sind (Parameterbeschreibung, Diagnosebeschreibung, Projektierungen …), hier nur in Ausnahmefällen detailliert wiederholt. Querverweise geben die Quelle für ausführlichere oder weiterführende Informationen an.

Querverweise auf andere Abschnitte bzw. Dokumentationen sind nach folgendem Schema aufgebaut:

- Verweise auf Abschnitte im gleichen Kapitel durch Angabe der Überschrift ohne Kapitelangabe
- Verweise auf Abschnitte in einem anderen Kapitel durch Angabe der Überschrift des Abschnittes und der übergeordneten Kapitelbezeichnung
- Verweise auf eine andere Dokumentation werden zusätzlich durch das "Info-Icon" signalisiert, wenn sie nicht in einem Hinweis oder in Klammern stehen.

Weiterführende Dokumentation

Firmware-Dokumentation:

- Parameterbeschreibung
  DOK-INDRV*-GEN-**VRS**-PA**-DE-P; Mat.-Nr. R911297316
- Hinweise zur Störungsbeschreibung (Diagnosebeschreibung)
  DOK-INDRV*-GEN-**VRS**-WA**-DE-P; Mat.-Nr. R911297318
- Antriebsintegrierte Sicherheitstechnik
  DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK**-DE-P; Mat.-Nr. R911297837
- Rexroth IndraMotion MLD-S (Antriebsintegrierte SPS)
  DOK-INDRV*-MLD-S*VRS**-AW**-DE-P; Mat.-Nr. R911306071
- Firmware Version Notes
  DOK-INDRV*-MPX-03VRS**-FV**-DE-P; Mat.-Nr. R911308330

Hardware-Dokumentation (Projektierungen):

- Leistungsteile
  DOK-INDRV*-HMS+HMD****-PR**-DE-P; Mat.-Nr. R911295013
- Steuerteile
  DOK-INDRV*-CSH********-PR**-DE-P; Mat.-Nr. R911295011
- Versorgungsgeräte IndraDrive M
  DOK-INDRV*-HMV-*******-PR**-DE-P; Mat.-Nr. R911299228

1.2 Antriebsregelgeräte

Übersicht

Aufbau eines IndraDrive-Antriebsregelgerätes

Ein IndraDrive-Antriebsregelgerät ist prinzipiell aus zwei Hardware-Komponenten aufgebaut:

- Leistungsteil
- Steuerteil

Abb. 1-2: Aufbau und Ausführungen der IndraDrive-Antriebsregelgeräte

Leistungsteil

Am Leistungsteil werden angeschlossen:

- Versorgungsgerät (Zwischenkreisspannung)
- 24V-Steuerspannung
- Motor

Hinweis: Die beiden Ausführungen des Leistungsteils werden jeweils in einer separaten Dokumentation beschrieben; z.B. "IndraDrive-Antriebsregelgeräte - Leistungsteile, Projektierung" (DOK-INDRV-HMS+HMD****-PR**-DE-P; Mat.-Nr.: R911295013).

Steuerteil

Das Steuerteil wird als separater Bestandteil eines IndraDrive-Regelgerätes in das Leistungsteil gesteckt. Ein Antriebsregelgerät wird ab Werk komplett mit Steuerteil geliefert. Das Steuerteil darf nur durch einen Servicetechniker ausgetauscht werden.

Hinweis: Die verfügbaren Steuerteile werden in einer separaten Dokumentation "IndraDrive-Antriebsregelgeräte - Steuerteile, Projektierung" beschrieben (DOK-INDRV*-CSH********-PR**-DE-P; Mat.-Nr.: R911295011).

Leistungsteile

Folgende Leistungsteile können mit dieser Firmware betrieben werden:

IndraDrive M

Einzelachs

Die nachfolgenden Einzelachs-Leistungsteile können mit der Firmware **FWA-INDRV*-MPH-03VRS** und **FWA-INDRV*-MPB-03VRS** betrieben werden:

- HMS01.1N-W020
- HMS01.1N-W036
- HMS01.1N-W054
- HMS01.1N-W070
- HMS01.1N-W150
- HMS01.1N-W210

Doppelachs

Die nachfolgenden Doppelachs-Leistungsteile können nur mit der Firmware **FWA-INDRV*-MPD-03VRS** betrieben werden:

- HMD01.1N-W012
- HMD01.1N-W020
- HMD01.1N-W036

IndraDrive C

Die nachfolgenden Einzelachs-Umrichter können mit der Firmware **FWA-INDRV*-MPH-03VRS** und **FWA-INDRV*-MPB-03VRS** betrieben werden:

300mm Bauform

- HCS02.1E-W0012
- HCS02.1E-W0028
- HCS02.1E-W0054
- HCS02.1E-W0070

400mm Bauform

- HCS03.1E-W0070
- HCS03.1E-W0100
- HCS03.1E-W0150
- HCS03.1E-W0210

Steuerteile

Folgende Steuerteile können mit der Firmware **FWA-INDRV*-MP*-03VRS** betrieben werden:

- ADVANCED (Einzelachs; Typbezeichnung CSH01.1C-...)
- BASIC OPENLOOP (Einzelachs; Typbezeichnung CSB01.1N-FC-...)
- BASIC SERCOS (Einzelachs; Typbezeichnung CSB01.1N-SE-...)
- BASIC PROFIBUS (Einzelachs; Typbezeichnung CSB01.1N-PB-...)
- BASIC ANALOG (Einzelachs; Typbezeichnung CSB01.1N-AN-...)
- BASIC UNIVERSAL (Einzelachs; Typbezeichnung CSB01.1C-...)
- BASIC UNIVERSAL-Doppelachs (Typbezeichnung CDB01.1C-...)

Steuerteil-Konfiguration

Die nachfolgend aufgeführten Bestandteile der Typbezeichnungen beschreiben die Unterschiede hinsichtlich der Konfigurierbarkeit. Dafür werden folgende Abkürzungen verwendet:

Führungskommunikation:

- **SE** → SERCOS interface
- **PB** → PROFIBUS-DP
- **PL** → Parallel-Interface
- **AN** → Analog-Interface
- **FC** → FU-Interface

Standard-Optionsmodule:

- **NNN** → nicht bestückt
- **EN1** → Geberinterface für HSF, Resolver
- **EN2** → Geberinterface für EnDat, 1Vss-Sinus und TTL-Signale
- **ENS** → Geberinterface für MSK-Motoren und HIPERFACE-Geber
- **MA1** → Analoge E/A
- **MD1** → Digitale E/A
- **MEM** → Geberemulator

Sicherheitsoption:

- **NN** → nicht bestückt
- **L1** → Anlaufsperre
- **S1** → Modul für Sicherheitstechnik

Hinweis: Der prinzipielle Aufbau der Typenschlüssel der einzelnen Varianten von IndraDrive-Steuerteilen ist in der separaten Dokumentation "IndraDrive-Antriebsregelgeräte - Steuerteile, Projektierung" beschrieben (DOK-INDRV*-CSH********-PR**-DE-P; Mat.-Nr.: R911295011).

Unterstützte Steuerteil-Konfigurationen

Hinweis: In den folgenden Auflistungen sind die theoretisch möglichen Konfigurationen der Steuerteile angegeben.

Über den aktuellen Stand der lieferbaren Steuerteil-Ausführungen gibt Ihnen der zuständige Vertriebspartner Auskunft.

ADVANCED-Einzelachs (CSH01.1)

Die Firmware **FWA-INDRV*-MPH-03VRS** für konfigurierbare ADVANCED-Einzelachs-Steuerteile unterstützt Steuerteile mit folgenden Typbezeichnungen:

- **CSH01.1C-xx[1)]-xxx[2)]-xxx[3)]-xxx[4)]-xx[5)]-S-NN-FW**

Mögliche Ausführungen:

[1)] … Führungskommunikation:
- **SE** → SERCOS interface
- **PB** → PROFIBUS-DP
- **PL** → Parallel-Interface
- **AN** → Analog-Interface

[2)] … Optionsmodul 1 (X4):
- **NNN** → nicht bestückt
- **EN1** → Geber-Interface für HSF/Resolver
- **EN2** → Geber-Interface für EnDat/1Vss-Sinus/TTL-Signale
- **ENS** → Geber-Interface für Rexroth-Standard/HIPERFACE/1Vss
- **MA1** → Analoge E/A
- **MEM** → Geberemulator

[3)] … Optionsmodul 2 (X8):
- **NNN** → nicht bestückt
- **EN1** → Geber-Interface für HSF/Resolver
- **EN2** → Geber-Interface für EnDat/1Vss-Sinus/TTL-Signale
- **ENS** → Geber-Interface für Rexroth-Standard/HIPERFACE/1Vss
- **MA1** → Analoge E/A
- **MEM** → Geberemulator

[4)] … Optionsmodul 3, Technologiesteckplatz (X10):
- **NNN** → nicht bestückt
- **EN1** → Geber-Interface für HSF/Resolver
- **EN2** → Geber-Interface für EnDat/1Vss-Sinus/TTL-Signale
- **ENS** → Geber-Interface für Rexroth-Standard/HIPERFACE/1Vss
- **MA1** → Analoge E/A
- **MD1** → Digitale E/A
- **MEM** → Geberemulator

[5)] … Sicherheitsoption (X41):
- **NN** → nicht bestückt
- **L1** → Anlaufsperre
- **S1** → Modul für Sicherheitstechnik

BASIC-Einzelachs (CSB01.1)

Die Firmware **FWA-INDRV*-MPB-03VRS** für BASIC-Einzelachs-Steuerteile unterstützt Standard-Steuerteile (**nicht konfigurierbar**) mit folgenden Typbezeichnungen:

- **CSB01.1N-FC-NNN-NNN-NN-S-NN-FW** → BASIC OPENLOOP
- **CSB01.1N-SE-ENS-NNN-NN-S-NN-FW** → BASIC SERCOS
- **CSB01.1N-PB-ENS-NNN-NN-S-NN-FW** → BASIC PROFIBUS
- **CSB01.1N-AN-ENS-NNN-NN-S-NN-FW** → BASIC ANALOG

Diese Firmware unterstützt zusätzlich **konfigurierbare** BASIC-Einzelachs-Steuerteile mit folgenden Typbezeichnungen:

- **CSB01.1C-xx[1)]-xxx[2)]-xxx[3)]-xx[5)]-S-NN-FW**
  → BASIC UNIVERSAL (Einzelachs; konfigurierbar)

Mögliche Ausführungen für BASIC UNIVERSAL (Einzelachs):

[1)] … Führungskommunikation:
SE → SERCOS interface
PB → PROFIBUS-DP
PL → Parallel-Interface
AN → Analog-Interface

[2)] … Geber-Interface "On Board" (X4):
ENS → Geber-Interface für Rexroth-Standard/HIPERFACE/1Vss

[3)] … Optionsmodul 2 (X8):
NNN → nicht bestückt
EN1 → Geber-Interface für HSF/Resolver
EN2 → Geber-Interface für EnDat/1Vss-Sinus/TTL-Signale
ENS → Geber-Interface für Rexroth-Standard/HIPERFACE/1Vss
MA1 → Analoge E/A
MEM → Geberemulator

[5)] … Sicherheitsoption (X41):
NN → nicht bestückt
L1 → Anlaufsperre

BASIC UNIVERSAL-Doppelachs (CDB01.1)

Die Firmware **FWA-INDRV*-MPD-03VRS** für die konfigurierbare Steuerteil-Variante "BASIC UNIVERSAL-Doppelachs" unterstützt Steuerteile mit folgenden Typbezeichnungen:

- **CDB01.1C-xx[1)]-xxx[2)]-xxx[3)]-xxx[4)]-xxx[5)]-xx[6)]-S-NN-FW**

Mögliche Ausführungen:

[1)] … Führungskommunikation, für beide Achsen:
SE → SERCOS interface
PB → PPOFIBUS-DP

[2)] … Optionsmodul 1 (X4.1), Achse 1:
NNN → nicht bestückt
EN1 → Geber-Interface für HSF/Resolver
EN2 → Geber-Interface für EnDat/1Vss-Sinus/TTL-Signale
ENS → Geber-Interface für Rexroth-Standard/HIPERFACE/1Vss

[3)] … Optionsmodul 2 (X8.1), Achse 1:
NNN → nicht bestückt
EN1 → Geber-Interface für HSF/Resolver
EN2 → Geber-Interface für EnDat/1Vss-Sinus/TTL-Signale
ENS → Geber-Interface für Rexroth-Standard/HIPERFACE/1Vss
MA1 → Analoge E/A
MEM → Geberemulator

[4)] … Optionsmodul 1 (X4.2), Achse 2:
NNN → nicht bestückt
EN1 → Geber-Interface für HSF/Resolver
EN2 → Geber-Interface für EnDat/1Vss-Sinus/TTL-Signale
ENS → Geber-Interface für Rexroth-Standard/HIPERFACE/1Vss

[5)] … Optionsmodul 2 (X8.2), Achse 2:
NNN → nicht bestückt
EN1 → Geber-Interface für HSF/Resolver
EN2 → Geber-Interface für EnDat/1Vss-Sinus/TTL-Signale
ENS → Geber-Interface für Rexroth-Standard/HIPERFACE/1Vss
MA1 → Analoge E/A
MEM → Geberemulator

[6] … Sicherheitsoption, für beide Achsen (X41.1 und X41.2):
NN → nicht bestückt
L1 → Anlaufsperre
S1 → Modul für Sicherheitstechnik

1.3 Motoren und Mess-Systeme

Unterstützte Motoren

Folgende Rexroth-Motoren können an IndraDrive-Regelgeräten betrieben werden:

Gehäusemotoren

- MHD
- MKD
- MKE
- MSK (IndraDyn S)
- 2AD
- ADF
- MAD (IndraDyn A)
- MAF (IndraDyn A)
- MAL
- SF (Bosch)

Bausatz-Motoren

- MLF(IndraDyn L)
- MBS (Standard)
- MBSxx2 (IndraDyn H)
- MBT (IndraDyn T)
- LSF
- 1MB

Unterstützte Mess-Systeme

Motorgeber und externe optionale Geber

Zusätzlich zu den in den Rexroth-Motoren intergrierten Gebern können folgende Mess-Systeme als Motorgeber oder als externe optionale Regelungsgeber von der IndraDrive-Firmware ausgewertet werden:

- GDS- oder GDM-Geber von Bosch Rexroth (Singleturn- bzw. Multiturn-Ausführung)
- Resolver nach Rexroth-Signalspezifikation (Singleturn- oder Multiturn-Ausführung)
- Geber mit Sinussignalen und EnDat2.1-Schnittstelle (1 Vss)
- Geber mit Sinussignalen (1 Vss)
- Geber mit Rechtecksignalen (TTL)
- Hallsensor-Box und Geber mit Sinussignalen (1 Vss)
- Hallsensor-Box und Geber mit Rechtecksignalen (TTL)
- Geber mit Sinussignalen und HIPERFACE-Schnittstelle (1 Vss)

Messgeber

Folgende Mess-Systeme können für Messzwecke von der Firmware ausgewertet werden (Messgeber, keine Regelungsgeber):

- GDS- oder GDM-Geber von Bosch Rexroth (Singleturn- bzw. Multiturn-Ausführung)

- Geber mit Sinussignalen und EnDat2.1-Schnittstelle (1 Vss)
- Geber mit Sinussignalen (1 Vss)
- Geber mit Rechtecksignalen (TTL)
- Geber mit Sinussignalen und HIPERFACE-Schnittstelle (1 Vss)
- Motorgeber von Motoren MSK, MHD, 2AD, ADF, MAD, MAF

Hinweis: Resolver können nicht als Messgeber ausgewertet werden!

1.4 Führungskommunikation

In der Firmware MPX-03 (Ausführungen MPH, MPB und MPD) stehen folgende Schnittstellen für die Führungskommunikation zur Verfügung:

- SERCOS interface
- PROFIBUS-Interface
- Parallel-Interface (nicht bei Doppelachs-Ausführung MPD)
- Analog-Interface (nicht bei Doppelachs-Ausführung MPD)

SERCOS interface

Allgemeine Merkmale SERCOS interface

- zyklischer Datenaustausch von Soll- und Istwerten mit exakter Zeitäquidistanz (max. 32 Byte je Datenrichtung; minimale Zykluszeit von 250 µs)
- Datenübertragung über Lichtleiter
- Servicekanal für Parametrierung und Diagnose
- freie Konfiguration der Telegramminhalte möglich (große Anzahl über MDT und AT konfigurierbarer Parameter-IDN)
- Synchronisation zwischen Sollwert-Wirkzeitpunkt und Messzeitpunkt der Istwerte aller an einem Ring befindlichen Antriebe

PROFIBUS-Interface

Allgemeine Merkmale PROFIBUS-Interface

- zyklischer Datenaustausch von Soll- und Istwerten (max. 32 Byte je Datenrichtung; minimale Zykluszeit von 500 µs)
- Parameterkanal zur Parametrierung und Diagnose über den Feldbus
- sicherer Prozessdatenkanal (PROFIsafe), optional
- freie Konfiguration der Telegramminhalte möglich (große Anzahl von zyklisch konfigurierbaren Parameter-IDN)

Parallel-Interface (nicht bei MPD)

Allgemeine Merkmale Paralell-Interface

- komplette Ansteuerung des Antriebes über digitale Ein-/Ausgänge
- je 16 Ein- und Ausgänge
- serielle Schnittstelle zur Parametrierung und Diagnose
- freie Konfiguration der digitalen Ein- und Ausgänge

Analog-Interface (nicht bei MPD)

Allgemeine Merkmale Analog-Interface

- Grundgerät besitzt einen Analogeingang mit 12Bit-A/D-Wandler und einem Eingangsspannungsbereich von ±10 V
- Abtastung erfolgt mit 8-fachem Oversampling im Lagerreglertakt
- Zuweisung auf Sollwert-/Grenzwert-/Steuerparameter des Antriebs über einstellbare Wichtung möglich
- parametrierbare Totzone zur Unterdrückung der Nulldrift
- Tiefpassfilter zur Glättung der analogen Eingangssignale
- Nullabgleich der analogen Eingangssignale durch Kommando
- "Reglerfreigabe", "Antrieb Halt" und "Fehler löschen" über digitale Eingänge vorgegeben
- Diagnosen wie Antriebsfehler und Warnungen werden über digitale Ausgänge ausgegeben

Hinweis: Neben der analogen Sollwert-Vorgabe muss auch der Positions-Istwert an den Master zurückgeführt werden. Dazu ist die Geberemulation notwendig (siehe "Geberemulation" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen").

1.5 Funktionsübersicht

Unterstützte Betriebsarten

Folgende Betriebsarten werden von der Firmware MPX-03 unterstützt:

- Drehmoment-/Kraftregelung
- Geschwindigkeitsregelung
- Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe
- Antriebsinterne Interpolation
- Antriebsgeführtes Positionieren
- Positioniersatzbetrieb
- Synchronisations-Betriebsarten:
  - Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse
  - Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse
  - Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse
  - Elektronisches Bewegungsprofil mit realer/virtueller Leitachse

Antriebsfunktionen

Nachfolgend ein Überblick über die wichtigsten Antriebsfunktionen der Firmware MPX-03:

- Antrieb Halt
- Herstellen des Maßbezugs
  - Antriebsgeführtes Referenzieren
  - Absolutmaß setzen
  - Verschieben des Maßbezugs
- Antriebsseitige Fehlerreaktionen
  - Bestmögliche Stillsetzung
  - Paketreaktion im Fehlerfall
  - NC-Reaktion im Fehlerfall
- E-Stop-Funktion
- Kompensationsfunktionen/Korrekturen
  - Reibmomentkompensation
  - Geberkorrektur
  - Achsfehlerkorrektur
  - Quadrantenfehlerkorrektur
- Spindelpositionieren
- Antriebsintegrierter Sollwertgenerator
- Parametersatzumschaltung
- Messtasterfunktion
- Geberemulation
- Dynamisches Nockenschaltwerk
- Antriebsintegrierte SPS (IndraMotion MLD-S)
- Integrierte Sicherheitstechnik
- Überwachungsfunktionen
- Parametrierbare Begrenzungen
- Ausgabe von Steuersignalen
- Umfangreiche Diagnosemöglichkeiten
  - Antriebsinterne Diagnosebildung
  - Analogausgabe
  - Statusanzeigen, Zustandsklassen
  - Oszilloskopfunktion
  - Monitorfunktion
  - Patchfunktion
  - Optionskartenkennung
  - Prüfung von Parameterwerten
  - Betriebsstundenzähler, Logbuchfunktion, Fehlerspeicher

Performance-Angaben

Übersicht

Die Regelungsperformance der IndraDrive-Antriebsfamilie wird in Bezug auf die Taktraten (Zykluszeiten) grundsätzlich in drei Stufen unterschieden:

- **Advanced**-Performance
  → höchste Regelungsperformance durch hohe interne Taktraten für die Regelkreise und die Signalverarbeitung von Ein-/Ausgängen bzw. der antriebsintegrierten SPS (IndraMotion MLD-S)
- **Basic**-Performance
  → Standard-Regelungsperformance durch mittlere interne Taktraten für die Regelkreise und die Signalverarbeitung von Ein-/Ausgängen bzw. der antriebsintegrierten SPS (IndraMotion MLD-S)
- **Economy**-Performance
  → Niedrige Regelungsperformance durch reduzierte Taktraten für die Regelkreise und die Signalverarbeitung von Ein-/Ausgängen bzw. der antriebsintegrierten SPS (IndraMotion MLD-S)

In der vorliegenden Dokumentation beziehen sich die Angaben zur Taktrate auf folgende Kenngrößen:

- Stromreglertakt T_{A_Strom}
- Geschwindigkeitsreglertakt T_{A_Geschw}
- Lagereglertakt T_{A_Lage}
- Zykluszeit der SPS (IndraMotion MLD-S) $T_{MLD\text{-}S}$
- Zykluszeit der Führungskommunikation (FKM) T_{FKM}

Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Taktraten in Abhängigkeit von der jeweiligen Regelungsperformance. Eine detaillierte Zuordnung der Taktrate zu Steuerteil-Ausführung, Performance-Stufe und Parameter-Einstellung enthält die Tabelle im Abschnitt "Steuerteil-Ausführung und Performance" (s.u.).

Performance	T_{A_Strom}	T_{A_Geschw}	T_{A_Lage}	$T_{MLD\text{-}S}$	T_{FKM}
Advanced	62,5/83,3/125 µs	125 µs	250 µs	1000 µs	500 µs
Basic	62,5/83,3/125 µs	250 µs	500 µs	2000 µs	500/1000 µs
Economy	125 µs	500 µs	1000 µs	2000 µs	2000 µs

Abb. 1-3: Taktraten (in Abhängigkeit von der verfügbaren Performance)

Hinweis: Die Regelungsperformance ist nicht gleichbedeutend mit der Steuerteil-Ausführung (Advanced bzw. Basic), denn sie wird von mehreren Faktoren (z.B. P-0-0556, Bit 2 und 5) bestimmt.

Die jeweils verfügbare Performance ist abhängig von folgenden Randbedingungen und Parameter-Einstellungen:

- **Steuerteil-Ausführung** (CSH, CSB oder CDB) und der zugehörigen Antriebs-**Firmware** (MPH, MPB und MPD)
- **Aktivierung von Funktionspaketen** (vgl. P-0-2004)
- Performance-Stufe in **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** (Bit 2 und 5)
- Schaltfrequenz in **P-0-0001, Schaltfrequenz der Leistungsendstufe**

Siehe auch "Übersicht Antriebsregelung: Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb)" im Kapitel "Antriebsregelung"

Steuerteil-Ausführung und Performance

Die verschiedenen Steuerteil-Ausführungen unterscheiden sich hinsichtlich der erreichbaren Performance-Stufen (Zykluszeiten bzw. Taktfrequenzen).

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die erreichbaren Performance-Stufen und Taktraten in Abhängigkeit von Steuerteil-Ausführung und Parameter-Einstellungen:

Steuerteiltyp/ Firmware	Funktions-pakete	Performance-Stufe	T_{A_Strom}	T_{A_Geschw}	T_{A_Lage}	T_{MLD-S}	T_{FKM}	Schalt-frequenz [1]	P-0-0556 Bit 2	P-0-0556 Bit 5
CSH01.1/MPH	alle	Basic	125 µs	250 µs	500 µs	1000 µs	500 µs	4000 Hz	0	0
		Basic	125 µs	250 µs	500 µs	1000 µs	500 µs	8000 Hz	0	0
		Basic	83,3 µs	250 µs	500 µs	1000 µs	500 µs	12000 Hz	0	0
		Basic	62,5 µs	250 µs	500 µs	1000 µs	500 µs	16000 Hz	0	0
		Advanced	125 µs	125 µs	250 µs	1000 µs	500 µs	4000 Hz	1	0
		Advanced	62,5 µs	125 µs	250 µs	1000 µs	500 µs	8000 Hz	1	0
		Advanced	83,3 µs	125 µs	250 µs	1000 µs	500 µs	12000 Hz	1	0
		Advanced	62,5 µs	125 µs	250 µs	1000 µs	500 µs	16000 Hz	1	0
CSB01.1/MPB	alle, außer "Synchroni-sation" und "IndraMotion"	Basic	125 µs	250 µs	500 µs	--	1000 µs	4000 Hz	0	0
		Basic	125 µs	250 µs	500 µs	--	1000 µs	8000 Hz	0	0
		Economy	125 µs	500 µs	1000 µs	--	2000 µs	4000 Hz	0	1
		Economy	125 µs	500 µs	1000 µs	--	2000 µs	8000 Hz	0	1
	"Synchroni-sation" und "IndraMotion"	Economy	125 µs	500 µs	1000 µs	2000 µs	2000 µs	4000 Hz	0	1
		Economy	125 µs	500 µs	1000 µs	2000 µs	2000 µs	8000 Hz	0	1
CDB01.1/MPD	alle	Basic	125 µs	250 µs	500 µs	--	1000 µs	4000 Hz	0	0
		Basic	125 µs	250 µs	500 µs	--	1000 µs	8000 Hz	0	0

[1]: einstellbar über P-0-0001
P-0-0556: Achsregler-Steuerwort

Abb. 1-4: Performance in Abhängigkeit von der Steuerteil-Ausführung

Auswahl der Performance über Parameter P-0-0556

In bestimmten Anwendungen ist es erforderlich, in allen Achsen dieselben Taktraten zu verwenden, so dass der langsamste Antrieb den Takt vorgibt. Daher besteht die Möglichkeit, über Bit 2 und Bit 5 des Parameters **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** die Performance gezielt zu reduzieren.

- Bei **BASIC-Steuerteilen** kann über Bit 5 von P-0-0556 zwischen den Performance-Stufen "Basic" und "Economy" ausgewählt werden
- Bei **ADVANCED-Steuerteilen** kann über Bit 2 und Bit 5 und von P-0-0556 zwischen allen drei möglichen Performance-Stufen ("Advanced", "Basic" und "Economy") auswählt werden.

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0556, Achsregler-Steuerwort"

Hinweis: Die wirksamen Taktraten der jeweils aktiven Performance-Stufe können der Tabelle "Performance in Abhängigkeit von der Steuerteil-Ausführung" im Abschnitt "Steuerteil-Ausführung und Performance" entnommen werden (s.o.).

Eingeschränkte Performance bei bestimmten Funktionspaketen

Bei der Nutzung umfangreicher und komplexer Funktionen werden bei **BASIC-Steuerteilen** (CSB mit MPB-Firmware und CDB mit MPD-Firmware) die internen Taktraten automatisch reduziert. Dies gilt bei der Verwendung folgender Funktionspakete:

- Antriebsintegrierte SPS "IndraMotion MLD-S" (Funktionspaket "ML")
- Erweiterungspaket "Synchronisation" (Funktionspaket "SNC")

Die Taktraten (Lage-, Geschwindigkeitsregelkreis) reduzieren sich bei Verwendung eines dieser Funktionspakete bei BASIC-Steuerteilen auf die unterste Performance-Stufe "Economy"!

Hinweis: Bei **ADVANCED-Steuerteilen** (CSH mit MPH-Firmware) wird keine Reduzierung der Taktraten in Abhängigkeit der genutzten Funktionspakete vorgenommen (Reduzierung über P-0-0556 möglich).

Hinweis: Die wirksamen Taktraten der jeweils aktiven Performance-Stufe können der Tabelle "Performance in Abhängigkeit von der Steuerteil-Ausführung" im Abschnitt "Steuerteil-Ausführung und Performance" entnommen werden (s.o.).

1.6 Funktionspakete

Übersicht

Der anwendungsspezifisch nutzbare Funktionsumfang der Antriebs-Firmware **FWA-INDRV*-MPX-03VRS** richtet sich nach

- dem vorhandenen Steuerteil und ggf. dessen Konfiguration

  - und -

- den lizenzierten Firmware-Funktionspaketen.

Hinweis: Der Umfang der Firmware-Funktionalität kann, abhängig von der Hardware-Ausführung, dem jeweiligen Einsatzfall entsprechend festgelegt werden (Skalierbarkeit der Firmware-Funktionalität). Von der Verfügbarkeit der jeweiligen Funktionen hängt auch der Umfang der zugehörigen Parameter ab.

Skalierung der Antriebsfunktionalität

Firmware-Skalierung durch Steuerteilkonfiguration

Die Steuerteile der IndraDrive-Antriebsregelgeräte verfügen über maximal 4 Optionskarten-Steckplätze sowie einen Steckplatz für die Führungskommunikation. Abhängig von den vorhandenen Optionskarten können bestimmte Funktionen (inkl. zugehörige Parameter) aktiviert werden:

- **Führungskommunikation** (SERCOS interface, Profibus-DP, Parallel- oder Analog-Interface)
- **Sicherheitstechnik** (Anlaufsperre, Standard-Sicherheitstechnik)
- **Analoge E/A-Erweiterungskarte**
- **Digitale E/A-Erweiterungskarte**

Hinweis: Funktionen und Parameter für die Auswertung von Mess-Systemen als Regelungsgeber bzw. Messgeber sind nicht abhängig von der Steuerteilkonfiguration, da deren Funktion frei auf die verschiedenen Geber-Optionsmodule zugewiesen werden können.

Siehe auch Abschnitt "Antriebsregelgeräte"

Firmware-Skalierung durch Funktionspakete

Die Funktionalität der Firmware ist in folgenden Paketgruppen aufgeteilt:

- **Grundpakete** (Open-Loop oder Closed-Loop)
- Optionale **Erweiterungspakete**:
  - Alternative Funktionspakete
    (Erweiterungspakete für Servofunktion, Hauptspindelfunktion, Synchronisation)
  - Additives Funktionspaket "IndraMotion MLD-S"
    (Antriebsintegrierte SPS und Technologiefunktionen)

Die Grundpakete sind je nach Hardware-Konfiguration ohne jegliche Freischaltung verfügbar. Dagegen ist zur Nutzung der optionalen Erweiterungspakete eine Lizenzierung erforderlich.

Hinweis: Der gewünschte Funktionsumfang der Firmware sollte vorzugsweise bei der Bestellung definiert werden. Dadurch wird sichergestellt, dass bei Auslieferung auch die benötigten Funktionspakete freigeschaltet sind. Im Einzelfall besteht jedoch auch die Möglichkeit einer nachträglichen Freischaltung (Nachlizenzierung) oder auch einer gewünschten Reduktion des aktivierten Funktionsumfanges.

Dieser Vorgang ist im Abschnitt "Funktionspaketfreischaltung" im Kapitel "Handhabung, Diagnose und Servicefunktionen" beschrieben.

Hinweis: Die **antriebsintegrierte Sicherheitstechnik** ist eine rein über die Hardware skalierbare Funktionalität und benötigt keine zusätzliche Funktionsfreischaltung!

Folgende Darstellungen zeigen die Möglichkeiten der Funktionsskalierung in Abhängigkeit von der Regelungsperformance:

Abb. 1-5: Funktionspakete der IndraDrive-Firmware MPX03

Kurzbeschreibung der Funktionspakete

Die Gesamt-Funktionalität eines IndraDrive-Antriebs ist in Funktionsgruppen, die sog. "Funktionspakete", aufgeteilt. Die Firmware **FWA-INDRV*-MPX-03VRS** unterstützt die nachfolgend aufgeführten Funktionspakete.

Hinweis: Die aufgeführten Pakete sind jeweils in **Basic**- oder **Advanced**-Ausprägung verfügbar, die sich hinsichtlich Performance und Funktionalität unterscheiden.

Grundpakete

Folgende Grundpakete sind verfügbar:

- **Grundpaket "Open-Loop"**
  Geberlose Motorsteuerung, keine Lageregelungs-Betriebsarten
  → keine Lageauswertung und davon abhängige Funktionen
- **Grundpaket "Closed-Loop"**
  Geberbehaftete Motorregelung
  (umschaltbar auf geberlose Motorregelung in Vorbereitung)
  → Lageauswertung und davon abhängige Funktionen und Betriebsarten möglich

Alternative Funktionspakete

Folgende alternative Funktionspakete sind verfügbar:

- **Servofunktionen** [1]:
  In diesem Paket sind alle für Servo-Applikationen spezifischen Erweiterungen wie Kompensationen und Korrekturfunktionen zusammengefasst (z.B. Achsfehlerkorrektur, Quadrantenfehler-korrektur).
- **Hauptspindelfunktionen** [1]:
  In diesem Paket sind die spezifischen Funktionen für den Hauptspindel-Einsatz (z.B. Spindelpositionieren, Parametersatz-Umschaltung) enthalten.
- **Synchronisation** [1]:
  Mit diesem Paket können die Synchronisationsmöglichkeiten des Antriebs genutzt werden (Unterstützung von Synchronisations-Betriebsarten, Messgeber-Funktion, Messtaster-Funktion …)

Hinweis: [1]…Diese Funktionspakete sind nicht gleichzeitig aktivierbar (nur einzeln)! → **Alternative Erweiterungspakete**

Additive Funktionspakete

Darüber hinaus ist ein additives Funktionspaket verfügbar:

- **IndraMotion MLD-S**

Hinweis: Dieses Erweiterungspaket kann bei Einzelachsgeräten (Advanced und Basic) zusätzlich (additiv) zu einem evtl. vorhandenen Alternativpaket aktiviert werden.

Nachfolgende Übersicht zeigt die Abhängigkeit der einzelnen Funktions-pakete von der jeweiligen Hardware und der Firmware-Variante:

Firmware-Variante →			FWA-INDRV*-**MPB**-03VRS		FWA-INDRV*-**MPD**-03VRS		FWA-INDRV*-**MPH**-03VRS	
Steuerteil-Ausführung →			**CSB0.1.1** (Basic-Einzelachs)		**CDB0.1.1** (Basic-Doppelachs)		**CSH0.1.1** (Advanced-Einzelachs)	
Performance			geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)
Grundpaket	Basisfunktionen		X	X	X	X	X	X
	Grundpaket "Open-Loop" (U/f)	Basic	X	X	X	X	X	X
		Advanced					X	X
	Grundpaket "Closed-Loop" (Servo)	Basic		X		X		X
		Advanced						X
Alternative Funktions-pakete	Servo	Basic		X		X		X
		Advanced						X
	Synchronisat.	Basic	X	X	X	X		
		Advanced					X	X
	Hauptspindel	Basic						
		Advanced						X
Additives Funktions-paket	IndraMotion MLD-S	Basic	X	X			X	X
		Advanced	X	X			X	X

Abb. 1-6: Abhängigkeit der Funktionspakete von Hardware und Firmware-Variante

Bestellbare Firmware-Typen

Aufbau der Firmware-Typbezeichnung

Die Typbezeichnung der IndraDrive-Firmware setzt sich aus folgenden Typenschlüsselelementen zusammen:

	IndraDrive-Firmware	**Grundpaket** (Steuerteil-Bezug)	**Version**	**Release**	**Sprache**	**Open/Closed-Loop**	**Alternative Erweiterungs-pakete**	**Additive Erweiterungs-pakete**
Basic-Einzelachs	FWA-INDRV*	-MP**B**-	03	VRS-	D5-	x-	xxx-	xx
Basic-Doppelachs	FWA-INDRV*	-MP**D**-	03	VRS-	D5-	x-	xxx-	xx
Advanced-Einzelachs	FWA-INDRV*	-MP**H**-	03	VRS-	D5-	x-	xxx-	xx

Abb. 1-7: Grundaufbau des Firmware-Typenschlüssels

Rexroth Bosch Group

Bestellbare Firmware-Typen

Die Zusammenstellung der einzelnen Funktionspakete zu folgenden bestellbaren Firmware-Typen ist möglich:

Steuerteil	Firmware-Familie	Grundpaket	Version	Release	Sprache	Open/Closed -Loop	alternative Funktions-pakete	IndraMotion MLD-S	Umfang der Funktionspakete
Basic-Einzelachs	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	0-	NNN	-NN	Grundpaket (Open-Loop)
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	0-	SNC	-NN	Grundpaket (Open-Loop) + Synchronisation
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	0-	MSP	-NN	Grundpaket (Open-Loop) + Hauptspindel
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	0-	ALL	-NN	Grundpaket (Open-Loop) + alle altern. Funktionen
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	0-	NNN	-ML	Grundpaket (Open-Loop) + IndraMotion MLD-S
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	0-	***	-ML	Grundpaket (Open-Loop) + *** + IndraMotion MLD-S
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	1-	NNN	-NN	Grundpaket (Closed-Loop)
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	1-	SRV	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + Servofunktion
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	1-	SNC	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + Synchronisation
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	1-	MSP	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + Hauptspindel
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	1-	ALL	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + alle altern. Funktionen
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	1-	NNN	-ML	Grundpaket (Closed-Loop) + IndraMotion MLD-S
	FWA-INDRV*-	MPB-	03	VRS-	D5-	1-	***	-ML	Grundpaket (Closed-Loop) + *** + IndraMotion MLD-S
Basic-Doppelachs	FWA-INDRV*-	MPD-	03	VRS-	D5-	0-	NNN	-NN	Grundpaket (Open-Loop)
	FWA-INDRV*-	MPD-	03	VRS-	D5-	0-	SNC	-NN	Grundpaket (Open-Loop) + Synchronisation
	FWA-INDRV*-	MPD-	03	VRS-	D5-	0-	MSP	-NN	Grundpaket (Open-Loop) + Hauptspindel
	FWA-INDRV*-	MPD-	03	VRS-	D5-	1-	NNN	-NN	Grundpaket (Closed-Loop)
	FWA-INDRV*-	MPD-	03	VRS-	D5-	1-	SRV	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + Servofunktion
	FWA-INDRV*-	MPD-	03	VRS-	D5-	1-	SNC	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + Synchronisation
	FWA-INDRV*-	MPD-	03	VRS-	D5-	1-	MSP	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + Hauptspindel
	FWA-INDRV*-	MPD-	03	VRS-	D5-	1-	ALL	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + alle altern. Funktionen
Advanced-Einzelachs	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	0-	NNN	-NN	Grundpaket (Open-Loop)
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	0-	SNC	-NN	Grundpaket (Open-Loop) + Synchronisation
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	0-	MSP	-NN	Grundpaket (Open-Loop) + Hauptspindel
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	0-	ALL	-NN	Grundpaket (Open-Loop) + alle altern. Funktionen
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	0-	NNN	-ML	Grundpaket (Open-Loop) + IndraMotion MLD-S
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	0-	***	-ML	Grundpaket (Open-Loop) + *** + IndraMotion MLD-S
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	1-	NNN	-NN	Grundpaket (Closed-Loop)
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	1-	SRV	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + Servofunktion
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	1-	SNC	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + Synchronisation
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	1-	MSP	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + Hauptspindel
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	1-	ALL	-NN	Grundpaket (Closed-Loop) + alle altern. Funktionen
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	1-	NNN	-ML	Grundpaket (Closed-Loop) + IndraMotion MLD-S
	FWA-INDRV*-	MPH-	03	VRS-	D5-	1-	***	-ML	Grundpaket (Closed-Loop) + *** + IndraMotion MLD-S

*** ausgewählte Option "Alternative Funktionspakete" entsprechend ihrer Verfügbarkeit

Abb. 1-8: Übersicht der Firmware-Typen und der darin enthaltenen Funktionspakete

Grundpakete

In den Firmware-Grundpaketen steht der Mindestumfang an Funktionalität im jeweiligen Betriebs-Modus ("Open-Loop" oder "Closed-Loop") zur Verfügung. Sie enthalten die Basisfunktionen einer Antriebs-Firmware und eine Reihe weiterer grundlegender Funktionen.

Basisfunktionen

Die nachfolgenden Basisfunktionen sind bei jedem Antrieb vorhanden und beinhalten die elementaren Grundfunktionen eines digitalen Antriebs (verfügbar in Firmware-Ausprägungen "Open-Loop" und "Closed-Loop"):

- Umfangreiche Diagnosemöglichkeiten
  - Antriebsinterne Diagnosebildung
  - Monitorfunktion
  - Analogausgabe
  - Patchfunktion
  - Statusanzeigen, Zustandsklassen
  - Oszilloskopfunktion
  - Optionskartenkennung
  - Prüfung von Parameterwerten
  - Betriebsstundenzähler, Logbuchfunktion, Fehlerspeicher
- Unterspannungsüberwachung
- Ausgabe von Steuersignalen
- Parametrierbare Begrenzungen
- Serielle Kommunikation

Funktionsumfang der Grundpakete

Neben den Basisfunktionen sind im Grundpaket der Firmware noch weitere Funktionen verfügbar. Ihr Umfang hängt ab von der Firmware-Variante und ihrer Ausprägung ("Open-Loop" oder "Closed-Loop").

Nachfolgende Übersicht zeigt den verfügbaren Funktionsumfang des jeweiligen Grundpaketes:

	Firmware-Variante →	FWA-INDRV*-**MPB**-03VRS (Basic-Einzelachs)		FWA-INDRV*-**MPD**-03VRS (Basic-Doppelachs)		FWA-INDRV*-**MPH**-03VRS (Advanced-Einzelachs)	
	Funktionen der Grundpakete	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)
Führungs-kommuni-kation	Signalsteuer-/Signalstatuswort	X	X	X	X	X	X
	Multiplexkanal	X	X	X	X	X	X
	SERCOS interface	X[1)2)]	X[1)2)]	X[1)2)]	X[1)2)]	X[1)]	X[1)]
	PROFIBUS-DP	X[1)2)]	X[1)2)]	X[1)2)]	X[1)2)]	X[1)]	X[1)]
	ProfiSafe	X[1)2)]	X[1)2)]	X[1)2)]	X[1)2)]	X[1)]	X[1)]
	Parallel-Interface	X[1)3)]	X[1)3)]			X[1)]	X[1)]
	Analog-Interface	X	X			X	X
Motoren und Geber	Rexroth-Gehäusemotoren, synchron, mit Geberdatenspeicher		X		X		X
	Rexroth-Gehäusemotoren, asynchron, mit Geberdatenspeicher	X	X	X	X	X	X
	Rexroth-Bausatzmotoren, synchron, ohne Geberdatenspeicher		X		X		X
	Rexroth-Bausatzmotoren, asynchron, ohne Geberdatenspeicher	X	X	X	X	X	X
	Fremdmotoren, synchron		X		X		X
	Fremdmotoren, asynchron (Normmotoren)	X	X	X	X	X	X
	Motorhaltebremse	X[4)]	X	X[4)]	X	X[4)]	X
	Motorgeber		X		X		X
	Optionaler Regelungsgeber		X[3)]		X		X
	Geberkorrektur		X		X		X
	Überlastschutz (Temperaturüberwachung)	X	X	X	X	X	X
Motor-regelung	U/f-Betrieb	X	X	X	X	X	X
	Feldorientierte Stromregelung, ohne Geber					in Vorbereitung	in Vorbereitung
	Feldorientierte Stromregelung, mit Geber		X		X		X
	Motorparameter-Ermittlung	X	X	X	X	X	X
	Kommutierungseinstellung		X		X		X
Achs-regelung	Geschwindigkeitsregler		X		X		X
	Lageregler		X		X		X
	Automatische Achsregelkreis-Einstellung		X		X		X
	Strombegrenzung	X	X	X	X	X	X
	Drehmoment-/Kraftbegrenzung	X	X	X	X	X	X

Abb. 1-9: Funktionsumfang der Firmware-Grundpakete (Fortsetzung auf nächster Seite)

	Firmware-Variante →	FWA-INDRV*-**MPB**-03VRS (Basic-Einzelachs)		FWA-INDRV*-**MPD**-03VRS (Basic-Doppelachs)		FWA-INDRV*-**MPH**-03VRS (Advanced-Einzelachs)	
	Funktionen der Grundpakete	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)
Betriebs-arten	Drehmoment-/Kraftregelung		X		X		X
	Geschwindigkeitsregelung	X	X	X	X	X	X
	Lageregelung		X		X		X
	Antriebsinterne Interpolation		X		X		X
	Antriebsgeführtes Positionieren		X		X		X
	Positioniersatzbetrieb		X		X		X
Antriebs-funktionen	Antrieb Halt	X	X	X	X	X	X
	Fahrbereichs-Grenzschalter	X	X	X	X	X	X
	Lagegrenzwerte (Software-Endschalter)		X		X		X
	Markerposition erfassen		X		X		X
	Fahren auf Festanschlag	X	X	X	X	X	X
	Sollwertgenerator	X	X	X	X	X	X
	Parkende Achse	X	X	X	X	X	X
	Antriebsgeführt. Referenzieren		X		X		X
	NC-geführtes Referenzieren		X		X		X
	Absolutmaß setzen		X		X		X
Fehler-reaktionen	E-Stop-Funktion	X	X	X	X	X	X
	Momentenfreischaltung	X	X	X	X	X	X
	v_{Soll}-Nullschaltung ("Not-Halt")	X	X	X	X	X	X
	v_{Soll}-Nullschaltung mit Rampe und Filter ("Schnell-Halt")	X	X	X	X	X	X
Erweiterte Antriebs-funktionen	Analoge E/A (auf Grundgerät oder Optionsmodul)	X[1)]	X[1)]	X[1)]	X[1)]	X[1)]	X[1)]
	Digitale E/A (auf Grundgerät oder Optionsmodul)	X[1)5)]	X[1)5)]	X[1)5)]	X[1)5)]	X[1)]	X[1)]
	Geberemulation		X[1)]		X[1)]		X[1)]
	Wegschaltpunkte		X		X		X
Hand-habung, Diagnose, Service	MMC-Unterstützung	X[3)]	X[3)]	X	X	X	X
	Firmware-Handling	X	X	X	X	X	X
	Standard-Bedienfeld	X	X	X	X	X	X
	Komfort-Bedienfeld	X	X	X	X	X	X
	"Easy-Startup"-Modus	X	X	X	X	X	X
	Wichtung/Normierungsapparat	X	X	X	X	X	X
	Option. Parametrierschnittstelle	X	X	X	X	X	X
	Oszilloskopfunktion	X	X	X	X	X	X
	Patchfunktion	X	X	X	X	X	X

1) abhängig von der Hardware-Konfiguration
2) max. 24 Byte MDT/AT-Daten pro Achse und min. Tscyc = 1000 µs
3) nur bei Steuerteil "BASIC UNIVERSAL"
4) keine Bremsenüberprüfung und kein Einschleifen möglich
5) keine digitalen E/A auf Optionsmodul für Basic-Ausführungen

Abb. 1-10: Funktionsumfang der Firmware-Grundpakete (Fortsetzung)

Rexroth Bosch Group

Alternative Funktionspakete

Neben den stets vorhandenen Grundpaketen werden optionale Erweiterungspakete angeboten. Dazu gehört die Gruppe der alternativen Funktionspakete, aus der immer nur ein Paket aktiviert werden kann (alternative Aktivierung).

Zur Zeit stehen folgende alternativen Erweiterungspakete zur Verfügung:

- Erweiterte Servofunktion
- Synchronisation
- Hauptspindelfunktion

Servofunktion

Das Erweiterungspaket "Servo" (nur möglich bei "Closed-Loop") bietet abhängig von der Firmware-Variante und -Ausprägung folgenden Funktionsumfang:

Firmware-Variante →	FWA-INDRV*-**MPB**-03VRS (Basic-Einzelachs)		FWA-INDRV*-**MPD**-03VRS (Basic-Doppelachs)		FWA-INDRV*-**MPH**-03VRS (Advanced-Einzelachs)	
Funktionen des Erweiterungs-paketes "Servo"	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)
Quadrantenfehlerkorrektur						X
Reibmomentenkompensation		X		X		X
Koordinatensystem setzen/verschieben		X		X		X
Achsfehlerkorrektur		X[1)]		X[1)]		X
Messtasterfunktion		X[2)]		X[2)]		X[2)]
Relative Rückzugsbewegung		X		X		X
Dynamisches Nockenschaltwerk		X		X		X

1) nur einfaches Umkehrspiel; keine Korrekturtabellen
2) bei Advanced-Einzelachs 2 Messtaster; bei Basic-Einzelachs nur 1 Messtaster; bei Basic-Doppelachs je Regelgerät 2 Messtaster

Abb. 1-11: Übersicht Erweiterungspaket "Servo"

Hinweis: Bei Hardware-Ausführung "BASIC …" ist der Messtaster-Eingang nur bei den Steuerteilen "BASIC SERCOS", "BASIC PROFIBUS" und "BASIC UNIVERSAL" (CSB01.1***) verfügbar.

Synchronisation

Das Erweiterungspaket "Synchronisation" bietet abhängig von der Firmware-Variante und -Ausprägung folgenden Funktionsumfang:

Firmware-Variante →	FWA-INDRV*-**MPB**-03VRS (Basic-Einzelachs)		FWA-INDRV*-**MPD**-03VRS (Basic-Doppelachs)		FWA-INDRV*-**MPH**-03VRS (Advanced-Einzelachs)	
Funktionen des Erweiterungs-paketes "Synchronisation"	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)
Messradbetrieb		X		X		X
Geschwindigkeitssynchronisation	X	X	X	X	X	X
Winkelsynchronisation		X		X		X
Elektronische Kurvenscheibe		X		X		X
Elektronisches Bewegungsprofil						X
Koordinatensystem setzen/verschieben		X		X		X
Messtasterfunktion	X[2)3)]	X[2)]	X[2)3)]	X[2)]	X[3)]	X[2)]
Messgeber	X[4)]	X[4)]	X	X	X	X
Dynamisches Nockenschaltwerk		X		X		X

2) bei Advanced-Einzelachs 2 Messtaster; bei Basic-Einzelachs nur 1 Messtaster; bei Basic-Doppelachs je Regelgerät 2 Messtaster

3) im Parameter **S-0-0428, Messtaster, IDN-Liste Signalauswahl** stehen folgende Signale nicht zur Verfügung: S-0-0051, S-0-0052, P-0-0227

4) nur bei Steuerteil "BASIC UNIVERSAL"

Abb. 1-12: Übersicht Erweiterungspaket "Synchronisation"

Hinweis: Bei Hardware-Ausführung "BASIC …" ist der Messtaster-Eingang nur bei den Steuerteilen "BASIC SERCOS", "BASIC PROFIBUS" und "BASIC UNIVERSAL" (CSB01.1***) verfügbar.

Hauptspindelfunktion

Das Erweiterungspaket "Hauptspindel" (nur möglich bei "Closed-Loop") bietet folgenden Funktionsumfang:

Firmware-Variante →	FWA-INDRV*-**MPB**-03VRS (Basic-Einzelachs)		FWA-INDRV*-**MPD**-03VRS (Basic-Doppelachs)		FWA-INDRV*-**MPH**-03VRS (Advanced-Einzelachs)	
Funktionen des Erweiterungs-paketes "Hauptspindel"	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)	geberlos (Open-Loop)	mit Geber (Closed-Loop)
Spindelpositionieren		X		X		X
Parametersatzumschaltung	X	X	X	X	X	X
Antriebsgeführtes Pendeln					X	X
Koordinatensystem setzen/verschieben						X

Abb. 1-13: Übersicht Erweiterungspaket "Hauptspindel"

Additive Funktionspakete

Zu den optionale Erweiterungspaketen gehören auch die sog. additiven Funktionspakete. Additive Funktionspakete können zusätzlich zur Grundfunktion und einem der alternativen Funktionspakete verwendet werden (additive Aktivierung).

Zur Zeit steht folgendes additives Funktionspaket zur Verfügung:

- IndraMotion MLD-S
  (Antriebsintegrierte SPS und Technologiefunktionen)

Hinweis: Die **antriebsintegrierte Sicherheitstechnik** ist eine rein über die Hardware skalierbare Funktionalität und gehört nicht zu den freischaltbaren Erweiterungspaketen!

IndraMotion MLD-S (Antriebsintegrierte SPS)

Das Erweiterungspaket "IndraMotion MLD-S" bietet folgenden Funktionsumfang:

- **integrierte Logiksteuerung** (Standard-SPS-Aufgaben)
- **integrierte Einzelachs-Motioncontrol**
  Motion-Funktionsbaustein nach PLC-Open für Einzelachs-Positionierung und Synchronisationsbetrieb (Synchronlauf, Kurvenscheibe)
  → "Lowlevel-Motionfunktionen"
- **Basis für Technologiefunktionen**
  Beispiele: mitlaufende Trennvorrichtung, Pick&Place, Prozessregler (Registerregler, Wickelrechner, …), vorbeugende Wartung, freie Funktionsblockverschaltung

---

Hinweis: Das Erweiterungspaket "IndraMotion MLD-S" ist **nicht** in Verbindung mit BASIC-Doppelachs-Steuerteilen (CDB-***) verfügbar!

Neben "Rexroth IndraMotion MLD-S" wird mit "Rexroth IndraMotion MLC" eine weitere Variante einer frei programmierbaren Steuerung angeboten. In Vorbereitung sind weitere frei programmierbaren Steuerungen "Rexroth IndraMotion MLD-M" und "Rexroth IndraMotion MLP". Der Unterschied in den Varianten liegt in der Funktionalität, der Performance und der Hardware-Plattform.
Folgende Hardware-Ausprägungen werden unterschieden:

- Antriebsbasierte SPS → IndraMotion MLD-S und
  IndraMotion MLD-M (in Vorbereitung)
- PC-basierte SPS → IndraMotion MLP (in Vorbereitung)
- Controllerbasierte Stand-Alone-SPS → IndraMotion MLC

Folgende Grafik zeigt die Einbettung von "Rexroth IndraMotion MLD-S" in die Automationsplattform "Rexroth IndraMotion":

Abb. 1-14: Übersicht "Rexroth IndraMotion"

Hinweis: Alle Varianten von "Rexroth IndraMotion" werden mit dem selben Programmierwerkzeug (Rexroth IndraLogic) bedient und programmiert, so dass die damit erstellten Programme portierbar sind, wenn die Randbedingungen eingehalten werden (siehe Dokumentation "Richtlinien für die Programmierung mit IndraLogic").

Integrierte Sicherheitstechnik

Hinweis: Die im Antrieb **integrierte Sicherheitstechnik** ist eine rein über die Hardware skalierbare Funktionalität und bedarf keiner zusätzlichen Funktionsfreischaltung! Voraussetzung für die Nutzung dieser Funktion ist der von der Steuerteil-Konfiguration abhängige Einsatz des optionalen Sicherheits-moduls **S1**.

Folgende Sicherheitsfunktionen werden in den verschiedenen Betriebs-zuständen unterstützt:

- im **Normalbetrieb**
  - Sicher begrenzte Maximalgeschwindigkeit
- im **Zustand "Sicherer Stillstand"**
  - Sicherer Halt
  - Sicherer Betriebshalt
  - Sichere Antriebssperre
- im **Zustand "Sichere Bewegung"**
  - Sicher reduzierte Geschwindigkeit
  - Sicher begrenztes Schrittmaß
  - Sichere Bewegungsrichtung
  - Sicher begrenzte Absolutlage
- **Hilfsfunktionen**
  - Sicheres Referenzieren (für "Sicher begrenzte Absolutlage")
  - Sichere Diagnoseausgänge
  - Sichere Ansteuerung einer Schutztürzuhaltung

Notizen

2 Wichtige Gebrauchshinweise

2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Einführung

Die Produkte von Rexroth werden nach dem jeweiligen Stand der Technik entwickelt und gefertigt. Vor ihrer Auslieferung werden sie auf ihren betriebssicheren Zustand hin überprüft.

Die Produkte dürfen nur bestimmungsgemäß eingesetzt werden. Wenn sie nicht bestimmungsgemäß eingesetzt werden, dann können Situationen entstehen, die Sach- und Personenbeschädigung nach sich ziehen.

Hinweis: Für Schäden bei nicht-bestimmungsgemäßem Gebrauch der Produkte leistet Bosch Rexroth als Hersteller keinerlei Gewährleistung, Haftung oder Schadensersatz; die Risiken bei nicht-bestimmungsgemäßem Gebrauch der Produkte liegen allein beim Anwender.

Bevor Sie die Produkte der Firma Bosch Rexroth einsetzen, müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein, um einen bestimmungsgemäßen Gebrauch der Produkte zu gewährleisten:

- Jeder, der in irgendeiner Weise mit einem unserer Produkte umgeht, muss die entsprechenden Sicherheitsvorschriften und den bestimmungsgemäßen Gebrauch lesen und verstehen.
- Sofern es sich bei den Produkten um Hardware handelt, müssen sie in ihrem Originalzustand belassen werden; d. h. es dürfen keine baulichen Veränderungen an ihnen vorgenommen werden. Softwareprodukte dürfen nicht dekompiliert werden und ihre Quellcodes dürfen nicht verändert werden.
- Beschädigte oder fehlerhafte Produkte dürfen nicht eingebaut oder in Betrieb genommen werden.
- Es muss gewährleistet sein, dass die Produkte entsprechend den in der Dokumentation genannten Vorschriften installiert sind.

Einsatz- und Anwendungsbereiche

Antriebsregelgeräte von Rexroth sind dazu bestimmt, elektrische Motoren zu regeln und deren Betrieb zu überwachen.

Zur Regelung und Überwachung des Motors kann es notwendig sein, dass zusätzliche Sensoren und Aktoren angeschlossen werden müssen.

Hinweis: Die Antriebsregelgeräte dürfen nur mit den in dieser Dokumentation angegebenen Zubehör- und Anbauteilen benutzt werden. Nicht ausdrücklich genannte Komponenten dürfen weder angebaut noch angeschlossen werden. Gleiches gilt für Kabel und Leitungen.

Der Betrieb darf nur in den ausdrücklich angegebenen Konfigurationen und Kombinationen der Komponenten und mit der in der jeweiligen Funktionsbeschreibung angegebenen und spezifizierten Soft- und Firmware erfolgen.

Jedes Antriebsregelgerät muss vor der Inbetriebnahme programmiert werden, damit der Motor die für die Anwendung spezifischen Funktionen ausführt.

Die Antriebsregelgeräte aus der IndraDrive-Familie sind für den Einsatz in ein- und mehrachsigen Antriebs- und Steuerungsaufgaben entwickelt worden.

Für den applikationsspezifischen Einsatz der Antriebsregelgeräte stehen Gerätetypen mit unterschiedlicher Antriebsleistung und unterschiedlichen Schnittstellen zur Verfügung.

Typische Anwendungsbereiche der Antriebsregelgeräte aus der IndraDrive-Familie sind:

- Handhabungs- und Montagesysteme,
- Verpackungs- und Lebensmittelmaschinen,
- Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen und
- Werkzeugmaschinen.

Das Antriebsregelgerät darf nur unter den in dieser Dokumentation angegebenen Montage- und Installationsbedingungen, in der angegebenen Gebrauchslage und unter den angegebenen Umweltbedingungen (Temperatur, Schutzart, Feuchte, EMV u. a.) betrieben werden.

2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Verwendung der Antriebsregelgeräte außerhalb der vorgenannten Anwendungsgebiete oder unter anderen als den in der Dokumentation beschriebenen Betriebsbedingungen und angegebenen technischen Daten gilt als "nicht bestimmungsgemäß".

Antriebsregelgeräte dürfen nicht eingesetzt werden wenn sie...

- ... Betriebsbedingungen ausgesetzt werden, die die vorgeschriebenen Umgebungsbedingungen nicht erfüllen. Untersagt sind z. B. der Betrieb unter Wasser, unter extremen Temperaturschwankungen oder extremen Maximaltemperaturen.
- Außerdem dürfen die Antriebsregelgeräte nicht bei Anwendungen eingesetzt werden, die von Rexroth nicht ausdrücklich freigegeben sind. Beachten Sie hierzu bitte unbedingt die Aussagen in den allgemeinen Sicherheitshinweisen!

3 Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

3.1 Einleitung

Folgende Hinweise sind vor der ersten Inbetriebnahme der Anlage zur Vermeidung von Körperverletzungen und/oder Sachschäden zu lesen. Diese Sicherheitshinweise sind jederzeit einzuhalten.

Versuchen Sie nicht, dieses Gerät zu installieren oder in Betrieb zu nehmen, bevor Sie nicht alle mitgelieferten Unterlagen sorgfältig durchgelesen haben. Diese Sicherheitsinstruktionen und alle anderen Benutzerhinweise sind vor jeder Arbeit mit diesem Gerät durchzulesen. Sollten Ihnen keine Benutzerhinweise für das Gerät zur Verfügung stehen, wenden Sie sich an Ihren zuständigen Bosch Rexroth-Vertriebsrepräsentanten. Verlangen Sie die unverzügliche Übersendung dieser Unterlagen an den oder die Verantwortlichen für den sicheren Betrieb des Gerätes.

Bei Verkauf, Verleih und/oder anderweitiger Weitergabe des Gerätes sind diese Sicherheitshinweise ebenfalls mitzugeben.

WARNUNG

Unsachgemäßer Umgang mit diesen Geräten und Nichtbeachten der hier angegebenen Warnhinweise sowie unsachgemäße Eingriffe in die Sicherheitseinrichtung können zu Sachschaden, Körperverletzung, elektrischem Schlag oder im Extremfall zum Tod führen.

3.2 Erläuterungen

Die Sicherheitshinweise beschreiben folgende Gefahrenklassen. Die Gefahrenklasse beschreibt das Risiko bei Nichtbeachten des Sicherheitshinweises:

Warnsymbol mit Signalwort	Gefahrenklasse nach ANSI Z 535
GEFAHR	Tod oder schwere Körperverletzung werden eintreten.
WARNUNG	Tod oder schwere Körperverletzung können eintreten.
VORSICHT	Körperverletzung oder Sachschaden können eintreten.

Abb. 3-1: Gefahrenstufen (nach ANSI Z 535)

3.3 Gefahren durch falschen Gebrauch

GEFAHR

Hohe elektrische Spannung und hoher Arbeitsstrom! Lebensgefahr oder schwere Körperverletzung durch elektrischen Schlag!

GEFAHR

Gefahrbringende Bewegungen! Lebensgefahr, schwere Körperverletzung oder Sachschaden durch unbeabsichtigte Bewegungen der Motoren!

WARNUNG

Hohe elektrische Spannung durch falschen Anschluss! Lebensgefahr oder Körperverletzung durch elektrischen Schlag!

WARNUNG

Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten und Hörgeräten in unmittelbarer Umgebung elektrischer Ausrüstungen!

VORSICHT

Heiße Oberflächen auf Gerätegehäuse möglich! Verletzungsgefahr! Verbrennungsgefahr!

VORSICHT

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung! Körperverletzung durch Quetschen, Scheren, Schneiden, Stoßen oder unsachgemäßer Handhabung von unter Druck stehenden Leitungen!

VORSICHT

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung von Batterien!

3.4 Allgemeines

- Bei Schäden infolge von Nichtbeachtung der Warnhinweise in dieser Betriebsanleitung übernimmt die Bosch Rexroth AG keine Haftung.
- Vor der Inbetriebnahme sind die Betriebs-, Wartungs- und Sicherheitshinweise durchzulesen. Wenn die Dokumentation in der vorliegenden Sprache nicht einwandfrei verstanden wird, bitte beim Lieferant anfragen und diesen informieren.
- Der einwandfreie und sichere Betrieb dieses Gerätes setzt sachgemäßen und fachgerechten Transport, Lagerung, Montage und Installation sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.
- Für den Umgang mit elektrischen Anlagen ausgebildetes und qualifiziertes Personal einsetzen:
  - Nur entsprechend ausgebildetes und qualifiziertes Personal sollte an diesem Gerät oder in dessen Nähe arbeiten. Qualifiziert ist das Personal, wenn es mit Montage, Installation und Betrieb des Produkts sowie mit allen Warnungen und Vorsichtsmaßnahmen gemäß dieser Betriebsanleitung ausreichend vertraut ist.
  - Ferner ist es ausgebildet, unterwiesen oder berechtigt, Stromkreise und Geräte gemäß den Bestimmungen der Sicherheitstechnik ein- und auszuschalten, zu erden und gemäß den Arbeitsanforderungen zweckmäßig zu kennzeichnen. Es muss eine angemessene Sicherheitsausrüstung besitzen und in erster Hilfe geschult sein.
- Nur vom Hersteller zugelassene Zubehör- und Ersatzteile verwenden.
- Es sind die Sicherheitsvorschriften und -bestimmungen des Landes, in dem das Gerät zur Anwendung kommt, zu beachten.
- Die Geräte sind zum Einbau in Maschinen, die in gewerblichen und industriellen Bereichen eingesetzt werden, vorgesehen.
- Die in der Produktdokumentation angegebenen Umgebungsbedingungen müssen eingehalten werden.
- Sicherheitsrelevante Anwendungen sind nur zugelassen, wenn sie ausdrücklich und eindeutig in den Projektierungsunterlagen angegeben sind. Ist dieses nicht der Fall, sind sie ausgeschlossen.
  Zu sicherheitsrelevanten Anwendungen gehören beispielsweise folgende Einsatz- und Anwendungsbereiche: Kranbau, Personen- und Lastenaufzüge, Einrichtungen und Fahrzeuge zur Personenbeförderung, Medizintechnik, Raffinerieanlagen, Transport gefährlicher Güter, Nuklearbereiche, Bereiche, in denen elektrische Geräte mit lebenswichtigen Funktionen elektromagnetisch gestört werden können, Bergbau, Lebensmittelverarbeitung, Steuerung von Schutzeinrichtungen (auch in Maschinen).
- Die in der Produktdokumentation gemachten Angaben zur Verwendung der gelieferten Komponenten stellen nur Anwendungsbeispiele und Vorschläge dar.

  Der Maschinenhersteller und Anlagenerrichter muss für seine individuelle Anwendung die Eignung
  - der gelieferten Komponenten und die in dieser Dokumentation gemachten Angaben zu ihrer Verwendung selbst überprüfen,
  - mit den für seine Anwendung geltenden Sicherheitsvorschriften und Normen abstimmen und die erforderlichen Maßnahmen, Änderungen, Ergänzungen durchführen.

- Die Inbetriebnahme der gelieferten Komponenten ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine oder Anlage, in der die diese eingebaut sind, den länderspezifischen Bestimmungen, Sicherheitsvorschriften und Normen der Anwendung entspricht.
- Der Betrieb ist nur bei Einhaltung der nationalen EMV-Vorschriften für den vorliegenden Anwendungsfall erlaubt.
- Die Hinweise für eine EMV-gerechte Installation sind der Dokumentation "EMV bei AC-Antrieben und Steuerungen“ zu entnehmen.

  Die Einhaltung der durch die nationalen Vorschriften geforderten Grenzwerte liegt in der Verantwortung der Hersteller der Anlage oder Maschine.
- Die technischen Daten, die Anschluss- und Installationsbedingungen sind der Produktdokumentation zu entnehmen und unbedingt einzuhalten.

3.5 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile

Hinweis : Dieser Abschnitt betrifft nur Geräte und Antriebskomponenten mit Spannungen über 50 Volt.

Werden Teile mit Spannungen größer 50 Volt berührt, können diese für Personen gefährlich werden und zu elektrischem Schlag führen. Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsläufig bestimmte Teile dieser Geräte unter gefährlicher Spannung.

GEFAHR

Hohe elektrische Spannung! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag oder schwere Körperverletzung!

⇒ Bedienung, Wartung und/oder Instandsetzung dieses Gerätes darf nur durch für die Arbeit an oder mit elektrischen Geräten ausgebildetes und qualifiziertes Personal erfolgen.

⇒ Die allgemeinen Errichtungs- und Sicherheits-vorschriften zu Arbeiten an Starkstromanlagen beachten.

⇒ Vor dem Einschalten muss der feste Anschluss des Schutzleiters an allen elektrischen Geräten entsprechend dem Anschlussplan hergestellt werden.

⇒ Ein Betrieb, auch für kurzzeitige Mess- und Prüfzwecke, ist nur mit fest angeschlossenem Schutzleiter an den dafür vorgesehenen Punkten der Komponenten erlaubt.

⇒ Vor dem Zugriff zu elektrischen Teilen mit Spannungen größer 50 Volt das Gerät vom Netz oder von der Spannungsquelle trennen. Gegen Wiedereinschalten sichern.

⇒ Bei elektrischen Antriebs- und Filterkomponenten zu beachten:

Nach dem Ausschalten erst 30 Minuten Entladezeit der Kondensatoren abwarten, bevor auf die Geräte zugegriffen wird. Die Spannung der Kondensatoren vor Beginn der Arbeiten messen, um Gefährdungen durch Berührung auszuschließen.

⇒ Elektrische Anschlussstellen der Komponenten im eingeschalteten Zustand nicht berühren.

⇒ Vor dem Einschalten die dafür vorgesehenen Abdeckungen und Schutzvorrichtungen für den Berührschutz an den Geräten anbringen. Vor dem Einschalten spannungsführende Teile sicher abdecken und schützen, um Berühren zu verhindern.

⇒ Eine FI-Schutzeinrichtung (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung) oder RCD kann für elektrische Antriebe nicht eingesetzt werden! Der Schutz gegen indirektes Berühren muss auf andere Weise hergestellt werden, zum Beispiel durch Überstromschutzeinrichtung entsprechend den relevanten Normen.

⇒ Für Einbaugeräte ist der Schutz gegen direktes Berühren elektrischer Teile durch ein äußeres Gehäuse, wie beispielsweise einen Schaltschrank, sicherzustellen.

Europäische Länder: entsprechend EN 50178/ 1998, Abschnitt 5.3.2.3.

USA: Siehe Nationale Vorschriften für Elektrik (NEC), Nationale Vereinigung der Hersteller von elektrischen Anlagen (NEMA) sowie regionale Bauvorschriften. Der Betreiber hat alle oben genannten Punkte jederzeit einzuhalten.

Bei elektrischen Antriebs- und Filterkomponenten zu beachten:

GEFAHR

Hohe Gehäusespannung und hoher Ableitstrom! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag!

⇒ Vor dem Einschalten erst die elektrische Ausrüstung, die Gehäuse aller elektrischen Geräte und Motoren mit dem Schutzleiter an den Erdungspunkten verbinden oder erden. Auch vor Kurzzeittests.

⇒ Den Schutzleiter der elektrischen Ausrüstung und der Geräte stets fest und dauernd ans Versorgungsnetz anschließen. Der Ableitstrom ist größer als 3,5 mA.

⇒ Mindestens 10 mm^2 Kupfer-Querschnitt für diese Schutzleiterverbindung in seinem ganzen Verlauf verwenden!

⇒ Vor Inbetriebnahme, auch zu Versuchszwecken, stets den Schutzleiter anschließen oder mit Erdleiter verbinden. Auf dem Gehäuse können sonst hohe Spannungen auftreten, die elektrischen Schlag verursachen.

3.6 Schutz durch Schutzkleinspannung (PELV) gegen elektrischen Schlag

Alle Anschlüsse und Klemmen mit Spannungen von 5 bis 50 Volt an Rexroth-Produkten sind Schutzkleinspannungen, die entsprechend den Produktnormen berührungssicher ausgeführt sind.

WARNUNG

Hohe elektrische Spannung durch falschen Anschluss! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag!

⇒ An alle Anschlüsse und Klemmen mit Spannungen von 0 bis 50 Volt dürfen nur Geräte, elektrische Komponenten und Leitungen angeschlossen werden, die eine Schutzkleinspannung (PELV = Protective Extra Low Voltage) aufweisen.

⇒ Nur Spannungen und Stromkreise, die sichere Trennung zu gefährlichen Spannungen haben, anschließen. Sichere Trennung wird beispielsweise durch Trenntransformatoren, sichere Optokoppler oder netzfreien Batteriebetrieb erreicht.

3.7 Schutz vor gefährlichen Bewegungen

Gefährliche Bewegungen können durch fehlerhafte Ansteuerung von angeschlossenen Motoren verursacht werden. Die Ursachen können verschiedenster Art sein:

- unsaubere oder fehlerhafte Verdrahtung oder Verkabelung
- Fehler bei der Bedienung der Komponenten
- falsche Eingabe von Parametern vor dem Inbetriebnehmen
- Fehler in den Messwert- und Signalgebern
- defekte Komponenten
- Fehler in der Software

Diese Fehler können unmittelbar nach dem Einschalten oder nach einer unbestimmten Zeitdauer im Betrieb auftreten.

Die Überwachungen in den Antriebskomponenten schließen eine Fehlfunktion in den angeschlossenen Antrieben weitestgehend aus. Im Hinblick auf den Personenschutz, insbesondere der Gefahr der Körperverletzung und/oder Sachschaden, darf auf diesen Sachverhalt nicht allein vertraut werden. Bis zum Wirksamwerden der eingebauten Überwachungen ist auf jeden Fall mit einer fehlerhaften Antriebsbewegung zu rechnen, deren Maß von der Art der Steuerung und des Betriebszustandes abhängen.

GEFAHR

Gefahrbringende Bewegungen ! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr, schwere Körperverletzung oder Sachschaden!

⇒ Der Personenschutz ist aus den oben genannten Gründen durch Überwachungen oder Maßnahmen, die anlagenseitig übergeordnet sind, sicherzustellen.

Diese sind nach den spezifischen Gegebenheiten der Anlage einer Gefahren- und Fehleranalyse vom Anwender vorzusehen. Die für die Anlage geltenden Sicherheitsbestimmungen sind hierbei mit einzubeziehen. Durch Ausschalten, Umgehen oder fehlendes Aktivieren von Sicherheitseinrichtungen können willkürliche Bewegungen der Maschine oder andere Fehlfunktionen auftreten.

Vermeidung von Unfällen, Körperverletzung und/oder Sachschaden:

⇒ Kein Aufenthalt im Bewegungsbereich der Maschine und Maschinenteile. Mögliche Maßnahmen gegen unbeabsichtigten Zugang von Personen:

- Schutzzaun
- Schutzgitter
- Schutzabdeckung
- Lichtschranke

⇒ Ausreichende Festigkeit der Zäune und Abdeckungen gegen die maximal mögliche Bewegungsenergie.

⇒ Not-Stop-Schalter leicht zugänglich in unmittelbarer Nähe anordnen. Die Funktion der Not-Aus-Einrichtung vor der Inbetriebnahme prüfen. Das Gerät bei Fehlfunktion des Not-Stop-Schalters nicht betreiben.

⇒ Sicherung gegen unbeabsichtigten Anlauf durch Freischalten des Leistungsanschlusses der Antriebe über Not-Aus-Kreis oder Verwenden einer sicheren Anlaufsperre.

⇒ Vor dem Zugriff oder Zutritt in den Gefahrenbereich die Antriebe sicher zum Stillstand bringen.

⇒ Vertikale Achsen gegen Herabfallen oder Absinken nach Abschalten des Motors zusätzlich sichern, wie durch

- mechanische Verriegelung der vertikalen Achse,
- externe Brems-/ Fang-/ Klemmeinrichtung oder
- ausreichenden Gewichtsausgleich der Achse.

Die serienmäßig gelieferte Motor-Haltebremse oder eine externe, vom Antriebsregelgerät angesteuerte Haltebremse alleine ist nicht für den Personenschutz geeignet!

⇒ Elektrische Ausrüstung über den Hauptschalter spannungsfrei schalten und gegen Wiedereinschalten sichern bei:
- Wartungsarbeiten und Instandsetzung
- Reinigungsarbeiten
- langen Betriebsunterbrechungen

⇒ Den Betrieb von Hochfrequenz-, Fernsteuer- und Funkgeräten in der Nähe der Geräteelektronik und deren Zuleitungen vermeiden. Wenn ein Gebrauch dieser Geräte unvermeidlich ist, vor der Erstinbetriebnahme das System und die Anlage auf mögliche Fehlfunktionen in allen Gebrauchslagen prüfen. Im Bedarfsfalle ist eine spezielle EMV-Prüfung der Anlage notwendig.

3.8 Schutz vor magnetischen und elektromagnetischen Feldern bei Betrieb und Montage

Magnetische und elektromagnetische Felder, die in unmittelbarer Umgebung von Strom führenden Leitern und Motor-Permanentmagneten bestehen, können eine ernste Gefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten und Hörgeräten darstellen.

WARNUNG

Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten und Hörgeräten in unmittelbarer Umgebung elektrischer Ausrüstungen!

⇒ Personen mit Herzschrittmachern und metallischen Implantaten ist der Zugang zu folgenden Bereichen untersagt:
- Bereiche, in denen elektrische Geräte und Teile montiert, betrieben oder in Betrieb genommen werden.
- Bereiche, in denen Motorenteile mit Dauermagneten gelagert, repariert oder montiert werden

⇒ Besteht die Notwendigkeit für Träger von Herzschrittmachern derartige Bereiche zu betreten, so ist das zuvor von einem Arzt zu entscheiden. Die Störfestigkeit von bereits oder künftig implantierten Herzschrittmachern ist sehr unterschiedlich, somit bestehen keine allgemein gültigen Regeln.

⇒ Personen mit Metallimplantaten oder Metallsplittern sowie mit Hörgeräten haben vor dem Betreten derartiger Bereiche einen Arzt zu befragen, da dort mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu rechnen ist.

3.9 Schutz gegen Berühren heißer Teile

VORSICHT

Heiße Oberflächen auf Gerätegehäuse möglich! Verletzungsgefahr! Verbrennungsgefahr!

⇒ Gehäuseoberfläche in der Nähe von heißen Wärmequellen nicht berühren! Verbrennungsgefahr!

⇒ Vor dem Zugriff Geräte erst 10 Minuten nach dem Abschalten abkühlen lassen.

⇒ Werden heiße Teile der Ausrüstung wie Gerätegehäuse, in denen sich Kühlkörper und Widerstände befinden, berührt, kann das zu Verbrennungen führen!

3.10 Schutz bei Handhabung und Montage

Handhabung und Montage bestimmter Teile und Komponenten in ungeeigneter Art und Weise kann unter ungünstigen Bedingungen zu Verletzungen führen.

VORSICHT

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung! Körperverletzung durch Quetschen, Scheren, Schneiden, Stoßen!

⇒ Die allgemeinen Errichtungs- und Sicherheitsvorschriften zu Handhabung und Montage beachten.

⇒ Geeignete Montage- und Transporteinrichtungen verwenden.

⇒ Einklemmungen und Quetschungen durch geeignete Vorkehrungen vorbeugen.

⇒ Nur geeignetes Werkzeug verwenden. Sofern vorgeschrieben, Spezialwerkzeug benutzen.

⇒ Hebeeinrichtungen und Werkzeuge fachgerecht einsetzen.

⇒ Wenn erforderlich, geeignete Schutzausstattungen (zum Beispiel Schutzbrillen, Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe) benutzen.

⇒ Nicht unter hängenden Lasten aufhalten.

⇒ Auslaufende Flüssigkeiten am Boden sofort wegen Rutschgefahr beseitigen.

Rexroth
Bosch Group

3.11 Sicherheit beim Umgang mit Batterien

Batterien bestehen aus aktiven Chemikalien, die in einem festen Gehäuse untergebracht sind. Unsachgemäßer Umgang kann daher zu Verletzungen oder Sachschäden führen.

VORSICHT

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung!

⇒ Nicht versuchen, leere Batterien durch Erhitzen oder andere Methoden zu reaktivieren (Explosions- und Ätzungsgefahr).

⇒ Die Batterien dürfen nicht aufgeladen werden, weil sie dabei auslaufen oder explodieren können.

⇒ Batterien nicht ins Feuer werfen.

⇒ Batterien nicht auseinander nehmen.

⇒ In den Geräten eingebaute elektrische Bauteile nicht beschädigen.

Hinweis: Umweltschutz und Entsorgung! Die im Produkt enthaltenen Batterien sind im Sinne der gesetzlichen Bestimmungen als Gefahrengut beim Transport im Land-, Luft- und Seeverkehr anzusehen (Explosionsgefahr). Altbatterien getrennt von anderem Abfall entsorgen. Die nationalen Bestimmungen im Aufstellungsland beachten.

3.12 Schutz vor unter Druck stehenden Leitungen

Bestimmte Motoren (ADS, ADM, 1MB usw.) und Antriebsregelgeräte können entsprechend den Angaben in den Projektierungsunterlagen zum Teil mit extern zugeführten und unter Druck stehenden Medien wie Druckluft, Hydrauliköl, Kühlflüssigkeit und Kühlschmiermittel versorgt werden. Unsachgemäßer Umgang mit externen Versorgungssystemen, Versorgungsleitungen oder Anschlüssen kann in diesen Fällen zu Verletzungen oder Sachschäden führen.

VORSICHT

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung von unter Druck stehenden Leitungen!

⇒ Nicht versuchen, unter Druck stehende Leitungen zu trennen, zu öffnen oder zu kappen (Explosionsgefahr)

⇒ Betriebsvorschriften der jeweiligen Hersteller beachten.

⇒ Vor Demontage von Leitungen, Druck und Medium ablassen.

⇒ Geeignete Schutzausstattungen (zum Beispiel Schutzbrillen, Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe) benutzen.

⇒ Ausgelaufene Flüssigkeiten am Boden sofort beseitigen.

Hinweis: Umweltschutz und Entsorgung! Die für den Betrieb des Produktes verwendeten Medien können unter Umständen nicht umweltverträglich sein. Umweltschädliche Medien getrennt von anderem Abfall entsorgen. Die nationalen Bestimmungen im Aufstellungsland beachten.

Notizen

4 Führungskommunikation

4.1 Grundfunktionen der Führungskommunikation

Die Grundfunktionen der Führungskommunikation gelten für jede Ausführung der Führungskommunikation, bei IndraDrive-Antrieben für SERCOS interface, Feldbus-Interface, Parallel- und Analog-Interface.

Dazu gehören folgende Funktionen:

- Adresszuweisung
- Kommandoverarbeitung
- Gerätesteuerung (Zustandsmaschine)

Steuermöglichkeit für alle IndraDrive-Führungskommunikationen durch:

- Signal-Steuerwort/Signal-Statuswort
- Multiplexkanal

Adresszuweisung

Jeder Antrieb wird über eine eigene Adresse identifiziert. Eine Mehrfach-Adressierung ist nicht zulässig.

Auslieferungszustand

Im Auslieferungszustand ist die Adresse "99" eingestellt.

Hinweis: Die im Parameter **P-0-4025, Antriebsadresse der Führungskommunikation** eingetragene Adresse wird beim Übergang von P0 → P1 wirksam. Die aktive Geräteadresse wird im Parameter **S-0-0096, Slavekennung (SLKN)** angezeigt.

Adresseinstellung über das Bedienfeld

Die Einstellung der Antriebsadresse kann bei IndraDrive-Regelgeräten über das Standard-Bedienfeld an der Gerätefront erfolgen.

Abb. 4-1: Standard-Bedienfeld (Anzeigebeispiel)

Das Einstellen der Adresse über das Bedienfeld läuft wie folgt ab:

1. Wechseln in den Modus "Kommandos/Einstellungen"

Abb. 4-2: Aktivierung des Modus "Kommandos/Einstellungen"

2. Auswahl des Elementes "2.1 Antriebsadresse" durch die "Aufwärts/Abwärts"-Tasten mit abschließender Bestätigung durch die "Enter"-Taste
3. Einstellen der Antriebsadresse durch die "Aufwärts/Abwärts"-Tasten mit abschließender Bestätigung durch die "Enter"-Taste
   - zuerst die **Zehner-Stelle** einstellen:
     → im Display erscheint "2.1.1 Antriebsadresse"
   - danach die **Einer-Stelle** einstellen:
     → im Display erscheint "2.1.2 Antriebsadresse"

Hinweis: Die Übernahme der Zehner- bzw. Einer-Stelle erfolgt jeweils durch Drücken der "Enter"-Taste. Zurück kommt man immer mit der "Esc"-Taste.

Abb. 4-3: Auswahl und Einstellung der Antriebsadresse

Adresseinstellung über Parameter

Die Einstellung der Antriebsadresse kann auch über das Beschreiben des Parameters **P-0-4025, Antriebsadresse der Führungskommunikation** erfolgen. Dies ist vor allem dann interessant, wenn man die Achsdaten zentral in der Steuerung verwaltet und im Falle eines Gerätetauschs die Adresse von der Steuerung aus setzen möchte.

Siehe hierzu "Hinweise zum Gerätetausch" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Kommandoverarbeitung

Grundlagen

Kommandos dienen zur Steuerung komplexer Funktionen im Antrieb. So sind z. B. die Funktionen "Antriebsgeführtes Referenzieren" oder "Umschaltvorbereitung Phase 3 nach 4" als Kommandos definiert.

Der übergeordnete Master kann Kommandos starten, unterbrechen und löschen. Zu jedem Kommando gehört ein Parameter, über den das Kommando gesteuert werden kann.

Während der Kommandoausführung erscheint im Display die Diagnose "Cx" wobei "x" für die Nummer des Kommandos steht.

Hinweis: Jedes von einer Steuerung gestartete Kommando muss auch wieder aktiv gelöscht werden.

Liste aller Kommandos

Alle im Antrieb verfügbaren Kommandos sind im Parameter **S-0-0025, IDN-Liste aller Kommandos** abgelegt.

Kommandoarten

3 Arten von Kommandos werden unterschieden:

- **Antriebssteuerkommandos**
  - können zu einer selbsttätigen Antriebsbewegung führen,
  - lassen sich nur bei gesetzter Reglerfreigabe starten,
  - deaktivieren die aktive Betriebsart während ihrer Ausführung.
- **Monitorkommandos**
  - aktivieren oder deaktivieren Überwachungen oder Funktionen im Antrieb.
- **Verwaltungskommandos**
  - führen Verwaltungsaufgaben durch,
  - lassen sich nicht unterbrechen.

Kommandovorgabe und -quittung

Die Steuerung und Überwachung der Kommandoausführung erfolgt über Kommandovorgabe und Kommandoquittung. In der Vorgabe wird dem Antrieb mitgeteilt, ob das Kommando gestartet, unterbrochen oder beendet werden soll. Die Vorgabe erfolgt über das Betriebsdatum des zugehörigen Parameters.

Kommandovorgabe

Die Kommandovorgabe kann sein:

- 0: nicht gesetzt und nicht freigegeben
- 1: unterbrochen
- 3: gesetzt und freigegeben

Rexroth Bosch Group

Kommandoquittung

In der Kommandoquittung teilt der Antrieb den aktuellen Zustand der Kommandoausführung mit. Dieser steht im Datenstatus des Kommando-Parameters.

Hinweis: Den Kommandostatus erhält man, indem man einen Schreibbefehl auf das Parameterelement 1 (Datenstatus) des Kommandoparameters ausführt.

Kommandostatus

Der Kommandostatus kann sein:

- 0x0: nicht gesetzt und nicht freigegeben
- 0x7: in Bearbeitung
- 0xF: Fehler, Kommandoausführung nicht möglich
- 0x5: Kommandoausführung unterbrochen
- 0x3: Kommando ordnungsgemäß ausgeführt

Änderungsbit Kommandos

Zur masterseitigen Erkennung einer Änderung der Kommandoquittung durch den Antrieb ist in **S-0-0135, Antriebs-Status** das "Änderungsbit Kommandos" (KA-Bit) vorhanden.

- Das Bit wird durch den Antrieb gesetzt, wenn die Kommandoquittung vom Zustand "In Bearbeitung" (0x7) in den Zustand "Fehler, Kommandoausführung nicht möglich" (0xF) oder "Kommando ordnungsgemäß ausgeführt" (0x3) wechselt.
- Das Bit wird gelöscht, wenn der Master die Vorgabe löscht (0x0).

Abb. 4-4: Vorgabe, Quittung und Kommandoänderungsbit **bei ordnungsgemäßer Ausführung**

Abb.4-5: Vorgabe, Quittung und Kommandoänderungsbit **bei fehlerhafter Ausführung**

Gerätesteuerung (Zustandsmaschine)

Kurzbeschreibung

Der Antriebszustand (z.B. Antrieb Halt, Antriebsfehler) repräsentiert ein bestimmtes internes und externes Verhalten des Antriebs. Er kann durch definierte Ereignisse (z.B. Antriebskommandos, Betriebsarten-umschaltung) verlassen werden. Den Ereignissen sind entsprechende Zustandsübergänge zugeordnet. Die Zustandsübergänge bzw. das Zusammenwirken der Steuer- und Statusbits werden als Zustands-maschine bezeichnet. Nachfolgende Abbildung zeigt das Schema der Gerätesteuerung (Zustandsmaschine) eines IndraDrive-Antriebs.

Abb. 4-6: Gerätesteuerung (allgemeine Zustandsmaschine)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0011, Zustandsklasse 1**
- **S-0-0012, Zustandsklasse 2**
- **S-0-0013, Zustandsklasse 3**
- **S-0-0014, Schnittstellen-Status**
- **S-0-0021, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 2**
- **S-0-0022, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 3**
- **S-0-0032, Hauptbetriebsart**
- **S-0-0033, Nebenbetriebsart 1**
- **S-0-0034, Nebenbetriebsart 2**
- **S-0-0035, Nebenbetriebsart 3**
- **S-0-0284, Nebenbetriebsart 4**
- **S-0-0285, Nebenbetriebsart 5**
- **S-0-0286, Nebenbetriebsart 6**
- **S-0-0287, Nebenbetriebsart 7**
- **S-0-0099, C0500 Reset Zustandsklasse 1**
- **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3**
- **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 4**
- **S-0-0134, Master-Steuerwort**
- **S-0-0135, Antriebs-Status**
- **S-0-0144, Signal-Statuswort**
- **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort**
- **P-0-0116, Gerätesteuerung: Steuerwort**
- **P-0-4023, C0400 Umschaltung auf Komm.-Phase 2**
- **P-0-4028, Geräte-Steuerwort**
- **P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO**
- **P-0-4077, Feldbus: Steuerwort**
- **P-0-4078, Feldbus: Statuswort**
- **P-0-4086, Führungskommunikation Status**

Steuer- und Statusworte der Führungskommunikation

Ein wesentlicher Bestandteil der Kommunikation zwischen dem Führungskommunikations-Master und dem Antrieb stellen das Steuerwort und Statuswort der jeweiligen Führungskommunikation dar.

Abhängig von der Führungskommunikation werden dafür unterschiedliche Parameter verwendet:

- SERCOS interface:
  - **S-0-0134, Master-Steuerwort**
  - **S-0-0135, Antriebs-Status**
- Feldbus-Interface (z.B. PROFIBUS)
  - **P-0-4077, Feldbus: Steuerwort** oder
    P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO
  - **P-0-4078, Feldbus: Statuswort** oder
    S-0-0144, Signal-Statuswort
- Analog-/Parallel-Interface (Analogmodus)
  - **P-0-4028, Geräte-Steuerwort**
  - **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort**

Antriebsintern werden folgende Parameter verwendet:

- **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort**
- **P-0-0116, Gerätesteuerung: Steuerwort**

Folgende Grafik zeigt das Zusammenwirken der o.g. Steuer- und Statusworte:

Abb. 4-7: Zusammenwirken der vorhandenen Steuer- und Statusworte

Siehe auch separate Dokumentation "IndraMotion MLD-S".

Hinweis: Die internen Steuer- und Statusworte können nur über die im Antrieb integrierte SPS (Funktionspaket "IndraMotion MLD-S"als optionale Erweiterung) direkt erreicht werden. Ist diese Funktion nicht aktiviert, greift man über die Führungskommunikation immer auf die spezifischen Steuer- und Statusworte zu. Es ist jedoch stets möglich, die Parameter P-0-0115 und P-0-0116 zu lesen, um Informationen über den internen Gerätezustand zu bekommen.

Timing-Diagramme zur Gerätesteuerung

Hinweis: Die Steuerbits im Parameter **S-0-0134, Master-Steuerwort** werden extern über die Führungskommunikation vorgegeben (folgende Beispiele gelten für SERCOS)!

Bitsequenz während Einschaltvorgang

S-0-0206: Wartezeit Antrieb Ein

Abb. 4-8: Bitsequenz bei Einschaltvorgang

Bitsequenz während Ausschaltvorgang

S-0-0207: Wartezeit Antrieb Aus

Abb. 4-9: Bitsequenz bei Ausschaltvorgang

Bitsequenz während Fehlerreaktion

S-0-0099: C0500 Reset Zustandsklasse 1

Abb. 4-10: Bitsequenz bei Fehlerreaktion

Bitsequenz während Wechsels der Betriebsarten

Abb. 4-11: Bitsequenz bei Betriebsartenwechsel

Kommunikationsphasen nach SERCOS-Spezifikation

Hinweis: Die Kommunikationsphasen nach SERCOS-Spezifikation gelten bei Antrieben der IndraDrive-Familie für alle Arten der Führungskommunikation. Es gibt lediglich die Einschränkung, dass bei Feldbus- und Parallel-/Analog-Interface nur die Kommunikationsphasen 2, 3 und 4 unterstützt werden.

Abb. 4-12: Kommunikationsphasen des Antriebs nach SERCOS-Spezifikation

Hinweis: Die aktuell gültige Kommunikationsphase kann dem Parameter **S-0-0014, Schnittstellen-Status** (Bit 0…2) entnommen werden. Bei Feldbus-Antrieben gibt es dafür auch den Parameter **P-0-4078, Feldbus: Statuswort** (Bit 0, 1).

Die einzelnen Phasen (Zustände) haben folgende Bedeutung:

- **P-1**: Nach dem Einschalten geht der Antrieb in Phase -1 und führt einen Baudraten-Scan durch. Sobald der Antrieb gültige SERCOS-Telegramme vom Master empfängt, wechselt er in Phase 0.
- **P0**: Der Master prüft den SERCOS-Ring, indem er Synchronisations-telegramme sendet. Während der Phase 0 ist noch keine Kommunikation zwischen Master und dem Antrieb möglich.
- **P1**: Ist der Ring geschlossen, wechselt der Master in Phase 1 und scannt die Slaves. Außerdem überprüft er die Konfiguration des Ringes.
- **P2**: In Phase 2 kann die komplette Parametrierung des Antriebs erfolgen.

  Folgende Parameterarten sind **nur in Phase 2 änderbar**:

  - Kommunikationsparameter (nach SERCOS)
  - Konfiguration der Achsregelung (Abtastzeiten)
  - Alle werksspezifischen Einstellungen (nur über Masterpasswort änderbar)

- **P3**: Beim Wechsel P2 → P3 werden die nur in Phase 2 änderbaren Parameter (siehe oben) überprüft.

  In Phase 3 sind noch folgende Parameter änderbar:
  - Parameter zur Betriebsartenkonfiguration
  - Fehlerreaktionseinstellungen
  - Motorkonfigurationsparameter, Haltebremsenparameter
  - Geberkonfigurationsparameter
  - Mechanische Übersetzungselemente (Getriebe, Vorschub-konstante)
  - Wichtungs- und Polaritätenparameter, Format der Lagedaten, Modulowert
  - Konfiguration analoger und digitaler Ein-/Ausgänge
  - Konfiguration der Reglerfreigabe Ein-/Ausschaltsequenz (Wartezeiten, …)

Hinweis: Der Parametriermodus ist nach SERCOS-Spezifikation in Phase 2 und 3 aufgeteilt. In Phase 3 sind die Grenzwerte für alle wichtungsabhängigen Parameter noch nicht bekannt. Werden diese Parameter in Phase 3 beschrieben, wird erst beim Phasenumschalten in Phase 4 eine Extremwertprüfung durchgeführt.

- **P4**: In Phase 4, dem sogenannten "Betriebsmodus", sind nur noch die zyklischen Daten, aber keine Konfigurationsparameter mehr änderbar. Die Umschaltung in den Betriebsmodus bewirkt in jedem Falle eine Neuinitialisierung aller im Antrieb vorhandener Funktionen.

Die unterstützten Kommunikationsphasen sowie die Handhabung der Umschaltung zwischen den Kommunikationsphasen (z.B. Parametrier- und Betriebsmodus) sind abhängig von der verwendeten Führungs-kommunikation. Die dazu vorgegebenen Steuerinformationen werden im Parameter **P-0-4086, Führungskommunikation Status** angezeigt.

- **SERCOS-Interface**
  Bei einem SERCOS-Gerät werden **alle 5 Kommunikationsphasen** (sowie Phase –1 → Baudraten-Scan) unterstützt. Die Umschaltung erfolgt nach SERCOS-Spezifikation durch Vorgabe der Kommunikationsphase durch den Master.
- **Feldbus-Interface**
  Bei einem Feldbus-Gerät werden **nur die Kommunikationsphasen 2 bis 4** unterstützt!

  Die Umschaltung erfolgt im frei konfigurierbaren Betriebsmodus (P-0-4084 = 0xFFFE) durch Vorgabe des gewünschten Modus über Bit 1 in **P-0-4077, Feldbus: Steuerwort**.
  Die Umschaltung kann jedoch auch durch die Ausführung der Umschaltvorbereitungskommandos (s.u.) erfolgen
- **Parallel/ Analoginterface**
  Bei einem Gerät mit Analog- oder Parallel-Interface werden **nur die Kommunikationsphasen 2 bis 4** unterstützt!

  Die Umschaltung erfolgt immer bei Ausführung der Umschaltvorbereitungskommandos (s.u.).

Nach dem Einschalten des Antriebsreglers wechselt dieser nicht selbstständig in den Betriebsmodus, sondern muss durch den Master dorthin geschaltet werden.

Dieses Schalten des Antriebsreglers in den Betriebsmodus ist eng mit der Herstellung der Betriebsbereitschaft verknüpft.

Der Ablauf erfolgt in verschiedenen Schritten und wird vom Master durch die Vorgabe von Kommunikationsphase -1 bis 4 und dem Starten/Beenden folgender Kommandos gesteuert:

- **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3**
- **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 4**

Erreicht der Antrieb die Kommunikationphase 4 ohne Fehler, erscheint im Display die Anzeige "bb".
Die zugehörige Diagnose lautet:

- **A0013 Bereit zur Leistungszuschaltung**

Umschaltvorbereitungskommandos

Zur Umschaltung der Kommunikationsphasen von 2 nach 3 und von 3 nach 4 müssen im Antrieb Umschaltvorbereitungskommandos aktiviert werden:

- **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3**
- **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 4**

Hinweis: Um vom Betriebsmodus zurück in den Parametriermodus zu gelangen, gibt es das Kommando **P-0-4023, C0400 Umschaltung auf Komm.-Phase 2**.

Umschaltvorbereitung auf Kommunikationsphase 3

Mit der Ausführung des Kommandos **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3** werden eine Reihe von Überprüfungen und Parameterumrechnungen vorgenommen, die ggf. zu den aufgelisteten Kommandofehlern führen können:

- Überprüfung, ob Funktionspaketauswahl geändert wurde
  - **C0199 Funktionspaketauswahl geändert. Neustart**
    → Antrieb muss neu gebootet werden, bevor in Phase 3 geschaltet werden kann
- Überprüfung der für die Umschaltung in Phase 3 benötigten Parameter auf Gültigkeit
  Falls einer von diesen Parametern noch nie beschrieben wurde oder die Pufferung fehlerhaft erfolgte, wird die Fehlermeldung "C0101" generiert. Die Identnummern der fehlerhaften Parameter werden im Parameter **S-0-0021, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 2** aufgelistet. Diese Parameter sind durch Beschreiben mit korrekten Werten gültig zu setzen.
  - **C0101 Parametersatz unvollständig (-> S-0-0021)**
- Überprüfung der Gerätekonfiguration
  - **C0132 Ungültige Einstellungen für Regler-Zykluszeiten**
  - **C0138 Ungültige Verstärkerdaten (->S-0-0021)**
- Überprüfung der Telegrammkonfiguration, insbesondere bei konfigurierten Telegrammen
  Dabei wird geprüft, ob die für den konfigurierbaren Datenblock im zyklischen Sollwertkanal (MDT) bzw. Istwertkanal (AT) ausgewählten Parameter konfiguriert werden dürfen und ob die zulässige Länge der konfigurierbaren Datenblöcke eingehalten wird.
  - **C0104 Konfig. Identnummern für MDT nicht konfigurierbar**
  - **C0105 Maximallänge für MDT überschritten**
  - **C0106 Konfig. Identnummern für AT nicht konfigurierbar**

  - **C0107 Maximallänge für AT überschritten**
- ggf. Überprüfung der Timing-Parameter für die SERCOS-Kommunikation in Phase 3 und 4 auf Plausibilität und Einhaltung der Randbedingungen
  - **C0108 Zeitschlitzparameter > Sercos-Zykluszeit**
  - **C0109 Anfangsadresse MDT (S-0-0009) gerade**
  - **C0110 Länge MDT (S-0-0010) ungerade**
  - **C0111 ID9 + Datensatzlänge - 1 > Länge MDT (S-0-0010)**
  - **C0112 TNcyc (S-0-0001) oder TScyc (S-0-0002) fehlerhaft**
  - **C0113 Verhält. TNcyc (S-0-0001) zu TScyc (S-0-0002) Fehler**
  - **C0114 T4 > TScyc (S-0-0002) - T4min (S-0-0005)**
  - **C0115 T2 zu klein**
  - **C0116 T3 (S-0-0008) innerhalb von MDT (S-0-0089 + S-0-0010)**
  - **C0139 T2 (S-0-089) + Länge MDT (S-0-010) > TScyc (S-0-002)**
- ggf. Überprüfung der Parameter für die Feldbus-Kommunikation auf Plausibilität und Einhaltung der Randbedingungen
  - **C0154 Feldbus: IDN für zykl. Sollwerte nicht konfigurierbar**
  - **C0155 Feldbus: Länge für zykl. Sollwerte überschritten**
  - **C0156 Feldbus: IDN für zykl. Istwerte nicht konfigurierbar**
  - **C0157 Feldbus: Länge für zykl. Istwerte überschritten**
  - **C0158 Feldbus: Tcyc (P-0-4076) fehlerhaft**
  - **C0159 Feldbus: P-0-4077 fehlt bei zykl. Sollwerten**
- Überprüfung der Konfiguration des Multiplexkanals
  - **C0118 Reihenfolge MDT-Konfiguration fehlerhaft**
  - **C0151 Identnummer für Sollwert-Datencontainer nicht zulässig**
  - **C0152 Identnummer für Istwert-Datencontainer nicht zulässig**
- Grenzwertprüfung der Kommunikationsparameter und des Systems
  - **C0102 Parameter Grenzwertfehler (->S-0-0021)**
  - **C0103 Parameter-Umrechnungsfehler (->S-0-0021)**
  - **C0131 Umschaltung auf Phase 3 nicht möglich**

Umschaltvorbereitung auf Kommunikationsphase 4

Mit dem Kommando **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 4** werden folgende Überprüfungen und Initialisierungen vorgenommen, die ggf. zu den aufgelisteten Kommandofehlern führen können:

- Überprüfung der Gültigkeit von Parametern, die für die nachfolgenden Initialisierungen benötigt werden
  - **C0201 Parametersatz unvollständig (->S-0-0022)**
  - **C0212 Ungültige Steuerteildaten (->S-0-0022)**
- Überprüfung der Motor- und Geberkonfiguration
  - **C0219 Max. Verfahrbereich zu groß gewählt**
  - **C0270 Fehler beim Lesen der Geberdaten => Motorgeber**
  - **C0271 Parametrierung Motorgeber fehlerhaft (Hardware)**
  - **C0272 Parametrierung Motorgeber fehlerhaft (Mechanik)**
  - **C0273 Modulowert für Motorgeber nicht darstellbar**
  - **C0274 Motorgeber nicht bekannt**
  - **C0275 Fehler beim Lesen der Geberdaten => optionaler Geber**

  - **C0276 Parametrierung optionaler Geber fehlerhaft (Hardware)**
  - **C0277 Parametrierung optionaler Geber fehlerhaft (Mechanik)**
  - **C0278 Modulowert für optionalen Geber nicht darstellbar**
  - **C0279 Optionaler Geber nicht bekannt**
  - **C0280 Maximaler Verfahrbereich intern nicht darstellbar**
  - **C0284 Ungültige Motordaten im Geberspeicher (->S-0-0022)**
  - **C0285 Motorart P-0-4014 fehlerhaft**
  - **C0286 Mehrere Motorgeber angeschlossen**
  - **C0287 Fehler bei Initialisierung der Motordaten (->S-0-0022)**
  - **C0288 Rotatorische Wichtung nicht erlaubt**
  - **C0289 Fehler bei Init. von Synchronmotor mit Reluktanzmoment**
  - **C0290 Fehler beim Lesen der Geberdaten => Messgeber**
  - **C0291 Parametrierung Messgeber fehlerhaft (Hardware)**
  - **C0292 Messgeber nicht bekannt**
  - **C0293 Modulowert für Messgeber nicht darstellbar**
  - **C0294 Fehlerhafte Messgeber-Konfiguration**
- Überprüfung des Modulobereichs
  - **C0244 Moduloistwertzyklus ist grösser max. Verfahrbereich**
- Überprüfungen bei der Geberinitialisierung
  - **C0220 Fehler bei Positionsinitialisierung Geber 1**
  - **C0221 Initialisierungsgeschwindigkeit Geber 1 zu hoch**
  - **C0224 Fehler bei Positionsinitialisierung Geber 2**
  - **C0225 Initialisierungsgeschwindigkeit Geber 2 zu hoch**
  - **C0227 Fehler bei Positionsinitialisierung Messgeber**
  - **C0228 Initialisierungsgeschwindigkeit Messgeber zu hoch**
- Initialisierung der optionalen Zusatzfunktionen (digitale I/O)
  - **C0243 Funktion Bremsenüberwachung nicht möglich**
  - **C0250 Messtastereingänge nicht richtig konfiguriert**
  - **C0260 Inkrementalgeber-Emulator-Auflösung nicht darstellbar**
  - **C0262 Nockenschaltwerk (P-0-0131) für beide Achsen aktiviert**
- Initialisierung der integrierten Sicherheitstechnik
  - **C0254 Konfigurationsfehler PROFIsafe**
  - **C0255 Sicherheits-Kommando System-Init. fehlerhaft**
  - **C0257 Kein Geber dem Steckplatz 1 zugeordnet**
- Grenzwertprüfung
  - **C0202 Parameter Grenzwertfehler (->S-0-0022)**
  - **C0203 Parameter Umrechnungsfehler (->S-0-0022)**
- Allgemeine Systemüberprüfungen
  - **C0245 Unzulässige Betriebsarten-Konfiguration (->S-0-0022)**
- Initialisieren des Feininterpolators
  - **C0258 Verhältnis TNcyc (S-0-0001) zu Feininterpol. Fehler**
- Initialisieren der digitalen Ein-/Ausgänge
  - **C0246 Fahrbereichsendschalter keinem digi.Eingang zugeordnet**

  - **C0247 Digitaler Ausgang schon von anderer Achse belegt**
  - **C0248 Digit. Eingang bei Achsen unterschiedlich zugewiesen**
  - **C0249 Digitale E/As: Bitnummer zu groß**
- Überprüfung der Schnittstellenkonfiguration
  - **C0242 Mehrfach-Konfiguration eines Parameters (->S-0-0022)**
- Überprüfung der Führungskommunikation
  - **C0251 Fehler Aufsynchronisieren auf Führungskommunikation**

4.2 Steuermöglichkeiten/Zusatzfunktionen

Konfigurierbares Signal-Steuerwort

Kurzbeschreibung

Mit dem Signal-Steuerwort besteht die Möglichkeit, einzelne Steuerbits, die in verschiedenen Parametern vorhanden sind, durch einen frei konfigurierbaren Sammelparameter zu beschreiben. Das konfigurierbare Signal-Steuerwort dient zur Aufnahme von maximal 16 Kopien von Bits aus anderen Antriebsparametern.

Hinweis: Die Bits im Signal-Steuerwort werden in jedem Schnittstellenzyklus zu dem im Parameter **S-0-0008, Zeitpunkt für Sollwert gültig (T3)** festgelegten Zeitpunkt verarbeitet.

Verwendungsmöglichkeiten

Verwendet werden kann diese Funktionalität z. B.

- zur freien Konfiguration der digitalen Eingänge
- zum Einrichtbetrieb über digitale Eingänge
- zum Setzen von Bits in Antriebsparametern und zum Starten von Kommandos über den zyklischen Kanal (Führungskommunikation)

Hinweis: Bei SERCOS- und Feldbusinterface muss der Parameter **S-0-0145, Signal-Steuerwort** entsprechend in den zyklischen Daten konfiguriert werden, damit die Auswertung der konfigurierten Steuerbits erfolgt.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0027, Konfigurations-Liste Signal-Steuerwort**
- **S-0-0145, Signal-Steuerwort**
- **S-0-0329, Zuweisungsliste Signal-Steuerwort**
- **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort**

Inbetriebnahmehinweise zum Signal-Steuerwort

Auswahlliste

Es können nur Parameter, welche in **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort** enthalten sind, dem Parameter **S-0-0027, Konfigurations-Liste Signal-Steuerwort** zugewiesen werden.

Konfiguration der Identnummern

In Parameter **S-0-0027, Konfigurations-Liste Signal-Steuerwort** werden dabei die Identnummern der Parameter angegeben, welche mit Hilfe des Signal-Steuerwortes konfiguriert werden sollen (= Ziele).

Die Position einer Identnummer in dieser Liste legt fest, welches Bit im Signal-Steuerwort welcher Identnummer (Ziele) zugeordnet ist. So legt z.B. das 1. Listenelement fest, welchem Parameter das Bit 0 des Signal-Steuerwortes zugeordnet wird.

Konfiguration der Bitnummern

Welches Bit der ausgewählten Parameter (= Ziele im Parameter S-0-0027) vom Signal-Steuerwort gesetzt (bzw. gelöscht) wird, muss im Parameter **S-0-0329, Zuweisungsliste Signal-Steuerwort** festgelegt werden.

Hinweis: Bleibt diese Liste leer, wird automatisch jeweils Bit 0 im genannten Parameter beeinflusst. Andernfalls wird hier das Bit angegeben, welches dem Zielparameter zugeordnet werden soll.

Es können Bitnummern von "0" (LSB) bis "31" (MSB) eingegeben werden.

Ausnahmen

- Ist der zugewiesene Parameter ein Kommando, ist die Bitnummer im Parameter **S-0-0329, Zuweisungsliste Signal-Steuerwort** nicht relevant.
- Handelt es sich beim zugewiesenen Parameter um den Parameter **S-0-0346, Postioniersollwert-Übernahme**, bewirkt eine positive Flanke im entsprechenden Bit des Steuerwortes ein Toggeln des Parameters S-0-0346.

Hinweis: Es können maximal 16 Bits konfiguriert werden. Es muss immer vom niederwertigsten Bit in Richtung höchstwertigem Bit konfiguriert werden; d.h. die Stellung der Bitkopie im Signal-Steuerwort ergibt sich aus der fortlaufenden Konfiguration im Parameter **S-0-0027, Konfigurations-Liste Signal-Steuerwort**.

Diagnose- und Fehlermeldungen

Bei der Eingabe in die Parameter **S-0-0027, Konfigurations-Liste Signal-Steuerwort** und **S-0-0329, Zuweisungsliste Signal-Steuerwort** wird folgende Überprüfung durchgeführt:

- Ist eine im Parameter S-0-0027 angegebene Identnummer nicht im Parameter **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort** enthalten, wird die Fehlermeldung "0x7008 Datum nicht korrekt" generiert.

Hinweis: In diesem Fall wird nur die Eingabe bis vor dem fehlerhaften Element akzeptiert!

Konfigurierbares Signal-Statuswort

Kurzbeschreibung

Das konfigurierbare Signal-Statuswort dient zur Aufnahme von maximal 16 Kopien von Bits aus anderen Antriebsparametern. Der Anwender kann sich damit eine Bitleiste mit Statusbits frei konfigurieren. Dadurch ist eine

Bitliste definierbar, welche alle für die Steuerung wichtigen Statusinformationen des Antriebs beinhaltet.

Hinweis: Die Bits im Signal-Statuswort werden in jedem Führungskommunikations-Zyklus zu dem im Parameter **S-0-0007, Messzeitpunkt Istwerte (T4)** festgelegten Zeitpunkt zusammengestellt.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort**
- **S-0-0144, Signal-Statuswort**
- **S-0-0328, Zuweisungsliste Signal-Statuswort**
- **S-0-0398, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Statuswort**

Inbetriebnahmehinweise zum Signal-Statuswort

Konfiguration der Identnummern

In Parameter **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort** werden die Identnummern der Parameter angegeben, die die Originalbits enthalten (Quellen). Die Parameter, welche in der Konfigurationsliste eingetragen werden können, sind im Parameter **S-0-0398, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Statuswort** aufgelistet. Die Position einer Identnummer in der Liste legt fest, für welches Bit im Signal-Statuswort diese Identnummer gilt. So legt z.B. das 1. Listenelement fest, aus welchem Parameter das Bit 0 des Signal-Statuswort stammt.

Konfiguration der Bitnummern

Welches Bit aus den in **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort** ausgewählten Parametern in das Signal-Statuswort kopiert wird, muss in Parameter **S-0-0328, Zuweisungsliste Signal-Statuswort** festgelegt werden.

Hinweis: Bleibt diese Liste leer, wird automatisch jeweils Bit 0 der genannten Parameter kopiert. Andernfalls wird hier das Bit angegeben, das dem Quellparameter entnommen werden soll.

Es können Bitnummern von "0" (LSB) bis "31" (MSB) eingegeben werden.

Beispiel

Das Signal-Statuswort kann z.B. folgende Konfiguration besitzen:

Bit-Nr. in S-0-0144, Signal-Statuswort	S-0-0026 Identnummer des Originalparameters	S-0-0328 Bit-Nr. des Originalparameters	Bedeutung
0	S-0-0403	0	Lagestatus

Abb. 4-13: Beispiel für Konfiguration des Signal-Statuswortes

Hinweis: Es können maximal 16 Bits konfiguriert werden. Es muss immer vom niederwertigsten Bit in Richtung höchstwertigem Bit konfiguriert werden; d.h. die Stellung der Bitkopie im Signalstatuswort ergibt sich aus der fortlaufenden Konfiguration im Parameter **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort**.

Diagnose- und Fehlermeldungen

Bei der Eingabe in die Parameter **S-0-0328, Zuweisungsliste Signal-Statuswort** und **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort** wird folgende Überprüfung durchgeführt:

- Überprüfung, ob die in S-0-0026 angegebene IDN eine variable Datenlänge (Listenparameter) oder eine so genannte Online-Lesefunktion besitzt. Falls ja, wird die Servicekanal-Fehlermeldung "0x7008 Datum nicht korrekt" generiert.
  Parameter mit Online-Lesefunktionen sind im Allgemeinen Parameter mit physikalischen Einheiten (Lage, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und Ströme) sowie die Parameter **S-0-0135, Antriebs-Status** und **S-0-0011, Zustandsklasse 1**.

Hinweis: In diesem Fall wird nur die Eingabe bis vor dem fehlerhaften Element akzeptiert!

Multiplexkanal

Kurzbeschreibung

Der Multiplexkanal stellt eine Erweiterung des eingeschränkten zyklischen Datenkanals dar. Über Indexzuordnung und -umschaltung wird dabei auch der zyklische Zugriff auf Listenelemente ermöglicht.

Hinweis: Um den Mechanismus "Multiplexkanal" nutzen zu können, muss eine Führungskommunikation über SERCOS oder Feldbus (z. B. PROFIBUS-DP) verwendet und die Multiplex-parameter im zyklischen Echtzeitkanal konfiguriert werden.

Merkmale

- jeweils 8 Multiplex-Container mit je 4 Byte für zyklische Sollwertdaten (MDT) und zyklische Istwertdaten (AT) zur Verfügung
- Adressierung des jeweils zu übertragenden Multiplexdatums über Parameter **S-0-0368, Datencontainer A: Adressierung** (L-Byte für MDT; H-Byte für AT)
- über Parameter S-0-0362 und S-0-0366 auch einzelne Elemente aus Listenparametern adressierbar
- Übertragung der Multiplexdaten im Kommunikationszyklus

Anwendungsmöglichkeiten

Durch Verwendung des Multiplexkanals ist es möglich:

- die Anzahl von übertragbaren Bytes im zyklischen Echtzeitkanal (Soll- und Istwerte) durch Multiplexen von Daten zu erhöhen,
- durch Inkrementierung des Adressierungs-Index (S-0-0368) in jedem Zyklus die Multiplexdaten mit einer Zykluszeit von Tscyc * Anzahl der Multiplexdaten zu übertragen,
- eine betriebsartenabhängige Konfiguration der zyklischen Daten durch Indexumschaltung bei Betriebsartenwechsel zu erreichen.

Hinweis: Bei Verwendung von IndraMotion-MLC wird der Multiplexkanal für die Kommunikation zwischen MLC und Antrieb genutzt und kann daher nicht mehr frei verwendet werden!

Beteiligte Parameter

Parameter für Sollwertkanal:

- **S-0-0362, Datencontainer A: Listenindex–Sollwerte**
- **S-0-0368, Datencontainer A: Adressierung**
- **S-0-0360, Datencontainer A: Sollwert-1**
- **S-0-0450, Datencontainer A: Sollwert-2**
- **S-0-0451, Datencontainer A: Sollwert-3**
- **S-0-0452, Datencontainer A: Sollwert-4**
- **S-0-0453, Datencontainer A: Sollwert-5**
- **S-0-0454, Datencontainer A: Sollwert-6**
- **S-0-0455, Datencontainer A: Sollwert-7**
- **S-0-0456, Datencontainer A: Sollwert-8**

Parameter für Istwertkanal:

- **S-0-0366, Datencontainer A: Listenindex-Istwerte**
- **S-0-0364, Datencontainer A: Istwert-1**
- **S-0-0480, Datencontainer A: Istwert-2**
- **S-0-0481, Datencontainer A: Istwert-3**
- **S-0-0482, Datencontainer A: Istwert-4**
- **S-0-0483, Datencontainer A: Istwert-5**
- **S-0-0484, Datencontainer A: Istwert-6**
- **S-0-0485, Datencontainer A: Istwert-7**
- **S-0-0486, Datencontainer A: Istwert-8**

Konfigurationslisten der Sollwert-Datencontainer:

- **S-0-0370, Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-1**
- **S-0-0490, Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-2**
- **S-0-0491, Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-3**
- **S-0-0492, Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-4**
- **S-0-0493, Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-5**
- **S-0-0494, Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-6**
- **S-0-0495, Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-7**
- **S-0-0496, Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-8**

Konfigurationslisten der Istwert-Datencontainer:

- **S-0-0371, Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-1**
- **S-0-0500, Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-2**
- **S-0-0501, Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-3**
- **S-0-0502, Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-4**
- **S-0-0503, Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-5**
- **S-0-0504, Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-6**
- **S-0-0505, Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-7**
- **S-0-0506, Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-8**

Beteiligte Diagnosen

- **C0118 Reihenfolge MDT-Konfiguration fehlerhaft**
- **C0151 Identnummer für Sollwert-Datencontainer nicht zulässig**
- **C0152 Identnummer für Istwert-Datencontainer nicht zulässig**
- **E4008 Ungültige Adressierung Sollwert-Datencontainer A**
- **E4009 Ungültige Adressierung Istwert-Datencontainer A**

Funktionsbeschreibung

Grundsätzliches

Mögliche Multiplexdaten

Im Multiplexkanal können alle Parameter konfiguriert werden, die auch im zyklischen Echtzeitkanal übertragen werden können. Die möglichen Multiplexdaten sind in den Listenparametern für den Sollwert- und Istwertkanal aufgeführt:

- **S-0-0188, Liste der konfig. Daten im zykl. Sollwert-Datenkanal**
- **S-0-0187, Liste der konfig. Daten im zykl. Istwert-Datenkanal**

Datencontainer

Für den Datenaustausch zwischen dem Master und dem Antrieb stehen insgesamt 8 Datencontainer zur Verfügung. Für jeden Container gilt dem Inhalt bzw. der Daten-Übertragungsrichtung entsprechend folgende Unterscheidung:

- Master → Antrieb: Datencontainer A: Sollwert-x
- Antrieb → Master: Datencontainer A: Istwert-x

Hinweis: "x" steht für einen Sollwert/Istwert von 1 bis 8.

Konfigurationslisten

Die Konfiguration der 8 Multiplexkanäle erfolgt über 2 Konfigurationslisten (Soll- und Istwert) pro Kanal:

- In die Listen "Konfigurationsliste Sollwert-x" (S-0-0370, …) werden die IDN der Parameter eingetragen, deren Daten in Abhängigkeit der Festlegung im Parameter **S-0-0368, Datencontainer A: Adressierung** (L-Byte) in die "Datencontainer A: Sollwert-x" (S-0-0360, …) übertragen werden sollen.
- In die Listen "Konfigurationsliste Istwert-x" (S-0-0371, …) werden die IDN der Parameter eingetragen, deren Daten in Abhängigkeit der Festlegung im Parameter **S-0-0368, Datencontainer A: Adressierung** (H-Byte) in die "Datencontainer A: Istwert-x" (S-0-0364, …) übertragen werden sollen.

Hinweis: Es können maximal 32 Parameter-IDN in den Konfigurationslisten festgelegt werden, wobei es nur in Kommunikationsphase 2 (Parametriermodus) möglich ist, diese Listen zu ändern.

Adressierung der Datencontainer

Adressierung der zu übertragenden Parameter

Der Parameter **S-0-0368, Datencontainer A: Adressierung** enthält die Indizes für die Auswahl der Parameter aus den Konfigurationslisten, deren Werte in die Datencontainer (Sollwerte und Istwerte) zu übertragen sind.

Folgende Zuordnung gilt für S-0-0368:

- Bit 0…4 → Adressierung für alle im zyklischen Sollwert-Telegramm (MDT) konfigurierten Datencontainer
- Bit 8…12 → Adressierung für alle im zyklischen Istwert-Telegramm (AT) konfigurierten Datencontainer

Hinweis: Es werden nur die Bits 0…4 (für MDT) und Bits 8…12 (für AT) für die Adressierung über den Parameter S-0-0368 verwendet. Die anderen Bits werden ignoriert. Daher können keine Werte größer 31 für die Adressierung eingestellt werden!

Die folgende Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen Adressierung und Zuordnung von Parameterwerten zu den Datencontainern des Multiplexkanals.

i: Index (= Listenelement-Nr.)
S-0-0368: Datencontainer A: Adressierung
S-0-0370: Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-1
S-0-0490: Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-2
S-0-0496: Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-8
S-0-0371: Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-1
S-0-0500: Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-2
S-0-0506: Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-8

Abb. 4-14: Adressierung und Zuordnung für Multiplexkanal

Hinweis: Der Parameter **S-0-0368, Datencontainer A: Adressierung** kann, je nach Erfordernis, im zyklischen Sollwert-Telegramm konfiguriert oder über den Bedarfsdatenkanal bzw. eine andere Schnittstelle beschrieben werden.

Zuweisung von einzelnen Listenelementen

Der im Datencontainer übertragene Wert (Datum) wird auf den festgelegten Zielparameter geschrieben, wobei zwischen Einzel- und Listenparametern unterschieden wird.

Um bei Listenparametern die zyklische Übertragung bzw. Änderung von einzelnen Elementen zu ermöglichen, sind zwei weitere Adressierungs-Parameter vorhanden:

- **S-0-0362, Datencontainer A: Listenindex-Sollwerte**
  → Adressierung von Elementen von Listenparametern, die als Ziel für den Inhalt von Sollwert-Datencontainern eingetragen sind (für **Schreibzugriff**)
- **S-0-0366, Datencontainer A: Listenindex-Istwerte**
  → Adressierung von Elementen von Listenparametern, die als Quelle für den Inhalt von Istwert-Datencontainern eingetragen sind (für **Lesezugriff**)

Hinweis: Wirksam werden die Parameter S-0-0362 und S-0-0366 nur dann, wenn als Ziel/Quelle für den Inhalt des Datencontainers ein Listenparameter adressiert wird.

Die folgende Grafik zeigt den Zugriff auf ein Elemente eines Listenparameters für den Multiplexkanal.

i: Index (= Listenelement-Nr.)
S-0-0368: Datencontainer A: Adressierung
S-0-0362: Datencontainer A: Listenindex-Sollwerte
S-0-0366: Datencontainer A: Listenindex-Istwerte
S-0-0370: Datencontainer A: Konfigurationsliste Sollwert-1
S-0-0371: Datencontainer A: Konfigurationsliste Istwert-1
P-0-4006: Positioniersatz Zielposition

Abb. 4-15: Zugriff auf Elemente eines Listenparameters über Multiplexkanal (Beispiel für Sollwerte → MDT-Datencontainer)

Inbetriebnahmehinweise

Aktivierung

Zur Verwendung der Funktion des Multiplexkanals sind keine Maßnahmen zur Aktivierung notwendig.

Datencontainer A: Sollwert-x

Bei der Festlegung des Zielparameters, der mit dem Inhalt (Datum) des "Datencontainer A: Sollwert-x" (S-0-0360, …) beschrieben werden soll, wird zwischen Einzel- und Listenparameter unterschieden:

- **Einzelparameter**
  → Der Zielparameter wird über Adressierung (S-0-0368) in der jeweiligen Konfigurationsliste (S-0-0370, S-0-0490 bis S-0-0496) festgelegt.
- **Listenparameter**
  → Das Element des Zielparameters wird über Adressierung (S-0-0368) in der jeweiligen Konfigurationsliste (S-0-0370, S-0-0490 bis S-0-0496) und dem Parameter **S-0-0362, Datencontainer A: Listenindex–Sollwerte** festgelegt.

Rexroth Bosch Group

Hinweis: Das Anzeigeformat ist hexadezimal ohne Nachkommastellen.

Enthält die Konfigurationsliste 16-Bit-Parameter, werden bei Adressierung eines 16-Bit-Parameters nur die unteren 16 Bit aus dem Datencontainer verwendet.

Datencontainer A: Istwert-x

Bei der Festlegung des Quellparameters, dessen Inhalt (Datum) in den "Datencontainer A: Istwert-x" (S-0-0364, …) kopiert werden soll, wird ebenfalls zwischen Einzel- und Listenparameter unterschieden:

- **Einzelparameter**
  → Der Quellparameter wird über Adressierung (S-0-0368) in der jeweiligen Konfigurationsliste (S-0-0371, S-0-0500 bis S-0-0506) festgelegt.
- **Listenparameter**
  → Das Element des Quellparameters wird über Adressierung (S-0-0368) in der jeweiligen Konfigurationsliste (S-0-0371, S-0-0500 bis S-0-0506) und dem Parameter **S-0-0366, Datencontainer A: Listenindex–Istwerte** festgelegt.

Hinweis: Das Anzeigeformat ist hexadezimal ohne Nachkommastellen.

Enthält die Konfigurationsliste 16-Bit-Parameter, werden bei Adressierung eines 16-Bit-Parameters nur die unteren 16 Bit in den Datencontainer kopiert (Das H-Byte enthält keine sinnvollen Daten.).

Diagnose- und Statusmeldungen

In Verbindung mit dem Multiplexkanal werden verschiedene Überprüfungen durchgeführt.

Überprüfung der konfigurierten IDN-Reihenfolge

Die zeitliche Abfolge der Abarbeitung der zyklischen Sollwert-Daten im Antrieb erfolgt in der Reihenfolge, in der die Parameter-Identnummern (IDN) der konfigurierten Liste im Parameter **S-0-0024, Konfig.-Liste Master-Daten-Telegramm** eingetragen sind.

Falls die Parameter "Datencontainer A, Sollwert-x" (S-0-0360, S-0-0450 bis S-0-0456) und der Parameter **S-0-0368, Datencontainer A, Adressierung** im zyklischen Sollwert-Telegramm konfiguriert wurden, erfolgt die richtige Verarbeitung des MDT-Datencontainers nur, wenn zuvor die Adressierung verarbeitet wurde.

Damit die richtige Reihenfolge bei der Konfiguration der zyklischen Sollwerte eingehalten wird, überprüft der Antrieb bei Ausführung von **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3**, ob die IDN S-0-0368 vor den IDN S-0-0360 oder S-0-0450 bis S-0-0456 konfiguriert wurde. Ist dies nicht der Fall, generiert der Antrieb die Fehlermeldung **C0118 Reihenfolge MDT-Konfiguration fehlerhaft**.

Überprüfung der Konfigurationslisten

Es muss sichergestellt sein, dass die in den Konfigurationslisten enthaltenen IDN vorhanden und die zugehörigen Parameter zyklisch konfigurierbar sind.

Deshalb wird mit der Ausführung von **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Kommunikationsphase 3** überprüft, ob die eingetragenen IDN in den Listen **S-0-0187, Liste der konfigurierbaren Daten im AT** bzw. **S-0-0188, Liste der konfigurierbaren Daten im MDT** enthalten sind.

Folgende Fehlermeldungen sind möglich:

- Enthält eine **Sollwert-Konfigurationsliste** eine oder mehrere IDN, die nicht vorhanden oder nicht in **S-0-0188, Liste der konfigurierbaren Daten im MDT** enthalten sind, wird folgende Fehlermeldung generiert:
  - **C0151 Identnummer für Sollwert-Datencontainer nicht zulässig**
- Enthält eine **Istwert-Konfigurationsliste** eine oder mehrere IDN, die nicht vorhanden oder nicht in **S-0-0187, Liste der konfigurierbaren Daten im AT** enthalten sind, wird folgende Fehlermeldung generiert:
  - **C0152 Identnummer für Istwert-Datencontainer nicht zulässig**

Überprüfung des Indexes

Der Antrieb überwacht während der Laufzeit, ob der Index im Parameter **S-0-0368, Datencontainer A: Adressierung** auf eine nicht initialisierte Stelle in den MDT-Datencontainern oder AT-Datencontainern zeigt.

Je nach Auftreten einer solchen Falles wird eine der folgenden Warnungen generiert:

- **E4008 Ungültige Adressierung Sollwert-Datencontainer A**
- **E4009 Ungültige Adressierung Istwert-Datencontainer A**

Hinweis: Diese Warnungen können nur dann auftreten, wenn in den Konfigurationslisten weniger IDN eingetragen werden als maximal möglich sind.

Rexroth
Bosch Group

4.3 Profiltypen (bei Feldbus-Schnittstellen)

Übersicht

Bei Verwendung einer Feldbus-Schnittstelle zur Führungskommunikation unterstützen IndraDrive-Regelgeräten zwei Profiltypen (Modi):

- **I/O-Modus** (funktionelle Ähnlichkeit mit Parallel-Interface)
- **Frei konfigurierbarer Modus** (SERCOS-ähnliche Funktionalität)
  → Rexroth-Profiltyp

Unterstützte Profiltypen

Inhalt P-0-4084, Profiltyp	Führungs-kommuni-kation	Feldbus- bzw. Antriebs-Betriebsart	Beschreibung
Profiltyp: I/O-Modus			
FF82h	PROFIBUS	I/O-Modus frei erweiterbar (Positioniersatzbetrieb, Geber 1, schleppfehlerfrei + erweiterbarer Echtzeitkanal)	Dieser Profiltyp ermöglicht die Ansteuerung von bis zu 64 Positioniersätzen über den Feldbus. Neben dem Steuer- und Statuswort können weitere Echtzeit-daten in den Listen-parametern P-0-4080 und P-0-4081 konfiguriert werden. Die Festlegung der Bits im Signal-Statuswort kann über die Funktion "Konfigurierbares Signal-Statuswort" frei definiert werden.
Profiltyp: Frei konfigurierbarer Modus			
FFFEh	PROFIBUS	Frei konfigurierbarer Betriebsmodus (ohne Profilinterpreter)	Dieser Profiltyp ermöglicht durch die freie Konfiguration der Echtzeitdaten sowie der Auswahl der Betriebsart die Nutzung der kompletten Antriebsfunktionalität. Steuer- und Statuswort haben einen Rexroth-spezifischen Aufbau. Diese Auswahl ist geeignet für den Betrieb mit analogen Sollwerten in der Inbetriebnahmephase.

Abb. 4-16: Unterstützte Profiltypen bei IndraDrive-Firmware

Begriffserklärung

Antriebsprofil

Ein Antriebsprofil definiert

- den Aufbau des Feldbus-Steuerwortes (P-0-4077) und des Feldbus-Statuswortes (P-0-4078),
- den Aufbau und Inhalt des Echtzeitkanals (P-0-4080, P-0-4081),
- die aktive Betriebsart (S-0-0032, S-0-0033, S-0-0034, S-0-0035),
- die Antriebszustände und deren Übergänge (Zustandsmaschine des I/O-Modus oder des Rexroth-Profiltyps).

Durch die Auswahl eines Profiltyps kann der Anwender die Inbetriebnahme von Feldbus-Antrieben sehr einfach durchführen. Der Vorteil der Profilauswahl besteht darin, dass damit alle wichtigen Grundeinstellungen für die gewünschte Antriebsfunktion im Antrieb automatisch erfolgen. Da die Profiltypen bus-unabhängig definiert sind, erleichtern sie auch die Übertragung von Applikationen von einem Feldbus auf einen anderen.

Zustandsmaschine

Ein Zustand (z. B. Antrieb Halt, Antriebsfehler, …) repräsentiert ein bestimmtes internes und externes Verhalten. Er kann durch definierte Ereignisse (z. B. Antriebskommandos, Betriebsarten-Umschaltung, …) verlassen werden. Den Ereignissen sind entsprechende Zustandsübergänge zugeordnet. Das Zusammenwirken der Steuer- und Statusbits bzw. die Zustandsübergänge werden als Zustandsmaschine bezeichnet.

Abkürzungen

- **i16**: 16-Bit-Variable mit Vorzeichen (1 Wort) im Intelformat
- **i32**: 32-Bit-Variable mit Vorzeichen (2 Worte) im Intelformat
- **u16**: 16-Bit-Variable ohne Vorzeichen (1 Wort) im Intelformat
- **u32**: 32-Bit-Variable ohne Vorzeichen (2 Worte) im Intelformat
- **ZKL1**: Zustandsklasse 1
- **ZKL2**: Zustandsklasse 2

Zuordnung zu den antriebsinternen Betriebsarten

Hinweis: Mit der Auswahl des I/O-Modus (P-0-4084 = 0xFF82) wird auch die im Antrieb aktive Hauptbetriebsart definiert. Als 1. Nebenbetriebsart wird automatisch "Tippen" bzw. "Antriebsgeführtes Positionieren - Tippmodus" eingestellt.

Es besteht folgender Zusammenhang zwischen **P-0-4084, Profiltyp** und **S-0-0032, Hauptbetriebsart**:

- **I/O-Modus** mit 16-Bit-Statuswort und 16-Bit-Steuerwort
  (P-0-4084 = 0xFF82 → funktionskompatibel zum DKC3.1)

  Das bedeutet, der Antrieb wird in der Betriebsart "Positioniersatzbetrieb, Geber 1, schleppfehlerfrei" betrieben!
- **Frei konfigurierbarer Modus**
  - keine profilabhängigen Einstellungen und Überprüfungen
  - freie Konfiguration des Echtzeitkanals durch Konfigurationslisten P-0-4080 und P-0-4081
  - ermöglicht Analogbetrieb zur Erstinbetriebnahme

Beteiligte Parameter

- **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort**
- **S-0-0144, Signal-Statuswort**
- **S-0-0328, Zuweisungsliste Signal-Statuswort**
- **P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO**
- **P-0-4071, Feldbus: Länge zyklischer Sollwert-Datenkanal**
- **P-0-4074, Feldbus: Datenformat**
- **P-0-4077, Feldbus: Steuerwort**
- **P-0-4078, Feldbus: Statuswort**
- **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal**

- **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal**
- **P-0-4082, Feldbus: Länge zyklischer Istwerte-Datenkanal**
- **P-0-4083, Feldbus: Länge des Parameterkanals**
- **P-0-4084, Feldbus: Profiltyp**

I/O-Modus

Kurzbeschreibung

Merkmale

- Der Antrieb wird in der Betriebsart "Positioniersatzbetrieb ohne Schleppfehler mit Geber 1" betrieben (siehe auch "Positioniersatzbetrieb" im Kapitel "Betriebsarten").
- In diesem Betriebsmodus können 64 programmierbare Positioniersätze über 6 Bit (im 16 Bit breiten Steuerwort) ausgewählt und gestartet werden.
- In **P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO** kann die Tippfunktion aktiviert werden. Als 1. Nebenbetriebsart ist "Antriebsgeführtes Positionieren" eingestellt (siehe auch "Antriebsgeführtes Positionieren" im Kapitel "Betriebsarten").
- Bei PROFIBUS-DP kann ein optionaler Parameterkanal mit **P-0-4083, Feldbus: Länge des Parameterkanals** (maximal 8 Worte) aktiviert werden. (Default: P-0-4083 = 0 → ohne Parameterkanal).
- Im I/O-Modus besteht der Echtzeitkanal aus jeweils mindestens einem Wort (16 Bit), dem Feldbus-Steuerwort (P-0-4068) und dem Signal-Statuswort (S-0-0144.

Aufbau des Echtzeitkanals Master → Slave

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal** konfigurierten Daten vom Master zum Antrieb übertragen.

Parameter	Format
P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO	u16 (1 Wort)

Aufbau des Echtzeitkanals Slave → Master

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal** konfigurierten Daten vom Antrieb zum Master übertragen.

Parameter	Format
S-0-0144, Signal-Statuswort	u16 (1 Wort)

Inhalt der Daten im Echtzeitkanal

Datenrichtung	Wort1
Master -> Slave	P-0-4068
Slave -> Master	S-0-0144

Zustandsmaschine im I/O-Modus

Hinweis: Der Inhalt des Parameters **P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO** ist nur bei Profiltyp "I/O-Modus" (P-0-4084 = 0xFF82) relevant.

Feldbus-Steuerwort im I/O-Modus

Die Bits im Parameter **P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO** sind seitens Bosch Rexroth fest definiert und können nicht durch den Anwender verändert werden. Falls darüber hinaus weitere Steuerbits erforderlich sein sollten, ist der Parameter **S-0-0145, Signal-Steuerwort**

entsprechend zu konfigurieren und in den Echtzeitkanal des Feldbusses zu übertragen.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO"

Siehe Parameterbeschreibung "S-0-0145, Signal-Steuerwort"

Signal-Statuswort im I/O-Modus

- Der Parameter **S-0-0144, Signal-Statuswort** wird im I/O-Modus (P-0-4084 = 0xFF82) anstelle des Feldbus-Statuswortes (P-0-4078) übertragen. Dabei ist die Konfiguration von S-0-0144 durch eine Default-Einstellung (s.u.) vorgegeben, die dem Standard-I/O-Modus (vgl. ECODR3-FGP-20VRS) entspricht.
- Der Aufbau des Parameters S-0-0144 kann bei Bedarf über die beiden Konfigurationsparameter **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort** und **S-0-0328, Zuweisungsliste Signal-Statuswort** frei definiert werden.

Bit	Belegung	Bedeutung
0	Aktive Betriebsart	**1:** Tippen (S-0-0437) **0:** Positionieren
1	Positionsschaltpunkt (PSP)	**1:** rechts vom PSP **0:** links vom PSP (S-0-0060)
2	In Referenz	**1:** Antrieb ist referenziert (S-0-0403)
3	In Bewegung	**0:** In Bewegung (S-0-0331)
4	In Position	**1:** Antrieb ist im Positionierfenster & kein Folgesatz (P-0-4061)
5	Antriebs-Fehler (Error-Flag)	**1:** Fehler (P-0-0115) **0:** kein Fehler
6	Betriebsbereitschaft; Display "bb"	**1:** betriebsbereit (P-0-0115)
7	Leistung zugeschaltet; Display "Ab"	**1:** Leistung ist zugeschaltet (P-0-0115)
8…13	Positioniersatz-Quittung	**P-0-4051, Positioniersatz Quittung**
14…15	nicht belegt	

Abb. 4-17: Default-Belegung des Parameters **S-0-0144, Signal-Statuswort** im I/O-Modus (P-0-4084 = 0xFF82)

Hinweis: Da der Parameter **S-0-0144, Signal-Statuswort** im I/O-Modus bereits als Feldbus-Statuswort verwendet wird, kann man ihn nicht noch einmal im zyklischen Kanal konfigurieren.

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0144, Signal-Statuswort"

Zusammenwirken der Steuer- und Statusbits (Zustandsmaschine):

Abb. 4-18: Gerätesteuerung im I/O-Modus (Zustandsmaschine des I/O-Modus)

Hinweis: Die Angaben für das Feldbus-Statuswort beziehen sich auf den I/O-Modus mit Satzquittung (Default-Konfiguration).

Parametrier-/Inbetriebnahmehinweise

Merkmale bei Default-Konfiguration

Als Default-Einstellung werden im I/O-Modus folgende Festlegungen getroffen:

- Feste Länge des Echtzeitkanals von 2 Byte. Damit folgt die Länge der des zyklischen Datenkanals (P-0-4082 = P-0-4071 = 2)!
- Auf Bit 8…13 von **S-0-0144, Signal-Statuswort** werden Bit 0…5 von **P-0-4051**, **Positioniersatz Quittung** kopiert.
- Im Echtzeitkanal werden nur **P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO** und **S-0-0144, Signal-Statuswort** übertragen.

Hinweis: Bei dieser Profilauswahl wird die Funktionskompatibilität zu den Antriebsregelgeräten DKC3.1 hergestellt!
Bei Steuerungen, welche die Echtzeitdaten im Motorola-Format verarbeiten, sind High-Byte und Low-Byte gegenüber dem DKC3.1 vertauscht!

Merkmale und Einstellungen bei freier Konfiguration bzw. Erweiterung

Zur freien Konfiguration/Erweiterung bestehen folgende Möglichkeiten:

- Die Länge des zyklischen Datenkanals P-0-4082 bzw. P-0-4071 ist durch den Anwender frei bis max. 9 Worte erweiterbar. Neben dem Steuer- und Statuswort können noch weitere Echtzeitdaten über die Parameter **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal** und **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal** konfiguriert werden.
- Der Inhalt von **S-0-0144, Signal-Statuswort** kann über **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort** und **S-0-0328, Zuweisungsliste Signal-Statuswort** frei parametriert werden.

Frei konfigurierbarer Modus (Rexroth-Profiltyp)

Kurzbeschreibung

Um die umfangreiche und vielfältige Funktionalität eines Rexroth-Antriebs mit Feldbus-Schnittstelle nutzen zu können, ist es erforderlich, neben dem (zum DKC3.1 abwärts kompatiblen) I/O-Modus noch ein weiteres Profil, den frei konfigurierbaren Modus, zu definieren. Dazu gehört auch die Verwendung eines neuen Steuer- und Statuswortes (**P-0-4077, Feldbus: Steuerwort** und **P-0-4078, Feldbus: Statuswort**).

Merkmale

- Der Aufbau (Inhalt) des Echtzeit-Datenkanals muss über die beiden Konfigurationsparameter P-0-4080 und P-0-4081 definiert werden. Es erfolgen keine profilabhängigen Einstellungen und Überprüfungen!
- In diesem Profiltyp gelten die Rexroth-spezifischen Definitionen für das Feldbus-Steuerwort und –Statuswort. Einige Bits in den Parametern **P-0-4077, Feldbus-Steuerwort** und **P-0-4078, Feldbus-Statuswort** sind nur in Verbindung mit bestimmten Betriebsarten nutzbar.
- Dieser Profiltyp ermöglicht die Nutzung der gesamten Antriebsfunktionalität (z.B. Geschwindigkeitssynchronisation, antriebsgeführtes Positionieren, …).
- Die Haupt- und Nebenbetriebsarten können in den Parametern S-0-0032, S-0-0033, S-0-0034 und S-0-0035 frei festgelegt werden.

Hinweis: **P-0-4077, Feldbus-Steuerwort** bzw. **P-0-4078, Feldbus-Statuswort** muss immer an 1. Stelle in den Konfigurationsparametern P-0-4080 und P-0-4081 enthalten sein.

Aufbau des Echtzeitkanals Master → Slave

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal** konfigurierten Daten vom Master zum Antrieb übertragen:

Parameter	Format	Objekt
P-0-4077, Feldbus: Steuerwort	u16 (1 Wort)	6040
Optionale Sollwerte	:	

Hinweis: Die Ident-Nummern der Parameter der zyklisch konfigurierbaren Sollwerte sind in **S-0-0188, Liste der konfig. Daten im zykl. Sollwert-Datenkanal** aufgeführt.

Aufbau des Echtzeitkanals Slave → Master

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal** konfigurierten Daten vom Antrieb zum Master übertragen:

Parameter	Format	Objekt
P-0-4078, Feldbus: Statuswort	u16 (1 Wort)	6041
Optionale Istwerte	:	

Hinweis: Die Ident-Nummern der Parameter der zyklisch konfigurierbaren Istwerte sind in **S-0-0187, Liste der konfig. Daten im zykl. Istwert-Datenkanal** aufgeführt.

Inhalt und Reihenfolge der Daten im Echtzeitkanal

Datenrichtung	Wort1	Wort2	...	Wort n
Master -> Slave	P-0-4077	Sollwert 1	...	
Slave -> Master	P-0-4078	Istwert 1	...	

Zustandsmaschine im frei konfigurierbaren Modus (Rexroth-Profiltyp)

Jeder Feldbusantrieb von Bosch Rexroth besitzt unabhängig von der Führungskommunikationsschnittstelle eine einheitliche "Zustandsmaschine". Damit verbunden ist ein durchgängiger Aufbau der Parameter **P-0-4077, Feldbus: Steuerwort** und **P-0-4078, Feldbus: Statuswort**.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-4077, Feldbus: Steuerwort"

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-4078, Feldbus: Statuswort"

Das Feldbus-Steuerwort bzw. -Statuswort ist bei diesem Profiltyp seitens Bosch Rexroth vorgegeben und kann durch den Anwender nicht verändert werden. Falls frei konfigurierbare Steuer- oder Statusbits benötigt werden, ist das Signal-Steuerwort oder das Signal-Statuswort im zyklischen Kanal zusätzlich zu den vorhandenen Feldbus-Statuswort bzw. Feldbus-Steuerwort zu konfigurieren.

Siehe Parameterbeschreibung "S-0-0144, Signal Statuswort"

Siehe Parameterbeschreibung "S-0-0145, Signal Steuerwort"

Hinweis: Die beiden Parameter **P-0-0116, Gerätesteuerung: Steuerwort** und **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort** werden bei Feldbusantrieben nur zu Diagnosezwecken genutzt. Die eigentliche Steuer- und Statusinformationen sind in den Parametern **P-0-4077, Feldbus-Steuerwort** und **P-0-4078, Feldbus-Statuswort** enthalten. Diese Parameter sind immer fester Bestandteil des Echtzeitkanals.

Siehe auch "Gerätesteuerung (Zustandsmaschine)" im Abschnitt "Grundfunktionen der Führungskommunikation"

Zusammenwirken der Steuer- und Statusbits (Zustandsmaschine):

Abb. 4-19: Gerätesteuerung im frei konfigurierbarer Modus (Zustandsmaschine des Rexroth-Profiltyps)

Beispielkonfigurationen

Alle nachfolgenden Konfigurationsbeispiele beziehen sich auf den frei konfigurierbaren Modus (**P-0-4084 = 0xFFFE**). Dieser Modus bietet die größte Flexibilität und die meisten Möglichkeiten, die vorhandenen Antriebsfunktionen der Feldbus-Führungskommunikation zu nutzen.

Geschwindigkeitsregelung

Merkmale/Einstellungen

- Als Hauptbetriebsart muss "Geschwindigkeitsreglung" im Parameter S-0-0032 festgelegt sein (siehe auch "Geschwindigkeitsregelung" im Kapitel "Betriebsarten").
- Über den Feldbus werden zyklisch die Inhalte der Parameter **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert** im Sollwert-Datenkanal sowie **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert**, **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1** und **S-0-0390, Diagnose Nummer** im Istwert-Datenkanal übertragen.
- Es gelten die Rexroth-spezifischen Definitionen für das Feldbus-Steuerwort und –Statuswort (siehe auch Abschnitt "Frei konfigurierbarer Modus (Rexroth-Profiltyp)")). Einige Bits in den Parametern **P-0-4077**, **Feldbus-Steuerwort** und **P-0-4078, Feldbus-Statuswort** sind bei dieser Konfiguration (bzw. Betriebsart) nicht relevant.
- Die Länge des zyklischen Datenkanals ist festgelegt mit:
  - P-0-4082 = 14 Byte
  - P-0-4071 = 6 Byte

Aufbau des Echtzeitkanals Master → Slave

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal** konfigurierten Geschwindigkeitsdaten vom Master zum Antrieb übertragen:

Parameter	Format
P-0-4077, Feldbus: Steuerwort	u16 (1 Wort)
S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert	i32 (2 Worte)

Aufbau des Echtzeitkanals Slave → Master

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal** konfigurierten Daten vom Antrieb zum Master übertragen:

Parameter	Format
P-0-4078, Feldbus: Statuswort	u16 (1 Wort)
S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert	i32 (2 Worte)
S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1	i32 (2 Worte)
S-0-0390, Diagnose Nummer	u32 (2 Worte)

Inhalt und Reihenfolge der Daten im Echtzeitkanal:

Datenrichtung	Wort1	Wort2	Wort3	Wort4	Wort5	Wort6	Wort7
Master -> Slave	P-0-4077	S-0-0036 (H)	S-0-0036 (L)				
Slave -> Master	P-0-4078	S-0-0040 (H)	S-0-0040 (L)	S-0-0051 (H)	S-0-0051 (L)	S-0-0390 (H)	S-0-0390 (L)

Antriebsinterne Interpolation

Merkmale/Einstellungen

- Als Hauptbetriebsart muss "Antriebsinterne Interpolation, Geber 1, schleppfehlerfrei" im Parameter S-0-0032 festgelegt sein (siehe auch "Antriebsinterne Interpolation" im Kapitel "Betriebsarten").
- Über den Feldbus werden zyklisch die Inhalte der Parameter **S-0-0258, Zielposition** und **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit** sowie **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1** und **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert** übertragen.

  → Die Konfiguration von P-0-4081 bzw. P-0-4080 ist entsprechend anzupassen!
- Es gelten die Rexroth-spezifischen Definitionen für das Feldbus-Steuerwort und –Statuswort (siehe auch Abschnitt "Frei konfigurierbarer Modus (Rexroth-Profiltyp)")). Einige Bits in den Parametern **P-0-4077**, **Feldbus-Steuerwort** und **P-0-4078, Feldbus-Statuswort** sind bei dieser Konfiguration (bzw. Betriebsart) nicht relevant.
- Die Länge des zyklischen Datenkanals ist festgelegt mit:
  - P-0-4082 = 14 Byte
  - P-0-4071 = 10 Byte

Hinweis: Zur Nutzung der funktionellen Erweiterung (Umschaltung absolut/relativ) der Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" muss im Listenparameter P-0-4081 anstelle von **S-0-0258, Zielposition** der **S-0-0282, Positionier-Sollwert** konfiguriert werden!

Aufbau des Echtzeitkanals Master → Slave

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal** konfigurierten Positioniersatzdaten vom Master zum Antrieb übertragen:

Parameter	Format
P-0-4077, Feldbus: Steuerwort	u16 (1 Wort)
S-0-0258, Zielposition	i32 (2 Worte)
S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit	i32 (2 Worte)

Aufbau des Echtzeitkanals Slave → Master

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal** konfigurierten Daten vom Antrieb zum Master übertragen:

Parameter	Format
P-0-4078, Feldbus: Statuswort	u16 (1 Wort)
S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1	i32 (2 Worte)
S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert	i32 (2 Worte)
S-0-0390, Diagnose-Nummer	u32 (2 Worte)

Inhalt und Reihenfolge der Daten im Echtzeitkanal:

Datenrichtung	Wort1	Wort2	Wort3	Wort4	Wort5	Wort6	Wort7
Master -> Slave	P-0-4077	S-0-0258 (H)	S-0-0258 (L)	S-0-0259 (H)	S-0-0259 (L)		
Slave -> Master	P-0-4078	S-0-0051 (H)	S-0-0051 (L)	S-0-0040 (H)	S-0-0040 (L)	S-0-0390 (H)	S-0-0390 (L)

Antriebsgeführtes Positionieren

Merkmale/Einstellungen

- Als Hauptbetriebsart muss "Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 1, schleppfehlerfrei" im Parameter S-0-0032 festgelegt sein (siehe auch "Antriebsgeführtes Positionieren" im Kapitel "Betriebsarten").
- Es gelten die Rexroth-spezifischen Definitionen für das Feldbus-Steuerwort und –Statuswort (siehe auch Abschnitt "Frei konfigurierbarer Modus (Rexroth-Profiltyp)").
- Durch Konfiguration des Inhaltes von **S-0-0282**, **Positionier-Sollwert** als zyklischen Sollwert können die Bits 0, 3, 4 in **P-0-4077, Feldbus: Steuerwort** verwendet werden, um zwischen relativer und absoluter Positionierung direkt umzuschalten (funktionskompatibel zur Lagezielvorgabe).
- In dieser Konfiguration wird eine Antriebsfunktionalität erreicht, welche der Lagezielvorgabe von DRIVECOM entspricht (funktionskompatibel).

Aufbau des Echtzeitkanals Master → Slave

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal** konfigurierten Positionierdaten vom Master zum Antrieb übertragen:

Parameter	Format
P-0-4077, Feldbus: Steuerwort	u16 (1 Wort)
S-0-0282, Positionier-Sollwert	i32 (2 Worte)
S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit	i32 (2 Worte)

Aufbau des Echtzeitkanals Slave → Master

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal** konfigurierten Positionierdaten vom Antrieb zum Master übertragen:

Parameter	Format
P-0-4078, Feldbus: Statuswort	u16 (1 Wort)
S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1	i32 (2 Worte)
S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert	i32 (2 Worte)
S-0-0390, Diagnose-Nummer	u32 (2 Worte)

Inhalt und Reihenfolge der Daten im Echtzeitkanal:

Datenrichtung	Wort1	Wort2	Wort3	Wort4	Wort5	Wort6	Wort7
Master -> Slave	P-0-4077	S-0-0282 (H)	S-0-0282 (L)	S-0-0259 (H)	S-0-0259 (L)		
Slave -> Master	P-0-4078	S-0-0051 (H)	S-0-0051 (L)	S-0-0040 (H)	S-0-0040 (L)	S-0-0390 (H)	S-0-0390 (L)

Verwendung des Signal-Steuerwortes und -Statuswortes

Durch Verwendung der Parameter **S-0-0145, Signal-Steuerwort** und **S-0-0144, Signal-Statuswort** besitzt der Anwender die Möglichkeit, sich selbst Steuer- und Statusbits im Antrieb frei zu konfigurieren, die zusätzlich zum Feldbus-Steuerwort und Feldbus-Statuswort über den Feldbus in Echtzeit übertragen werden.

Siehe auch "Konfigurierbares Signal-Steuerwort" und "Konfigurierbares Signal-Statuswort" im Abschnitt "Steuermöglichkeiten/Zusatzfunktionen"

Merkmale

- Durch die Verwendung der Parameter S-0-0144 und S-0-0145 stehen 16 weitere frei konfigurierbare Steuer- und Statusbits zur Verfügung.

- Dadurch ist unter anderem das Starten von Kommandos möglich, die im Parameter **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort** enthalten sind (siehe "Konfigurierbares Signal-Steuerwort").
- Das Auslesen beliebiger Bits in beliebigen Parametern wird ermöglicht (siehe "Konfigurierbares Signal-Statuswort").

Einstellungen

Folgende Einstellungen sind erforderlich:

- Zur Konfiguration der Bitleisten können die Listenparameter S-0-0026 (für **S-0-0144, Signal-Statuswort**) und S-0-0027, S-0-0329 (für **S-0-0145, Signal-Steuerwort**) verwendet werden.
- Zur Nutzung der Funktion ist der Profiltyp "Frei konfigurierbarer Modus" (P-0-4084 = 0xFFFE) auszuwählen.
- Im Parameter **S-0-0032, Hauptbetriebsart** ist z.B. "Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 1, schleppfehlerfrei" einzustellen.
- Die Konfigurationslisten P-0-4080 und P-0-4081 sind wie folgt zu parametrieren:

Aufbau des Echtzeitkanals Slave → Master

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal** konfigurierten Positionierdaten vom Master zum Antrieb übertragen:

Parameter	Format
P-0-4077, Feldbus: Steuerwort	u16 (1 Wort)
S-0-0282, Positionier-Sollwert	i32 (2 Worte)
S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit	i32 (2 Worte)
S-0-0145, Signal-Steuerwort	u16 (1 Wort)

Aufbau des Echtzeitkanals Slave → Master

Im Echtzeitkanal des Feldbusses werden die im Parameter **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal** konfigurierten Positionierdaten vom Antrieb zum Master übertragen:

Parameter	Format
P-0-4078, Feldbus: Statuswort	u16 (1 Wort)
S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1	i32 (2 Worte)
S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert	i32 (2 Worte)
S-0-0390, Diagnose-Nummer	u32 (2 Worte)
S-0-0144, Signal-Statuswort	u16 (1 Wort)

Inhalt und Reihenfolge der Daten im Echtzeitkanal:

Daten-richtung	Wort1	Wort2	Wort3	Wort4	Wort5	Wort6	Wort7	Wort8
Master -> Slave	P-0-4077	S-0-0282 (H)	S-0-0282 (L)	S-0-0259 (H)	S-0-0259 (L)	S-0-0145		
Slave -> Master	P-0-4078	S-0-0051 (H)	S-0-0051 (L)	S-0-0040 (H)	S-0-0040 (L)	S-0-0390 (H)	S-0-0390 (L)	S-0-0144

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-4074, Feldbus: Datenformat"

4.4 SERCOS interface

Kurzbeschreibung

Allgemeine Merkmale

- Zyklischer Datenaustausch von Soll- und Istwerten mit exakter Zeitäquidistanz
- Datenübertragung über Lichtwellenleiter (LWL)
  (außer Umrichter im Motor, dort Kupferleiter)
- Servicekanal für Parametrierung und Diagnose
- Freie Konfiguration der Telegramminhalte
- Synchronisation zwischen Sollwertwirkzeitpunkt und Messzeitpunkt der Istwerte aller an einem Ring befindlichen Antriebe
- Gesamtsynchronisation aller angeschlossenen Antriebe mit der Steuerung

Firmware-spezifische Merkmale

- Zykluszeit: min. 250/500 µs, max. 65 ms
  (Vielfache des Lagetaktes 250 µs bzw. 500 µs einstellbar)
- SERCOS-Kompatibilitätsklasse C
- Übertragungsrate: wahlweise 2, 4, 8 oder 16 MBaud
- Automatische Baudratenerkennung; Anzeige der aktiven Baudrate in einem Parameter
- Einstellbare Sendeleistung über Angabe der Übertragungslänge (Einstellung über Bedienfeld)
- Max. Anzahl der konfigurierbaren Daten im MDT: 32 Byte
- Max. Anzahl der konfigurierbaren Daten im AT: 32 Byte

Hinweis: Die Anzahl der konfigurierbaren Byte im MDT/AT ist abhängig vom Verhältnis Lagetakt (P-0-0556, Bit 2) zur SERCOS-Zykluszeit.

SERCOS-Zykluszeit = Lagetakt → max. Länge 16 Byte

SERCOS-Zykluszeit > Lagetakt → max. Länge 32 Byte

Genaue Informationen sind der SERCOS-Spezifikation zu entnehmen.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0001, NC-Zykluszeit (TNcyc)**
- **S-0-0002, SERCOS-Zykluszeit (TScyc)**
- **S-0-0003, Sende-Reaktionszeit AT (T1min)**
- **S-0-0004, Umschaltzeit Senden-Empfangen (TATMT)**
- **S-0-0005, Mindestzeit Istwerterfassung (T4min)**
- **S-0-0006, Sendezeitpunkt Antriebs-Telegramm (T1)**
- **S-0-0007, Messzeitpunkt Istwerte (T4)**
- **S-0-0008, Zeitpunkt für Sollwert gültig (T3)**
- **S-0-0009, Anfangsadresse im Master-Daten-Telegramm**
- **S-0-0010, Länge Master-Daten-Telegramm**
- **S-0-0014, Schnittstellen-Status**
- **S-0-0015, Telegrammarten-Parameter**
- **S-0-0016, Konfig.-Liste Antriebs-Telegramm**

- S-0-0024, Konfig.-Liste Master-Daten-Telegramm
- S-0-0028, Fehlerzähler MST
- S-0-0029, Fehlerzähler MDT
- S-0-0088, TMTSY Erholzeit Empfangen-Empfangen
- S-0-0089, T2 Sendezeitpunkt MDT
- S-0-0090, TMTSG Kopierzeit Sollwerte
- S-0-0096, Slavekennung (SLKN)
- S-0-0097, Maske Zustandsklasse 2
- S-0-0098, Maske Zustandsklasse 3
- S-0-0134, Master-Steuerwort
- S-0-0135, Antriebs-Status
- S-0-0143, Sercos-Interface Version
- S-0-0185, Länge des konfigurierbaren Datensatzes im AT
- S-0-0186, Länge des konfigurierbaren Datensatzes im MDT
- S-0-0187, Liste der konfigurierbaren Daten im AT
- S-0-0188, Liste der konfigurierbaren Daten im MDT
- S-0-0301, Zuweisung Echtzeitsteuerbit 1
- S-0-0303, Zuweisung Echtzeitsteuerbit 2
- S-0-0305, Zuweisung Echtzeitstatusbit 1
- S-0-0307, Zuweisung Echtzeitstatusbit 2
- S-0-0413, Bit-Zuweisung für Echzeitsteuerbit 1
- S-0-0414, Bit-Zuweisung für Echzeitsteuerbit 2
- S-0-0415, Bit-Zuweisung für Echzeitstatusbit 1
- S-0-0416, Bit-Zuweisung für Echzeitstatusbit 2
- P-0-4027, Übertragungslänge SERCOS interface
- P-0-4029, Diagnose SCSB-Modul
- P-0-4087, Baudrate SERCOS interface

Beteiligte Diagnosen

- C0104 Konfig. Identnummern für MDT nicht konfigurierbar
- C0105 Maximallänge für MDT überschritten
- C0106 Konfig. Identnummern für AT nicht konfigurierbar
- C0107 Maximallänge für AT überschritten
- C0108 Zeitschlitzparameter > Sercos-Zykluszeit
- C0109 Anfangsadresse MDT (S-0-0009) gerade
- C0110 Länge MDT (S-0-0010) ungerade
- C0111 ID9 + Datensatzlänge - 1 > Länge MDT (S-0-0010)
- C0112 TNcyc (S-0-0001) oder TScyc (S-0-0002) fehlerhaft
- C0113 Verhält. TNcyc (S-0-0001) zu TScyc (S-0-0002) Fehler
- C0114 T4 > TScyc (S-0-0002) - T4min (S-0-0005)
- C0115 T2 zu klein
- C0116 T3 (S-0-0008) innerhalb von MDT (S-0-0089 + S-0-0010)
- C0139 T2 (S-0089) + Länge MDT (S-0010) > TScyc (S-0002)
- F4001 Abschaltung zweifacher MST-Ausfall
- F4002 Abschaltung zweifacher MDT-Ausfall
- F4003 Abschaltung ungültige Komm.-Phase
- F4004 Fehler bei Phasenhochschaltung

- **F4005 Fehler bei Phasenrückschaltung**
- **F4006 Phasenumschaltung ohne Bereitmeldung**

Inbetriebnahme der SERCOS-Schnittstelle

Die Inbetriebnahme der Schnittstelle besteht im Wesentlichen aus folgenden Arbeitsschritten:

- Anschluss der Lichtwellenleiter (LWL)
- Einstellung der Antriebsadresse
- Einstellung der Übertragungslänge (Sendeleistung)
- Überprüfen der Verzerrungsanzeigen

X20 TX: optischer Ausgang (Sender)
X21 RX: optischer Eingang (Empfänger)
H20: Verzerrungsanzeige-LED

Abb. 4-20: Führungskommunikation SERCOS interface

Einstellmöglichkeiten des SERCOS Interface

Für Einstellungen oder Anzeige zur Kommunikation über SERCOS interface sind folgende Parameter vorgesehen:

- **P-0-4025, Antriebsadresse der Führungskommunikation**
- **P-0-4027, Übertragungslänge SERCOS interface**
- **P-0-4087, Baudrate SERCOS interface**

Hinweise zur diesen Parametern siehe folgende Abschnitte!

Hinweis: Die Einstellungen müssen vor dem Kommunikationsaufbau über den SERCOS-Ring vorgenommen werden.

Anschluss der Lichtwellenleiter

Die Verbindung zwischen dem Master (Steuerung) und den Antriebsregelgeräten wird mit Lichtwellenleitern (LWL) hergestellt.

Dabei muss eine Ringstruktur nach SERCOS interface (IEC 1491) aufgebaut werden.

Abb. 4-21: Anschluss der Lichtwellenleiter (Beispiel)

Der LWL-Ring beginnt und endet am SERCOS-Master (Steuerung).

Der optische Ausgang des Masters wird mit dem optischen Eingang des ersten Antriebs (X21) verbunden. Dessen optischer Ausgang (X20) wird mit dem Eingang des nächsten Antriebs verbunden usw.

Der Ausgang des letzten Antriebs wird mit dem optischen Eingang des Masters verbunden.

Einstellen der Antriebsadresse

Die Antriebsadresse wird im Parameter **P-0-4025, Antriebsadresse der Führungskommunikation** eingestellt (anstatt wie bisher über Adress-Wahlschalter). Eine in diesem Parameter eingestellte oder geänderte Antriebsadresse wird erst beim nächsten Wechsel der Kommunikations-phase von "0" nach "1" aktiviert.

Die Antriebsadresse ist unabhängig von der Reihenfolge des Anschlusses der Antriebe über die Lichtwellenleiter.

Einstellung der Übertragungslänge (Sendeleistung) des SERCOS interface

Im Parameter **P-0-4027, Übertragungslänge SERCOS interface** wird die Länge des an X20 (TX) angeschlossenen Lichtwellenleiters (LWL) eingetragen.

In Abhängigkeit der eingetragenen LWL-Länge wird die erforderliche optische Sendeleistung der Lichtquelle automatisch eingestellt. Das Regelgerät ordnet die eingegebene Länge in einen von vier Bereichen ein.

Längenbereiche für den angeschlossenen Lichtwellenleiter:

- bis 15 m
- 15 m bis 30 m
- 30 m bis 45 m
- über 45 m und Glasfaser

Übertragungsrate des SERCOS interface

Die Übertragungsrate wird vom Master vorgegeben, vom Antrieb automatisch erkannt, entsprechend eingestellt und im Parameter **P-0-4087, Baudrate SERCOS interface** angezeigt.

Hinweis: Es werden Baudraten von 2, 4, 8 und 16 MBaud unterstützt.

Verwendung der Verzerrungsanzeige "H20"

Überprüfen des optischen Pegels

Nachdem die Antriebsadresse eingestellt wurde, muss überprüft werden, ob an jedem Teilnehmer ein ausreichender optischer Pegel vorhanden ist, d. h. ob der Empfänger nicht unter- oder übersteuert wird. Die Überprüfung des optischen Pegels erfolgt über die Verzerrungsanzeige an der Frontseite der Regelgeräte (LED "H20“).

Im Normalfall ist die Verzerrungsanzeige-LED dunkel.

Zur Überprüfung des optischen Pegels werden, ausgehend vom Senderausgang des Masters (Steuerung), in Signalflussrichtung die Verzerrungsanzeigen aller Antriebe im Ring kontrolliert (siehe Abbildung in Abschnitt "Anschluss der Lichtwellenleiter").

Die Verzerrungsanzeigen sind in "Lichtrichtung" zu prüfen, d. h. als erstes ist der erste Antrieb im Ring zu prüfen. Ist dessen Verzerrungsanzeige dunkel, wird zum nächsten Antrieb übergegangen. Dies wird bis zum letzten Antrieb und dann am Master (Steuerung) durchgeführt.

Hinweis: Die Verzerrungsanzeige darf nicht leuchten oder glimmen!

Eine Verzerrungsanzeige "H20" leuchtet in folgenden Fällen:

- defekter Lichtwellenleiter zum Vorgänger
- nicht unterstützte Übertragungsrate
- falsch eingestellte Übertragungslänge (Sendeleistung)

Vorgehen bei leuchtender Verzerrungsanzeige:

Prüfung des Lichtwellenleiters

Der Lichtwellenleiter mit seinen Verbindern ist vom physikalischen Vorgänger im Ring zum betroffenen Antrieb zu prüfen (s.u.).

Prüfung der Übertragungsrate

Die Übertragungsrate des Masters ist mit den unterstützten Baudraten des Antriebs zu vergleichen.

Prüfung der Übertragungslänge

Am physikalischen Vorgänger des betroffenen Antriebs ist die im Parameter P-0-4027 eingestellte Übertragungslänge (Länge des LWL am optischen Ausgang X20) zu prüfen.

Prüfung der Lichtwellenleiter

Wenn die vorgegebene Übertragungsrate unterstützt wird und die Übertragungslängen korrekt eingestellt sind, aber trotzdem keine Kommunikation zustande kommt, kann der Lichtwellenleiter defekt sein. In diesem Fall wird die Verzerrungsanzeige "H20" leuchten.

Ursache für den Defekt eines Lichtwellenleiters kann mechanische Beschädigung oder schlechte Konfektionierung (Steckermontage, ...) sein.

Ein defekter Lichtwellenleiter kann eventuell dadurch erkennbar sein, dass an seinem Ende kaum Licht austritt oder dass die optische Faser "nach hinten" in den Stecker zurückgezogen wurde (Prüfung des Steckergesichtes). Weitere Prüfungen des Lichtwellenleiters können mit einfachen Mitteln nicht durchgeführt werden.

Defekte Lichtwellenleiter müssen ausgetauscht werden.

Zyklische Datenübertragung

Zur Synchronisierung der Antriebe im Ring wird zu Beginn jedes SERCOS-Zyklus das Master-Synchronisierungstelegramm (MST) gesendet. Es enthält als Information nur die vom Master vorgegebene Kommunikationsphase.

Der Inhalt von Master-Datentelegramm (MDT) und Antriebstelegramm (AT) ist konfigurierbar.

Einmal pro SERCOS-Zykluszeit wird ein für alle Antriebe gemeinsames Master-Datentelegramm von der Steuerung an die Antriebe gesendet. In ihm sind das Master-Steuerwort, der Servicekanal und ein konfigurierbarer Datenblock enthalten. In diesem Datenblock stehen meist Soll- und Grenzwerte, die die Steuerung zum Betrieb der jeweiligen Betriebsart zum Antrieb senden will. Der Inhalt dieses Datenblocks ist durch die Telegrammeinstellung konfigurierbar.

Das Master-Datentelegramm wird von allen Antrieben im Ring gleichzeitig empfangen.

Ebenso wird einmal pro SERCOS-Zykluszeit von jedem Antrieb ein separates Antriebstelegramm zur Steuerung gesendet. In ihm sind das Antriebstatuswort, Ausschnitte des Servicekanals und ein konfigurierbarer Datenblock enthalten. In diesem Datenblock stehen meist Ist- und Statuswerte, welche die Steuerung zum Betrieb der jeweiligen Betriebsart vom Antrieb braucht.

Master-Steuerwort

Das Master-Steuerwort ist Bestandteil des Master-Datentelegramms. Darin sind alle wichtigen Steuerinformationen für den Antrieb enthalten wie z.B.:

- Antrieb-Ein
- Antrieb-Freigabe
- Antrieb-Halt
- Interpolator-Takt
- Soll-Betriebsart
- Echtzeitsteuerbit 1 und 2
- Steuerinformationen für den Servicekanal

Hinweis: Das Master-Steuerwort ist im Parameter S-0-0134 abgebildet. Der exakte Aufbau dieses Parameters ist in der separaten Parameterbeschreibung dargestellt.

Siehe Parameterbeschreibung "S-0-0134, Master-Steuerwort"

Das Master-Steuerwort wird zyklisch mit jedem Master-Datentelegramm im SERCOS-Takt (siehe **S-0-0002, SERCOS-Zykluszeit (TScyc)**) an den Antrieb übertragen. Zu Diagnosezwecken kann das Master-Steuerwort über den Parameter **S-0-0134, Master-Steuerwort** ausgelesen werden.

Reglerfreigabe

Die Aktivierung des Antriebes erfolgt über eine 0-1-Flanke des Reglerfreigabe-Signals. Bei Antriebsreglern mit SERCOS-Schnittstelle, entspricht das Reglerfreigabe-Signal dem Bit 15 im Master-Steuerwort des Master-Datentelegramms.

Damit das Reglerfreigabe-Signal akzeptiert wird, d.h. der Antrieb vom stromlosen in den strombehafteten Zustand schaltet, müssen folgende Bedingungen gegeben sein:

- SERCOS-Schnittstelle betriebsbereit (Kommunikationsphase 4)
- kein Antriebsfehler
- Leistungsteil eingeschaltet

Der Antrieb zeigt in diesem Zustand im Bediendisplay "Ab", die Diagnose über den Parameter S-0-0095 lautet **A0012 Steuer- und Leistungsteil betriebsbereit**.

Erfolgt das Setzen der Reglerfreigabe, so wechselt die Anzeige im Display auf "AF", die Diagnosemeldung zeigt danach die aktivierte Betriebsart an (z.B. **A0101 Antrieb in Geschwindigkeitsregelung**).

Antrieb Halt

Das Signal "Antrieb Halt" ist zustandsgesteuert und nullaktiv; d.h. bei Signal = 0 V befindet sich der Antrieb im Zustand "Antrieb Halt“. Das Eingangssignal wird im Master-Steuerwort Bit 13 abgebildet.

Antriebs-Statuswort

Das Antriebs-Statuswort ist Bestandteil des Antriebstelegramms. Darin sind alle wichtigen Statusinformationen des Antriebs enthalten wie z.B.:

- Betriebsbereitschaft des Steuer- und Leistungsteils
- Antriebsfehler
- Änderungsbits Zustandsklasse 2 und 3
- aktuelle Betriebsart
- Echtzeitstatusbits 1 und 2
- Statusinformationen für Servicekanal

Hinweis: Das Antriebs-Statuswort ist im Parameter S-0-0135 abgebildet. Der exakte Aufbau dieses Parameters ist in der separaten Parameterbeschreibung dargestellt.

Siehe Parameterbeschreibung "S-0-0135, Antriebs-Statuswort"

Das Antriebs-Statuswort wird zyklisch mit jedem Antriebstelegramm im SERCOS-Takt (siehe **S-0-0002, SERCOS-Zykluszeit (TScyc)**) an die Steuerung übertragen. Zu Diagnosezwecken kann das Antriebs-Statuswort über den Parameter **S-0-0135, Antriebs-Status** ausgelesen werden.

Quittierung der Reglerfreigabe

Der Antrieb quittiert die Vorgabe der Reglerfreigabe im Antriebstatuswort des Antriebstelegramms. Dort wechselt Bit 14 und 15 von "10" (Steuer- und Leistungsteil betriebsbereit, momentenfrei) nach "11" (in Betrieb, momentenbehaftet), wenn die Reglerfreigabe aktiviert und akzeptiert wird.

Zwischen Setzen und Quittierung des Setzens der Reglerfreigabe vergeht die Zeit, die der Antrieb benötigt, um seine vollständige Betriebsbereitschaft herzustellen. Beispielsweise dient diese Zeit beim Asynchronmotor dazu, diesen zu magnetisieren.

Beim Abschalten der Reglerfreigabe führt der Antrieb die über **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung** parametrierte Reaktion durch. Auch dort vergeht zwischen Rücksetzen und Quittierung des Rücksetzens eine bestimmte Zeit. Diese ist abhängig von

- der Einstellung des Parameters P-0-0119,
- dem Vorhandensein einer Motorbremse und deren Parametrierung,
- der Geschwindigkeit der Achse zum Zeitpunkt des Rücksetzens der Reglerfreigabe

Abb. 4-22: Quittierung der Reglerfreigabe

Typische Werte für t_{RFEIN} (S-0-0206) sind ca. 8 ms bei Synchronmotoren oder 300 ms bei Asynchronmotoren.

Hinweis: Während der Zeit t_{RFEIN} sollte von der Steuerung der Sollwert so vorgegeben werden, dass sich eine Sollgeschwindigkeit von Null ergibt. Das Lüften einer eventuell vorhandenen Motorhaltebremse erfolgt erst zum Zeitpunkt der Reglerfreigabe-Quittierung (0-1-Flanke von "Quittung Reglerfreigabe")!

Bedarfsdatenübertragung

Bedarfsdaten sind Parameter, die nicht zyklisch, sondern über den Servicekanal übertragen werden.

Der Servicekanal dient somit der Parametrierung und der Diagnose.

Die Übertragung über den Servicekanal erfolgt stückweise in Ausschnitten im MDT und im AT und kann sich pro übertragenes Element über mehrere SERCOS-Zyklen erstrecken.

Schnittstellenfehler und Diagnosemöglichkeiten

Werden im Antrieb Zustände festgestellt, die den ordnungsgemäßen Betrieb der Schnittstelle nicht mehr zulassen oder werden während der Initialisierungsphase fehlerhafte Vorgaben erkannt, so reagiert der Antrieb durch Rückfall in Kommunikationsphase 0. Es werden keine Antriebstelegramme mehr gesendet, der Antrieb führt selbsttätig die programmierte Fehlerreaktion (siehe **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung**) durch und wartet auf eine Neu-Initialisierung des SERCOS-Rings durch den Master.

Mögliche Fehlermeldungen können dabei sein:

- **F4001 Abschaltung zweifacher MST-Ausfall**
- **F4002 Abschaltung zweifacher MDT-Ausfall**
- **F4003 Abschaltung ungültige Komm.-Phase**
- **F4004 Fehler bei Phasenhochschaltung**
- **F4005 Fehler bei Phasenrückschaltung**
- **F4006 Phasenumschaltung ohne Bereitmeldung**

Diagnose des Schnittstellenzustandes

Zur Diagnose über vorhandene Schnittstellenfehler sowie der aktuellen Kommunikationsphase dient der Parameter **S-0-0014, Schnittstellen-Status**.

Fehlerzähler für Telegrammausfälle

Im Antrieb wird jedes empfangene Mastersynchronisierungs- und Masterdatentelegramm überwacht auf Einhaltung

- des korrekten Empfangszeitpunktes,
- der vereinbarten Telegrammlänge und
- der richtigen CRC-Checksumme.

Der Ausfall eines Telegramms wird durch Inkrementieren eines Fehlerzählers registriert. Es existieren dazu die beiden Parameter **S-0-0028, Fehlerzähler MST** und **S-0-0029, Fehlerzähler MDT**.

Der Inhalt des Parameters S-0-0028 wird mit der Umschaltung der Kommunikationsphase 2 nach 3 gelöscht, der Inhalt des Parameters S-0-0029 mit der Umschaltung der Kommunikationsphase 3 nach 4.

Echtzeitsteuerbits und Echtzeitstatusbits

Kurzbeschreibung

In Master-Steuerwort und Antriebs-Statuswort sind jeweils 2 konfigurierbare Echtzeitbits vorhanden. Zur Konfiguration dieser binären Signale gibt es die folgenden Parameter:

- **S-0-0301, Zuweisung Echtzeitsteuerbit 1**
- **S-0-0303, Zuweisung Echtzeitsteuerbit 2**
- **S-0-0305, Zuweisung Echtzeitstatusbit 1**
- **S-0-0307, Zuweisung Echtzeitstatusbit 2**
- **S-0-0398, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Statuswort**

- **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort**
- **S-0-0413, Bit-Zuweisung für Echtzeitsteuerbit 1**
- **S-0-0414, Bit-Zuweisung für Echtzeitsteuerbit 2**
- **S-0-0415, Bit-Zuweisung für Echtzeitstatusbit 1**
- **S-0-0416, Bit-Zuweisung für Echtzeitstatusbit 2**

In diesen Parametern wird angegeben, von welchem Parameter das Bit 0 (LSB) im entsprechenden Echtzeitstatusbit abgebildet und damit zyklisch zum Master gesendet wird bzw. auf welche Parameter die Echtzeit-steuerbits abgebildet werden.

Inbetriebnahmehinweise

Auswahlliste S-0-0399

Es können nur Parameter, die in **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort** enthalten sind, den Parametern S-0-0301 oder S-0-0303 (Zuweisung Echtzeitsteuerbit 1 oder 2) zugewiesen werden.

Hinweis: Die Echtzeitsteuerbits werden in jedem Schnittstellenzyklus zu dem im Parameter **S-0-0008, Zeitpunkt für Sollwert gültig (T3)** festgelegten Zeitpunkt verarbeitet.

Auswahlliste S-0-0398

Es können nur Parameter, die in **S-0-0398, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Statuswort** enthalten sind, den Parametern S-0-0305 oder S-0-0307 (Zuweisung Echtzeitstatusbit 1 oder 2) zugewiesen werden.

Hinweis: Die Echtzeitstatusbits werden in jedem Führungs-kommunikations-Zyklus zu dem im Parameter **S-0-0007, Messzeitpunkt Istwerte (T4)** festgelegten Zeitpunkt zusammengestellt.

4.5 PROFIBUS-DP

Kurzbeschreibung

Übersicht

Die Antriebsregler der IndraDrive-Familie besitzen ein Führungs-kommunikationsmodul mit PROFIBUS-Interface. Über diese Baugruppe können Echtzeitdaten mit einem PROFIBUS-DP-Master ausgetauscht werden.

Die Führungskommunikations-Schnittstelle PROFIBUS-DP ist für folgende konfigurierbare Steuerteile optional verfügbar:

- Einzelachs-BASIC UNIVERSAL (CSB01.1C)
- Einzelachs-ADVANCED (CSH01.1C)
- Doppelachs-BASIC UNIVERSAL (CDB01.1C)

Man unterscheidet folgende Kommunikationskanäle:

- **Zyklischer Datenkanal** (PROFIBUS-DP)
  Der Feldbus stellt Datencontainer zur Verfügung, in denen zyklisch Nutzdaten transportiert werden können. Dieser Bereich wird als zyklischer Datenkanal bezeichnet. Der zyklische Datenkanal wird in aufgeteilt in
  - einen (optionalen) gerätespezifischen **Parameterkanal** zum Lesen und Schreiben von allen Parametern über PROFIBUS-DP,

    Hinweis: Dieser Parameterkanal erfüllt keine "Echtzeit-Eigenschaften"!

  - einen (optionalen) **sicheren**, achsspezifischen **Prozessdatenkanal** (PROFIsafe), der abhängig von Firm- und Hardware die Übertragung von sicherheitsrelevanten Signalen ermöglicht (siehe auch "Antriebsintegrierte Sicherheitstechnik" im Kapitel "Antriebsfunktionen"),
  - einen achsspezifischen **Prozessdatenkanal** (Echtzeitkanal), der fest vereinbarte Informationen enthält, die vom Empfänger direkt interpretiert werden können.
- **Azyklischer Datenkanal** (DPV1-Parameterkommunikation)
  Unterstützt werden:
  - eine Klasse-1-Verbindung
  - zwei Klasse-2-Verbindungen

Abb. 4-23: Übersicht zyklischer Datenkanal

Hinweis: Für den einfacheren Einstieg in die Feldbuskommunikation stellt Bosch Rexroth Funktionsbausteine für verschiedene speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) zur Verfügung. Die dabei angewendeten Prinzipien können leicht auf andere Feldbus-Master übertragen werden.

Die Slave-PROFIBUS-DP-Anschaltung mit Führungskommunikationsmodul PL verfügt über folgende Funktionsmerkmale:

Merkmale

- Unterstützung von **RS485-Schnittstellen nach IEC61158-2**
- Unterstützung aller **Datenraten nach IEC61158-2** bei ausschließlicher Verwendung von PROFIBUS-DP (9,6 kBaud, 19,2 kBaud, 45,45 kBaud, 93,75 kBaud, 187,5 kBaud, 500 kBaud,1,5 MBaud, 3 MBaud, 6 MBaud, 12 Mbaud)
- automatische Baudratenerkennung
- konfigurierbare zyklische Daten bis 10 Parameter (inkl. Feldbus-Steuerwort und Feldbus-Statuswort) in beide Datenrichtungen (max. 40 Byte bzw. 20 Worte)
- zusätzlich optionaler Parameterkanal im zyklischen Kanal mit bis zu 16 Byte (8 Worte)

- Überwachung des zyklischen Datenaustausches (Watchdog-Funktion)
- LED zur Diagnose des PROFIBUS-Interface
- Unterstützte DPV0-Dienste:
  - Slave_Diag (Diagnosedaten lesen)
  - Get_Cfg (Konfigurationsdaten auslesen)
  - Set_Prm (Parametrierungsdaten senden)
  - Chk_Cfg (Konfigurationsdaten überprüfen)
  - Data Exchange (E/A-Daten transferieren)
  - Global Control (Synchronisation)
  - RD_Outp (Ausgangsdaten lesen)
  - RD_Inp (Eingangsdaten lesen)
- Parameterzugriffe mit DPV1-Klasse-1-Diensten
  - DDLM_Initiate (Verbindungsaufbau)
  - DDLM_Read (Azyklischer Lesezugriff)
  - DDLM_Write (Azyklischer Schreibzugriff)
  - DDLM_Abort (Verbindungsabbau)
  - DDLM_Idle (Verbindungsüberwachung)
- Unterstützung von bis zu zwei DPV1-Klasse-2-Verbindungen
- Unterstützte Feldbusprofile:
  - 0xFF82: I/O-Betriebsart mit konfigurierbaren Echtzeitdaten
  - 0xFFFE: Frei konfigurierbarer Betrieb
- Zugriff auf alle Geräteparameter nach PROFIdrive-Spezifikation

Beteiligte Parameter

- **P-0-3290, PROFIsafe: F_Daten_Zieladresse**
- **P-0-4068, Feldbus: Steuerwort IO**
- **P-0-4069, Feldbus: Modul-Diagnose**
- **P-0-4071, Feldbus: Länge zyklischer Sollwert-Datenkanal**
- **P-0-4073, Feldbus: Diagnose**
- **P-0-4074, Feldbus: Datenformat**
- **P-0-4075, Feldbus: Watchdog**
- **P-0-4076, Feldbus: Zykluszeit (Tcyc)**
- **P-0-4077, Feldbus: Steuerwort**
- **P-0-4078, Feldbus: Statuswort**
- **P-0-4079, Feldbus: Baudrate**
- **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal**
- **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal**
- **P-0-4082, Feldbus: Länge zyklischer Istwerte-Datenkanal**
- **P-0-4083, Feldbus: Länge des Parameterkanals**
- **P-0-4084, Feldbus: Profiltyp**

Zusätzlich werden verwendet:

- **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort**
- **S-0-0027, Konfigurations-Liste Signal-Steuerwort**
- **S-0-0144, Signal-Statuswort**
- **S-0-0145, Signal-Steuerwort**

- **S-0-0187, Liste der konfig. Daten im zykl. Istwert-Datenkanal**
- **S-0-0188, Liste der konfig. Daten im zykl. Sollwert-Datenkanal**
- **S-0-0328, Zuweisungsliste Signal-Statuswort**
- **S-0-0329, Zuweisungsliste Signal-Steuerwort**

Beteiligte Diagnosen

- **C0154 Feldbus: IDN für zykl. Sollwerte nicht konfigurierbar**
- **C0155 Feldbus: Länge für zykl. Sollwerte überschritten**
- **C0156 Feldbus: IDN für zykl. Istwerte nicht konfigurierbar**
- **C0157 Feldbus: Länge für zykl. Istwerte überschritten**
- **C0158 Feldbus: Tcyc (P-0-4076) fehlerhaft**
- **C0159 Feldbus: P-0-4077 fehlt bei zykl. Sollwerten**
- **F4009 Busausfall**
- **F4012 Falsche E/A-Länge**

Konfiguration des PROFIBUS-DP-Slave

Gerätestammdatei für IndraDrive

Wie jeder andere PROFIBUS-Slave müssen auch IndraDrive-Regelgeräte im Feldbus-Master konfiguriert werden. Dazu wird die entsprechende Gerätestammdatei "**RX**0107.GSD**" benötigt, die im Projekt eingebunden werden muss ("**" steht für die Versionsnummer der GSD-Datei). Diese GSD-Datei wird bei der Konfiguration des Bus-Masters für jeden Teilnehmer benötigt.

Hinweis: Die Gerätestammdatei (GSD) für IndraDrive-Regelgeräte unterstützt alle Hardware-Varianten und Funktionspaket-Freischaltungen.

IndraDrive-Regelgeräte ordnen ihre Daten vier Modulen (bei Einachs-Geräten) oder sieben Modulen (bei Doppelachs-Geräten) zu, die alle konfiguriert sein müssen:

- Modul 1: Parameterkanal
- Modul 2: F-Modul Achse 0 (optional für PROFIsafe)
- Modul 3: Eingänge Achse 0
- Modul 4: Ausgänge Achse 0
- Modul 5: F-Modul Achse 1 (optional für PROFIsafe; nur bei Doppelachs-Geräten)
- Modul 6: Eingänge Achse 1 (nur bei Doppelachs-Geräten)
- Modul 7: Ausgänge Achse 1 (nur bei Doppelachs-Geräten)

Als Default-Konfiguration ist in der Gerätestammdatei "Input 1 Word" und "Output 1 Word" (Einachs-Gerät) ohne Sicherheitstechnik und ohne Parameterkanal hinterlegt. Diese Default-Konfiguration wird bei Konfiguratoren, die die GSD-Version 03 oder höher unterstützen, automatisch eingestellt. Bei IndraDrive ist diese Einstellung nach dem Urladen aktiv.

In der Gerätestammdatei ist auch die für das IndraDrive-Regelgerät von der PROFIBUS-Nutzer-Organisation (PNO) zugeteilte Ident-Nr. enthalten:

- **Ident.-Nr. 107 hex**

Hinweis: Die Gerätestammdatei wird bei der Installation von IndraWorks D im Verzeichnis "Indramat\DeviceDataSheets" abgelegt.

Modul 1: Parameterkanal

Das Module 1 ist mit "ParamCh" gekennzeichnet und vom Typ Ein-/Ausgangsmodul. Wird kein Parameterkanal benötigt, muss das Modul "ParamCh not used" ausgewählt werden. Für einen Parameterkanal mit der Standardlänge von 5 Worten muss das Modul "ParamCh 5 Words" eingefügt werden.

Hinweis: Die Standardlänge bietet das Optimum zwischen benötigten E/A-Länge und Übertragungsgeschwindigkeit. Sie sollte nach Möglichkeit immer für den Parameterkanal gewählt werden, auch die für IndraDrive erhältlichen Funktionsbausteine verwenden diese Länge.

Der Antrieb erkennt die Konfiguration des Masters automatisch und stellt sich entsprechend ein. Dadurch ist eine Parametrierung durch den Master auch bei falscher Konfiguration der Soll-/Istwerte immer möglich. Dies erlaubt einen Parameter-Download vom Master aus nach Austausch eines Gerätes.

Hinweis: Diese aktive Einstellung wird im Parameter **P-0-4083, Feldbus: Länge des Parameterkanals** in Bytes angezeigt.

Modul 2: F-Modul

Das (optionale) Modul 2 dient der Konfiguration eines sicheren Prozessdatenkanals (bei entsprechender Hardware und Funktionspaket-Freischaltung) und muss bei Nichtnutzung mit dem Leermodul "F-Modul not used" belegt werden.

Modul 3: Eingänge

Im Modul 3 wird die Länge der Eingangsdaten in Worten eingestellt. Die Modulkennung ist "Input". Für den erfolgreichen Datenaustausch muss die eingestellte Länge gleich dem Wert im Parameter **P-0-4082, Feldbus: Länge zyklischer Istwerte-Datenkanal** sein, der die Länge in Bytes angibt.

Hinweis: Stimmt die Konfiguration des Masters nicht mit der des IndraDrive-Regelgerätes überein, generiert der IndraDrive-Antrieb die Fehlermeldung **F4012 Falsche E/A-Länge**.

Modul 4: Ausgänge

Das Modul 4 entspricht dem Modul 3, definiert jedoch die Ausgänge. Die Modulkennung ist "Output". Die eingestellte Länge der Ausgangsdaten muss mit dem Wert des Parameters **P-0-4071, Feldbus: Länge zyklischer Sollwert-Datenkanal** übereinstimmen.

Hinweis: Stimmt die Konfiguration des Masters nicht mit der des IndraDrive-Regelgerätes überein, generiert der IndraDrive-Antrieb die Fehlermeldung **F4012 Falsche E/A-Länge**.

Module 5 bis 7

Die Module 5 bis 7 sind für Doppelachs-Geräte vorgesehen. Bei Einzelachs-Geräten sollten sie mit Leermodulen "F-Modul not used", "Input not used" oder "Output not used" belegt werden.

Konfiguration des Prozessdatenkanals

Standard-Prozessdatenkanal (nicht sicher)

Die zyklischen Daten im Standard-Prozessdatenkanal können durch den Anwender, entsprechend den Prozessanforderungen, frei konfiguriert werden.

Hinweis: Bei den Profiltypen "Frei konfigurierbarer Modus" (P-0-4084 = 0xFFFE) oder "I/O-Modus" (P-0-4084 = 0xFF82) wird eine Default-Konfiguration vorgegeben, die jederzeit durch den Anwender geändert werden kann.

Siehe auch Abschnitt "Profiltypen (bei Feldbus-Schnittstellen)" im gleichen Kapitel

Konfigurationsliste zyklischer Istwert-Datenkanal

Im Parameter **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal** wird die Struktur und damit die Anzahl der Worte und deren Belegung mit Objekten (Indizes) für die Prozess-Eingangsdaten (Slave → Master) abgebildet. Der Master kann diese Konfiguration nutzen, um die einzelnen Echtzeitdaten im Feldbus zu lokalisieren.

Konfigurationsliste zyklischer Sollwert-Datenkanal

Im Parameter **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal** ist die Struktur der Prozess-Ausgangsdaten (Master → Slave) abgebildet. Damit kann über den Parameterkanal die aktuelle Struktur und damit Belegung im Feldbus ausgelesen werden.

Hinweis: Es können bis zu 10 Echtzeitparameter (inkl. Steuer- bzw. Statuswort) am Bus in jede Datenrichtung konfiguriert werden.

PROFIsafe-Prozessdatenkanal (sicher)

Die Konfiguration des sicheren Kanals erfolgt im Master unter Verwendung des Sicherheitsmoduls (F-Modul 2 oder Modul 5). Der Antrieb erkennt die Steuerungskonfiguration beim Hochlauf (→ "CeckConfig") automatisch.

Daraus resultiert, dass auch die einzelnen Module (Modul 2 und Modul 5) bedient werden müssen!

Hinweis: Um den sicheren Kanal im Antrieb nutzen zu können, muss im Parameter **P-0-3290, PROFIsafe: F_Daten_Zieladresse** ein Wert ungleich Null eingestellt werden. Damit wird der sichere Prozessdatenkanal (PROFIsafe) aktiviert und die Sicherheits-Ein-/Ausgänge auf der SI-Optionskarte deaktiviert (außer Eingang für das sichere Referenzieren).

Der sichere Prozessdatenkanal enthält je Übertragungsrichtung 2 Byte Nutzdaten (SI-Steuer- und Stauswort) und 4 Byte Header zur Sicherung der Nutzdaten-Übertragung.

Hinweis: Das Steuerwort kommt invertiert im Parameter **P-0-3212, SI-Signalsteuerwort, Kanal 1** an; das Statuswort entspricht dem Inhalt des Parameters **P-0-3214, SI-Signalstatuswort, Kanal 1**.

Siehe auch Parameterbeschreibung P-0-3212 und P-0-3214

Länge des Prozessdatenkanals (Echtzeitdatenkanal)

Standard-Prozessdatenkanal (nicht sicher)

Innerhalb des zyklischen Kanals werden der Parameterkanal (optional) und der Prozessdatenkanal, in dem die Echtzeitdaten des Antriebsregelgerätes übertragen werden, angeordnet.

Die PROFIBUS-Slave-Anschaltung erlaubt eine flexible Konfiguration des Prozessdatenkanals, wodurch sich die Länge des Prozessdatenkanals entsprechend ändert.

Hinweis: Die aktuell wirksame Länge kann den Parametern **P-0-4082, Feldbus: Länge zyklischer Istwerte-Datenkanal** und **P-0-4071, Feldbus: Länge zyklischer Sollwert-Datenkanal** entnommen werden.

Der Prozessdatenkanal (Echzeit-Datenkanal) kann nur Worte oder Doppelworte, nicht aber Bytes, als Datentypen führen. Die Längenangabe erfolgt jedoch auf Grund der Kompatibilität zu anderen Bussystemen in Byte.

Die Länge des Prozessdatenkanals kann zwischen 1…20 Worten bzw. 2…40 Byte in jeweils beide Richtungen betragen.

Die Länge des Prozessdatenkanals ergibt sich aus dem Inhalt der Konfigurationslisten **P-0-4080, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Istwert-Datenkanal** bzw. **P-0-4081, Feldbus: Konfig.-Liste zyklischer Sollwert-Datenkanal** und kann folgenden Parametern entnommen werden:

- **P-0-4071, Feldbus: Länge zyklischer Sollwert-Datenkanal** (Master → Slave)
- **P-0-4082, Feldbus: Länge zyklischer Istwerte-Datenkanal** (Slave → Master)

Die Einstellung wird aus den Inhalten der Parameter P-0-4080 und P-0-4081 errechnet und mit dem Hochlaufen des Antriebsregelgeräts in den Betriebsmodus wirksam.

Hinweis: Es ist zu beachten, dass eine Längenänderung des Prozessdatenkanals auch eine Änderung der Konfiguration des Masters erfordert. Die eingestellte Länge des Prozessdatenkanals muss daher mit der projektierten Länge im Master übereinstimmen. Falls nicht, wird die Fehlermeldung **F4012 Falsche E/A-Länge** generiert.

PROFIsafe-Prozessdatenkanal (sicher)

Hinweis: Die Länge dieses sicheren Prozessdatenkanals kann nicht geändert werden! Es sind immer 2 Byte für Nutzdaten und 4 Byte Header zur Datensicherung verfügbar.

Zyklische Kommunikation über den Prozessdatenkanal

Kommunikationszykluszeit

Die zyklische Kommunikation über den Prozessdatenkanal erfolgt im sog. Kommunikationszyklus (vgl. **P-0-4076, Feldbus: Zykluszeit (Tcyc)**). Er gibt an, in welchen Zeitabständen die zyklischen Daten übertragen bzw. bearbeitet werden.

Zykluszeiten der Schnittstelle:

- Basic-Ausführung → 1 ms bis 65 ms (in Schritten von 1 ms)
- Advanced-Ausführung → 500 µs bis 65 ms (in Schritten von 500 µs)

Hinweis: Bei Nutzung des sicheren Kanals (PROFIsafe) ist die max. zulässige Zykluszeit auf 1 ms begrenzt!

Achsspezifischer Prozessdatenkanal

Abb. 4-24: Stellung des **nicht sicheren** Prozessdatenkanals im zyklischen Datenkanal

Verarbeitung der zyklischen Daten

Die interne Verarbeitung der Soll- und Istwerte erfolgt synchron zum Regelungstakt. Da jedoch die Kommunikation über PROFIBUS-DP nicht taktsynchron erfolgt, eignet sich diese Führungskommunikation nicht für taktsynchrone Betriebsarten wie "Lageregelung mit zyklischer Sollwert-vorgabe", sondern ist nur für Positionier-Betriebsarten und die Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" geeignet.

Im Antrieb kann nur eine begrenzte Anzahl von zyklischen Daten verarbeitet werden (Basic: 32 Byte; Advanced: 40 Byte).

Hinweis: Die zyklisch übertragenen Sollwerte werden keiner Grenzwertprüfung unterzogen und nicht resident gespeichert.

Konfiguration der zyklischen Daten

Die Konfiguration der zyklischen Daten muss im Parametriermodus erfolgen. Sie ist im Abschnitt "Konfiguration des PROFIBUS-DP-Slave" beschrieben (s.o.).

Sicherer achsspezif. Prozessdatenkanal (PROFIsafe)

Hinweis: Die Nutzung des sicheren Prozessdatenkanals (PROFIsafe) erfordert die Hardware-Option "S1" für Sicherheitstechnik und die entsprechende Firmware-Version (ab MPX-03VRS)!

Abb. 4-25: Stellung des **sicheren** Prozessdatenkanals (PROFIsafe) im zyklischen Datenkanal

Die interne Verarbeitung der Soll- und Istwerte erfolgt synchron zum Regelungstakt. Durch den sicheren Kanal ist es möglich, die integrierten Sicherheitsfunktionen über den Profibus auszuwählen bzw. die entsprechenden Rückmeldungen (Quittierungen) zu übertragen.

Die verfügbaren Sicherheitsfunktionen und Mechanismen werden in der Anwendungsbeschreibung zur integrierten Sicherheitstechnik beschrieben.

Siehe separate Dokumentation "Rexroth IndraDrive: Integrierte Sicherheitstechnik"

Hinweis: Die zyklisch übertragenen, sicheren Sollwerte (2 Byte) werden einer Überprüfung unterzogen (→ sichere Übertragung) und nicht resident gespeichert.

Parameterkanal im zyklischen Kanal (gerätespezifisch)

Abb. 4-26: Stellung des Parameterkanals im zyklischen Datenkanal

Da eine Parametrierung des Antriebes über den Feldbus möglich sein muss, wurde im zyklischen Kanal des IndraDrive-Antriebs ein konfigurierbarer Parameterkanal implementiert, dessen Größe auf 4…16 Byte eingestellt werden kann. Der Parameterkanal besteht aus einem Steuer- bzw. Statuswort und bis maximal 7 Worten für Daten.

Hinweis: Der Parameterkanal steht immer am Anfang des zyklischen Datenkanals. Die Länge des Parameterkanals wird im Master konfiguriert und vom Antrieb in den Parameter **P-0-4083, Feldbus: Länge des Parameterkanals** übernommen.

Aufbau des Parameterkanals:

- Steuerwort: 2 Byte
- Daten: 2 bis 14 Byte

Objektverzeichnis bei PROFIBUS-DP über den Parameterkanal

Bei PROFIBUS-DP ist kein Objektverzeichnis definiert. Der azyklische Zugriff auf Antriebsparameter ist nur über den Parameterkanal möglich.

Um jedoch den azyklischen Parameterzugriff möglichst einfach (ohne SIS-Telegramme) zu gestalten, wurde eine Einführung und Zuordnung von Objekten auf Antriebsparameter durchgeführt.

Der Zugriff auf die Daten eines Objekts erfolgt über:

- Index
- Subindex

Bildungsregel für den Objekt-Index

- Index = 0x2000 + IDN (S-0-XXXX) **S-Parameter**
- Index = 0x3000 + IDN (P-0-XXXX) **P-Parameter**

Bildungsregel für den Objekt-Subindex

Beispiel 1: Zugriff auf Datum von S-0-0051

- Index = 0x2000 + IDN (S-0-0051) = 0x2000 + 51 = 0x2033
- Subindex = 7, da Zugriff auf das Datum erwünscht

Beispiel 2: Zugriff auf Datum von P-0-0051

- Index = 0x3000 + IDN (P-0-0051) = 0x3000 + 51 = 0x3033
- Subindex = 7, da Zugriff auf das Datum erwünscht

Aufbau des Steuerwortes im Parameterkanal

Das Steuerwort wird in Richtung vom Master zum Slave gesendet. Es ist 16 Bit breit und die einzelnen Bits haben folgende Bedeutung:

15	14	13	12	11 … 8	7 … 0
res	G	L	T	FL	GL

res: reserviert (immer 0)
G: keine Grundstellung
L: Lastbit
T: Togglebit
FL: Länge der Anwenderdaten im Fragment (4 Bit)
GL: Länge der noch zu übertragenden Daten inklusive der im aktuellen Fragment (8 Bit)

Abb. 4-27: Aufbau des Steuerwortes im Parameterkanal

Aufbau des Statuswortes im Parameterkanal

Das Statuswort wird in Richtung vom Slave zum Master gesendet. Es ist 16 Bit breit und die einzelnen Bits haben folgende Bedeutung:

15	14	13	12	11 … 8	7 … 0
res	F	L	T	FL	GL

res: reserviert (immer 0)
F: Fehler
L: Lastbit
T: Togglebit
FL: Länge der Anwenderdaten im Fragment (4 Bit)
GL: Länge der noch zu übertragenden Daten inklusive der im aktuellen Fragment (8 Bit)

Abb. 4-28: Aufbau des Statuswortes im Parameterkanal

Zusammensetzung des Parameterkanals

Der Parameterkanal setzt sich zusammen aus:

- Steuer-/Statuswort
- Anwenderdaten

Ohne Berücksichtigung einer Fragmentierung bzw. eines Fehlers setzt sich der Parameterkanal beim **Schreiben eines Parameters** zusammen aus:

	Steuerwort	Index	Subindex	Daten
M → S	2 Byte	2 Byte	2 Byte	max. 80 Byte
	Statuswort			
S → M	2 Byte			

Ohne Berücksichtigung einer Fragmentierung setzt sich der Parameterkanal beim **Lesen eines Parameters** zusammen aus:

	Steuerwort	Index	Subindex	
M → S	2 Byte	2 Byte	2 Byte	
	Statuswort	Daten		
S → M	2 Byte	max. 80 Byte		

Grundstellung

Die Steuerung gibt die Grundstellung vor und der Antrieb antwortet mit der Kennung (2 Bytes) des unterstützten Parameterkanalformats; hier mit 01V00.

	Steuer-/Statuswort						Anwenderdaten							
	Res	G/F	L	T	FL	GL	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
M → S	0	1	1	0/1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
S → M	0	0	1	0/1	2	2	01h	00h	-	-	-	-	-	-

Abb. 4-29: Grundstellung für Parameterkanal

Unfragmentiertes Lesen

Die Steuerung liest das Betriebsdatum des Parameters S-0-0057 aus. Es ist ein Doppelwort, wodurch eine Fragmentierung nicht nötig ist.

Der Wert ist 100.

Parametermapping:

- Index = 2039h
- Subindex = 7h

	Steuer-/Statuswort						Anwenderdaten							
	Res	G/F	L	T	FL	GL	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
M → S	0	1	1	1/0	4	4	20h	39h	00h	07h	-	-	-	-
S → M	0	0	1	1/0	4	4	00h	00h	00h	64h	-	-	-	-

Abb. 4-30: Unfragmentiertes Lesen

Unfragmentiertes Schreiben ohne Fehler

Die Steuerung schreibt ein neues Betriebsdatum in den Parameter S-0-0057. Es ist ein Doppelwort, wodurch eine Fragmentierung nicht nötig ist.

Der Wert ist 200. Der Antrieb gibt eine Quittung zurück, welche die Länge spiegelt.

Parametermapping:

- Index = 2039h
- Subindex = 7h

	Steuer-/Statuswort						Anwenderdaten							
	Res	G/F	L	T	FL	GL	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
M → S	0	1	1	0/1	8	8	20h	39h	00h	07h	00h	00h	00h	C8h
S → M	0	0	1	0/1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Abb. 4-31: Unfragmentiertes Schreiben ohne Fehlermeldung

Unfragmentiertes Schreiben mit Fehlermeldung

Die Steuerung schreibt ein neues Betriebsdatum in den Parameter P-0-0032.

Der Wert ist "8193" und liegt über dem zulässigen Maximum. Der Antrieb gibt eine Fehlermeldung zurück, in diesem Beispiel 7007h.

Parametermapping:

- Index = 3020h
- Subindex = 7h

	Steuer-/Statuswort						Anwenderdaten							
	Res	G/F	L	T	FL	GL	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
M → S	0	1	1	0/1	6	6	30h	20h	00h	07h	20h	01h	-	-
S → M	0	1	1	0/1	2	2	70h	07h	-	-	-	-	-	-

Abb. 4-32: Unfragmentiertes Schreiben mit Fehlermeldung

Fragmentiertes Lesen

Die Steuerung liest das Betriebsdatum des Parameters S-0-0016 aus. Es ist eine Liste von Worten. In folgenden Beispiel enthält sie 40 (28h), 51 (33h), 53 (36h), 84 (54h), 95 (5F), 130 (82h) und 131 (83h). Zuerst wird der Listenzeiger (Subindex 10) auf Null gesetzt.

Parametermapping:

- Index = 2010h
- Subindex = 11h → 17 → 7 Elemente

	Steuer-/Statuswort						**Anwenderdaten**							
	Res	G/F	L	T	FL	GL	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
M → S	0	1	1	1/0	8	8	20h	10h	00h	0Ah	00h	00h	00h	00h
S → M	0	0	1	1/0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
M → S	0	1	1	0/1	4	4	20h	10h	00h	11h	-	-	-	-
S → M	0	0	0	0/1	8	14	00h	28h	00h	33h	00h	36h	00h	54h
M → S	0	1	1	1/0	0	6	-	-	-	-	-	-	-	-
S → M	0	0	1	1/0	6	6	00h	5Fh	00h	82h	00h	83h	-	-

Abb. 4-33: Fragmentiertes Lesen

Fragmentiertes Schreiben

Die Steuerung schreibt Daten in den Parameter P-0-4006. Es ist eine Liste von Doppelworten. In folgenden Beispiel soll sie 100 (64h), 200 (C8h), 300 (12Ch), 400 (190h), 500 (1F4) und 600 (258h) enthalten. Zuerst wird der Listenzeiger (Subindex 10) auf Null gesetzt.

Parametermapping:

- Index = 3FA6h
- Subindex = 10h → 16 → 6 Elemente

Länge: 4 Byte Kopf + (6 * 4 Byte Daten) = 28 Byte

	Steuer-/Statuswort						**Anwenderdaten**							
	Res	G/F	L	T	FL	GL	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
M → S	0	1	1	0/1	8	8	3Fh	A6h	00h	0Ah	00h	00h	00h	00h
S → M	0	0	1	0/1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
M → S	0	1	0	1/0	8	28	3Fh	A6h	00h	10h	00h	00h	00h	64h
S → M	0	0	1	1/0	0	20	-	-	-	-	-	-	-	-
M → S	0	1	0	0/1	8	20	00h	00h	00h	C8h	00h	00h	01h	2Ch
	0	0	1	0/1	0	12	-	-	-	-	-	-	-	-
	0	1	0	1/0	8	12	00h	00h	01h	90h	00h	00h	01h	F4h
	0	0	1	1/0	0	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	0	1	1	0/1	4	4	00h	00h	02h	58h	-	-	-	-
S → M	0	0	1	0/1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Abb. 4-34: Fragmentiertes Schreiben

Anfordern des nächsten Fragments

Für die Anforderung des nächsten Fragments einer fragmentierten Übertragung muss GL mit den empfangenen Daten aus dem Steuer-/ Statuswort berechnet werden:

$$GL_{SENDE} = GL_{EMPFANG} - FL_{EMPFANG}$$

GL: Länge der noch zu übertragenden Daten inklusive der im aktuellen Fragment (8 Bit)

FL: Länge der Anwenderdaten im Fragment (4 Bit)

Abb. 4-35: GL-Berechnung

Azyklischer Parameterzugriff (PROFIdrive über DPV1)

Grundsätzliches

Ab der Firmware-Version MPX-03VRS wird nicht mehr der feldbus-unabhängige Parameterzugriff über DPV1 unterstützt, sondern der Zugriff nach PROFIdrive. Dabei wird Folgendes zugrunde gelegt:

- PROFIdrive → Profile Drive Technology Version 3.1 / Nov. 2002
- PROFIBUS → Profile Order-No. 3.172

Hinweis: Diese Änderung hat keinerlei Auswirkungen auf den Parameterkanal!

Übersicht azyklische Kommunikation

DP-Master Klasse-1

Es wird eine azyklische Kommunikationsbeziehung vom Typ MSAC_C1 zu einem DP-Master Klasse-1 (MSAC_C1) unterstützt. Für diese Kommunikationsbeziehung stehen folgende DP-Dienste zur Verfügung:

- DDLM_Read (MSAC1_Read)
- DDLM_Write (MSAC1_Write)

DP-Master Klasse-2

Es werden maximal zwei azyklische Kommunikationsbeziehungen vom Typ MSAC_C2 zu einem DP-Master Klasse-2 (MSAC_C2) unterstützt. Für diese Kommunikationsbeziehung stehen folgende DP-Dienste zur Verfügung:

- DDLM_Initiate (MSAC2_Initiate)
- DDLM_Abort (MSAC2_Abort)
- DDLM_Read (MSAC2_Read)
- DDLM_Write (MSAC2_Write)

Parameteraustausch über DPV1-Dienste

Der nachfolgend beschriebene Parameteraustausch wird über DPV1-Telegrammrahmen ausgeführt. Dabei wird folgende Sequenz durchlaufen:

Der Zugriff auf die einzelnen Parameter erfolgt mit den Diensten "Parameter anfordern" oder "Parameter ändern".

Parameter anfordern

PROFIdrive-Parameterauftrag über DPV1

Auftrags-Header	Auftragsreferenz 1 bis 255	Auftragskennung 1 = Parameter anfordern
	Achse	Anzahl der Parameter
Parameter-adresse	Attribut	Anzahl der Elemente
	Parameternummer	
	Subindex	

PROFIdrive-Parameterantwort

Antwort-Header	Auftragsref. gespiegelt 1 bis 255	Antwortkennung 1 = Positive Quittung 129 = Negative Quittung
	Achse gespiegelt	Anzahl der Parameter
Parameter-wert(e)	Format	Anzahl der Werte
	Wert(e) oder Fehlerwert	
	...	

Parameter ändern

PROFIdrive-Parameterauftrag über DPV1

Auftrags-Header	Auftragsreferenz 1 bis 255	Auftragskennung 2 = Parameter ändern
	Achse	Anzahl der Parameter
Parameter-adresse	Attribut	Anzahl der Elemente
	Parameternummer	
	Subindex	
Parameter-wert(e)	Format	Anzahl der Werte
	Wert(e)	
	...	

Rexroth
Bosch Group

DPV1-Parameterantwort

Antwort-Header	Auftragsref. gespiegelt 1 bis 255	Antwortkennung 2 = Positive Quittung 130 = Negative Quittung
	Achse gespiegelt	Anzahl der Parameter

Parameteraufbau

Eine Parameterstruktur wird über einen 16-Bit-Index und einen 16-Bit-Subindex zugänglich gemacht.

Jeder Parameter besitzt folgende Attribute:

- "Parameter Value"
- "Parameter Description"
- "Parameter Text"
- "Manufacturer Specific"

Hinweis: Das für den Zugriff gültige Attribut wird im Kopf des Requests angegeben.

Index Der Index entspricht der SERCOS-Identnummer:

SERCOS-IDN	Index (hex)	Index (dez)
S-0-0001 bis S-0-4095	0x0001 bis 0x0FFF	1 bis 4095
S-1-0001 bis S-1-4095	0x1001 bis 0x1FFF	4097 bis 8191
S-2-0001 bis S-2-4095	0x2001 bis 0x2FFF	8193 bis 12287
S-3-0001 bis S-3-4095	0x3001 bis 0x3FFF	12289 bis 16383
S-4-0001 bis S-4-4095	0x4001 bis 0x4FFF	16385 bis 20479
S-5-0001 bis S-5-4095	0x5001 bis 0x5FFF	20481 bis 24575
S-6-0001 bis S-6-4095	0x6001 bis 0x6FFF	24577 bis 28671
S-7-0001 bis S-7-4095	0x7001 bis 0x7FFF	28672 bis 32767
P-0-0001 bis P-0-4095	0x8001 bis 0x8FFF	32769 bis 36863
P-1-0001 bis P-1-4095	0x9001 bis 0x9FFF	36865 bis 40959
P-2-0001 bis P-2-4095	0xA001 bis 0xAFFF	40961 bis 45055
P-3-0001 bis P-3-4095	0xB001 bis 0xBFFF	45057 bis 49151
P-4-0001 bis P-4-4095	0xC001 bis 0xCFFF	49153 bis 53247
P-5-0001 bis P-5-4095	0xD001 bis 0xDFFF	53249 bis 57343
P-6-0001 bis P-6-4095	0xE001 bis 0xEFFF	57345 bis 61439
P-7-0001 bis P-7-4095	0xF001 bis 0xFFFF	61441 bis 65535

Subindex Der Subindex stellt die Elementnummer dar. Die Bedeutung ist abhängig vom Attribut.

Parameter Value (0x10) Im Attribut "Parameter Value" wird auf den Parameterwert zugegriffen. Bei Einzelparametern oder Kommandos existiert nur der Subindex 0. Bei Listen geht der Subindex von 0 bis zu "Listenlänge – 1". Alle Elemente sind vom selben Datentyp.

Parameter Description (0x20)

Die Beschreibung des Parameters über das Attribut "Parameter Description" gliedert sich in verschiedene Elemente, auf die mittels des Subindexes zugegriffen wird:

- **Complete description** (0)
  → komplette Beschreibung (Subindex 1 bis 12, immer mit einer Länge von 46 Bytes)
- **Identifier** (1)
  → 16-Bit-Wert für die grundlegende Beschreibung des Parameters mit folgender Bedeutung der einzelnen Bits (wenn gesetzt):
  - Bit 0 bis 7 Datentyp
  - Bit 8 "Standardiz. Factor" + "Variable Attribut" nicht relevant
  - Bit 9 Parameter schreibgeschützt
  - Bit 10 Parametertext vorhanden
  - Bit 11 reserviert (immer 0)
  - Bit 12 Parameterwert entspricht nicht Default-Wert
  - Bit 13 Parameter nur rücksetzbar, nicht verwendbar
  - Bit 14 Listenparameter
  - Bit 15 reserviert (immer 0)
- **Number of array elements or length of string** (2)
  → 16-Bit-Wert mit Anzahl der Listen-Elemente oder Länge des Strings
  Bei einem String wird jedes Zeichen einem Subindex zugeordnet.
  Einziges Element der Beschreibung, das ggf. änderbar ist!
- **Standardization factor** (3)
  → 32-Bit-Fließkommazahl, mit der man vom Parameterwert die physikalische Größe berechnen kann (Zahl bei IndraDrive in der Regel eine Zehnerpotenz)
- **Variable attribut** (4)
  → zwei 8-Bit-Werte zur Beschreibung der Einheit und deren Präfix
  Der Standardwert ist 0x00FE, da nicht alle bei IndraDrive verwendeten Einheiten abbildbar sind.
- **Reserved** (5)
  → 32-Bit reservierte Daten
- **Name** (6)
  → Name des Parameters mit maximaler Anzahl von 16 Zeichen
  Da die IndraDrive Parameternamen normalerweise länger sind, ist hier die SERCOS-IDN als String hinterlegt (z.B. "S-0-0158").
- **Low limit** (7)
  → minimal möglicher Parameterwert
  Wenn dieser bei IndraDrive nicht existiert, wird die untere Wertebereichsgrenze des Datentyps eingetragen.
- **High limit** (8)
  → maximal möglicher Parameterwert
  Wenn dieser bei IndraDrive nicht existiert, wird die obere Wertebereichsgrenze des Datentyps eingetragen.
- **Reserved** (9)
  → 16-Bit reservierte Daten
- **ID extension** (10)
  → 16-Bit reservierte Daten
- **PZD reference parameter** (11)
  → 16-Bit-Wert mit Nummer des Referenzparameters
  Gibt es keinen Referenzparameter, wird Wert "0" eingetragen.

- **PZD normalization** (12)
  → 16-Bit-Wert mit zusätzlichen Informationen über Normalisierung:
  - Bit 0 bis 5 Normalisierungsbit 0 bis 31
  - Bit 6 bis 14 reserviert
  - Bit 15 Normalisierung gültig

Parameter Text (0x30)

Das Attribut "Parameter Text" wird nicht unterstützt.

Manufacturer Specific (0x80)

Im Attribut "Manufacturer Specific" werden die Informationen hinterlegt, die nicht auf den Standardelementen von PROFIdrive abgebildet werden können:

- **Komplette Struktur** (0)
  → alle Elemente dieser Struktur (insgesamt 84 Bytes)
- **Maximale Anzahl vom Elementen** (1)
  → 32-Bit-Wert mit maximal möglicher Anzahl von Elementen
  Bei Einzelparameter und Kommandos ist dieser Wert immer "1".
- **Parametername** (2)
  → 64-Byte-String mit den Zeichen des Parameternamens
  Ungenutzte Zeichen nach dem Ende des Namens werden mit Null belegt.
- **SERCOS-Attribut** (3)
  → 32 Bit des SERCOS Attributes
- **Einheit** (4)
  → 16-Byte-String mit den Zeichen der Einheit
  Ungenutzte Zeichen nach dem Ende der Einheit werden mit Null belegt.

Fehlercodes

Fehler-Nr.	Bedeutung	Erweiterte Information
0x00	Parameter nicht vorhanden (bisher 0x1001)	0
0x01	Parameter nicht beschreibbar (bisher 0x7004)	Subindex
0x02	Wert außerhalb der Grenzwerte (bisher 0x7006/0x7007)	Subindex
0x03	Subindex nicht vorhanden	Subindex
0x04	Listenzugriff auf einen Einzelparameter	0
0x05	Zugriff mit einem falschen Datentyp (bisher 0x7002/0x7003)	0
0x07	Schreibzugriff auf ein schreib geschütztes Element der Beschreibung	Subindex
0x0B	Zugriff wegen des Betriebszustandes nicht möglich (bisher 0x7005)	0
0x0F	kein Parameter-Text vorhanden	0
0x15	Antwortdaten zu lang für Telegramm	0
0x17	Fehler im Format	0
0x18	Schreiben über Listenende hinaus	0
0x19	Zugriff auf nicht existierende Achse	0
0x65	herstellerspezifischer Fehlercode	SIS-Fehlercode

Datentypen

Datentyp	Code	SERCOS-Typ
Integer 16	0x03	Dezimalzahl mit Vorzeichen [1)]
Integer 32	0x04	Dezimalzahl mit Vorzeichen [1)]
Unsigned 16	0x06	binär, IDN, Dezimalzahl ohne Vorzeichen [1)], hexadezimal, Kommando
Unsigned 32	0x07	Dezimalzahl ohne Vorzeichen [1)], hexadezimal
Floating Point	0x08	
Visible String	0x09	Text
Fehlercode	0x44	

[1)] …abhängig von Bit 16 und 17 des SERCOS-Attributes

Überwachungs- und Diagnosefunktionen

Überwachungen

Watchdog für die zyklische Kommunikation

Die benötigte Zeit der Watchdog-Überwachung wird im Standardfall vom Konfigurationsprogramm des Masters automatisch berechnet und konfiguriert. Sie wird im Parameter **P-0-4075, Feldbus: Watchdog** angezeigt (in ms).

Hinweis: Der Eintrag "0" im Parameter **P-0-4075, Feldbus: Watchdog** bedeutet, dass die Watchdog-Überwachung deaktiviert ist!

F4012 Falsche E/A-Länge

Wird die Fehlermeldung **F4012 Falsche E/A-Länge** erzeugt, befindet sich der Antrieb im PROFIBUS-Zustand "Data_Exchange"; die LED-Anzeige "H30" leuchtet. Der Parameterkanal funktioniert, aber intern werden die Daten des Eingangs- und des Ausgangsmoduls nicht verarbeitet.

Diagnosemöglichkeiten

Die Diagnose des Zustandes der Feldbus-Führungskommunikation eines IndraDrive-Antriebs erfolgt über

- LED-Anzeige "H30" auf der Frontplatte des Regelgerätes

  - und -

- Diagnose-Parameter **P-0-4073, Feldbus: Diagnose**.

Diagnose-LED "H30"

Die LED-Anzeige "H30" leuchtet, wenn der Antrieb sich im PROFIBUS-Zustand "Data_Exchange" befindet. Dies bedeutet, das Echtzeitdaten zwischen IndraDrive-Antrieb und Master ausgetauscht werden.

P-0-4073, Feldbus: Diagnose

Im Parameter **P-0-4073, Feldbus: Diagnose** wird der Zustand der Feldbus-Führungskommunikation im Klartext hinterlegt. Die Inhalte im Parameter P-0-4073 haben folgende Bedeutung:

Text	Bedeutung
"OFFLINE":	Initialisierungswert der Diagnose
"Power-On":	Eine PROFIBUS-DP-Karte wurde als Führungs kommunikation erkannt und die Hardware wird geprüft.
"Baud-Search":	Die Hardware ist in Ordnung; das PROFIBUS-Interface wird überwacht, um die verwendete Baudrate zu erkennen.
"Wait-Prm":	Die Baudrate wurde gefunden, der Antrieb wartet auf ein Parametriertelegramm des Masters, welches seine Identnummer (ist in der Geräte-stammdatei hinterlegt) enthält.
"Wait-Cfg":	Der IndraDrive-Antrieb hat ein gültiges Parametriertelegramm erhalten und erwartet nun das Konfigurationstelegramm, in welchem der Master dem Antrieb mitteilt, welche Module er für die Ein-/Ausgangskonfiguration erwartet.
"Data-Exch WD+":	Der Antrieb hat eine gültige Konfiguration erhalten, er tauscht Echtzeitdaten mit dem Master aus. Die Kommunikation wird von einem Watchdog überwacht.
"Data-Exch WD-":	Der Antrieb hat eine gültige Konfiguration erhalten. Er tauscht Echtzeitdaten mit dem Master aus, ohne dass die Kommunikation von einem Watchdog überwacht wird.

Abb. 4-36: Bedeutung der Einträge im Parameter P-0-4073

Fehlercodes der PROFIBUS-Kommunikation

Parameterkanal-Fehler

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht der möglichen Parameterkanal-Fehlermeldungen und deren Bedeutung:

Fehlercode	Bedeutung
0x0082	Anzahl aller übertragenen Daten ist zu klein, d.h. weniger als 4 Byte
0x0083	Anzahl der noch zu übertragenden Daten ist größer als der interne Puffer
0x0088	Die im Steuerwort angegebene Länge der gültigen Daten ist länger als der Parameterkanal
0x008C	Statuskonflikt; ein neuer Auftrag wurde gesendet obwohl noch Daten abzuholen sind
0x008D	im Steuerwort angegebene Länge der noch zu übertragenden Daten ist falsch

Abb. 4-37: Übersicht Parameterkanal-Fehler

DPV1-Fehler

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht der möglichen DPV1-Fehlermeldungen und deren Bedeutung:

Fehlercode	Bedeutung	Bezeichnung nach DPV1-Norm
0x80 0xA0 0x00	Der Leseauftrag hat eine Länge von mehr als 10 Byte.	DPV1, access, read error
0x80 0xA1 0x00	Der Schreibauftrag hat eine Länge von weniger als 11 Byte.	DPV1, access, write error
0x80 0xA9 0x00	nicht unterstützter DPV1-Dienst	DPV1, application, feature not supported
0x80 0xB0 0x00	Es wird nicht auf Index 47 zugegriffen.	DPV1, access, invalid index
0x80 0xB1 0x00	Es ist kein DPV1–Kopf vorhanden.	DPV1, access, write length error
0x80 0xB2 0x00	Es wird nicht auf Slot 0 zugegriffen.	DPV1, access, invalid slot
0x80 0xB3 0x00	Es darf nur auf den Wert des Objektes zugegriffen werden.	DPV1, access, type conflict
0x80 0xB5 0x00	Noch keinen Parameterauftrag erhalten, deshalb ist die Antwort auch noch nicht vorhanden.	DPV1, access, state conflict
0x80 0xB6 0x00	Der Parameter ist nicht beschreibbar.	DPV1, access, access denied
0x80 0xB8 0x00	Es darf in einem Zugriff nur ein Parameter bearbeitet werden.	DPV1, access, invalid parameter
0x80 0xC0 0x00	Der Auftrag wird noch bearbeitet, der Leseauftrag muss wiederholt werden.	DPV1, resource, read constrain conflict

Abb. 4-38: Übersicht DPV1-Fehler

Rexroth
Bosch Group

Parameterzugriffs-Fehler

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht der möglichen Parameterzugriffs-Fehler und deren Bedeutung; die Fehlerwerte werden im Wort-Format übertragen:

Fehler-Nummer (hex)	Bedeutung
0x1001	IDN nicht vorhanden
0x1009	falscher Zugriff auf Element 1
0x2001	Name nicht vorhanden
0x2004	Name nicht änderbar
0x3004	Attribut nicht änderbar
0x4001	Einheit nicht vorhanden
0x4004	Einheit nicht änderbar
0x5001	Minimal-Wert nicht vorhanden
0x5004	Minimal-Wert nicht änderbar
0x6001	Maximal-Wert nicht vorhanden
0x6004	Maximal-Wert nicht änderbar
0x7002	Datum zu kurz übertragen
0x7003	Datum zu lang übertragen
0x7004	Datum nicht beschreibbar
0x7005	Datum zur Zeit nicht beschreibbar
0x7006	Datum kleiner als Minimalwert
0x7007	Datum größer als Maximalwert
0x7008	IDN wird nicht unterstützt, ungültige Bitnummer oder Bitkombination
0x7009	Datum durch das Kunden-Passwort schreibgeschützt
0x700A	Datum zur Zeit schreibgeschützt, da es zyklisch konfiguriert ist
0x700B	Ungültige indirekte Adressierung (z.B. Datencontainer, Listenhandhabung
0x700C	Datum zur Zeit schreibgeschützt aufgrund anderer Einstellungen (Parameter, BetrArt, RF, …)
0x7010	Kommando bereits aktiv
0x7011	Kommando nicht unterbrechbar
0x7012	Kommando zur Zeit nicht ausführbar (z.B. Kommando in dieser Phase nicht aktivierbar)
0x7013	Kommando nicht ausführbar (ungültige oder falsche Parameter)
0x9001	Input nicht als Anwendung identifizierbar
0x9002	Parameter-Typ-Fehler
0x9003	ungültige Datensatz-Nummer
0x9004	ungültige Datenblock-Nummer
0x9005	Datenelement-Nummer nicht sinnvoll
0x9006	Fehler beim R/W-Flag
0x9007	unsinniges Zeichen im Datum

Abb. 4-39: Übersicht Parameterzugriffs-Fehler

4.6 Parallel-Interface

Kurzbeschreibung

Es besteht die Möglichkeit, IndraDrive-Regelgeräte mit einem Parallel-Interface als Führungskommunikation zu betreiben. Hierfür ist eine Steuerteil-Ausführung mit der Führungskommunikations-Option "Parallel-Interface (PL)" mit 16 digitalen Eingängen und 16 digitalen Ausgängen erforderlich.

Die Führungskommunikations-Schnittstelle mit Parallel-Interface ist für folgende konfigurierbare Steuerteile optional verfügbar:

- Einzelachs-BASIC UNIVERSAL (CSB01.1C)
- Einzelachs-ADVANCED (CSH01.1C)

Merkmale

- freie Konfiguration der insgesamt 16 digitalen Eingänge über die Funktion des Signal-Steuerwortes (siehe S-0-0145)
- freie Konfiguration der insgesamt 16 digitalen Ausgänge über die Funktion des Signal-Statuswortes (siehe S-0-0144)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0026, Konfigurations-Liste Signal-Statuswort**
- **S-0-0027, Konfigurations-Liste Signal-Steuerwort**
- **S-0-0144, Signal-Statuswort**
- **S-0-0145, Signal-Steuerwort**
- **S-0-0328, Zuweisungsliste Signal-Statuswort**
- **S-0-0329, Zuweisungsliste Signal-Steuerwort**
- **S-0-0346, Steuerwort Positionieren**
- **S-0-0398, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Statuswort**
- **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort**
- **S-0-0437, Positionier-Status**
- **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort**
- **P-0-0116, Gerätesteuerung: Steuerwort**
- **P-0-4026, Positioniersatz Auswahl**
- **P-0-4028, Geräte-Steuerwort**
- **P-0-4060, Positioniersatz Steuerwort**
- **P-0-4061, Positioniersatz Statuswort**

Beteiligte Diagnosen

- **F2044 Fehler externe Spannungsversorgung X15**

Funktionsbeschreibung

Ansteuerung

Antriebsfreigabe

Zur Aktivierung des Antriebes ist eine 0-1-Flanke des Signals "Antriebsfreigabe" erforderlich.

Hinweis: Das Signal "Antriebsfreigabe" wird im Parameter **P-0-4028, Geräte-Steuerwort** abgebildet.

Siehe auch "Gerätesteuerung (Zustandsmaschine)" im Abschnitt "Grundfunktionen der Führungskommunikation"

Damit das Freigabe-Signal akzeptiert wird, d.h. der Antrieb vom stromlosen in den strombehafteten Zustand schaltet, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Es darf kein Antriebsfehler vorliegen.
- Der Antrieb muss sich im Betriebsmodus (Phase 4) befinden.
- Die Leistung muss zugeschaltet sein und die Zwischenkreisspannung über der definierten Mindestschwelle liegen.
  Der Antrieb zeigt diesen Zustand am Display des Bedienfeldes mit "Ab" an. Die Antriebsdiagnose im Parameter **S-0-0095, Diagnose** lautet **A0012 Steuer- und Leistungsteil betriebsbereit**.

→ Das Signal "Ready" im Parameter **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort** muss gesetzt sein (P-0-0115 Bit 1 = 1).

Signal "Antrieb Halt"

Erfolgt das Setzen der Antriebsfreigabe und Signal "Antrieb Halt" ist aktiv (P-0-4028, Bit 13 = 0), dann

- wechselt die Anzeige des Bedienfeldes auf "AH" und
- die Antriebsdiagnose lautet danach **A0010 Antrieb Halt** und signalisiert damit die Aktivierung von "Antrieb Halt".

Wird anschließend das Signal "Antrieb Halt" deaktiviert (P-0-4028, Bit 13 = 1), dann

- wechselt die Anzeige des Bedienfeldes auf "AF" und
- die Antriebsdiagnose lautet danach **A0206, A0207, A0210** oder **A0211** (Positioniersatz-Betrieb) und signalisiert damit die Aktivierung der Betriebsart.

Hinweis: Das Signal "Antrieb Halt" ist zustandsgesteuert und nullaktiv; d.h. bei Signal = 0 V befindet sich der Antrieb im Zustand "Antrieb Halt".

Fehler löschen

Eine 0-1-Flanke am Eingang "Fehler löschen" startet das Kommando zum Fehlerlöschen. Das Fehlerlösch-Kommando "C0500 Reset Zustandsklasse 1, Fehler rücksetzen" ist per Default-Einstellung einem digitalen Eingang auf dem Parallel-Interface zugewiesen.

Hinweis: Durch Aktivierung des Fehlerlösch-Kommandos werden alle Antriebsfehler gelöscht!

Konfigurierbare digitale Eingänge

Zykluszeit

Bei IndraDrive-Antrieben wird das Signal-Steuerwort zyklisch gebildet bzw. das E/A-Modul zyklisch bedient:

- Zykluszeit "Advanced" → T = 250 µs
- Zykluszeit "Basic" → T = 500 µs

Hinweis: Die digitalen Eingänge des Parallel-Interface werden auf die des Parameters **S-0-0145, Signal-Steuerwort** abgebildet.

Bitnummer im Signal-Steuerwort	Digitaler Eingang des Parallel-Interface
0	X15 Pin 1
1	X15 Pin 20
2	X15 Pin 2
3	X15 Pin 21
4	X15 Pin 3
5	X15 Pin 22
6	X15 Pin 4
7	X15 Pin 23
8	X15 Pin 5
9	X15 Pin 24
10	X15 Pin 6
11	X15 Pin 25
12	X15 Pin 7
13	X15 Pin 26
14	X15 Pin 8
15	X15 Pin 27

Abb. 4-40: Zuweisung Signal-Steuerwort zu digitalen Eingängen

Siehe auch "Konfigurierbares Signal-Steuerwort" im Kapitel "Führungskommunikation"

Hinweis: Die Steckerbelegung ist in der separaten Dokumentation "Projektierung Steuerteile" im Kapitel "Schnittstellen" beschrieben.

Konfigurierbare digitale Ausgänge

Zykluszeit

Bei IndraDrive-Antrieben wird das Signal-Statuswort zyklisch gebildet bzw. das E/A-Modul zyklisch bedient:

- Zykluszeit "Advanced" → T = 250 µs
- Zykluszeit "Basic" → T = 500 µs

Hinweis: Die Bits des Parameters **S-0-0144, Signal-Statuswort** werden auf die digitalen Ausgänge des Parallel-Interface abgebildet.

Bitnummer im Signal-Statuswort	Digitaler Ausgang des Parallel-Interface
0	X15 Pin 28
1	X15 Pin 10
2	X15 Pin 29
3	X15 Pin 11
4	X15 Pin 12
5	X15 Pin 31
6	X15 Pin 13
7	X15 Pin 32
8	X15 Pin 33
9	X15 Pin 15
10	X15 Pin 34
11	X15 Pin 16
12	X15 Pin 17
13	X15 Pin 36
14	X15 Pin 18
15	X15 Pin 37

Abb. 4-41: Zuweisung Signal-Statuswort zu digitalen Ausgängen

Siehe auch "Konfigurierbares Signal-Statuswort" im Kapitel "Führungskommunikation"

Hinweis: Die Steckerbelegung ist in der separaten Dokumentation "Projektierung Steuerteile" im Kapitel "Schnittstellen" beschrieben.

Inbetriebnahme-/Parametrierhinweise

Positioniersatzbetrieb mit Parallel-Interface

Siehe auch "Positioniersatzbetrieb" im Kapitel "Betriebsarten"

Hinweis: Bei der Gerätekonfiguration "Parallel-Interface (PL)" werden bei Ausführung des Kommandos "Basisparameter laden" das Signal-Steuerwort und das Signal-Statuswort entsprechend konfiguriert.

Positioniersatzauswahl, Startsignal

Mit einer positiven Flanke (0 → 1) am Strobe-Eingang (Bit 0 von **P-0-4060, Positionier-Steuerwort**) wird ein Positioniersatz ausgewählt und gestartet. Die Eingänge für die Positioniersatzauswahl werden auf den Parameter **P-0-4026, Positioniersatz Auswahl** abgebildet.

Satzauswahl-Quittung, "In-Pos"-Meldung

Die Quittung der Satzauswahl im Parameter P-0-4051 erfolgt, sobald der Positioniersatz gestartet ist. Zeitgleich wird die Meldung "In-Pos" aktualisiert.

Tippeingänge

Die Anwahl der Tippeingänge bewirkt ein internes Umschalten auf die Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren". Dabei werden die beiden Tippeingänge im Parameter **S-0-0346, Steuerwort Positionieren** (Bit 1 und Bit 2) abgebildet und somit die Tipprichtung festgelegt.

Hinweis: Die Tippeingänge werden u.a. auch für den Betriebshalt verwendet (Positionierhalt; vgl. S-0-0346).

Fallbeispiele für die Ansteuerung der Tippeingänge

S-0-0346, Steuerwort Positionieren:

- Bit 2, 1 = 01 → Tippen +
- Bit 2, 1 = 10 → Tippen -
- Bit 2, 1 = 11 → Positionierhalt

Bitnummer im Signal-Steuerwort	Konfigurierter Parameter	Funktion/Bedeutung
0	P-0-4026 Bit 0	Positioniersatzauswahl
1	P-0-4026 Bit 1	Positioniersatzauswahl
2	P-0-4026 Bit 2	Positioniersatzauswahl
3	P-0-4026 Bit 3	Positioniersatzauswahl
4	P-0-4026 Bit 4	Positioniersatzauswahl
5	P-0-4026 Bit 5	Positioniersatzauswahl
6	P-0-4060 Bit 0	Übernahme Positioniersatz
7	S-0-0148 Bit 0	Referenzier-Kommando (C0600)
8	S-0-0346 Bit 1	Tippen +
9	S-0-0346 Bit 2	Tippen -
10	P-0-4028 Bit15	Geräte-Steuerwort (AF)
11	P-0-4028 Bit13	Geräte-Steuerwort (AH)
12	S-0-0099 Bit 0	Fehlerlösch-Kommando (C0500)
13	--	nicht belegt
14	--	nicht belegt
15	--	nicht belegt

Abb. 4-42: Default-Konfiguration für Positioniersatzbetrieb über digitale Eingänge

Bitnummer im Signal-Statuswort	Konfigurierter Parameter	Funktion/Bedeutung
0	P-0-0115 Bit 1	Status Gerätesteuerung "Ready"
1	S-0-0059 Bit 0	Positionsschaltpunkt
2	S-0-0403 Bit 0	Status Referenzgeber
3	S-0-0331 Bit 0	$n_{ist} = 0$
4	P-0-4061 Bit 1	Status "Endposition erreicht"
5	P-0-0115 Bit 2	Status Gerätesteuerung "Warnung"
6	S-0-0437 Bit 12	Status "Tippbetrieb aktiv"
7	S-0-0437 Bit 3	Status "Interpolator angehalten"
8	P-0-4051 Bit 0	Positioniersatz Quittung
9	P-0-4051 Bit 1	Positioniersatz Quittung
10	P-0-4051 Bit 2	Positioniersatz Quittung
11	P-0-4051 Bit 3	Positioniersatz Quittung
12	P-0-4051 Bit 4	Positioniersatz Quittung

13	P-0-4051 Bit 5	Positioniersatz Quittung
14	P-0-4051 Bit 6	Positioniersatz Quittung
15	P-0-4051 Bit 7	Positioniersatz Quittung

Abb. 4-43: Default-Konfiguration für Positioniersatzbetrieb über digitale Ausgänge

Betriebsarten-Wechsel über Parallel-Interface

Zum Umschalten der Betriebsarten müssen Bit 8 und 9 des Parameters **P-0-4028, Geräte-Steuerwort** auf die digitalen Eingänge zugewiesen werden. Durch Setzen der Eingänge werden dann die Bits zur Betriebsarten-Auswahl (Hauptbetriebsart und drei Nebenbetriebsarten) gesetzt.

Hauptspindelantrieb mit Analogschnittstelle und Parallel-Interface

Bei Hauptspindelantrieben müssen für den Arbeitszyklus wichtige Betriebszustände an den Master gemeldet werden, damit dieser die Bearbeitung bzw. die Weiterschaltung der Befehlsätze prozessgerecht und betriebssicher ausführen kann.

Durch das Kommando "Spindel positionieren" ist ein Ausrichten der Spindel für den Werkzeugwechsel möglich, ohne dass der Steuerungsmaster die für Spindeln vorwiegend verwendete Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" verlassen muss.

Bei der Führungskommunikation mit Analogschnittstelle müssen die erforderlichen Meldungen dem Master über die digitalen Ausgänge zur Verfügung gestellt werden. Der Start des Kommandos "Spindelpositionieren" muss über einen digitalen Eingang erfolgen. Dazu werden die Kommandoparameter einem digitalen Eingang, die Hauptspindel-Meldungen den digitalen Ausgängen zugewiesen.

Folgende Kommandos sind für Hauptspindelantriebe relevant:

- C0900 Kommando Spindel positionieren (S-0-0152)
- C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren (S-0-0148)

Bitnummer im Signal-Steuerwort	Konfigurierter Parameter	Funktion/Bedeutung
0	--	
1	S-0-0152 Bit 0	Spindelpositionier-Kommando (C0900)
2 … 6	--	
7	S-0-0148 Bit 0	Referenzier-Kommando (C0600)
8, 9	--	
10	P-0-4028 Bit15	Geräte-Steuerwort (AF)
11	P-0-4028 Bit13	Geräte-Steuerwort (AH)
12	S-0-0099 Bit 0	Fehlerlösch-Kommando (C0500)
13 … 15	--	

Abb. 4-44: Beispielkonfiguration für Hauptspindelantrieb über digitale Eingänge

Folgende Meldungen sind für Hauptspindelantriebe relevant:

- Drehzahl erreicht (**S-0-0330, Meldung n_ist = n_soll**)
- Spindel steht (**S-0-0331, Meldung n_ist = 0**)

- Drehzahlschwelle unterschritten (**S-0-0332, Meldung n_ist < nx**)
- In Zielposition bei Spindelpositionieren (**S-0-0336, Meldung In-Position**)
- Drehmomentgrenzwert erreicht (**S-0-0334, Meldung Md >= Mdgrenz**)
- Drehmomentschwelle überschritten (**S-0-0333, Meldung Md >= Mdx**)
- Drehzahlschwelle überschritten (**S-0-0335, Meldung n_soll > n_grenz**)
- Leistungsschwelle überschritten (**S-0-0337, Meldung P >= Px**)

Siehe auch Beschreibung der betreffenden Parameter in der separaten Dokumentation "Rexroth IndraDrive, Parameterbeschreibung"

Bitnummer im Signal-Statuswort	Konfigurierter Parameter	Funktion/Bedeutung
0	P-0-0115 Bit 1	Status Gerätesteuerung "Ready"
1	S-0-0330 Bit 0	n_ist = n_soll
2	S-0-0403 Bit 0	Status Referenzgeber
3	S-0-0331 Bit 0	n_ist = 0
4	S-0-0332 Bit 0	n_ist < nx
5	P-0-0115 Bit 2	Status Gerätesteuerung "Warnung"
6	S-0-0333 Bit 0	Md >= Mdx
7	S-0-0334 Bit 0	Md >= Mdgrenz
8	S-0-0335 Bit 0	n_soll > n_grenz
9	S-0-0336 Bit 0	In-Position
10	S-0-0337 Bit 0	P >= Px
11 … 15	--	

Abb. 4-45: Beispielkonfiguration für Hauptspindel-Meldungen über digitale Ausgänge

Siehe auch Abschnitt "Spindelpositionieren" im Kapitel "Antriebs-funktionen"

Diagnose- und Statusmeldungen

Überwachung der digitalen Ein-/Ausgänge

Beim Parallel-Interface werden verschiedene Fehlerarten an den Ein- und Ausgängen bzw. den Ports überwacht. Folgende Fehlersituationen können dabei erkannt werden:

- Unterspannung der 24V-Versorgung
- Verpolung der Versorgung eines Ports
- Überlastung eines Ausgangs
- Kurzschluss eines Ausgangs

Hinweis: Es gibt nur eine Sammelmeldung **F2044 Fehler externe Spannungsversorgung X15** für die o.g. Fehler zum Parallel-Interface.

4.7 Analog-Interface

Kurzbeschreibung

Übersicht

Neben den digitalen Führungskommunikation-Schnittstellen (SERCOS, PROFIBUS …) bieten die Antriebsregler der IndraDrive-Familie auch eine Schnittstelle für die analoge Führungskommunikation (Analog-Interface). Damit ist es möglich, einen analogen Sollwert einem Antriebsparameter zuzuweisen (z.B. **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert**).

In Verbindung mit der Geberemulation (SSI- oder Inkrementalgeber) kann der Lageregelkreis in einer übergeordneten Steuerung geschlossen werden. Der Antrieb bietet die Möglichkeit, z.B. den Lageistwert für die Auswertung in der Steuerung zu emulieren.

Nachfolgende Grafik zeigt die Gesamtstruktur einer Antriebslösung mit Analog-Interface und Geberemulation.

Abb. 4-46: Regelkreisstruktur (Steuerung mit analoger Sollwertvorgabe und SSI-Emulation)

Hardware-Voraussetzungen

Die Führungskommunikations-Schnittstelle mit Analog-Interface ist für folgende Steuerteile optional verfügbar:

- Einzelachs-ADVANCED (konfigurierbar) (CSH01.1C)
- Einzelachs-BASIC UNIVERSAL (konfigurierbar) (CSB01.1C)
- Einzelachs-BASIC ANALOG (nicht konfigurierbar) (CSB01.1N-AN)

In diesem Kapitel werden vorrangig die Grundfunktionen des Analog-Interfaces beschrieben und Hinweise zur Inbetriebnahme bzw. Parametrierung gegeben. Die verwendeten Einzelfunktionen "Analoge Eingänge" und "Geberemulation" werden in separaten Kapiteln beschrieben.

Siehe auch "Geberemulation" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Siehe auch "Analoge Eingänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Merkmale

Bei dem Analog-Interface handelt es sich um eine Schnittstelle zur Führungskommunikation mit analogen Sollwerten und digitalen E/A (Reglerfreigabe, Antrieb Halt…) mit folgenden Eigenschaften:

- auf Parameter zuweisbare analoge Eingänge (14 Bit) mit einstellbarem Offset und Bewertung (Anzahl ist abhängig von der Steuerteil-Ausführung)
- Abtastraten für die Analogeingänge:
  - Kanal A: Lagereglertakt T_{Lage}
    (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht")
  - Kanal B: T = 2 ms
- Zuweisung der Analogeingänge auf zwei Antriebsparameter (Sollwerte) möglich
- frei konfigurierbare Inkrementalgeber und SSI-Emulation der verschiedenen Positionswerte im Antrieb (Lageistwert, Lagesollwert…) last- oder motorbezogen über Lagewichtung (S-0-0076)
- **Absolutgeber-Emulation:**
  - einstellbarer Bezug über **P-0-0012, C0300 Kommando Absolutmaß setzen**
  - einstellbare, nur binäre Auflösung (Inkr./Motor-Umdr. bzw. mm)
  - Powerfail-Bit vorhanden
- **Inkrementalgeber-Emulation:**
  - Emulation des Referenzimpulses
  - einstellbarer Referenzimpulsoffset; Totzeitkompensation
  - einstellbare Auflösung (Inkr./Motor-Umdr. bzw. mm)
  - maximale Frequenzüberwachung
- Digitale Steuer- und Statusinformationen über Konfiguration der digitalen Eingänge des Steuerteils festgelegt:
  - **Digitale Steuereingänge** für analoge Führungskommunikation:
    - Signale "Antriebsfreigabe" und "Antrieb Halt"
    - Nullschalter, Endschalter (+/-), Fehlerlöschen und E-Stop
  - **Digitale Statusausgänge** für analoge Führungskommunikation:
    - Ready- und Warnungs-Ausgang
    - Relais-Ausgang für Betriebsbereitschaft

Hinweis: Bei dem Steuerteil BASIC ANALOG sind die analogen Eingänge und die Hardware für die Geberemulation bereits auf dem Steuerteil integriert. Für die Steuerteile ADVANCED und BASIC UNIVERSAL sind optionale Erweiterungskarten für analoge E/A (MA1) und Geberemulation (MEM) erforderlich.

Beteiligte Parameter

- **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort**
- **P-0-0116, Gerätesteuerung: Steuerwort**
- **P-0-4028, Geräte-Steuerwort**

Digitale E/A

- **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste**
- **P-0-0301, Digitale E/A, Bitnummern**
- **P-0-0302, Digitale E/A, Richtung**
- **P-0-0303, Digitale E/A, Statusanzeige**
- **P-0-0304, Digitale E/A, Ausgänge**

Geberemulation

- **P-0-0900, Liste der Emulatorsignale**
- **P-0-0901, Auswahl Emulatorsignal**
- **P-0-0902, Emulator-Steuerparameter**
- **P-0-0903, Emulator-Auflösung**
- **P-0-0904, Inkrementalgeber-Emulator Referenzimpuls-Offset**

Analogeingänge

- **P-0-0210, Analogeingang 1**
- **P-0-0212, Analogeingang, Liste der zuweisbaren Parameter**
- **P-0-0213, Analogeingang, Zuweisung A, Ziel-Parameter**
- **P-0-0214, Analogeingang, Zuweisung A, Bewertung [1/10V]**
- **P-0-0215, Analogeingang, Zuweisung A, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0216, Analogeingang, Zuweisung A, Totzone**
- **P-0-0217, Analogeingang 1, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter Abgleich**
- **P-0-0219, Analogeingang, Maximalwert für Abgleich**
- **P-0-0220, C2800 Kommando Abgleich Analogeingang**
- **P-0-0228, Analogeingang 3**
- **P-0-0229, Analogeingang 4**
- **P-0-0232, Analogeingang 3, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0233, Analogeingang 4, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0236, Analogeingang, Zuweisung B, Ziel-Parameter**
- **P-0-0237, Analogeingang, Zuweisung B, Bewertung [1/10V]**
- **P-0-0238, Analogeingang, Zuweisung B, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0239, Analogeingang, Zuweisung B, Totzone**
- **P-0-3901 Abgleichwerte Steuerteil**
- **P-0-3904 Abgleichwerte Interface Analog E/A**

Funktionsbeschreibung

Ansteuerung

Die Ansteuerung des Antriebs erfolgt beim Analog-Interface über die digitalen Eingänge des Steuerteiles. Über den Listenparameter **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste** werden Parameter-Identnummern den Pins des Steckers X31, X32, X33 und X11 auf dem Steuerteil zugewiesen. Abhängig von der Steuerteil-Ausführung gibt es eine Default-Zuweisung von Identnummern zu den Pins dieser Klemmleisten Die vorgegebene Default-Zuweisung kann den anwendungsspezifischen Erfordernissen entsprechend verändert werden.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste"

Hinweis: Bei Verwendung eines ADVANCED-Steuerteils mit Analog-Interface ist die manuelle Konfiguration der digitalen E/A grundsätzlich erforderlich.

Siehe auch Abschnitt "Schnittstellen" in der Dokumentation "Projektierung Steuerteile"

Antriebsfreigabe

Zur Aktivierung des Antriebes ist eine 0-1-Flanke des Signals "Antriebsfreigabe" erforderlich (Steckerbelegung siehe Abschnitt "Schnittstellen" in der Dokumentation "Projektierung Steuerteile").

Hinweis: Das Signal "Antriebsfreigabe" wird in den Parametern **P-0-4028, Geräte-Steuerwort** und **P-0-0116, Gerätesteuerung: Steuerwort** abgebildet.

Siehe auch "Gerätesteuerung (Zustandsmaschine)" im Abschnitt "Grundfunktionen der Führungskommunikation"

Damit das Freigabe-Signal akzeptiert wird, d.h. der Antrieb vom stromlosen in den strombehafteten Zustand schaltet, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Es darf kein Antriebsfehler vorliegen.
- Der Antrieb muss sich im Betriebsmodus (Phase 4) befinden.
- Die Leistung muss zugeschaltet sein und die Zwischenkreisspannung über der definierten Mindestschwelle liegen.
  Der Antrieb zeigt diesen Zustand am Display des Bedienfeldes mit "Ab" an. Die Antriebsdiagnose im Parameter **S-0-0095, Diagnose** lautet **A0012 Steuer- und Leistungsteil betriebsbereit**.

Signal "Antrieb Halt"

Erfolgt das Setzen der Antriebsfreigabe und Signal "Antrieb Halt" ist aktiv (P-0-4028 bzw. P-0-0116, Bit 13 = 0), dann

- wechselt die Anzeige des Bedienfeldes auf "AH" und
- die Antriebsdiagnose lautet danach **A0010 Antrieb Halt** und signalisiert damit die Aktivierung von "Antrieb Halt".

Wird anschließend das Signal "Antrieb Halt" deaktiviert (P-0-4028 bzw. P-0-0116, Bit 13 = 1), dann

- wechselt die Anzeige des Bedienfeldes auf "AF" und
- die Antriebsdiagnose ist abhängig von der aktivierten Betriebsart (siehe Diagnosebeschreibung).

Hinweis: Das Signal "Antrieb Halt" ist zustandsgesteuert und nullaktiv; d.h. bei Signal = 0 V befindet sich der Antrieb im Zustand "Antrieb Halt".

Fehler löschen

Eine 0-1-Flanke am Eingang "Fehler löschen" startet das Fehlerlösch-Kommando. Dazu muss das Kommando C0500 einem digitalen Eingang zugewiesen werden:

- Parameter **S-0-0099, C0500 Reset Zustandsklasse 1** in **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste** konfigurieren
- im Parameter **P-0-0301, Digitale E/A, Bitnummern** für das Element von S-0-0099 Bit 0 einstellen
- im Parameter **P-0-0302, Digitale E/A, Richtung** die Datenrichtung für das Element von S-0-0099 auf Eingang (Wert "0") stellen

Siehe auch "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Hinweis: Durch Aktivierung des Fehlerlösch-Kommandos werden alle Antriebsfehler gelöscht!

Analoge Sollwertvorgabe

Die je nach Steuerteil unterschiedliche Anzahl von analogen Eingängen wird zur Vorgabe des analogen Sollwertes verwendet.

Bei IndraDrive-Antrieben werden die Analogeingänge zyklisch abgetastet und ausgewertet:

- Zuweisungskanal A arbeitet im Lagereglertakt (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht")
- Zuweisungskanal B arbeitet im 2-ms-Takt

Siehe "Analoge Eingänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Emulation des Positionswertes

Um über den Master den Lageregelkreis schließen zu können ist es erforderlich, die Achsposition an den Master zu übertragen. Dies erfolgt mittels der Geberemulation (inkremental oder SSI).

Siehe "Geberemulation" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Inbetriebnahme-/Parametrierhinweise

Geberemulation

Die bei IndraDrive-Antrieben verfügbare Geberemulation ist trotz der hohen Funktionalität und Performance mit systematischen Einschränkungen verbunden.

Siehe "Geberemulation" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Hinweis: Wenn der übergeordnete Master und der Antrieb nicht synchronisiert sind, kann es aufgrund der unterschiedlichen Taktraten zu Schwebungseffekten bei der Abtastung kommen. Daher empfiehlt Bosch Rexroth, das Analog-Interface nicht in High-End-Anwendungen einzusetzen, sondern in diesen Fällen auf digitale Schnittstellen, wie z.B. SERCOS interface, zuzugreifen.

Analogeingänge

Für die Vorgabe des zyklischen Sollwertes sollte vorrangig der Zuweisungskanal A verwendet werden, da dieser die höhere Abtastrate gegenüber Zuweisungskanal B hat.

Die bei IndraDrive-Antrieben verfügbaren Analogeingänge unterliegen trotz der hohen Funktionalität und Performance bestimmten Einschränkungen. Diese werden im Abschnitt "Analoge Eingänge" näher erläutert.

Siehe auch "Analoge Eingänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Hinweis: Wenn die Antriebe mit analoger Sollwertvorgabe nicht synchronisiert sind, kann es trotz des 8-fachen Oversamplings zu Schwebungseffekten bei der Abtastung kommen. Daher empfiehlt Bosch Rexroth, das Analog-Interface nicht in High-End-Anwendungen einzusetzen, sondern in diesen Fällen auf digitale Schnittstellen, wie z.B. SERCOS interface, zuzugreifen.

Hauptspindelantrieb mit Analog- und Parallel-Interface

Bei Hauptspindelantrieben müssen für den Arbeitszyklus wichtige Betriebszustände an den Master gemeldet werden, damit dieser die Bearbeitung bzw. die Weiterschaltung der Befehlsätze prozessgerecht und betriebssicher ausführen kann.

Durch das Kommando "Spindelpositionieren" ist ein Ausrichten der Spindel für den Werkzeugwechsel möglich, ohne dass der Master die für Spindeln vorwiegend verwendete Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" verlassen muss.

Bei der Führungskommunikation mit Analog-Interface müssen die erforderlichen Meldungen dem Master über die digitalen Ausgänge zur Verfügung gestellt werden. Der Start des Kommandos "Spindelpositionieren" muss über einen digitalen Eingang erfolgen. Dazu werden die Hauptspindel-Meldungen den digitalen Ausgängen, der Kommandoparameter einem digitalen Eingang zugewiesen.

Meldungen

Folgende Meldungen sind für Hauptspindelantriebe relevant:

- Drehzahl erreicht (**S-0-0330, Meldung n_ist = n_soll**)
- Spindel steht (**S-0-0331, Meldung n_ist = 0**)
- Drehzahlschwelle unterschritten (**S-0-0332, Meldung n_ist < nx**)
- In Zielposition bei Spindelpositionieren (**S-0-0336, Meldung In-Position**)
- Drehmomentgrenzwert erreicht (**S-0-0334, Meldung Md >= Mdgrenz**)
- Drehmomentschwelle überschritten (**S-0-0333, Meldung Md >= Mdx**)
- Drehzahlschwelle überschritten (**S-0-0335, Meldung n_soll > n_grenz**)
- Leistungsschwelle überschritten (**S-0-0337, Meldung P >= Px**)

Siehe auch Beschreibung der betreffenden Parameter in der separaten Dokumentation "Parameterbeschreibung"

Bit im Signal-Statuswort	Konfigurierter Parameter	Konfiguriertes Bit im Parameter	Funktion/ Bedeutung
1	S-0-0330	0	n_ist = n_soll
2	S-0-0331	0	n_ist = 0
3	S-0-0332	0	n_ist < nx
4	S-0-0333	0	Md >= Mdx
5	S-0-0334	0	Md >= Mdgrenz
6	S-0-0335	0	n_soll > n_grenz
7	S-0-0336	0	In_Position
8	S-0-0337	0	P >= Px
9	--	--	

10	--	--	
11	--	--	
12	--	--	
13	--	--	
14	--	--	
15	--	--	

Abb. 4-47: Beispielkonfiguration für Hauptspindel-Meldungen über digitale Ausgänge

Kommando

Folgendes Kommando ist für Hauptspindelantriebe relevant:

- **C0900 Kommando Spindel positionieren** (S-0-0152)

Bit im Signal-Statuswort	Konfigurierter Parameter	Konfiguriert. Bit im Parameter	Funktion/ Bedeutung
1	S-0-0152	0	Spindelpositionieren
2	--	--	
…	…	…	
15	--	--	

Abb. 4-48: Beispielkonfiguration für Hauptspindel-Kommando über digitale Eingänge

Siehe auch "Spindelpositionieren" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Diagnose- und Statusmeldungen

Information über den allgemeinen Antriebszustand

Im Parameter **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort** werden alle wichtigen Statusbits der Zustandsmaschine des Antriebs abgebildet. Das Auslesen und die Interpretation des P-0-0115 liefert somit Informationen über den aktuellen Zustand, in dem sich der Antrieb befindet.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort"

Status der digit. Ein-/Ausgänge und analogen Eingänge

Alle digitalen und analogen Eingangswerte können auch schon vor der Zuweisung auf die internen Antriebsparameter über Parameter ausgelesen werden. Hierbei gilt:

- Digitale Ein-/Ausgänge der Steuerbaugruppe werden im Parameter P-0-0303 abgebildet
- Analoge Eingangswerte werden in folgenden Parametern angezeigt:
  - **P-0-0210, Analogeingang 1**
  - **P-0-0228, Analogeingang 3**
  - **P-0-0229, Analogeingang 4**

Siehe auch im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen":

- Abschnitt "Digitale Ein-/Ausgänge: Diagnosen und Statusmeldungen"
- Abschnitt "Analoge Eingänge: Diagnosen und Statusmeldungen"
- Abschnitt "Geberemulation: Diagnose- und Statusmeldungen"

5 Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme

5.1 Allgemeines zum Betrieb von Motoren mit IndraDrive

Grundlegende Angaben zu den ansteuerbaren Motoren

Kurzbeschreibung

Mit den Regelgeräten der Antriebsfamilie IndraDrive können sowohl Synchronmotoren als auch Asynchronmotoren angesteuert werden.

Bauarten

Folgende Bauarten sind möglich:

- Rotative Motoren
- Linearmotoren

Beide sind in Gehäuseausführung (Motor mit eigengelagerter Abtriebswelle) oder in Bausatzausführung (Ständer und Läufer als Einzelkomponenten) einsetzbar.

Thermische Überwachung

Mit dem Einsatz von IndraDrive sind die angesteuerten Motoren vor thermischer Beschädigung geschützt, wenn sie mit einem ans Regelgerät angeschlossenen Temperatursensor versehen sind. Die Regelgeräte sind für die Auswertung folgender Temperatursensoren vorbereitet:

- Heißleiter K227 (Hersteller: Siemens)
- Kaltleiter KTY84 (Hersteller: Siemens)
- Thermokontakt und Thermoschalter SNM150DK (Hersteller: Fa. Thermik)

Darüber hinaus können auch hier nicht aufgelistete Temperatursensoren ausgewertet werden, wobei jedoch deren spezifische Widerstandskennlinie manuell eingegeben werden muss!

Motorhaltebremsen

Mit IndraDrive können auch mechanisch mit dem Motor verbundene Haltebremsen angesteuert und überwacht werden:

- Elektrisch lösende Bremsen (selbsthaltend)
- Elektrisch klemmende Bremsen (selbstlösend)

Anpassung Motor/Regelgerät

Die IndraDrive-Regelgeräte werden durch Bereitstellung oder Eingabe der motorspezifischen Daten an den anzusteuernden Motor angepasst.

- Bei Rexroth-Motoren ist dies problemlos möglich, da herstellerseitig für jeden Motortyp ein spezifischer Datensatz zur Anpassung vorhanden ist. Die Daten werden als Parameterwerte vom Hersteller dokumentiert und in motorspezifischen Parametern gespeichert und bereitgestellt.
- Bei Motoren von Fremdherstellern muss zunächst anhand der Motordaten und der Daten des evtl. vorhandenen Motorgebers die grundsätzliche Eignung für den Betrieb mit IndraDrive geprüft werden. Die Werte der Parameter zur Anpassung des Regelgeräts müssen für jeden Motor spezifisch ermittelt werden.

Hinweis: Rexroth-Motoren garantieren durch bereitgestellte motorspezifische Parameterwerte und optimal abgestimmte Temperaturauswertung einfachste Inbetriebnahme, volle Abtriebsleistung und hohe Betriebssicherheit!

Beteiligte Parameter

Motorparameter:

- **S-0-0109, Spitzenstrom Motor**
- **S-0-0111, Stillstandsstrom Motor**
- **S-0-0113, Maximal-Geschwindigkeit des Motors**
- **S-0-0141, Motor-Typ**
- **P-0-0018, Polpaarzahl/Polpaarweite**
- **P-0-0051, Drehmoment/Kraft-Konstante**
- **P-0-0510, Rotor-Trägheitsmoment**
- **P-0-0640, Kühlart**
- **P-0-4014, Motorart**
- **P-0-4048, Motor-Wicklungs-Widerstand**

Asynchronmotor-Parameter:

- **P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor**
- **P-0-4004, Magnetisierungsstrom**

Feldschwächbereichs-Parameter:

- **P-0-0533, Feldregler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0534, Feldregler Nachstellzeit**
- **P-0-0535, Motorleerlaufspannung**
- **P-0-0536, Motormaximalspannung**

Weitere motorrelevante Parameter

Im Zusammenhang mit dem Motor sind weitere Parameter wichtig:

- Mess-System-Parameter
- Motorhaltebremsen-Parameter
- Temperatursensor-Parameter
- Default-Regelkreisparameter

Hardwareangaben

Der elektrische Anschluss der Motoren an das Regelgerät ist den Projektierungsdokumentationen der IndraDrive-Regelgeräte zu entnehmen. Bei Verwendung von Rexroth-Motoren befindet sich ein kompletter Anschlussplan in der jeweiligen Projektierungsdokumentation.

Motortemperaturüberwachung

Kurzbeschreibung

Siehe oben "Grundlegende Angaben zu den ansteuerbaren Motoren"

Beteiligte Parameter

- **S-0-0201, Motor-Warntemperatur**
- **S-0-0204, Motor-Abschalttemperatur**
- **S-0-0383, Motor-Temperatur**
- **P-0-0512, Temperatursensor**
- **P-0-0513, Temperatursensor-Kennlinie**

Beteiligte Diagnosen

- **E2051 Motor Übertemp.-Vorwarnung**
- **F2019 Motor-Übertemperatur-Abschaltung**
- **F2021 Motor-Temp.überwachung defekt**

Funktionsbeschreibung

Motoren können vom Regelgerät thermisch überwacht und dadurch vor Beschädigung durch Überlastung geschützt werden.

Voraussetzungen dafür sind:

- Motor besitzt eingebauten Temperatursensor
- motorspezifische Parameterwerte im firmwareseitigen Motor-temperaturmodell sind aktiv
- Umgebungstemperatur ist im erlaubten Bereich

Der Schutz des Motors vor thermischer Überlastung geschieht durch

- Überwachung der Motortemperatur durch Sensor

  - und -

- Begrenzung des Motorstromes über ein Temperaturmodell.

Die Überwachung der Motortemperatur durch Sensor ist der zuverlässigste Schutz vor unzulässiger Motorerwärmung. Die Begrenzung des Motorstroms über das Temperaturmodell unterstellt thermische Rahmenbedingungen, die in Realität im "Störungsfall" nicht garantiert sind!

Hinweis: Die Begrenzung des Motorstromes über das Temperatur-modell ist im Abschnitt "Strom- und Momentenbegrenzung (Closed-Loop)" im Kapitel "Antriebsregelung" beschrieben.

Zur Überwachung der Motortemperatur durch Sensor wird dem Regelgerät der Typ des Temperatursensors über den Parameter **P-0-0512, Temperatursensor** mitgeteilt. Die Typen von Standard-sensoren werden über eine Kennzahl charakterisiert, der eine in der Firmware hinterlegte Kennlinie zugeordnet ist.

Die gemessene Motortemperatur wird auf folgende Schwellenwerte hin überwacht:

- Motor-Warntemperatur (S-0-0201)
- Motor-Abschalttemperatur (S-0-0204)

Die Schwellenwerte sind in die betreffenden Parameter einzutragen, abhängig von den thermisch begrenzenden Material- bzw. Konstruktionseigenschaften. Thermisch begrenzende Eigenschaften können sein:

- Isolationsklasse des Motors
- Art und Konstruktion der Lagerung
- zulässiger Wärmeeintrag in die Maschinenkonstruktion, etc.

Falls der Temperatursensor nicht angeschlossen ist, wird dies von der Motortemperaturüberwachung ebenfalls erkannt.

Die Motortemperaturüberwachung hat folgende Zustände:

Thermischer Zustand	Motortemperatur...	Meldung und Reaktion
Thermisch nicht erlaubter Bereich, Temperatursensor möglicherweise nicht angeschlossen.	... für 30 s ≤ -20°C	Fehler: **F2021 Motor-Temp.überwachung defekt** Reaktion: Motor wird unverzüglich stillgesetzt (Fehlerreaktion) und abgeschaltet!
Thermisch erlaubter Bereich	... < Wert von S-0-0201	Keine spezielle Meldung oder Reaktion!
Thermisch erlaubter Bereich aber Warntemperatur überschritten, da die Temperatur einen Mindestabstand zur oberen Grenze unterschritten hat.	... ≥ Wert von S-0-0201	Warnung: **E2051 Motor-Übertemp.-Vorwarnung** Reaktion: Keine spezielle Reaktion!
Obere Grenze des thermisch erlaubten Bereichs erreicht!	... ≥ Wert von S-0-0204	Fehler: **F2019 Motor-Übertemperatur-Abschaltung** Reaktion: Motor wird unverzüglich stillgesetzt (Fehlerreaktion) und abgeschaltet!

Abb. 5-1: Zustände der thermischem Motorüberwachung

Die aktuelle Motortemperatur kann über den Wert des Parameters **S-0-0383, Motor-Temperatur** abgefragt werden.

Rexroth-Motoren

Rexroth-Motoren sind mit Standard-Sensortypen ausgerüstet. Der betreffende Parameterwert für den Temperatursensor sowie für die Motor-Abschalttemperatur werden beim Laden der Motorparameter automatisch richtig gesetzt!

Hinweis: Bei Motoren MHD, MKD, LSF, MBS und MKE kann die Motortemperatur in ca. 80% des erlaubten Temperaturbereichs nur sehr ungenau erfasst werden. Die Abschaltung erfolgt durch sprunghafte Widerstandszunahme des Sensors bei Maximaltemperatur des Motors!
Die Melde- und die Abschaltschwelle sind fest vorgegeben und können über die Parameter S-0-0201 und S-0-0204 **nicht** eingestellt werden!

Motoren von Fremdherstellern

Bei Motoren von Fremdherstellern können Temperatursensoren eingebaut sein, die nicht den Standard-Sensortypen entsprechen. Dies wird dem Regelgerät über den Parameter **P-0-0512, Temperatursensor** mitgeteilt. Die betreffende Widerstands-Temperaturkennlinie ist dann als Wertetabelle in den Parameter **P-0-0513, Temperatursensor-Kennlinie** manuell einzugeben.

Fremdmotoren ohne eingebauten Temperatursensor können auch mit IndraDrive-Regelgeräten betrieben werden, sie sind jedoch nur durch das firmwareseitige Motortemperaturmodell vor thermischer Überlastung geschützt! Die Temperaturüberwachung muss im genannten Fall ausgeschaltet werden, da sonst das Regelgerät den Anschluss eines Temperatursensors fordert.

Siehe auch "Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten" im gleichen Kapitel

Inbetriebnahmehinweise

Relevante Parameter

Bei folgenden Parametern ist bei der Inbetriebnahme der Defaultwert durch einen angepassten Wert zu ersetzen.

Rexroth-Motoren mit Temperatursensor-Kennzahl "1" (MHD-, MKD-, LSF-, MBS-Motoren) oder "4" (MKE-Motoren):

→ Keine den Temperatursensor betreffenden Parameter-Einstellungen erforderlich!

Rexroth-Motoren mit Temperatursensor-Kennzahl "2", "3" oder "5" (2AD-, ADF-, 1MB-, MAD-, MAF- oder SF-Motoren):

- **S-0-0201, Motor-Warntemperatur**

Motoren von Fremdherstellern mit Temperatursensor-Kennzahl "2", "3" oder "5":

- **S-0-0201, Motor-Warntemperatur**
- **S-0-0204, Motor-Abschalttemperatur**
- **P-0-0512, Temperatursensor**

Motoren von Fremdherstellern mit Temperatursensor-Kennzahl "100":

- **S-0-0201, Motor-Warntemperatur**
- **S-0-0204, Motor-Abschalttemperatur**
- **P-0-0512, Temperatursensor**
- **P-0-0513, Temperatursensor-Kennlinie**

Hinweis: Der Wert im Parameter S-0-0201 muss kleiner als der Wert von S-0-0204 sein!

Aktivierung der Funktion

Die Motortemperaturüberwachung muss nicht eigens aktiviert werden. Es sind lediglich die entsprechenden Werte in die betreffenden Parameter einzutragen.

Folgende Diagnosen sind bei Aktivierung der Funktion möglich:

- **E2051 Motor Übertemp.-Vorwarnung**
- **F2019 Motor-Übertemperatur-Abschaltung**
- **F2021 Motor-Temperaturüberwachung defekt**

Abfrage der aktuellen Motortemperatur (nicht bei Temperatursensor-Kennzahl "1" oder "4"):

- **S-0-0383, Motor-Temperatur**

Motorhaltebremse

Kurzbeschreibung

Motorhaltebremsen werden eingesetzt, um Achsen bei ausgeschalteter Antriebsfreigabe festzuhalten. Dies ist insbesondere bei nicht ausbalancierten vertikalen Achsen von Bedeutung. Mit IndraDrive-Regelgeräten können Motorhaltebremsen verschleißfrei angesteuert und überwacht werden.

Hinweis: Haltebremsen an Rexroth-Motoren sind grundsätzlich nicht für Betriebsbremsungen ausgelegt. Der durch Betriebsbremsungen hervorgerufene erhöhte Verschleiß kann zur frühzeitigen Zerstörung der Haltebremse führen!

Folgende Ausführungen der Motorhaltebremse sind möglich:

- elektrisch lösende Bremsen (selbsthaltend) für Servoantriebe
- elektrisch klemmende Bremsen (selbstlösend) für Hauptantriebe

Die Motorhaltebremse kann direkt auf der Motorwelle montiert sein, z.B. bei Rexroth-Gehäusemotoren, oder direkt mit der Achsmechanik verbunden sein, z.B. bei Bausatz-Linearmotoren.

IndraDrive-Regelgeräte bieten eine anwendungsspezifische Ansteuerungen der Haltebremse, um im Fehlerfall den Verschleiß der Bremse zu minimieren. Folgende zwei Wirkprinzipien der Haltebremsen-Ansteuerung werden dabei unterstützt:

- Ansteuerung der Haltebremse für Servoantriebe
- Ansteuerung der Haltebremse für Hauptantriebe

Mangelndes Bremsmoment von Haltebremsen, bedingt durch Verschleiß und Korrosion, kann zu Betriebsstörungen und Gefährdung der Sicherheit in Maschinen und Anlagen führen. IndraDrive-Regelgeräte bieten den Vorteil, die Wirksamkeit der Haltebremse zu überwachen und die Überwachungsintervalle zu protokollieren:

- automatisch bei jedem Setzen und Rücksetzen der Antriebsfreigabe
- situationsabhängig auf ein Kommando des Steuerungsmasters hin

Dies schafft die Möglichkeit für eine zyklische Bremsenüberprüfung nach EN-954-1, Kat. 2 oder für die Dynamisierung/Überprüfung eines von zwei redundanten Haltesystemen nach EN-954-1, Kat. 3.

Im Fall von Korrosion kann die Wirksamkeit der Haltebremse durch eine antriebsgeführte "Einschleifprozedur" wieder hergestellt werden

Die Ansteuerung der Haltebremse ist, unter Berücksichtigung von Klemm- und Löseverzögerungszeiten, mit der Antriebsfreigabe verknüpft. In Sonderfällen kann es zweckmäßig sein, diese vorgegebene Verknüpfung zu umgehen und die Haltebremse unabhängig zu öffnen bzw. zu schließen. Auch dies ist mit IndraDrive möglich!

Beteiligte Parameter

- **S-0-0206, Wartezeit Antrieb Ein**
- **S-0-0207, Wartezeit Antrieb Aus**
- **S-0-0273, Maximale Wartezeit Antrieb aus**
- **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**
- **P-0-0539, Haltebremsen-Statuswort**
- **P-0-0540, Moment der Haltebremse**
- **P-0-0541, C2100 Kommando Bremsenüberwachung**
- **P-0-0542, C2000 Kommando Öffnen der Motorhaltebremse**
- **P-0-0543, C3800 Kommando Schließen der Motorhaltebremse**
- **P-0-0544, C3900 Kommando Bremse einschleifen**
- **P-0-0545, Testmoment beim Lösen der Motorhaltebremse**
- **P-0-0546, Anfahrmoment beim Lösen der Motorhaltebremse**
- **P-0-0547, Nennlast Haltesystem**
- **P-0-0549, Betriebsstunden ST bei letztem erfolgreichen Bremsentest**
- **P-0-0550, Zeitintervall Bremsentest**

Beteiligte Diagnosen

- **C2000 Kommando Öffnen der Motorhaltebremse**
- **C2001 Kommando nicht freigegeben**
- **C2100 Kommando Bremsenüberwachung**
- **C2101 Bremsenüberwachung nur mit Antriebsfreigabe möglich**
- **C2103 Bremsenmoment zu niedrig**
- **C2104 Kommandoausführung nicht möglich**
- **C3800 Kommando Schließen der Motorhaltebremse**
- **C3900 Kommando Bremse einschleifen**
- **C3901 Bremse einschleifen nur mit Antriebsfreigabe möglich**
- **C3902 Fehler beim Einschleifen der Bremse**
- **C3903 Kommandoausführung nicht möglich**
- **E2069 Bremsenmoment zu niedrig**
- **E3115 Vorwarnung Zeitintervall Bremsentest endet**
- **F2069 Fehler beim Lösen der Motorhaltebremse**
- **F3115 Fehler Zeitintervall Bremsentest überschritten**
- **F6024 Maximale Bremszeit überschritten**

Hardwareabhängigkeiten

Die Motorhaltebremse wird über einen regelgeräteinternen Relaiskontakt angesteuert. Die Spannungsversorgung erfolgt durch das Regelgerät über die 24V-Steuerspannung. Die Haltebremse muss für die ausgegebene Spannung geeignet sein, der Haltebremsenstrom darf den zulässigen Maximalwert bei dem jeweiligen Gerät nicht überschreiten (siehe Dokumentation "Projektierung Regelgeräte"), ggf. muss die Haltebremse separat angesteuert werden.

Hinweis: Bei Rexroth-Motoren können die optional verfügbaren Haltebremsen direkt über das Regelgerät angesteuert werden!

Funktionsbeschreibung

Mit IndraDrive können sowohl selbstlösende (elektrisch klemmende) als auch selbstklemmende (elektrisch lösende) Motorhaltebremsen angesteuert werden. Die jeweilige Ausführung wird über das betreffende Bit im Parameter **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort** dem Regelgerät mitgeteilt.

Öffnen der Haltebremse

Beim Setzen der Antriebsfreigabe (AF) durch die Steuerung wird das Öffnen der Haltebremse ausgelöst. Der geöffnete Zustand der Bremse stellt sich verzögert ein, bedingt durch die Induktivität der Bremsenwicklung. Diese Verzögerungszeit wird dem Regelgerät über **S-0-0206, Wartezeit Antrieb Ein** mitgeteilt.

Um eine Abnutzung der Bremse zu vermeiden, wird innerhalb dieser Verzögerungszeit die Sollwertannahme gesperrt. Danach erst signalisiert das Regelgerät der Steuerung durch ein Bit im jeweiligen Statuswort (z.B. **S-0-0135, Antriebs-Status** bei SERCOS) die Bereitschaft zur Bewegungsaufnahme.

Siehe auch "Grundfunktionen der Führungskommunikation: Gerätesteuerung (Zustandsmaschine)" im Kapitel "Führungskommunikation"

Abb. 5-2: Zeitverhalten beim Öffnen der Haltebremse

Schließen der Haltebremse

Bei masterseitigem Rücksetzen von "AF" wird das Schließen der Bremse ausgelöst. Dabei stellt sich der geschlossene Zustand der Bremse, bedingt durch die Induktivität der Bremswicklung, verzögert ein. Diese Verzögerungszeit wird dem Regelgerät über **S-0-0207, Wartezeit Antrieb Aus** mitgeteilt.

Um z.B. ein gewichtskraftbedingtes Absinken einer nicht ausbalancierten, stillstehenden Vertikalachse zu verhindern, wird "AF" regelgeräteintern um diese Verzögerungszeit später zurückgesetzt. Während dieser Verzögerungszeit wird der Geschwindigkeits-Sollwert intern auf Null gesetzt.

Verhalten der Haltebremsen-ansteuerung im Fehlerfall

Bei Betriebsstörungen und Fehlern, die während des betriebsmäßigen Verfahrens aus verschiedensten Ursachen plötzlich auftreten können, besteht aus Gründen der Personen- und Anlagensicherheit in den meisten Fällen die Forderung, die Mechanik schnell stillzusetzen. Dies geschieht, falls möglich, durch aktives Bremsen des Antriebs.

Im Fehlerfall ist entscheidend, ob der Antrieb von sich aus noch in der Lage ist, abzubremsen. Dies ist der Fall, wenn der Antrieb innerhalb einer achsspezifischen maximalen Bremszeit zum Stillstand kommt. Diese Zeit wird über den Parameter **S-0-0273, Maximale Wartezeit Antrieb aus** dem Regelgerät mitgeteilt.

Hinweis: Die "Maximale Wartezeit Antrieb aus" ist die Zeit, die der Antrieb braucht, um die Achse aus maximaler Geschwindigkeit bei maximalem Trägheitsmoment (bzw. Trägheitsmasse) mit maximal erlaubtem Bremsmoment (bzw. Bremskraft) stillzusetzen.

Ist der Antrieb nicht in der Lage, die Mechanik innerhalb der maximalen Bremszeit stillzusetzen, reagiert der Antrieb zumindest mit der zweckmäßigsten Ansteuerung der Haltebremse. Entscheidend für die Ansteuerung ist dabei, ob kundenseitig die Anwendungsart "Servoantrieb" oder "Hauptantrieb" festgelegt wurde.

Folgende Situationen sind im Fehlerfall zu unterscheiden:

Fehlersituation 1

- Antrieb bleibt voll funktionsfähig; als Fehlerreaktion wurde "Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung mit oder ohne Rampe und Filter" oder "Rückzugsbewegung" eingestellt (F2xxx-, F4xxx-, F6xxx-Fehler oder NC-seitiges AF-Rücksetzen bei Achsbewegung).

Fehlersituation 2

- Antriebsdefekt (F8xxx-Fehler) bzw. als Fehlerreaktion wurde "Drehmoment- bzw. Kraftfreischaltung des Motors ("austrudeln")" eingestellt (F2xxx-, F4xxx-, F6xxx-Fehler oder NC-seitiges AF-Rücksetzen bei Achsbewegung).

Hinweis: Die Fehlerreaktion wird im Parameter **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung** eingestellt.

Durch auftretende Fehler können u.U. Schäden an Maschine oder Antriebskomponenten entstehen. Abhängig von der Anwendungsart wird folgende Strategie zur Schadensminimierung verfolgt:

Haltebremsenansteuerung für Servoantriebe

Bei Servoantrieben, die meist lineare Achsen mit begrenzten Verfahrwegen antreiben, wird bei Fehlersituation 2 der Schutz der Maschine der Vorzug vor dem Antrieb gegeben. Daher versucht das Regelgerät, auf kundenseitige Festlegung hin (**P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**), möglichst kurze Bremswege zu realisieren, auch auf Kosten der Haltebremse.

Haltebremsenansteuerung für Hauptantriebe

Hauptantriebe sind rotative Achsen mit "unbegrenztem" Verfahrweg wie z.B. Spindelmotoren von Fräs- und Drehmaschinen. Aufgrund hoher Drehzahlen oder hoher Trägheitsmomente weisen die meisten dieser Achsen bei Betrieb kinetische Energien auf, welche die zulässige Energieaufnahmefähigkeit von im Motor integrierten Haltebremsen oft übersteigt. Bei Fehlersituation 2 könnte eine Stillsetzung allein durch die Haltebremse diese sehr schnell zerstören. Wegen des unbegrenzten Verfahrwegs besteht i.d.R. für die Maschine keine Schädigungsgefahr. Daher verhindert das Regelgerät auf kundenseitige Festlegung hin (P-0-0525), das Schließen der Haltebremse und gibt der Reibungsbremsung den Vorrang.

P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort

Die erforderliche Funktionsweise der Haltebremse, abhängig von der Anwendungsart des Antriebs (Servo- oder Hauptantrieb), wird durch das entsprechende Bit im Parameter P-0-0525 festgelegt.

Haltebremsenansteuerung bei Fehlersituation 1

Wenn der Antrieb die Mechanik innerhalb der im Parameter S-0-0273 eingegebenen Zeit nach Auftreten des Fehlers stillsetzen kann, wird die Motorhaltebremse bei Motorstillstand geschlossen, unabhängig von der Anwendungsart (Servo- oder Hauptantrieb).

Abhängig von der Fehlerreaktion bedeutet Motorstillstand:

- Unterschreiten einer Geschwindigkeitsschwelle (bei Fehlerreaktion "Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung", mit oder ohne Rampe)
- Zielposition erreicht und Geschwindigkeitsistwert kleiner als der Wert von **S-0-0124, Stillstandsfenster** (bei Fehlerreaktion "Rückzugsbewegung")

Siehe auch "Fehlerreaktionen" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Abb. 5-3: Haltebremsen-Ansteuerung bei Fehlersituation 1 und Bremszeit < S-0-0273 (Fehlerreaktion "Geschw.-Sollwert-Nullschaltung")

Abb. 5-4: Haltebremsen-Ansteuerung bei Fehlersituation 1 und Bremszeit < S-0-0273 (Fehlerreaktion "Rückzugsbewegung")

Wenn der Antrieb die Mechanik nicht innerhalb der im Parameter S-0-0273 eingegebenen Zeit nach Auftreten des Fehlers stillsetzen kann, wird die Motorhaltebremse abhängig von der Anwendungsart (Servo- oder Hauptantrieb) angesteuert:

Abb. 5-5: Haltebremsen-Ansteuerung bei Fehlersituation 1 und Bremszeit > S-0-0273 für Servoantriebe

Abb. 5-6: Haltebremsen-Ansteuerung bei Fehlersituation 1 und Bremszeit > S-0-0273 für Hauptantriebe

Hinweis: Ist die Fehlerreaktion "Rückzugsbewegung" nach Ablauf der in S-0-0273 eingestellten Zeit noch nicht abgeschlossen, so wird sie abgebrochen:

- Bei Servoantrieben wird die Haltebremse geschlossen. Die interne Antriebsfreigabe wird mit der Verzögerung von "Wartezeit Antrieb Aus" abgeschaltet.
- Bei Hauptantrieben wird die interne Antriebsfreigabe sofort abgeschaltet. Der Antrieb trudelt aus. Nach Unterschreiten der Mindestgeschwindigkeit wird die Haltebremse geschlossen.

Haltebremsenansteuerung bei Fehlersituation 2

Bei Fehlersituation 2 wird der Antrieb nach dem Fehlerereignis drehmoment- bzw. kraftfrei. Bremswirkung kann, zusätzlich zur Achsreibung, nur noch über die Haltebremse erzielt werden. Zur Schadensbegrenzung wird die Haltebremse abhängig von der Anwendungsart (Servo- oder Hauptantrieb) angesteuert.

Abb. 5-7: Haltebremsen-Ansteuerung bei Fehlersituation 2 für Servoantriebe

Rexroth Bosch Group

Abb. 5-8: Haltebremsen-Ansteuerung bei Fehlersituation 2 für Hauptantriebe

Überwachung der Haltebremse

Die Wirksamkeit der Haltebremse und der geöffnete Zustand kann vom Regelgerät durch Start einer Routine geprüft werden:

- automatisch bei jedem Setzen und Rücksetzen der Antriebsfreigabe

- oder -

- situationsabhängig durch **P-0-0541, C2100 Kommando Bremsenüberwachung**

Wenn die Haltebremse in Ordnung ist, befindet sich der Antrieb nach Ablauf der Routine im betriebsfähigen Zustand. Ist das Bremsmoment zu gering, gibt das Regelgerät eine entsprechende Meldung aus.

Die relevanten Bits für die gewünschte Art der Bremsenüberwachung sind in **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort** zu setzen.

Automatische Überwachung

Die automatische Bremsenüberwachung wird beim Setzen von "AF" gestartet. Nach der Zeit, die zum Lösen der Haltebremse erforderlich ist, wird vom Motor ein Drehmoment bzw. eine Kraft erzeugt, wodurch der Motor geringfügig in Bewegung versetzt wird, wenn kein fehlerhafter Zustand bezüglich der Haltebremse vorliegt. Der maximale Wert dieses Drehmoments bzw. dieser Kraft wird bei der Erstinbetriebnahme ermittelt (siehe "Inbetriebnahmehinweise") und in den Parameter **P-0-0545, Testmoment beim Lösen der Motorhaltebremse** eingetragen.

War die Prüfung erfolgreich, nimmt der Antrieb den Betrieb auf.

Bewegt sich der Motor bei dieser Prüfung nicht, wird die Fehlermeldung **F2069 Fehler beim Lösen der Motorhaltebremse** ausgegeben; der Antrieb schaltet ab.

Mit dem masterseitigen Rücksetzen von "AF" wird das Haltemoment der Bremse überprüft. Nachdem die Haltebremse geschlossen ist, wird ein Drehmoment bzw. eine Kraft erzeugt, die den Motor noch nicht in Bewegung versetzen darf, wenn bezüglich der Haltebremse der korrekte Zustand vorliegt. Der Wert dieses Drehmoments bzw. dieser Kraft kann in den Parameter **P-0-0547, Testmoment bei geschlossener Haltebremse** eingetragen werden. Er wird ebenfalls bei der Erstinbetriebnahme ermittelt (siehe "Inbetriebnahmehinweise").

Bewegt sich der Motor bei dieser Prüfung nicht, so verfügt die Bremse über das angegebene bzw. erforderliche Haltemoment.

Bewegt sich der Motor bei dieser Prüfung, wird die Diagnosemeldung **E2069 Bremsenmoment zu niedrig** ausgegeben und die Antriebsfreigabe antriebsintern zurückgesetzt.

Die Warnung E2069 wird bei folgender Motorbewegung ausgelöst:

- Rotative Motoren: >2 grd
- Linearmotoren: Polpaarweite (in mm) / 180 → P-0-0018 / 180

VORSICHT

Sachschäden durch Absinken der vertikalen Achse möglich!

⇒ Konstruktionsseitig Vorkehrungen treffen!

Kommando "Bremsenüberwachung"

Bei Start von **P-0-0541, C2100 Kommando Bremsenüberwachung** muss der Antrieb in "AF" sein.

Die Routine entspricht der bei der automatischen Überwachung (s.o.).

Zeitintervall der Haltebremsenüberwachung

Mit Aktivierung des Zeitintervalls für die Bremsenüberwachung (im Parameter **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**) wird der Zeitabstand zur letzten erfolgreichen Bremsenüberwachung gemessen und mit dem Wert des Parameters **P-0-0550, Zeitintervall Bremsentest** verglichen. Die Überwachung auf diesen Wert generiert ggf. folgende Meldungen:

- Nähert sich der gemessene Zeitabstand bis auf 15 min dem im Parameter P-0-0550 vorgegebenen Intervall, wird die Warnung **E3115 Vorwarnung Zeitintervall Bremsentest endet** ausgegeben.
- Überschreitet der gemessene Zeitabstand den Wert im Parameter P-0-0550, wird die Fehlermeldung **F3115 Fehler Zeitintervall Bremsentest überschritten** generiert.

Die Warnung E3115 erlischt automatisch, wenn innerhalb von 15 min nach deren Auftreten die Bremsenüberwachung erfolgreich durchgeführt wird. Dies erfolgt z.B. durch Start von **C2100 Kommando Bremsenüberwachung** oder, bei Voreinstellung von automatischer Bremsenüberwachung, durch Rücksetzen der Antriebsfreigabe.

Schaltet der Antrieb mit der Fehlermeldung F3115 ab, hat der Anwender nach Rücksetzen dieser Meldung 15 min Zeit, die Bremsenüberwachung durchzuführen, z.B. durch Start von **C2100 Kommando Bremsenüberwachung**. Nach erfolgreicher Durchführung wird der "Status der Haltebremsenüberwachung" und der "Prüfstatus Haltemoment" in Parameter **P-0-0539, Haltebremsen-Statuswort** auf "1" gesetzt. Der Zeitpunkt der Bremsenüberwachung wird im Parameter **P-0-0549, Betriebsstunden ST bei letztem erfolgreichen Bremsentest** gespeichert und die Zeitabstandmessung neu gestartet!

Wird die Bremsenüberwachung nicht durchgeführt oder ist sie nicht erfolgreich durchführbar, schaltet der Antrieb spätestens 15 min nach Setzen der Antriebsfreigabe mit der Fehlermeldung F3115 ab.

Hinweis: Für die sicherheitstechnische Nutzung von Achshaltesystemen sind die einschlägigen Vorschriften der jeweiligen Berufsgenossenschaft hinsichtlich Auslegung und Prüfung zu beachten!

Wiederherstellen des Haltebremsenmoments

Für die Wiederherstellung des Bremsenmoments kann **C3900 Kommando Bremse einschleifen** (P-0-0544) gestartet werden. Hierzu

Rexroth Bosch Group

muss die Antriebsfreigabe ("AF") gesetzt sein! Nach Kommandostart wird der Antrieb auf 100 Upm bzw. 100 mm/min beschleunigt. Dabei werden aktive Beschleunigungs- und Bremsrampen sowie Filter (P-0-1201, P-0-1202, P-0-1203, P-0-1211, P-0-1213 und P-0-1222) berücksichtigt! Erreicht der Motor die Sollgeschwindigkeit, wird für 400 ms die Bremse geschlossen. Nach dem Beenden des Kommandos steht der Motor geschwindigkeitsgeregelt mit Sollwert "0".

Mit Ausführung des Kommando C3900 wird nicht überprüft, ob das Einschleifen der Bremse erfolgreich war! Es wird daher empfohlen, nach dem Kommando C3900 noch das Kommando C2100 (Bremsenüberwachung) auszuführen!

VORSICHT

Sachschäden durch antriebsgeführte Achsbewegungen bei Ausführung der Kommandos zur Bremsenüberwachung und zum Einschleifen der Bremse!

⇒ Achse vor Start des Kommandos in unkritische Position verfahren!

Diagnose der Bremsenüberwachung

Das Ergebnis der Bremsenüberwachung sowie der Betriebszustand der Haltebremse wird in den betreffenden Bits von **P-0-0539, Haltebremsen-Statuswort** angezeigt.

Kommando "Öffnen der Haltebremse"

In Sonderfällen kann es zweckmäßig sein, die Haltebremse auch dann zu öffnen, wenn sich der Antrieb nicht in "AF" befindet. Dies ist durch Aktivierung von **P-0-0542, C2000 Kommando Öffnen der Motorhaltebremse** möglich. Dieses Kommando muss aber erst durch das betreffende Bit in **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort** freigeschaltet werden!

VORSICHT

Sachschäden durch Bewegung von nicht ausbalancierten Achsen bei Öffnen der Haltebremse!

⇒ Achse vor Start des Kommandos in unkritische Position verfahren!

Beim Beenden des Kommandos schließt die Bremse wieder. Wird bei aktivem Kommando die Antriebsfreigabe gesetzt und anschließend zurückgesetzt, so wird die Haltebremse beim Rücksetzen von "AF" wieder geschlossen!

Kommando "Schließen der Haltebremse"

In speziellen Fällen kann es auch zweckmäßig sein, die Haltebremse zu schließen, wenn sich der Antrieb in aktivem Zustand ("AF") befindet. Dies ist durch Aktivierung von **P-0-0543, C2000 Kommando Schließen der Motorhaltebremse** möglich!

VORSICHT

Beschädigung der Haltebremse!

Wird die Achse bei geschlossener Haltebremse verfahren, kann es zu vorzeitigem Verschleiß der Bremse kommen!

⇒ Im Zweifelsfall **P-0-0541, C2100 Kommando Bremsenüberwachung** starten!

Einfluss der Antriebsfreigabe auf das Kommando "Schließen…"

Wird bei aktivem Kommando die Antriebsfreigabe ("AF") zurückgesetzt und wieder gesetzt, öffnet die Bremse beim Setzen der Antriebsfreigabe, obwohl das Kommando noch aktiv ist!

Beim Beenden des Kommandos öffnet die Bremse wieder, sofern der Antrieb noch aktiv ist ("AF").

Beim Beenden des Kommandos bleibt die Bremse geschlossen, wenn die Antriebsfreigabe während der Kommandoausführung zurückgesetzt wurde!

Inbetriebnahmehinweise

Relevante Parameter

Anwendungsabhängige Parameterwerte eingeben:

- **S-0-0273, Maximale Wartezeit Antrieb aus**

Hier die ermittelte Zeit eingeben, die der Antrieb braucht, um die Achse aus maximaler Geschwindigkeit bei maximalem Trägheitsmoment bzw. Trägheitsmasse mit maximal erlaubtem Bremsmoment bzw. Bremskraft stillzusetzen. Evtl. Sicherheitszuschlag einrechnen!

VORSICHT

Schädigungsgefahr der Motorbremse, wenn der Wert in S-0-0273, zu gering ist!

⇒ Der Wert für **S-0-0273, Maximale Wartezeit Antrieb Aus** muss immer größer gewählt werden, als die Zeit, die benötigt wird, um, unter Berücksichtigung der max. möglichen Geschwindigkeit, die Achse durch Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung (ggf. mit Rampe) stillzusetzen.

Daten der Haltebremse eingeben:

- **S-0-0206, Wartezeit Antrieb Ein**
- **S-0-0207, Wartezeit Antrieb Aus**
- **P-0-0540, Moment der Haltebremse**

Hinweis: Die Haltebremsendaten werden …

- … bei Rexroth-Motoren **mit** Geberdatenspeicher beim Einschalten des Antriebs automatisch eingetragen!
- … bei Rexroth-Motoren **ohne** Geberdatenspeicher nur bei Laden der motorspezifischen Parameterwerte aus der Datenbank des Inbetriebnahmetools "IndraWorks D" automatisch eingetragen!

Haltebremsen-Ansteuerung konfigurieren in:

- **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**

Aktivierung der Haltebremsenfunktion

Die Ansteuerung der Haltebremse ist mit der Antriebsfreigabe verknüpft und muss nicht gesondert aktiviert werden.

Kommando "Bremsenüberwachung"

Durch ein Kommando kann die Steuerung die Bremsenüberwachung auslösen:

- **P-0-0541, C2100 Kommando Bremsenüberwachung**

VORSICHT

Sachschäden durch antriebsgeführte Achsbewegungen bei Bremsenüberwachung!

⇒ Achse vor Start des Kommandos in unkritische Position verfahren!

Rexroth Bosch Group

Automatische Bremsenüberwachung

Die Funktion "Bremsenüberwachung" kann auch automatisch, bei jedem Setzen und Rücksetzen der Antriebsfreigabe, erfolgen. Sie wird aktiviert über das betreffende Bit im Parameter

- **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**.

Voreinstellungen für die Bremsenüberwachung

Prüfung, ob die Bremse gelöst ist:

Der Zustand "gelöste Haltebremse" wird überprüft, indem durch den Motor ein Drehmoment bzw. eine Kraft erzeugt wird, die den Motor geringfügig in Bewegung versetzt. Der Maximalwert kann vorgegeben werden in

- **P-0-0545, Testmoment beim Lösen der Motorhaltebremse**.

Der geeignete Wert für P-0-0545 kann bestimmt werden auf Basis des angezeigten Wertes in

- **P-0-0546, Anfahrmoment beim Lösen der Motorhaltebremse**.

Wird in den Parameter P-0-0545 der Wert "0" eingetragen (bzw. auf "0" belassen), wird das Lösen der Haltebremse auf den Wert von **P-0-0540, Moment der Haltebremse** überprüft!

Hinweis: Der Wert von P-0-0546 sollte mit einem Sicherheitsfaktor versehen werden, falls er für P-0-0545 verwendet wird!

Siehe auch die jeweilige Parameterbeschreibung

Prüfung, ob das Haltemoment der Bremse noch ausreichend ist:

Das Haltemoment der Bremse wird überprüft, indem im geschlossenen Zustand vom Motor ein Drehmoment bzw. eine Kraft erzeugt wird. Der Maximalwert kann vorgegeben werden im Parameter

- **P-0-0547, Nennlast Haltesystem**.

Für die Bestimmung eines geeigneten Wertes für P-0-0547 ist entscheidend, nach welchem Kriterium die Prüfung erfolgen soll:

- Nennmoment bzw. –kraft der Haltebremse
- Haltemoment bzw. –kraft zum Fixieren der Achse
- Erhöhtes Haltemoment bzw. –kraft.

Kriterium "Nennmoment bzw. Nennkraft"

Das Nennmoment bzw. –kraft der Haltebremse aus **P-0-0540, Moment der Haltebremse** kann für die Prüfung aktiviert werden. Hierzu ist der Wert "0" in den Parameter P-0-0547 einzutragen (bzw. "0" zu belassen)!

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0547, Nennlast Haltesystem"

Kriterium "Fixieren der Achse"

Das zum Fixieren der Achse erforderliche Drehmoment bzw. Kraft kann auf Basis von P-0-0546 bestimmt werden. P-0-0547 könnte in diesem Fall auch mit dem Wert von P-0-0546 beschrieben werden (Sicherheitsfaktor >1 * P-0-0546).

Hinweis: Beim Kriterium "Fixieren der Achse" ist das erforderliche Haltemoment bzw. die Haltekraft, bei ausreichender Dimensionierung der Haltebremse, kleiner als das Nennmoment bzw. die Nennkraft der Bremse. Der Toleranzbereich für die Verschleißerkennung der Haltebremse wird dadurch vergrößert und somit die Lebensdauer der Haltebremse erhöht.

Kriterium "Erhöhtes Haltemoment bzw. -kraft"

Bei sicherheitsrelevanter Dimensionierung der Haltebremse ist i.d.R. ein höheres Haltemoment erforderlich als das notwendige Haltemoment zum Fixieren der Achse. In diesem Fall ist das geforderte Prüfdrehmoment bzw. die Prüfkraft in den Parameter P-0-0547 einzutragen!

Hinweis: Der Maximalwert für den Parameter **P-0-0547, Nennlast Haltesystem** ist durch den Wert von **P-0-0540, Moment der Haltebremse** begrenzt! Ist das "Erhöhte Haltemoment" geringer als der Wert des Parameters P-0-0540, wird der Toleranzbereich für die Verschleißerkennung der Haltebremse vergrößert und somit die Lebensdauer der Haltebremse erhöht!

Kriterium "Zeitintervall Bremsentest"

Das Kriterium "Zeitintervall Bremsenüberwachung" wird über das betreffende Bit in **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort** aktiviert. Der maximal zulässige Zeitabstand bis zur nächsten Bremsenüberwachung ist in den Parameter **P-0-0550, Zeitintervall Bremsentest** einzutragen.

Kommando "Bremse einschleifen"

Durch Start eines Kommandos ist es möglich, das Haltemoment bzw. die Haltekraft einer noch nicht verschlissenen Haltebremse durch Entfernen der Oxidschicht (Einschleifen der Bremse) wieder herzustellen:

- **P-0-0544, C3900 Kommando Bremse einschleifen**

Kommando "Öffnen der Haltebremse"

Durch folgendes Kommando kann die Steuerung die Haltebremse öffnen:

- **P-0-0542, C2000 Kommando Öffnen der Motorhaltebremse**

VORSICHT

Sachschäden durch Bewegung von nicht ausbalancierten Achsen bei Öffnen der Haltebremse!

⇒ Achse vor Start des Kommandos in unkritische Position verfahren!

Kommando "Schließen der Haltebremse"

Durch folgendes Kommando kann die Steuerung die Haltebremse bei aktivem Antrieb schließen:

- **P-0-0543, C2000 Kommando Schließen der Motorhaltebremse**

VORSICHT

Beschädigung der Haltebremse!

Wird die Achse bei geschlossener Haltebremse verfahren, kann es zu vorzeitigem Verschleiß der Bremse kommen!

⇒ Im Zweifelsfall **P-0-0541, C2100 Kommando Bremsenüberwachung** starten!

Betriebszustand

Anzeige des Betriebszustands und der Überwachungsfunktion:

- **P-0-0539, Haltebremsen-Statuswort**

Meldung der Bereitschaft zur Sollwertannahme:

- **S-0-0135, Antriebs-Status**

Warnungen

- **E2069 Bremsenmoment zu niedrig**

Fehler

- **F2069 Fehler beim Lösen der Motorhaltebremse**
- **F6024 Maximale Bremszeit überschritten**

Rexroth Bosch Group

Kommandofehler

- **C2001 Kommando nicht freigegeben**
- **C2101 Bremsenüberwachung nur mit Antriebsfreigabe möglich**
- **C2103 Bremsenmoment zu niedrig**
- **C2104 Kommandoausführung nicht möglich**
- **C3901 Bremse einschleifen nur mit Antriebsfreigabe möglich**
- **C3902 Fehler beim Einschleifen der Bremse**
- **C3903 Kommandoausführung nicht möglich**

5.2 Rexroth-Motoren

Grundsätzliche Angaben zu Rexroth-Motoren

Kurzbeschreibung

Bosch Rexroth bietet im Technologiefeld "Elektrische Antriebe und Steuerungen" eine große Palette von Motoren für die Antriebsausrüstung von Maschinen und Anlagen.

Aufgrund ihrer Bauform werden Rexroth-Elektromotoren unterteilt in:

- Gehäusemotoren mit Abtriebswelle und Flansch bzw. Befestigungsfüßen
- Bausatzmotoren zum Einbau in die Maschinen- bzw. Anlagenkonstruktion; bestehend aus Einzelkomponenten, die an einem beweglichen und einem feststehenden Teil der Mechanik montiert werden

Anpassung Motor-Regelgerät

Die Regelgeräte lassen sich problemlos an Rexroth-Motoren anpassen, da herstellerseitig für jeden Motortyp ein entsprechender Datensatz bereitgestellt wird. Diese Daten stehen als Parameterwerte zur Verfügung.

- Bei Gehäusemotoren mit Datenspeicher im Motorgeber werden die Parameterwerte als integraler Bestandteil des Motors ausgeliefert. Bei der Erstinbetriebnahme werden sie automatisch in das Regelgerät geladen.
- Bei Bausatzmotoren (Einzelkomponenten) und Gehäusemotoren ohne Datenspeicher im Motorgeber werden die jeweiligen Motorparameter nicht mit dem Motor ausgeliefert. Sie können jedoch aus einer Datenbank im Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" in einfacher Weise in das Regelgerät geladen werden.

Die herstellerseitig festgelegten Motorparameterwerte stellen sicher, dass der Motor entsprechend seiner Betriebskennlinie belastet werden kann, sofern der erforderliche Strom und die entsprechende Leistung von Regelgerät und Versorgung bereitgestellt werden.

Thermische Überwachung des Motors

Rexroth-Motoren werden durch das Regelgerät thermisch überwacht und vor Überhitzung geschützt. Hierzu wird die aktuelle Motortemperatur von Thermosensoren, die in die Motorwicklung eingebaut sind, ermittelt. Abhängig von einstellbaren Temperaturschwellen erzeugt das Regelgerät eine Warnung oder schaltet den Motor ab.

Hinweis: Rexroth-Motoren garantieren durch bereitgestellte Motorparameter und optimal abgestimmte Temperaturauswertung einfache Inbetriebnahme, volle Abtriebsleistung und hohe Betriebssicherheit!

Mess-System

Rexroth-Gehäusemotoren sind standardmäßig mit einem Lagemess-System ausgerüstet. Die einzelnen Motorbaureihen haben verschiedene Mess-Systeme, um abhängig von der Anwendung kostengünstige Motoren anbieten zu können.

Folgende Mess-Systeme sind im Einsatz:

- HSF ("Hochauflösendes Servofeedback"), Single- oder Multiturn-ausführung
- Resolver, Single- oder Multiturnausführung

Zusammen mit Rexroth-Bausatzmotoren können verschiedene Geber-systeme eingesetzt werden:

- Geber mit Sinussignalen und EnDat–Schnittstelle, 1Vss, Heidenhain-Standard
- Geber mit Sinussignalen, 1Vss, Heidenhain-Standard
- Geber mit Rechtecksignalen, TTL, Heidenhain-Standard
- Hallsensorbox und Geber mit Sinussignalen, 1Vss, Heidenhain-Standard (nur bei Rexroth-Linear-Bausatzmotoren)
- Hallsensorbox und Geber mit Rechtecksignalen, TTL, Heidenhain-Standard (nur bei Rexroth-Linear-Bausatzmotoren)

Rexroth-Gehäusemotoren mit Geberdatenspeicher

Folgende Rexroth-Gehäusemotoren sind mit Geberdatenspeicher ausgestattet:

- MHD, MKE, MKD
- MSK, MSH, MAD, MAF, MAL

Hinweis: Der mit IndraDrive-Regelgeräten ansteuerbare Motor mit der Typenbezeichnung "SF..." von Bosch ist ebenfalls mit Geber-dartenspeicher versehen. SF-Motoren verhalten sich bezüglich Inbetriebnahme und Parametern wie Rexroth-Gehäusemotoren mit Geberdatenspeicher!

Kurzbeschreibung

Siehe Abschnitt "Grundsätzliche Angaben zu Rexroth-Motoren"

Beteiligte Parameter

Der Geberdatenspeicher enthält die nachfolgende aufgelisteten Parameter.

Motorparameter:

- **P-0-2109, Spitzenstrom Motor, Geberspeicher**
- **P-0-2111, Stillstandsstrom Motor, Geberspeicher**
- **P-0-2113, Maximal-Geschwindigkeit des Motors, Geberspeicher**
- **P-0-2141, Motor-Typ, Geberspeicher**
- **P-0-3002, Polpaarzahl/Polpaarweite, Geberspeicher**
- **P-0-3003, Rotor-Trägheitsmoment, Geberspeicher**
- **P-0-3005, Drehmoment/Kraft-Konstante, Geberspeicher**
- **P-0-3007, Motor-Wicklungs-Widerstand, Geberspeicher**
- **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher**
- **P-0-3050, Motor-Induktivität, Geberspeicher**

Parameter für Mess-System:

- **P-0-1000, Geberart 1, Geberspeicher**
- **P-0-1001, Geber 1 Aufloesung, Geberspeicher**

Nur bei Absolutgebern (Multiturn):

- **P-0-1002, Absolutgeber-Offset 1, Geberspeicher**

Nur bei Resolvern als Absolutgeber (Multiturn-Resolver):

- **P-0-1003, Impulsdrahtgeber-Offset 1, Geberspeicher**
- **P-0-1004, Impulsdrahtgeberstatus 1, Geberspeicher**

Parameter für Motorhaltebremse (falls vorhanden):

- **P-0-3010, Moment der Motorhaltebremse, Geberspeicher**

Default-Regelkreisparameter:

- **P-0-2100, Geschwindigkeitsregler-Prop.verstärk., Geberspeicher**
- **P-0-2101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit, Geberspeicher**
- **P-0-2104, Lageregler Kv-Faktor, Geberspeicher**
- **P-0-2106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1, Geberspeicher**
- **P-0-2107, Stromregler-Nachstellzeit 1, Geberspeicher**
- **P-0-3004, Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante, Geberspeicher**

Default-Regelkreisparameter können auf ein Kommando hin in das Regelgerät geladen werden. Sie sind sinnvolle Startwerte für weitere Regelkreis-Optimierungen.

Beteiligte Diagnosen

- **C07_0 Kommando Urladen (Reglerparameter laden)**
- **C0702 Keine Defaultparameter vorhanden**
- **C0703 Default-Parameter ungültig**
- **C0704 Parameter nicht kopierbar**
- **C0706 Fehler beim Lesen der Reglerparameter**
- **F2008 RL Der Motortyp hat sich geändert.**
- **F2104 Kommutierungs-Offset ungültig**

Inbetriebnahmehinweise

Erstinbetriebnahme

Bei Rexroth-Gehäusemotoren mit Geberdatenspeicher werden beim Einschalten des Antriebs die im Geber gespeicherten Werte für die Motorparameter, die Mess-System-Parameter und ggf. die Parameter der Motorhaltebremse automatisch in das Regelgerät geladen.

Bei der Erstinbetriebnahme eines Antriebs erscheint zunächst die Fehlermeldung **F2008 RL Der Motortyp hat sich geändert.**. Hiermit wird lediglich angezeigt, dass dieser Motor noch nicht an dieses Regelgerät angeschlossen war.

Durch Löschen dieser Fehlermeldung (Reset über das Bedienfeld oder Kommando S-0-0099, C0500, Reset Zustandsklasse 1) wird automatisch **S-0-0262, C07_x Kommando Urladen** gestartet. Dadurch werden Default-Regelkreisparameterwerte für diesen Motor geladen.

Hinweis: Mit dem Kommando "Urladen" (S-0-0262) werden, abhängig von der Einstellung in **P-0-4090, Index für C07 Urladen**, folgende Parameterwerte geladen:

- Default-Regelkreisparameterwerte (Defaulteinstellung)
- Basisparameterwerte (Defaultparametersatz) der Firmware

Bei Motoren mit integrierter Haltebremse wird die Bremsenausführung und die Aktivierung der Bremsenansteuerung in **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort** automatisch gesetzt.

Bei Motoren mit mehreren Varianten der Kühlart (MHD, MKD) lassen sich die Auslastungsdaten auf die realisierte Kühlart beziehen indem in **P-0-0640, Kühlart** der entsprechende Wert eingetragen wird.

Wiederinbetriebnahme

Bei Instandsetzung der Maschine kann der Motor problemlos gegen einen typgleichen Motor ausgetauscht werden. Es ist keine erneute Anpassung an das Regelgerät erforderlich. Bei absolutem Motorgeber ist lediglich die Anpassung an die Maschinenachse durch Herstellung des Maßbezuges notwendig.

Sollte sich der am Regelgerät angeschlossene Motortyp geändert haben, meldet dies das Regelgerät mit **F2008 RL Der Motortyp hat sich geändert.**. und fordert zum Laden der Default-Regelkreisparameterwerte und des Motortypparameters auf. Bei erwünschter Motoränderung ist eine Erstinbetriebnahme des neuen Achsmotors erforderlich. Andernfalls handelt es sich um einen Montagefehler, der rückgängig zu machen ist!

Diagnosen

- Während des Ladens der Default-Regelkreisparameterwerte und des Motortypparameters meldet das Regelgerät:
  C07_0 Kommando Urladen (Reglerparameter laden)
- Sollten die Parameterwerte im Geberdatenspeicher nicht lesbar sein:
  C0706 Fehler beim Lesen der Reglerparameter
- Sollte sich der am Regelgerät angeschlossene Motortyp geändert haben:
  F2008 RL Der Motortyp hat sich geändert.
- Sollte im Geberspeicher ein ungültiger Wert für den Kommutierungs-Offset stehen, meldet das Regelgerät:
  F2104 Kommutierungs-Offset ungültig

Rexroth-Gehäusemotoren ohne Geberdatenspeicher

Folgende Rexroth-Gehäusemotoren haben keinen Geberdatenspeicher:

- 2AD, ADF

Kurzbeschreibung

Siehe Abschnitt "Grundsätzliche Angaben zu Rexroth-Motoren"

Beteiligte Parameter

Bei diesen Motoren werden die unter "Grundlegende Angaben zu den ansteuerbaren Motoren" genannten Parameter benutzt.

Funktionsbeschreibung

Anwendungsabhängige Motorparameter bei Asynchronmotoren

Die Rexroth-Motoren ohne Geberdatenspeicher, Baureihen 2AD, ADF, MAD und MAF, sind Asynchronmotoren. Daher ist der Parameter **P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor** mit einem der Anwendung angepassten Wert zu beschreiben.

Der Vormagnetisierungsfaktor wirkt auf den Motorparameter "Magnetisierungsstrom":

Wirksamer Magnetisierungsstrom = P-0-0532 / 100% * P-0-4004

P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor
P-0-4004, Magnetisierungsstrom

Abb. 5-9: Einstellung des wirksamen Magnetisierungsstroms für Asynchronmotoren

Der herstellerseitig für Rexroth-Motoren festgelegte Wert des Magnetisierungsstroms gewährleistet ideale Drehmomententfaltung (maximale Drehmoment-/Kraft-Konstante, entsprechend dem Wert von P-0-0051) und minimale Verzögerung der Drehmomentbereitstellung bei sprungförmiger Belastung.

Md: Drehmoment an der Motorwelle
Iq: drehmomentbildender Anteil des Motorstromes
t: Zeit

Abb. 5-10: Einfluss des Vormagnetisierungsfaktors auf das Drehmoment

Inbetriebnahmehinweise

Bereitsgestellte Parameterwerte

Bei Rexroth-Motoren ohne Geberdatenspeicher können die bereitgestellten, motorspezifischen Parameterwerte wie

- Motorparameter
- Parameter des Mess-Systems
- Parameter der Motorhaltebremse
- Temperatursensorparameter

entweder anhand einer Liste manuell eingegeben (z.B. über das Steuerungsterminal) oder über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" aus einer Datenbank geladen werden.

Einstellung des Vormagnetisierungsfaktors

Anwendungsabhängige Einstellung von P-0-0532:

Anwendung	Wert von P-0-0532 in %	Effekt
Servoantrieb	100	Verzögerungsfreier Drehmomentaufbau bei Beschleunigung bzw. Lastsprung
Hauptantrieb	50	Geringere Verlustleistung im Leerlauf, reduzierte Geräuschentwicklung

Abb. 5-11: Einstell-Empfehlung für Parameter P-0-0532

Mit Werten zwischen 50% und 100% lässt sich ein Kompromiss zwischen den genannten Effekten erreichen!

Es ist daher sicherzustellen, dass sich bei Bearbeitungs- oder Beschleunigungs-/Bremsvorgängen die gewünschten Ergebnisse einstellen, nachdem der Vormagnetisierungsfaktor reduziert wurde!

Hinweis: Die von Rexroth herausgegebenen Auswahldaten von Motor/Regelgerät-Kombinationen mit Rexroth-Asynchron-motoren (2AD, ADF, 1MB, MAD, MAF) beziehen sich auf 100% Vormagnetisierung.

Bei geringeren Werten muss mit Abweichungen von diesen Daten gerechnet werden!

Rexroth-Bausatzmotoren

Grundsätzliches

Bausatzmotoren bestehen aus Einzelkomponenten, die an einem beweglichen und einem feststehenden Teil der Maschinenmechanik montiert werden und funktional zu einem Motor vereinigt werden.

Ein Bausatzmotor besteht aus folgenden Komponenten:

- Elektrisch aktives Teil mit Thermosensor
- Elektrisch passives Teil
- Mess-System
- Lagerung

Die elektrischen Teile des Bausatzmotors werden von Rexroth geliefert, das Mess-System und die Lagerung wird maschinenseitig bereitgestellt.

Rexroth-Bausatzmotoren sind nach den Wirkprinzipien "Asynchronmotor" oder "Synchronmotor" gebaut. Hinsichtlich der Ansteuerung ergeben sich hieraus unterschiedliche Anforderungen:

- Bei Synchronmotoren muss der Strom in den Wicklungen des Ständers eine feste Zuordnung zum Permanent-Magnetfeld des Läufers aufweisen, damit das maximale Drehmoment bzw. die maximale Kraft entsteht.
- Bei Asynchronmotoren ist keine feste Zuordnung zwischen Ständer und Läufer erforderlich, um das maximale Drehmoment bzw. die maximale Kraft zu erzeugen.

Rexroth-Bausatzmotoren, synchron

Kurzbeschreibung

Folgende Rexroth-Bausatzmotoren sind nach dem Wirkprinzip "Synchronmotor" gebaut:

- Linearmotoren LSF
- Rotative Motoren MBS und MBT

Durch den Zusammenbau des Motors in der Maschine können Ständer, Läufer und Mess-System erst vor Ort zusammengefügt werden. Deshalb ist auch die elektrisch-magnetisch-mechanische Zuordnung des Synchronmotors erst vor Ort vorzunehmen. Dies geschieht durch Ermittlung und Einstellung des Kommutierungs-Offsets.

Hinweis: Das Mess-System sollte mit hoher Auflösung und als absolut auswertbarer Motorgeber realisiert werden (siehe auch "Absolute Mess-Systeme"). Falls es erforderlich ist, ein inkrementelles Mess-System zu verwenden, sollte der Einsatz von Gebern mit Rechteck-Signalen vermieden werden!

Ermittlung des Kommutierungs-Offsets

Der Kommutierungs-Offset kann nach verschiedenen Verfahren ermittelt werden. Die Auswahl des Verfahrens richtet sich nach der Achsgeometrie, der Praktikabilität und dem Erfolg der jeweiligen Methode in Abhängigkeit von der Achsmechanik:

- Messverfahren für relativen Motorgeber und Hallsensor-Box (Abstandsmessung, stromlos → nur bei Rexroth-Linear-Bausatzmotoren möglich, siehe Dokumentation "Hallsensor-Box SHL01.1")
- Messverfahren für absolut auswertbaren Motorgeber (Abstandsmessung, stromlos → nur bei Linear-Bausatzmotoren möglich)
- Sättigungsverfahren (strombehaftet → bei allen Bauformen in Kombination mit absolut auswertbarem und relativem Motorgeber möglich)

Hinweis: Der Kommutierungs-Offset muss bei absolutem Mess-System nur einmal (bei der Erstinbetriebnahme) ermittelt werden, bei inkrementellem Mess-System nach jedem Wiedereinschalten des Antriebs!

Siehe "Motorregelung: Kommutierungseinstellung" im Kapitel "Antriebsregelung"

Beteiligte Parameter

Außer den Motorparametern (siehe Parameterübersicht im Abschnitt "Grundlegende Angaben zu den ansteuerbaren Motoren") sind für die Kommutierungseinstellung von Synchron-Bausatzmotoren weitere Parameter vorhanden:

- **P-0-0506, Spannungsamplitude für Winkelerfassung**
- **P-0-0507, Testfrequenz für Winkelerfassung**
- **P-0-0508, Kommutierungs-Offset**
- **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset**
- **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung**
- **P-0-0523, Kommutierungseinstellung Messwert**
- **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung**
- **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher**

Beteiligte Diagnosen

- **C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung**
- **C1204 Fehler bei der Offset-Berechnung**
- **C1208 Einstellung bei Asynchronmotor nicht möglich**
- **C1209 Antrieb in Phase 4 schalten**
- **C1214 Kommando nur mit Linear-Synchronmotor möglich**
- **C1215 Kommando nur in 'bb' möglich**
- **C1216 Keine Kommutierungsermittlung ausgewählt**
- **C1217 Einstellung nur in 'Ab' möglich**
- **C1218 Automatische Kommutierung: Strom zu gering**
- **C1219 Automatische Kommutierung: Überstrom**

- **C1220 Automatische Kommutierung: Timeout**
- **C1221 Automatische Kommutierung: Iteration ohne Ergebnis**
- **C1222 Fehler beim Schreiben der Offset-Parameter**
- **F2032 Kommutierungs-Feinabgleich Plausibilitätsfehler**
- **F8013 Automatische Kommutierung: Strom zu gering**
- **F8014 Automatische Kommutierung: Überstrom**
- **F8015 Automatische Kommutierung: Timeout**
- **F8016 Automatische Kommutierung: Iteration ohne Ergebnis**

Rexroth-Bausatzmotoren, asynchron

Kurzbeschreibung

Folgende Rexroth-Bausatzmotoren sind nach dem Wirkprinzip "Asynchronmotor" gebaut:

- Rotative Motoren 1MB und MBA

Durch den Zusammenbau des Motors in der Maschine können Ständer, Läufer und Mess-System erst vor Ort zusammengefügt werden. Nach dem Laden der spezifischen Parameterwerte für Motor und Mess-System kann der zusammengebaute Motor unabhängig von Rotorlage und Zuordnung des Mess-Systems in Betrieb gesetzt werden.

Hinweis: Das Mess-System sollte mit hoher Auflösung und als Absolutgeber realisiert werden! Einsatz von Gebern mit Rechteck-Signalen vermeiden!

Beteiligte Parameter

Bei diesen Motoren werden die unter "Grundlegende Angaben zu den ansteuerbaren Motoren" genannten Parameter benutzt.

Inbetriebnahmehinweise

Bereitgestellte Parameterwerte

Bei der Inbetriebnahme können die von Rexroth bereitgestellten motor-spezifischen Parameterwerte wie

- Motorparameter und
- Temperatursensorparameter

entweder anhand einer Liste manuell eingegeben (z.B. über das Steuerungsterminal) oder über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" aus einer Datenbank geladen werden.

Vormagnetisierungsfaktor

Lediglich der Parameter **P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor** ist mit einem der Anwendung angepassten Wert zu beschreiben.

Siehe Abschnitt "Rexroth-Gehäusemotoren ohne Geberdatenspeicher"

5.3 Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten

Grundsätzliches zu Fremdmotoren

Warum Fremdmotoransteuerung?

Maschinenachsen werden heute hauptsächlich mit elektrischen Antrieben bewegt. In den meisten Fällen kommen Motoren in Standard-Ausführung zum Einsatz, da dies die kostengünstigste Lösung ist.

Spezielle Anforderungen

Bedingt durch spezielle Anforderungen an Maschinenachsen, konstruktive oder sicherheitstechnische Aspekte, kann jedoch für den Maschinenhersteller auch die Notwendigkeit bestehen, eine vom Standard abweichende Motorkonstruktion zu verwenden.

Nicht lieferbare Motorausführungen

Für diese Fälle ergibt sich für den Antriebslieferanten die Forderung, neben dem standardmäßig lieferbaren Antrieb, bestehend aus (Standard-)Motor, Regelgerät, Kabel und evtl. Maschinensteuerung, auch Antriebe mit Motoren realisieren zu können, die aufgrund der speziellen Ausführung nicht im eigenen Lieferprogramm enthalten sind.

Mit Rexroth-Regelgeräten der IndraDrive-Gerätefamilie können auch Fremdmotoren angesteuert werden.

Prüfung der Ansteuerbarkeit von Fremdmotoren

Für die erfolgreiche und betriebssichere Ansteuerung eines Fremdmotors muss jedoch im Vorfeld geprüft werden

- ob der anzusteuernde Fremdmotor die Anforderungen des Regelgerätes erfüllt,
- ob das angebaute Lage-Mess-System vom Regelgerät ausgewertet werden kann bzw. welches Lage-Mess-System bei Einbaumotoren auswählbar ist,
- ob der Motor vor unzulässiger Erwärmung bei Überlast geschützt werden kann,
- welches Regelgerät, einschließlich Versorgung, aufgrund der abzugebenden Motorleistung, geeignet ist.

Wie projektieren?

In diesem Abschnitt werden die Anforderungen an Fremdmotoren genannt und Angaben zu den als Motorgeber auswertbaren Mess-Systemen gemacht. Das Sammeln der erforderlichen Daten von Motor, Temperatursensor, Motorgeber und Motorhaltebremse wird durch Formblätter unterstützt (siehe Abschnitt "Formblätter für erforderliche herstellerseitige Ausgangsdaten").

Das für den jeweiligen Motor erforderliche Regelgerät und das Versorgungsgerät werden durch Vergleich der Motordaten mit den Daten dieser Geräte (siehe Dokumentation für HMS/HMD und HMV oder HCS) bestimmt.

Hinweis: Der Dauerstrom des Regelgeräts sollte größer als der des Motors sein, die Dauerleistung der Versorgung muss größer als die Summe aller mittleren Leistungen der Achsen des Antriebspakets sein!

Die verfügbaren Leistungs- und Geberkabel sind in der Dokumentation "Anschlusskabel; Auswahldaten" (DOK-CONNEC-CABLE*STAND-AU...) beschrieben.

Wie in Betrieb nehmen?

Zunächst sind die Motorparameterwerte zu bestimmen (siehe Abschnitt "Bestimmung der Parameterwerte für Motor und Motorregelung"). Die Parameterwerte der Motorregelung werden per Kommando firmware-intern berechnet.

Die Dokumentation der ermittelten Motorparameterwerte ist zweckmäßig in den im Abschnitt "Formblätter für Parameterwerte" enthaltenen Formblättern vorzunehmen.

Welche Richtlinien sind wichtig?

Nach den gesetzlichen Bestimmungen

- der EU-Richtlinien EMV89/336/EWG und
- den deutschen EMVG-Gesetzen

müssen Anlagen und Maschinen entsprechend dem derzeitigen Stand der Normung konstruiert und gebaut werden. Um die Maschinenrichtlinien hinsichtlich der "Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)" zu erfüllen, muss eine Konformitätsprüfung des Antriebssystems (Motor mit Regelgerät und Anschlusskonstruktion) durchgeführt werden. Die Prüfung des Antriebssystems und Einhaltung der Richtlinien muss durch den Maschinenhersteller sichergestellt werden.

Anforderungen an Fremdmotoren

Spannungsfestigkeit der Wicklung

Die Spannungsfestigkeit der Wicklungen von Fremdmotoren ist zu prüfen. Abhängig vom verwendeten Regelgerät treten unterschiedliche Belastungen auf:

Regelgerätetyp	max. Spannungsamplitude $\hat{u}_{max}$ zwischen Motorklemmen und Motorklemmen gegen Gehäuse (Erde)	Spannungs-steilheit du/dt
HMS, HMD an HVE, HMV (3x400VAC) HCS (3x400VAC)	1200 $V_{SS/2}$	8kV/µs
HMS, HMD an HVR HMS, HMD an HVE (3x480VAC) HCS (3x480VAC)	1500 $V_{SS/2}$	10kV/µs

Abb. 5-12: Spannungsbeanspruchung von Motoren in Abhängigkeit der Regelgeräte

Motorinduktivität

Der Motor muss, abhängig vom verwendeten Regelgerät, einen Mindestwert für die Induktivität aufweisen. Die tatsächlich vorhandene Induktivität eines Motors lässt sich mit einer Induktivitätsmessbrücke direkt zwischen jeweils zwei Motorklemmen messen. Die Messung muss bei einem kompletten, betriebsmäßig verschalteten, aber noch nicht angeschlossenen Motor erfolgen. Dabei bleibt eine Motorklemme offen!
Bei Asynchronmotoren ist der Messwert nur verwendbar, wenn der Rotor keine geschlossenen Nuten hat!

Regelgerät	Minimal erforderliche Motorinduktivität
HMS, HMD an HVE, HMV (3x400VAC) HCS (3x400VAC)	$L_{U-V} = 80^* 4/(\sqrt{2} * I_{Typ} * PWM)$ (in mH)
HMS, HMD an HVR HMS, HMD an HVE, HMV (3x480VAC) HCS (3x480VAC)	$L_{U-V} = 116^* 4/(\sqrt{2} * I_{Typ} * PWM)$ (in mH)

I_{Typ}: Typenstrom des ausgewählten Regelgeräts (Effektivwert)
PWM: gewünschte PWM-Frequenz in kHz

Abb. 5-13: Mindestinduktivitäten in Abhängigkeit von Regelgerätedaten, Versorgungen und Versorgungsspannung

Falls die Induktivität des Fremdmotors kleiner ist als in der obigen Tabelle angegeben, so muss eine dreiphasige Drossel in die Motorzuleitung eingeschaltet werden. Diese Drossel muss die messbare Induktivität zwischen jeweils zwei Motorklemmen auf den Mindestwert anheben.

Hinweis: Bei Messung der Induktivität können bei verschieden Rotorlagen innerhalb einer Polweite des Motors verschiedene Induktivitätswerte festgestellt werden. Für die Prüfung auf den Mindestwert ist der Mittelwert relevant.

Achtung: Nur bei stillstehendem Motor können korrekte Werte ermittelt werden!

Vorhandener Fremdmotor	Geplanter Fremdmotor
 $L_{Dr} = 0{,}5 * (L_{U-Vmin} - L_{U-V})$ (Induktivitätsmessung mit 1 kHz) Einbau von 3x L_{Dr} (dreiphasige Drossel)	Berechnung der Streuinduktivität (Asynchronmotor) bzw. Induktivität (Synchronmotor) des Fremdmotors mit Hilfe des einphasigen Ersatzschaltbildes (Herstellerangabe!). Rechnerische Ermittlung der Drossel, falls erforderlich. Kontaktaufnahme mit Rexroth empfohlen!
Anforderungen an die Drossel: - $I_{n_Dr} \geq I_{n_Mot}$ Der Drossel-Bemessungsstrom muss größer gleich dem Motor-Bemessungsstrom sein. - Die Drossel wird, abhängig von der max. Drehzahl, mit der entsprechenden Ausgangsfrequenz und der PWM-Frequenz des Regelgerätes beansprucht. - Die Isolationsklasse muss mindestens der des Motors entsprechen oder für höhere Temperaturen ausgelegt sein. - Die Spannungsbeanspruchung der Drossel ist vom verwendeten Regelgerät abhängig.	

Abb. 5-14: Angaben zur evtl. erforderlichen Drossel

Temperaturauswertung

Es sollten nur Motoren mit eingebautem Temperatursensor mit IndraDrive-Regelgeräten betrieben werden, damit der Motor vom Regelgerät thermisch überwacht und vor Beschädigung durch zu starke Erwärmung geschützt werden kann.

Der Typ des Temperatursensors wird dem Regelgerät über **P-0-0512, Temperatursensor** mitgeteilt. Standard-Sensortypen werden über eine Kennzahl charakterisiert, der eine in der Firmware hinterlegte Kennlinie zugeordnet ist.

Siehe "Motortemperaturüberwachung" im Abschnitt "Allgemeines zum Betrieb von Motoren mit IndraDrive"

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0512, Temperatursensor"

Fremdmotoren ohne Temperatursensor können auch mit IndraDrive-Regelgeräten betrieben werden, eine thermische Überwachung ist jedoch nur durch das firmware-interne Motor-Temperaturmodell möglich.

Der Schutz vor thermischer Überlast ist jedoch nur dann gewährleistet, wenn die thermischen Zeitkonstanten von Motorgehäuse (P-0-4035) und Motorwicklung (P-0-4034) die Kühlsituation des Motors korrekt widerspiegeln. Wenn Verschmutzung von Motorgehäuse oder Lüfter die Kühleigenschaften des Motors verändern, ist der Motor nur noch unzureichend vor thermischer Überlastung geschützt!

Zum Motor-Temperaturmodell siehe Abschnitt "Strom- und Momentenbegrenzung (Closed-Loop)" im Kapitel "Antriebsregelung"

Siehe Parameterbeschreibungen "P-0-4034, Thermische Zeitkonstante Wicklung", "P-0-4035, Thermische Zeitkonstante Motor" und "P-0-4037, Thermische Kurzzeitüberlast der Wicklung"

Allgemeines zur Ansteuerung von Fremdmotoren

Beteiligte Parameter und Diagnosen

Siehe "Motorregelung: Automatische Einstellung der Motorregelungsparameter" im Kapitel "Antriebsregelung"

Hardwareangaben

Der elektrische Anschluss der Motoren an das Regelgerät ist den Projektierungsdokumentationen der IndraDrive-Regelgeräte zu entnehmen. Bei Verwendung von Rexroth-Motoren befindet sich ein kompletter Anschlussplan in der jeweiligen Projektierungsdokumentation.

Ansteuerbare Fremdmotoren

Motorarten

Folgende Motorarten können angesteuert werden:

- Asynchronmotoren, rotativ
- Asynchronmotoren, linear
- Synchronmotoren, rotativ
- Synchronmotoren, linear

Diese Motoren können im Rahmen der technischen Daten des ausgewählten IndraDrive-Regelgeräts betrieben werden. Falls Motoren mit einer Haltebremse versehen sind, sollte diese über das Regelgerät angesteuert werden. Auf Übereinstimmung der relevanten technische Daten der Motorhaltebremse und des Haltebremsen-Ausgangs achten!

Hinweis: Bei Fremdmotoren gibt Bosch Rexroth grundsätzlich keine Gewährleistung für die Leistungsdaten an der Motorwelle!

Synchronmotoren

Bei Synchronmotoren muss bei der Inbetriebnahme der Kommutierungs-Offset eingestellt werden. Die Antriebsfirmware bietet mehrere Verfahren zur Ermittlung dieses Offsets, damit die Bestimmung des Wertes bei unterschiedlichen Motoreigenschaften möglich ist.

Hinweis: Es sind Einschränkungen beim Einsatz von Synchronmotoren im Zusammenhang mit der Kommutierungsoffset-Ermittlung zu beachten!
Siehe "Motorregelung: Kommutierungseinstellung" im Kapitel "Antriebsregelung"

Eine ggf. vorhandene Reluktanzeigenschaft ist bei Fremd-Synchron-motoren nicht nutzbar! Die Bestimmung betriebssicherer Motor-parameterwerte für die Nutzung der Reluktanzeigenschaft ist bei Fremdmotoren nicht möglich, daher darf das entsprechende Bit von **P-0-4014, Motorart** nicht gesetzt werden!

Motorgeber

Das im Regelgerät integrierte Steuerteil kann Mess-Systeme als Motorgeber auswerten, wenn sie in **P-0-0074, Gebertyp 1 (Motorgeber)** aufgeführt sind (siehe auch Projektierungsdokumentation der IndraDrive-Steuerteile).

Motorgeber für Fremd-Asynchronmotoren

Asynchronmotoren können auch im "Open-Loop"-Betrieb (ohne Motorgeber) durch IndraDrive-Regelgeräte angesteuert werden. Im "Closed-Loop"-Betrieb (mit Motorgeber) genügt für Asynchronmotoren ein relatives Mess-System.

Motorgeber für Fremd-Synchronmotoren

Für betriebssichere Antriebe mit Fremd-Synchronmotoren an IndraDrive-Regelgeräten sind bei der Auswahl des Mess-Systems folgende Kombinationsmöglichkeiten bzw. Einschränkungen zu beachten:

Antriebsfamilie	Motor-Mess-System	Fremd-Synchronmotor
IndraDrive	absolut	+
	relativ	o

+ … vorteilhafte Kombination
o … Kombination ist möglich (applikationsspezifische Einschränkungen), ggf. erschwerte Inbetriebnahme!

Abb. 5-15: Kombinationsmöglichkeiten von Fremd-Synchronmotor und Motor-Mess-System

Hinweis: Angaben zu absoluten und relativen Mess-Systemen siehe Abschnitt "Mess-Systeme"!

Bestimmung der Parameterwerte von Fremdmotoren

Da für Fremdmotoren seitens Bosch Rexroth keine Parameterwerte für die Motorregelung bereitgestellt werden können, müssen diese Werte vor bzw. bei der Inbetriebnahme des Fremdmotors ermittelt werden. Die Ermittlung dieser Parameterwerte wird durch folgende Kommandos unterstützt:

- **C3200 Kommando Motordaten berechnen**
  Bei Asynchronmotoren antriebsinterne Berechnung der Werte für die Motorregelungsparameter aus den Daten auf dem Typenschild.
- **C3600 Kommando Motordaten-Identifikation**
  Bei Asynchronmotoren antriebsinterne Optimierung der über das Kommando C3200 errechneten Werte der Motorreglungsparameter.
- **C4600 Kommando Motorreglungs-Parameter berechnen**
  Berechnen der Motorreglungsparameterwerte aus den motor-spezifischen Daten bei Synchronmotoren und ggf. auch bei

Asynchronmotoren (nach manueller Eingabe von motorspezifischen Daten zusätzlich zu den Daten vom Typenschild)

Die spezifischen Motordaten müssen vom Motorhersteller zur Verfügung gestellt werden. Zur Erfassung aller benötigten herstellerseitigen Ausgangsdaten des Motors sind die bereitgestellten Formblätter (Kopiervorlagen, s.u.) zu nutzen.

1): gemäß Formblatt "Motorparameter für Synchronmotoren
2): in Parameter "P-0-4032, Motor-Typenschildangaben"
3): gemäß Formblatt "Motorparameter für Asynchronmotoren
IB-Tool: Inbetriebnahmetool (z.B. IndraWorks D)

Abb. 5-16: Ermittlung der Werte für die Motorregelungsparameter

Nähere Erläuterungen zum Funktionsumfang der genannten Kommandos siehe "Motorregelung: Automatische Einstellung der Motorregelungs-parameter" im Kapitel "Antriebsregelung"!

Bestimmung der Motorparameterwerte für manuelle Eingabe (für Kommando C4600)

Ausgehend von den vom Hersteller bereitgestellten, motorspezifischen Daten müssen die Motorparameterwerte für Fremd-Synchronmotoren ermittelt werden. Bei Asynchronmotoren können sie neben dem antriebsinternen Weg über die Kommandos C3200 und C3600 auch auf externem Weg ermittelt werden.

Vorgehensweise ohne "IndraWorks D"

Die Erfassung der zu ermittelnden Motorparameterwerte wird durch die Formblätter "Motorparameter für Asynchronmotoren/Synchronmotoren" (s.u.) unterstützt.

Vorgehensweise mit "IndraWorks D"

Bei Verwendung des Inbetriebnahmetools "IndraWorks D" werden die Motorparameter nach Eingabe der benötigten Daten (gemäß ausgefülltem Formblatt "Ausgangsdaten von Asynchronmotoren/ Synchronmotoren") über einen entsprechenden Dialog ermittelt, in einer Datei gespeichert und anschließend in das Regelgerät geladen.

Motorart

Das Funktionsprinzip und die Bauart des Fremdmotors ist in den Parameter P-0-4014, Motorart einzutragen.

Hinweis: Im Parameter P-0-4014 sind die Bits für die weiteren Einstellmöglichkeiten auf "0" zu setzen, da die entsprechenden Funktionen bei Fremdmotoren im Allgemeinen nicht nutzbar sind!

Polpaarzahl/Polpaarweite

Der Wert für den Parameter **P-0-0018, Polpaarzahl/Polpaarweite** ist dem ausgefüllten Formblatt "Ausgangsdaten für Asynchron- bzw. Synchronmotoren“ zu entnehmen.

Rotor-Trägheitsmoment

Für die Parametrierung von **P-0-0510, Rotor-Trägheitsmoment** sind die Werte aus dem ausgefüllten Formblatt "Ausgangsdaten für Asynchron- bzw. Synchronmotoren" zu verwenden.

Spitzenstrom Motor

Im Parameter **S-0-0109, Spitzenstrom Motor** ist der Effektivwert des maximal zulässigen Motorgesamtstromes (magnetfeld- und drehmomentbildender Strom) anzugeben.

Bei Asynchronmotoren wird üblicherweise kein Wert für den maximal zulässigen Spitzenstrom angegeben.

Aus thermischen Gründen wird eine Begrenzung nach folgenden Beziehungen empfohlen:

$$S-0-0109 = 2{,}5 * I_{Nenn}$$

S-0-0109: Spitzenstrom Motor
→ Effektivwert des maximalen Motorgesamtstromes (in A)
I_{Nenn}: Nennstrom, Effektivwert (in A)

Abb. 5-17: Empfehlung für S-0-0109 bei rotativen Motoren

$$S-0-0109 = 2{,}5 * I_d$$

S-0-0109: Spitzenstrom Motor
→ Effektivwert des maximalen Motorgesamtstromes (in A)
I_d: Stillstandsdauerstrom, Effektivwert (in A)

Abb. 5-18: Empfehlung für S-0-0109 bei linearen Motoren

Stillstandsstrom Motor

Der Stillstandsstrom des Motors ist der Effektivwert des drehmomentbildenden Anteils des Motordauerstromes.

Der in den Parameter **S-0-0111, Stillstandsstrom Motor** eingegebene Wert ist der 100%-Bezugwert für die Drehmoment/Kraft-Grenzwertparameter S-0-0092 und P-0-0109 bei prozentualer Wichtung (s.u.).

$$\text{rotative Svnchronmotoren: } S-0-0111 = I_N$$
$$\text{lineare Synchronmotoren: } S-0-0111 = I_d$$

S-0-0111: Stillstandsstrom Motor
(in $Nm/A_{(Effektivwert)}$ bei rotativen Synchronmotoren;
in $N/A_{(Effektivwert)}$ bei linearen Synchronmotoren)
I_N: Bemessungsstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)
I_d: Stillstandsdauerstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)

Abb. 5-19: Berechnung des Wertes für S-0-0111 bei Synchronmotoren

$$\text{rotative Asynchronmotoren: } S-0-0111 = I_N * \cos\varphi$$
$$\text{lineare Asynchronmotoren: } S-0-0111 = \sqrt{I_d^2 - I_{Mag}^2}$$

S-0-0111: Stillstandsstrom Motor
(in $Nm/A_{(Effektivwert)}$ bei rotativen Asynchronmotoren;
in $N/A_{(Effektivwert)}$ bei linearen Asynchronmotoren)
I_N: Bemessungsstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)
cos φ: Leistungsfaktor
I_d: Stillstandsdauerstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)
I_{Mag}: Magnetisierungsstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)

Abb. 5-20: Berechnung des Wertes für S-0-0111 bei Asynchronmotoren

Maximal-Geschwindigkeit des Motors

Der Geschwindigkeitssollwert, den das Regelgerät ausgibt, wird auf den Wert des Parameters **S-0-0113, Maximal-Geschwindigkeit des Motors** begrenzt. Der Wert darf nicht größer als die maximal zulässige Geschwindigkeit (Drehzahl) sein!

Drehmoment/Kraft-Konstante

Berechnung des Wertes für Parameter **P-0-0051, Drehmoment-/Kraft-Konstante** bei betriebswarmen Motor und Bemessungsstrom bzw. Stillstandsdauerstrom:

$$\text{rotative Synchronmotoren: } P-0-0051 = M_N/I_N$$
$$\text{lineare Synchronmotoren: } P-0-0051 = F_N/I_d$$

P-0-0051: Drehmoment-/Kraft-Konstante
(in $Nm/A_{(Effektivwert)}$ bei rotativen Synchronmotoren;
in $N/A_{(Effektivwert)}$ bei linearen Synchronmotoren)
M_N: Bemessungsdrehmoment (lt. Motorausgangsdaten)
I_N: Bemessungsstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)
F_N: Bemessungskraft (lt. Motorausgangsdaten)
I_d: Stillstandsdauerstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)

Abb. 5-21: Berechnung des Wertes für P-0-0051 bei linearen Synchronmotoren

$$\text{rotative Asynchronmotoren: } P-0-0051 = M_N/(I_N * \cos\varphi)$$
$$\text{lineare Asynchronmotoren: } P-0-0051 = F_N/\sqrt{I_d^2 - I_{Mag}^2}$$

P-0-0051: Drehmoment-/Kraft-Konstante
(in $Nm/A_{(Effektivwert)}$ bei rotativen Asynchronmotoren;
in $N/A_{(Effektivwert)}$ bei linearen Asynchronmotoren)
M_N: Bemessungsdrehmoment (lt. Motorausgangsdaten)
I_N: Bemessungsstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)
cos φ: Leistungsfaktor
F_N: Bemessungskraft (lt. Motorausgangsdaten)
I_d: Stillstandsdauerstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)
I_{Mag}: Magnetisierungsstrom (Effektivwert, lt. Motorausgangsdaten)

Abb. 5-22: Berechnung des Wertes für P-0-0051 bei linearen Asynchronmotoren

Motor-Wicklungs-Widerstand

Berechnung des Wertes für **P-0-4048, Motor-Wicklungs-Widerstand**:

$$P-0-4048 = (R_{U\text{-}V} + 2 * R_{Dr} + 2 * R_{Ltg.})$$

P-0-4048: Gesamtwiderstand des angeschlossenen Motors (in Ω)
$R_{U\text{-}V}$: Widerstand des Motors zw. den Klemmen bei 20°C (in Ω)
R_{Dr}: Strangwiderstand einer evtl. erforderlichen Drossel bei 20°C (in Ω)
R_{Ltg}: Widerstand einer Leistungskabelader bei 20°C (in Ω), ggf. relevant bei Open-Loop-Betrieb von Asynchronmotoren bei langer Motorleitung

Abb. 5-23: Berechnung des Wertes für P-0-4048

Hinweis: Das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" unterstützt die Eingabe der Motorparameterwerte von Fremdmotoren anhand der vom Motorhersteller ausgefüllten Formblätter "Ausgangsdaten von Asynchron-/Synchronmotoren" durch eine Benutzerführung über entsprechende Dialoge!

Manuelle Eingabe der Motorparameterwerte für Synchronmotoren

Ausgehend von den herstellerseitig vorliegenden, motorspezifischen Daten werden die synchronmotorspezifischen Motorparameterwerte ermittelt.

Motor-Längsinduktivität und Motor-Querinduktivität

Bei Motoren mit Reluktanzeigenschaft sind, abhängig von der Stellung des Motor-Primärteils zum Motor–Sekundärteil, bei der Messung der Induktivität unterschiedliche Werte feststellbar. Sie schwanken zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert:

- Der Minimalwert ist relevant für die Motor-Längsinduktivität.
- Der Maximalwert ist relevant für die Motor-Querinduktivität.

Hinweis: Auch wenn die Reluktanzeigenschaft von Fremd-Synchronmotoren nicht nutzbar ist (Betreffendes Bit im Parameter **P-0-4014, Motorart** darf nicht gesetzt sein!), ist es vorteilhaft, die genannten Werte für die Stromregelung zu verwenden!

Motor-Längsinduktivität

Zur Ermittlung Parameterwertes für **P-0-4016, Motor-Längsinduktivität** ist der im ausgefüllten Formblatt "Ausgangsdaten für Synchronmotoren" angegebene Minimalwert für die Motorinduktivität noch wie folgt zu verrechnen:

$$P\text{-}0\text{-}4016 = L_{(U\text{-}V)min} * 0{,}5$$

$L_{(U\text{-}V)min}$: Wert lt. Motor-Ausgangsdaten

Abb. 5-24: Berechnung des Wertes für P-0-4016

Motor-Querinduktivität

Zur Ermittlung Parameterwertes für **P-0-4017, Motor-Querinduktivität** ist der im ausgefüllten Formblatt "Ausgangsdaten von Synchronmotoren" angegebene Maximalwert für die Motorinduktivität noch wie folgt zu verrechnen:

$$P\text{-}0\text{-}4017 = L_{(U\text{-}V)max} * 0{,}5$$

$L_{(U\text{-}V)max}$: Wert lt. Motor-Ausgangsdaten

Abb. 5-25: Berechnung des Wertes für P-0-4017

Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Induktivitäten

Listenparameter **P-0-4002, Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Induktivitäten**
→ in jede der fünf Zeilen den Wert "1,0" eintragen

Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Ströme

Listenparameter **P-0-4003, Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Ströme**
→ in jede der fünf Zeilen den Wert "1,0" eintragen

Flussbildender Strom, Grenzwert

Berechnung des Wertes für **P-0-4005, Flussbildender Strom, Grenzwert**:

$$P\text{-}0\text{-}4005 = -(S\text{-}0\text{-}0109)$$

oder

$$P\text{-}0\text{-}4005 = -(2{,}0 * S\text{-}0\text{-}0111)$$

S-0-0109, Spitzenstrom Motor
S-0-0111, Stillstandsstrom Motor

Abb. 5-26: Berechnung des Wertes für P-0-4005
(Der Wert mit dem kleineren Betrag ist mit negativem Vorzeichen in P-0-4005 einzutragen.)

Hinweis: Das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" unterstützt die Eingabe der Motorparameterwerte von Fremd-Synchron-motoren anhand der vom Motorhersteller ausgefüllten Formblattes "Ausgangsdaten von Synchronmotoren" durch eine Benutzerführung über entsprechende Dialoge!

Manuelle Eingabe der Motorparameterwerte für Asynchronmotoren

Ausgehend von den herstellerseitig vorliegenden, motorspezifischen Daten können die asynchronmotorspezifischen Motorparameterwerte auch manuell ermittelt werden.

Magnetisierungsstrom

Der Wert für den Parameter **P-0-4004, Magnetisierungsstrom** ist der Effektivwert des Magnetisierungsstroms des Motors:

$$P-0-4004 = I_{Mag}$$

P-0-4004: Magnetisierungsstrom (Effektivwert in A)
I_{Mag}: angegebener Magnetisierungsstrom (Effektivwert in A)

Abb. 5-27: Berechung des Wertes für P-0-4004

Falls in den Ausgangsdaten des Asynchronmotors kein Wert angegeben ist, kann mit folgender Näherung gerechnet werden:

$$P-0-4004 = \sqrt{1-(\cos\varphi)^2} * I_{Nenn}$$

P-0-4004: Magnetisierungsstrom (Effektivwert in A)
I_{Nenn}: Bemessungsstrom des Motors (Effektivwert in A)
cos φ: Leistungsfaktor bei Bemessungsbelastung

Abb. 5-28: Näherungsweise Berechung des Wertes für P-0-4004

Bemessungsdrehzahl Motor

Der Wert für den Parameter **P-0-4036, Bemessungsdrehzahl Motor** ist dem ausgefüllten Formblatt "Ausgangsdaten von Asynchronmotoren" zu entnehmen.

Stator- und Rotor-Streuinduktivität; Motor-Hauptinduktivität

Die Werte für die Parameter P-0-4039, P-0-4040, P-0-4041 beziehen sich auf das einphasige Ersatzschaltbild (ESB) von Asynchronmotoren bei Sternpunktbezug (s.u.).

Aus den Daten der Stator- und Rotor-Streuinduktivität und der Motor-Hauptinduktivität lassen sich genauere Motorparameterwerte ermitteln als aus den Typenschilddaten. Daher ist es vorteilhaft, wenn diese Daten vom Motorhersteller geliefert werden und im ausgefüllten Formblatt "Ausgangsdaten von Asynchronmotoren" enthalten sind.

$$P\text{-}0\text{-}4039 = L_{\sigma S(Al\text{-}St)}$$
$$P\text{-}0\text{-}4040 = L_{\sigma R(Al\text{-}St)}$$
$$P\text{-}0\text{-}4041 = L_{H(Al\text{-}St)}$$

P-0-4039: Stator-Streuinduktivität (in mH)
P-0-4040: Rotor-Streuinduktivität (in mH)
P-0-4041: Motor-Hauptinduktivität (in mH)
$L_{\sigma S(Al\text{-}St)}$: Streuinduktivität des Stators
$L_{\sigma R(Al\text{-}St)}$: Streuinduktivität des Rotors
$L_{H(Al\text{-}St)}$: Hauptinduktivität des Motors

Abb. 5-29: Werte für P-0-4039, P-0-4040, und P-0-4041 lt. Herstellerangabe

$R_{S(Al\text{-}St)}$: ohmscher Widerstand des Stators bei 20°C
$R_{R(Al\text{-}St)}$: ohmscher Widerstand des Rotors bei 20°C
$L_{\sigma S(Al\text{-}St)}$: Streuinduktivität des Stators
$L_{\sigma R(Al\text{-}St)}$: Streuinduktivität des Rotors
$L_{H(Al\text{-}St)}$: Hauptinduktivität des Motors

Abb. 5-30: Ersatzschaltbild (ESB) der Asynchronmaschine, einphasig, Sternpunktbezug

Kennlinie der Motor-Hauptinduktivität

Listenparameter **P-0-4042, Kennlinie der Motor-Hauptinduktivität**
→ falls nichts anderes bekannt ist, in jede der fünf Zeilen den Wert "1,0" eintragen

Rotorzeitkonstante

Die Werte für die Parameter **P-0-4043, Rotorzeitkonstante** sind dem ausgefüllten Formblatt "Ausgangsdaten von Asynchronmotoren" zu entnehmen.

Falls der Wert nicht vorhanden ist, kann er auch näherungsweise berechnet werden:

$$P\text{-}0\text{-}4043 = \frac{L_{\sigma R(Al\text{-}St)} + L_{H(Al\text{-}St)}}{R_{R(Al\text{-}St)}} = \frac{(P-0-4040 + P-0-4041)}{R_{R(Al\text{-}St)}}$$

P-0-04043: Rotorzeitkonstante (in ms)
$R_{R(Al\text{-}St)}$: Ohmscher Widerstand des Rotors bei 20°C
$L_{\sigma R(Al\text{-}St)}$: Streuinduktivität des Rotors
$L_{H(Al\text{-}St)}$: Hauptinduktivität des Motors

Abb. 5-31: Berechnung des Wertes für P-0-4043

Hinweis: Das Inbetriebnahmetool IndraWorks D unterstützt die Eingabe der Motorparameterwerte von Fremd-Asynchronmotoren anhand des vom Motorhersteller ausgefüllten Formblattes "Ausgangsdaten von Asynchronmotoren" durch eine Benutzerführung über entsprechende Dialoge!

Hinweis: Zur Projektierung und Inbetriebnahme eines Fremdmotors müssen immer die erforderlichen, herstellerspezifischen Motordaten vorliegen!

Formblätter für erforderliche herstellerseitige Ausgangsdaten

Formblatt für Ausgangsdaten von Asynchronmotoren

Hersteller,
Motortyp: _____

Kunde, Anlage,
Achsbezeichnung: _____

Benennung	Formelz./Kürzel	Einheit	Wert
Bemessungsleistung 1)	P_N	kW	
Bemessungsdrehmoment	M_N	Nm	
Bemessungsstrom 1)	I_N	A_{eff}	
Leistungsfaktor 1)	cos φ	--	
Magnetisierungsstrom	I_{Mag}	A_{eff}	
Bemessungsdrehzahl 1)	n_N	min^{-1}	
Bemessungsfrequenz 1)	f_N	Hz	
Bemessungsspannung 1)	U_N	V_{eff}	
Trägheitsmoment	J	_	
Maximaldrehzahl	n_{max}	min^{-1}	
Polpaarzahl	PPZ	--	
Isolationsklasse	Isol.Kl.	--	
Motorinduktivität, Minimalwert	$L_{U-V, min}$	mH	
Motorinduktivität, Maximalwert	$L_{U-V, max}$	mH	
Motorinduktiv. Mittelwert	L_{U-V}	mH	
Stator-Streuinduktivität 2)	$L_{\sigma S(Al-St)}$	mH	
Rotor-Streuinduktivität 2)	$L_{\sigma R(Al-St)}$	mH	
Motor-Hauptinduktivität 2)	$L_{H(Al-St)}$	mH	
Stator-Widerstand (20°C) 2)	$R_{S(Al-St)}$	Ω	
Rotor-Widerstand (20°C) 2)	$R_{R(Al-St)}$	Ω	
Rotorzeitkonstante 2)	T_R	ms	
Wicklungswiderstand (20°C)	R_{U-V}	Ω	
zul. period. Spitzenspannung	$\hat{u}_{max_zul.}$	$V_{SS/2}$	
zulässige Spannungssteilheit	$du/dt_{zul.}$	kV/µs	
Kühlart (ohne/mit Lüfter; Flüssigkeitskühlung)	--	--	
Thermische Zeitkonstante Motor	T_{Motor}	min	s. "Begrenzungen"
Thermische Zeitkonstante Wicklung	$T_{Wicklung}$	s	s. "Begrenzungen"
Therm. Kurzzeitüberlast Wicklung	$k_{Überlast}$	--	s. "Begrenzungen"
Motorart	rotativ/linear	--	
Hat Rotor/Sekundärteil geschlossene Nuten?	--	Ja/Nein	

1): Daten auf Typenschild bei rotativem Motor
2): hilfreiche, aber nicht zwingend erforderliche Daten

Abb. 5-32: Motordaten von Asynchronmotoren

Hinweis: Formblatt für Ausgangsdaten von Motor-Temperatursensor, Motorgeber und Motorhaltebremse ebenfalls beachten (s.u.)!

_____

Name Datum Unterschrift

Formblatt für Ausgangsdaten von Synchronmotoren

Hersteller,
Motortyp: _____

Kunde, Anlage,
Achsbezeichnung: _____

Benennung	Formelz./Kürzel	Einheit	Wert
Bemessungsleistung	P_N	kW	
Bemessungsdrehmoment bzw. Bemessungskraft [1)]	M_N F_N	Nm N	
Bemessungsstrom	I_N	A_{eff}	
Bemessungsdrehzahl bzw. Bemessungsgeschwindigkeit [1)]	n_N v_N	min^{-1} m/ min	
Bemessungsspannung	U_N	V_{eff}	
Stillstandsdauerstrom [1)]	I_d	A_{eff}	
Trägheitsmoment/Masse	J/m	_	
Bemessungskraft [1)]	F_N	N	
Zulässiger Maximalstrom (magn. Sättigungseffekte ?)	I_{max}	A_{eff} (ja/nein)	
Maximaldrehmoment bzw. Maximalkraft [1)]	M_{max} F_{max}	Nm N	
Maximaldrehzahl bzw. Maximalgeschwindigkeit [1)]	n_{max} v_{max}	min^{-1} m/min	
Polpaarzahl (rotativ) bzw. Polpaarweite (linear)	PPZ PWT (N-N-pol)	-- mm	
Isolationsklasse	Isol.Kl.	--	
Motorinduktivität, Minimalwert	$L_{U-V, min}$	mH	
Motorinduktivität, Maximalwert	$L_{U-V, max}$	mH	
Motorinduktivität, Mittelwert	L_{U-V}	mH	
Wicklungswiderstand (20°C)	R_{U-V}	Ω	
zul. period. Spitzenspannung	$\hat{u}_{max_zul.}$	$V_{SS/2}$	
zulässige Spannungssteilheit	$du/dt_{zul.}$	kV/µs	
Kühlart (ohne/mit Lüfter; Flüssigkeitskühlung)	--	--	
Thermische Zeitkonstante Motor	T_{Motor}	min	s. "Begrenzungen"
Thermische Zeitkonst. Wicklung	$T_{Wicklung}$	s	s. "Begrenzungen"
Therm. Kurzzeitüberlast Wicklung	$k_{Überlast}$	--	s. "Begrenzungen"
Motorart	rotativ/linear	--	

1): nur bei Linearmotor

Abb. 5-33: Motordaten von Synchronmotoren

Hinweis: Formblatt für Ausgangsdaten von Motor-Temperatursensor, Motorgeber und Motorhaltebremse ebenfalls beachten (s.u.)!

_____

Name Datum Unterschrift

Rexroth
Bosch Group

Formblatt für Ausgangsdaten von Motor-Temperatur-sensor, Motorgeber und Motorhaltebremse

Temperatursensordaten

PTC? NTC? Schaltkontakt?	
Typenbezeichnung?	
Wie oft und wo eingebaut?	
Charakteristik vorhanden?	

Abb. 5-34: Angaben zum Temperatursensor

Motorgeber (falls vorhanden)

Art/Standard?	
Signalamplitude?	
Signalform?	
Zyklen/Umdrehung? Teilungsperiode/µm?	
Hersteller? Bauform?	

Abb. 5-35: Angaben zum Motorgeber

Motorhaltebremse (falls vorhanden)

Hersteller		
Typenbezeichnung		
Haltemoment/-kraft	Nm/N	
Bemessungsspannung	V	
Bemessungsstrom	A	
Trägheitsmoment/ bewegte Masse	kgm^2/kg	
Verknüpfzeit	ms	
Trennzeit	ms	
Masse	kg	

Abb. 5-36: Angaben zur Motorhaltebremse

Name Datum Unterschrift

Formblätter für Parameterwerte

Formblatt "Motorparameter für Asynchronmotoren"

Hinweis: Nach Eingabe der Daten vom Typenschild (in P-0-4032) und Ausführung des Kommandos C3200 werden die hier aufgelisteten Parameterwerte automatisch bestimmt. Falls manuelle Eingabe gewünscht wird, sind die Werte entsprechend der Beschreibung im Abschnitt "Bestimmung der Motorparameterwerte für manuelle Eingabe (für Kommando C4600)" (s.o.) zu ermitteln.

Hersteller,
Motortyp: _____

Kunde, Anlage,
Achsbezeichnung: _____

Parameter-IDN	Parameter-Name	Eingegebener Wert	Einheit
P-0-4014	Motorart		--
P-0-0018	Polpaarzahl / Polpaarweite		PPZ / mm
P-0-0510	Rotor-Trägheitsmoment / bewegte Masse		(wichtungsabhängig)
S-0-0109	Spitzenstrom Motor		A
S-0-0111	Stillstandsstrom Motor		A
S-0-0113	Maximal-Geschwindigkeit des Motors		(wichtungsabhängig)
P-0-0051	Drehmoment-/Kraft-Konstante		(wichtungsabhängig)
P-0-4048	Motor-Wicklungs-Widerstand		Ω
P-0-4004	Magnetisierungsstrom		A
P-0-4036	Bemessungsdrehzahl Motor		1/min
P-0-4039	Stator-Streuinduktivität		mH
P-0-4040	Rotor-Streuinduktivität		mH
P-0-4041	Motor-Hauptinduktivität		mH
P-0-4042	Kennlinie der Motor-Hauptinduktivität	[0] [1] [2] [3] [4]	
P-0-4043	Rotorzeitkonstante		ms

Abb. 5-37: Motorparameter für Asynchronmotoren

Formblatt "Motorparameter für Synchronmotoren"

Hinweis: Die Werte sind entsprechend der Beschreibung im Abschnitt "Bestimmung der Motorparameterwerte für manuelle Eingabe (für Kommando C4600)" (s.o.) zu ermitteln.

Hersteller,
Motortyp: _____

Kunde, Anlage,
Achsbezeichnung: _____

Parameter-IDN	Parameter-Name	Eingegebener Wert	Einheit
P-0-4014	Motorart		
P-0-0018	Polpaarzahl / Polpaarweite		PPZ / mm
P-0-0510	Rotor-Trägheitsmoment / bewegte Masse		(wichtungsabhängig)
S-0-0109	Spitzenstrom Motor		A
S-0-0111	Stillstandsstrom Motor		A
S-0-0113	Maximal-Geschwindigkeit des Motors		(wichtungsabhängig)
P-0-0051	Drehmoment-/Kraft-Konstante		(wichtungsabhängig)
P-0-4048	Motor-Wicklungs-Widerstand		Ω
P-0-4016	Motor-Längsinduktivität		mH
P-0-4017	Motor-Querinduktivität		mH
P-0-4002	Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Induktivitäten	[0] [1] [2] [3]	
P-0-4003	Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Ströme	[0] [1] [2] [3]	
P-0-4005	Flussbildender Strom, Grenzwert		A

Abb. 5-38: Motorparameter für Synchronmotoren

Formblatt "Parameter für Temperaturüberwachung, Motorgeber und Motorhaltebremse"

Hersteller,
Motortyp: _____

Kunde, Anlage,
Achsbezeichnung: _____

Parameter-IDN	Parameter-Name	Eingegebener Wert	Einheit
Temperaturüberwachung			
P-0-0512	Temperatursensor		--
P-0-4034	Thermische Zeitkonstante Motor		min
P-0-4035	Thermische Zeitkonstante Wicklung		s
P-0-4037	Therm. Kurzzeitüberlast der Wicklung		--
S-0-0201	Motor-Warntemperatur		°C
S-0-0204	Motor-Abschalttemperatur		°C
Motorgeber			
P-0-0074	Gebertyp 1 (Motorgeber)		
S-0-0116	Geber 1 Auflösung		
S-0-0277	Lagegeberart 1		
Motorhaltebremse			
S-0-0206	Wartezeit Antrieb Ein		ms
S-0-0207	Wartezeit Antrieb Aus		ms
S-0-0273	Maximale Wartezeit Antrieb aus		ms
P-0-0525	Haltebremsen-Steuerwort		

Abb. 5-39: Parameter für Temperaturüberwachung, Motorgeber und Motorhaltebremse

Inbetriebnahmehinweise

Bei der Inbetriebnahme von Fremdmotoren müssen immer die erforderlichen herstellerseitigen Motordaten, die Motorgeberdaten und die Temperatursensordaten vorliegen (vollständig ausgefüllte Formblätter).

Hinweis: Das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" vereinfacht die Inbetriebnahme von Fremdmotoren durch eine Benutzerführung über entsprechende Dialoge.

Grundlegende Inbetriebnahmeschritte bei Fremdmotoren

Die Inbetriebnahme eines Fremdmotors (Synchron- u. Asynchronmotor) beginnt mit folgenden grundlegenden Schritten:

1. Zunächst ist zu prüfen, ob der Fremdmotor den Herstellerangaben entsprechend angeschlossen ist.
2. Die Typbezeichnung des Fremdmotors ist in den Parameter **S-0-0141, Motortyp** einzutragen. Bei Closed-Loop-Betrieb (zwingend bei Synchronmotoren, optional bei Asynchronmotoren) sind die Einstellungen für den Motorgeber in den zugehörigen Parametern vorzunehmen:
   - **S-0-0116, Geber 1 Auflösung**
   - **S-0-0277, Lagegeberart 1**
   - **P-0-0074, Gebertyp 1 (Motorgeber)**
3. Die Einstellungen für den Motor-Temperatursensor und das Motortemperaturmodell sind in den zugehörigen Parametern zu treffen:
   - **S-0-0201, Motor-Warntemperatur**
   - **S-0-0204, Motor-Abschalttemperatur**
   - **P-0-0512, Temperatursensor**
   - **P-0-4034, Thermische Zeitkonstante Wicklung**
   - **P-0-4035, Thermische Zeitkonstante Motor**
   - **P-0-4037, Thermische Kurzzeitüberlast der Wicklung**
4. Falls eine Motorhaltebremse vom Regelgerät angesteuert wird, sind weitere Parametereinstellungen erforderlich:
   - **S-0-0206, Wartezeit Antrieb Ein**
   - **S-0-0207, Wartezeit Antrieb Aus**
   - **S-0-0273, Maximale Wartezeit Antrieb aus**
   - **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**

Hinweis: Die weiteren Inbetriebnahmeschritte von Fremd-Asynchron- und Fremd-Synchronmotoren werden unterstützt durch:

- Dialoge des Inbetriebnahmetools und

- spezielle Eingabeaufforderungen des Komfort-Bedienfeldes (optionale Ausstattung des Steuerteils) oder des Kleinbedienterminals (optionale Zusatzkomponente).

Fremd-Asynchronmotoren

Bei Fremd-Asynchronmotoren sind nach den grundlegenden Inbetriebnahmeschritten (1 bis 4; s.o.) weitere Schritte erforderlich:

5. Die Bemessungsdaten lt. ausgefülltem Formblatt bzw. Typenschild sind in **P-0-4032, Motor-Typenschildangaben** einzutragen.
   (Das kann bereits in Kommunikationsphase "P2" erfolgen!)

6. Mit **P-0-4033, C3200 Kommando Motordaten berechnen** ist die Berechnung der Werte der Motor- und Motorregelungsparameter zu starten.
7. Anschließend mit **P-0-0565, C3600 Kommando Motordaten-Identifikation** die über das Kommando C3200 berechneten Parameterwerte optimieren. Hierzu ist der Antrieb in leistungsbereiten Zustand zu versetzen ("Ab"); danach das Kommando zu starten.

Hinweis: Das Kommando C3600 darf nur bei stillstehendem Motor gestartet werden. Dies wird über einen ggf. vorhandenen Motorgeber überwacht. Falls kein Motorgeber vorhanden ist und der Motor beim Start des Kommandos nicht stillsteht, können die Ergebnisse verfälscht sein!

8. Die Erstinbetriebnahme zum ersten Anlauf des Motors kann fortgesetzt werden, abhängig von der Verwendung eines Motorgebers, mit "Motorgeberfunktion prüfen" (bei Closed-Loop-Betrieb) oder mit "Einstellung der Motorregelungsart" (bei "Open-Loop-Betrieb")
   Siehe "Inbetriebnahme des Motors: Erstanlauf mit Inbetriebnahmetool" im Kapitel "Inbetriebnahme"
9. Durch Ausführung des Kommandos C3200 werden einige Parameter auf Defaultwerte gesetzt, da sie Daten erfordern, die nicht über das Kommando identifiziert werden können. Diese Parameter sind vor der weiteren Inbetriebnahme des Antriebs zu überprüfen und ggf. anhand der Daten des aufgefüllten Formblatts auf den richtigen Wert zu setzen:
   - **S-0-0109, Spitzenstrom Motor**
   - **S-0-0113, Maximal-Geschwindigkeit des Motors**
   - **P-0-0510, Rotor-Trägheitsmoment**
   - **P-0-0530, Schlupfanhebung**
   - **P-0-4034, Thermische Zeitkonstante Wicklung**
   - **P-0-4035, Thermische Zeitkonstante Motor**
   - **P-0-4037, Thermische Kurzzeitüberlast der Wicklung**

Fremd-Synchronmotoren

Bei Fremd-Synchronmotoren sind nach den grundlegenden Inbetriebnahmeschritten (1 bis 4; s.o.) weitere Schritte erforderlich:

5. Die herstellerseitige Motordaten sind anhand des ausgefüllten Formblatts "Ausgangsdaten für Synchronmotoren" in die Motorparameter einzutragen bzw. umzurechnen (s.o. "Bestimmung der Parameterwerte von Fremdmotoren"). Alle erforderlichen Motorparameter sind im Formblatt "Motorparameter für Synchron-motoren" (Eintragung kann bereits in Kommunikationsphase "P2" erfolgen) aufgelistet.

Hinweis: Bei Verwendung des Inbetriebnahmetools "IndraWorks D" werden die Werte der Motorparameter nach Eingabe der motorspezifischen Daten (über Dialog) ermittelt, in einer Datei gespeichert und anschließend in das Regelgerät geladen.

6. Anschließend ist **P-0-0566, C4600 Kommando Motorregelungs-Parameter berechnen** zur Berechnung der Werte der Motorregelungsparameter zu starten.

7. Nach erfolgreicher Beendigung der Kommandoausführung sind die Werte der Motorreglungsparameter errechnet und gespeichert. Die Erstinbetriebnahme zum ersten Anlauf des Motors kann fortgesetzt werden mit "Motorgeberfunktion prüfen" (siehe "Inbetriebnahme des Motors: Erstanlauf mit Inbetriebnahmetool" im Kapitel "Inbetriebnahme").

Hinweis: Bei Fremd-Synchronmotoren ist vor dem ersten Anlauf die Einstellung des Kommutierungsoffsets zwingend erforderlich. Der Motor ist nur mit korrekt eingestelltem Kommutierungs-offset funktionsfähig und betriebssicher!

Siehe auch "Motorregelung: Kommutierungseinstellung" im Kapitel "Antriebsregelung"

Siehe auch "Inbetriebnahme des Motors" im Kapitel "Inbetriebnahme"

5.4 Mess-Systeme

Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung

Kurzbeschreibung

Regelkreise und Mess-Systeme

Für den Betrieb von Antrieben im geschlossenen Regelkreis sind Mess-Systeme erforderlich, um den aktuellen Zustand der zu regelnden physikalische Größe, den sog. Istwert, messtechnisch zu erfassen.

Folgende Antriebs-Regelkreise werden unterschieden:

- Drehmoment-/Kraftregelkreis: Istwert über Auswertung des Strommess-Systems und Umrechnung
- Geschwindigkeitsregelkreis: Istwert über Auswertung des Lagemess-Systems und Ableitung nach der Zeit
- Lageregelkreis: Istwert über Auswertung des Lagemess-Systems

Der Istwert des Drehmoment-/Kraftregelkreises wird über die regel-geräteinterne Strommessung gebildet. Das Mess-System ist anwenderseitig nicht zugänglich und fest konfiguriert.

Möglichkeiten der Lagemessung

Für die Erfassung der Istwerte des Geschwindigkeits- und Lageregelkreises sind Lagemess-Systeme vorhanden, die anwender-seitige Konfigurationsmöglichkeiten bieten. Die Lagemessung kann

- nur am Motor (Messung über Motorgeber)

- oder -

- sowohl am Motor als auch an der Achsmechanik (Messung über Motorgeber und "externen" oder "optionalen" Geber)

erfolgen.

Hinweis: Die Lagemessung über Motorgeber ist immer erforderlich, die Messung an der Achsmechanik ist optional, daher wird der Geber an der Achsmechanik als "optionaler" Geber bezeichnet. Er wird auch "externer" Geber genannt, da dieser Geber nicht intern am Motor, sondern extern an der Achse angebracht ist.

Bauformen von Lagemess-Systemen

Lagemess-Systeme werden für die verschiedenen Bewegungsarten in angepassten Bauformen angeboten:

- rotative Geber
- Lineargeber

Geber in beiden Bauformen sind, bei geeigneter Signalspezifikation, durch IndraDrive-Regelgeräte auswertbar.

Auswertung der Lagemessung

Die Lagegeber können, abhängig von ihrer Ausführung und dem mechanischen Anbau an die Achse, ausgewertet werden als

- relative Geber (inkrementelle Geber)

- oder -

- absolute Geber (Absolutwertgeber).

Relative Lagemessung

Bei relativer Lagemessung können über das Mess-System nur Lagedifferenzen ausgewertet werden. Die vom Mess-System gemeldeten Lageistwerte beziehen sich auf die (meist undefinierte) Lage beim Einschalten des Antriebs. Zum Betrieb des Antriebs innerhalb eines begrenzten Verfahrbereichs muss nach jedem Wiedereinschalten ein Lagebezug hergestellt werden ("Referenzieren").

Absolute Lagemessung

Bei absoluter Lagemessung werden vom Geber Lageistwerte mit festem geberabhängigen Bezugspunkt an das Regelgerät gemeldet. Nach dem Einschalten des Antriebs ist bei jeder Achslage sofort der korrekte Lage-Istwert verfügbar. Aufgrund der meist undefinierten Anbausituation des Gebers an Motor bzw. Achsmechanik ist bei der Erstinbetriebnahme ein einmaliges Ermitteln des Lageversatzes erforderlich ("Absolutwert setzen").

Genauigkeit, Auflösung

Die Genauigkeit der Lagemessung ist abhängig von:

- der Auflösung des Mess-Systems (Teilungsperioden = TP)
- der absoluten Gebergenauigkeit
- der Qualität der Digitalisierung der analogen Gebersignale
- der Größe des Verfahrbereichs der Achse

Überwachungsfunktionen

Fehlerfreie Lageinformation ist elementar für betriebssicheres Antriebsverhalten und für konturtreue Bewegung. Deshalb werden die Gebersignale auf Plausibilität und Einhaltung der erlaubten Toleranzen überwacht.

Zudem können Antriebe mit absolut auswertbarem Geber auf Übereinstimmung der Lage beim Einschalten gegenüber dem letzten Ausschalten überwacht werden.

Außerdem ist es möglich, die Differenz der Lageistwerte von Motorgeber und externem Geber zu überwachen.

Siehe Abschnitt "Überwachung der Mess-Systeme"

Hardwareabhängigkeiten

Für den Anschluss der Mess-Systeme an das Regelgerät sind 3 optionale Schnittstellen vorhanden. Über die Parameter **P-0-0077, Zuordnung Motorgeber->Optionsplatz** und **P-0-0078, Zuordnung optionaler Geber->Optionsplatz** wird festgelegt, an welche Schnittstelle der jeweilige Geber angeschlossen wird. Sie muss mit dem zum Geber passenden Gebereingang ausgestattet sein.

Siehe auch separate Dokumentation "Projektierung Steuerteile"

Hinweis: Für diese Parameter gilt:

- Bei Motoren mit Geberdatenspeicher (MHD, MKD, MKE) wird P-0-0077 automatisch richtig gesetzt.
- Bei Motoren ohne Geberdatenspeicher (2AD, ADF, rotative und lineare Bausatzmotoren) muss P-0-0077 manuell gesetzt werden.
- Bei optionalen Gebern muss P-0-0078 ebenfalls manuell gesetzt werden.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1**
- **S-0-0053, Lage-Istwert Geber 2**
- **S-0-0115, Lagegeberart 2**
- **S-0-0116, Geber 1 Auflösung**
- **S-0-0117, Geber 2 Auflösung**
- **S-0-0256, Vervielfachung 1 (Motorgeber)**
- **S-0-0257, Vervielfachung 2 (optionaler Geber)**
- **S-0-0277, Lagegeberart 1**
- **S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich**
- **P-0-0074, Gebertyp 1 (Motorgeber)**
- **P-0-0075, Gebertyp 2 (optionaler Geber)**
- **P-0-0129, Lagedatenformat intern**

Funktionsbeschreibung

Absolute Gebergenauigkeit

Die absolute Genauigkeit ist eine Eigenschaft des Gebers und wird durch seinen Aufbau und die Qualität seiner Bauteile bestimmt. Die Daten für die absolute Genauigkeit werden vom Geberhersteller angegeben.

Auflösung (Teilungsperioden)

Die Auflösung des Mess-Systems (Teilungsperioden) wird in folgenden Parametern eingegeben:

- **S-0-0116, Geber 1 Auflösung**
- **S-0-0117, Geber 2 Auflösung**

Hinweis: Generell gilt:

→ Geber 1 bedeutet "Motorgeber"

→ Geber 2 bedeutet "externer bzw. optionaler Geber"

Der Wert von S-0-0116 oder S-0-0117 kann bedeuten:

- Bei rotativen Motorgebern bzw. externen rotativen Gebern die Anzahl der Teilungsperioden oder Zyklen pro Geberumdrehung (TP/Umdr)
- Bei linearen Motorgebern (verwendet bei Linearmotoren) bzw. externen Lineargebern die Länge der Teilungsperiode in mm (mm/Strichteilung)
- Bei Resolvern als Motorgeber bzw. externen Resolvergebern die Polpaarzahl des Resolvers

Die Bedeutung des Werts von S-0-0116 wird im Parameter **P-0-4014, Motorart** (rotativer oder linearer Motor) festgelegt.

Hinweis: Bei Rexroth-Gehäusemotoren (MHD, MKD, MKE, 2AD, ADF, MAD, MAF) und bei Linearmotoren mit EnDat-Geber wird S-0-0116 automatisch mit dem richtigen Wert beschrieben!

Maximale Geberauflösung nach Digitalisierung

Die analogen Signale des Gebers werden über A/D-Wandler in digitale Lagedaten umgewandelt. Hierdurch wird die für die Achse verfügbare Auflösung der Lagedaten gegenüber der Auflösung des Mess-Systems (s.o.) erhöht!

Motorgeber, rotativ:	S-0-0116 * 2^15
Externer Geber, rotativ:	S-0-0117 * 2^15

S-0-0116: Geber 1 Auflösung
S-0-0117: Geber 2 Auflösung

Abb. 5-40: Maximal mögliche Geberauflösung rotativer Geber

Motorgeber, linear:	S-0-0116 / 2^15
Externer Geber, linear:	S-0-0117 / 2^15

S-0-0116: Geber 1 Auflösung
S-0-0117: Geber 2 Auflösung

Abb. 5-41: Maximal mögliche Geberauflösung linearer Geber

Hinweis: Die "Maximale Geberauflösung nach Digitalisierung" wird, abhängig von der Bewegungsart des Gebers, in verschiedenen Einheiten angegeben:

- Rotative Geber: Lageinformationen/Geberumdrehung
- Lineargeber: mm (Länge der kleinsten messbaren Strecke)

Antriebsintern haben die Geberlagedaten den Wertebereich "±2^31", d.h. der Geberlagebereich kann auf "2^32" Daten aufgelöst werden. Durch die Digitalisierung ergibt sich aus einer Teilungsperiode ein Vielfaches an Lagedaten. Durch eine angepasste Vervielfachung wird der Bereich Geberlagedaten von "±2^31" Werten, bezogen auf den Verfahrbereich der Achse (S-0-0278), eingehalten.

Es ergibt sich folgende antriebsinterne Geberauflösung:

Antriebsinterne Geberauflösung, rotative Geber

Motorgeber: Antriebsinterne Geberauflösung = S-0-0116 * S-0-0256
Externer Geber: Antriebsinterne Geberauflösung = S-0-0117 * S-0-0257

Nebenrechnung und antriebsinterne Begrenzung:

S-0-0256 = 2^30 * $c_{_achs_G1}$ / (S-0-0116 * S-0-0278) <=2^n, n<=15 (ganzzahlig!)
S-0-0257 = 2^30 * $c_{_achs_G2}$ / (S-0-0117 * S-0-0278) <=2^n, n<=15 (ganzzahlig!)

S-0-0116: Geber 1 Auflösung
S-0-0256: Vervielfachung 1 (Motorgeber)
S-0-0117: Geber 2 Auflösung
S-0-0257: Vervielfachung 2 (optionaler Geber)
S-0-0278: Maximaler Verfahrbereich (± Verfahrbereich)
$c_{_achs_G1}$: Achsbewegungsbereich / Motorgeberumdrehung
$c_{_achs_G2}$: Achsbewegungsbereich / Umdrehung des externen Gebers

Abb. 5-42: Antriebsinterne Geberauflösung bei rotativen Gebern

Antriebsinterne Geberauflösung, lineare Geber

Motorgeber: Antriebsinterne Geberauflösung = S-0-0116/S-0-0256
Externer Geber: Antriebsinterne Geberauflösung = S-0-0117/S-0-0257

Nebenrechnung und antriebsinterne Begrenzung:

S-0-0256 = 2^30 * S-0-0116 / S-0-0278 <=2^n, n<=15 (ganzzahlig!)
S-0-0257 = 2^30 * S-0-0117 / S-0-0278 <=2^n; (Lastbezug) n<=15 (ganzzahlig!)
S-0-0257 = 2^30 * S-0-0117 / (S-0-0278 * $c_{_vor_M}$) <=2^n; (Motorbezug) n<=15 (ganzzahlig!)

S-0-0116: Geber 1 Auflösung
S-0-0256: Vervielfachung 1 (Motorgeber)
S-0-0117: Geber 2 Auflösung
S-0-0257: Vervielfachung 2 (optionaler Geber)
S-0-0278: Maximaler Verfahrbereich (± Verfahrbereich)
$c_{_vor_M}$: Vorschublänge/Motorumdrehung

Abb. 5-43: Antriebsinterne Geberauflösung bei linearen Gebern

Hinweis: Die Vervielfachung (S-0-0256 und S-0-0257) wird antriebsintern automatisch ermittelt unter Berücksichtigung von S-0-0278.

Geberdimensionierung

Der nach den Formeln "Antriebsinterne Geberauflösung bei rotativen Gebern" bzw. "Antriebsinterne Geberauflösung bei linearen Gebern" errechnete Wert der Vervielfachung (S-0-0256 und S-0-0257) kennzeichnet die Geberdimensionierung:

S-0-0116: Geber 1 Auflösung
S-0-0117: Geber 2 Auflösung

Abb. 5-44: Prüfung der gewählten und Bestimmung der idealen Auflösung für Geber 1 (bzw. Geber 2)

Hinweis: Der errechnete Wert von S-0-0256 bzw. S-0-0257 wird in der Regel nie genau "2^15" (= 32768) entsprechen. Bei Ergebnissen "≥2^15" liegen ideale Verhältnisse hinsichtlich der Möglichkeiten der Geberauswertung vor!

Interne Auflösung der Lagedaten

Die Lageregelung selbst arbeitet mit der in **P-0-0129, Lagedatenformat intern** angezeigten Auflösung. Der Wert ist auf eine Motorumdrehung (rotativer Motor) bzw. auf eine Polweite (Linearmotor) bezogen sowie auf "2^28" begrenzt. Zusätzlich wird er von der Einstellung im Parameter **S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich** beeinflusst:

$$P-0-0129 = \frac{\pm 2^{30}}{Anzahl_der_Motorumdr.für_S-0-0278} \leq 2^{28}$$

P-0-0129: Lagedatenformat intern
S-0-0278: Maximaler Verfahrbereich (± Verfahrbereich!)

Abb. 5-45: Antriebsinterne Auflösung der Lagedaten bei rotativen Motoren

$$P-0-0129 = \frac{\pm 2^{30} * P-0-0018}{S-0-0278} \leq 2^{28}$$

P-0-0129: Lagedatenformat intern
S-0-0278: Maximaler Verfahrbereich (± Verfahrbereich!)
P-0-0018: Polweite von Linearmotoren

Abb. 5-46: Antriebsinterne Auflösung der Lagedaten bei Linearmotoren

Reale Auflösung von rotativen Gebern

Der kleinere Wert aus antriebsinterner Geberauflösung und "maximaler Geberauflösung nach Digitalisierung" ist die reale Auflösung der Lagedaten eines rotativen Gebers.

Reale Auflösung von Lineargebern

Der größere Wert aus antriebsinterner Geberauflösung und "maximaler Geberauflösung nach Digitalisierung" ist die reale Auflösung der Lagedaten eines Lineargebers.

Hinweis: Die "maximale Geberauflösung nach Digitalisierung" ist die maximal mögliche, reale Geberauflösung. Sie ist hardwareseitig begrenzt! Falls die Anzahl der Geberteilungsperioden über den Verfahrweg der Achse entsprechend hoch ist, kann die reale Geberauflösung auch geringer sein!

Inbetriebnahmehinweise

Regelgerät konfigurieren

Die optionalen Schnittstellen müssen dem Geberanschluss zugeordnet werden:

- **P-0-0077, Zuordnung Motorgeber->Optionsplatz**
- **P-0-0078, Zuordnung optionaler Geber->Optionsplatz**

Hinweis: Bei Motoren mit Geberdatenspeicher (MHD, MKD, MKE) wird P-0-0077 automatisch richtig gesetzt!

Geber konfigurieren

Einstellung des Motorgebertyps:

- **P-0-0074, Gebertyp 1 (Motorgeber)**

Einstellung des Gebertyps des optionalen Gebers:

- **P-0-0075, Gebertyp 2 (optionaler Geber)**

Einstellung der Auflösung (Strichzahl, Teilungsperiode) des Motorgebers:

- **S-0-0116, Geber 1 Auflösung**

Einstellung der Auflösung (Strichzahl, Teilungsperiode) des optionalen Gebers:

- **S-0-0117, Geber 2 Auflösung**

Einstellung der Geberart und des Bewegungssinns des Motorgebers:

- **S-0-0277, Lagegeberart 1**

Einstellung der Geberart und des Bewegungssinns des optionalen Gebers:

- **S-0-0115, Lagegeberart 2**

Hinweis: Bei Rexroth-Gehäusemotoren (MHD, MKD, MKE, 2AD, ADF, MAD, MAF) werden P-0-0074, S-0-0116 und S-0-0277, bei Linearmotoren mit EnDat-Geber werden P-0-0074 und S-0-0116 automatisch mit dem richtigen Wert beschrieben.

Verfahrbereich einstellen

Verfahrbereich der Achse eintragen:

- **S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich**

Informationen über die Lageauswertung

Aktueller Lage-Istwert des Motorgebers:

- **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1**

Aktueller Lage-Istwert des optionalen Gebers:

- **S-0-0053, Lage-Istwert Geber 2**

Lagestatus der angeschlossenen Geber:

- **S-0-0403, Status Lageistwerte**

Vervielfachung des Motorgebers:

- **S-0-0256, Vervielfachung 1 (Motorgeber)**

Vervielfachung des optionalen Gebers:

- **S-0-0257, Vervielfachung 2 (optionaler Geber)**

Auflösung der Lagedaten im Antrieb:

- **P-0-0129, Lagedatenformat intern**

Hinweis: Wenn S-0-0256 und ggf. S-0-0257 den Wert "32768" haben, liegt ideale Geberauswertung vor. Bei kleinerem Wert muss S-0-0278 auf korrekte Verfahrbereichseingabe hin überprüft werden!

Überwachung der Mess-Systeme

Kurzbeschreibung

Überwachung der Gebersignale

Fehlerfreie Lageinformationen sind Voraussetzung für betriebssicheres Antriebsverhalten und konturtreue Bewegung. Um bestmögliche Lageauswertung sicherzustellen, werden die Gebersignale auf Plausibilität und Einhaltung der erlaubten Toleranzen überwacht.

Die Überwachung der Gebersignale ermöglicht Rückschlüsse auf fehlerhafte Zustände wie:

- Verschmutzung des Gebers
- Eingekoppelte Störungen bei ungünstiger Leitungsführung oder Leitungsausführung
- Überschreitung der max. zulässigen Gebergeschwindigkeit (Grenzfrequenz der Gebersignale)
- Leitungsbruch oder Leitungskurzschluss

Überwachung der Achslage beim Einschalten

Zusätzlich können Antriebe mit absolut auswertbarem Geber auf Übereinstimmung der Lage beim Einschalten gegenüber dem letzten Ausschalten überwacht werden. Damit lässt sich feststellen, ob z.B. eine vertikale Achse bei ausgeschalteter Maschine abgesunken ist oder ob eine Achse von der Ausschaltlage weg bewegt wurde.

Überwachung mechanischer Übertragungsglieder

Des Weiteren ist es möglich, die Differenz der Lageistwerte von Motorgeber und externem Geber zu überwachen. Dadurch kann z.B. verschleißbedingter Schlupf in mechanischen Übertragungsgliedern zwischen Motor und Achse frühzeitig erkannt werden.

Überwachung des Maßbezuges

Falls der Verlust des Maßbezugs von Absolutgebern (Motor- oder optionalem Geber) aufgrund von veränderten Parameterwerten, z.B. der Antriebsmechanik, erkannt wird, meldet der Antrieb diesen fehlerhaften Zustand.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0391, Überwachungsfenster Geber 2**
- **P-0-0095, Absolutgeber-Ueberwachungsfenster Motorgeber**
- **P-0-0096, Absolutgeber-Ueberwachungsfenster opt. Geber**
- **P-0-0177, Absolutgeber-Puffer 1(Motorgeber)**
- **P-0-0178, Absolutgeber-Puffer 2 (optionaler Geber)**
- **P-0-0185, Funktion Geber 2 (optionaler Geber)**
- **P-0-0391, Lageistwertdifferenz Geber1 - Geber2**

Beteiligte Diagnosen

- **E2074 Geber 1: Gebersignale gestört**
- **E2075 Geber 2: Gebersignale gestört**
- **F2036 Exzessive Lageistwertdifferenz**
- **F2042 Geber 2: Gebersignale fehlerhaft**
- **F2048 Batterie-Unterspannung**
- **F2074 Lageistwert 1 außerhalb des Absolutgeberfensters**
- **F2075 Lageistwert 2 außerhalb des Absolutgeberfensters**
- **F2174 Referenzverlust Motorgeber**
- **F2175 Referenzverlust optionaler Geber**
- **F8022 Geber 1: Gebersignale fehlerhaft (löschbar in Phase 2)**

Funktionsbeschreibung

IndraDrive-Regelgeräte können Signale folgender Geberarten auswerten:

- Sinusgeber 1 V_{ss} (Heidenhain-Standard)
- Resolvergeber (Rexroth-Standard)
- Rechteckgeber 5V TTL (Heidenhain-Standard)

Signalüberwachung bei Sinusgebern

Die Überwachung analoger Sinusgebersignale erfolgt nach zwei Kriterien:

- Überwachung der Signalamplitude
- Überwachung der Quadrantenzuordnung

Die Signale werden hardware- und firmwareseitig überwacht. Die Signalamplitude muss im erlaubten Spannungsbereich liegen:

$$0{,}2 * U_{A,B_nom} \leq \sqrt{U_A^2 + U_B^2} \leq 1{,}5 * U_{A,B_nom}$$

U_A: Amplitude der Geberspur A
U_B: Amplitude der Geberspur B
U_{A,B_nom}: Nominalwert der Amplitude der Geberspuren, hier 1,0 V_{ss}

Abb. 5-47: Erlaubter Spannungsbereich für die Signalamplituden von Sinusgebern

Die Quadrantenzuordnung wird geprüft, indem die Nulldurchgänge des Sinus- bzw. Cosinussignals gezählt werden. Bei störungsfreiem Betrieb wird der Zählerstand bei jedem Nulldurchgang einer Spur um den Wert "±1" geändert.

Wenn die Gebersignale den hardwareseitig überwachten, erlaubten Spannungsbereich kurzzeitig verlassen (z.B. durch Störungseinstrahlung oder lokale Verschmutzung der Codescheibe), gibt das Regelgerät eine entsprechende Warnung aus:

- **E2074 Geber 1: Gebersignale gestört**
- **E2075 Geber 2: Gebersignale gestört**

Die Warnung bleibt bis zum Ausschalten des Antriebs bzw. bis zur Umschaltung in Kommunikationsphase P2 aktiv!

Falsche Zählerstände durch eingekoppelte Störungen und dauerhaft reduzierte Signalamplituden durch verschmutzte Geberscheiben können dazu führen, dass eine Fehlermeldung für den Motorgeber oder den externen Geber generiert wird:

- **F8022 Geber 1: Gebersignale fehlerhaft (löschbar in Phase 2)**
- **F2042 Geber 2: Gebersignale fehlerhaft**

Der Antrieb reagiert dann mit der eingestellten Fehlerreaktion.

Signalüberwachung bei Resolvergebern

Die Überwachung der trägerfrequenzbehafteten, analogen Resolvergebersignale ist nur durch die rechnerische Analyse von digitalisierten Werten möglich:

$$0{,}5 * U_{A,B_nom} \leq \sqrt{U_A^2 + U_B^2} \leq 1{,}2 * U_{A,B_nom}$$

$$U_{A,B_nom} = U_{out_Resolver} * ü_{Resolver}$$

U_A: Amplitude der Resolverspur A
U_B: Amplitude der Resolverspur B
U_{A,B_nom}: Nominalwert der Amplitude der Resolverspuren
$U_{out_Resolver}$: Regelgeräteausgangsspannung zur Resolverversorgung
$ü_{Resolver}$: Übersetzungsverhältnis des Resolvers

Abb. 5-48: Erlaubter Spannungsbereich für die Signalamplituden von Resolvern

Hinweis: Die Daten des Resolvers und der Resolverspannungsversorgung sind in den Projektierungsdokumentationen von Motoren und Regelgeräten enthalten!

Signalüberwachung bei Rechteckgebern

Die Überwachung der Signale von Rechteckgebern auf Amplitude und Quadrantenzuordnung ist mit IndraDrive-Regelgeräten nicht möglich!

Überwachung der Achslage beim Einschalten

Beim Ausschalten des Antriebs werden die aktuellen Geberdaten vom absoluten Motorgeber und/oder vom absoluten externen Geber gespeichert:

- **P-0-0177, Absolutgeber-Puffer 1 (Motorgeber)**
- **P-0-0178, Absolutgeber-Puffer 2 (optionaler Geber)**

Beim Einschalten eines Antriebs mit absolutem Motorgeber und/oder absolutem externen Geber wird überprüft, wie weit der aktuelle Lageistwert vom Lageistwert beim letzten Ausschalten abweicht. Die maximal zulässige Abweichung ist festgelegt in folgenden Parametern:

- **P-0-0095, Absolutgeber-Ueberwachungsfenster Motorgeber**
- **P-0-0096, Absolutgeber-Ueberwachungsfenster opt. Geber**

Übersteigt die Abweichung den festgelegten Wert, so wird die jeweilige Fehlermeldung ausgegeben:

- **F2074 Lageistwert 1 außerhalb des Absolutgeberfensters**
- **F2075 Lageistwert 2 außerhalb des Absolutgeberfensters**

Diese Überwachungsfunktion kann auch deaktiviert werden!

Überwachung mechanischer Übertragungsglieder

Bei Achsantrieben, die mit externem Geber ausgestattet sind, bietet das Regelgerät die Möglichkeit, den Differenzbetrag der Lageistwerte von Motorgeber und externem Geber auf einen einstellbaren Maximalwert hin zu überwachen. Die Überwachung ist nur aktiv, wenn beide Geber referenziert sind.

Die maximal erlaubte Abweichung der Lageistwerte beider Geber wird im Parameter **S-0-0391, Überwachungsfenster Geber 2** definiert. Bei Überschreiten dieses Wertes wird die Fehlermeldung **F2036 Exzessive Lageistwertdifferenz** generiert. Diese Überwachungsfunktion kann auch deaktiviert werden!

Überwachung des Maßbezuges

Der Maßbezug von Absolutgebern geht verloren wenn:

- die Parameterwerte des mechanischen Antriebsstranges geändert werden
- die Geberauflösungen geändert werden
- die Wichtungen der physikalischen Daten verändert werden
- der maximale Verfahrbereich einer Achse geändert wird
- hybride Lageregelung aktiviert ist ("Messradbetrieb")

Der Antrieb erkennt beim Übergang von Kommunikationsphase P2 nach P4 (bb), dass der ehemals bestehende Maßbezug des Gebers nicht mehr vorhanden ist. Er setzt den Parameter **S-0-0403, Status Lageistwerte** des Gebers bzw. der Geber auf "relativ" und zeigt den Verlust des Maßbezugs durch folgende Fehlermeldungen an:

- **F2174 Referenzverlust Motorgeber**
- **F2175 Referenzverlust optionaler Geber**

Überwachung bei Spindelgebern

Bei Spindeln werden für C-Achs-Betrieb meist hochauflösende, externe Geber eingesetzt, damit bei interpolierendem Betrieb (bei kleinen Drehzahlen) die erforderliche Bearbeitungsqualität erreicht wird.

Bei regulärem Spindelbetrieb (hohe Drehzahlen) kann es vorkommen, dass die maximale Eingangsfrequenz des betreffenden Gebereingangs überschritten wird. Der Antrieb schaltet dann mit folgender Fehlermeldung "F2046 Max. Signalfrequenz Geber 2 überschritten" ab.

Der externe Geber ist zwar nur für C-Achs-Betrieb erforderlich, würde aber einen regulären Spindelbetrieb unmöglich machen. Deshalb lässt sich für diesen Fall die Geberüberwachung abschalten durch den entsprechenden Wert im Parameter **P-0-0185, Steuerwort Geber 2 (optionaler Geber)**.

Ermittlung der Maximalfrequenz des Gebers (Geberausgangsfrequenz):

$$f_{Geber,out} = \frac{TP/Umdr * n_{\max}}{60000 s/\min}$$

$f_{Geber, out}$: Geberausgangsfrequenz in kHz
TP/Umdr: Strichzahl des Gebers
n_{max}: Maximaldrehzahl der Spindel in min^{-1}

Abb. 5-49: Berechnung der Ausgangsfrequenz des Gebers

In der Firmware sind für die verschiedenen Gebertypen Maximalfrequenzen hinterlegt, bis zu deren Höhe eine fehlerfreie Signalauswertung gewährleistet ist:

Wert von P-0-0075	Verwendeter externer Geber	In Firmware hinterlegte Maximalfrequenz
1	GDS/GDM-Geber (Rexroth-Standard)	70 kHz
2	Inkrementalgeber mit Sinussignalen (Signalspezifikation Fa. Heidenhain)	200 kHz
3	Resolvergeber mit Geberdatenspeicher	2 kHz
4	Geber mit HIPERFACE-Schnittstelle der Fa. Stegmann	200kHz
5	Inkrementalgeber mit Rechtecksignalen (Signalspezifikation Fa. Heidenhain)	500 kHz
8	Geber mit EnDat-Schnittstelle der Fa. Heidenhain	200 kHz

Abb. 5-50: Maximalfrequenzen für fehlerfreie Geberauswertung

Erreicht oder übersteigt die maximale Geberausgangsfrequenz die in der Firmware hinterlegte Maximalfrequenz, so ist es sinnvoll, die Spindelgeberüberwachung zu deaktivieren.

Hinweis: Die in der Firmware hinterlegte Maximalfrequenz hat einen "Sicherheitsabstand" zur maximalen Eingangsfrequenz des jeweiligen Eingangsoptionsmoduls (siehe Dokumentation "Projektierung Steuerteile").

Inbetriebnahmehinweise

Siehe auch "Inbetriebnahmehinweise" im Abschnitt "Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung"

Überwachung der Achslage einstellen (nur bei Absolutgeber)

Falls die Achslageüberwachung beim Einschalten des Antriebs erwünscht ist, müssen die Werte für das Überwachungsfenster eingegeben werden:

- **P-0-0095, Absolutgeber-Ueberwachungsfenster Motorgeber**
- **P-0-0096, Absolutgeber-Ueberwachungsfenster opt. Geber**

Die Einheit ist gleich der des Lageistwerts. Die Größe des Überwachungsfensters ist von anwendungsspezifischen Aspekten der Betriebssicherheit abhängig. Wird diese Überwachung nicht gewünscht, muss der Wert "0" eingegeben werden.

Überwachung der Lagedifferenz einstellen

Falls die Lageistwertdifferenz von Motorgeber und externem Geber überwacht werden soll, ist zunächst ein sinnvoller Wert für das Überwachungsfenster nach folgendem Ablauf zu ermitteln:

1. Die Achse mit maximaler Beschleunigung auf Maximalgeschwindigkeit hochfahren, dann mit maximaler Verzögerung abbremsen. Wenn möglich, auch die maximale stationäre Bearbeitungslast auf die Achsmechanik wirken lassen.
2. Den aufgetretenen Maximalwert der Lageistwertdifferenz über den Anzeigeparameter **P-0-0391, Lageistwertdifferenz Geber1 - Geber2** ermitteln.
3. Diesen Wert mit einem Sicherheitsfaktor (Empfehlung: 2facher Wert) multiplizieren und in den Parameter **S-0-0391, Überwachungsfenster Geber 2** eintragen. Die Einheit ist gleich der des Lageistwerts.

Wird diese Überwachung nicht gewünscht, muss der Wert "0" eingegeben werden.

Überwachung des Spindelgebers konfigurieren

Bei Verwendung eines optionalen Gebers an einer Spindel sollte zunächst bei der Erstinbetriebnahme festgestellt werden, ob bei Maximaldrehzahl der Spindel die maximale Eingangsfrequenz des betreffenden Gebereingangs überschritten wird. Hierzu ist die Spindel auf die maximale Drehzahl hochzufahren.

Um zu verhindern, dass der Antrieb bei Betrieb mit der Fehlermeldung "F2046 Max. Signalfrequenz Geber 2 überschritten" abschaltet, sollte die Spindelgeberüberwachung deaktiviert werden. Dazu ist der entsprechenden Wert in den Parameter

- **P-0-0185, Steuerwort Geber 2 (optionaler Geber)**

einzugeben.

Diagnosen

Übersteigt die Abweichung der Position eines absolutbezogenen Motor- bzw. externen Gebers zwischen Aus- und Wiedereinschalten der Steuerspannung den Wert in P-0-0095 bzw. P-0-0096, so erzeugt der Antrieb die Fehlermeldung

- **F2074 Lageistwert 1 außerhalb des Absolutgeberfensters**

- oder -

- **F2075 Lageistwert 2 außerhalb des Absolutgeberfensters**.

Hinweis: Der Wert in P-0-0095 bzw. P-0-0096 muss ungleich Null sein; Wert "0" setzt die Überwachung außer Kraft!

Übersteigt die Lageistwertdifferenz von Motorgeber und externem Geber (P-0-0391) den Wert von S-0-0391, erzeugt der Antrieb die Fehlermeldung

- **F2036 Exzessive Lageistwertdifferenz**.

Falls beim Einschalten des Antriebs der Verlust des Maßbezugs von Absolutgebern (Motor- oder optionalem Geber) aufgrund von Änderungen der Mechanikparameter (u.Ä.) erkannt wird, so meldet der Antrieb

- **F2174 Referenzverlust Motorgeber**

- oder -

- **F2175 Referenzverlust optionaler Geber**.

Übersteigt die Gebersignalfrequenz des externen Gebers den in der Firmware hinterlegten Maximalwert (s.o.), erzeugt der Antrieb die Fehlermeldung "F2046 Max. Signalfrequenz Geber 2 überschritten".

Bei Erkennen kurzzeitig fehlerhafter Gebersignale erzeugt der Antrieb die Warnung

- **E2074 Geber 1: Gebersignale gestört**

- oder -

- **E2075 Geber 2: Gebersignale gestört**.

Die Warnung bleibt bis zum Ausschalten des Antriebs bzw. bis zur Umschaltung in Kommunikationsphase P2 aktiv!

Bei Erkennen fehlerhafter Gebersignale erzeugt der Antrieb die Fehlermeldung

- **F8022 Geber 1: Gebersignale fehlerhaft (löschbar in Phase 2)**

- oder -

- **F2042 Geber 2: Gebersignale fehlerhaft**.

Ist die Spannung der Batterie des Geberdatenspeichers unter den festgelegten Grenzwert gesunken, erzeugt der Antrieb die Fehlermeldung

- **F2048 Batterie-Unterspannung**.

Siehe auch "Fehlerreaktionen" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Absolute Mess-Systeme

Kurzbeschreibung

Auswertung der Lagemessung

Lagegeber können, abhängig von ihrer Ausführung und vom mechanischen Anbau an die Achse, von IndraDrive-Regelgeräten als

- relative Geber (inkrementelle Geber)

- oder -

- absolute Geber (Absolutwertgeber)

ausgewertet werden, sofern sie die erforderliche Signalspezifikation besitzen.

Sowohl Lagegeber von Rexroth als auch Motorgeber von Rexroth-Gehäusemotoren sind erhältlich als

- Singleturn-Geber (absolute Lageistwerte über eine Geberwellen-umdrehung)

- oder -

- Multiturn-Geber (absolute Lageistwerte über 4096 Geberwellen-umdrehungen).

Diese Geber sind als Absolutgeber auswertbar, wenn sich der Verfahrbereich der Achse innerhalb des absoluten Lageistwertbereichs des Gebers darstellen lässt:

- bei Singleturn-Gebern innerhalb einer Geberwellenumdrehung
- bei Multiturn-Gebern innerhalb 4096 Geberwellenumdrehungen

Geber von Rexroth-Gehäusemotoren

Rexroth-Gehäusemotoren sind standardmäßig mit einem Lagemess-System ausgerüstet. Die einzelnen Motorbaureihen haben verschiedene Mess-Systeme, um je nach Anwendung kostengünstige Motoren anbieten zu können.

Folgende Mess-Systeme sind im Einsatz:

- HSF ("hochauflösendes Servofeedback"), Single- oder Multiturn-Ausführung bei Motoren MHD, MAD, MAF, 2AD, ADF
- HIPERFACE-Geber (nur von Rexroth freigegebene Typen) bei MSK-Motoren
- Resolver, Single- oder Multiturn-Ausführung bei Motoren MKD, MKE

Absolutgeber für Bausatz-motoren und externe Geber

Bei Bausatzmotoren oder direkt an der Achsmechanik sind folgende, absolut auswertbare Mess-Systeme einsetzbar:

- EnDat-Lineargeber (Heidenhain) bei Linearmotoren oder Linearachsen
- Rotative EnDat-Geber (Heidenhain) oder Rexroth-Singleturn- bzw. Rexroth-Multiturn-Geber bei rotativen Bausatzmotoren oder Rundachsen

Achsbezogenes Absolutmaß herstellen

Die Lageistwerte eines Absolutgebers beziehen sich zunächst nur auf den Geber selbst. Aufgrund der meist undefinierten Anbausituation des Gebers am Motor bzw. der Achsmechanik ist bei der Erstinbetriebnahme ein einmaliges Ermitteln des Lageversatzes zwischen Geber- und Achsnullpunkt erforderlich (siehe auch "Herstellen des Maßbezugs: Maßbezug herstellen bei absoluten Mess-Systemen" im Kapitel "Antriebsfunktionen").

Beteiligte Parameter

- **S-0-0115, Lagegeberart 2**
- **S-0-0277, Lagegeberart 1**
- **S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich**
- **S-0-0378, Absolutgeberbereich Motorgeber**
- **S-0-0379, Absolutgeberbereich optionaler Geber**

Hardwareabhängigkeiten

Signalspezifikation für Lage- und Referenziersignale

Die Signalspezifikation für die Lagesignale von Fremdgebern hinsichtlich Amplitude und Phasenlage ist der Dokumentation "Projektierung Steuerteile" zu entnehmen.

Hinweis: Rexroth-Geber entsprechen der erforderlichen Signal-spezifikation!

Funktionsbeschreibung

Absolutgeberbereich und Absolutgeberauswertung

Absolutgeber können nur einen begrenzten Lagebereich in Absolutwerten darstellen. Bei absolut auswertbaren Gebern errechnet sich der Antrieb, abhängig von der Ankupplung des Gebers bzw. der Geber an die Achse und von der Wichtung der Lagedaten, den in absoluten Lageistwerten darstellbaren Verfahrbereich der Achse.

Folgende Parameter zeigen an, wie groß der Verfahrbereich maximal gewählt werden darf, damit ein absoluter Motorgeber auch absolut ausgewertet werden kann:

- **S-0-0378, Absolutgeberbereich Motorgeber**
- **S-0-0379, Absolutgeberbereich optionaler Geber**

Anwenderseitig ist der Verfahrbereich der Achse festgelegt:

- **S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich**

Wenn der Verfahrbereich kleiner als der vom Antrieb festgestellte Absolutgeberbereich ist, kann der betreffende Regelungsgeber (Motorgeber oder externer Geber; entsprechend der Festlegung der Betriebsart) als Absolutgeber ausgewertet werden.

Dies wird angezeigt in den betreffenden Bits der Parameter:

- **S-0-0277, Lagegeberart 1**
- **S-0-0115, Lagegeberart 2**

Hinweis: Ist die Absolutauswertung eines Gebers möglich, aber nicht erwünscht, so kann die Absolutauswertung durch Setzen des betreffenden Bits in den Parametern S-0-0277 oder S-0-0115 abgeschaltet werden! Der Geber ist dann nur relativ auswertbar!

Kontrolle der Dimensionierung bzgl. Absolutgeberauswertung

Zur Dimensionierung absoluter Geber ist rechnerisch zu prüfen, ob sich der beabsichtigte Verfahrbereich der Achse, unter Berücksichtigung aller mechanischen Übertragungselemente, innerhalb des Absolutgeberbereichs darstellen lässt.

Folgende Bedingung muss erfüllt sein:

- Rotative Geber: Verfahrbereich der Achse erfordert weniger Geberumdrehungen als im Absolutgeberbereich vorgegeben!
- Lineargeber: Verfahrbereich der Achse ist kleiner als im Absolutgeberbereich vorgegeben!

Lageistwert von absolut auswertbaren Gebern nach dem Einschalten

Der Lageistwert eines absoluten Mess-Systems muss bei der Erstinbetriebnahme einmalig an die Achsmechanik angepasst werden.

Hinweis: Die Anpassung geschieht durch Festlegung eines Achsnullpunkt-bezogenen Lageistwerts bei definierter Achslage (**P-0-0012, C0300 Kommando Absolutmaß setzen**). Hierdurch wird antriebsintern der Versatz zwischen dem zunächst geberbezogenen Lageistwert und dem erforderlichen achsbezogenen Lageistwert ermittelt und permanent gespeichert! Der betreffende Geber ist dann "In Referenz".

Wenn nur ein Absolutgeber (Motorgeber) vorhanden ist, ergeben sich folgende Fallunterscheidungen für den Lageistwert nach dem Einschalten des Antriebs:

Absolut-Auswertung (S-0-0277, Bit 6/7)	**Lageistwert des Motorgebers (S-0-0051) beim Einschalten**	**Hinweis zum Inbetriebnahmestand**	**Aktueller Lagestatus (S-0-0403, Bit 0 … 2)**
aktiv (Auswertung als absolutes Mess-System)	Motorgeber-**Rohposition**	Erstinbetriebnahme ist noch nicht erfolgt, Motorgeber nicht "In Referenz".	0b … 000
	Absolutwert Motorgeber	Erstinbetriebnahme ist erfolgt, der Motorgeber wurde "In Referenz" gesetzt.	0b … 01x
inaktiv (Auswertung als relatives Mess-System beabsichtigt)	P-0-0019	Erstinbetriebnahme ist noch nicht erfolgt, Motorgeber ist nicht "In Referenz".	0b … 000
nicht möglich (Auswertung als relatives Mess-System, z.B. wegen Länge des Verfahrbereichs)	P-0-0019	Erstinbetriebnahme ist noch nicht erfolgt, Motorgeber ist nicht "In Referenz".	0b … 000

P-0-0019: Lageanfangswert (anwenderseitig definierbar)

Abb. 5-51: Lageistwert beim Einschalten eines Antriebs mit Absolut-Motorgeber (ohne optionalen Geber)

Zunächst ist der Lageistwert nur geberbezogen. Falls der Antrieb z.B. nur mit einem Mess-System (absolut auswertbarer Motorgeber) ausgestattet ist, wird der Lageistwert vom Regelgerät auf die Geber-Rohposition gesetzt (Die Geber-Rohposition ist die Addition der Absolutposition des Gebers und des Absolutgeber-Offsets.).

Soll der Lageistwert mit einen anwenderseitig definierten Lageanfangswert initialisiert werden, kann dies über

- **P-0-0019, Lageanfangswert**

in Verbindung mit Bit 6 oder 7 des entsprechenden Parameters für die Lagegeberart erfolgen.

Falls ein Antrieb neben dem Motorgeber noch mit einem externen Geber ausgerüstet und mindestens ein Geber absolut auswertbar ist, ergeben sich, abhängig vom Referenzzustand der Geber, nach dem Einschalten folgende Lageistwerte:

Absolute Auswertung		**Lageistwerte beim Einschalten**			
Motor-geber (S-0-0277)	**Externer Geber (S-0-0115)**	**Motor-geber (S-0-0051)**	**Externer Geber (S-0-0053)**	**Hinweis zum Inbetriebnahmestand**	**Aktueller Lagestatus (S-0-0403)**
aktiv	aktiv	Motorgeber-**Rohposition**	externer Geber-**Rohposition**	Erstinbetriebnahme ist noch nicht erfolgt, keiner der Geber hat "Referenz".	0b … 000
		Absolutwert Motorgeber	Absolutwert Motorgeber	Bei Erstinbetriebnahme wurde nur der Motorgeber "In Referenz" gesetzt.	0b … 01x
		Absolutwert externer Geber	Absolutwert externer Geber	Bei Erstinbetriebnahme wurde nur der externe Geber "In Referenz" gesetzt.	0b … 10x
		Absolutwert Motorgeber	Absolutwert externer Geber	Bei Erstinbetriebnahme wurden beide Geber "In Referenz" gesetzt.	0b … 111
aktiv	inaktiv	Motorgeber-**Rohposition**	Motorgeber-**Rohposition**	Erstinbetriebnahme ist noch nicht erfolgt, Motorgeber nicht "In Referenz".	0b … 000
		Absolutwert Motorgeber	Absolutwert Motorgeber	Erstinbetriebnahme ist erfolgt, der Motorgeber wurde "In Referenz" gesetzt.	0b … 01x
aktiv	nicht möglich	Motorgeber-**Rohposition**	Motorgeber-**Rohposition**	Erstinbetriebnahme ist noch nicht erfolgt, keiner der Geber hat "Referenz".	0b … 000
		Absolutwert Motorgeber	Absolutwert Motorgeber	Bei Erstinbetriebnahme wurde nur der Motorgeber "In Referenz" gesetzt.	0b … 10x
inaktiv	aktiv	externer Geber-**Rohposition**	externer Geber-**Rohposition**	Erstinbetriebnahme ist noch nicht erfolgt, keiner der Geber hat "Referenz".	0b … 000
		Absolutwert externer Geber	Absolutwert externer Geber	Bei Erstinbetriebnahme wurde der externe Geber "In Referenz" gesetzt.	0b … 010x
nicht möglich	aktiv	externer Geber-**Rohposition**	externer Geber-**Rohposition**	Erstinbetriebnahme ist noch nicht erfolgt, keiner der Geber hat "Referenz".	0b … 000
		Absolutwert externer Geber	Absolutwert externer Geber	Bei Erstinbetriebnahme wurde der externe Geber "In Referenz" gesetzt.	0b … 10x
inaktiv	inaktiv	P-0-0019	P-0-0019		0b … 000

Abb. 5-52: Lageistwerte beim Einschalten eines Antriebs mit absolut auswertbaren Gebern

Hinweis: Im Parameter **S-0-0403, Status Lageistwerte** wird angezeigt, ob sich die am Antrieb angeschlossenen Geber und der über **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** deklarierte Referenzgeber in Referenz befinden.

Hinweis: Nachdem bei der Erstinbetriebnahme eines Antriebs die absolut auswertbaren Mess-Systeme "In Referenz" gesetzt wurden, sind deren Lageistwerte im betriebsbereiten Zustand des Antriebs, bezogen auf die Mechanik, immer absolute Werte. Dies ändert sich auch durch Aus- und Wiedereinschalten des Antriebs nicht!

Inbetriebnahmehinweise

Hinweis: Die Inbetriebnahmehinweise zu "Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung" und "Überwachung der Mess-Systeme" sind ebenfalls zu beachten!

Verfahrbereich einstellen

Verfahrbereich der Achse eintragen:

- **S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich**

Absolutgeberbereich des jeweiligen Regelungsgebers prüfen:

- **S-0-0378, Absolutgeberbereich Motorgeber**
- **S-0-0379, Absolutgeberbereich optionaler Geber**

Hinweis: Der Verfahrbereich und die Absolutgeberbereiche haben den gleichen Lagebezug! Sie beziehen sich, abhängig von der eingestellten Wichtung, auf den Motor oder auf die Last!

Absolutauswertung möglich?

Wenn der Verfahrbereich kleiner als der Absolutgeberbereich des Regelungsgebers (festgelegt über die aktive Betriebsart) ist, kann der Geber als Absolutgeber ausgewertet werden. Dies wird auch angezeigt in den betreffenden Bits der Parameter:

- **S-0-0277, Lagegeberart 1**
- **S-0-0115, Lagegeberart 2**

Über diese Parameter kann die Absolutauswertung eines Gebers auch deaktiviert werden. Die Lageistwerte sind dann nur relativ, d.h. der Geber muss bei jedem Neustart der Maschine erneut referenziert werden!

Falls der Absolutgeberbereich des Regelungsgebers kleiner als der Wert von S-0-0278 ist, muss geprüft werden, ob der Verfahrbereich richtig eingetragen wurde oder ob evtl. der Defaultwert aktiv ist!

Lageanfangswert einstellen

Falls gewünscht, kann in den Parameter **P-0-0019, Lageanfangswert** ein definierter Lageanfangswert für den Lageistwert des Gebers bzw. der Geber eingetragen werden. Bei absolut auswertbaren Gebern ist dieser Wert nur beim ersten Einschalten des Antriebs aktiv. Nachdem ein absolut auswertbarer Geber "In Referenz" gesetzt wurde, ist dieser Wert, auch beim Wiedereinschalten des Antriebs, bedeutungslos!

Relative Mess-Systeme

Kurzbeschreibung

Auswertung der Lagemessung

IndraDrive-Regelgeräte können die Signale sowohl absoluter als auch relativer Mess-Systeme auswerten, sofern die Gebersignale der Spezifikation entsprechen.

Relative Geber haben jedoch gegenüber absolut auswertbaren Gebern Nachteile:

- Achsen mit relativem Lagegeber müssen nach dem Einschalten eine Referenzierprozedur durchlaufen, damit sie in Lageregelung betrieben werden können.
- Relative Geber sind bei Synchronmotoren als Motorgeber ungeeignet, weil bei jedem Neustart des Antriebs eine Prozedur zur Einstellung des Kommutierungs-Offsets durchlaufen werden muss. Dadurch ist die sofortige Betriebsbereitschaft bei Synchronmotoren nicht gewährleistet!

Relative Geber haben gegenüber absolut auswertbaren Gebern aber auch Vorteile:

- Es sind größere Verfahrwege bei Lineargebern möglich!
- Die Kosten für den Geber sind bei gleicher absoluter Genauigkeit und Strichzahl bzw. Teilungsperiodenlänge meist geringer!

Einsatzaspekte

Relative Mess-Systeme werden aufgrund der oben genannten Nachteile als Motorgeber für synchrone Rexroth-Gehäusemotoren nicht genutzt. Bei Asynchronmotoren gibt es keine Nachteile beim Einsatz relativer Motorgeber.

Bei Bausatzmotoren kann es durchaus erforderlich sein, relative Geber als Motorgeber einzusetzen, falls absolute Geber in der erforderlichen Ausführung nicht verfügbar sind:

- große Geberlängen für lange Verfahrwege bei Linearmotoren
- Hohlwellengeber mit speziellen Bohrungsdurchmessern oder Geber für hohe maximale Drehzahlen bei rotativen Bausatzmotoren

Achsbezogenes Absolutmaß herstellen

Die Lageistwerte von relativen Gebern haben zunächst keinen Lagebezug. In jeder beliebigen Achslage wird beim Einschalten des Antriebs der Lageistwert des jeweiligen relativen Gebers mit dem sog. Lageanfangswert beschrieben, sofern kein weiterer, in Referenz befindlicher Geber angeschlossen ist.

Zum Herstellen des achsbezogenen Absolutmaßes wird entweder

- eine definierte Achslage mit reproduzierbarer Genauigkeit angefahren

- oder -

- eine definierte Achslage durch "Überfahren" von zwei abstands-codierten Referenzmarken des Gebers erkannt.

An definierter Stelle wird der Lageistwert des zu referenzierenden Gebers mit dem zugehörigen Absolutwert der Achse beschrieben (siehe "Herstellen des Maßbezugs: Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen" im Kapitel "Antriebsfunktionen").

Beteiligte Parameter

- **S-0-0115, Lagegeberart 2**
- **S-0-0165, Abstandskodiertes Referenzmaß A**
- **S-0-0166, Abstandskodiertes Referenzmaß B**
- **S-0-0277, Lagegeberart 1**
- **P-0-0019, Lageanfangswert**

Hardwareabhängigkeiten

Signalspezifikation für Lage- und Referenziersignale

Die Signalspezifikation für Lage- und Referenziersignale hinsichtlich Amplitude und Phasenlage ist der Dokumentation "Projektierung Steuerteil" zu entnehmen.

Funktionsbeschreibung

Lageanfangswert

Beim Einschalten des Antriebs werden die Lageistwerte von relativen Gebern mit dem Lageanfangswert (P-0-0019) beschrieben, sofern keiner der Geber ein bereits in Referenz gesetzter Absolutwertgeber ist.

Absolut-Auswertung möglich?		Lageistwerte beim Einschalten			Aktueller Lagestatus
Motor-geber	externer Geber	Motorgeber (S-0-0051)	ext. Geber (S-0-0053)	Hinweis zum Betriebszustand	(S-0-0403, Bit 0..2)
Nein	Nein	P-0-0019	P-0-0019	Achse hat sich seit dem Einschalten nicht bewegt, Referenzieren der Achse ist noch nicht erfolgt.	0b … 000
		Absolutwert Motorgeber	Absolutwert Motorgeber	Referenzieren der Achse über Motorgeber ist erfolgt; S-0-0053 wird am Referenzpunkt auf den Wert von S-0-0051 gesetzt.	0b … 01x
		Absolutwert ext. Geber	Absolutwert ext. Geber	Referenzieren der Achse über externen Geber ist erfolgt; S-0-0051 wird am Referenz punkt auf den Wert von S-0-0053 gesetzt.	0b … 10x
		Absolutwert Motorgeber	Absolutwert ext. Geber	Referenzieren der Achse über Motorgeber und externen Geber ist erfolgt.	0b … 111

Abb. 5-53: Lageistwerte nach dem Einschalten bzw. nach dem Referenzieren (Antrieb mit ausschließlich relativen Gebern)

Hinweis: In **S-0-0403, Status Lageistwerte** wird angezeigt, ob sich die am Antrieb angeschlossenen Geber und der über **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** deklarierte Referenzgeber in Referenz befinden.

Referenzmarken

Zum Herstellen des achsbezogenen Absolutmaßes ("Referenz") überwacht das Regelgerät die Signale des relativen Gebers bzw. der Achssensorik, die bezüglich der Achse absolute Lageinformationen enthalten:

- Referenzmarken des Gebers, ggf. in Kombination mit Referenzpunkt-schalter der Achse
- Abstandscodierte Referenzmarken des Gebers
- Referenzpunktschalter der Achse

Welche Referenziersignale das angeschlossene Mess-System zur Verfügung stellt, wird dem Regelgerät über **S-0-0277, Lagegeberart 1** bzw. **S-0-0115, Lagegeberart 2** mitgeteilt.

Referenzmarken, nicht abstandscodiert

Das Regelgerät erkennt beim Referenziervorgang die Referenzmarke automatisch, falls ihr Signal der Spezifikation entspricht und die Referenzmarke zum Herstellen der Referenz ausgewertet werden soll (siehe "Herstellen des Maßbezugs: Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen" im Kapitel "Antriebsfunktionen").

Besitzt ein relativer Geber mehrere Referenzmarken über dem Verfahrweg, so ist eine Referenzmarke über einen Referenzpunktschalter an der Achse für die Herstellung des Lagebezugs zu identifizieren (siehe "" im Kapitel "Antriebsfunktionen").

Rexroth Bosch Group

Abstandscodierte Referenzmarken

Bei relativen Gebern mit abstandscodierten Referenzmarken sind mehrere Referenzmarken gleichmäßig über den gesamten Verfahrweg verteilt. Es gibt einen "kleineren Abstand" und einen "größeren Abstand" zwischen übernächst liegenden Referenzmarken. Diese beiden Abstände werden dem Regelgerät über **S-0-0165, Abstandskodiertes Referenzmaß A** und **S-0-0166, Abstandskodiertes Referenzmaß B** mitgeteilt.

Abb. 5-54: Abstände der Referenzmarken am Beispiel eines abstandscodierten Lineargebers mit Abstandsdifferenz 1 TP

Hinweis: Die Werte für "Abstandscodiertes Referenzmaß A" und "Abstandscodiertes Referenzmaß B" müssen vom Hersteller des Gebers angegeben werden!

Bestimmung für "Abstandscodiertes Referenzmaß A"

Falls der Wert für "Abstandscodiertes Referenzmaß A" im Datenblatt des abstandscodierten Gebers nicht direkt angegeben ist, lässt er sich auch rechnerisch ermitteln, falls der Verfahrweg zur Herstellung des absoluten Maßbezuges im Datenblatt des Gebers angegeben ist:

Lineargeber

$$\text{allgemein}: \quad S-0-0165 = \frac{Xref}{TP}$$

$$\text{Motorgeber}: \quad S-0-0165 = \frac{Xref}{S-0-0116}$$

$$\text{ext. Geber}: \quad S-0-0165 = \frac{Xref}{S-0-0117}$$

S-0-0165: Abstandskodiertes Referenzmaß A in Anzahl der TP
Xref: Verfahrweg zur Herstellung des absoluten Maßbezugs in mm
TP, S-0-0116, S-0-0117: Teilungsperiode des relativen Lineargebers in mm

Abb. 5-55: Ermittlung des Werts für den "kleineren Abstand" der abstandscodierten Referenzmarken bei relativem Lineargeber

Rotative Geber

$$\text{allgemein}: \quad S-0-0165 = \frac{Nzyk * PHIref}{360^{o}}$$

$$\text{Motorgeber}: \quad S-0-0165 = \frac{S-0-0116 * PHIref}{360^{o}}$$

$$\text{ext. Geber}: \quad S-0-0165 = \frac{S-0-0117 * PHIref}{360^{o}}$$

S-0-0165: Abstandskodiertes Referenzmaß A in Anzahl der Zyklen
PHIref: Verfahrwinkel zur Herstellung d. absoluten Maßbezugs in Grad
Nzyk, S-0-0116, S-0-0117: Zyklenzahl des rotativen Gebers pro 360°

Abb. 5-56: Ermittlung des Werts für den "kleineren Abstand" der abstandscodierten Referenzmarken bei rotativem Geber

Bestimmung für "Abstandscodiertes Referenzmaß B"

Falls der Wert für "Abstandscodiertes Referenzmaß B" im Datenblatt des abstandscodierten Gebers nicht direkt angegeben ist, lässt es sich rechnerisch nur dann ermitteln, wenn die Abstandsdifferenz (größerer Abstand – kleinerer Abstand) im Datenblatt des Gebers angegeben ist:

Lineargeber

$$\text{allgemein}: \quad S-0-0166 = \frac{Xref + n * TP}{TP}$$

$$\text{Motorgeber}: \quad S-0-0166 = \frac{Xref + n * S-0-0116}{S-0-0116}$$

$$\text{ext. Geber}: \quad S-0-0166 = \frac{Xref + n * S-0-0117}{S-0-0117}$$

S-0-0166: Abstandskodiertes Referenzmaß B in Anzahl der TP
Xref: Verfahrweg zur Herstellung des absoluten Maßbezugs in mm
n: Anzahl der TP der Abstandsdifferenz (gr.-kl. Abstand)
TP, S-0-0116, S-0-0117: Teilungsperiode des relativen Lineargebers in mm

Abb. 5-57: Ermittlung des Werts für den "größeren Abstand" der abstandscodierten Referenzmarken bei relativem Lineargeber

Rotative Geber

$$\text{allgemein}: \quad S-0-0166 = \frac{Nzyk * PHIref}{360^{o}} + z$$

$$\text{Motorgeber}: \quad S-0-0166 = \frac{S-0-0116 * PHIref}{360^{o}} + z$$

$$\text{ext. Geber}: \quad S-0-0166 = \frac{S-0-0117 * PHIref}{360^{o}} + z$$

S-0-0166: Abstandskodiertes Referenzmaß B in Anzahl der Zyklen
PHIref: Verfahrwinkel zur Herstellung d. absoluten Maßbezugs in Grad
z: Anzahl der Zyklen der Abstandsdifferenz (gr.- kl. Abstand)
Nzyk, S-0-0116, S-0-0117: Zyklenzahl des rotativen Gebers pro 360°

Abb. 5-58: Ermittlung des Werts für den "größeren Abstand" der abstandscodierten Referenzmarken bei relativem rotativem Geber

Inbetriebnahmehinweise

Hinweis: Die Inbetriebnahmehinweise in den Abschnitten "Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung" und "Überwachung der Mess-Systeme" sind ebenfalls zu beachten!

Lageanfangswert einstellen

Falls der Lageistwert von relativen Gebern beim Einschalten des Antriebs nicht mit dem Defaultwert "0" beschrieben werden soll, so ist **P-0-0019, Lageanfangswert** auf den gewünschten Wert zu ändern.

Bei abstandscodiertem Mess-System

Falls der relative Geber abstandscodierte Referenzmarken besitzt, wird dies dem Regelgerät mitgeteilt über das betreffende Bit in den Parametern:

- **S-0-0277, Lagegeberart 1**
- **S-0-0115, Lagegeberart 2**

Den Wert für den "kleineren Abstand" der abstandscodierten Referenzmarken ist in den Parameter **S-0-0165, Abstandskodiertes Referenzmaß A** einzutragen.

Den Wert für den "größeren Abstand" der abstandscodierten Referenzmarken ist in den Parameter **S-0-0166, Abstandskodiertes Referenzmaß B** einzutragen.

5.5 Achsmechanik und Mess-System-Anordnung

Kurzbeschreibung

Motorgeber

Für eine geregelte Motoransteuerung ist ein Lagemess-System erforderlich, das die aktuelle Rotorlage bzw. die Position des beweglichen gegenüber dem feststehenden Teil des Motors misst.

Diese Lagemessung ist erforderlich für den:

- Stromregelkreis,
- Geschwindigkeitsregelkreis und ggf.
- Lageregelkreis.

Die Güte und Auflösung der Lagemessung ist für die Qualität der Istwerte, insbesondere im Geschwindigkeits- und Lageregelkreis, ausschlaggebend.

Externe Geber

Abhängig von den mechanischen Eigenschaften des Antriebsstranges zwischen der Motorabtriebswelle und der Maschinenachse kann es erforderlich sein, die Lageregelung über einen externen (nicht im Motor integrierten) Lagegeber direkt am beweglichen Teil der Achse vorzunehmen, z.B. bei

- schlupfbehaftetem Antriebsstrang,
- Getriebespiel oder geringer Steifigkeit der Mechanik, etc.

Der externe (optionale) Geber kann auch als Messradgeber (reibschlüssig auf durchlaufendem Material) eingesetzt werden.

Siehe "Messradbetrieb/Hybride Lageregelung" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Zu Geberauswertung und Geberüberwachung siehe auch "Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung" und "Überwachung der Mess-Systeme" im Abschnitt "Mess-Systeme"

Motorgeber von Rexroth-Gehäusemotoren

Rexroth-Gehäusemotoren haben integrierte Lage-Mess-Systeme:

- HSF-Geber bei MHD, 2AD und ADF-Motoren für hohe Genauigkeitsanforderungen
- Resolver-Geber bei MKD und MKE-Motoren für niedrigere Genauigkeitsanforderungen

Sie sind optional erhältlich als

- relatives Mess-System ("Singleturn-Motorgeber")

- oder -

- absolutes Mess-System ("Multiturn-Motorgeber", Wertebereich ±4096 Motorumdrehungen).

Die Mess-Systeme von Rexroth-Gehäusemotoren unterstützen die Inbetriebnahme, denn die Daten für Geberart und Auflösung sind im Geber gespeichert. Sie werden beim Einschalten ins Regelgerät geladen.

Motorgeber für Rexroth-Bausatzmotoren und für Fremdmotoren

Rexroth-Bausatzmotoren werden als Einzelkomponenten ausgeliefert und erst in der Maschine zum Motor zusammengebaut. Er besteht aus beweglichem und feststehendem Teil, der Lagerung und dem Motorgeber.

Folgende Mess-Systeme sind als Motorgeber einsetzbar:

- GDS/GDM-Geber von Rexroth (rotative Singleturn- oder Multiturn-Geber mit Gehäuse und Welle)
- Inkrementalgeber mit Sinussignalen (kompatibel mit Signal-spezifikation der Fa. Heidenhain)
- Kombigeber aus Inkrementalgeber mit Sinussignalen (kompatibel mit Signalspezifikation der Fa. Heidenhain) und "Hallsensor-Box SHL01.1" (Rexroth-kompatible Signalspezifikation)
- Geber mit EnDat-Schnittstelle der Fa. Heidenhain
- Inkrementalgeber mit Rechtecksignalen (kompatibel mit Signal-spezifikation der Fa. Heidenhain)
- Kombigeber aus Inkrementalgeber mit Rechtecksignalen (kompatibel mit Signalspezifikation der Fa. Heidenhain) und "Hallsensor-Box SHL01.1" (Rexroth-kompatible Signalspezifikation)

Hinweis: Inkrementalgeber mit Rechtecksignalen sollten nicht als Motorgeber eingesetzt werden! Es sind mangelhafte Antriebseigenschaften zu erwarten!

Die genannten Mess-Systeme sind gleichermaßen als Motorgeber bei Fremd-Bausatzmotoren und Fremd-Gehäusemotoren einsetzbar. Ausnahme bilden die Kombigeber; sie können nur bei Rexroth-Synchron-linearmotoren eingesetzt werden (siehe auch "Rexroth-Bausatzmotoren, synchron")!

Hinweis: Bei Synchron-Bausatz- bzw. Synchron–Fremdmotoren ist es vorteilhaft, ein absolut auswertbares Mess-System als Motorgeber einzusetzen (siehe auch "Absolute Mess-Systeme").

Motorgeber mit Getriebe

Insbesondere bei rotativen Bausatzmotoren kann es vorkommen, dass der Motorgeber nicht direkt an der Motorwelle angekuppelt werden kann. IndraDrive bietet die Möglichkeit, einen über Getriebe angekuppelten Motorgeber auszuwerten.

Externe Geber an Maschinenachsen

IndraDrive-Regelgeräte können folgende Mess-Systeme als externe Geber auswerten:

- GDS/GDM-Geber von Rexroth (rotative Single- oder Multiturngeber mit Gehäuse und Welle)
- Inkrementalgeber mit Sinussignalen (kompatibel mit Signal-spezifikation der Fa. Heidenhain)
- Geber mit EnDat-Schnittstelle der Fa. Heidenhain
- Inkrementalgeber mit Rechtecksignalen (kompatibel mit Signal-spezifikation der Fa. Heidenhain)

Anordnungsmöglichkeiten von Mess-Systemen:

1) …	S-0-0051/S-0-0053 abhängig von Wichtung (S-0-0076)
S-0-0051:	Lage-Istwert Geber 1
S-0-0053:	Lage-Istwert Geber 2
S-0-0076:	Wichtungsart für Lagedaten
S-0-0115:	Lagegeberart 2
S-0-0116:	Geber 1 Auflösung
S-0-0117:	Geber 2 Auflösung
S-0-0121:	Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen
S-0-0122:	Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen
S-0-0123:	Vorschubkonstante
S-0-0277:	Lagegeberart 1
P-0-0074:	Gebertyp 1 (Motorgeber)
P-0-0075:	Gebertyp 2 (optionaler Geber)
P-0-0121:	Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)
P-0-0122:	Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)
P-0-0124:	Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)
P-0-0125:	Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)
P-0-0123:	Vorschubkonstante 2 (optionaler Geber)
P-0-0185:	Steuerwort Geber 2 (optionaler Geber)

Abb. 5-59: Übersicht der Anordnungsmöglichkeiten von Antriebsmechanik und Mess-Systemen

Beteiligte Parameter

- **S-0-0115, Lagegeberart 2**
- **S-0-0121, Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen**
- **S-0-0122, Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen**
- **S-0-0123, Vorschubkonstante**
- **S-0-0277, Lagegeberart 1**
- **P-0-0121, Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)**
- **P-0-0122, Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)**
- **P-0-0123, Vorschubkonstante 2 (optionaler Geber)**
- **P-0-0124, Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)**

- **P-0-0125, Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)**
- **P-0-0185, Steuerwort Geber 2 (optionaler Geber)**

Hardwareabhängigkeiten

Für den Anschluss der Mess-Systeme an das Regelgerät sind 3 optionale Schnittstellen vorhanden. Durch Beschreiben der Parameter **P-0-0077, Zuordnung Motorgeber->Optionsplatz** und **P-0-0078, Zuordnung optionaler Geber->Optionsplatz** wird festgelegt, an welche Schnittstelle der jeweilige Geber angeschlossen wird. Sie muss mit dem zum Geber passenden Gebereingang bestückt sein (siehe auch Dokumentation "Projektierung Steuerteile")!

Funktionsbeschreibung

Motorgeber

Die Bewegungsart des Motorgebers kann entweder rotativ oder linear sein. Dies wird dem Regelgerät über Parameter **S-0-0277, Lagegeberart 1** mitgeteilt.

Wird in S-0-0277 "linearer Motorgeber" eingestellt, so sind die Geber1-Getriebeparameter inaktiv, der Lageistwert-Bezug (**S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten**) ist auf "motorbezogen" und "translatorisch" einzustellen. Da die Lageistwerte direkt am beweglichen Teil der Achse ermittelt werden, ist ein weiterer externer Geber nicht sinnvoll!

S-0-0051: Lage-Istwert Geber 1
S-0-0116: Geber 1 Auflösung
S-0-0277: Lagegeberart 1
P-0-0074: Gebertyp 1 (Motorgeber)

Abb. 5-60: Motorgeberanordnung bei Antrieb mit Linearmotor

Wird "rotativer Motorgeber" eingestellt, geht das Regelgerät von einer Anwendung mit rotativem Motor aus. Das bedeutet:

- Die Ankupplung des Motorgebers kann bei rotativen Bausatzmotoren über ein Getriebe erfolgen; Rexroth-Gehäusemotoren haben direkte Motorgeber-Ankupplung.
- Die Lastseite des Antriebs kann rotativ oder translatorisch sein (S-0-0076).

1) …	S-0-0051/S-0-0053 abhängig von Wichtung (S-0-0076)
S-0-0051:	Lage-Istwert Geber 1
S-0-0053:	Lage-Istwert Geber 2
S-0-0076:	Wichtungsart für Lagedaten
S-0-0116:	Geber 1 Auflösung
S-0-0121:	Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen
S-0-0122:	Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen
S-0-0123:	Vorschubkonstante
S-0-0277:	Lagegeberart 1
P-0-0074:	Gebertyp 1 (Motorgeber)
P-0-0121:	Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)
P-0-0122:	Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)

Abb. 5-61: Mögliche Antriebsanordnungen mit rotativem Motor (ohne externem Geber)

Externer Geber

Bei Antrieben mit rotativem Motor kann anwendungsabhängig ein rotativer oder linearer lastseitiger (externer) Geber erforderlich sein:

- Ein rotativer externer Geber kann über ein Gebergetriebe an der Last angekuppelt sein.
- Ein linearer externer Geber ermittelt den Lageistwert direkt an der translatorischen Last.

Bei Antrieben mit linearem Motor ist ein kein externer Geber möglich!

1) …	S-0-0051/S-0-0053 abhängig von Wichtung (S-0-0076)
S-0-0051:	Lage-Istwert Geber 1
S-0-0053:	Lage-Istwert Geber 2
S-0-0076:	Wichtungsart für Lagedaten
S-0-0115:	Lagegeberart 2
S-0-0116:	Geber 1 Auflösung
S-0-0117:	Geber 2 Auflösung
S-0-0121:	Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen
S-0-0122:	Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen
S-0-0123:	Vorschubkonstante
S-0-0277:	Lagegeberart 1
P-0-0074:	Gebertyp 1 (Motorgeber)
P-0-0075:	Gebertyp 2 (optionaler Geber)
P-0-0121:	Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)
P-0-0122:	Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)
P-0-0124:	Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)
P-0-0125:	Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)
P-0-0123:	Vorschubkonstante 2 (optionaler Geber)
P-0-0185:	Steuerwort Geber 2 (optionaler Geber)

Abb. 5-62: Mögliche Antriebsanordnungen mit rotativem Motor und externem Geber

Inbetriebnahmehinweise

Hinweis: Die Inbetriebnahmehinweise in den Abschnitten "Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung" und "Überwachung der Mess-Systeme" sind ebenfalls zu beachten!

Grundlegende Einstellungen

Geberart "linear" bzw. "rotativ" einstellen:

- **S-0-0277, Lagegeberart 1**

Gebertyp, Hardwarezuordnung und Auflösung eingeben:

- **S-0-0116, Geber 1 Auflösung**
- **P-0-0074, Gebertyp 1 (Motorgeber)**
- **P-0-0077, Zuordnung Motorgeber->Optionsplatz**

Einstellungen bei rotativem Motor

Motorgeber-Getriebeübersetzung eingeben:

- **P-0-0121, Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)**
- **P-0-0122, Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)**

Lastgetriebeübersetzung eingeben:

- **S-0-0121, Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen**
- **S-0-0122, Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen**

Bei linearen Achsen Vorschubkonstante eingeben:

- **S-0-0123, Vorschubkonstante**

Einstellungen bei externem Geber

Geberart "linear" bzw. "rotativ" einstellen:

- **S-0-0115, Lagegeberart 2**

Gebertyp, Hardwarezuordnung und Auflösung eingeben:

- **P-0-0075, Gebertyp 2 (optionaler Geber)**
- **P-0-0078, Zuordnung optionaler Geber->Optionsplatz**
- **S-0-0117, Geber 2 Auflösung**

Getriebeübersetzung für den externen (optionalen) Geber eingeben:

- **P-0-0124, Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)**
- **P-0-0125, Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)**

Einstellungen für Messradgeber

Vorschubkonstante für Messrad aktivieren:

- **P-0-0185, Steuerwort Geber 2 (optionaler Geber)**

Vorschubkonstante für Messrad eingeben:

- **P-0-0123, Vorschubkonstante 2 (optionaler Geber)**

5.6 Wichtung physikalischer Daten

Kurzbeschreibung

Das Regelgerät bildet den Antrieb über Daten in ein internes Rechenmodell ab. Die Zustandsgrößen des Antriebs werden ermittelt auf Grundlage von:

- Lagemessung,
- Strommessung und
- Temperaturmessung.

Die dabei erfassten Messwerte werden in physikalische Daten umgewandelt:

- Lage-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Ruckdaten
- Stromdaten, Drehmoment- und Kraftdaten
- Temperaturdaten und Auslastungsdaten

Der Master übergibt dem Antrieb Sollwerte, die dem Regelgerät als Vorgabewerte zur Umsetzung an der Motorabtriebswelle bzw. der Achsmechanik dienen. Im Gegenzug erfasst und überträgt der Antrieb Istwerte, meldet Betriebs- und Kommandozustände und generiert ggf. Fehlermeldungen und Warnungen.

Die Kommunikation zwischen Antrieb und Master findet ebenfalls über den Austausch von Daten statt.

Wichtung

Ein Betriebsdatum (Zahlenwert) ist erst dann als physikalische Größe auswertbar, wenn der Zahlenwert mit einer physikalischen Einheit und der Position des Kommas (Nachkommastellen) verbunden ist. Das Datum wird hierdurch qualitativ und quantitativ "gewichtet".

Parameter

Alle Daten werden in Parametern gespeichert und als Parameterwerte übertragen (Erläuterungen zu Parametern siehe "Parameter, grundsätzliche Angaben" im Kapitel "Handhabung, Diagnose und Servicefunktionen"). Die Wichtung der Parameter, die Daten der folgenden physikalischen Größen enthalten, kann kundenseitig festlegt werden:

- Lage
- Geschwindigkeit
- Beschleunigung
- Drehmoment/Kraft
- Temperatur

Vorzugswichtung/ Parameterwichtung

Zur Vereinfachung der Wichtungsfestlegung sind sog. "Vorzugswichtungen" vordefiniert. Physikalische Daten können jedoch auch im steuerungsinternen Format, d.h. ohne konkreten Bezug zu physikalischen Einheiten, ausgetauscht werden. Hierzu kann die Wichtung bei bestimmten Daten frei eingestellt werden ("Parameterwichtung").

Translatorische und rotatorische Daten

Abhängig von der Bewegungsart von Motor bzw. Last können die Daten

- translatorisch (lineare Achs- bzw. Motorbewegung)

- oder -

- rotatorisch (drehende Achs- bzw. Motorbewegung)

dargestellt werden.

Motorbezug/Lastbezug

In der Antriebsfirmware sind mechanische Übertragungsglieder zwischen Motor und Last durch Rechenmodelle abgebildet. Dadurch lassen sich die physikalischen Daten beziehen auf

- die Wirkungsstelle der Last (lastseitiger Datenbezug)

- oder -

- die Krafteinleitungsstelle (motorseitiger Datenbezug).

Absolut-/Moduloauswertung

Der Wertebereich der vom Regelgerät darstellbaren Lagedaten ist aus technischen Gründen begrenzt.

Bei Achsen mit begrenztem Verfahrbereich (z.B. Linearachsen) kann die aktuelle Achslage innerhalb des regelgerätseitigen Wertebereichs eindeutig dargestellt werden (siehe "Mess-Systeme: Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme").

Bei Achsen mit unbegrenztem Verfahrbereich (z.B. Rundachsen) ist es sinnvoll, den unendlichen Wertebereich der Lagedaten auf einen endlichen Wert zu begrenzen. Bei kontinuierlicher Bewegung wird der Wertebereich wiederkehrend von Minimal- bis Maximalwert durchlaufen ("Modulo"-Auswertung des Lageistwerts).

Beteiligte Parameter

- **S-0-0043, Geschwindigkeits-Polaritäten-Parameter**
- **S-0-0044, Wichtungsart für Geschwindigkeitsdaten**
- **S-0-0045, Wichtungs-Faktor für Geschwindigkeitsdaten**
- **S-0-0046, Wichtungs-Exponent für Geschwindigkeitsdaten**
- **S-0-0055, Lage-Polaritäten**
- **S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten**
- **S-0-0077, Wichtungs-Faktor transl. Lagedaten**
- **S-0-0078, Wichtungs-Exponent transl. Lagedaten**
- **S-0-0079, Rotations-Lageauflösung**
- **S-0-0085, Drehmoment-/Kraft-Polaritäten-Parameter**
- **S-0-0086, Wichtungsart für Drehmoment-/Kraftdaten**
- **S-0-0093, Wichtungs-Faktor für Drehmoment/Kraftdaten**
- **S-0-0094, Wichtungs-Exponent für Drehmoment/Kraftdaten**
- **S-0-0103, Modulowert**
- **S-0-0121, Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen**
- **S-0-0122, Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen**
- **S-0-0123, Vorschubkonstante**
- **S-0-0160, Wichtungsart für Beschleunigungsdaten**
- **S-0-0161, Wichtungs-Faktor für Beschleunigungsdaten**
- **S-0-0162, Wichtungs-Exponent für Beschleunigungsdaten**
- **S-0-0208, Wichtungsart für Temperaturdaten**

Funktionsbeschreibung

Lage-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsdaten

Für Lage-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsdaten gibt es folgende grundsätzliche Wichtungsarten:

- translatorisch
- rotatorisch

Es kann zwischen Vorzugswichtung (vordefinierte Wichtung) und Parameterwichtung (indviduell festlegbare Wichtung) gewählt werden.

Vorzugswichtungen (vordefiniert)

Abhängig von der Einstellung der Wichtungsart existieren folgende vordefinierte Vorzugswichtungen:

	Vorzugswichtung		
	translatorisch	**translatorisch**	**rotatorisch**
Physikal. Daten	**bei Einheit "m"**	**bei Einheit "inch"**	**Einheit "Grad"**
Lagedaten	0,0001 mm	0,000001 inch	0,0001 grd
Geschwindigkeits-daten	0,001 mm/min	0,00001 inch/min	0,0001 1/min bzw. 0,000001 1/s

Abb. 5-63: Überblick: Vorzugswichtungen bei Lagedaten und Geschwindigkeitsdaten

	Vorzugswichtung			
	translatorisch		**rotatorisch**	**Rampenzeit**
Physikal. Daten	**bei Einheit "m"**	**bei Einheit "inch"**	**bei Einheit "rad"**	**bei Einheit "s"**
Beschleunigungs daten	0,001 mm/s^2	0,00001 inch/s^2	0,001 rad/s^2	0,001 s
Ruckdaten	0,000001 mm/s^3	0,00001 inch/s^3	0,001 rad/s^3	0,001 s^2

Abb. 5-64: Überblick: Vorzugswichtungen bei Beschleunigungsdaten und Ruckdaten

Hinweis: Die Wichtung der Ruckdaten wird aus der Wichtung der Beschleunigungsdaten abgeleitet.

Besonderheit: Wichtungsart Rampenzeit

Die Beschleunigungsdaten können auch in Bezug auf eine Geschwindigkeitsrampe gewichtet werden:

$$\text{Bezugs-Geschw.rampe} = \frac{\text{S-0-0446}}{\text{Rampenbezugszeit}} = \frac{\text{S-0-0446}}{1{,}000\ \text{ms}} \quad \text{(bei Vorzugswichtung)}$$

S-0-0446: Rampenbezugsgeschwindigkeit für Beschleunigungsdaten

Abb. 5-65: Definition der Geschwindigkeits-Bezugsrampe für die Wichtung von Beschleunigungsdaten bei Vorzugswichtung

Festlegungen zur Vorzugswichtung

Die Wichtungsarten, die Einheiten und die Auswahl der Vorzugswichtung werden in den betreffenden Bits folgender Parameter festgelegt:

- **S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten**
- **S-0-0044, Wichtungsart für Geschwindigkeitsdaten**
- **S-0-0160, Wichtungsart für Beschleunigungsdaten**

Rexroth Bosch Group

Bei Nutzung der Vorzugswichtung werden die Parameterwerte für Wichtungsart, Einheit, Wichtungs-Faktor und Wichtungs-Exponent sowie die Anzahl der Nachkommastellen für die jeweiligen Daten automatisch gesetzt. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick.

Physikal. Daten	**Wichtungsart**	**Einheit**	**S-0-0076**	**S-0-0077 (Wcht.Faktor)**	**S-0-0078 (Wcht.Exp.)**	**Attribut Anzahl Nachkommastellen**
Lagedaten	translatorisch	mm	..xx00.0001	1	-7	4
	translatorisch	inch	..xx01.0001	1	-6	6
	rotatorisch	Grad	..xx00.0010	1	-4	4
Physikal. Daten	**Wichtungsart**	**Einheit**	**S-0-0044**	**S-0-0045 (Wcht.Faktor)**	**S-0-0046 (Wcht.Exp.)**	**Attribut Anzahl Nachkommastellen**
Geschwindig-keitsdaten	translatorisch	mm/min	..0x00.0001	1	-6	3
	translatorisch	inch/min	..0x01.0001	1	-5	5
	rotatorisch	1/min	..0x00.0010	1	-4	4
	rotatorisch	1/s	..0x10.0010	1	-6	6
Physikal. Daten	**Wichtungsart**	**Einheit**	**S-0-0160**	**S-0-0161 (Wcht.Faktor)**	**S-0-0162 (Wcht.Exp.)**	**Attribut Anzahl Nachkommastellen**
Beschleuni-gungsdaten	translatorisch	mm/s^2	..0x00.0001	1	-6	3
	translatorisch	inch/s^2	..0x01.0001	1	-5	5
	rotatorisch	rad/s^2	..0x00.0010	1	-3	3
	Rampenzeit	s	..0x00.0011	1	-3	3

Abb. 5-66: Durch Vorzugswichtung festgelegte Werte der Wichtungsparameter und Nachkommastellen der Daten im Überblick

Hinweis: Die metrischen Längenangaben werden bei Vorzugswichtung aus praktischen Gründen in "mm" gewichtet. Dies geht beim Lesen eines betreffenden Parameters auch aus dem zugehörigen Datenelement "Einheit" hervor. Die Nachkommastellen werden der aktuellen Einheit angepasst.

Parameterwichtung (individuell festlegbar)

Alternativ zur Vorzugswichtung kann auch Parameterwichtung aktiviert werden. Bei der Parameterwichtung ist das niederwertigste Bit (LSB) des jeweiligen Betriebsdatums individuell festlegbar.

Hinweis: Über Parameterwichtung kann der Wertebereich physikalischer Daten verändert werden!
Beispiel: Der maximale Wert für **S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich** kann erhöht werden, indem man die Anzahl der Nachkommastellen der Lagedaten verringert.

Lagedaten, translat.: $LSB = Maßeinheit^{1)} * Wichtungsfaktor^{1)} * 10^{Wichtungs\exp onent}$

Lagedaten, rotatorisch: $LSB = \frac{360}{Rotationslageauflösung^{2)}} * Maßeinheit^{2)}$

Geschwindigkeitsdaten: $LSB = \frac{Maßeinheit(Lagedaten)}{Zeiteinheit} * Wichtungsfaktor * 10^{Wichtungs\exp onent}$

Beschleunigungsdaten (transl.; rotat.): $LSB = \frac{Maßeinheit(Lagedaten)}{Zeiteinheit^2} * Wichtungsfaktor * 10^{Wchtgs\exp.}$

Beschleunigungsdaten (Rampenzeit - Wichtung): $LSB = \frac{S-0-0446}{Wichtungsfaktor * 10^{Wichtungs\exp onent}}$

Ruckdaten: $LSB = \frac{Maßeinheit(Lagedaten)}{Zeiteinheit^3} * Wichtungsfaktor * 10^{Wichtungs\exp onent}$

1) … Bei Wichtungsfaktor ungleich 1 ist die Einheit nicht mehr wie in S-0-0076 angegeben, sondern nur "inkrementell" (steuerungsabhängiger Einheitenbezug).

2) … Bei Rotationsauflösungen (S-0-0079), die keine 10er-Potenz von 360 ergeben, sind die Einheit dann nicht mehr Winkelgrad (lt. S-0-0076), sondern nur "inkrementell" (steuerungsabhängiger Einheitenbezug).

Abb. 5-67: Festlegung des niederwertigsten Bits (LSB) bei Parameterwichtung

Hinweis: Die Wichtung der Ruckdaten wird aus der Wichtung der Beschleunigungsdaten abgeleitet.

Festlegung der jeweiligen Maß- und Zeiteinheit in den Parametern:

- **S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten**
- **S-0-0044, Wichtungsart für Geschwindigkeitsdaten**
- **S-0-0160, Wichtungsart für Beschleunigungsdaten**

Festlegung des jeweiligen Wichtungsfaktors und Wichtungsexponenten in folgenden Parametern:

- **S-0-0077, Wichtungs-Faktor transl. Lagedaten**
  S-0-0078, Wichtungs-Exponent transl. Lagedaten
- **S-0-0045, Wichtungs-Faktor für Geschwindigkeitsdaten**
  S-0-0046, Wichtungs-Exponent für Geschwindigkeitsdaten
- **S-0-0161, Wichtungs-Faktor für Beschleunigungsdaten**
  S-0-0162, Wichtungs-Exponent Beschleunigungsdaten

Bei rotatorischen Lagedaten ist bei Parameterwichtung der Wert für die

- **S-0-0079, Rotations-Lageauflösung**

zur Definition des LSB festzulegen.

Drehmoment-/Kraftdaten

Für Drehmoment-/Kraftdaten gibt es folgende grundsätzliche Wichtungsarten:

- translatorisch
- rotatorisch
- prozentual

Hinweis: Es kann hier nur Vorzugswichtung (vordefinierte Wichtung) gewählt werden!

Physikalische Größe	Vorzugswichtung		
	translatorisch	rotatorisch	prozentual
Drehmoment	--	0,01 Nm bzw. 0,1 inlbf	0,1%
Kraft	1 N bzw. 0,1 lbf	--	0,1%

Abb. 5-68: Überblick: Vorzugswichtungen bei Drehmoment-/Kraftdaten

Die Wichtungsarten und die Einheiten sind festlegbar in den betreffenden Bits des Parameters

- **S-0-0086, Wichtungsart für Drehmoment-/Kraftdaten**.

Da bei den Drehmoment-/Kraftdaten keine individuell festlegbare Wichtung möglich ist, haben die Parameter

- **S-0-0093, Wichtungs-Faktor für Drehmoment-/Kraftdaten** und
- **S-0-0094, Wichtungs-Exponent für Drehmoment-/Kraftdaten**

feste, der Vorzugswichtung entsprechende Werte.

Temperaturdaten

Für Temperaturdaten kann nur zwischen folgenden Einheiten gewählt werden:

- Grad Celsius (°C)
- Fahrenheit (F)

Hinweis: Bei Temperaturdaten kann nur Vorzugswichtung (vordefinierte Wichtung) festgelegt werden!

Physikalische Größe	Vorzugswichtung	
	Celsius	Fahrenheit
Temperatur	0,1 °C	0,1 F

Abb. 5-69: Überblick: Vorzugswichtungen bei Temperaturdaten

Motorbezug/Lastbezug

Der Bezug der Lage-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungs-, Ruck- und Drehmoment-/Kraftdaten ist festlegbar auf:

- Krafteinleitungsstelle des Motors ("Motorbezug") oder
- Wirkungsstelle der Last ("Lastbezug").

Hierzu müssen die Daten der mechanischen Übertragungsglieder zwischen Motor, Gebern und Last-Wirkungsstelle über folgende Parameter dem Regelgerät mitgeteilt werden:

- **P-0-0121, Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)**
- **P-0-0122, Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)**
- **P-0-0124, Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)**
- **P-0-0125, Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)**
- **S-0-0115, Lagegeberart 2**
- **S-0-0277, Lagegeberart 1**
- **S-0-0121, Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen**
- **S-0-0122, Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen**
- **S-0-0123, Vorschubkonstante**

Abb. 5-70: Mechanische Übertragungsglieder zwischen Motor, Gebern und Last

Hinweis: Bei Linearmotoren ist Motor- und Lastbezug gleich, da Krafteinleitungsstelle und Wirkungsstelle der Last identisch sind. Es gibt keine mechanischen Übertragungsglieder!

Polarität

Die Polarität der Lage-, Geschwindigkeits- und Drehmoment-/Kraftdaten kann von positiver auf negative Polarität geändert werden in folgenden Parametern:

- **S-0-0055, Lage-Polaritäten**
- **S-0-0043, Geschwindigkeits-Polaritäten-Parameter**
- **S-0-0085, Drehmoment-/Kraft-Polaritäten-Parameter**

Dadurch kann, abhängig von der Einbausituation (insbesondere von Bausatz-Motoren und dem zugehörigen Motorgeber bzw. dem externen Geber), die für die Maschinenachse passende Polarität der betreffenden Daten festgelegt werden.

Modulowichtung

Für das Format der Lagedaten kann über das betreffende Bit des Parameters **S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten** gewählt werden zwischen

- Absolutformat und
- Moduloformat.

Würden die Lagedaten einer Achse mit unendlichem Verfahrbereich (z.B. Rundachse, Spindel etc.) im Absolutformat verarbeitet, bestünde die Gefahr, dass sich die Achse über den Wertebereich der Lagedaten hinaus bewegt. Dies würde zu ungültigen Lagedaten führen; Betriebsarten mit Lageregelung wären nicht betriebssicher.

Bei Moduloformat wird der Wertebereich eingeschränkt, es sind nur Lagedaten zwischen dem Wert 0,00... und einem im Parameter **S-0-0103, Modulowert** festlegbaren Maximalwert möglich.

Wenn der gemessene Lageistwert den Wertebereich überschreitet bzw. unterschreitet, so verhält sich der in S-0-0051/S-0-0053 angezeigte Lageistwert unstetig, d.h. er ändert sich um den Betrag des Modulowertebereichs in der Weise, dass der angezeigte Lageistwert immer innerhalb des Modulowertebereichs bleibt.

S-0-0051: Lage-Istwert Geber 1
S-0-0053: Lage-Istwert Geber 2
S-0-0103: Modulowert

Abb. 5-71: Lageistwert bei Achsbewegung mit konstanter Geschwindigkeit bei Absolut- und Moduloformat

Moduloformat - Voraussetzungen

Die Festlegung "Moduloformat" für die Lageistwerte ist nur bei rotatorischen Motoren zweckmäßig, denn nur bei Achsen mit rotatorischen Motoren ist ein mechanisch unbegrenzter Verfahrbereich möglich. Deshalb ist "Moduloformat" nur bei rotatorischen Motoren erlaubt, bei linearen Motoren nicht!

Hinweis: Die Bedingung "rotatorischer Motor" für die Festlegung "Moduloformat" wird beim Hochschalten des Antriebs in den betriebsbereiten Zustand überprüft. Falls die Bedingung nicht erfüllt ist, wird ein Fehler gemeldet!

Einschränkungen/Bedingungen bei "Moduloformat"

Bei Nutzung des Moduloformats sind folgende Einschränkungen zu beachten bzw. Rahmenbedingungen einzuhalten:

- Die erlaubte Maximalgeschwindigkeit beträgt aufgrund der Firmware-internen Umrechnung von Absolutformat in Moduloformat wie folgt:

$$v_{max} = \frac{S-0-0103}{2ms}$$

v_{max}: Maximale Geschwindigkeit bzw. maximale Winkelgeschwindigkeit
S-0-0103: Modulowert

Abb. 5-72: Erlaubte Maximalgeschwindigkeit bei Moduloformat

WARNUNG

Sachschäden durch Fehler in der Ansteuerung von Motoren und bewegten Elementen möglich!

⇒ Der Wert in **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** darf nicht höher als die erlaubte Maximalgeschwindigkeit bei Moduloformat sein!

- Bei absolut ausgewerteten Gebern darf die Antriebsmechanik bei ausgeschaltetem Antrieb maximal um eine Strecke bzw. Winkel bewegt werden, der dem halben Absolutgeberbereich (**S-0-0378, Absolutgeberbereich Motorgeber** bzw. **S-0-0379, Absolutgeberbereich optionaler Geber**) entspricht! Der Lageistwert nach dem Einschalten kann sonst fehlerhaft sein! Dies ist regelgerätseitig jedoch nicht diagnostizierbar!

WARNUNG

Sachschäden durch Fehler in der Ansteuerung von Motoren und bewegten Elementen möglich!

⇒ Blockierung der Mechanik bei ausgeschaltetem Antrieb durch selbstklemmende Haltebremse oder selbsthemmendes Getriebe!

Siehe auch "Mess-Systeme: Absolute Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

- Bei rotatorischer Modulowichtung sind folgende Bedingungen einzuhalten:

Wichtungsart Lagedaten:	**Modulowichtung, rotatorischer Lagebezug**		
Externer Geber:	externer Geber vorhanden		kein externer Geber vorhanden
Bewegungsart externer Geber:	rotatorisch	translatorisch (Nicht möglich!)	
Zu erfüllende Bedingungen (Nr.):	1 2 3 4 5 6	---	1 2 4 5
Bedingungen:	Nr. 1: S-0-0079 * S-0-0122 ≤ 2^64 Nr. 2: S-0-0079 * P-0-0121 * S-0-0122 ≤ 2^64 Nr. 3: S-0-0079 * P-0-0124 * S-0-0121 ≤ 2^64 Nr. 4: S-0-0103 * P-0-0129 * S-0-0121 ≤ 2^64 Nr. 5: S-0-0103 * S-0-0116 * P-0-0122 * S-0-0121 ≤ 2^64 Nr. 6: S-0-0103 * S-0-0117 * P-0-0125 * S-0-0122 ≤ 2^64		

S-0-0079: Rotations-Lageauflösung
S-0-0103: Modulowert
P-0-0129: Lagedatenformat intern
S-0-0116: Geber 1 Auflösung
S-0-0117: Geber 2 Auflösung
P-0-0121: Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)
P-0-0122: Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)
S-0-0121: Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen
S-0-0122: Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen
P-0-0124: Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)
P-0-0125: Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)

Abb. 5-73: Bedingungen bei Modulowichtung und rotatorischem Lagebezug

Hinweis: Rotatorische Modulowichtung ist bei translatorischem externem Geber nicht möglich!

Rexroth Bosch Group

- Bei translatorischer Modulowichtung ist nur Lastbezug möglich. Abhängig vom der Nutzung eines externen Gebers sind folgende Bedingungen einzuhalten:

Wichtungsart Lagedaten:	**Modulowichtung, translatorischer Lagebezug**			
Bezug:	Motorbezug (Nicht möglich!)	Lastbezug		
Externer Geber:	---	externer Geber vorhanden		kein externer Geber vorhanden
Bewegungsart externer Geber:	---	rotatorisch	translatorisch	
Zu erfüllende Bedingungen (Nr.):	---	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 7	1 2 3 4
Bedingungen:	Nr. 1: S-0-0103 * S-0-0121 * P-0-0129 ≤ 2^64 Nr. 2: S-0-0123 * S-0-0122 ≤ 2^64 Nr. 3: S-0-0103 * S-0-0121 * P-0-0122 * S-0-0116 ≤ 2^64 Nr. 4: S-0-0123 * S-0-0122 * P-0-0121 ≤ 2^64 Nr. 5: S-0-0103 * P-0-0125 * S-0-0117 ≤ 2^64 Nr. 6: S-0-0123 * P-0-0124 ≤ 2^64 Nr. 7: S-0-0103 * S-0-0077 * 10^(S-0-0078) ≤ 2^64			

S-0-0103: Modulowert
P-0-0129: Lagedatenformat intern
S-0-0116: Geber 1 Auflösung
S-0-0117: Geber 2 Auflösung
S-0-0077: Wichtungs-Faktor transl. Lagedaten
S-0-0078: Wichtungs-Exponent transl. Lagedaten
S-0-0123: Vorschubkonstante
P-0-0121: Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)
P-0-0122: Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)
S-0-0121: Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen
S-0-0122: Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen
P-0-0124: Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)
P-0-0125: Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)

Abb. 5-74: Bedingungen bei Modulowichtung und translatorischem Lagebezug

Hinweis: Translatorische Modulowichtung ist bei Motorbezug nicht möglich!

Inbetriebnahmehinweise

Grundlegende Wichtungseinstellungen

Zunächst sind die grundlegenden Wichtungseinstellungen für Lage-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Drehmoment-/Kraftdaten vorzunehmen. Dies ist nur im Parametermodus (Kommunikationsphase 2) möglich.

Festzulegen sind:

- Wichtungsart (rotatorisch/translatorisch/ungewichtet/ggf. prozentual)
- Maßeinheit und ggf. Zeiteinheit
- Datenbezug (Motor/Last)
- Absolut-/Moduloformat bei Lagedaten
- Vorzugswichtung (vordefiniert) oder Parameterwichtung (individuell einstellbar)

Dazu sind die entsprechenden Bits in folgenden Parametern einzustellen:

- **S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten**
- **S-0-0044, Wichtungsart für Geschwindigkeitsdaten**
- **S-0-0160, Wichtungsart für Beschleunigungsdaten**
- **S-0-0086, Wichtungsart für Drehmoment-/Kraftdaten**

Einstellungen und Hinweise für Modulowichtung

Bei Festlegung von "Moduloformat" ist die Wertebereichsgrenze im Parameter **S-0-0103, Modulowert** einzustellen.

Hinweis: Bei "Moduloformat" ist im Parameter **S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich** ein Wert größer gleich dem Wert des Parameters S-0-0103 einzutragen!

WARNUNG

Gefahr von fehlerhaftem Lageistwert von absolut ausgewerteten Gebern nach dem Einschalten des Antriebs, wenn bei Modulowichtung die Achsmechanik bei ausgeschaltetem Antrieb bewegt wurde!

⇒ Sicherstellen, dass die Achsmechanik bei ausgeschaltetem Antrieb maximal um eine Strecke bzw. Winkel bewegt wird, der dem halben Absolutgeberbereich (**S-0-0378, Absolutgeberbereich Motorgeber** bzw. **S-0-0379, Absolutgeberbereich optionaler Geber**) entspricht!

Temperaturwichtung

Außerdem ist die Wichtungseinstellung für Temperaturdaten im Parameter **S-0-0208, Wichtungsart für Temperaturdaten** vorzunehmen.

Individuelle Einstellungen bei Parameterwichtung

Weitere Einstellungen bei Parameterwichtung

Lagedaten:

- **S-0-0077, Wichtungs-Faktor transl. Lagedaten**
- **S-0-0078, Wichtungs-Exponent transl. Lagedaten**

- oder -

- **S-0-0079, Rotations-Lageauflösung**

Rexroth Bosch Group

Geschwindigkeitsdaten:

- **S-0-0045, Wichtungs-Faktor für Geschwindigkeitsdaten**
- **S-0-0046, Wichtungs-Exponent für Geschwindigkeitsdaten**

Beschleunigungsdaten:

- **S-0-0161, Wichtungs-Faktor für Beschleunigungsdaten**
- **S-0-0162, Wichtungs-Exponent für Beschleunigungsdaten**

Diagnosen der Wichtungseinstellung

Falls unzulässige Festlegungen bei der Wichtungseinstellung getroffen wurden, so werden diese beim Umschalten vom Parametermodus (Kommunikationsphase 2) in den Betriebsmodus (Kommunikationsphase 4) erkannt. Der Antrieb erreicht dann den Betriebsmodus nicht und zeigt je nach Einstellung folgende Kommandofehler an:

- **C0101 Parametersatz unvollständig (siehe S-0-0021)**
- **C0102 Parameter Grenzwertfehler (S-0-0021)**
- **C0103 Parameter-Umrechnungsfehler (->S-0-0021)**
- **C0122 Parametrierung Motorgeber fehlerhaft (Mechanik)**
- **C0123 Modulowert für Motorgeber nicht darstellbar**
- **C0127 Parametrierung optionaler Geber fehlerhaft (Mechanik)**
- **C0128 Modulowert für optionalen Geber nicht darstellbar**
- **C0140 Rotatorische Wichtung nicht erlaubt**

Beispiel-Festlegungen zur Wichtung

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, die Festlegungen zur Wichtungsart vorzunehmen. Die folgende Tabelle zeigt sinnvolle Festlegungen, bei denen keine Kommandofehler zu erwarten sind:

Mechanik			**Geber**		**sinnvolle Wichtungsart-Festlegungen**		
Motor	**Last-getriebe**	**Vorschub-spindel**	**Motor-geber**	**Externer Geber**	**Motorbezug**	**Lastbezug**	**Modulo**
rotativ	vorhanden	nicht vorhanden	rotativ	nein	rotatorisch	rotatorisch	möglich
rotativ	vorhanden/ nicht vorhanden	vorhanden	rotativ	nein	rotatorisch	---	möglich
rotativ	vorhanden/ nicht vorhanden	vorhanden	rotativ	nein	---	translatorisch	möglich
rotativ	vorhanden	nicht vorhanden	rotativ	rotativ	rotatorisch	rotatorisch	möglich
rotativ	vorhanden/ nicht vorhanden	vorhanden	rotativ	rotativ	rotatorisch	---	möglich
rotativ	vorhanden/ nicht vorhanden	vorhanden	rotativ	rotativ	---	translatorisch	möglich
rotativ	vorhanden/ nicht vorhanden	vorhanden	rotativ	linear	rotatorisch	---	möglich
rotativ	vorhanden/ nicht vorhanden	vorhanden	rotativ	linear	---	translatorisch	möglich
linear	nicht vorhanden	nicht vorhanden	linear	---	---	translatorisch	nicht möglich

Abb. 5-75: Sinnvolle Wichtungsart-Festlegungen in Abhängigkeit der Antriebsmechanik und der Mess-Systeme

6 Antriebsregelung

6.1 Übersicht Antriebsregelung

Die IndraDrive-Antriebsfirmware unterstützt folgende zwei Grundprinzipien der Antriebsregelung:

- **Achssteuerung** oder **Open–Loop-Betrieb** (U/f-Steuerung)
  → gesteuerter Betrieb ohne Geberinformation
- **Achsregelung** oder **Closed–Loop-Betrieb** (Regelung)
  → geregelter Betrieb mit Geberrückführung (ohne Geberrückführung mit Motormodell in Vorbereitung)

Achssteuerung (Open-Loop-Betrieb)

Die Achssteuerung (bzw. "Open-Loop-Betrieb") ermöglicht einen gesteuerten Betrieb des Antriebs ohne Motorgeber (U/f-Steuerung).

Aufgrund der fehlenden Geberrückführung kann keine Regelung des Motors bzw. der Achse erfolgen. Es wird lediglich die für die Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" spezifische Verarbeitung des Sollwertes wirksam; eine Lageauswertung und davon abhängige Funktionen und Betriebsarten sind nicht möglich.

Siehe "Spannungsgesteuerter Betrieb (U/f-Steuerung)" im Abschnitt "Motorregelung"

Abb. 6-1: Prinzip der Antriebssteuerung des Open-Loop-Betriebs

Siehe auch "Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb)" im gleichen Abschnitt

Siehe auch Abschnitt "Funktionspakete" im Kapitel "Systemübersicht"

Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb)

Hinweis: Das Grundpaket "Closed Loop" beinhaltet auch die Funktionen des Grundpaketes "Open Loop".

Die Achsregelung (bzw. "Closed-Loop-Betrieb") ermöglicht neben der geberlosen U/f-Steuerung einen geregelten Betrieb des Antriebs, wobei zwei Prinzipien der Antriebsregelung unterschieden werden:

- **Geberbehafteter Betrieb**
  Der Geschwindigkeits- und der Lageregelkreis werden über die Geberrückführung geschlossen, so dass durch die feldorientierte Stromregelung mit Geberrückführung folgende Betriebsarten unterstützt werden:
  - Geschwindigkeitsregelung"
  - Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe"
  - Positionier-Betriebsarten (z.B. Antriebsgeführtes Positionieren)
  - Synchronisations-Betriebsarten"
- **Geberloser Betrieb** (in Vorbereitung)
  Der Geschwindigkeitskreis wird über ein Motormodel (Beobachter) geschlossen, so dass durch die feldorientierte Stromregelung ohne Geberrückführung die geberlose Geschwindigkeitsregelung unterstützt wird.

Siehe "Feldorientierte Stromregelung" im Abschnitt "Motorregelung"

Abb. 6-2: Prinzip der Antriebsregelung des Closed-Loop-Betriebs

Siehe auch "Achssteuerung (Open-Loop-Betrieb)" im gleichen Abschnitt
Siehe auch Abschnitt "Funktionspakete" im Kapitel "Systemübersicht"

6.2 Motorregelung

Allgemeines zur Motorregelung

Open-Loop-/Closed-Loop-Betrieb

Die IndraDrive-Antriebsfirmware unterstützt neben dem geberlosen Betrieb mit U/f-Steuerung (Open-Loop) die feldorientierte Stromregelung mit Motorgeber (Closed-Loop-Betrieb). In Vorbereitung befindet sich die Unterstützung einer feldorientierten Stromregelung ohne Motorgeber (mit Motormodell).

Über Bit 14 und Bit 15 des Parameters **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort** erfolgt die Auswahl des Verfahrens zur Motorregelung.

Siehe auch Abschnitt "Übersicht Antriebsregelung" im gleichen Kapitel

Zykluszeiten und PWM-Frequenzen

In Abhängigkeit der Firmware-Variante (MPH, MPD oder MPB) und des zugehörigen Steuerteiles (CSH01.1, CDB01.1, CSB01.1) sind die folgenden Zykluszeiten und PWM-Frequenzen möglich:

T_{A_Strom}	P-0-0001	FWA-Variante	P-0-0556, Bit 2	Performance
62,5 µs	16000	MPH MPB MPD	0	Basic
83,3 µs	12000	MPH MPB MPD	0	Basic
125 µs	8000	MPH MPB MPD	0	Basic
125 µs	4000	MPH MPB MPD	0	Basic
62,5 µs	16000	MPH	1	Advanced
83,3 µs	12000	MPH	1	Advanced
62,5 µs	8000	MPH	1	Advanced
125 µs	4000	MPH	1	Advanced

T_{A_Strom}: Abtastzeit des Stromreglers
P-0-0001: Schaltfrequenz der Leistungsendstufe (in Hz)
P-0-0556: Achsregler-Steuerwort

Abb. 6-3: Einstellbare Zykluszeiten und Schaltfrequenzen

Hinweis: Über Bit 2 und Bit 5 des Parameters **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** besteht die Möglichkeit, abhängig von der Steuerteil-Ausführung, zwischen den Performance-Stufen zu wählen.

Siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht"

Spannungsgesteuerter Betrieb (U/f-Steuerung)

Kurzbeschreibung

Die Antriebsfunktion "Spannungsgesteuerter Betrieb von Asynchron-Motoren ohne Geber in U/f-Steuerung" wird im Grundpaket "Open-Loop" in der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" bereitgestellt. Bei freigeschaltetem Erweiterungspaket "Synchronisation" steht außerdem die Betriebsart "Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse" zur Verfügung.

Abb. 6-4: Prinzip der U/f-Steuerung

Die U/f-Motorsteuerung zeichnet sich durch folgende Merkmale bzw. Kernfunktionen aus:

Merkmale

- Überwachung und **Begrenzung** der maximalen **Statorfrequenz-änderung**, die sich aus der Änderung der Sollgeschwindigkeit ergibt
- **Kippschutzregler** (optional aktivierbarer PI-Regler zur Verhinderung des Abkippens der Maschine bei Erreichen der Drehmomentgrenzen)
- **Schlupfkompensation** (Vorsteuerung des geschätzten Schlupfs der Maschine mittels Schlupfkompensationsfaktor)
- Berechnung der Ausgangsspannung anhand einer **U/f-Kennlinie** basierend auf Motor-Modelldaten
- Nachtrimmung der Magnetisierung über Vormagnetisierungsfaktor sowie lineare oder quadratische Charakteristik wählbar
- **IxR–Boost** (einstellbare lastabhängige Vorsteuerung der Ausgangs-spannung aufgrund Spannungsabfall am Motorwicklungswiderstand)
- **Pendeldämpfung** (einstellbare lastabhängige Vorsteuerung zur Verhinderung von Geschwindigkeitspendelungen im Teillast- bzw. Leerlaufbereich)
- **Strombegrenzungsregler** zum Schutz der Endstufe des Antriebs-regelgerätes sowie Begrenzung auf den wirksamen Spitzenstrom
- **Geschwindigkeits-Suchlauf** einer austrudelnden Maschine nach Einschalten der Reglerfreigabe (einstellbar für die vorgegebene Dreh-richtung oder beide Drehrichtungen)
- anwenderseitige **Drehmoment/Kraft-Begrenzung** über freige-gebenen Kippschutzregler

Beteiligte Parameter

- **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert**
- **S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1**
- **S-0-0107, Stromregler-Nachstellzeit 1**
- **P-0-0043, Drehmomentbildender Strom, Istwert**
- **P-0-0044, Flussbildender Strom, Istwert**
- **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort**
- **P-0-0046, Stromregler-Statuswort**
- **P-0-0048, Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert**
- **P-0-0063, Drehmomentbildende Spannung, Istwert**
- **P-0-0064, Flussbildende Spannung, Istwert**
- **P-0-0065, Spannungsbetrag, Istwert**
- **P-0-0440, Ausgangs-Stromistwert (Betrag)**
- **P-0-0442, Istwert Drehmoment-Grenze positiv (stationär)**
- **P-0-0443, Istwert Drehmoment-Grenze negativ (stationär)**
- **P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor**
- **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**
- **P-0-0568, Spannungs-Anhebung**
- **P-0-0569, Maximale Statorfrequenz-Änderung**
- **P-0-0570, Kippschutz-Regler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0571, Kippschutz-Regler Nachstellzeit**
- **P-0-0572, Schlupfkompensation Faktor**
- **P-0-0573, IxR-Boost Faktor**
- **P-0-0574, Pendeldämpfung Faktor**
- **P-0-0575, Suchlauf: Suchstromfaktor**
- **P-0-0576, Suchlauf: Findepunkt-Schlupffaktor**
- **P-0-0577, Quadratische Kennlinie: Absenkfaktor**
- **P-0-4036, Bemessungsdrehzahl Motor**
- **P-0-4046, Wirksamer Spitzenstrom**

Beteiligte Diagnosen

- **E8040 Moment-/Kraft-Istwertbegrenzung aktiv**
- **E8041 Strombegrenzung aktiv**
- **E8260 Moment-/Kraft-Sollwertbegrenzung aktiv**

Funktionsbeschreibung

Folgende Abbildung zeigt die Kernfunktionen der U/f-Steuerung:

S-0-0040: Geschwindigkeits-Istwert
P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0065: Spannungsbetrag, Istwert
P-0-0556: Achsregler-Steuerwort
P-0-0569: Maximale Statorfrequenz-Änderung

Abb. 6-5: Übersicht U/f-Steuerung

Maximale Stator-frequenzänderung

Die maximale Geschwindigkeitsänderung, mit welcher der Antrieb den Sollwerten folgen kann, wird durch den Motor und die Abtastzeit des Kippschutzreglers bestimmt. Der Grenzwert ist im Parameter **P-0-0569, Maximale Statorfrequenz-Änderung** einstellbar. Wenn das Beschleunigungsvermögen überschritten wurde, wird die Diagnosemeldung **E8260 Moment-/Kraft-Sollwertbegrenzung aktiv** ausgegeben.

Diese Meldung kann über Bit 4 des Parameters **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** ausgeblendet werden:

- Bit 4 = 0 → Meldung anzeigen
- Bit 4 = 1 → Meldung nicht anzeigen

P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0556: Achsregler-Steuerwort
P-0-0569: Maximale Statorfrequenz-Änderung

Abb. 6-6: Kernfunktion "Maximale Statorfrequenzänderung"

Kippschutzregler

Bei Erreichen der Drehmomentgrenzen im motorischen und generatorischen Lastfall wird durch den sog. Kippschutzregler ein "Abkippen" des Asynchronmotors verhindert.

Die Freigabe des Kippschutzreglers erfolgt über Bit 12 des Parameters **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort**:

- Bit 12 = 1 → Kippschutzregler freigegeben
- Bit 12 = 0 → Kippschutzregler abgeschaltet

Hinweis: Die Default-Einstellung im Bit 12 von P-0-0045 ist "1" (Kippschutzregler freigegeben).

S-0-0040: Geschwindigkeits-Istwert
P-0-0043: Drehmomentbildender Strom, Istwert
P-0-0045: Stromregler-Steuerwort
P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0440: Ausgangs-Stromistwert (Betrag)
P-0-0442: Istwert Drehmoment-Grenze positiv (stationär)
P-0-0443: Istwert Drehmoment-Grenze positiv (stationär)
P-0-0570: Kippschutz-Regler Proportionalverstärkung
P-0-0571: Kippschutz-Regler Nachstellzeit

Abb. 6-7: Kernfunktion "Kippschutzregler"

Als Eingangsgröße dient das Ergebnis der Sollwertaufbereitung **P-0-0048, Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert** sowie die Stromwerte in den Parametern **P-0-0043, Drehmomentbildender Strom, Istwert** und **P-0-0440, Ausgangs-Stromistwert (Betrag)**.

Die Einstellung des Reglers erfolgt über die Parameter:

- **P-0-0570, Kippschutz-Regler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0571, Kippschutz-Regler Nachstellzeit**

Die Werte der Parameter **P-0-0442, Istwert Drehmoment-Grenze positiv (stationär)** und **P-0-0443, Istwert Drehmoment-Grenze negativ (stationär)** stellen die Momentengrenzen dar, auf die der Kippschutzregler begrenzen soll.

Schlupfkompensation

Mit der Schlupfkompensation wird mit Hilfe der Motor-Modelldaten der geschätzte Schlupf der Maschine vorgesteuert.

P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0572: Schlupfkompensation Faktor

Abb. 6-8: Kernfunktion "Schlupfkompensation"

Als Eingangsgröße dient das Ausgangssignal des Kippschutzreglers.

Über den Parameter **P-0-0572, Schlupfkompensation Faktor** kann die Vorsteuerung eingestellt werden.

Hinweis: Bei einem Wert "0.00%" im Parameter P-0-0572 ist die Schlupfkompensation abgeschaltet.

U/f-Kennlinie

In der Funktion "U/f-Kennlinie" wird aus den Motor-Modelldaten die zugehörige Spannung für die wirksame Ausgangsfrequenz berechnet.

Die Kennlinienform im Grundstellbereich, also bis **P-0-4036, Bemessungsdrehzahl Motor** wird mit Bit 13 in **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort** ausgewählt:

- Bit 13 = 1 → quadratische Kennlinie
- Bit 13 = 0 → lineare Kennlinie

Hinweis: Die Defaulteinstellung im Bit 13 von P-0-0045 ist "0" (lineare Kennlinie).

P-0-0045: Stromregler-Steuerwort
P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0532: Vormagnetisierungsfaktor
P-0-0568: Spannungs-Anhebung
P-0-0577: Quadratische Kennlinie: Absenkfaktor

Abb. 6-9: Kernfunktion "U/f-Kennlinie"

Als Eingangsgröße für die U/f-Kennlinie dient das Ausgangssignal der Schlupfkompensation.

Mit dem Parameter **P-0-0568, Spannungs-Anhebung** kann die Spannung am Fußpunkt der U/f-Kennlinie, zusätzlich zu der vom Regelgerät auf Grundlage der Motordaten ermittelten Spannung, angehoben werden.

Aufgrund von z.B. langen Motorleitungen kann es vorkommen, dass sich bei Motoren Anfahrprobleme ergeben. In diesem Fall kann durch diesen Parameter das Anfahrverhalten durch einen Wert größer 0 V verbessert werden.

Bei quadratischer Kennlinie kann mit dem Wert im Parameter **P-0-0577, Quadratische Kennlinie: Absenkfaktor** das Maß der Absenkung im Grundstellbereich justiert werden. Hierbei entsprechen 100 % dem Original des quadratischen Verlaufs. Mit kleiner werdendem Prozentwert wird diese Absenkung abgeschwächt.

Hinweis: Ein Wert "0.00%" im Parameter P-0-0577 entspricht der linearen Kennlinie.

Über den Parameter **P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor** kann die Magnetisierung der Maschine nachgetrimmt werden. Dieser Parameter ist im MDT konfigurierbar. Wird der Vormagnetisierungsfaktor von einem überlagerten Master zyklisch übertragen, kann er bei erwartetem Lastwechsel die Magnetisierung der Maschine geeignet vorsteuern.

IxR-Boost

Mit Hilfe des Parameters **P-0-0573, IxR-Boost Faktor** kann die Vorsteuerung der Ausgangsspannung lastabhängig beeinflusst werden.

Hinweis: Bei einem Wert "0.00%" im Parameter P-0-0573 ist die Vorsteuerung abgeschaltet.

P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0573: IxR-Boost Faktor

Abb. 6-10: Kernfunktion "IxR-Boost"

Pendeldämpfung

Asynchronmaschinen neigen im Open-Loop-Betrieb bei geringer Last zu Drehzahlpendelungen. Mit der Pendeldämpfung kann diesem Verhalten entgegen gewirkt werden. Die Vorsteuerung kann mit dem Parameter **P-0-0574, Pendeldämpfung Faktor** beeinflusst werden.

Hinweis: Bei einem Wert "0.00%" im Parameter P-0-0574 ist die Vorsteuerung abgeschaltet.

P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0574: Pendeldämpfung Faktor

Abb. 6-11: Kernfunktion "Pendel-Dämpfung"

Strombegrenzungsregler

Der Strombegrenzungsregler hat die Aufgabe, den maximalen Ausgangsstrom zu begrenzen, indem er die Ausgangsspannung reduziert. Dies hat dann in der Regel das Abkippen des Motors zur Folge. Dies muss hier jedoch akzeptiert werden, da Motor- und Geräteschutz die höhere Priorität haben.

Der Strombegrenzungsregler greift erst ein, wenn es der freigegebene Kippschutzregler durch Veränderung des Arbeitspunktes nicht erreicht, den Antrieb zu entlasten.

S-0-0106: Stromregler-Proportionalverstärkung 1
S-0-0107: Stromregler-Nachstellzeit 1
P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0440: Ausgangs-Stromistwert (Betrag)
P-0-4046: Wirksamer Spitzenstrom

Abb. 6-12: Kernfunktion "Strombegrenzungsregler"

Geschwindigkeits-Suchlauf

Der Geschwindigkeits-Suchlauf wird im Parameter **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort** (Bit 8, 9) aktiviert und ausgewählt.

Beim Geschwindigkeits-Suchlauf werden folgende Modi unterschieden:

- **Suchlauf nach Reglerfreigabe**
  Nach dem Start wird mit **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** in der durch **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert** vorgegebenen Drehrichtung bis Drehzahl gleich Null gesucht. Bei der aktuellen Drehzahl der trudelnden Maschine, jedoch spätestens bei Drehzahl = 0 übergibt die Suchlauffunktion an die normale Sollwertverarbeitung. Dort wird mit dem Hochlaufgeber der anliegende Sollwert angefahren.

- **Suchlauf nach Reglerfreigabe, bidirektional**
  Nach dem Start wird mit **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** in der durch **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert** vorgegebenen Drehrichtung bis Drehzahl gleich Null gesucht. Wird die Drehzahl der Maschine bis Drehzahl = 0 nicht gefunden, wird mit geänderter Drehrichtung nochmals gesucht. Bei der aktuellen Drehzahl der trudelnden Maschine oder spätestens bei Drehzahl = 0 übergibt die Suchlauffunktion an die normale Sollwertverarbeitung. Dort wird mit dem Hochlaufgeber der anliegende Sollwert angefahren.

Während des Suchvorgangs wird der über **P-0-0575, Suchlauf: Suchstromfaktor** vorgegebene Strom eingeprägt. Er definiert sich als Prozentwert des Magnetisierungsstroms (P-0-4004).

Sobald die Maschine gefunden ist, wird der Bemessungs-Schlupf zur Drehzahl am "Findepunkt" hinzugefügt. Hier entsprechen 100% dem Bemessungs-Schlupf der Maschine. Dieser aufgeschaltete Wert wird mit **P-0-0576, Suchlauf: Findepunkt-Schlupffaktor** nachgetrimmt.

Diagnose- und Statusmeldungen

Überwachung der Statorfrequenz

Der Grenzwert für die maximale Geschwindigkeitsänderung, mit welcher der Antrieb den Sollwerten folgen kann, wird im Parameter **P-0-0569, Maximale Statorfrequenz-Änderung** eingestellt.

Tritt die Begrenzung der maximalen Stator-Frequenzänderung in Kraft, wird die Diagnosemeldung **E8260 Moment-/Kraft-Sollwertbegrenzung aktiv** generiert. Sobald der Stator der geforderten Frequenzänderung wieder folgen kann, wird die Meldung zurückgesetzt.

Diese Meldung kann über Bit 4 des Parameters **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** ausgeblendet werden:

- Bit 4 = 0 → Meldung anzeigen
- Bit 4 = 1 → Meldung nicht anzeigen

Status des Kippschutzreglers

Das Eingreifen des Kippschutzreglers wird im Parameter **P-0-0046, Stromregler-Statuswort** (Bit 12: Kippschutzregler) angezeigt:

- Bit 12 = 1 → Kippschutzregler aktiv

  Zusätzlich wird die Diagnosemeldung **E8040 Moment-/Kraft-Istwertbegrenzung aktiv** generiert.
- Bit 12 = 0 → Kippschutzregler nicht aktiv

Status des Strombegrenzungsreglers

Das Eingreifen des Strombegrenzungsreglers wird im Parameter **P-0-0046, Stromregler-Statuswort** (Bit 13: Strombegrenzungsregler) angezeigt:

- Bit 13 = 1 → Strombegrenzungsregler aktiv

  Zusätzlich wird die Diagnosemeldung **E8041 Strombegrenzung aktiv** generiert.
- Bit 13 = 0 → Strombegrenzungsregler nicht aktiv

Status des Geschwindigkeits-Suchlaufs

Der Status des Geschwindigkeits-Suchlaufs kann im Parameter **P-0-0046, Stromregler-Statuswort** (Bit 14: Suchlauf) ausgelesen werden:

- Bit 14 = 1 → Suchlauf aktiv
- Bit 14 = 0 → Suchlauf nicht aktiv

Feldorientierte Stromregelung

Grundpaket verschiedener Varianten (s.u.)

Kurzbeschreibung

Die feldorientierte Stromregelung mit Geber steht in den Grundpaketen "Closed-Loop" aller Firmware-Varianten für Synchron- und Asynchronmotoren zur Verfügung.

In Vorbereitung ist die feldorientierte Stromregelung ohne Geberrückführung. Diese Antriebsfunktion wird in den Grundpaketen "Open-Loop" und "Closed-Loop" mit Advanced-Performance zur Verfügung stehen, kann jedoch nur für Asynchronmotoren genutzt werden.

Hinweis: Der Stromregler ist für alle Motoren von Bosch Rexroth bereits voreingestellt und muss im Normalfall nicht angepasst werden.

Hinweise zur Inbetriebnahme des Stromreglers bei Fremdmotoren siehe "Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"!

Die interne Regelungsaufgabe besteht bei feldorientierter Stromregelung darin, die transformierten Ströme I_d und I_q geregelt einzuprägen:

- I_d (flussbildender Strom) → PI-Regler für I_d
- I_q (drehmomentbildender Strom) → PI-Regler für I_q

Hinweis: Für den geberlosen Betrieb (in Vorbereitung) ist für die feldorientierte Stromregelung ein intern berechnetes Motormodell vorhanden, dessen Parameterwerte über die antriebsinterne Einstellung von Motorparametern und Motorregelungsparametern ermittelt werden.

Siehe Abschnitt "Automatische Einstellung der Motorregelungsparameter" im gleichen Kapitel

Folgende Grafik zeigt das Prinzip der feldorientierte Stromregelung für den Betrieb mit Motorgeber oder mit Motormodell:

v-Reg: Geschwindigkeitsregler
I-Reg: Stromregler
f-Reg: Frequenzregler

Abb. 6-13: Vereinfachte Prinzipdarstellung für die feldorientierte Stromregelung mit überlagerter Geschwindigkeitsregelung

Arbeitsbereiche

Die feldorientierte Stromregelung von Asynchron- und Synchronmotoren erlaubt den Betrieb im gesamten Drehzahlbereich.

Dieser wird in folgende Arbeitsbereiche unterteilt:

- Grunddrehzahlbereich → **konstantes Drehmoment**
- Feldschwächbereich 1 → **konstante Leistung**
- Feldschwächbereich 2 → **Grenzleistungsbereich**

Allgemeine Merkmale

Die feldorientierte Stromregelung zeichnet sich durch folgende allgemeingültige Merkmale aus:

- Regelung des Motorstroms nach dem Prinzip der Feldorientierung, d.h. getrennte Regelung des drehmomentbildenden Stromes und des flussbildenden Stromes
- Kompensation der Querkopplung von d-Achse und q-Achse zur Erhöhung der Dynamik
- Spannungsregler für den Betrieb im Feldschwächbereich
- Aktivierung des optimalen Stromregler-Proportional-Verstärkungswerts in Abhängigkeit der aktuellen PWM-Frequenz beim Urladen

Merkmale der Synchronmotorregelung

Bei **Synchronmotoren** ist die feldorientierte Stromregelung außerdem durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- nur für Closed-Loop-Betrieb mit Geber verfügbar
- Begrenzung des I_q-Sollwertes an der Spannungsgrenze zum Schutz vor zu kleiner Regelreserve
- Ausnutzung des Reluktanzeffekts zur Erhöhung des verfügbaren Drehmoments im Grunddrehzahlbereich
- Unterstützung von Synchronmotoren mit Reluktanzmoment, d.h. Motoren mit deutlich unterschiedliche Induktivitäten in der d-Achse und der q-Achse

Merkmale der Asynchronmotorregelung

Bei **Asynchronmotoren** ist die feldorientierte Stromregelung außer den allgemeinen Merkmalen durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- für Closed-Loop-Betrieb mit Geber verfügbar; für geberlosen Betrieb in Vorbereitung
- optimale Drehmomentlinearität auch im Feldschwächbereich durch:
  - ständige Nachführung der Drehmomentkonstante und des Schlupffaktors anhand des aktuell berechneten Rotorflusses
  - Rotorfluss-Modell mit Berücksichtigung von Temperatur und Sättigungsverhalten der Hauptinduktivität
- verbessertes dynamisches Verhalten durch:
  - spannungs- und lastabhängige Flussvorsteuerung
  - Spannungsregler zur Korrektur der Flussvorsteuerung
  - Flussregler zur dynamischen Einprägung des Rotorflusses
- Möglichkeit zur Absenkung des Magnetisierungsstromes für verlustarmen Betrieb im Leerlauf oder Teillastbereich

Beteiligte Parameter

Stromreglereinstellung:

- **S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1**
- **S-0-0107, Stromregler-Nachstellzeit 1**
- **P-0-0001, Schaltfrequenz der Leistungsendstufe**
- **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort**

Spannungsreglereinstellung:

- **P-0-0533, Spannungsregler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0534, Spannungsregler Nachstellzeit**
- **P-0-0535, Motorleerlaufspannung**
- **P-0-0536, Motormaximalspannung**

Rotorflussregelung bei Asynchronmotoren:

- **P-0-0528, Flussregler-Proportionalverstärkung**
- **P-0-0529, Bewertung der Kippstrombegrenzung**
- **P-0-0530, Schlupfanhebung**
- **P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor**

Frequenzregelung bei Asynchronmotoren (im geberlosen Betrieb)

- **P-0-0590, Motormodell Frequenzregler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0591, Motormodell Frequenzregler Nachstellzeit**
- **P-0-0592, Motormodell Abgleichfaktor**

Leistungsüberwachung:

- **S-0-0158, Leistungs-Schwelle Px**
- **S-0-0337, Meldung P >= Px**
- **S-0-0382, Zwischenkreisleistung**

Geberüberwachung (im geberbehafteten Betrieb):

- **P-0-0520, Fehlerschwelle Geberüberwachung**

Anzeigeparameter:

- **S-0-0380, Zwischenkreisspannung**
- **P-0-0043, Drehmomentbildender Strom, Istwert**
- **P-0-0044, Flussbildender Strom, Istwert**
- **P-0-0046, Stromregler-Statuswort**

- **P-0-0063, Drehmomentbildende Spannung, Istwert**
- **P-0-0064, Flussbildende Spannung, Istwert**
- **P-0-0065, Spannungsbetrag, Istwert**

Beteiligte Diagnosen

- **E8025 Überspannung im Leistungsteil**
- **E8028 Überstrom im Leistungsteil**
- **F2077 Strommessabgleich fehlerhaft**
- **F8023 Fehler mechanische Kopplung Geber 1**
- **F8060 Überstrom im Leistungsteil**

Allgemeine Funktion der feldorientierten Stromregelung

Drehmoment-/Kraftsteuerung

Entgegen des in der Betriebsart "Drehmoment-/Kraftregelung" eingesetzten Funktionsprinzips handelt es sich hierbei im eigentlichen Sinn um eine Stromregelung, da der Stromistwert gemessen wird und nicht die Kraft oder das Motormoment. Dies bedeutet, dass eine Steuerung von Drehmoment-/Kraft vorgenommen wird, wobei das Drehmoment bzw. die Kraft über die Drehmoment-/Kraftkonstante direkt mit dem drehmoment-/kraftbildenden Strom verknüpft ist.

Bei Asynchronmotoren wird die Drehmomentkonstante entsprechend des aktuellen Rotorflusses nachgeführt.

$$M_i = K_M \cdot I_q$$

Feldschwächbetrieb

Mit der Firmware können Asynchron- und Synchronmotoren im gesamten Drehzahlbereich (einschließlich Feldschwächbereich) betrieben werden.

Es werden grundsätzlich 3 Arbeitsbereiche unterschieden, die in folgender Grafik dargestellt und nachfolgend beschrieben sind.

1: Grunddrehzahlbereich
2: Feldschwächbereich 1
3: Feldschwächbereich 2

Abb. 6-14: Unterteilung des Drehzahlbereichs in 3 Arbeitsbereiche

Grunddrehzahlbereich

Der Grunddrehzahlbereich ist durch konstantes Drehmoment und eine feste Drehmoment-/Kraft-Konstante (P-0-0051) gekennzeichnet.

Bei Asynchronmotoren fließt im Leerlauf der programmierte, wirksame Magnetisierungsstrom. Die Motorspannung ist kleiner als die maximale Reglerausgangsspannung. Die Eckdrehzahl n1 ist direkt proportional zur Zwischenkreisspannung.

Feldschwächbereich 1
(konstante Leistung)

Der Feldschwächbereich 1 ist durch konstante Leistung gekennzeichnet, die Motorspannung wird konstant gehalten. Bei Asynchronmotoren nimmt mit steigender Drehzahl der Leerlaufstrom ab. Damit reduziert sich die Magnetisierung und die Drehmomentkonstante, entsprechend erhöht sich

der Schlupf. Die Anpassung von Magnetisierungsstrom und Schlupf wird vom Spannungsregler automatisch vorgenommen.

Feldschwächbereich 2
(Grenzleistungsbereich)

Der Feldschwächbereich 2 ist der Bereich abnehmender Spitzenleistung. Ein Asynchronmotor arbeitet in diesem Bereich an der Kippgrenze, wobei ein tatsächliches Kippen durch die Vektorregelung ausgeschlossen ist. Der Spitzenstrom wird so abgesenkt, dass der Punkt maximaler Leistung nicht überschritten wird. Ein weiteres Erhöhen des Stromes würde nur zu mehr Verlustleistung und weniger Wellenleistung führen. Die Spitzenleistung im Bereich 3 ist proportional zum Quadrat der Zwischenkreisspannung. Es wird gewährleistet, dass die mögliche Maximalleistung bei jeder Zwischenkreisspannung ohne Parameteranpassung erreicht wird.

Hinweis: Es ergibt sich aus dem Zusammenhang, dass die Leistung im Bereich 3 nicht durch die Verwendung eines stromstärkeren Regelgeräts gesteigert werden kann.

In den folgenden Abschnitten werden jeweils die Regelung von Synchron- und Asynchronmaschinen (mit und ohne Motorgeber) unterschieden!

Feldorientierte Stromregelung einer Synchronmaschine

Hinweis: Nur im Closed-Loop-Betrieb mit Motorgeber möglich!

Der Betrieb von Synchronmotoren mit vorhandenem Motorgeber in feldorientierter Stromregelung ist in allen verfügbaren Betriebsarten anwendbar. Folgende Grafik zeigt die Regelkreisstruktur und die Eingriffsstellen der einzelnen Parameter für eine Synchronmaschine.

1): Stromsollwert nach Begrenzung

Abb. 6-15: Vereinfachte Prinzipdarstellung des Stromregelkreises für eine Synchronmaschine

Spannungsregler bei Synchronmotoren

Zur Feld- (bzw. Spannungs-) Regelung wird ein als PI-Regler ausgeführter Spannungsregler verwendet, der über folgende Parameter eingestellt werden kann:

- **P-0-0533, Spannungsregler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0534, Spannungsregler Nachstellzeit**

Hinweis: Der Sollwert des Spannungsreglers wird durch den Parameter **P-0-0536, Motormaximalspannung** vorgegeben.

Der Spannungsregler greift ein, wenn der Stromreglerausgang einen definierten Spannungsbetrag (vgl. **P-0-0536, Motormaximalspannung**) überschreitet. Durch die Einprägung eines, dem permanenten Polradfluss entgegenwirkenden Feldes (→ negativer I_d-Sollwert) kann eine Reduzierung der Ausgangsspannung erzielt werden.

Hinweis: Der Ausgangswert des Spannungsreglers stellt den Sollwert für die feldbildende Komponente des nachgeschalteten Stromreglers dar (siehe Abb. oben).

Feldschwächung von Synchronmotoren

Bei Synchronmotoren mit Feldschwächung wird im Grunddrehzahlbereich, wie bei Synchronmotoren ohne Feldschwächung, ein Sollwert von $I_{d_soll} = 0$ gefahren.

Bei Eintritt in die Feldschwächung wird I_{d_soll} zu negativen Werten hin vergrößert und ermöglicht somit höhere Motorgeschwindigkeiten.

Regelung von Synchronmotoren mit ausgeprägtem Reluktanzmoment

Die Regelung von Synchronmotoren mit Reluktanzmoment, d.h. Motoren mit deutlich unterschiedlichen Induktivitäten in der d- und q-Achse, erfordert die getrennte Eingabe von L_d und L_q in die jeweiligen Parameter:

- **P-0-4016, Motor Längsinduktivität** (L_d)
- **P-0-4017, Motor Querinduktivität** (L_q)

Hinweis: Die Ausnutzung des Reluktanzeffekts ermöglicht eine Erhöhung des verfügbaren Drehmoments im Grunddrehzahlbereich.

Feldorientierte Stromregelung einer Asynchronmaschine

Die feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine unterscheidet sich von der Regelung einer Synchronmaschine durch die zusätzlichen Funktionsblöcke "Flussvorsteuerung" und "Flussregler inkl. Feldmodell".

Die feldorientierte Stromregelung einer Asynchronmaschine wird nach folgenden Ausprägungen unterschieden:

- Stromregelung mit Motorgeber zur Messung des Rotorwinkels
- Geberlose Stromregelung mit Motormodell zur Bestimmung des Rotorwinkels

Hinweis: In beiden Fällen wird die Motorgeschwindigkeit im Parameter **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert** angezeigt und als Rückführung für einen Geschwindigkeitsregler verwendet!

Folgende Grafik zeigt die Regelkreisstruktur (inkl. Motormodell und Frequenzregler) für beide Ausprägungen der feldorientierten Stromregelung (mit/ohne Motorgeber):

1): Stromsollwert nach Begrenzung

Abb. 6-16: Vereinfachte Prinzipdarstellung des Stromregelkreises für eine Asynchronmaschine (mit und ohne Motorgeber)

In der folgenden Beschreibung werden sowohl zunächst die im geberlosen als auch im geberbehafteten Betrieb wirksamen Funktionen (Regler) erläutert, anschließend auf die zusätzlich im geberlosen Betrieb vorhandenen Funktionen (Motormodell, Frequenzregler) eingegangen.

Flussvorsteuerung und Flussmodell

Die Flussvorsteuerung errechnet für jeden Arbeitspunkt der Maschine den optimalen Rotorfluss-Sollwert. Die begrenzende Größe ist dabei die mit der Drehzahl ansteigende Motorspannung. Als Grenzwert verwendet die Flussvorsteuerung den Wert im Parameter **P-0-0535, Motorleerlaufspannung**.

Außerdem haben folgende Motordaten Einfluss auf Flussvorsteuerung und Flussmodell:

- **P-0-4004, Magnetisierungsstrom**
- **P-0-4039, Stator-Streuinduktivität**
- **P-0-4040, Rotor-Streuinduktivität**
- **P-0-4041, Motor-Hauptinduktivität**
- **P-0-4042, Kennlinie der Motor-Hauptinduktivität**
- **P-0-4043, Rotorzeitkonstante**

Das Flussmodell errechnet auf Grundlage der oben genannten Motordaten und des aktuellen Wertes des flussbildenden Stromes I_d den Istwert des Rotorflusses. Diese Größe dient als Istwert für den

Flussreglers (s.u.) und bestimmt außerdem die Drehmomentkonstante und das Verhalten der zur Drehmomenterzeugung notwendigen Schlupffrequenz der Asynchronmaschine.

Spannungsregler

Der Spannungsregler arbeitet als PI-Regler und begrenzt die vom Stromregler ausgegebene Spannung im Betrag auf einen Maximalwert. Die Einstellung erfolgt über folgende Parameter:

- **P-0-0533, Spannungsregler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0534, Spannungsregler Nachstellzeit**
- **P-0-0536, Motormaximalspannung**

Hinweis: Bei Überschreiten der Motormaximalspannung greift der Ausgang des Spannungsreglers korrigierend auf den Ausgangswert der Flussvorsteuerung ein.

Flussregler

Der Flussregler arbeitet als P-Regler mit Sollwertvorsteuerung. Er vergleicht den Istwert aus dem Rotorflussmodell mit dem Sollwert aus Flussvorsteuerung und Spannungsregler und sorgt durch entsprechende Vorgabe der flussbildenden Stromkomponente $I_{d\text{-}soll}$ für eine schnelle Rotorfluss-Einprägung. Dies ist für Anwendungen mit Drehzahldynamik (Feldschwächbereich) von Bedeutung. Die Verstärkung kann im Parameter **P-0-0528, Flussregler-Proportionalverstärkung** eingestellt werden.

Hinweis: Bei Asynchronmotoren hat die Feld- oder Rotorflussregelung vor allem im Feldschwächbereich einen entscheidenden Einfluss auf die Drehmomententwicklung und Dynamik der Maschine.

Hinweis: Für Rexroth-Motoren ist der entsprechende Wert in der Datenbank "DriveBase" abgelegt.

Kippstrombegrenzung

Die Kippstrombegrenzung wirkt nur im Grenzleistungsbereich des Feldschwächbereichs (3). Dabei wird über den aktuellen Rotorfluss und der Motordaten der maximal zulässigen drehmomentbildende Strom errechnet. Dieser absolute Grenzwert kann über die Einstellung im Parameter **P-0-0529, Bewertung der Kippstrombegrenzung** (in Prozent) relativ verändert werden.

Hinweis: Bei Betreiben eines Motors ohne Feldschwächung (generell bei Linear-Asynchronmotoren) wird lediglich der wirksame Magnetisierungsstrom als Sollwert für die feldbildende Stromkomponente übernommen.

Ermittlung des Rotorflusswinkels

Zur feldorientierten Regelung eines Asynchronmotors wird fortlaufend der aktuelle Rotorflusswinkel benötigt. Dieser wird aus der Lageinformation des Motorgebers gewonnen.

Im Betrieb ohne Motorgeber wird der Rotorflusswinkel über ein Motormodell ermittelt, das zyklisch alle Ein- und Ausgangsgrößen des Stromreglers berücksichtigt.

Hinweis: Neben dem Fehlen eines Motorgebers unterscheidet sich die geberlose feldorientierte Regelung von der geberbehafteten Regelung durch das zusätzlich erforderliche Motormodell mit nachgeschaltetem Frequenzregler.

Motormodell

Das Motormodell entspricht einem kompletten Ersatzbild des angeschlossenen Asynchronmotors mit Berücksichtigung der Motorinduktivitäten, Widerstände und Zeitkonstanten.

Hinweis: Die erforderlichen Werte der Motorparameter und der Motorregelungsparameter werden anhand der Typenschildangaben über Kommandostart automatisch ermittelt.

Siehe Abschnitt "Automatische Einstellung der Motorregelungsparameter" im gleichen Kapitel

Das Motormodel errechnet bei Antriebsfreigabe (AF) zyklisch im Stromreglertakt (siehe Abschnitt "Allgemeines zur Motorregelung" im gleichen Kapitel) den Motorstrom und Rotorfluss in feldorientierter Vektordarstellung.

Um Abweichungen des Modells gegenüber dem realen Motor auszugleichen, wird das Modell den gemessen Stromwerten nachgeführt und der Korrekturfaktor im Parameter **P-0-0592, Motormodell Abgleichfaktor** angezeigt.

Frequenzregler

Der sog. "Frequenzregler" ermittelt anhand der Abweichungen zwischen Motormodell und den gemessenen Strömen die aktuelle Drehfrequenz der Motorwelle des Asynchronmotors. Das Ergebnis des Frequenzreglers wird in den Parameter **S-0-0040 Geschwindigkeits-Istwert** eingetragen und als Rückführwert für den Geschwindigkeitsregler verwendet.

Der Frequenzregler ist ein PI-Regler mit folgenden Vorgaben:

- **P-0-0590, Motormodell Frequenzregler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0591, Motormodell Frequenzregler Nachstellzeit**

Inbetriebnahmehinweise

Hinweis: Der Stromregler ist für alle Motoren von Bosch Rexroth bereits voreingestellt und muss im Normalfall nicht angepasst werden.

Stromregler

Der als PI-Regler ausgeführte Stromregler für den drehmoment- bzw. kraftbildenden Strom (I_q) kann über folgende Parameter eingestellt werden:

- **S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1**
- **S-0-0107, Stromregler-Nachstellzeit 1**

Die jeweiligen Parametereinstellungen sind abhängig von den Eigenschaften der Motorwicklung (L und R) und von der Abtastzeit des Stromreglers.

Verfügbarkeit der Parametereinstellungen für den Stromregler:

- Bei Rexroth-Motoren mit Motorgeber-Datenspeicher sind sie in diesem Speicher abgelegt.
- Bei Rexroth-Motoren ohne Motorgeber-Datenspeicher können sie über ein Inbetriebnahmetool aus der Motordatenbank entnommen werden.
- Bei Fremdmotoren müssen sie anhand der Datenblattangaben berechnet werden (siehe Abschnitt "Automatische Einstellung der Motorregelungsparameter" im gleichen Kapitel und "Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme").

Siehe auch "Inbetriebnahme des Motors" im Kapitel "Inbetriebnahme"

Flussvorsteuerung

Durch eine höhere Magnetisierung (Rotorfluss) entwickelt der Motor ein größeres Drehmoment. Im Leerlauf erzeugt die Magnetisierung jedoch Verluste, weshalb eine Absenkung der Magnetisierung für weniger dynamische Anwendungen sinnvoll ist.

Hinweis: Zur Absenkung der Magnetisierung kann im Parameter **P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor** ein Wert zwischen 50% und 100% eingestellt werden.

Die Magnetisierung kann außerdem über Bit 2 im Parameter **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort** beeinflusst werden:

- **Bit 2 = 0** (Defaulteinstellung)
  → Magnetisierung wird entsprechend dem geforderten Drehmoment bis auf den Nominalwert angehoben; bei Motor-Nennmoment wird 100% erreicht
- **Bit 2 = 1**
  → Magnetisierung bleibt lastunabhängig auf dem in Parameter P-0-0532 eingestellten Wert

Als Grenzwert für die Flussvorsteuerung wird der Wert im Parameter **P-0-0535, Motorleerlaufspannung** verwendet. Die Angabe der Motorleerlaufspannung erfolgt prozentual und bezieht sich auch die maximal mögliche Ausgangsspannung des Wechselrichters.

Hinweis: Als zweckmäßig hat sich eine **Einstellung von 80%** im Parameter P-0-0535 erwiesen.

Flussmodell

Die im Flussmodell verwendete Schlupffrequenz ändert sich mit der Temperatur des Motors. Dies wird kompensiert durch Messung der Motortemperatur (S-0-0383) und Bewertung mit dem Faktor im Parameter **P-0-0530, Schlupfanhebung**.

Hinweis: Der Faktor im Parameter P-0-0530 ist abhängig von der Motorkühlart einzustellen!

Spannungsregler (Feldregler)

Der als PI-Regler ausgeführte Spannungsregler (Feldregler) kann über folgende Parameter eingestellt werden:

- **P-0-0533, Spannungsregler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0534, Spannungsregler Nachstellzeit**

Hinweis: Der Spannungsregler ist nur aktiv, wenn im Stromregler-Steuerwort (P-0-0045) das Bit 0 gesetzt ist (Feldschwächbetrieb aktiv).

Der Sollwert des Spannungsreglers wird über den Parameter **P-0-0536, Motormaximalspannung** festgelegt.

Die Eingabe in P-0-0536 erfolgt in Prozent und bezieht sich auf die maximal mögliche Ausgangsspannung des Wechselrichters, die durch die aktuelle Zwischenkreisspannung (vgl. S-0-0380) bestimmt ist.

Hinweis: Als zweckmäßig hat sich eine **Einstellung von 90%** im Parameter P-0-0536 erwiesen.

Aktivierung Feldschwächung und Schlupfanhebung

Neben der Parametrierung des Spannungsreglers können bei Bedarf zusätzlich folgende Einstellungen vorgenommen oder geändert werden:

- Über Bit 0 in **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort** kann die Feldschwächung aktiviert werden.
- Im Parameter **P-0-0530, Schlupfanhebung** kann je nach Motorkühlart ein unterschiedlicher Faktor eingestellt werden.

Aktivierung des geberlosen Betriebs

Die geberlose feldorientierte Motorregelung kann über Bit 14 und 15 von **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort** aktiviert werden.

Hinweis: Falls ein Funktionspaket "Closed Loop" aktiviert ist, muss der Motorgeber deaktiviert sein
→ **P-0-0074, Gebertyp 1 (Motorgeber)** = 0

Bestimmung der Motormodellparameter im geberlosen Betrieb

Um die geberlose feldorientierte Motorregelung nutzen zu können, müssen die Parameter des Motormodells korrekt eingestellt sein. Dies wird mit der antriebsinternen Ermittlung und Einstellung der Motorreglungsparameter durch Aktivierung der entsprechenden Kommandos erreicht.

Siehe Abschnitt "Automatische Einstellung der Motorregelungsparameter" im gleichen Kapitel

---

Hinweis: Das Leistungsteil wird dabei automatisch eingeschaltet!

Diagnosen und Statusmeldungen

Statusmeldungen

- **S-0-0158, Leistungs-Schwelle Px**
  Über diesen Parameter wird die Leistungsschwelle festgelegt, oberhalb derer der Antrieb die Statusmeldung "Leistung > = Px" im Parameter **S-0-0337, Meldung P >= Px** ausgibt.
- **S-0-0337, Meldung P > = Px**
  Von diesem Parameter wird nur Bit 0 genutzt. Es wird gesetzt, wenn:
  S-0-0382, Zwischenkreisleistung >= **S-0-0158, Leistungsschwelle Px**

  Gleichzeitig wird auch Bit 7 in **S-0-0013, Zustandsklasse 3** gesetzt.

Anzeige- und Diagnosewerte

- Die Zwischenkreisspannung wird im Stromreglertakt gemessen und im Parameter **S-0-0380, Zwischenkreisspannung** angezeigt.
- Die vom Regelgerät abgegebene elektrische Wirkleistung (unter Berücksichtigung der Wechselrichterverluste) wird im Parameter **S-0-0382, Zwischenkreisleistung** angezeigt.

  Berechnung nach folgender Formel:

$$P_{wirk} = (U_d * I_d + U_q * I_q) * 1{,}5$$

  Der berechnete Wert wird gefiltert angezeigt (T = 8ms). Bei Überschreiten des parametrierten Schwellwertes in **S-0-0158, Leistungs-Schwelle Px** wird Bit 0 im **S-0-0337, Meldung P >= Px** und Bit 7 in der Zustandsklasse 3 gesetzt.
- In **P-0-0043, Drehmomentbildender Strom, Istwert** wird der im Stromreglertakt erfasste Messwert des drehmomentbildenden Stromes (I_q) angezeigt.

- In **P-0-0044, Flussbildender Strom, Istwert** wird der im Stromreglertakt erfasste Messwert des feldbildenden Stromes (I_d) angezeigt.
- In **P-0-0046, Stromregler-Statuswort** ist der Zustand des Stromreglers angezeigt.

Fehler, Warnungen und Überwachungen

- **C0132 Ungültige Einstellungen für Regler-Zykluszeiten**
  Es wurde ein Fehler in der Parametrierung der Regler-Zykluszeiten und PWM-Frequenz erkannt.
- **C0251 Fehler Aufsynchronisieren auf Führungskommunikation**
  Die Synchronisation der Antriebsregelung auf das Businterface (SERCOS, PROFIBUS, Interbus …) beim Hochschalten in den Betriebsmodus ist fehlgeschlagen.
- **E8025 Überspannung im Leistungsteil**
  Die Warnung wird generiert, wenn die Zwischenkreisspannung einen Wert von 870,0 V überschreitet. In diesem Fall wird der Stromregler zum Schutz des Motors temporär abgeschaltet.
- **E8028 Überstrom im Leistungsteil**
  Die Warnung wird generiert, wenn der Gesamtstrom > 1,2 * Minimum (S-0-0109, Spitzenstrom Motor; S-0-0110, Spitzenstrom Verstärker) wird. In diesem Fall wird der Stromregler zum Schutz des Motors temporär abgeschaltet (Verhinderung von Entmagnetisierung).
- **F2067 Synchronisation auf Führungskommunikation fehlerhaft**
  Die Synchronisation der Antriebsregelung auf das Businterface (SERCOS, PROFIBUS, Interbus …) ist während des Betriebs fehlgeschlagen.
- **F2077 Strommessabgleich fehlerhaft**
  Beim Nullabgleich der Strommessung hat sich eine Abweichung ergeben, die außerhalb der Toleranz liegt (Hardware-Defekt).

Automatische Einstellung der Motorregelungsparameter

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

Für den Betrieb von Motoren ist es erforderlich, die Werte für Motorparameter (Widerstandswerte, Induktivitäten, ...) zu erfassen, um daraus die Motorregelungsparameter (Feldregler, Spannungsregler, Stromregler,...) zu ermitteln.

Abhängig von Hersteller und Typ des anzusteuernden Motors werden die Werte für Motorparameter und Motorregelungsparameter auf unterschiedliche Weise dem Regelgerät bereitgestellt.

Motoren von Bosch Rexroth

Bei Rexroth-Motoren werden die Werte für die Motor- und Motorregelungsparameter vom Hersteller optimiert und bereitgestellt. Die automatische Einstellung der Motorregelungsparameter durch die Antriebsfirmware ist bei Rexroth-Motoren nicht erforderlich und nicht erlaubt!

- Bei Motoren **mit Motorgeber-Datenspeicher**:
  → automatisches Laden der Parameter beim Einschalten des Antriebs (siehe "Übersicht: Defaulteinstellungen im Motorgeber-Datenspeicher ("Urladen")" im Abschnitt "Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb)")

- Bei Motoren **ohne Motorgeber-Datenspeicher**:
  - Laden der Parameter über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" aus der Motordatenbank (DriveBase)

  - oder -

  - Manuelles Beschreiben der einzelnen Parameter über die serielle Schnittstelle oder die Schnittstelle der Führungskommunikation anhand einer Motorparameterliste

Fremdmotoren

Für Fremdmotoren verfügt die Antriebsfirmware über Kommandos, über die in Abhängigkeit der vorliegenden Ausgangsdaten und des Funktionsprinzips des Motors die Werte für die Motor- und Motorregelungsparameter erzeugt werden.

Folgende Kommandos stehen zur Berechnung Werte für die Motor- und Motorregelungsparameter zur Verfügung:

- **C3200 Kommando Motordaten berechnen**
  1. Berechnen der Werte für Motorparameter bei Asynchronmotoren aus den **Angaben auf dem Typenschild**
  2. Berechnen der Einstellwerte für die Motorreglungsparameter
- **C3600 Kommando Motordaten-Identifikation**
  1. Identifikation (bzw. Optimierung) der Motorparameterwerte bei Asynchronmotoren.

     Hinweis: Es müssen bereits geeignete Startwerte vorliegen!
  2. Berechnen der Werte der Motorreglungsparameter
- **C4600 Kommando Motorregelungs-Parameter berechnen**

  Berechnen der Werte der Motorreglungsparameter aus den Motorparametern bei Synchronmotoren und ggf. auch bei Asynchronmotoren (nach manueller Eingabe der Motordaten in die Motorparameter)

Hinweis: Voraussetzung ist grundsätzlich das vom Motorhersteller auszufüllende Formblatt "Ausgangsdaten für Asynchronmotoren/Synchronmotoren" (siehe "Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme")!

Übersicht Folgende Grafik zeigt im Überblick die Möglichkeiten zur Ermittlung der Motor- und Motorregelungsparameter für Motoren ohne Motorgeber-Datenspeicher:

P-0-4032: Motor-Typenschildangaben

Abb. 6-17: Ermittlung der Motor- und Motorreglungsparameter für Motoren ohne Motorgeber-Datenspeicher

Hinweis: Neben der Erfassung bzw. Ermittlung der Motor- und Motorregelungsparametern sind noch weitere Angaben zu Mess-System, Temperatursensor, Motortemperaturmodell, Motorhaltebremse und ggf. Lage- und Geschwindigkeitsregler erforderlich.

Siehe "Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb)" im gleichen Kapitel

Siehe "Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Beteiligte Parameter

- **P-0-0565, C3600 Kommando Motordaten-Identifikation**
- **P-0-0566, C4600 Kommando Motorregelungs-Parameter berechnen**
- **P-0-4032, Motor-Typenschildangaben**
- **P-0-4033, C3200 Kommando Motordaten berechnen**

Hinweis: Neben diesen Parametern werden eine Vielzahl weiterer Parameter im Zusammenhang mit der Funktion verwendet, die im Abschnitt "Inbetriebnahmehinweise" beschrieben bzw. genannt sind.

Beteiligte Diagnosen

- **C3200 Kommando Motordaten berechnen**
- **C3201 Fehleingabe Strom**
- **C3202 Fehleingabe Spannung**
- **C3203 Fehleingabe Frequenz**
- **C3204 Fehleingabe Drehzahl**
- **C3205 Fehleingabe Leistungsfaktor**
- **C3206 Fehleingabe Leistung**
- **C3207 Typenschild-Liste unvollständig**
- **C3208 Fehler beim Parameterschreiben**
- **C3600 Kommando Motordaten-Identifikation**
- **C3601 Motor nicht oder nicht richtig angeschlossen**
- **C3602 Plausibilität der ermittelten Werte nicht gegeben**
- **C3603 Gerätestromgrenze zu klein**
- **C3604 Fehler beim Schreiben der Parameter**
- **C3605 Motor dreht**
- **C3606 Motorart nicht zulässig**
- **C4600 Kommando Motorregelungs-Parameter berechnen**
- **C4601 Fehler beim Parameterschreiben**

Übersicht Motor- und Motorregelungsparameter

Motorparameter

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Motorparameter bei Synchron- und Asynchronmotoren:

Motorparameter	
Synchronmotor	**Asynchronmotor**
P-0-4014, Motorart	
S-0-0109, Spitzenstrom Motor	
S-0-0111, Stillstandsstrom Motor	
S-0-0113, Maximal-Geschwindigkeit des Motors	
P-0-0018, Polpaarzahl/Polpaarweite	
P-0-0051, Drehmoment-/Kraft-Konstante	
P-0-0510, Rotor-Trägheitsmoment	
P-0-4048, Motor-Wicklungs-Widerstand	
P-0-4013, Stromgrenzwert Entmagnetisierung	P-0-0530, Schlupfanhebung
P-0-4016, Motor-Längsinduktivität	P-0-4004, Magnetisierungsstrom

P-0-4017, Motor-Querinduktivität	P-0-4036, Bemessungsdrehzahl Motor
P-0-4002, Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Induktivitäten	P-0-4039, Stator-Streuinduktivität
P-0-4003, Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Ströme	P-0-4040, Rotor-Streuinduktivität
P-0-4005, Flussbildender Strom, Grenzwert	P-0-4041, Motor-Hauptinduktivität
	P-0-4042, Kennlinie der Motor-Hauptinduktivität
	P-0-4043, Rotorzeitkonstante

Abb. 6-18: Übersicht Motorparameter bei Synchron- und Asynchronmotoren

Motorregelungsparameter

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Motorregelungsparameter bei Synchron- und Asynchronmotoren, die für die feldorientierte Stromregelung (mit und ohne Geber) und den spannungsgesteuerten Betrieb verwendet werden:

Motorregelungsparameter	
Synchronmotor	**Asynchronmotor**
Feldorientierte Stromregelung (FOC)	
S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1	
S-0-0107, Stromregler-Nachstellzeit 1	
P-0-0533, Spannungsregler Proportionalverstärkung	
P-0-0534, Spannungsregler Nachstellzeit	
P-0-0535, Motorleerlaufspannung	
P-0-0536, Motormaximalspannung	
	P-0-0528, Flussregler-Proportionalverstärkung
	P-0-0529, Bewertung der Kippstrombegrenzung
	P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor
	P-0-0590, Motormodell Frequenzregler Proportionalverst.
	P-0-0591, Motormodell Frequenzregler Nachstellzeit
	P-0-0592, Motormodell Abgleichfaktor
Spannungsgesteuerter Betrieb (U/f)	
	S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1
	S-0-0107, Stromregler-Nachstellzeit 1
	P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor
	P-0-0568, Spannungs-Anhebung
	P-0-0569, Maximale Statorfrequenz-Änderung
	P-0-0570, Kippschutz-Regler Proportionalverstärkung
	P-0-0571, Kippschutz-Regler Nachstellzeit
	P-0-0572, Schlupfkompensation Faktor
	P-0-0573, IxR-Boost Faktor
	P-0-0574, Pendeldämpfung Faktor
	P-0-0575, Suchlauf: Suchstromfaktor
	P-0-0576, Suchlauf: Findepunkt-Schlupffaktor
	P-0-0577, Quadratische Kennlinie: Absenkfaktor

Abb. 6-19: Übersicht Motorregelungsparameter bei Synchron- und Asynchronmotoren

Parameterermittlung anhand der Typenschildangaben

Kommando "Motordaten berechnen" (C3200)

Für Asynchronmotoren besteht über **C3200 Kommando Motordaten berechnen** die Möglichkeit, aus den Typenschilddaten die Werte für Motorparameter und anschließend die Werte der Motorreglungsparameter zu berechnen. Die Aktivierung von C3200 erfordert zunächst die manuelle Eingabe der Motordaten vom Typenschild des Asynchronmotors in den Parameter **P-0-4032, Motor-Typenschildangaben**.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-4032, Motor-Typenschildangaben"

Hinweis: Das Kommando C3200 kann nur für Asynchronmotoren genutzt werden und ist nur in den Kommunikationsphasen "P2" oder "P3" aktivierbar!

Folgende Grafik zeigt den Funktionsumfang des Kommandos C3200:

Abb. 6-20: Funktion von **C3200 Kommando Motordaten berechnen**

Hinweis: Das Typenschild allein enthält nicht alle erforderlichen Informationen für einen sicheren Betrieb des Fremdmotors!
Alle notwendigen Daten sind Bestandteil des Formblattes der herstellerseitigen Motordaten, das ausgefüllt vorliegen muss. Für die Ausführung des Kommandos C3200 sind die zusätzlichen Angaben jedoch nicht erforderlich.

Intern berechnete Parameterwerte

Mit Aktivierung von des Kommandos C3200 (P-0-4033) werden aus den im Listenparameter P-0-4032 eingetragenen Daten des Asynchronmotors folgende Parameterwerte berechnet:

- Motorparameter
  - Motorparameter, allgemein (für Synchron- und Asynchronmotoren)
  - Motorparameter speziell für Asynchronmotoren
- Motorregelungsparameter
  - Motorregelungsparameter für feldorientierte Stromregelung (FOC) von Synchron- und Asynchronmotoren
  - Motorregelungsparameter für feldorientierte Stromregelung (FOC) von Asynchronmotoren
  - Motorregelungsparameter für spannungsgesteuerten Betrieb (U/f) von geberlosen Asynchronmotoren

Anmerkungen

Zur Wirkungsweise des Kommandos C3200 ist Folgendes zu beachten:

- Die Eintragungen im Parameter P-0-4032 sind irrelevant, solange das Kommando C3200 nicht gestartet wurde.
- Mit der fehlerfreien Abarbeitung des Kommandos sind die berechneten Werte der Motor- und Motorregelungsparameter betriebsfähig.

Identifikation und Optimierung der Motorparameterwerte

Kommando "Motordaten-Identifikation" (C3600)

Für Asynchronmotoren besteht über **C3600 Kommando Motordaten-Identifikation** die Möglichkeit, ausgehend von hinreichend geeigneten Startwerten, die optimalen Motor- und Motorregelungsparameter automatisch zu identifizieren und zu optimieren.

Hinweis: Das Kommando C3600 kann nur für Asynchronmotoren genutzt werden und ist nur im Betriebsmodus (Kommunikationsphase "P4") aktivierbar!

Folgende Grafik zeigt den Funktionsumfang des Kommandos C3600:

Abb. 6-21: Funktion von **C3600 Kommando Motordaten-Identifikation**

Voraussetzungen

Zur Ausführung des Kommandos C3600 müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- manuelle Eingabe der Motordaten vom Typenschild in den Parameter **P-0-4032, Motor-Typenschildangaben** und anschließende Ausführung von **C3200 Kommando Motordaten berechnen**

- oder -

- manuelle Eingabe aller Motordaten lt. Herstellerangabe im ausgefüllten Formblatt in die Motorparameter

Ablauf

Mit Ausführung des Kommandos C3600 werden im leistungsbereiten Zustand ("Ab") Strom- und Spannungstestsignale auf den Motor geschaltet. Damit werden die Motorparameter für Asynchronmotoren (s.o.) überprüft und ggf. optimiert.

Eine ggf. vorhandene Haltebremse bleibt weiterhin in der Ansteuerung, wie sie im Betriebszustand "Ab" besteht.

Nach erfolgreicher Beendigung der Kommandoausführung sind die Motor- und Motorreglungsparameter optimiert und gespeichert.

Es wird eine Neuberechnung folgender Parameter durchgeführt:

- Motorregelungsparameter für feldorientierte Stromregelung (FOC) von Synchron- und Asynchronmotoren
- Motorregelungsparameter für feldorientierte Stromregelung (FOC) von Asynchronmotoren
- Motorregelungsparameter für spannungsgesteuerten Betrieb (U/f) von geberlosen Asynchronmotoren

Anmerkungen

Zur Wirkungsweise des Kommandos C3600 ist Folgendes zu beachten:

- Es ist keine Bewegung des Motors erforderlich; eine ggf. bei "Ab" geschlossene Motorhaltebremse bleibt geschlossen. Der Motor entwickelt kein Drehmoment. Bei geringer Reibung und Trägheitsmasse kann jedoch geringe Bewegung auftreten!
- Mit der fehlerfreien Abarbeitung des Kommandos sind die berechneten Werte der Motor- und Motorregelungsparameter betriebsfähig. Bei Abbruch der Kommandoausführung während der Messung bleiben alle Motor- und Motorregelungsparameter unverändert.

Berechnung der Motorregelungsparameter aus den Motorparametern

Kommando "Motorregelungsparameter berechnen" (C4600)

Für Synchronmotoren und im Sonderfall (s.u. Voraussetzungen) auch für Asynchronmotoren besteht über **C4600 Kommando Motorregelungs-Parameter berechnen** die Möglichkeit, aus den Motorparametern die Motorregelungsparameter zu berechnen.

Hinweis: Das Kommando C4600 ist nur im Parametriermodus (Kommunikationsphase "P2" oder "P3") aktivierbar!

Folgende Grafik zeigt den Funktionsumfang des Kommandos C4600:

Abb. 6-22: Funktion von **C4600 Kommando Motorregelungs-Parameter berechnen**

Voraussetzungen

Zur Ausführung des Kommandos C4600 müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Bei **Fremd-Synchronmotoren** ist die manuelle Eingabe der Motordaten in die Motorparameter erforderlich (siehe "Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme").
- Bei **Fremd-Asynchronmotoren** ist Kommando C4600 nur dann sinnvoll zu nutzen, wenn aus speziellen, manuell eingegebenen Motorparametern die Motorreglungsparameter erzeugt werden sollen (z.B. aus Ersatzschaltbild-Daten, siehe "Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"). Die errechneten Werte für die Motorregelungsparameter können dadurch u.U. genauer sein! Einfacher ist es jedoch, bei Asynchronmotoren die Kommandos C3200 und C3600 (s.o.) zu nutzen.

Anmerkungen

Zur Wirkungsweise des Kommandos C4600 ist Folgendes zu beachten:

- Mit der fehlerfreien Abarbeitung des Kommandos sind die berechneten Werte der Motor- und Motorregelungsparameter betriebsfähig.

Inbetriebnahmehinweise

am Regelgerät angeschlossener Motor				Bereitstellung der Parameterwerte	
Motorhersteller	**Motorbauart**	**Motortyp**	**Geberdaten-speicher**	**Motor-parameter**	**Motorregelungs-parameter**
Bosch Rexroth	Gehäuse	MHD, MKD, MKE, MSK, SF, MAD, MAF	ja	A	A
		2AD, ADF, MSD	nein	M/D	M/D
	Bausatz	1MB, MBS, MBT, MBW, LSF, MLF, MBSxx2 (high speed)	nein	M/D	M/D
Fremdmotor	Gehäuse oder Bausatz	Asynchron-Fremdmotor	nein	M/C	C
	Gehäuse oder Bausatz	Synchron-Fremdmotor	nein	M	C

A: Automatisch nach Einschalten des Antriebs
D: Download über Inbetriebnahmetool
M: Manuelle Eingabe über Steuerungsmaster
C: Automatische Ermittlung über Antriebskommando

Abb. 6-23: Bereitstellung der Werte für Motorparameter und Motorregelungsparameter

Rexroth-Motoren

Bei Rexroth-Motoren werden sowohl die Motorparameter als auch die Motorreglungsparameter herstellerseitig optimiert über den Geberdaten-speicher des Motorgebers oder, bei Motoren ohne Geberdatenspeicher, über das Inbetriebnahmetool bereitgestellt.

Hinweis: Bei Rexroth-Motoren ist keine Ermittlung der Motor- oder Motorregelungsparameter erforderlich! Die Kommandos C3200, C3600 und C4600 dürfen bei Antrieben mit Rexroth-Motoren nicht gestartet werden, da sonst die herstellerseitig optimierten Werte der Motor- und Motorregelungsparameter mit den über Kommando berechneten Werten überschrieben werden. Dies kann zu nachteilig veränderten Antriebs-eigenschaften führen!

Fremdmotoren

Die Inbetriebnahme eines Fremdmotors erfolgt ähnlich der Inbetriebnahme eines Rexroth-Motors ohne Motorgeber-Datenspeicher. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass die Motor- und Motorregelungsparameter nicht aus der Motorparameter-Datenbank des Inbetriebnahmetools geladen werden können, sondern nach manueller Eingabe der Typenschilddaten und der Motorparameterwerte durch das Regelgerät über Kommando ermittelt werden (siehe "Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme").

Diagnose- und Statusmeldungen

Kann die Kommandoausführung nicht erfolgreich durchgeführt werden, weisen Diagnosemeldungen auf entsprechende Fehler hin. Die Diagnosebeschreibung zum jeweiligen Kommandofehler gibt Hinweise auf die Ursachen und schlägt Maßnahmen zur Abhilfe vor. Gegebenenfalls müssen die herstellerseitigen Motordaten hinterfragt und die Motor- und Motorregelungsparameter erneut ermittelt werden!

Siehe Beschreibung der Diagnosemeldungen in der separaten Dokumentation "Hinweise zur Störungsbeseitigung (Diagnosebeschreibung)"

Kommutierungseinstellung

Kurzbeschreibung

Folgende Rexroth-Bausatzmotoren sind nach dem Wirkprinzip "Synchronmotor" gebaut:

- Linearmotoren LSF, MLF
- Rotative Motoren MBS und MBT

Durch den Zusammenbau des Motors in der Maschine können Ständer, Läufer und Mess-System nicht bereits herstellerseitig zusammengefügt werden. Die elektrisch-magnetisch-mechanische Zuordnung des Synchronmotors geschieht erst kundenseitig am Einsatzort durch Ermittlung und Einstellung des Kommutierungs-Offsets.

Mess-Systeme für Rexroth-Synchronmotoren

Idealerweise sollten bei Rexroth-Synchron-Bausatzmotoren absolute Mess-Systeme eingesetzt werden. Vorteilhaft ist hierbei die absolute Lageerkennung der Läuferposition, bei der die richtige Zuordnung vom Strom im Primärteil zum Magnetfeld im Sekundärteil bei Setzen der Antriebsfreigabe sofort sichergestellt ist. Dies wird durch den bei der Erstinbetriebnahme abgespeicherten Kommutierungs-Offset realisiert.

In manchen Anwendungsfällen besteht die Notwendigkeit, inkrementelle Mess-Systeme einzusetzen, da z.B. die verfügbare Länge von absoluten Mess-Systemen begrenzt ist. Nachteilig ist dabei, dass keine absolute Erkennung der Läuferposition möglich ist. Deshalb muss nach jedem erneuten Einschalten des Antriebs oder nach Wechsel der Kommunikationsphase von "P2" nach "P4" ("bb" bzw. "Ab"), der Kommutierungs-Offset erneut eingestellt werden. Dieser Nachteil kann bei Linearmotoren durch Nutzung der Hallsensor-Box SHL01.1 aufgehoben werden, denn bezüglich der Kommutierungseinstellung verhält sich der relative Motorgeber damit wie ein absolutes Mess-System.

Hinweis: Bei Verwendung eines inkrementellen Motorgebers wird bei Linearmotoren der Einsatz der Hallsensor-Box SHL01.1 unbedingt empfohlen! Hierdurch ist die höchste Sicherheit bezüglich korrekter Motorfunktion und Einhaltung der Leistungsdaten realisiert!

Mess-Systeme für Fremd-Synchronmotoren

Für betriebssichere Antriebe mit Fremd-Synchronmotoren und IndraDrive-Regelgeräten gilt in Bezug auf die Auswahl des Mess-Systems dasselbe wie bei Rexroth-Synchron-Bausatzmotoren (s.o.), jedoch ist die Hallsensor-Box SHL bei Fremd-Linearmotoren nicht nutzbar!

Übersicht der für Synchronmotoren nutzbaren Motor-Mess-Systeme

Motor-Mess-System	Rexroth-Synchron-Bausatzmotor	Rexroth-Synchron-Bausatzmotor mit SHL01.1	Fremd-Synchronmotor
absolut	+	--	+
relativ	o	+	o

+: vorteilhafte Kombination
o: Kombination möglich, Erstinbetriebnahme erfordert ggf. geschultes Personal
--: Kombination nicht sinnvoll

Abb. 6-24: Kombinationsmöglichkeiten von Motor-Mess-System und Synchronmotoren, bei denen Kommutierungseinstellung erforderlich ist

Hinweis: Das Mess-System sollte mit hoher Auflösung und als absolut auswertbarer Motorgeber realisiert werden. Falls es erforderlich ist, ein inkrementelles Mess-System zu verwenden, sollte der Einsatz von Gebern mit Rechteck-Signalen vermieden werden!

Siehe auch "Absolute Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Hinweis: Der Kommutierungs-Offset muss bei absolutem Mess-System nur einmal (bei der Erstinbetriebnahme) manuell über Kommandostart ermittelt werden, bei inkrementellem Mess-System (ohne SHL01.1) wird er nach jedem Wiedereinschalten des Antriebs automatisch erneut ermittelt. Abweichungen der Werte bei erneuter Ermittlung sind möglich, hierdurch kann es zu abweichendem Antriebsverhalten kommen!

Ermittlung des Kommutierungs-Offsets

Der Kommutierungs-Offset kann nach verschiedenen Verfahren ermittelt werden. Die Auswahl des Verfahrens richtet sich nach der Achsgeometrie, der Praktikabilität und dem Erfolg der jeweiligen Methode in Abhängigkeit von Motor und Achsmechanik.

Folgende Verfahren sind möglich:

- **Berechnungsverfahren** für relativen Motorgeber bei Verwendung der Hallsensor-Box
  (Abstandsmessung, stromlos → nur bei Rexroth-Linear-Bausatzmotoren möglich, siehe Dokumentation "Hallsensor-Box SHL01.1")
- **Messverfahren** für absolut auswertbaren Motorgeber
  (Abstandsmessung, stromlos → nur bei Rexroth-Linear-Bausatzmotoren möglich)
- **Sättigungsverfahren** (ohne Bewegungszwang)
  (strombehaftet → bei allen Bauformen in Kombination mit absolut auswertbarem und relativem Motorgeber möglich; aber s.u. "Einschränkungen beim Sättigungsverfahren")
- **Sinusverfahren** (mit Bewegungszwang)
  (strombehaftet → bei allen Bauformen in Kombination mit absolut auswertbarem und relativem Motorgeber möglich; aber s.u. "Einschränkungen beim Sinusverfahren")

Empfehlungen für die Auswahl des Ermittlungsverfahrens:

		Ermittlungsverfahren			
		Berechnungs-verfahren (mit Hallsensor-Box)	**Mess-verfahren**	**Sättigungs-verfahren**	**Sinus-verfahren**
Motortyp	**verwendetes Mess-System →**	**relativ, linear**	**absolut, linear**	**absolut/relativ**	**absolut/relativ**
MSS		--	--	+	o
MSSxx2x (high speed)		--	--	o	+
MST		--	--	+	o
LSF		+	+	+	o
MLF		+	+	+	o

+: Verfahren empfehlenswert
o: Verfahren nicht empfehlenswert
--: Verfahren nicht möglich

Abb. 6-25: Empfehlungen zur Auswahl des Ermittlungsverfahrens für das Kommutierungs-Offset (bei Rexroth-Motoren)

Hinweis: Das Sinusverfahren (generell mit Bewegungszwang) sollte nur dann angewendet werden, wenn das Sättigungsverfahren nicht anwendbar ist!

Einschränkungen beim Sättigungsverfahren

Applikationen von Synchronmotoren	**Einschränkungen beim Sättigungsverfahren**
Fremdmotoren, die keine oder nur geringe Sättigungseffekte aufweisen	Sättigungsverfahren zur Kommu tierungsoffsetermittlung nicht anwendbar!
Applikationen mit relativem Mess-System (ohne Nutzung des Referenzpunkt-optimalen Kommutierungsoffset-Wertes)	Max. Drehmoment/Kraft kann gegenüber dem optimalen Wert um ca. 15% reduziert sein (autom. Ermittlung des Kommutierungs Offsets bei "AF")!
Applikationen mit relativem Mess-System, die den Referenzpunkt-optimalen Kommutierungsoffset-Wert nutzen	Max. Drehmoment/Kraft bis zum Überfahren der Referenzmarke kann um ca. 15% reduziert sein!
Antriebe, die während der Ermittlung des Kommutierungs-Offsets in Bewegung sein können, z.B. austrudelnde Spindeln, Druckwalzenantriebe, etc.	Sättigungsverfahren nur bei stillstehenden Motoren möglich!
Antriebe mit kleinem Trägheitsmoment und geringer Reibung	Achse bewegt sich evtl. bei der Bestromung, Sättigungsverfahren nur bei stillstehenden Motoren erfolgreich!
Antriebe mit geringer Überlastfähigkeit	Sättigungsverfahren nur bei ausreichend hohem Verstärker strom möglich (2...4-facher Motordauerstrom erforderlich)!

Abb. 6-26: Typische Applikationen und Einschränkungen beim Sättigungsverfahren

Einschränkungen beim Sinusverfahren

Applikationen von Synchronmotoren	Einschränkungen beim Sinusverfahren
Linearachse mit Einzelmotor oder Parallelmotor	Nur ausbalancierte (z.B. horizontale) Achsen mit geringer Reibung möglich!
Linearachsen in Gantry-Anordnung	Nur ausbalancierte (z.B. horizontale) Achsen mit geringer Reibung möglich! Außerdem müssen die beiden Antriebe sequenzielle Kommutierungseinstellungen ausführen, "AF" darf dabei beim jeweils anderen Antrieb nicht aktiv sein!
Rundachsen mit Einzelantrieb	Nur ausbalancierte Achsen mit geringer Reibung möglich; hohes Trägheitsmoment kann problematisch sein!
Rotatorische Achsen, mechanisch gekuppelt	siehe oben "Linearachsen in Gantry-Anordnung"

Abb. 6-27: Typische Applikationen und Einschränkungen beim Sinusverfahren

Beteiligte Parameter

Außer den Motorparametern (siehe Parameterübersicht in "Grundlegende Angaben zu den ansteuerbaren Motoren" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme") sind für die Kommutierungseinstellung weitere Parameter vorhanden:

- **P-0-0506, Spannungsamplitude für Winkelerfassung**
- **P-0-0507, Testfrequenz für Winkelerfassung**
- **P-0-0508, Kommutierungs-Offset**
- **P-0-0517, Kommutierung: erforderlicher Oberwellenanteil**
- **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset**
- **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung**
- **P-0-0523, Kommutierungseinstellung Messwert**
- **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung**
- **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher**

Beteiligte Diagnosen

- **C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung**
- **C1204 Fehler bei der Offset-Berechnung**
- **C1208 Einstellung bei Asynchronmotor nicht möglich**
- **C1209 Antrieb in Phase 4 schalten**
- **C1211 Kommutierungsoffset konnte nicht ermittelt werden.**
- **C1214 Kommando nur mit Linear-Synchronmotor möglich**
- **C1215 Kommando nur in 'bb' möglich**
- **C1216 Keine Kommutierungsermittlung ausgewählt**
- **C1217 Einstellung nur in 'Ab' möglich**
- **C1218 Automatische Kommutierung: Strom zu gering**
- **C1219 Automatische Kommutierung: Überstrom**
- **C1220 Automatische Kommutierung: Timeout**
- **C1221 Automatische Kommutierung: Iteration ohne Ergebnis**
- **C1222 Fehler beim Schreiben der Offset-Parameter**
- **F2032 Kommutierungs-Feinabgleich Plausibilitätsfehler**

- **F8010 Autom. Kommutierung: Max. Bewegungsbereich Rückfahren**
- **F8011 Kommutierungsoffset konnte nicht ermittelt werden**
- **F8012 Autom. Kommutierung: Max. Bewegungsbereich**
- **F8013 Automatische Kommutierung: Strom zu gering**
- **F8014 Automatische Kommutierung: Überstrom**
- **F8015 Automatische Kommutierung: Timeout**
- **F8016 Automatische Kommutierung: Iteration ohne Ergebnis**

Ermittlung des Kommutierungs-Offsets, Berechnungsverfahren bei Verwendung der Hallsensor-Box SHL01.1

Die Hallsensor-Box SHL01.1 ist ein absolutes Mess-System innerhalb einer Polpaarweite eines Rexroth-Linearmotors. Über die Signale der Hallsensoren erkennt das Regelgerät die Stellung der Motorwicklungen gegenüber dem Magnetfeld des Motors.

Der Wert für den Kommutierungs-Offset hängt von den Motordaten und vom Montageabstand der Box zum Primärteil ab. Er ist unabhängig von der Achslage und wird bei der Erstinbetriebnahme einmalig ermittelt. (Angaben zu Montage, Anschluss und Ermittlung des Kommutierungs-Offsets siehe Dokumentation zur Hallsensor-Box SHL01.1).

Ermittlung des Kommutierungs-Offsets, Messverfahren

Anwendungsaspekt

Das nachfolgend beschriebene Messverfahren zur Ermittlung des Kommutierungs-Offsets kann nur bei Rexroth-Linearmotoren mit absolut auswertbarem Motorgeber (EnDat-Geber) angewendet werden. Das Verfahren ist stromlos, d.h. der Motor erzeugt dabei keine Kraft. Bei Antriebsfreigabe (AF) ist er dann sofort voll betriebsfähig.

Hinweis: Bei rotativen Rexroth-Synchron-Bausatzmotoren kann der Kommutierungs-Offset ausschließlich mit strombehafteten Verfahren (Sättigungs- oder Sinusverfahren) ermittelt werden, da ein Messverfahren nicht definiert ist!

Zur Ermittlung des Kommutierungs-Offsets muss die relative Position des Primärteils (elektrisch aktives Teil) in Bezug auf das Sekundärteil (elektrisch inaktives Teil) ermittelt werden. Die zu messenden Abstände sind abhängig von der Achslage, die nachfolgend erläuterteren Messungen müssen einmalig bei der Erstinbetriebnahme durchgeführt werden.

Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil

Je nach Zugänglichkeit von Primär- und Sekundärteil in der Maschine oder Anlage kann die Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil auf unterschiedliche Weise erfolgen:

Abb. 6-28: Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil

Hinweis: Die Position des Primärteils darf nach der Abstandsmessung bis zum Ende der Ermittlung des Kommutierungs-Offsets nicht mehr verändert werden!

Berechnung P-0-0523, Kommutierungseinstellung Messwert

Der für die Bestimmung des Kommutierungs-Offsets erforderliche Eingabewert in **P-0-0523, Kommutierungseinstellung Messwert** muss aus der gemessenen Relativposition von Primär- zu Sekundärteil (siehe Abb. "Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil", je nach Zugänglichkeit Abstand d, e, f oder g) sowie einer motorabhängigen Konstante k_{mx} errechnet werden (siehe "Berechnungsformeln für P-0-0523" und Tabelle "Motorkonstante k_{mx} zur Kommutierungseinstellung").

Bezugspunkt 1: $P-0-0523 = d - k_{mx}$

Bezugspunkt 2: $P-0-0523 = e - k_{mx} - 37.5\ mm$

Bezugspunkt 3: $P-0-0523 = -f - l_p - k_{mx}$

Bezugspunkt 4: $P-0-0523 = 37.5\ mm - g - l_p - k_{mx}$

P-0-0523: Kommutierungseinstellung Messwert in mm
d: Abstand Bezugspunkt 1 – Stirnfläche Primärteil in mm [1)]
e: Abstand Bezugspunkt 2 – Stirnfläche Primärteil in mm [1)]
f: Abstand Bezugspunkt 3 – Stirnfläche Primärteil in mm [1)]
g: Abstand Bezugspunkt 4 – Stirnfläche Primärteil in mm [1)]
k_{mx}: Motorkonstante zur Kommutierungseinstellung in mm
l_p: Länge Primärteil in mm
[1)]: Siehe Abb. vorn "Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil"

Abb. 6-29: Berechnungsformeln für P-0-0523

Hinweis: Bei der Ermittlung von **P-0-0523, Kommutierungseinstellung Messwert** ist auf das korrekte Vorzeichen zu achten. Wird P-0-0523 mit negativem Vorzeichen ermittelt, so ist dies auch so einzugeben!

Motorkonstante k_{mx} für Kommutierungseinstellung

Die Motorkonstante k_{mx} für die Einstellung des Kommutierungs-Offsets ist abhängig von der Ausrichtung von Primär- und Sekundärteil:

Abb. 6-30: Anordnungsmöglichkeiten Primär- zu Sekundärteil

	Anordnung A k_{mx} in mm	Anordnung B k_{mx} in mm
Standardkapselung Baugrößen 080, 120, 160, 200, 240	38,0 mm	75,5 mm
Standardkapselung Baugröße 040	66,0 mm	104,0 mm
Standardkapselung Baugröße 140	38,0 mm	75,5 mm
Thermokapselung Baugrößen 080, 120, 160, 200, 240	38,0 mm	75,5 mm

Abb. 6-31: Motorkonstante k_{mx} zur Kommutierungseinstellung

Beispiel 1, Bezugspunkt ① (Abb. "Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil"):

d = 100,0 mm, k_{mx} = 38,0 mm

P-0-0523 = d - k_{mx} = 100,0 mm – 38,.0 mm = 62,0 mm

Beispiel 2, Bezugspunkt ① (Abb. "Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil"):

d = 0,0 mm, k_{mx} = 38,0 mm

P-0-0523 = d - k_{mx} = 0,0 mm – 38,0 mm = – 38,0 mm

Beispiel 3, Bezugspunkt ④ (Abb. "Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil"):

g = 180,0 mm , k_{mx} = 38,.0 mm , l_p = 540,0 mm

P-0-0523 = 37,5 mm - g - l_p - k_{mx} = 37,5 mm – 180,0 mm – 540,0 mm – 38,0 mm

P-0-0523 = – 720,5 mm

Durchführung des Messverfahrens (Inbetriebnahme)

Voraussetzungen

- Die Ermittlung des Kommutierungs-Offsets kann nur auf Synchron-Linearmotoren mit Absolutwertgeber (z.B. Geber mit EnDat-Schnittstelle) angewendet werden.
- Der Antrieb muss sich während der folgenden Einstellprozedur im Zustand **A0013 Bereit zur Leistungszuschaltung** befinden.
- Die Position des Primärteils bzw. des Schlittens darf sich seit Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil nicht mehr verändert haben.
- In **P-0-0018, Polpaarzahl/Polpaarweite** muss der korrekte Wert eingetragen sein.

Ablauf

1. Messen des Bezuges zwischen Primär- und Sekundärteil.
2. Berechnen des Wertes für P-0-0523 mit der zur Anordnung passenden Formel; den ermittelten Wert in P-0-0523, Kommutierungseinstellung Messwert eintragen.
3. Auswahl des Verfahrens, in dem in P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung das betreffende Bit gesetzt wird.
4. Das Kommando P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffset-einstellung starten um die Berechnung des Kommutierungs-Offsets durchzuführen.
5. Der ermittelte Wert wird vom Regelgerät in P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset eingetragen. Ist in P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung der Inbetriebnahmemodus aktiviert, wird der Wert aus P-0-0521 auch in P-0-0508, Kommutierungs-Offset und P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher übernommen.
6. Das Kommando ist anschließend wieder zurückzusetzen!

Relevante Parameter

Parameter für Eingangsdaten:

- **P-0-0523, Kommutierungseinstellung Messwert**
- **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung**

Kommando-Parameter:

- **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung**

Parameter für Ausgangsdaten:

- **P-0-0508, Kommutierungs-Offset**
- **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset**
- **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher**

Relevante Diagnosen

Kommandofehler-Diagnosen:

- **C1204 Fehler bei der Offset-Berechnung**
- **C1208 Einstellung bei Asynchronmotor nicht möglich**
- **C1209 Antrieb in Phase 4 schalten**
- **C1214 Kommando nur mit Linear-Synchronmotor möglich**
- **C1215 Kommando nur in 'bb' möglich**
- **C1216 Keine Kommutierungsermittlung ausgewählt**
- **C1222 Fehler beim Schreiben der Offset-Parameter**

Ermittlung des Kommutierungs-Offsets, Sättigungsverfahren

Anwendungsaspekt

Das Sättigungsverfahren zur Ermittlung des Kommutierungs-Offsets kann bei allen Bauformen von Synchronmotoren angewendet werden. Es hat gegenüber dem Messverfahren den Vorteil, dass keine Abstandsmessungen erforderlich sind. Ständer und Läufer des Motors können hierbei unzugänglich in die Maschine eingebaut sein. Der Kommutierungs-Offset wird durch ein Bestromungsverfahren ermittelt. Die Antriebsfreigabe wird vom Regelgerät für die Dauer der Messung selbständig gesetzt.

Hinweis: Beim Sättigungsverfahren sind Einschränkungen zu beachten (siehe Tabelle oben "Einschränkungen beim Sättigungsverfahren")!

Verfahren

Durch ein sinusförmiges Testsignal, dessen Spannung und Frequenz motorspezifische Einstellungen erfordert (**P-0-0506, Spannungsamplitude für Winkelerfassung**, **P-0-0507**, **Testfrequenz für Winkelerfassung**), ermittelt das Regelgerät den Kommutierungs-Offset des Synchronmotors. Dazu ist erforderlich, dass der hervorgerufene Teststrom im Motor magnetische Sättigungseffekte bewirkt.

Die motorspezifische Einstellung der Spannung und der Frequenz des Teststroms erfolgt automatisch, wenn bei Start von **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung** in P-0-0506 der Wert "0" eingetragen ist. Der gefundene motorspezifische Wert für P-0-0506 wird gespeichert und bei weiteren Vorgängen zur Kommutierungseinstellung benutzt.

Hinweis: Wenn durch den Teststrom im Motor keine magnetischen Sättigungseffekte hervorgerufen werden, ist das Kommando C1200 für die Kommutierungseinstellung nur bedingt anwendbar.

→ Wenn der Maximalstrom des Regelgeräts nicht ausreicht um magnetische Sättigung im Motor hervorzurufen (z.B. bei Kommandofehler C1218), ein Regelgerät mit größerem Typenstrom verwenden!

→ Wenn der sich einstellende Teststrom trotz ausreichendem Regelgeräte-Typenstrom zu gering ist (z.B. bei Kommandofehler C1218), können Maßnahmen, wie in der Diagnosebeschreibung zu C1218 aufgeführt, durchführen!

Sollte trotz dieser Maßnahmen kein Kommutierungswinkel ermittelt werden können (z.B. Kommandofehler C1221), ist das Sättigungsverfahren zur Kommutierungseinstellung nicht anwendbar!

Durchführung des Sättigungsverfahrens (Inbetriebnahme)

Synchronmotoren mit absolutem Mess-System

Bei Synchron-Bausatzmotoren mit absolutem Mess-System wird das Sättigungsverfahren nur bei der Erstinbetriebnahme über ein Kommando gestartet und der ermittelte Wert des Kommutierungs-Offsets im Regelgerät bzw. im Geberdatenspeicher gespeichert. Außerdem kann der Wert bei der Erstinbetriebnahme manuell optimiert werden.

Ablauf des Sättigungsverfahrens bei Synchronmotoren mit absolutem Mess-System

1. Aktivierung in P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung:
   - Erstinbetriebnahmemodus und
   - Sättigungsverfahren

Rexroth Bosch Group

2. Voreinstellung treffen für selbständige Ermittlung der motor-spezifischen Parameterwerte (P-0-0506, P-0-0507) des zur Ermittlung des Kommutierungs-Offsets erforderlichen Testsignals:
   - in **P-0-0506, Amplitude für Winkelerfassung** Wert "0" eintragen
3. Antrieb in Betriebsmodus schalten ("AB"); Sättigungsverfahren durch **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung** starten
4. Nach Ende der Bestromung und erfolgreicher Ermittlung des Wertes für den Kommutierungs-Offset wird dieser, bedingt durch den Erstinbetriebnahmemodus, bei absolutem Mess-System gleichzeitig in folgenden Parametern abgespeichert:
   - **P-0-0508, Kommutierungs-Offset**
   - **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset**
   - **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher** (falls vorhanden)

   Die Ausführung des Kommandos ist nun beendet, es kann zurückgesetzt werden. Der Antrieb ist jetzt in betriebsfähigem Zustand.

Hinweis: Es wird empfohlen, das Kommando C1200 mehrmals über ein Polpaar bzw. eine Polteilung auszuführen, den Mittelwert von P-0-0521 zu bilden und einzutragen. Die Prüfung und Optimierung von P-0-0521 durch Kraft- bzw. Drehmoment-messung an der Achse ist sinnvoll!

Siehe auch unten "Manuelle Optimierung des Kommutierungs-Offsetwerts"

---

5. In **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung** den Erst-inbetriebnahmemodus durch das betreffende Bit deaktivieren! Der Wert in P-0-0508 bzw. P-0-3008 ist nun gegen Beschreiben geschützt.

Bei jedem erneuten Einschalten bzw. Initialisieren des Mess-Systems wird der in P-0-0508 bzw. P-0-3008 gespeicherte Wert in P-0-0521 übernommen und als Kommutierungs-Offsetwert wirksam.

Synchronmotoren mit inkrementellem Mess-System

Bei Synchron-Bausatzmotoren mit inkrementellem Mess-System wird das Sättigungsverfahren beim Setzen der Antriebsfreigabe nach dem Einschalten des Antriebs oder nach jeder Initialisierung des Mess-Systems automatisch gestartet. Der Antrieb ist erst nach erfolgreicher Ermittlung des Kommutierungs-Offsets betriebsfähig!

Hinweis: Die Kraftentfaltung des Motors ist reproduzierbar sichergestellt, wenn beim Referenzieren der Achse der, bei der Erstinbetriebnahme gespeicherte, optimierte Wert für den Kommutierungs-Offset wirksam wird!

Erstinbetriebnahme eines Synchronmotors mit inkrementellem Mess-System durch Sättigungsverfahren

1. Aktivierung in **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung**:
   - Erstinbetriebnahmemodus und
   - Sättigungsverfahren
2. Voreinstellung treffen für selbständige Ermittlung der motor-spezifischen Parameterwerte (P-0-0506, P-0-0507) des zur Ermittlung des Kommutierungs-Offsets erforderlichen Testsignals:
   - In **P-0-0506, Amplitude für Winkelerfassung** den Wert "0" eintragen

3. Antrieb in Betriebsmodus schalten ("AB"); Sättigungsverfahren durch **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung** starten
4. Nach Ende der Bestromung und erfolgreicher Ermittlung des Wertes für den Kommutierungs-Offset steht dieser Wert im Parameter **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset**. Der Antrieb ist jetzt in betriebsfähigem Zustand. Zudem wurden die motorspezifischen Werte für P-0-0506 und P-0-0507 abgespeichert.

Hinweis: Die motorspezifischen Werte für P-0-0506 und P-0-0507 sollten auf ihre sichere Funktion unabhängig von der Lage hin überprüft werden. Hierzu innerhalb eines Polpaars bzw. einer Polweite die Achse auf mehrere verschiedene Positionen stellen, jeweils das Kommando C1200 ausführen und den Wert von P-0-0521 notieren. Falls P-0-0521 große Abweichungen (> ca. +/-30) zeigt oder es zu Fehlermeldungen kommt, müssen die Werte von P-0-0506 und P-0-0507 erneut automatisch erzeugt (s.o.) oder manuell nachoptimiert werden.

- Bei Fehlermeldung "F8013" (Strom zu gering):
  → Spannung erhöhen (P-0-0506), Frequenz senken (P-0-0507)
- Bei Fehlermeldung "F8014" (Überstrom):
  → Spannung senken (P-0-0506), Frequenz erhöhen (P-0-0507)

Wenn es zur Fehlermeldung "F8013" kommt, die Abweichungen von P-0-0521 jedoch im zulässigen Wertebereich sind (< ca. +/-30), können weitere Maßnahmen, wie in der Diagnosebeschreibung zu F8013 aufgeführt, ergriffen werden!

Hinweis: Es wird empfohlen, das Kommando C1200 mehrmals über ein Polpaar bzw. eine Polteilung auszuführen, den Mittelwert von P-0-0521 zu bilden und einzutragen. Die Prüfung und Optimierung von P-0-0521 durch Kraft- bzw. Drehmomentmessung an der Achse ist sinnvoll!

Siehe auch unten "Manuelle Optimierung des Kommutierungs-Offsetwerts"

---

5. Antrieb nun in den Parametriermodus (P2) umschalten. Nach Zurückschalten in den Betriebsmodus "AF" setzen und die Funktion des Antriebs testen. Hierdurch wird automatisch die Ermittlung des Kommutierungs-Offsets mit den gespeicherten Parametern (P-0-506, P-0-0507, P-0-517) gestartet. Der Motor wird bestromt und der Kommutierungs-Offset neu ermittelt.

   Das Kommutierungsverhalten des Antriebs ist an mehreren verschiedenen Positionen zu testen. Falls es nicht zufriedenstellend ist, die manuelle Optimierung von (P-0-506, P-0-0507, P-0-517), wie im letzten Punkt beschrieben, wiederholen!

Hinweis: Wenn es zu unzulässigen Werten für **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset** und damit zur Meldung **F8078 Fehler im Drehzahlregelkreis** kommt, obwohl bei der Kommutierungsermittlung kein Fehler gemeldet wurde, ist der Wert des Parameters **P-0-0517 Kommutierung: erforderlicher Oberwellenanteil** zu erhöhen!

---

6. Nun **S-0-0148, C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** starten. Dadurch wird, bedingt durch den aktiven Erstinbetriebnahmemodus, der auf eine willkürliche Lage bezogene Wert von P-0-0521 auf die Lage des Referenzpunkts umgerechnet und in **P-0-0508, Kommutierungs-Offset** und **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher** (falls vorhanden) abgespeichert.
7. In **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung** den Erstinbetriebnahmemodus über das betreffende Bit deaktivieren! Der Wert in P-0-0508 bzw. P-0-3008 ist nun gegen Beschreiben geschützt.

Wiederinbetriebsetzung eines Synchronmotors mit inkrementellem Mess-System

Der Antrieb führt bei der ersten Antriebsfreigabe nach dem Einschalten bzw. nach Neuinitialisierung des Mess-Systems automatisch die Ermittlung des Kommutierungs-Offsets durch. Der Wert wird in P-0-0521 gespeichert und ist auf die aktuelle Lage der Achse bezogen.

Wird nun, aufgrund des inkrementellen Mess-Systems, das antriebsgeführte Referenzieren gestartet, wird beim Überfahren des Referenzpunkts der Wert von P-0-0521 auf die Lage des Referenzpunkts umgerechnet. Dieser umgerechnete Wert wird nun mit dem, bei der Erstinbetriebnahme in P-0-0508 abgespeicherten, optimalen Wert für den Kommutierungs-Offset verglichen.

Falls der Vergleich "Plausibilität" ergibt, wird der Wert von P-0-0508 als wirksamer Kommutierungs-Offsetwert in P-0-0521 übernommen ("Feinabgleich" des Kommutierungs-Offsets). Falls keine Plausibilität vorhanden ist, liegt dies vermutlich an einen fehlerhaften Wert im Parameter P-0-0508 (z.B. vertauschter Wert bei mehreren Achsen etc.). Es wird die Fehlermeldung **F2032 Kommutierungs-Feinabgleich Plausibilitätsfehler** ausgegeben, der Antrieb schaltet ab.

Hinweis: Ist der Feinabgleich des Kommutierungs-Offsets nicht erwünscht, kann dieser über P-0-0508 = 0 bzw. P-0-3008 = 0 (in Kommunikationsphase "P2" beschreibbar) deaktiviert werden. Dadurch bleibt der automatisch ermittelte Wert wirksam!

Relevante Parameter

Parameter für Eingangsdaten:

- **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung**

Parameter für das Sättigungsverfahren:

- **P-0-0506, Spannungsamplitude für Winkelerfassung**
- **P-0-0507, Testfrequenz für Winkelerfassung**
- **P-0-0517, Kommutierung: erforderlicher Oberwellenanteil**

Kommando-Parameter:

- **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung**

Parameter für Ausgangsdaten:

- **P-0-0508, Kommutierungs-Offset**
- **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset**
- **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher**

Relevante Diagnosen

Kommandofehler-Diagnosen:

- **C1216 Keine Kommutierungsermittlung ausgewählt**
- **C1218 Automatische Kommutierung: Strom zu gering**
- **C1219 Automatische Kommutierung: Überstrom**

- **C1220 Automatische Kommutierung: Timeout**
- **C1221 Automatische Kommutierung: Iteration ohne Ergebnis**
- **C1222 Fehler beim Schreiben der Offset-Parameter**

Fehlerdiagnosen:

- **F8013 Automatische Kommutierung: Strom zu gering**
- **F8014 Automatische Kommutierung: Überstrom**
- **F8015 Automatische Kommutierung: Timeout**
- **F8016 Automatische Kommutierung: Iteration ohne Ergebnis**
- **F2032 Kommutierungs-Feinabgleich Plausibilitätsfehler**

Ermittlung des Kommutierungs-Offsets, Sinusverfahren

Anwendungsaspekt

Das Sinusverfahren zur Ermittlung des Kommutierungs-Offsets kann bei allen Bauformen von Synchronmotoren angewendet werden. Es sollte nur dann verwendet werden, wenn das Sättigungsverfahren zur Kommutierungsoffset nicht nutzbar ist.

Nachteilig beim Sinusverfahren ist, dass der Motor durch Bestromung in Bewegung versetzt werden muss. Einschränkungen der Bewegungsfähigkeit, z.B. Reibung oder Blockierung, können die Qualität der Offsetermittlung mindern oder gar zum Scheitern der Offsetbestimmung führen!

Hinweis: Beim Sinusverfahren sind Einschränkungen zu beachten (siehe Tabelle oben "Einschränkungen beim Sinusverfahren")!

Verfahren

Durch ein sinusförmiges Testsignal, dessen Spannung und Frequenz motorspezifische Einstellungen erfordert (**P-0-0506, Spannungs-amplitude für Winkelerfassung**, **P-0-0507**, **Testfrequenz für Winkel-erfassung**), ermittelt das Regelgerät den Kommutierungs-Offset des Synchronmotors. Dazu ist erforderlich, dass der hervorgerufene Teststrom den Motor in Bewegung versetzt.

Hinweis: Der maximale Bewegungsbereich beim Sinusverfahren ist +/-45$^{\circ}_{(mech)}$/PPZ bei rotativen Motoren und ½ Polpaarweite bei linearen Motoren!

Die motorspezifische Einstellung der Spannung und der Frequenz des Teststroms erfolgt automatisch, wenn bei Start von **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung** im Parameter P-0-0506 der Wert "0" eingetragen ist. Die gefundenen motorspezifischen Werte für P-0-0506 und P-0-0507 werden gespeichert und bei weiteren Vorgängen zur Kommutierungseinstellung benutzt.

Durchführung des Sinusverfahrens (Inbetriebnahme)

Synchronmotoren mit absolutem Mess-System

Bei Synchron-Bausatzmotoren mit absolutem Mess-System wird das Sinusverfahren nur bei der Erstinbetriebnahme über ein Kommando gestartet und der ermittelte Wert des Kommutierungs-Offsets im Regelgerät bzw. im Motorgeber-Datenspeicher gespeichert. Außerdem kann der Wert bei der Erstinbetriebnahme manuell optimiert werden.

Ablauf des Sinusverfahrens bei Synchronmotoren mit absolutem Mess-System

1. Aktivierung in **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung**:
   - Erstinbetriebnahmemodus und
   - Sinusverfahren

2. Voreinstellung treffen für selbständige Ermittlung der motor-spezifischen Parameterwerte (P-0-0506, P-0-0507) des zur Ermittlung des Kommutierungs-Offsets erforderlichen Testsignals:
   - in **P-0-0506, Amplitude für Winkelerfassung** Wert "0" eintragen
3. Antrieb in Betriebsmodus schalten ("AB"); Sinusverfahren über **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung** starten.
4. Nach Ende der Bestromung und erfolgreicher Ermittlung des Wertes für den Kommutierungs-Offset wird dieser, bedingt durch den Erstinbetriebnahmemodus, bei absolutem Mess-System gleichzeitig in folgenden Parametern abgespeichert:
   - **P-0-0508, Kommutierungs-Offset**
   - **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset**
   - **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher** (falls vorhanden)

Die Ausführung des Kommando ist nun beendet, es kann zurückgesetzt werden. Der Antrieb ist jetzt in betriebsfähigem Zustand.

Hinweis: Es wird empfohlen, das Kommando C1200 mehrmals über ein Polpaar bzw. eine Polteilung auszuführen, den Mittelwert von P-0-0521 zu bilden und einzutragen. Die Prüfung und Optimierung von P-0-0521 durch Kraft- bzw. Drehmomentmessung an der Achse ist sinnvoll!

Siehe auch unten "Manuelle Optimierung des Kommutierungs-Offsetwerts".

---

5. In **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung** den Erst-inbetriebnahmemodus durch das betreffende Bit deaktivieren! Der Wert in P-0-0508 bzw. P-0-3008 ist nun gegen Beschreiben geschützt.

Bei jedem erneuten Einschalten bzw. Initialisieren des Mess-Systems wird der in P-0-0508 bzw. P-0-3008 gespeicherte Wert in P-0-0521 übernommen und als Kommutierungs-Offsetwert wirksam.

Synchronmotoren mit inkrementellem Mess-System

Bei Synchron-Bausatzmotoren mit inkrementellem Mess-System wird das Sinusverfahren beim Setzen der Antriebsfreigabe nach dem Einschalten des Antriebs bzw. nach Wechsel von Kommunikationsphase "P2" nach "P4" ("bb" bzw. "Ab") automatisch gestartet. Der Antrieb ist erst nach erfolgreicher Ermittlung des Kommutierungs-Offsets betriebsfähig!

Hinweis: Die Kraftentfaltung des Motors ist nur dann reproduzierbar sichergestellt, wenn beim Referenzieren der Achse der, bei der Erstinbetriebnahme referenzpunktbezogen gespeicherte Wert als Kommutierungs-Offset wirksam wird!

Erstinbetriebnahme eines Synchronmotors mit inkrementellem Mess-System durch Sinusverfahren

1. Aktivierung in **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung** in Kommunikationsphase "P2" (Parameter-Modus):
   - Erstinbetriebnahmemodus und
   - Sinusverfahren
2. Voreinstellung treffen für selbständige Ermittlung der motor-spezifischen Parameterwerte (P-0-0506, P-0-0507) des zur Ermittlung des Kommutierungs-Offsets erforderlichen Testsignals:
   - in **P-0-0506, Amplitude für Winkelerfassung** Wert "0" eintragen

3. Antrieb in Betriebsmodus schalten ("AB"); Sinusverfahren über **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung** starten.
4. Nach Ende der Bestromung und erfolgreicher Ermittlung des Wertes für den Kommutierungs-Offset wird dieser in **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset** abgespeichert. Der Antrieb ist jetzt in betriebsfähigem Zustand. Zudem wurden die motorspezifischen Werte für P-0-0506 und P-0-0507 gespeichert.

Hinweis: Falls der Antrieb keinen gültigen Wert für P-0-0521 findet und die Ausführung des Kommando mit einer Fehlermeldung abbricht, können veränderte Einstellungen bezüglich des Suchlaufs zum Erfolg führen:

- Falls die Achsmechanik deutliche Reibung aufweist, sollten die Einstellungen für die Suchrichtung in P-0-0522 auf vorrangige Erhöhung der Amplitude getroffen werden.
- Falls die Achsmechanik Resonanzen im Suchbereich von P-0-0507 aufweist und starke Geräusche bei Erhöhung der Amplitude entwickelt, sollten die Einstellungen für die Suchrichtung in P-0-0522 auf vorrangige Erhöhung der Frequenz getroffen werden.

Hinweis: Es ist empfehlenswert, das Kommando C1200 mehrmals über ein Polpaar bzw. eine Polteilung auszuführen, den Mittelwert von P-0-0521 zu bilden und einzutragen. Die Prüfung und Optimierung von P-0-0521 durch Kraft- bzw. Drehmomentmessung an der Achse ist sinnvoll!

Siehe auch unten "Manuelle Optimierung des Kommutierungs-Offsetwerts"

---

5. Nun **S-0-0148, C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** starten. Hierdurch wird, bedingt durch den aktiven Erstinbetriebnahmemodus, der zunächst auf eine willkürliche Lage bezogene Wert von P-0-0521 auf die Lage des Referenzpunkts umgerechnet und in **P-0-0508, Kommutierungs-Offset** und **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher** (falls vorhanden) abgespeichert.
6. In **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung** den Erstinbetriebnahmemodus über das betreffende Bit deaktivieren! Der Wert in P-0-0508 bzw. P-0-3008 ist nun gegen Beschreiben geschützt.

Relevante Parameter

Parameter für Eingangsdaten:

- **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung**

Parameter für das Sinusverfahren:

- **P-0-0506, Amplitude für Winkelerfassung**
- **P-0-0507, Testfrequenz für Winkelerfassung**

Kommando-Parameter

- **P-0-0524, C1200 Kommando Kommutierungsoffseteinstellung**

Parameter für Ausgangsdaten:

- **P-0-0508, Kommutierungs-Offset**
- **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset**
- **P-0-3008, Kommutierungs-Offset, Geberspeicher**

Relevante Diagnosen

Kommandofehler-Diagnosen:

- **C1211 Kommutierungsoffset konnte nicht ermittelt werden**
- **C1216 Keine Kommutierungsermittlung ausgewählt**
- **C1222 Fehler beim Schreiben der Offset-Parameter**

Fehlerdiagnosen:

- **F8010 Autom. Kommutierung: Max. Bewegungsbereich Rückfahren**
- **F8011 Kommutierungsoffset konnte nicht ermittelt werden**
- **F8012 Autom. Kommutierung: Max. Bewegungsbereich**
- **F8015 Automatische Kommutierung: Timeout**
- **F2032 Kommutierungs-Feinabgleich Plausibilitätsfehler**

Wieder-Inbetriebsetzung eines Synchronmotors mit inkrementellem Mess-System

Der Antrieb führt bei der ersten Antriebsfreigabe nach dem Einschalten bzw. nach Neuinitialisierung des Mess-Systems automatisch die Ermittlung des Kommutierungs-Offsets durch. Der Wert wird in P-0-0521 gespeichert und ist auf die aktuelle Lage der Achse bezogen.

Erfordert ein inkrementelles Mess-Systems nun den Start der Funktion "Antriebsgeführtes Referenzieren", wird beim Überfahren des Referenzpunkts der Wert von P-0-0521 auf die Lage des Referenzpunkts umgerechnet. Dieser umgerechnete Wert wird nun mit dem, bei der Erstinbetriebnahme in P-0-0508 gespeicherten, optimalen Wert für den Kommutierungs-Offset verglichen.

Falls der Vergleich "Plausibilität" ergibt, wird der Wert von P-0-0508 als wirksamer Kommutierungs-Offsetwert in P-0-0521 übernommen ("Feinabgleich" des Kommutierungs-Offsets). Falls keine Plausibilität vorhanden ist, liegt dies vermutlich an einen fehlerhaften Wert im Parameter P-0-0508 (z.B. vertauschter Wert bei mehreren Achsen etc.). Es wird die Fehlermeldung **F2032 Kommutierungs-Feinabgleich Plausibilitätsfehler** ausgegeben, der Antrieb schaltet ab.

Hinweis: Ist der Feinabgleich des Kommutierungs-Offsets nicht erwünscht, kann dieser über P-0-0508 = 0 bzw. P-0-3008 = 0 (in Kommunikationsphase "P2" beschreibbar) deaktiviert werden. Dadurch bleibt der autom. ermittelte Wert wirksam!

Manuelle Optimierung des Kommutierungs-Offsetwerts

Der automatisch ermittelte Wert für den Kommutierungs-Offset wird im Parameter **P-0-0521, Wirksamer Kommutierungs-Offset** gespeichert. Bei aktivem Erstinbetriebnahmemodus (betreffendes Bit in P-0-0522) kann der Wert von P-0-0521 manuell optimiert werden. Die Optimierung sollte unter Verwendung einer Kraftmesseinrichtung erfolgen!

$$P\text{-}0\text{-}0521(\text{manuell}) = P\text{-}0\text{-}0521(\text{automatisch ermittelt}) \pm 256$$

Abb. 6-32: Wertebereich für die Optimierung des Kommutierungs-Offsets

VORSICHT

Sachschäden durch Fehler in der Ansteuerung von Motoren und bewegten Elementen!

⇒ Achse vor der Optimierung des Kommutierungs-Offsets in unkritische Position bringen!

6.3 Achssteuerung (Open-Loop-Betrieb)

Kurzbeschreibung

Im geberlosen Betrieb (Open-Loop-Betrieb) wird kein Geschwindigkeitsregelkreis im Antrieb geschlossen, sondern der Antrieb wird geschwindigkeitsgesteuert (ohne Rückführung) über eine U/f-Steuerung betrieben.

Hinweis: Die Auswahl des Verfahrens der Motorsteuerung/-regelung kann über Bit 14 des Parameters **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort** erfolgen.

Siehe auch Abschnitt "Motorregelung" im gleichen Kapitel

Abb. 6-33: Prinzip der Antriebssteuerung im Open-Loop-Betrieb

Merkmale

Die Geschwindigkeitssteuerung zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Feininterpolation des Geschwindigkeitssollwertes (abschaltbar)
- Überwachung des Geschwindigkeitsregelkreises möglich (abschaltbar über P-0-0556; Bit 1)
- parametrierbare Filterung des Geschwindigkeits-Istwertes
- additiver Geschwindigkeits-Sollwert (S-0-0037)
- Anzeige des resultierenden Sollwertes (in P-0-0048)
- Überwachung und **Begrenzung** der maximalen Statorfrequenzänderung, die sich aus der Sollgeschwindigkeitsänderung ergibt
- **Kippschutzregler** (optional aktivierbarer PI-Regler zur Verhinderung des Abkippens der Maschine bei Erreichen der Drehmomentgrenzen)
- **Schlupfkompensation** (Vorsteuerung des geschätzten Schlupfs der Maschine über Rotorzeitkonstante und Schlupfkompensationsfaktor)
- Berechnung der Ausgangsspannung anhand einer **U/f-Kennlinie** basierend auf Motor-Modelldaten
- Nachtrimmung der Magnetisierung über Vormagnetisierungsfaktor (lineare oder quadratische Charakteristik wählbar)

- **IxR–Boost** (einstellbare lastabhängige Vorsteuerung der Ausgangsspannung aufgrund Spannungsabfall am Motorwicklungswiderstand
- **Pendeldämpfung** (einstellbare lastabhängige Vorsteuerung zur Verhinderung von Geschwindigkeitspendelungen im Teillast- bzw. Leerlaufbereich)
- **Strombegrenzungsregler** zum Schutz der Endstufe
- **Geschwindigkeits-Suchlauf** einer austrudelnden Maschine nach Einschalten der Reglerfreigabe (einstellbar für eine oder beide Drehrichtungen)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**
- **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert**
- **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- **P-0-0048, Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert**
- **P-0-0049, Wirksamer Momenten-/Kraft-Sollwert**
- **P-0-0555, Achsregler-Statuswort**
- **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**

Beteiligte Diagnosen

- **F8079 Geschwindigkeits-Grenzwert S-0-0091 überschritten**

Funktionsbeschreibung

Feininterpolator

Läuft der Antrieb im Open-Loop-Betrieb (U/f-Steuerung), kann der vorgegebene Geschwindigkeits-Sollwert durch einen Feininterpolator über 2 Stufen geglättet werden.

S-0-0037: Geschwindigkeits-Sollwert additiv
P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0556: Achsregler-Steuerwort

Abb. 6-34: Feininterpolation des Geschwindigkeitsollwertes

Hinweis: Der Feininterpolator kann über Bit 0 im Parameter **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** aktiviert werden.

Einheiten der verarbeiteten Daten

Die physikalischen Daten bei der Geschwindigkeitssteuerung haben folgende Einheiten:

- Geschwindigkeitsdaten: U/min oder mm/min
- Beschleunigungsdaten: (U/min)/Reglertakt oder (mm/min)/Reglertakt
- Momentendaten: Nm oder N

Hinweis: Der Feininterpolator kann über Bit 0 im Parameter **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** aktiviert werden.

U/f-Steuerung

Die Ausgangsgröße des Feininterpolators (P-0-0048) dient als Eingangsgröße für die nachfolgende U/f-Steuerung (Open-Loop-Betrieb), welche im Abschnitt "Motorregelung: Spannungsgesteuerter Betrieb" beschrieben ist.

Diagnosen und Statusmeldungen

Überwachung des Geschwindigkeits-Grenzwertes

Der intern über den Kippschutz-Regler gebildete Geschwindigkeits-Istwert wird auf den Grenzwert von 1,125 * S-0-0091 (Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar) hin überwacht. Bei Überschreiten wird folgende Fehlermeldung generiert:

- **F8079 Geschwindigkeits-Grenzwert S-0-0091 überschritten**

6.4 Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb)

Übersicht

Regelkreisstruktur

Der Antriebsregler besitzt eine Kaskadenstruktur, d.h. die einzelnen Regler (Lage, Geschwindigkeit und Strom) sind ineinander geschaltet. Abhängig von der Betriebsart ergeben sich verschiedene Reglerstrukturen mit unterschiedlich Einstiegspunkten und Pfaden der Sollwerte. In Abhängigkeit der aktiven Betriebsart kann nur der Momentenregelkreis, der Momenten- und Geschwindigkeitsregelkreis oder zusätzlich noch der Lageregelkreis im Antrieb geschlossen werden. Die Gesamtstruktur der Regelkreise ist in der folgenden Grafik dargestellt.

Abtastzeiten (TA) siehe folgender Abschnitt

Abb. 6-35: Regelkreisgesamtstruktur

Merkmale der Regelkreise

Zur Vereinfachung der Parametrierung der Regelkreise und zur Leistungssteigerung wurden einige Normierungen und Strukturänderungen vorgenommen.

Performance (Regler-Zykluszeiten)

Die internen Regler-Zykluszeiten (Strom, Geschwindigkeit und Lage) sind abhängig von folgenden Bedingungen und Parametern:

- **Steuerteil-Ausführung** (CSH, CSB oder CDB)
- **Aktivierung von Funktionspaketen**
- **P-0-0001, Schaltfrequenz der Leistungsendstufe**
- **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** (Bit 2 und 5)

Bei IndraDrive sind mit ADVANCED-Steuerteilen (und -Firmware) folgende Zyklus- und Schaltzeiten erreichbar:

- PWM-Schaltfrequenz max. 16k Hz
- Stromreglertakt T_{A_Strom} = 62,5 µs
- Geschwindigkeitsreglertakt T_{A_Geschw} = 125 µs
- Lagereglertakt T_{A_Lage} = 250 µs

Bei IndraDrive sind mit BASIC-Steuerteilen (und -Firmware) folgende Zyklus- und Schaltzeiten erreichbar:

- PWM-Schaltfrequenz max. 8 kHz
- Stromreglertakt T_{A_Strom} = 125 µs
- Geschwindigkeitsreglertakt T_{A_Geschw} = 250 µs
- Lagereglertakt T_{A_Lage} = 500 µs

Hinweis: Alle Angaben zur Performance sind im Abschnitt "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht" zusammengefasst.

Lageregler

- Ruckbegrenzung in der Betriebsart "Zyklische Lageregelung" durch die Einführung des Parameters **S-0-0349, Ruck-Grenzwert bipolar**. Der Filtergrad des Glättungsfilters (gleitender Mittelwert) kann im Parameter **P-0-0042, Lagesollwert-Mittelwertfilterordnung aktuell** eingestellt werden.
- Einstellbare Geschwindigkeitsvorsteuerung, d.h. der Grad der Vorsteuerung, kann über Parameter **P-0-0040, Bewertung Geschwindigkeitsvorsteuerung** eingestellt werden (0 %…100 %)
- Eingabewert für Parameter **S-0-0348, Verstärkung Beschleunigungsvorsteuerung** kann direkt das entsprechende Trägheitsmoment in kg*m^2 (bei rotatorischem Motor) oder die Masse in kg (bei Linearmotor) sein

Geschwindigkeitsregler

- Normierung des Ausgangswertes am Geschwindigkeitsregler auf Newton (N) bzw. Newtonmeter (Nm). Damit ergibt sich je nach Motortyp für den Parameter S-0-0100 bei IndraDrive folgende Einheit:
- Rotativer Motor → Nm * s/rad
- Linearmotor → N * min/mm
- Erweiterung der Filtermöglichkeiten zur Filterung von Resonanzfrequenzen. Es stehen 4 Filter 2. Grades zur Verfügung, die über die Parameter P-0-1120, P-0-1121, P-0-1122 und P-0-1123 eingestellt werden können.
- Begrenzung der Beschleunigung in der Geschwindigkeitsregelung durch Einstellung im Parameter **S-0-0138, Beschleunigung bipolar**

Durchgriffsmöglichkeiten auf unterlagerte Regelkreise

Es besteht die Möglichkeit, beim Betrieb in einer übergeordneten Betriebsart auch auf die unterlagerten Regelkreise durchzugreifen. Abhängig von der Grundbetriebsart sind dafür die folgenden Parameter vorgesehen.

Bei Lageregelung:

- **P-0-0059, Lagesollwert additiv, Regler**
- **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**
- **S-0-0081, Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv**

Bei Geschwindigkeitsregelung:

- **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**
- **S-0-0081, Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv**

Bei Stromregelung:

- **S-0-0081, Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv**

S-0-0037: Geschwindigkeits-Sollwert additiv
S-0-0047: Lagesollwert
S-0-0081: Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv
S-0-0100: Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung
S-0-0101: Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit
S-0-0104: Lageregler Kv-Faktor
P-0-0059: Lagesollwert additiv, Regler

Abb. 6-36: Strukturübersicht (inkl. Durchgriffsmöglichkeiten)

Betriebsartenabhängige Sollwertverarbeitung

Lageregelung

Bei folgenden Betriebsarten wird neben dem Geschwindigkeits- und Stromregelkreis auch der Lageregelkreis intern (im Antrieb) geschlossen:

- Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe
- Antriebsinterne Interpolation
- Antriebsgeführtes Positionieren

Siehe auch Beschreibung der jeweiligen Betriebsart im Kapitel "Betriebsarten"

Geschwindigkeitsregelung

In der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" wird neben dem Stromregelkreis auch der Geschwindigkeitsregelkreis im Antrieb geschlossen.

Siehe auch "Geschwindigkeitsregelung" im Kapitel "Betriebsarten"

Drehmoment-/Kraftregelung

Bei der Betriebsart "Momenten-/Kraftregelung" handelt es sich nicht um eine Regelung des Momentes bzw. der Kraft im eigentlichen Sinn, sondern um eine Stromregelung. Demzufolge wird lediglich der Stromregelkreis im Antrieb geschlossen.

Siehe auch "Drehmoment-/Kraftregelung" im Kapitel "Betriebsarten"

Inbetriebnahmehinweise zur Regelkreiseinstellung

Die Einstellungen des Regelkreises in einem digitalen Antriebsregelgerät haben eine wesentliche Bedeutung für die Eigenschaften der Servoachse.

Zur Optimierung der Regelkreiseinstellung stehen für alle digitalen Rexroth-Antriebe anwendungsspezifische Reglerparameter zur Verfügung.

Reihenfolge der manuellen Regelkreiseinstellung

Aufgrund der Kaskadenstruktur der Regelkreise ist es erforderlich, diese "von innen nach außen" zu parametrieren. Dadurch ergibt sich folgende Reihenfolge für die Einstellung der Regelkreise:

1. **Stromregelkreis**
   Bei **Rexroth-Motoren mit Motorgeber-Datenspeicher** (Baureihen MHD, MKD und MKE) kann eine Optimierung des Stromreglers entfallen, da die entsprechenden Parameterwerte (S-0-0106 und S-0-0107) aus dem Motorgeber-Datenspeicher ausgelesen werden.

   Bei allen **Rexroth-Motoren ohne Motorgeber-Datenspeicher** (z.B. Linearmotoren) können die Parametereinstellungen über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" aus einer zentralen Motordatenbank entnommen werden.

   Die Inbetriebnahme von **Fremdmotoren** (inkl. Regelkreiseinstellung) ist in den entsprechenden Abschnitten zu Fremdmotoren in dieser Dokumentation beschrieben (siehe "Fremdmotoren an IndraDrive-Regelgeräten" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme").
2. **Geschwindigkeitsregelkreis**
   Die Einstellungen des Geschwindigkeitsreglers (S-0-0100 und S-0-0101) mit den zugehörigen Filtern (P-0-0004 und P-0-1120, P-0-1121, P-0-1122, P-0-1123) sind einerseits abhängig von den Motorparametern (Trägheitsmoment und Drehmoment-/Kraft-Konstante), andererseits auch sehr stark abhängig von den mechanischen Gegebenheiten (Lastträgheit/Masse, Reibung, Steifigkeit der Ankopplung, ...). Deshalb ist oftmals eine manuelle oder eine automatische Optimierung erforderlich.
3. **Lageregelkreis**
   Der Lageregelkreis ist im Allgemeinen nur an die Dynamik des unterlagerten Geschwindigkeitsreglers sowie an die Art der vorgegebenen Sollwerte (Ruck, Beschleunigung und Interpolationsverfahren) anzupassen.

Defaulteinstellungen im Motorgeber-Datenspeicher ("Urladen")

S-0-0262, C07_x Kommando Urladen

Die Grundeinstellungen für die Regler sind bei allen Bosch-Rexroth-Motoren der Baureihen mit Motorgeber-Datenspeicher (z.B. MHD, MKD MKE, MSK und ggf. MAD und MAF) gesichert und können durch Ausführung des Kommandos "Urladen" (S-0-0262) in den Antrieb geladen werden.

Der Parameter **S-0-0262, C07_x Kommando Urladen** kann auf zwei Wegen aktiviert werden:

- Automatisch beim Hochfahren des Antriebes, indem erkannt wird, dass sich der Motortyp (vgl. Parameter S-0-0141) geändert hat. Dann erscheint "RL" im Display, und durch Drücken der Taste "Esc" auf dem Bedienfeld wird intern das Kommando "Urladen" gestartet, falls dies nicht in **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** deaktiviert wurde.
- Starten des Kommandos durch Beschreiben des Parameters S-0-0262 mit "11b".

Siehe auch "Laden, Speichern und Sichern von Parametern" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Hinweis: Um das Kommando "Urladen" zu starten, muss im Parameter **P-0-4090, Index für C07 Urladen** der Wert "0" stehen (Default-Einstellung).

Folgende Regelkreisparameter werden beim Urladen auf ihre für den entsprechenden Motor optimierten Defaultwerte eingestellt:

- **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung**
- **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit**
- **S-0-0104, Lageregler Kv-Faktor**
- **S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1**
- **S-0-0107, Stromregler-Nachstellzeit 1**
- **P-0-0004, Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante**

Hinweis: Die Default-Einstellungen für den Stromregelkreis (vgl. S-0-0106 und S-0-0107) werden automatisch an die aktuell parametrierte PWM-Frequenz (vgl. P-0-0001) und Performance-Einstellung (vgl. P-0-0556) angepasst!

Außerdem werden folgende Regelkreisparameter beim Urladen auf ihre firmwareseitigen Defaultwerte gestellt, obwohl dafür keine Defaultwerte im Motordatenspeicher hinterlegt sind:

- **S-0-0348, Verstärkung Beschleunigungsvorsteuerung**
- **P-0-1125, Geschw.-Regelkreis: Mittelwertfilter-Takt**

Hinweis: Die im Motorgeber-Datenspeicher abgelegten Regler-einstellungen führen in den meisten Fällen zu einer sinnvollen und stabilen Regelkreiseinstellung. In Ausnahmefällen kann es dennoch erforderlich sein, die Einstellungen anwendungs-spezifisch vorzunehmen.

Automatische Einstellung der Achsregelung

Kurzbeschreibung

Um die Parametrierung des Antriebes zu erleichtern, bietet die IndraDrive-Firmware im Closed-Loop-Betrieb eine automatische Regelkreiseinstellung. Über die Parameter **P-0-0163, Dämpfungsfaktor für autom. Reglereinstellung** und **P-0-0164, Applikation für autom. Reglereinstellung** kann das Ergebnis der Regelkreiseinstellung (erzielte Regelkreisdynamik) beeinflusst werden.

Hinweis: Zur Durchführung der automatischen Regelkreiseinstellung ist es erforderlich, den Antrieb zu bewegen. Es wird eine Optimierung des Geschwindigkeits- und des Lageregelkreises vorgenommen.

Merkmale

- Definition eines Verfahrbereichs zur Bewegungssteuerung für die automatische Regelkreiseinstellung durch
  - absolute Verfahrgrenzen

  - oder -
  - Angabe eines Verfahrwegs bezüglich der aktuellen Ist-Position
- Verwendung der antriebsinternen Interpolation und deren Parameter
- Einstellmöglichkeiten in **P-0-0165, Wahlparameter für autom. Reglereinstellung** für:
  - Geschwindigkeitsregler
  - Lageregler
  - Beschleunigungsvorsteuerung
  - Ermittlung des Lastträgheitsmoments
  - Ermittlung der maximalen Beschleunigung
  - Pendelbewegung/unipolare Bewegung
  - absolute Verfahrgrenzen/Relativbewegung um Startposition

Beteiligte Parameter

- **P-0-0162, C1800 Kommando Automatische Regelkreiseinstellung**
- **P-0-0163, Dämpfungsfaktor für autom. Regelkreiseinstellung**
- **P-0-0164, Applikation für autom. Regelkreiseinstellung**
- **P-0-0165, Wahlparameter für autom. Regelkreiseinstellung**
- **P-0-0166, Untere Grenze für autom. Regelkreiseinstellung**
- **P-0-0167, Obere Grenze für autom. Regelkreiseinstellung**
- **P-0-0168, Max. parametrierbare Beschleunigung**
- **P-0-0169, Verfahrweg für autom. Reglereinstellung**

Beteiligte Diagnosen

- **C1800 Kommando Automatische Regelkreiseinstellung**
- **C1801 Start nur bei Antriebsfreigabe möglich**
- **C1802 Keine sinnvollen Motorfeedbackdaten**
- **C1803 Ermittlung des Massenträgheitsmoments fehlerhaft**
- **C1804 Automatische Reglereinstellung fehlgeschlagen**
- **C1805 Verfahrbereich ungültig**
- **C1806 Verfahrbereich überschritten**
- **C1807 Festlegung Verfahrbereich nur über Verfahrweg**
- **E2047 Interpolationsgeschwindigkeit = 0**

- **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0**
- **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091**
- **E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0**
- **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten**

Voraussetzungen für das Starten der automatischen Regelkreiseinstellung

VORSICHT

Sachschäden und/oder Personenschäden durch Antriebsbewegungen möglich!

Während der Ausführung des Kommandos "C1800 Kommando Automatische Regelkreiseinstellung" führt der Antrieb selbstständig, d. h. ohne externe Sollwertvorgabe, Bewegungen aus.

⇒ Die Funktion der Not-Aus-Kette und der Verfahrbereichs-Grenzschalter muss gewährleistet sein (Überprüfung!).

Siehe auch Kapitel "Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen"

Definition des Verfahrbereichs

Da die Achse für die Identifikation und Einstellung des Regelkreises bewegt wird, ist es erforderlich, einen zulässigen Verfahrbereich zu definieren. Zur Festlegung des Bereichs, innerhalb dessen sich die Achse bei der automatischen Regelkreiseinstellung bewegen darf, bestehen prinzipiell zwei Möglichkeiten:

- Definition eines Verfahrbereichs durch Eingabe von Grenzwerten in die Parameter P-0-0166 und P-0-0167

- oder -

- Definition eines Verfahrbereichs durch Parametrierung von **P-0-0169**, **Verfahrweg für autom. Reglereinstellung** (erforderlich bei Modulo-Achsen)

Hinweis: Die Auswahl des Modus für die Verfahrbereich-Definition erfolgt im Parameter **P-0-0165, Wahlparameter für autom. Reglereinstellung** (Bit 15).

Festlegung von Verfahrbereichs-Grenzen

Ist Bit 15 von P-0-0165 nicht gesetzt ist (Wert "0"), wird der zulässige Verfahrbereich definiert über

- untere Grenzposition (P-0-0166) und
- obere Grenzposition (P-0-0167).

Aus den beiden Grenzwerten ergibt sich der Wert von **P-0-0169, Verfahrweg für autom. Reglereinstellung**.

Eingabe eines Verfahrbereiches

Ist Bit 15 von P-0-0165 gesetzt (Wert "1"), wird der zulässige Verfahrbereich definiert über

- **P-0-0169, Verfahrweg für autom. Reglereinstellung** und
- **Startposition** (Ist-Position) beim Starten des Kommandos.

Daraus ergeben sich die Grenzwerte für den Verfahrweg:

- Untere Grenze: P-0-0166 = Startposition – 0,5*Verfahrweg (P-0-0169)
- Obere Grenze: P-0-0167 = Startposition + 0,5*Verfahrweg (P-0-0169)

Abb. 6-37: Verfahrbereich bei autom. Regelkreiseinstellung bei Modulowichtung

Hinweis: Die Überwachung des hier definierten Verfahrbereichs ist nur während der Ausführung des Kommandos "Automatische Regelkreiseinstellung" wirksam!

Laden der Default-Reglerparameter

Vor Start des Kommandos "Automatische Regelkreiseinstellung" sollten die im Motorgeber-Datenspeicher abgelegten Default-Reglerparameter geladen werden bzw. die Daten des Motor-Datenblatts in die jeweiligen Parameter übernommen werden.

Reglerfreigabe und Antrieb-Start

Eine Pendelbewegung zur automatischen Regelkreiseinstellung wird nur unter folgenden Voraussetzungen ausgeführt:

- **Reglerfreigabe** ist vorhanden
- **Antrieb Start** ist gegeben

Parametereinstellungen

Alle an der Ausführung des Kommandos "Automatische Regelkreiseinstellung" beteiligten Parameter müssen vor dem Kommandostart festgelegt werden, damit sie bei der automatischen Regelkreiseinstellung wirksam werden.

- **P-0-0163, Dämpfungsfaktor für autom. Reglereinstellung**
  → Auswahl der gewünschten Regelkreisdynamik
- **P-0-0164, Applikation für autom. Reglereinstellung**
  → Berücksichtigung der mechanischen Gegebenheiten bei der Regleroptimierung
- **P-0-0165, Wahlparameter für autom. Reglereinstellung**
  → Auswahl der Funktionalität (Modi) der automatischen Regelkreiseinstellung

Zeitlicher Ablauf der automatischen Regelkreiseinstellung

Ablauf der automatischen Regelkreiseinstellung

Die automatischen Regelkreiseinstellung wird in folgenden Ablaufschritten durchgeführt:

1. Kommandostart mit Überprüfung auf eventuelle Kommandofehler

2. Ermittlung des Gesamt- und Fremdträgheitsmomentes durch Auswertung von Beschleunigungs- und Bremsvorgängen
3. Berechnung und Aktivierung der Reglerparameter im Antrieb unter Berücksichtigung von **P-0-0163, Dämpfungsfaktor für autom. Reglereinstellung** und **P-0-0164, Applikation für autom. Reglereinstellung**
4. Überprüfung des Geschwindigkeitsregelkreises und gegebenenfalls Korrektur der Reglerparameter bis sich gewünschtes Verhalten (abhängig von Dynamikvorgabe) einstellt
5. Überprüfung des Lageregelkreises und gegebenenfalls Korrektur der Reglerparameter, bis sich aperiodisches Verhalten im Lageregelkreis einstellt
6. Warten auf eventuellen Neustart oder auf Beenden des Kommandos

   Hierbei befindet sich der Antrieb in Ruhe (Geschwindigkeit = 0) und in der Anzeige erscheint "C1800".

Abb. 6-38: Ablauf der automatischen Regelkreiseinstellung

Ergebnis der automatischen Regelkreiseinstellung

Hinweis: Der Stromregelkreis wird bei der automatischen Regelkreiseinstellung nicht beeinflusst, da dessen Einstellung lastunabhängig ist und bereits werksseitig optimale Stromreglerparameter im Motorgeber-Datenspeicher hinterlegt sind.

Siehe auch "Übersicht: Defaulteinstellungen im Motorgeber-Datenspeicher ("Urladen")"

Wahlparameter für automatische Reglereinstellung

Über **P-0-0165, Wahlparameter für autom. Reglereinstellung** kann durch Auswahl des entsprechenden Bits die jeweilige Teilfunktion der automatischen Regelkreiseinstellung aktiviert (Bit = 1) oder deaktiviert (Bit = 0) werden. Das Ergebnis der automatischen Regelkreiseinstellung ist abhängig von der in P-0-0165 getroffenen Auswahl.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0165, Wahlparameter für autom. Reglereinstellung"

Mögliche Ergebnisse der automatischen Regelkreiseinstellung können sein (bei jeweils gesetztem Bit in P-0-0165):

- **Bit 1** → Einstellung des Geschwindigkeitsregelkreises (vgl. S-0-0100, S-0-0101, P-0-0004, P-0-1120 ...)
- **Bit 2** → Einstellung des Lageregelkreises (vgl. S-0-0104)
- **Bit 4** → Ermittlung des Lastträgheitsmoments (auf die Motorwelle reduziert) und Eintrag in Parameter P-0-4010
- **Bit 6** → Ermittlung der maximale Antriebsbeschleunigung und Eintrag in Parameter P-0-0168
- **Bit 3** → Ermittlung der Beschleunigungsvorsteuerung

Als Ergebnis der automatischen Regelkreiseinstellung wird der Wert für die Beschleunigungsvorsteuerung nach folgender Formel berechnet und in Parameter S-0-0348 eingetragen:

$$S-0-0348 = (P-0-4010) + (P-0-0510)$$

Abb. 6-39: Berechnung der Beschleunigungsvorsteuerung

Inbetriebnahmehinweise

VORSICHT

Die Durchführung der automatischen Regelkreiseinstellung ist mit einer Antriebsbewegung verbunden!

⇒ Den mit den Parametern P-0-0166 und P-0-0167 bzw. P-0-0169 definierten Verfahrbereich so wählen, dass durch die Antriebsbewegung eine Gefährdung von Mensch und Maschine ausgeschlossen ist.

Hinweis: Die für die Ausführung des Kommandos "Automatische Regelkreiseinstellung" benötigte Parametrierung muss vor dem Kommandostart erfolgen.

Starten der automatischen Regelkreiseinstellung

Die automatische Regelkreiseinstellung wird durch Beschreiben des Parameters **P-0-0162, C1800 Kommando Automatische Regelkreiseinstellung** mit dem binären Zahlenwert "3" (11b) gestartet (Kommando-Start).

Auslösen einer Bewegung

Eine Achsbewegung und damit die Durchführung der automatischen Regelkreiseinstellung ist nur möglich, wenn das Signal "Antrieb Halt" nicht gesetzt ist. Bei gesetztem Signal "Antrieb Halt" quittiert zwar der Antrieb den Start von "C1800 Kommando Automatische Regelkreiseinstellung", es findet jedoch keine Achsbewegung statt.

Auslösen der Bewegung durch Starten des Kommandos C1800

Abb. 6-40: Signalflussplan bei Bewegung durch Kommandostart

Auslösen der Bewegung durch "Antrieb Start"

Abb. 6-41: Signalflussplan bei Bewegung durch "Antrieb Start"

Unterbrechung des Kommandos durch "Antrieb Halt"

Abb. 6-42: Signalflussplan bei Unterbrechung durch "Antrieb Halt"

Hinweis: Ein erneuter Durchlauf mit eventuell geänderten Einstellungen kann auf zwei Wegen erfolgen:

- durch Wegnehmen und anschließendes Wiederzuschalten der Reglerfreigabe bzw. des Start-Signals ("Antrieb Start")
- durch Beenden und erneutes Starten des Kommandos C1800

Diagnosemeldungen und Überwachungen

Überprüfung der Verfahrbereich-Festlegung

Bei der Festlegung des Verfahrbereiches wird dieser auf sinnvolle Werte hin überprüft. Im Fehlerfall können folgende Kommando-Fehlermeldungen generiert werden:

- Beträgt der definierte Verfahrweg weniger als 2 Motorumdrehungen wird die Fehlermeldung **C1805 Verfahrbereich ungültig** angezeigt, da für die ordnungsgemäße Ausführung des Kommandos ein Mindestverfahrweg erforderlich ist.
- Befindet sich die Achse beim Kommandostart nicht innerhalb des definierten Verfahrbereichs wird die Fehlermeldung **C1806 Verfahrbereich überschritten** angezeigt.

Fehlende Reglerfreigabe

Falls bei Kommandostart keine Reglerfreigabe vorhanden ist, wird die Fehlermeldung **C1801 Start nur bei Reglerfreigabe möglich** angezeigt.

Überwachung der Ermittlung des Massenträgheitsmoments

Um eine korrekte Einstellung der Reglerparameter sicher zu stellen, wird die dazu erforderliche Ermittlung des Massenträgheitmoments überwacht. Ein fehlerhaft bestimmtes Massenträgheitsmoment würde zu falschen Reglereinstellungen führen und wird deshalb durch die Fehlermeldung **C1803 Ermittlung des Massenträgheitsmomentes fehlerhaft** signalisiert. Diese Fehlermeldung wird generiert, wenn ein zu geringer Wert in den folgenden Parametern eingestellt wurde:

- **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**
  Das während der automatischen Regelkreiseinstellung maximal wirksame Motordrehmoment kann über den Parameter S-0-0092 beeinflusst werden. Damit kann das Drehmoment zur Schonung der Mechanik begrenzt werden.

- **S-0-0108, Feedrate-Override**
  Der Feedrate-Override ermöglicht es, die Geschwindigkeit während der automatischen Regelkreiseinstellung über den Analogkanal (Potentiometer) zu beeinflussen.
- **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit**
  Mit diesem Parameter wird die bei der automatischen Regelkreiseinstellung wirksame Geschwindigkeit festgelegt.
- **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung**
  Mit diesem Parameter wird die für die automatische Regelkreiseinstellung wirksame Beschleunigung eingestellt.

Hinweis: Tritt der Kommandofehler C1803 auf, kann die Ursache neben den oben aufgeführten Punkten auch in einer zu großen Lastträgheit liegen. In diesem Fall ist ggf. die gesamte Auslegung des Antriebs zu prüfen.

Geschwindigkeitsregler (mit zugehörigen Filtern)

Kurzbeschreibung

Im geberbehafteten Betrieb (Closed-Loop) wird von der Antriebsfirmware neben dem feldorientierten Stromregler auch der Geschwindigkeitsregelkreis im Antrieb geschlossen (PI-Kaskadenstruktur).

Hinweis: Die Auswahl der Art der Motorregelung kann über **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort** (Bit 14) erfolgen.

Zur Nutzung der Funktion ist das Firmwarepaket für den Closed-Loop-Betrieb erforderlich (siehe "Funktionspakete" im Kapitel "Systemübersicht").

Abb. 6-43: Übersicht Geschwindigkeitsregler

Hinweis: Die folgende Beschreibung beschränkt sich auf den Geschwindigkeitsregler mit den entsprechenden Möglichkeiten der Filterung und Vorsteuerung.

Die Beschreibung der Verarbeitung des Geschwindigkeitssollwertes erfolgt im Abschnitt "Geschwindigkeitsregelung" im Kapitel "Betriebsarten".

Merkmale

Bei dem Geschwindigkeitsregler handelt es sich um einen PI-Regler, der über **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung** und **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit** parametriert werden kann.

- Die Einstellung kann erfolgen durch
  - einmaliges Ausführen der Funktion "Urladen" oder
  - manuelle Optimierung (siehe nachfolgende Beschreibung).
- Für den Geschwindigkeitsregler wird, abhängig von der eingestellten Regelungsperformance, mit einer Zykluszeit von 125 µs (Advanced) oder 250 µs (Basic) gerechnet (vgl. P-0-0556, Bit 2).
- Geschwindigkeitsmischung von Motorgebergeschwindigkeit
- 4 frei konfigurierbare Filter 2. Ordnung (z.B. Bandsperren) zur Filterung von Resonanzfrequenzen
- Gleitende Mittelung der Regelkreisabweichung über maximal 16 Reglertakte (als "Tachofilter", bei niedrig auflösenden Motor-Mess-Systemen)
- Tiefpass-Filter über P-0-0004 (VZ1)
- Feininterpolation der Sollwerte vom Lageregler (abschaltbar)
- Geschwindigkeitsregelkreisüberwachung (abschaltbar über P-0-0556, Bit 1)
- Optionale Beschleunigungsvorsteuerung aus dem Drehzahlsollwert (mit Filtermöglichkeit)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**
- **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert**
- **S-0-0081, Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv**
- **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung**
- **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit**
- **S-0-0149, C1300 Kommando Fahren auf Festanschlag**
- **S-0-0155, Reibungs-Kompensation**
- **S-0-0347, Geschwindigkeits-Regelabweichung**
- **P-0-0004, Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante**
- **P-0-0048, Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert**
- **P-0-0049, Wirksamer Momenten-/Kraft-Sollwert**
- **P-0-0180, Beschleunigungsvorsteuerung-Glättungszeitkonstante**
- **P-0-0451, Beschleunigungsmoment/Kraft Istwert**
- **P-0-0452, Prozessmoment/ Kraft Istwert**
- **P-0-0555, Regler-Statuswort**
- **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**
- **P-0-1119, Geschwindigkeits-Mischfaktor Geber 1 & Geber 2**

- **P-0-1120, Geschw.-Regelkreisfilter: Filtertyp**
- **P-0-1121, Geschw.-Regelkreisfilter: Grenzfrequenz Tiefpass**
- **P-0-1122, Geschw.-Regelkreisfilter: Bandbreite Bandsperre**
- **P-0-1123, Geschw.-Regelkreisfilter: Mittenfrequenz Bandsperre**
- **P-0-1125, Geschw.-Regelkreis: Mittelwertfilter-Takt**
- **P-0-1126, Geschw.-Regelkreis: Beschleunigungsvorsteuerung**
- **P-0-2100, Geschw.regler-Proport.verstärkung, Geberspeicher**
- **P-0-2101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit, Geberspeicher**
- **P-0-3004, Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante, Geberspeicher**

Beteiligte Diagnosen

- **E2059 Geschwindigkeitssollwertbegrenzung aktiv**
- **E8260 Moment-/Kraft-Sollwertbegrenzung aktiv**
- **F8078 Fehler im Drehzahlregelkreis**

Funktionsbeschreibung

Feininterpolator

Der vorgegebene Geschwindigkeitssollwert kann durch einen Feininterpolator über 2 Stufen geglättet werden. Dies ist z.B. bei zyklischer Lageregelung mit besonders großen Lagesollwertsprüngen (großen Zykluszeiten, vgl. S-0-0001 und S-0-0002) sinnvoll.

S-0-0037: Geschwindigkeits-Sollwert additiv
S-0-0091: Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar
P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0556: Achsregler-Steuerwort

Abb. 6-44: Feininterpolation des Geschwindigkeitssollwertes

Hinweis: Der Feininterpolator kann über Bit 0 im Parameter **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** aktiviert werden.

Einheiten der verarbeiteten Daten

Die physikalischen Daten im Geschwindigkeitsregelkreis haben folgende Einheiten:

- Geschwindigkeitsdaten: U/min oder mm/min
- Beschleunigungsdaten: (U/min)/Reglertakt oder (mm/min)/Reglertakt
- Momentendaten: Nm oder N

Geschwindigkeitsregler

Der als PI-Regler ausgeführte Geschwindigkeitsregler kann über folgende Parameter eingestellt werden:

- **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung**
- **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit**

Die jeweiligen Parametereinstellungen sind abhängig von den mechanischen Eigenschaften (Massenträgheit, Steifigkeit, ...) des Motors und der angekoppelten Mechanik.

- Bei Rexroth-Motoren mit Motordatenspeicher ist eine Default-Reglereinstellung, die für die meisten Standardanwendungen geeignet ist, in diesem Speicher abgelegt.
- Für Rexroth-Motoren ohne Motordatenspeicher und Fremdmotoren müssen die Reglereinstellungen bei der Inbetriebnahme ermittelt werden.

Siehe auch Abschnitt "Geschwindigkeitsregler: Inbetriebnahmehinweise"

Geschwindigkeits-Mischfaktor

Im Geschwindigkeitsregelkreis gibt es bei der Verwendung eines last-seitigen Gebers die Möglichkeit, den für die Regelung verwendeten Geschwindigkeitsistwert über einen "Mischfaktor" (siehe Parameter-beschreibung P-0-1119) aus den Geschwindigkeitsistwerten des Motorgebers und des lastseitigen Gebers zu bilden (siehe auch Abb. "Geschwindigkeitsregler").

Hinweis: Die Zusammenfassung der Istwerte von Motorgeber und lastseitigem Geber über einen Mischfaktor kann sehr vorteilhaft zur Regelung von Systemen mit geringer Steifigkeit bei der Lastankopplung verwendet werden.

Beschleunigungsvorsteuerung

Im Geschwindigkeitsregelkreis gibt es außerdem die Möglichkeit, den Geschwindigkeitsregler im Führungsverhalten durch Verwendung der sog. Beschleunigungsvorsteuerung dynamischer zu gestalten. Der Sollwert für den Stromregler wird dabei weitestgehend direkt aus dem Geschwindigkeitssollwert abgeleitet. Der Geschwindigkeitsregler ist dann nur noch für das Ausregeln von Störgrößen erforderlich. Nachfolgende Grafik zeigt die Vorsteuerung des Reglers:

P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0180: Beschleunigungsvorsteuerung-Glättungszeitkonstante
P-0-1126: Geschw.-Regelkreis: Beschleunigungsvorsteuerung

Abb. 6-45: Beschleunigungsvorsteuerung im Geschwindigkeitsregelkreis

Hinweis: Diese Art der Vorsteuerung kann bei sehr großen Massen-trägheiten und/oder geringer Geberauflösung vorteilhaft eingesetzt werden.

Filtermöglichkeiten

Im Geschwindigkeitsregelkreis stehen folgende Filter zur Verfügung:

- vier frei konfigurierbare Filter 2. Ordnung (Tiefpass, Bandsperre, ...)
- ein Tiefpass 1. Ordnung (PT1-Glied)
- ein Mittelwertfilter

Nachfolgende Grafik zeigt die Position der Filter im Gesamtregelkreis:

P-0-0004: Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante
P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-1120: Geschw.-Regelkreisfilter: Filtertyp
P-0-1121: Geschw.-Regelkreisfilter: Grenzfrequenz Tiefpass
P-0-1122: Geschw.-Regelkreisfilter: Bandbreite Bandsperre
P-0-1123: Geschw.-Regelkreisfilter: Mittenfrequenz Bandsperre
P-0-1125: Geschw.-Regelkreis: Mittelwertfilter-Takt

Abb. 6-46: Filtermöglichkeiten im Geschwindigkeitsregelkreis

In der Praxis treten oftmals Resonanzschwingungen auf, die meist aus Mängeln oder Einschränkungen der Mechanik resultieren:

- Begrenzt steife Ankopplung der Mechanik an die Motorwelle
  → Resonanzen im Bereich von 20 Hz … 1000 Hz möglich (je nach Steifigkeit der Ankopplung und der Massenverhältnisse)
- Getriebespiel
- Schlechter Anbau des lastseitigen Gebers
  → Resonanzen im Bereich von 1 kHz … 2 kHz möglich (je nach Anbau des Gebers)

Dieses "Zwei-Massen-Schwingen" (bzw. Mehrmassen-Schwingen) hat meist eine (oder mehrere) deutliche Resonanzfrequenz(en), die durch die im Antrieb eingebauten Sperrfilter selektiv unterdrückt werden können. Mit der implementierten Filterkaskade (N = 8) ist es möglich, bis zu 4 verschiedene Resonanzfrequenzen selektiv zu unterdrücken.

Hinweis: Die implementierten Bandsperren ermöglichen eine Unterdrückung von Resonanzfrequenzen im **Frequenzbereich von 100 Hz bis max. 4000 Hz**.

Die obere Grenze ist abhängig von der Geschwindigkeitsregler-Zykluszeit TAn (Abtast-Theorem).

Bei Unterdrückung der mechanischen Resonanzfrequenzen lässt sich sowohl die Dynamik des Drehzahlregelkreises als auch die des Lageregelkreises gegenüber der Regelung ohne Einsatz der Sperrfilter wesentlich verbessern. Dies führt zu höherer Konturtreue und kleineren

Zykluszeiten für Positioniervorgänge bei ausreichendem Abstand zur Stabilitätsgrenze.

Erläuterung der Filterfunktion

Bei den Filtern können jeweils Mittenfrequenz und Bandbreite eingestellt werden. Die Sperrfrequenz wird am stärksten gedämpft; die Bandbreite legt den Frequenzbereich fest, bei dem die Dämpfung kleiner –3 dB ist.

Hinweis: Eine größere Bandbreite führt aufgrund der Filterstruktur zu geringerer Dämpfung der Sperrfrequenz!

Abb. 6-47: Amplitudengang einer Bandsperre in Abhängigkeit von der Bandbreite (qualitativ)

Filterung mittels mehrfachem Glättungsfilter

Die Optimierung des Regelkreises mittels eines Sperrfilters führt nicht immer zu einer ausreichenden Verbesserung der Regelgüte. Dies ist z.B. der Fall, wenn der geschlossene Regelkreis keine ausgeprägten Resonanzfrequenzen besitzt oder mehr als 4 Resonanzstellen vorliegen. Dann kann jedoch durch die Aktivierung von mehreren Glättungsfiltern (mit PT2-Charakteristik) die gewünschte Verbesserung der Regelgüte erzielt werden.

Dazu werden die 4 Elemente im Parameter **P-0-1120, Geschw.-Regelkreisfilter: Filtertyp** jeweils auf den Wert "1" bzw. "0" gesetzt (siehe Parameterbeschreibung P-0-1120).

Anstelle des Sperrfilters werden im Regelkreis Glättungsfilter aktiviert, deren Glättungszeitkonstanten (T_{gl}) im Parameter **P-0-1121, Geschw.-Regelkreisfilter: Grenzfrequenz Tiefpass** enthalten sind.

Zusammen mit dem PT1-Filter (**P-0-0004, Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante**) am Eingang des Geschwindigkeitsreglers erhält man eine Filtercharakteristik mit einem PT_N-Verhalten. Frequenzen größer der Grenzfrequenz ($f_g = 1/2\pi Tgl$) werden wesentlich stärker unterdrückt und können den Regelkreis nicht mehr zum Schwingen anregen.

Für die Filterwirkung gilt:

- **P-0-0004, Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante**
  → Dämpfung von 20 dB/Dekade
- **P-0-1121, Geschw.-Regelkreisfilter: Grenzfrequenz Tiefpass**
  → Dämpfung von jeweils 40 dB/Dekade

In Summe ergibt sich bei Aktivierung aller Tiefpassfilter eine maximale Dämpfung von 180 dB/Dekade. Dies entspricht einem sehr hohen Filtergrad.

Hinweis: Bei der Verwendung der Glättungsfilter ist zu berücksichtigen, dass jedes Filter auch eine Phasendrehung im Regelkreis verursacht und sich damit negativ auf die Phasenreserve im Regelkreis auswirkt (→ Regelkreisstabilität).
Deshalb gilt hier:
"Filtern so wenig wie möglich, aber so viel wie erforderlich!"

Abb. 6-48: Frequenzgang eines PT1- und PT2-Filters

Inbetriebnahmehinweise

Vorbereitungen zur Einstellung des Geschwindigkeitsreglers

Um die Einstellung des Geschwindigkeitsreglers durchführen zu können, sind eine Reihe von Vorbereitungen zu treffen:

- Die Maschinenmechanik muss in ihrer endgültigen Ausführung aufgebaut sein, um Originalverhältnisse bei der Parameterbestimmung zu haben.
- Das Antriebsregelgerät muss vorschriftsgemäß angeschlossen sein.
- Die Funktionstüchtigkeit der Sicherheits-Endschalter (falls vorhanden) muss überprüft sein.
- Im Antrieb muss die Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" angewählt sein.

Starteinstellungen

Zur Parametrierung des Reglers muss die Starteinstellung wie folgt vorgenommen werden:

- **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung**
  = Standardwert des angeschlossenen Motors
- **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit** = 0 ms
  → kein I-Anteil
- **P-0-0004, Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante** = Minimalwert
  → Filter ist abgeschaltet
  - P-0-0004 = 125 µs (Advanced: P-0-0556, Bit 2 = 1)
  - P-0-0004 = 250 µs (Basic: P-0-0556, Bit 2 = 0)
- **P-0-1120, Geschw.-Regelkreisfilter: Filtertyp** = [0 0 0 0]
  → deaktiviert

Hinweis: Bei der Ermittlung der Geschwindigkeitsregler-Parameter darf keine Kompensation des Reibmomentes oder Umkehrspiels aktiv sein, da diese das Regelverhalten beeinflusst.

Bestimmung der kritischen Proportionalverstärkung

Zur Ermittlung der "kritischen Proportionalverstärkung" ist wie folgt vorzugehen:

1. Antrieb nach dem Zuschalten der Reglerfreigabe mit kleiner Geschwindigkeit bewegen lassen:
   - Linear-Motor → 1000 … 2000 mm/min
   - Rotativer Motor → 10 … 20 Upm
2. Wert im Parameter **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung** solange erhöhen, bis instabiles Verhalten (Dauerschwingung) auftritt.
3. Frequenz der Schwingung durch Oszilloskopieren der Istgeschwindigkeit erfassen (siehe auch "Analoge Ausgänge" oder "Oszilloskopfunktion"). Wenn die Frequenz der Schwingung wesentlich höher als 500 Hz ist, den Wert im Parameter **P-0-0004, Glättungszeitkonstante** solange erhöhen, bis die Schwingung abklingt. Danach ist der Wert im Parameter **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung** weiter zu erhöhen, bis erneut eine Oszillation (Instabilität) auftritt.
4. Parameter **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung** solange reduzieren, bis die Dauerschwingung selbsttätig abklingt.
   Der so gefundene Wert ist die sog. "kritische Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung".

Hinweis: Durch Verwendung der Filterkaskade (P-0-1120, P-0-1121, P-0-1122, P-0-1123 kann eine PT4–Filterung aktiviert werden.

Ermittlung der kritischen Nachstellzeit

Zur Ermittlung der "kritischen Nachstellzeit" ist wie folgt vorzugehen:

1. Einstellen des Parameters **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung** = 0,5 * "Kritische Proportionalverstärkung"
2. Wert im Parameter **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit** solange reduzieren, beginnend beim Maximalwert, bis instabiles Verhalten (Dauerschwingung) auftritt.
3. Wert im Parameter **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit** solange erhöhen bis Dauerschwingung selbsttätig abklingt.
   Der so gefundene Wert entspricht der "kritischen Nachstellzeit". Übliche Werte liegen hier im Bereich von 5 bis 20 ms!

Merkmale der Reglereinstellung

Aus den ermittelten kritischen Werten (siehe oben) lässt sich eine Reglereinstellung ableiten, die folgende Merkmale besitzt:

- Unabhängigkeit gegenüber Veränderungen an der Achse, da ausreichender Abstand zur Stabilitätsgrenze
- Sichere Reproduzierbarkeit der Eigenschaften in Serienmaschinen

In der folgenden Tabelle sind einige der häufigsten Anwendungsarten und die entsprechende Ausprägung der Regelkreiseinstellung dargestellt.

Anwendungsart	Drehzahlregler-Proportionalverstärkung	Drehzahlregler-Nachstellzeit	Bemerkung
Vorschubachse an Standard-Werkzeug maschine	$K_p = 0{,}5 \times K_{pkrit}$	$T_n = 2 \times T_{nkrit}$	gute Laststeifigkeit und gutes Führungsverhalten
Vorschubachse an Perforiermaschine oder Nibbelmaschine	$K_p = 0{,}8 \times K_{pkrit}$	$T_n = 0$	hohe Proportionalverstärkung; kein I-Anteil, um kurze Einschwingzeiten zu erreichen
Vorschubantrieb an mitlaufenden Trenn-einrichtungen	$K_p = 0{,}5 \times K_{pkrit}$	$T_n = 0$	relativ undynamische Reglereinstellung ohne I-Anteil, um Verspannungen des zu trennenden Gutes mit der Trenneinrichtung zu vermeiden

Abb. 6-49: Merkmale der Reglereinstellungen

Parametrierung der Bandsperren

Die Parametrierung der Bandsperren erfolgt über die nachfolgenden Parameter:

- **P-0-1120, Geschw.-Regelkreisfilter: Filtertyp**
- **P-0-1121, Geschw.-Regelkreisfilter: Grenzfrequenz Tiefpass**
- **P-0-1122, Geschw.-Regelkreisfilter: Bandbreite Bandsperre**
- **P-0-1123, Geschw.-Regelkreisfilter: Mittenfrequenz Bandsperre**

Jeder dieser Parameter hat jeweils 4 Elemente, wodurch sich folgende Zuordnung der relevanten Filtereinstellungen ergibt:

- **Bandsperre1:** P-0-1120 [**0**], P-0-1122 [**0**], P-0-1123 [**0**]
- **Bandsperre2:** P-0-1120 [**1**], P-0-1122 [**1**], P-0-1123 [**1**]
- **Bandsperre3:** P-0-1120 [**2**], P-0-1122 [**2**], P-0-1123 [**2**]
- **Bandsperre4:** P-0-1120 [**3**], P-0-1122 [**3**], P-0-1123 [**3**]

Voreinstellung

Zur Einstellung des Bandfilters wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

1. Sperrfilter zunächst inaktiv setzen.
2. In Parameter **P-0-1120, Geschw.-Regelkreisfilter: Filtertyp** folgende Werte eintragen.

   - P-0-1120 [**0**] = 0 → Filter 1 ist abgeschaltet
   - P-0-1120 [**1**] = 0 → Filter 2 ist abgeschaltet
   - P-0-1120 [**2**] = 0 → Filter 3 ist abgeschaltet
   - P-0-1120 [**3**] = 0 → Filter 4 ist abgeschaltet

Resonanzfrequenz feststellen

Zur Feststellung der Resonanzfrequenz wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

1. Die Oszilloskopfunktion des Antriebs benutzen, um den Geschwindigkeitsistwert anzuzeigen. Dieser kann durch eine Fast-Fourier-Transformation (FFT) des Frequenzgangs direkt abgelesen werden. Hierfür ist die Verwendung des Inbetriebnahmetools "IndraWorks D" erforderlich.
2. Im Reversierbetrieb den Wert im Parameter **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler Proportionalverstärkung** solange erhöhen, bis sich eine ausgeprägte Schwingung zeigt (Resonanz-schwingung).

3. Den Zeitverlauf der Schwingung mit der Oszilloskopfunktion (alternativ mit externem Oszilloskop) aufzeichnen und auf deutlich hervortretende Frequenzen hin analysieren. Bei Verwendung der internen Oszilloskopfunktion kann mit Hilfe der Frequenzdarstellung die Resonanzfrequenz direkt über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" abgelesen werden.

Ausgangszustand des Regelverhaltens feststellen

4. Die Reglerfreigabe setzen und den Geschwindigkeitsregelkreis bei inaktivem Sperrfilter optimieren.
5. Die Sprungantwort des Geschwindigkeitsistwertes und des drehmoment-/kraftbildenden Sollstromes bei kleinem Geschwindkeits-Sollwertsprung aufzeichnen. Der drehmoment-bildende Sollstrom darf hierbei **nicht** in die Begrenzung gehen!

Sperrfilter zuschalten und auf Wirkung prüfen

6. In Parameter **P-0-1123, Geschw.-Regelkreisfilter: Mittenfrequenz Bandsperre** die am deutlichsten hervorgetretene Frequenz in Hz eintragen.
   In Parameter **P-0-1122, Geschw.-Regelkreisfilter: Bandbreite Bandsperre** eine Mindest-Bandbreite eintragen (z. B. 25 Hz).
   → Vorhergehende Sprungantwort erneut aufzeichnen.

Falls die Sprungantwort geringeres Überschwingen und kürzere Schwingungsdauer aufweist:

7. Prüfen, ob bei Steigerung des Wertes im Parameter **P-0-1122, Geschw.-Regelkreisfilter: Bandbreite Bandsperre** eine weitere Verbesserung eintritt, oder bei Änderung des Wertes im Parameter **P-0-1123, Geschw.-Regelkreisfilter: Mittenfrequenz Bandsperre** eine weitere Verbesserung eintritt.

Falls die Sprungantwort gleiches Verhalten zeigt:

8. Prüfung der ermittelten Resonanzfrequenz; ggf. den Wert im Parameter **P-0-1122, Geschw.-Regelkreisfilter: Bandbreite Bandsperre** deutlich vergrößern.

Sperrfilter bzw. Geschwindigkeitsregler optimieren

9. Mit den voroptimierten Werten in den Parametern **P-0-1122, Geschw.-Regelkreisfilter: Bandbreite Bandsperre** und **P-0-1123, Geschw.-Regelkreisfilter: Mittenfrequenz Bandsperre** erneut den Geschwindigkeitsregler optimieren.
10. Eventuell einen weiteren Optimierungsdurchlauf für die Parameter P-0-1122 und P-0-1123 aufgrund der jetzt evtl. auftretenden hochfrequenten bzw. schwächer gedämpften Resonanzstellen durchführen.

Diagnosen und Statusmeldungen

Geschwindigkeits-Regelabweichung

Aus dem wirksamen Geschwindigkeits-Sollwert (P-0-0048) und dem aktuellen Geschwindigkeits-Istwert (S-0-0040) wird durch Subtraktion die Geschwindigkeits-Regelabweichung (S-0-0347) gebildet.

Beschleunigungsmoment/-kraft

Aus dem (durch die automatischen Regelkreiseinstellung ermittelten) Gesamträgheitsmoment und dem Wert im Parameter **S-0-0164, Beschleunigungsistwert 1** wird das Beschleunigungsmoment ermittelt. Es wird im Parameter **P-0-0451, Beschleunigungsmoment/Kraft Istwert** angezeigt.

Prozessmoment/-kraft

Aus dem aktuellen Gesamtmoment im Parameter **S-0-0084, Drehmoment-/Kraft-Istwert** und dem ermittelten **P-0-0451, Beschleunigungsmoment/Kraft Istwert** wird das aktuelle Prozessmoment ermittelt. Dieses wird im Parameter **P-0-0452, Prozessmoment/Kraft Istwert** angezeigt.

Stromsollwertbegrenzung (E8260)

Das Ausgangssignal des Geschwindigkeitsreglers wird auf ein maximales und ein minimales Moment begrenzt. Es ist ein Moment-/Kraft-Sollwert, der bereits den additiven Anteil für die Reibmomentkompensation beinhaltet.

Dieser Momentsollwert wird mit den Parametern S-0-0082, S-0-0083 und S-0-0092 begrenzt. Am Ausgang der Begrenzung kann der wirksame Momenten-/Kraft-Sollwert (P-0-0049) abgelesen werden.

Hinweis: Ist die Begrenzung aktiv, wird die entsprechende Warnung **E8260 Moment-/Kraft-Sollwertbegrenzung aktiv** generiert und das zugehörige Bit (positive/negative Begrenzung) im Parameter **P-0-0555, Regler-Statuswort** gesetzt.

Fehler im Drehzahlregelkreis (F8078)

Die ordnungsgemäße Funktion des Geschwindigkeitsreglers wird im Antrieb überwacht, um den sog. "Runaway-Effekt" (Durchgehen der Achse) zu verhindern. Mögliche Fehlerursachen sind:

- Falscher Kommutierungswinkel
- Vertauschter Motoranschluss

Im Fehlerfall wird der Antrieb sofort momentenfrei geschaltet und die Fehlermeldung **F8078 Fehler im Drehzahlregelkreis** generiert.

Siehe auch Diagnosebeschreibung "F8078 Fehler im Drehzahlregelkreis"

Lageregler (mit zugehörigen Vorsteuerungsfunktionen)

Kurzbeschreibung

Die folgende Beschreibung beschränkt sich auf den Lageregler mit den entsprechenden Vorsteuermöglichkeiten (Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvorsteuerung).

Hinweis: Die Beschreibung der Verarbeitung des Lagesollwertes erfolgt im Abschnitt "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe" im Kapitel "Betriebsarten".

Merkmale

Der Lageregler ist ein reiner Proportionalregler. Die P-Verstärkung kann über den Parameter **S-0-0104, Lageregler Kv-Faktor** eingestellt werden.

- Eine Minimierung des Schleppfehlers wird erreicht durch:
  - variable Geschwindigkeitsvorsteuerung (vgl. P-0-0040) und
  - variable Beschleunigungsvorsteuerung (vgl. S-0-0348) inkl. Glättungsfilter.
- Für den Lageregler wird, abhängig von der eingestellten Regelungsperformance, mit einer Zykluszeit von 250 µs (Advanced) oder 500 µs (Basic) gerechnet (vgl. P-0-0556, Bit 2).
- Schleppfehlerbehaftet oder schleppfehlerfrei, d.h. mit Geschwindigkeitsvorsteuerung
- Modellüberwachung für den Schleppfehler (siehe auch F2028)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0032, Hauptbetriebsart**
  (Bit 3 = 1 → Aktivierung des schleppfehlerfreien Betriebes)
- **S-0-0104, Lageregler Kv-Faktor**
- **S-0-0189, Schleppabstand**
- **S-0-0348, Verstärkung Beschleunigungsvorsteuerung**
- **P-0-0040, Bewertung Geschwindigkeitsvorsteuerung**
- **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**

Parameter für Sollwertverarbeitung/Filterung:

- **P-0-0042, Lagesollwert-Mittelwertfilterordnung aktuell**
- **P-0-0099, Lagesollwert-Glättungsfilter-Zeitkonstante**
- **P-0-0187, Lagesollwertverarbeitung, Modus**

Beteiligte Diagnosen

- **F2028 Exzessive Regelabweichung**
- **F2036 Exzessive Lageistwertdifferenz**
- **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz**

Funktionsbeschreibung

Hinweis: Die Aktivierung des schleppfehlerfreien Betriebes bewirkt, dass eine aus dem Lagesollwert ermittelte Vorsteuergröße (Geschwindigkeitssollwert) additiv zum Geschwindigkeitssollwert am Lagereglerausgang aufgeschaltet wird.

Geschwindigkeitsvorsteuerung

Mit der Geschwindigkeitsvorsteuerung ist es möglich, den Schleppfehler bei konstanter Geschwindigkeit auf ein Minimum (ideal = 0) zu reduzieren.

Beschleunigungsvorsteuerung

Um auch während des Beschleunigungsvorganges eine Reduzierung des Schleppfehlers zu erreichen, ist die Aktivierung der Beschleunigungsvorsteuerung (vgl. S-0-0348) vorzunehmen. Für eine optimale Parametrierung der Beschleunigungsvorsteuerung sind im Parameter S-0-0348 folgende Werte einzutragen:

- Linear-Motor → Gesamtmasse (Motor + Last) in kg
- Rotativer Motor → Gesamtmassenträgheit (Motor + Last) in kgm^2

Hinweis: Der Eingabewert in den Parameter S-0-0348 ist abhängig von der jeweiligen Mechanik und vor Ort anzupassen!

Nachfolgende Grafik verdeutlicht nochmals die Wirkungsweise des jeweiligen Vorsteuerverfahrens.

Abb. 6-50: Wirkungsweise der Geschwindigkeits- und Beschleunigungs-vorsteuerung

Inbetriebnahmehinweise

Die Kaskadenstruktur der Regler erfordert, dass die Optimierung des Lageregler erst erfolgt, nachdem alle unterlagerten Regelkreise (Geschwindigkeit und Strom) optimiert wurden, denn bei einer Kaskadenreglerstruktur limitiert die Dynamik der unterlagerten Regelkreise die Dynamik der darüberliegenden Regelkreise.

Bestimmung des kritischen Lageregler-Kv-Faktors

Zur Ermittlung des kritischen Lageregler-Kv-Faktors ist folgendermaßen vorzugehen:

1. Antrieb nach dem Zuschalten der Reglerfreigabe mit kleiner Geschwindigkeit in Lageregelung bewegen lassen:
   - Linear-Motor → 1000 … 2000 mm/min
   - Rotativer Motor → 10 … 20 Upm
2. Parameter S-0-0104, Lageregler Kv-Faktor solange erhöhen, bis instabiles Verhalten (Dauerschwingung) auftritt.
3. Parameter **S-0-0104, Lageregler Kv-Faktor** solange reduzieren, bis die Dauerschwingung selbsttätig abklingt.
   Der so gefundene Wert ist der sog. "kritische Lageregler-Kv-Faktor".

Merkmale der Reglereinstellung

Aus dem ermittelten kritischen Kv-Faktor (siehe oben) lässt sich eine Reglereinstellung ableiten, die folgende Merkmale besitzt:

- Unabhängigkeit gegenüber Veränderungen an der Achse, da ausreichender Abstand zur Stabilitätsgrenze
- sichere Reproduzierbarkeit der Eigenschaften in Serienmaschinen

Die Kontrolle des Lagereglers erfolgt üblicherweise durch die Betrachtung und Optimierung des Schleppfehlers. Folgende unterschiedliche Maschinen- und Anwendungstypen sind hierbei zu unterscheiden:

- **High-End-Werkzeugmaschinen** (z.B. Schleifmaschinen)
  → Optimierung hinsichtlich eines minimalen Schleppfehlerverlaufes durch möglichst hohe Kv-Faktoren
- **Standard-Positionierachsen** (z.B. Pressentransfer)
  → Eine Optimierung hinsichtlich eines minimalen Schleppfehlerverlaufes ist nicht erforderlich, sondern es kommt auf eine möglichst sanfte, ruckfreie Positionierung an. Dies wird u.a. durch relativ niedrige Kv-Faktoren erzielt, die wiederum zu sehr stabilen Reglereinstellungen führen.

Diagnosen und Statusmeldungen

Aus Lage-Sollwert (S-0-0047) und additivem Lage-Sollwert (S-0-0048) entsteht der resultierende Lage-Sollwert, der über den nachgeschalteten Lagesollwertfilter zunächst geglättet und dann feininterpoliert wird. Gegebenenfalls wird der Wert auf den bipolaren Geschwindigkeits-Grenzwert (S-0-0091) reduziert. Resultat der Begrenzung ist der wirksame Geschwindigkeits-Sollwert (P-0-0048).

Die vom Master vorgegebenen Lagesollwerte werden im Antrieb hinsichtlich folgender Grenzwerte überwacht:

F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz

- Die **Lagesollwertdifferenz** der ankommenden Lagesollwerte innerhalb eines SERCOS-Zyklus muss kleiner als der Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar (S-0-0091) sein. Ist diese Lagesollwertdifferenz zweier aufeinanderfolgender Lagesollwerte größer als der Wert im Parameter S-0-0091, wird die Fehlermeldung **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz** generiert und der exzessive Lage-Sollwert im Parameter **P-0-0010, Exzessiver Lagesollwert** abgelegt. Der letzte gültige Lage-Sollwert wird im Parameter **P-0-0011, Letzter gültiger Lagesollwert** gespeichert. Bei eingestellter Moduloverarbeitung der Lagedaten ist die Interpretation der Sollwerte zusätzlich vom Wert im Parameter **S-0-0393, Sollwertmodus** im Moduloformat abhängig. Der Parameter sollte auf "Kürzester Weg" (Wert "0") eingestellt sein.

F2028 Exzessive Regelabweichung

- Die Abweichung des Lageistwertes vom Lagesollwert wird überwacht durch Vergleich eines intern im Antrieb berechneten "Modell-Lageistwertes" mit dem tatsächlichen Lageistwert (= **Schleppfehlerüberwachung**). Überschreitet die Differenz von theoretischem und tatsächlichem Lageistwert den Wert des Parameters **S-0-0159, Überwachungsfenster** dauerhaft, so kann der Antrieb offenbar dem vorgegebenen Sollwert nicht folgen und die Fehlermeldung **F2028 Exzessive Regelabweichung** wird generiert.

F2036 Exzessive Lageistwertdifferenz

- Bei gleichzeitiger Verwendung von 2 Mess-Systemen (1 Motorgeber und evtl. externes Längenmess-System) werden im zyklischen Betrieb (Phase 4) Lageistwert 1 und Lageistwert 2 auf eine im Parameter **S-0-0391, Überwachungsfenster Geber 2** angegebene, maximal zulässige Lageistwert-Differenz hin überwacht. Ist der Betrag der Differenz größer als der Wert des Überwachungsfensters, wird die Fehlermeldung **F2036 Exzessive Lageistwertdifferenz** generiert.

Begrenzung des Geschwindigkeitssollwertes

- Der Ausgang des Lagereglers (P-0-0048) wird auf einen maximalen Geschwindigkeitsbetrag begrenzt. Das Ausgangsignal des Lagereglers ist ein Geschwindigkeitssollwert, welcher bereits den additiven Anteil für die Geschwindigkeitsvorsteuerung, zuzüglich eines evtl. vorgegebenen additiven Geschwindigkeitssollwertes (S-0-0037), beinhaltet. Somit wirkt die Begrenzung auf die Summe der unterschiedlichen Sollwerte.

6.5 Begrenzungen

Übersicht

Begrenzungen im Open-Loop-Betrieb (U/f-Betrieb)

Im Open-Loop-Betrieb sind zum Schutz des Gerätes oder Motors folgende parametrierbare Begrenzungen implementiert:

- Strom- und Momentenbegrenzung
  - Strombegrenzung
  - Drehmoment-/Kraftbegrenzung
  - Kippschutzregler zur Strombegrenzung
  - Strombegrenzungsregler
- Lagebegrenzung
  - Fahrbereichs-Grenzschalter
  - Software-Endschalter

Begrenzungen im Closed-Loop-Betrieb (geregelter Betrieb)

Im Closed-Loop-Betrieb sind zum Schutz des Gerätes oder Motors folgende parametrierbare Begrenzungen implementiert:

- Strom- und Momentenbegrenzung
  - Strombegrenzung
  - Drehmoment-/Kraftbegrenzung
- Geschwindigkeitsbegrenzung
- Lagebegrenzung
  - Fahrbereichs-Grenzschalter
  - Software-Endschalter

Strom- und Momentenbegrenzung (Open-Loop)

Kurzbeschreibung

Im Open-Loop-Betrieb stehen im Antrieb sowohl eine Strombegrenzung als auch eine Drehmoment-/Kraftbegrenzung zur Verfügung. Beide Begrenzungen wirken unabhängig voneinander.

Siehe Abschnitt "Strom- und Momentenbegrenzung (Closed-Loop)"

Weitere Möglichkeiten der Strom- und Momentenbegrenzung im Open-Loop-Betrieb:

- Begrenzung des verfügbaren Spitzenstromes bzw. Drehmoments durch dynamische Regelgeräte- und Motorschutzeinrichtung mit Strombegrenzungsreglern
- anwenderseitige Begrenzung des verfügbaren Drehmoments bzw. der verfügbaren Kraft über Kippschutzregler

S-0-0040: Geschwindigkeits-Istwert
P-0-0048: Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-0442: Istwert Drehmoment-Grenze positiv (stationär)
P-0-0443: Istwert Drehmoment-Grenze negativ (stationär)
P-0-4046: Wirksamer Spitzenstrom

Abb. 6-51: Prinzip der Strom- und Momenten-Begrenzung (Open-Loop)

Funktionsweise von Kippstromregler und Strom-begrenzungsregler

Siehe "Funktionsbeschreibung: Kippschutzregler" im Abschnitt "Motorregelung: Spannungsgesteuerter Betrieb (Open-Loop)"

Siehe "Funktionsbeschreibung: Strombegrenzungsregler" im Abschnitt "Motorregelung: Spannungsgesteuerter Betrieb (Open-Loop)"

Strom- und Momentenbegrenzung (Closed-Loop)

Kurzbeschreibung

Im Closed-Loop-Betrieb stehen im Antrieb sowohl eine Strombegrenzung als auch eine Drehmoment-/Kraftbegrenzung zur Verfügung. Beide Begrenzungen wirken unabhängig voneinander.

P-0-0051: Drehmoment/Kraft-Konstante

Abb. 6-52: Prinzip der Strom- und Momentenbegrenzungen (Closed-Loop)

Merkmale

- Getrennte Begrenzung von Strom und Drehmoment/Kraft (Entkopplung über P-0-0051, Drehmoment/Kraft-Konstante)
- Unipolare Grenzen für Drehmoment/Kraft (S-0-0082, S-0-0083)
- Absolute Strombegrenzung durch den Minimalwert von S-0-0110, Spitzenstrom Verstärker und S-0-0109, Spitzenstrom Motor
- Dynamische Strombegrenzung:
  - bei Strömen oberhalb 1,15-fachem Motorstillstandsstrom
  - auf Grundlage des Verstärker-Temperaturmodells (E8057/E2061)
  - Kippschutz bei Asynchronmotoren
- Anzeigeparameter **P-0-0440, Ausgangs-Stromistwert (Betrag)**
- Eigenes Statuswort für Drehmoment-/Strombegrenzung (P-0-0445)
- Anzeige des resultierenden Begrenzungen in:
  - **P-0-0444, Istwert Spitzen-Drehmoment-Grenze**
  - **P-0-4046, Wirksamer Spitzenstrom**
  - **P-0-4045, Maximal möglicher Dauerstrom** (abhängig von PWM-Frequenz und Verstärkertyp)
- Anzeige der aktuellen Sollwerte in:
  - **P-0-0049, Wirksamer Momenten-/Kraft-Sollwert**
  - **P-0-0038, Drehmomentbildender Strom, Sollwert**
- "Stromistwert gesamt" als Parameter
- Anzeige des Prozessmomentes

Beteiligte Parameter

- **S-0-0082, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert positiv**
- **S-0-0083, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert negativ**
- **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**

- **S-0-0109, Spitzenstrom Motor**
- **S-0-0110, Spitzenstrom Verstärker**
- **S-0-0111, Stillstandsstrom Motor**
- **S-0-0112, Nennstrom Verstärker**
- **S-0-0384, Verstärker Temperatur**
- **P-0-0001, Schaltfrequenz der Leistungsendstufe**
- **P-0-0038, Drehmomentbildender Strom, Sollwert**
- **P-0-0049, Wirksamer Momenten-/Kraft-Sollwert**
- **P-0-0051, Drehmoment/Kraft-Konstante**
- **P-0-0109, Spitzendrehmoment-/-Kraft-Begrenzung**
- **P-0-0141, Thermische Regelgeräte-Auslastung**
- **P-0-0440, Ausgangs-Stromistwert (Betrag)**
- **P-0-0441, Überlastwarnung**
- **P-0-0442, Istwert Drehmoment-Grenze positiv (stationär)**
- **P-0-0443, Istwert Drehmoment-Grenze negativ (stationär)**
- **P-0-0444, Istwert Spitzen-Drehmoment-Grenze**
- **P-0-0445, Statuswort Drehmoment/Strom-Begrenzung**
- **P-0-0640, Kühlart**
- **P-0-4034, Thermische Zeitkonstante Wicklung**
- **P-0-4035, Thermische Zeitkonstante Motor**
- **P-0-4037, Thermische Kurzzeitüberlast der Wicklung**
- **P-0-4045, Maximal möglicher Dauerstrom**
- **P-0-4046, Wirksamer Spitzenstrom**
- **P-0-4058, Verstärker-Kenndaten**
- **P-0-4059, Elektrische Kenndaten Leistungsteil**

Beteiligte Diagnosen

- **E2050 Geräteübertemp.-Vorwarnung**
- **E2051 Motor Übertemp.-Vorwarnung**
- **E2056 Momenten-Grenzwert = 0**
- **E2061 Vorwarnung Geräteüberlast**
- **E8055 Motor-Überlast, Strombegrenzung aktiv**
- **E8057 Geräteüberlast, Strombegrenzung aktiv**
- **F2018 Geräteübertemperatur-Abschaltung**
- **F2019 Motor-Übertemperatur-Abschaltung**
- **F2021 Motor-Temp.überwachung defekt**
- **F2022 Gerätetemp.überwachung defekt**

Drehmoment-/Kraftbegrenzung

Die Drehmoment-/Kraftbegrenzung ist durch den Anwender frei parametrierbar und bietet bipolare und unipolare Begrenzungen.

Parameter für bipolare Begrenzungen:

- **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**
- **P-0-0109, Spitzendrehmoment-/-Kraft-Begrenzung**

Parameter für unipolare Begrenzungen:

- **S-0-0082, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert positiv**
- **S-0-0083, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert negativ**

Nachfolgende Grafik zeigt das Funktionsprinzip:

Abb. 6-53: Prinzip der Drehmoment-/Kraftbegrenzung

Eigenschaften

Die grundsätzlichen Eigenschaften der Drehmoment-/Kraftbegrenzung:

- Es wirkt immer der kleinste Wert der in S-0-0082, S-0-0083, S-0-0092 oder P-0-0109 eingetragenen Drehmoment-/Kraftgrenzwerte.
- Der letztendlich wirksame Drehmoment-/Kraftgrenzwert am Ausgang der Begrenzung wird im Parameter **P-0-0444, Istwert Spitzen-Drehmoment-Grenze** angezeigt.

Strombegrenzung

Hinweis: Die Strombegrenzung ist nicht durch den Anwender parametrierbar, sondern wird vom Antrieb automatisch zum Schutz des Motors und des Verstärkers konfiguriert.

Es werden grundsätzlich folgende Prinzipien der Strombegrenzung unterschieden:

- **Absolute Strombegrenzung** (abhängig von den maximal möglichen Spitzen- und Dauerströmen des Motors und des Antriebsreglers)
- **Dynamische Spitzenstrombegrenzung** (auslastungsabhängig, realisiert durch Motor- und Verstärker-Temperaturmodell)

Absolute Strombegrenzung

Berechnung der Maximalwerte für den Dauer- und Spitzenstrom:

Abb. 6-54: Bildung der Maximalwerte für Dauer- und Spitzenstrom

P-0-4045, Maximal möglicher Dauerstrom

Der maximal möglicher Dauerstrom (P-0-4045) kann den 1,15-fachen Wert des Motorstillstandsstroms annehmen. Demzufolge können die Motoren theoretisch auf Dauer mit dem 1,15-fachen Stillstandsstrom betrieben werden, falls der Dauerstrom des Regelgerätes (Leistungsteil) dies zulässt.

Hinweis: Der Überlastschutz im Spitzenlast- und Kurzzeitbetrieb (KB) erfolgt über das Temperaturmodell des Motors und zusätzlich über den im Motor enthaltenen Temperatursensor.

P-0-4046, Wirksamer Spitzenstrom

Der wirksame Spitzenstrom (P-0-4046) unterliegt, je nach thermischer Auslastung des Motors bzw. Antriebsreglers, einer dynamischen Strombegrenzung. Der theoretisch maximale Wert für **P-0-4046, Wirksamer Spitzenstrom** ergibt sich aus dem Minimum von S-0-0109 und S-0-0110 (siehe Abb. "Bildung der Maximalwerte für Dauer- und Spitzenstrom").

Dynamische Spitzenstrombegrenzung

Bei dynamischer Spitzenstrombegrenzung wird aufgrund der Einflussfaktoren nach 2 Typen unterschieden:

- **Verstärkerstrom-Begrenzung**
  Sie dient zum Schutz des Antriebsregelgerätes. Im Regelgerät ist dazu ein Verstärker-Temperaturmodell auf Grundlage der Verstärker-Kenndaten hinterlegt.

Hinweis: Die Verstärker-Kenndaten werden werkseitig festgelegt und sind im Parameter P-0-4058 auf dem Leistungsteil gespeichert.

- **Motorstrom-Begrenzung**
  Sie dient zum Schutz des Motors bei Spitzenlast- und Kurzzeit-Überlastbetrieb. Im Regelgerät ist dazu ein Motor-Temperaturmodell auf Grundlage der Motorstromdaten hinterlegt.

Abb. 6-55: Bildung des dynamischen Spitzenstrom-Grenzwertes (Temperaturmodell)

Eigenschaften

Die grundsätzlichen Eigenschaften der dynamischen Strombegrenzung:

- Es wirkt immer der kleinste Wert der sich aus der Motorstrom- bzw. Verstärkerstrombegrenzung ergibt.
- Der maximal mögliche Dauerstrom wird in P-0-4045, der wirksame Spitzenstrom in P-0-4046 angezeigt.
- Der aktuelle Sollstrom nach der Begrenzung wird im Parameter P-0-0038 angezeigt.

Maximaler Spitzenstrom

Bei ausreichend dimensioniertem Antriebsregler kann der wirksame Spitzenstrom (P-0-4046) maximal den Spitzenstrom des Motors (S-0-0109) erreichen, da dessen Wert die obere Grenze für das Motor-Temperaturmodell ist.

Maximale Zeitdauer für den Spitzenstrom

Der maximal mögliche Spitzenstrom kann für die Zeit t_1 (siehe Abb. "Zeitverhalten des wirksamen Spitzenstromes") zur Verfügung gestellt werden (z.B. max. 400 ms bei 4kHz-Schaltfrequenz).

Hinweis: Je nach Lastzyklus bzw. bei höherer Schaltfrequenz und der damit verbundenen thermischen Belastung verringert sich die Zeit t_1.

Zeitliche Abhängigkeit des wirksamen Spitzenstromes

Falls der Spitzenstrom einen längeren Zeitraum als t_1 gefordert wird, reduziert sich der Wert von **P-0-4046, Wirksamer Spitzenstrom** entsprechend, im Extremfall bis auf den in **P-0-4045, Maximal möglicher Dauerstrom** vorgegebenen Wert.

S-0-0109: Spitzenstrom Motor
S-0-0110: Spitzenstrom Verstärker
S-0-0111: Stillstandsstrom Motor
P-0-4045: Maximal möglicher Dauerstrom
P-0-4046: Wirksamer Spitzenstrom
t_1: Max. Zeitdauer, nach der das Motortemperaturmodell auf den max. KB-Strom reduziert
t_2: Max. Zeitdauer, nach der das Motortemperatumodell auf den max. Dauerstrom reduziert
KB: Kurzzeitbetrieb
Kühlartfaktor: abhängig von der Art der Kühlung und der daraus resultierenden Einstellung von **P-0-0640, Kühlart** (siehe auch Parameterbeschreibung):
1,0…bei Standardkühlung (2AD, ADF, MAD, MAF, MBT, MBS, LSF, MLF, unbelüftete MHD, MSK, MKD, MKE)
1,5…bei Belüftung (nur MHD, MSK, MKD, MKE)
1,9…bei Flüssigkeitskühlung (nur MHD, MSK, MKD, MKE)

Abb. 6-56: Zeitverhalten des wirksamen Spitzenstromes (bei voller Motorlast, wenn das Motortemperaturmodell die wirksame Begrenzung ist)

$$t_1 = -\ln\left[1-\left(\frac{(P-0-4037)*(S-0-0111)}{I_{Last1}}\right)^2\right]*(P-0-4034)$$

$$t_2 = -\ln\left[1-\left(\frac{1{,}15*Kühlartfaktor*(S-0-0111)}{I_{Last2}}\right)^2\right]*\frac{(P-0-4035)}{Kühlartfaktor}$$

t_1: Max. Zeitdauer, nach der das Motortemperaturmodell auf den max. KB-Strom reduziert
t_2: Max. Zeitdauer, nach der das Motortemperatumodell auf den max. Dauerstrom reduziert
I_{Last1}: Angenommener Laststrom (> max. KB-Strom)
I_{Last2}: Angenommener Laststrom (max. Dauerstrom < I_{Lasr2} < max. KB-Strom)
S-0-0111: Stillstandsstrom Motor
P-0-4034: Thermische Zeitkonstante Wicklung
P-0-4035: Thermische Zeitkonstante Motor
P-0-4037: Thermische Kurzzeitüberlast der Wicklung
Kühlartfaktor: abhängig von der Art der Kühlung und der daraus resultierenden Einstellung von **P-0-0640, Kühlart** (siehe auch Parameterbeschreibung):
1,0…bei Standardkühlung (2AD, ADF, MAD, MAF, MBT, MBS, LSF, MLF, unbelüftete MHD, MSK, MKD, MKE)
1,5…bei Belüftung (nur MHD, MSK, MKD, MKE)
1,9…bei Flüssigkeitskühlung (nur MHD, MSK, MKD, MKE)

Abb. 6-57: Berechungen der Zeitdauer für den wirksamen Spitzenstrom (s.o.)

Die dargestellte Zeitdauer t_1 ist abhängig von:

- der Motor-Regler Kombination
- der thermischen Vorbelastung des Antriebes
- dem Lastzyklus

Hinweis: Die physikalischen Daten von Motor-Regelgerät-Kombinationen sind über das Auswahldatenprogramm "DriveSelect" (Intranet) abrufbar.

Inbetriebnahmehinweise

Strombegrenzung

Die Strombegrenzung kann anwenderseitig nicht parametriert werden, da sich die Grenzwerte aus den zugrunde liegenden Verstärker- und Motordaten bzw. dem vorhandenen applikationsspezifischen Lastspiel ergeben.

Unipolare Drehmomentbegrenzung

Die Festlegung der bipolaren Drehmoment-/Kraftgrenzen erfolgt allgemein zum Schutz der Mechanik, da damit die erlaubte Beanspruchung der mechanischen Komponenten (z.B. Getriebe, Kupplung) definiert werden kann. Daher sind die einzutragenden Grenzwerte abhängig von der Achsmechanik.

Bipolare Drehmomentbegrenzung

In bestimmten Anwendungsfällen kann es jedoch erforderlich sein, dass prozessbedingt eine variable Drehmomentbegrenzung realisiert werden muss. Dies kann über **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar** erfolgen, da dieser Parameter zyklisch über den Bus übertragen bzw. einem Analogeingang zugewiesen werden kann.

Hinweis: Der Parameter **P-0-0109, Spitzendrehmoment-/-Kraft-Begrenzung** dient zur Festlegung des absoluten Limits und ist deshalb immer anhand der mechanischen Grenzen festzulegen.

Diagnose- und Statusmeldungen

Zu Diagnosezwecken ist der Zustand aller Teilbegrenzungen in einem Statuswort für Drehmoment-/Kraftbegrenzung und Strombegrenzung (siehe P-0-0445) abgebildet. Sobald ein Grenzwert erreicht ist, wird das zugehörige Bit gesetzt. Dadurch ist es möglich, sofort die begrenzende Stelle zu erkennen und evtl. falsch parametrierte Grenzen zu identifizieren.

Zum Schutz des Verstärkers bzw. Antriebsreglers und des Motors sind Überwachungen implementiert, die im Zusammenhang mit der Strom- und Momentenbegrenzung die nachfolgend aufgezählten Warnungen und Fehlermeldungen aktivieren können.

Warnungen

Allgemein:

- **E2056 Momenten-Grenzwert = 0**

Gerätespezifische Warnungen:

- **E2050 Geräteübertemp.-Vorwarnung**
- **E2061 Vorwarnung Geräteüberlast**
- **E8057 Geräteüberlast, Strombegrenzung aktiv**

Motorspezifische Warnungen:

- **E2051 Motor Übertemp.-Vorwarnung**
- **E8055 Motor-Überlast, Strombegrenzung aktiv**

Fehlermeldungen

Gerätespezifische Fehlermeldungen:

- **F2018 Geräteübertemperatur-Abschaltung**
- **F2022 Gerätetemp.überwachung defekt**

Motorspezifische Fehlermeldungen:

- **F2019 Motor-Übertemperatur-Abschaltung**
- **F2021 Motor-Temp.überwachung defekt**

Geschwindigkeitsbegrenzung

Kurzbeschreibung

Im Antrieb ist eine unipolare Geschwindigkeitsbegrenzung implementiert, die es erlaubt, den Geschwindigkeitssollwert auf eine frei definierbare und vom Betrag her unterschiedliche positive und negative Schwelle zu begrenzen.

Merkmale

- Unipolare Geschwindigkeitsgrenzwerte (S-0-0038, S-0-0039)
- Zyklisch konfigurierbarer, bipolarer Geschwindigkeitsgrenzwert (S-0-0091)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert**
- **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**
- **S-0-0038, Geschwindigkeits-Grenzwert positiv**
- **S-0-0039, Geschwindigkeits-Grenzwert negativ**
- **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**

Beteiligte Diagnosen

- **E2059 Geschwindigkeitssollwertbegrenzung aktiv**
- **E2063 Geschwindigkeitssollwert > Grenzwert**
- **F8079 Geschwindigkeits-Grenzwert überschritten**

Funktionsbeschreibung

Abb. 6-58: Funktionsprinzip der Geschwindigkeitsbegrenzung

Inbetriebnahmehinweise

Die **wirksame Grenze** für die maximal zulässige positive und negative Geschwindigkeit wird über die **Minimalwerte** der folgenden Parameter festgelegt:

- **Untere (negative) Grenze:**
  → ergibt sich aus dem Minimalwert von **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** und **S-0-0039, Geschwindigkeits-Grenzwert negativ**
- **Obere (positive) Grenze:**
  → ergibt sich aus dem Minimalwert von **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** und **S-0-0038, Geschwindigkeits-Grenzwert positiv**

Hinweis: Die Grenzen sind an die mechanischen Gegebenheiten anzupassen! Bei der Festlegung ist zu beachten, dass damit alle Geschwindigkeitssollwerte auf diesen Wert begrenzt werden.
Dies ist bei der Definition der Verfahrprofile (Zielposition, Geschwindigkeit und Beschleunigung) zu berücksichtigen, da sich ggf. ein unzulässiger Schleppfehler aufgrund der einsetzenden Begrenzung einstellen kann.

Hinweis: Der Default-Wert für die Parameter S-0-0038 und S-0-0039 ist "0". Diese beiden Parameter sind somit abgeschaltet. Es wirkt in diesem Fall nur **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**.

Diagnose- und Statusmeldungen

- **E2059 Geschwindigkeitssollwertbegrenzung aktiv**
  Ist der resultierende Geschwindigkeitssollwert in der Begrenzung, wird die Warnung E2059 angezeigt.
- **E2063 Geschwindigkeitssollwert > Grenzwert**
  Der Parameter **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert** wird auf die wirksame positive und negative Geschwindigkeitsgrenze begrenzt, wenn der Wert in S-0-0036 größer als diese ist. In diesem Fall wird die Warnung E2063 generiert.
- **F8079 Geschwindigkeits-Grenzwert überschritten**
  Der Wert des Parameters **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert** wird überwacht. Überschreitet er das 1,125fache der wirksamen positiven oder negativen Geschwindigkeitsgrenze, wird die Fehlermeldung F8079 generiert.

Lagebegrenzung/Fahrbereichs-Grenzschalter

Kurzbeschreibung

Zur Vermeidung von Unfällen und Maschinenschäden sind umfangreiche vorbeugende Sicherheitsmaßnahmen vorgesehen. Zu diesen Sicherheitsmaßnahmen gehört die Begrenzung des zulässigen Arbeitsfeldes (Verfahrbereichs) durch den Antrieb. Hierfür sind im Antrieb Lageüberwachungen und Lagebegrenzungen implementiert.

VORSICHT

Die Fahrbereichsüberwachung (Fahrbereichs-Grenzschalter oder Software-Endschalter) erfüllt nur die Anforderungen für den Maschinenschutz und ist nicht ausreichend für den Personenschutz!

Ausführungen der Fahrbereichsüberwachungen

Der Antrieb bietet zwei Möglichkeiten, eine Begrenzung des Arbeitsfeldes (Verfahrbereiches) festzulegen und zu überwachen:

- Überwachung von **Lagegrenzwerten (Software-Endschalter)**

  Überwachung der Motorposition auf Überschreitung eines der beiden Lagegrenzwerte (positiv/negativ → S-0-0049/S-0-0050) durch den referenzierten, d.h. auf den Maschinen-Nullpunkt bezogenen Lageistwert (S-0-0403)

- Überwachung von **Fahrbereichs-Grenzschaltern**

  Überwachung auf Betätigung eines der beiden Fahrbereichs-Grenzschalter (Limit+, Limit-), die an den digitalen Eingängen des Antriebes angeschlossen sind

Hinweis: Die Funktionalität der Fahrbereichs-Grenzschalter ist nur gewährleistet, wenn die entsprechenden digitalen Eingänge dafür konfiguriert sind!

Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebs-funktionen"

Merkmale Fahrbereichs-Grenzschalter

- Überwachung von 2 Fahrbereichs-Grenzschaltern (Limit+, Limit-) am Antrieb möglich
- Einstellbares Signalverhalten der Fahrbereichs-Grenzschalter (Öffner/Schließer)
- Aktivierung der Fahrbereichs-Grenzschalter über Parameter
- Reaktion (Fehler/Warnung) auf Fahrbereichsüberschreitung einstellbar
- Anzeige des Status der Fahrbereichs-Grenzschalter
- Überwachung der Sollwerte auf Gültigkeit bei aktiviertem Grenz-schalter
- Auswertung der Fahrbereichs-Grenzschalter bzw. Aufruf der Lagegrenzwert-Überwachung erfolgt im 2ms-Takt

Merkmale Lagegrenzwerte

- 2 parametrierbare Lagegrenzwerte ("Software-Endschalter"); nur bei referenzierter Achse funktionsfähig
- Reaktion (Warnung/Fehler) auf Überschreitung einstellbar
- Aktivierung der Lagegrenzwerte über Parameter
- Automatischer Bezug auf referenziertes Mess-System
- Überwachung der Sollwerte auf Gültigkeit bei Lagegrenzwert-Überschreitung

Beteiligte Parameter

- **S-0-0012, Zustandsklasse 2**
- **S-0-0049, Lage-Grenzwert positiv**
- **S-0-0050, Lage-Grenzwert negativ**
- **S-0-0055, Lage-Polaritäten**
- **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter**

- **S-0-0403, Status Lageistwerte**
- **P-0-0090, Fahrbereichsgrenzschalter-Parameter**
- **P-0-0222, Fahrbereichsgrenzschalter-Eingänge**

Beteiligte Diagnosen

- **E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs**
- **E8029 Lagegrenzwert positiv überschritten**
- **E8030 Lagegrenzwert negativ überschritten**
- **E8042 Beide Fahrbereichsendschalter betätigt**
- **E8043 Fahrbereichsendschalter positiv betätigt**
- **E8044 Fahrbereichsendschalter negativ betätigt**
- **F6029 Lagegrenzwert positiv überschritten**
- **F6030 Lagegrenzwert negativ überschritten**
- **F6042 Beide Fahrbereichsendschalter betätigt**
- **F6043 Fahrbereichsendschalter positiv betätigt**
- **F6044 Fahrbereichsendschalter negativ betätigt**

Fahrbereichs-Grenzschalter

Am Antrieb können 2 Fahrbereichs-Grenzschalter (Limit+, Limit-) angeschlossen und überwacht werden, welche an den digitalen Eingängen auf dem Steuerteil angeschlossen werden können.

Hinweis: Die Abfrage der Fahrbereichs-Grenzschalter-Eingänge erfolgt alle 2 ms, so dass frühestens ca. 3 ms nach dem Betätigen des Grenzschalters die zugewiesene Fehlerreaktion gestartet wird.

Aktivierung der Überwachung

Die Überwachung auf Überschreitung der Fahrbereichs-Grenzschalter wird erst durchgeführt, wenn die Überwachung über Bit 1 von **P-0-0090, Fahrbereichsgrenzschalter-Parameter** aktiviert wurde.

Reaktion auf Fahrbereichsüberschreitung

Die Reaktion des Antriebes auf eine Fahrbereichsüberschreitung kann über Bit 2 von **P-0-0090, Fahrbereichsgrenzschalter-Parameter** festgelegt werden.

Fahrbereichsüberschreitung als Fehler

Bei Eintrag von "0" in Bit 2 von P-0-0090 werden Fahrbereichsüberschreitungen als Fehler mit der Reaktion "Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung" behandelt.

Antriebsverhalten:

- Der Antrieb schaltet nach der Durchführung der Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung die interne Reglerfreigabe ab und ist somit momentenfrei.
- Der Kontakt "Betriebsbereit" öffnet.

Siehe auch "Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung" im Abschnitt "Fehlerreaktionen: Bestmögliche Stillsetzung" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Fahrbereichsüberschreitung als Warnung

Bei Eintrag von "1" in Bit 2 von P-0-0090 werden Fahrbereichsüberschreitungen als Warnungen mit der Reaktion "Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung" behandelt.

Antriebsverhalten:

- Der Antrieb schaltet die interne Reglerfreigabe nicht ab.
- Solange die Warnungsbedingung gegeben ist, d.h. der Grenzschalter noch betätigt ist, werden nur Sollwerte akzeptiert, die wieder in den erlaubten Bereich zurückführen. Die Überprüfung der Sollwerte ist abhängig von der aktiven Betriebsart (siehe "Inbetriebnahmehinweise").

Siehe auch "Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung" im Abschnitt "Fehlerreaktionen: Bestmögliche Stillsetzung" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Hinweis: Die Stillsetzung der Achse unter Verwendung einer Geschwindigkeits-Sollwertrampe ist nicht möglich! Die Stillsetzung erfolgt immer schnellstmöglich mit maximal zulässigem Drehmoment/Kraft.

Lagegrenzwerte (Software-Endschalter)

Parameter für Lagegrenzwerte

Zur Festlegung des Verfahrbereiches über Lagegrenzwerte stehen folgende Parameter zur Verfügung:

- **S-0-0049, Lage-Grenzwert positiv**
- **S-0-0050, Lage-Grenzwert negativ**

Hinweis: Die Überwachung der Lagegrenzwerte erfolgt alle 2 ms, so dass frühestens ca. 3 ms nach dem Überschreiten der Lagegrenze die zugehörige Fehlerreaktion gestartet wird!

Voraussetzungen für Aktivierung der Funktion

Voraussetzung für die Nutzung (Aktivierung) der Lagegrenzwert-Überwachung:

- Die Maßbezug des Antriebs muss hergestellt sein (d.h. das Gebersystem der aktiven Betriebsart muss in Referenz sein). Das Statusbit in **S-0-0403, Status Lageistwerte** ist dann "1".
- Die Überwachung der Lagegrenzwerte wurde im Parameter **S-0-0055, Lage-Polaritäten** aktiviert (Bit 4 = 1).

Bezugspunkt für die Lagegrenzwertüberwachung

Der Antrieb bezieht sich bei der Verwendung von 2 Mess-Systemen bei der Lagegrenzwertüberwachung automatisch auf das referenzierte Mess-System.

Hinweis: Falls bei der Verwendung von zwei Mess-Systemen beide in Referenz sind, wird der im Parameter S-0-0147 (Bit 3) ausgewählte Geber verwendet.

Überschreiten der Lagegrenzwerte

Ein Überschreitung der Lagegrenzwerte wird dann erkannt, wenn der Lageistwert der aktiven Betriebsart außerhalb des durch die Lagegrenzwerte aufgespannten Verfahrbereichs liegt.

Reaktion auf Lagegrenzwertüberschreitung

Die Reaktion des Antriebes auf eine Lagegrenzwertüberschreitung kann über Bit 2 von **P-0-0090, Fahrbereichsgrenzschalter-Parameter** festgelegt werden.

Lagegrenzwertüberschreitung als Fehler

Bei Eintrag von "0" in Bit 2 im Parameter P-0-0090 werden Lagegrenzwertüberschreitungen als Fehler mit der Reaktion "Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung" behandelt (siehe auch "Bestmögliche Stillsetzung: Drehzahlsollwert-Nullschaltung").

Antriebsverhalten:

- Der Antrieb schaltet nach der Durchführung der Drehzahlsollwert-Nullschaltung die interne Reglerfreigabe ab und ist somit momentenfrei.
- Der Kontakt "Betriebsbereit" öffnet.

Siehe auch "Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung" im Abschnitt "Fehlerreaktionen: Bestmögliche Stillsetzung" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Lagegrenzwertüberschreitung als Warnung

Bei Eintrag von "1" in Bit 2 von P-0-0090 werden Lagegrenzwertüberschreitungen als Warnung mit der Reaktion "Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung" behandelt.

Antriebsverhalten:

- Der Antrieb schaltet die interne Reglerfreigabe nicht ab.
- Solange die Warnungsbedingung gegeben ist, d.h. der Endschalter noch betätigt ist, werden nur Sollwerte akzeptiert, die wieder in den erlaubten Bereich zurückführen. Die Überprüfung der Sollwerte ist abhängig von der aktiven Betriebsart (siehe "Inbetriebnahmehinweise").

Siehe auch "Geschwindigkeitssollwert-Nullschaltung" im Abschnitt "Fehlerreaktionen: Bestmögliche Stillsetzung" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Hinweis: Die Stillsetzung der Achse unter Verwendung einer Geschwindigkeits-Sollwertrampe ist nicht möglich! Die Stillsetzung erfolgt immer schnellstmöglich mit maximal zulässigem Drehmoment/Kraft.

Verlassen des unzulässigen Verfahrbereiches

Nach Überschreitung des zulässigen Verfahrbereichs werden die Sollwerte auf ihre Gültigkeit überprüft und nur solche Sollwerte akzeptiert, die in den zulässigen Verfahrbereich hinein führen.

Hinweis: Auch im Fehlerfall noch ein Verfahren in den erlaubten Verfahrbereich hinein möglich!

Inbetriebnahmehinweise

Bei der Parametrierung der Lagegrenzwerte ist die Lage der Fahrbereichs-Grenzschalter zu berücksichtigen. Das mit den beiden Lagegrenzwerten (S-0-0049, S-0-0050) aufgespannte Arbeitsfeld sollte innerhalb des mit den Fahrbereichs-Grenzschaltern definierten Arbeitsfeldes liegen. Solange der Maßbezug noch nicht hergestellt wurde (nicht referenzierte Achse), ist die Funktion der Software-Endschalter (Lagegrenzwerte) noch nicht gewährleistet. Unabhängig davon ist die Funktion der Fahrbereichs-Grenzschalter, die somit immer beim Überschreiten der festgelegten Grenze zum Abschalten des Antriebes und damit zur Verhinderung einer Kollision führt (Maschinenschutz).

Abb. 6-59: Ausführungen und Wirkungsweise von Arbeitsfeldbegrenzungen

Hinweis: Die Sicherheits-Grenzschalter, die in die Not-Aus-Kette eingebunden werden können (siehe separate Dokumentation "Projektierung Leistungsteile"), stellen die letzte Absicherung durch den Antrieb dar. Darüber hinaus ist auch eine Lagegrenzwert-Überwachung durch den Steuerungs-Master möglich.

Aktivierung der Lagegrenzwert-Überwachung

Die Aktivierung der Überwachung der Lagegrenzwerte erfolgt über das Setzen von Bit 4 im Parameter **S-0-0055, Lage-Polaritäten**.

Hinweis: Vor Aktivierung der Lagegrenzwert-Überwachung muss der Maßbezug des Antriebes hergestellt werden, da Lagegrenzwerte nur bei einer referenzierten Achse sinnvoll und funktionsfähig sind.

Aktivierung der Fahrbereichs-Grenzschalter

Die Aktivierung der Fahrbereichs-Grenzschalter erfolgt durch das Setzen von Bit 1 in **P-0-0090, Fahrbereichsgrenzschalter-Parameter**.

Hinweis: Bei der Aktivierung der Fahrbereichs-Grenzschalter ist darauf zu achten, dass auch die zugehörigen digitalen Eingänge (Limit+, Limit-) entsprechend konfiguriert sind, da sonst die Grenzschalterfunktion nicht gewährleistet ist.

Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Signalverhalten der Fahrbereichs-Grenzschalter (Schließer/Öffner)

Ob die angeschlossenen Fahrbereichs-Grenzschalter als Schließer oder Öffner ausgewertet werden, kann über Bit 0 von **P-0-0090, Fahrbereichsgrenzschalter-Parameter** eingestellt werden. Es besteht somit die Möglichkeit, eine Invertierung des Signals zu aktivieren.

Wieder-Inbetriebnahme im Fehlerfall

Nach dem Auftreten eines Grenzschalter- oder Grenzwertfehlers (Diagnosen F6043/F6044 bzw. F6029/F6030) sind zur Wieder-Inbetriebnahme folgende Schritte erforderlich:

- Die Fehlermeldung über das Kommando **S-0-0099, C0500 Reset Zustandsklasse 1** oder Betätigung der Taste "Esc" auf dem Standard-Bedienfeld löschen.
- Den Antrieb über eine 0-1-Flanke des Signals zur Reglerfreigabe aktivieren.

Ist die Fehlerbedingung noch gegeben, d.h. der Grenzschalter noch betätigt oder die Lagegrenzwerte noch überschritten, werden nur Sollwerte akzeptiert, die wieder in den erlaubten Bereich zurück führen. Die Überprüfung der Sollwerte ist abhängig von der aktiven Betriebsart.

Es gilt:

Betriebsart	Sollwertüberprüfung
Momentenregelung	Polarität von S-0-0080, Drehmoment-/ Kraft-Sollwert
Alle Betriebsarten mit antriebsinterner Geschwindigkeitsregelung	Polarität des internen Geschwindigkeitssollwertes
Alle Betriebsarten mit antriebsinterner Lageregelung	Polarität der Geschwindigkeit, die sich aus dem vorgegebenen Lagesollwert ergibt

Abb. 6-60: Überprüfung der Sollwerte im Fehlerfall

Hinweis: Werden weiterhin Sollwerte vorgegeben, die aus den erlaubten Verfahrbereich führen, tritt die Fehlermeldung (bzw. Warnung) für Fahrbereichs-Grenzschalterfehler/Lage-grenzwertfehler erneut auf!

Diagnose- und Statusmeldungen

Diagnosen bei Lagegrenzwert-Überschreitung

Im Falle der Lagegrenzwertüberschreitung ist die zugehörige Diagnose abhängig von der in **P-0-0090, Fahrbereichsgrenzschalter-Parameter** (Bit 2) eingestellten Behandlung:

Behandlung	Display	Diagnose
als Fehler (Bit 2 = 0)	F6029	F6029 Lagegrenzwert positiv überschritten
	F6030	F6030 Lagegrenzwert negativ überschritten
als Warnung (Bit 2 = 1)	E8029	E8029 Lagegrenzwert positiv überschritten
	E8030	E8030 Lagegrenzwert negativ überschritten

Abb. 6-61: Diagnose bei Überschreitung der Lagegrenzwerte

E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs

Wird als aktive Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" verwendet, überprüft der Antrieb, ob sich die Zielposition außerhalb der Lagegrenzwerte (S-0-0049 bzw. S-0-0050) befindet. Ist dies der Fall, führt der Antrieb keine Bewegung aus. Er generiert die Warnung **E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs** und setzt zusätzlich das Bit 13 im Parameter **S-0-0012, Zustandsklasse 2**.

Diagnosen bei betätigtem Fahrbereichs-Grenzschalter

Die Überschreitung der Fahrbereichs-Grenzschalter wird erkannt, wenn diese betätigt werden. Beim Ansprechen dieser Überwachung ist die zugehörige Diagnose abhängig von der in **P-0-0090, Fahrbereichs-grenzschalter-Parameter** (Bit 2) eingestellten Behandlung:

Behandlung	Display	Diagnose
als Fehler (Bit 2 =0)	F6042	F6042 Beide Fahrbereichs-endschalter betätigt
	F6043	F6043 Fahrbereichs-endschalter positiv betätigt
	F6044	F6044 Fahrbereichs-endschalter negativ betätigt
als Warnung (Bit 2 =1)	E8042	E8042 Beide Fahrbereichs-endschalter betätigt
	E8043	E8043 Fahrbereichs-endschalter positiv betätigt
	E8044	E8044 Fahrbereichs-endschalter negativ betätigt

Abb. 6-62: Diagnose bei Überschreitung der Fahrbereichs-Grenzschalter

Status der Fahrbereichs-Grenzschalter

Der Zustand der angeschlossenen Fahrbereichs-Grenzschalter wird im Parameter **P-0-0222, Fahrbereichsgrenzschalter-Eingänge** dargestellt.

- Bit 0: → Status des positiven Grenzschalters (Limit+)
- Bit 1 → Status des negativen Grenzschalters (Limit-)

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0222, Fahrbereichs-grenzschalter-Eingänge"

Anschluss der Fahrbereichs-Grenzschalter

Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Siehe separate Dokumentation "Projektierung Steuerteile"

6.6 Leistungsversorgung

Möglichkeiten der Leistungsversorgung bei IndraDrive

Kurzbeschreibung

IndraDrive-Geräte werden grundsätzlich in zwei Baureihen unterschieden:

- Modulare Baureihe, bestehend aus Versorgungsgerät und modularem Wechselrichter (IndraDrive M)
- Nicht-modulare Baureihe, sog. Umrichtergeräte, die Versorgung und Wechselrichter umfassen (IndraDrive C)

Die Leistungsversorgung der über Wechselrichter angesteuerten Motoren geschieht durch einen Gleichspannungs-Leistungsbus (DC-Zwischen-kreis). Dieser wird bei der modularen Baureihe durch das an das Versorgungsnetz angeschlossene Versorgungsgerät gespeist. Bei Umrichtern erfolgt die Speisung durch Netzanschluss über das integrierte Versorgungsteil.

Beteiligte Parameter

- S-0-0380, Zwischenkreisspannung
- P-0-0114, Unterspannungsschwelle
- P-0-0118, Leistungsversorgung, Konfiguration
- P-0-0460, Modulverbund, Steuerwort
- P-0-0461, Modulverbund, Statuswort
- P-0-0806, Netzspannung Scheitelwert aktuell
- P-0-0809, Ladeschaltung Eigenschaften
- P-0-0810, Minimaler Netz-Scheitelwert
- P-0-0815, Netzspannung Scheitelwert nominal
- P-0-0833, Bremswiderstand Schwelle
- P-0-0844, Bremswiderstand Auslastung
- P-0-0858, Bremswiderstand extern Daten
- P-0-0859, Bremswiderstand intern Daten
- P-0-0860, Leistungsteil Steuerwort
- P-0-0861, Leistungsteil Statuswort

Beteiligte Diagnosen

- E2026 Unterspannung im Leistungsteil
- E2040 Geräteübertemp 2 Vorwarnung
- E2050 Geräteübertemp.-Vorwarnung
- E2061 Vorwarnung Geräteüberlast
- E2086 Vorwarnung Versorgungsmodul Überlast
- E2802 HW-Ansteuerung Bremswiderstand
- E2810 Antriebspaket nicht betriebsbereit
- E2814 Unterspannung im Netz
- E2816 Unterspannung im Leistungsteil
- E2818 Phasenausfall
- E2819 Netzausfall
- E2820 Bremswiderstand Vorwarnung
- E2829 Nicht bereit zur Leistungszuschaltung
- E8025 Überspannung im Leistungsteil
- E8028 Überstrom im Leistungsteil
- E8057 Geräteüberlast, Strombegrenzung aktiv
- E8058 Antriebspaket nicht Betriebsbereit
- F2026 Unterspannung im Leistungsteil
- F2086 Fehler Versorgungsmodul
- F2087 Fehler Modulverbundkommunikation
- F2814 Unterspannung im Netz
- F2816 Softstartfehler Versorgungsmodul
- F2817 Überspannung im Leistungsteil
- F2818 Phasenausfall
- F2819 Netzausfall
- F2820 Bremswiderstand Überlast
- F2821 Fehler Ansteuerung Bremswiderstand
- F2825 Einschaltschwelle Bremswiderstand zu klein

- **F2833 Erdschluss in Motorleitung**
- **F2834 Fehler Schützansteuerung**
- **F2836 Fehler Symmetrieüberwachung Zwischenkreis**
- **F2840 Fehler Versorgungsabschaltung**
- **F2860 Überstrom im netzseitigen Leistungsteil**
- **F8838 Überstrom externer Bleederwiderstand**

Gerätekombinationsmöglichkeiten und Netzanschluss

Hinweis: Die Gerätekombinationsmöglichkeiten werden hier nur prinzipiell zur Begriffsklärung dargestellt. Welche Gerätetypen tatsächlich kombiniert werden können und was im Besonderen zu beachten ist, geht aus der Hardware-Dokumentation (Projektierung) des jeweiligen Geräts hervor!

Zentrale Einspeisung

Folgende Abbildungen zeigen das Prinzip der zentralen Einspeisung:

Abb. 6-63: Netzversorgung über Versorgungsgerät

Abb. 6-64: Netzversorgung über Umrichter

Hinweis: Folgende Möglichkeiten bzw. Einschränkungen sind zu beachten:

- IndraDrive-M-Wechselrichter können an IndraDrive-C-Umrichter angeschlossen werden! Zwischenkreisleistung beachten!
- An IndraDrive-C-Geräten (Umrichter HCS02.1) dürfen weitere HCS02.1-Umrichter, die als Wechselrichter betrieben werden, angeschlossen werden.
  Ausnahme: An HCS03.1-Geräte dürfen keine weiteren HCS03.1-Geräte angeschlossen werden (Wechselrichter-Betrieb)!

Gruppeneinspeisung

Folgende Abbildung zeigt das Prinzip der Gruppeneinspeisung:

Abb. 6-65: Netzversorgung über alle Geräte

Kommunikation im Antriebsverbund

Abhängig von der Aufgabe eines Antriebssystems bzw. von mehreren, in einem Prozess zusammenarbeitenden Antrieben kann es zweckmäßig sein, sehr schnell eine gemeinsame Reaktion auf bestimmte Ereignisse durchzuführen. Hierzu ist ein Signalaustausch (Kommunikation) zwischen den in Zusammenhang stehenden Geräten notwendig. Dafür werden IndraDrive-Geräte über den Modulbus miteinander verbunden.

Hinweis zu Umrichtern

Ein Umrichter (UR) vereint Versorgungsgerät (VG) und Wechselrichter (WR) in einem Gerät. In einem "Antriebspaket" (mehrere Antriebe, deren DC-Zwischenkreis und Modulbus miteinander verbunden sind) kann ein Umrichter folgende Funktionen erfüllen:

- Versorgung seines integrierten Wechselrichters und weiterer Wechselrichter

- oder -

- Betrieb nur als Wechselrichter an einem DC-Zwischenkreis (nur bei HCS02.1)

Rückgespeiste Energie

Bei generatorischem Betrieb der Motoren (z.B. Bremsbetrieb), die an ein Antriebsregelgerät angeschlossen sind, wird die rückgespeiste Energie zunächst vom DC-Zwischenkreis aufgenommen. Abhängig vom Versorgungsgerät bzw. Versorgungsteil wird die aufgenommene Energie ins Versorgungsnetz zurückgespeist oder über einen Bremswiderstand in Wärme umgewandelt.

Bremswiderstand

Der Bremswiderstand ist zwischenkreisseitig angeschlossen. Abhängig von der Gerätebaureihe ist ein interner Bremswiderstand vorhanden oder es kann ein externer Bremswiderstand angeschlossen werden.

Beschreibung der Hardware

Der Modulbus ist bezüglich Hardware, Anschlüsse und Signale in der Dokumentation der Geräte (Projektierung) beschrieben.

Hinweis: Empfehlungen zum Netzanschluss und zur Ansteuerung der Leistungsversorgung, einschließlich externem Bremswiderstand und Zwischenkreis-Kurzschluss, sind in der Dokumentation der Versorgungsgeräte (Typ HMV) und Umrichter (Typ HCS) enthalten.

Funktionsbeschreibung

Angaben zum Modulbus

Aufgabe des Modulbusses

Der Modulbus stellt den Signalaustausch zwischen den Wechsel- bzw. Umrichtern (WR bzw. UR) oder von den Wechselrichtern zum Versorgungsgerät (VG) her. Dadurch können, unabhängig von der Führungskommunikation, Informationen über antriebssysteminterne Zustandsgrößen und Fehlersituationen unter den Geräten zeitnah ausgetauscht werden. Dies ermöglicht koordinierte Reaktion von Achsantrieben und Versorgungsgeräten.

Vom Modulbus werden folgende Informationen übertragen:

- In Bezug auf die Versorgung:
  - Betriebsbereitschaft der Versorgung
  - Bereitschaft zur Leistungsabgabe
  - Zwischenkreisspannung im bzw. außerhalb des erlaubten Wertebereichs
  - Warnung vor Überlastung der Versorgung
  - Signal zum Rücksetzen von Versorgungsfehlern
- In Bezug auf Wechselrichter bzw. Umrichter:
  - Betriebsbereitschaft der Wechselrichter bzw. Umrichter

Hierarchie der Zustandsinformationen

Die von Wechselrichter, Versorgung oder Umrichter auf den Modulbus gegebenen Zustandsinformationen sind hierarchisch geordnet.

Zustandsinformation	generiert von			Wertigkeit
	VG	UR	WR	
Rücksetzen von Versorgungsfehlern		X	X	hoch
Fehlende Betriebsbereitschaft der Versorgungsgeräte bzw. Umrichter ("Fehler Versorgung")	X	X	X[1)]	
Fehlende Betriebsbereitschaft des/der Wechselrichter bzw. Umrichter ("Fehler Wechselrichter")		X[2)]	X[2)]	↑
Störung der DC-Zwischenkreisversorgung ("ZK nicht ok", bei Betrieb)	X	X		
Vorwarnung "Versorgungs-Überlast"	X	X		↑
DC-Zwischenkreis ist bereit zur Leistungsabgabe ("ZK ok", nach Zuschalten der Leistungsspannung)	X	X		
Alle Modulbusteilnehmer fehlerfrei	X	X	X	niedrig

1): Nur wenn F8-Fehler an Versorgungsgerät signalisiert werden (P-0-0118).

2): Nur wenn F2/F4/F6-Fehler im Antriebspaket signalisiert werden (P-0-0118).

Abb. 6-66: Zustandsinformationen des Modulbusses und deren Wertigkeit in der Hierarchie

Stehen gleichzeitig mehrere Zustandsinformationen von einem oder mehreren Modulbusteilnehmern an, bestimmt die hierarchisch höchste Zustandsinformation den Signalzustand des Modulbusses.

Rücksetzen von Fehlermeldungen des Versorgungsgeräts

Ausgabe von Fehlermeldungen des Versorgungsgeräts über:

- Display des Versorgungsgeräts

  - und -

- am Modulbus angeschlossenen Wechselrichter bzw. Umrichter (Sammel-Fehlermeldung **F2086 Fehler Versorgungsmodul**)

Löschen von Fehlermeldungen des Versorgungsgeräts über:

- "Esc"-Taste am Display des Versorgungsgeräts

  - und -

- Modulbus, ausgelöst durch Kommando **S-0-0099, C0500 Reset Zustandsklasse 1** bei einem der Wechselrichter des Modulverbundes

---

Hinweis: Wechselrichter können über den Modulbus Fehlermeldungen des Versorgungsgeräts zurücksetzen, da diese keine Führungskommunikationsschnittstelle besitzen. Bei Umrichtern erfolgt das Rücksetzen von Fehlermeldungen der integrierten Versorgung über die eigene Führungskommunikationsschnittstelle. Das Rücksetzen von Fehlermeldungen zur Versorgung hat höchste Priorität, damit die Wiederherstellung der Leistungsversorgung unverzüglich erfolgen kann!

Betriebsbereitschaft der Versorgung

Das Versorgungsgerät bzw. das Versorgungsteil des Umrichters meldet "betriebsbereit" auf den Modulbus, wenn die erforderliche Steuerspannung am Gerät anliegt und kein Versorgungsfehler vorliegt.

Ist aufgrund eines Fehlers in der Versorgung die Betriebsbereitschaft nicht mehr gegeben, wird die Information mit hoher Wertigkeit auf den Modulbus gegeben, da die Leistungsversorgung nicht mehr gewährleistet ist.

Betriebsbereitschaft der Wechselrichter

Der Wechselrichter bzw. der Umrichter meldet "betriebsbereit" auf den Modulbus, wenn die erforderliche Steuerspannung am Gerät anliegt, die Kommunikationsphase P4 erreicht ist und kein Fehler im Wechselrichter bzw. Wechselrichter-Teil des Umrichters vorliegt.

Spannungsmeldungen der Versorgung

Das Versorgungsgerät bzw. das Versorgungsteil des Umrichters meldet auf den Modulbus folgende Zustände:

- Die Spannung im DC-Zwischenkreis hat nach dem Zuschalten der Netzspannung den Mindestwert überschritten, der Ladevorgang ist abgeschlossen und Leistungsbereitschaft liegt vor ("ZK ok").
- Die Spannung im DC-Zwischenkreis hat bei Belastung den Mindestwert unterschritten oder es liegt Netzausfall vor ("ZK nicht ok").

Die Unterschreitung der Mindestspannung im DC-Zwischenkreis ("ZK nicht ok") wird über die am Modulbus angeschlossenen Wechselrichter bzw. Umrichter angezeigt und kann über die Führungskommunikation vom Steuerungsmaster ausgelesen werden (Warnung **E2026 Unterspannung im Leistungsteil** oder Fehler **F2026 Unterspannung im Leistungsteil,** abhängig von der Konfiguration der Leistungsversorgung in P-0-0118). Der Steuerungsmaster kann dadurch drohende Überlast im Versorgungskreis (Netz) erkennen und geeignet reagieren.

Hinweis: Angaben zur Mindestspannung im DC-Zwischenkreis und zur Konfigurationen der Leistungsversorgung (P-0-0118) sind im folgenden Abschnitt "Grundlegende Angaben zur Versorgung" enthalten.

Überlastwarnung der Versorgung

Das Versorgungsgerät bzw. das Versorgungsteil des Umrichters meldet "Vorwarnung Versorgungs-Überlast" auf den Modulbus, wenn die Gefahr besteht, dass sich die Leistungsversorgung wegen drohender Überlastung in kurzer Zeit automatisch abschaltet. Das Auslösen der Warnung kann z.B. durch hohe Kühlkörpertemperatur oder stark ausgelasteten Bremswiderstand verursacht sein.

Die Meldung "Vorwarnung Versorgungs-Überlast" wird über die am Modulbus angeschlossenen Wechselrichter bzw. Umrichter ausgegeben (**E2086 Vorwarnung Versorgungsmodul Überlast**). Der Steuerungsmaster kann hierdurch drohende Versorgungsüberlast erkennen und geeignet reagieren.

Hinweis: Die genauen Ursachen, die zur Generierung dieser Warnung führen, werden durch detaillierte Diagnosetexte am Display des Versorgungsgerätes bzw. Umrichters angezeigt.

Diagnose des Modulbuszustands

Die aktuell von einem Wechselrichter bzw. Umrichter auf den Modulbus gegebene Steuerinformation wird in **P-0-0460, Modulverbund, Steuerwort** angezeigt.

Die auf dem Modulbus aktuell befindlichen Meldungen werden in **P-0-0461, Modulverbund, Statuswort** angezeigt.

Siehe auch Parameterbeschreibungen "P-0-0460, Modulverbund Steuerwort" und "P-0-0461, Modulverbund, Statuswort"

Grundlegende Angaben zur Versorgung

Versorgungsgeräte (VG) und das Versorgungsteil eines Umrichters (UR) stellen die DC-Zwischenkreisspannung für die Wechselrichter (WR) bzw. für den Wechselrichterteil des Umrichters bereit.

Leistungszuschaltung

Die Netzspannung zum Laden des DC-Zwischenkreises kann nur zugeschaltet werden, wenn alle über den Modulbus verbundenen Geräte den Zustand "fehlerfrei" melden. Falls eines der Geräte einen Fehler anzeigt, wird

- bei Versorgungsgeräten die Zuschaltung des internen Netzschützes verhindert,
- bei Umrichtern durch den geöffneten "Rel1"-Kontakt, der sich im Ausschaltpfad des Netzschützes befinden muss, die Zuschaltung des externen Netzschützes verhindert (Meldung **E2810 Antriebspaket nicht betriebsbereit**).

Hinweis: Deshalb muss dem "Rel1"-Kontakt des Steuerteils bei Umrichtern die Statusinformation "Betriebsbereit Versorgung" (betreffendes Bit in **P-0-0861, Leistungsteil Statuswort**) zugewiesen werden und darf nicht anderweitig belegt sein. **Es kann sonst Leistung zugeschaltet werden, obwohl ein Fehlerzustand vorliegt!**

Hinweis: Empfehlungen zur hardwareseitigen Ansteuerung von Versorgungsgeräten oder Umrichtern sind in der Dokumentation des jeweiligen Gerätes enthalten.

Softstart

Beim Zuschalten der Netzspannung wird der DC-Zwischenkreis über eine sog. "Softstart-Einrichtung" aufgeladen. Dies begrenzt den Einschaltstrom für den zunächst noch ungeladenen Zwischenkreis (ZK) auf den in der Dokumentation des jeweiligen Geräts angegebenen Wert.

Durch den Softstart ergibt sich eine "Ladezeit" zwischen dem Zuschalten der Netzspannung und der zur Leistungsabgabe erforderlichen Mindestspannung im Zwischenkreis. Die Ladezeit wird überwacht; bei Überschreiten einer Maximalzeit wird folgender Fehler gemeldet:

- **F2816 Softstartfehler Versorgungsmodul**
  (Anzeige bei Versorgungsgerät und Umrichter)

Der Softstart-Fehler wird über den Modulbus als Versorgungsfehler an die weiteren Geräte gemeldet:

- **F2086 Fehler Versorgungsmodul**
  (Anzeige bei Wechselrichter bzw. weiteren Umrichtern)

Wenn der Softstart-Vorgang erfolgreich abgeschlossen wurde, meldet die Versorgung auf den Modulbus, dass der DC-Zwischenkreis bereit zur Leistungsabgabe ist ("ZK ok").

Mindestspannung für Leistungsabgabe

Bei Leistungsabgabe des Zwischenkreises und ordnungsgemäßer Netzspannung ist der Mindestwert der DC-Zwischenkreisspannung für die Meldung der Leistungsbereitschaft …

- bei Versorgungsgeräten 75% des Scheitelwertes der beim Einschalten festgestellten Netzspannung (nicht einstellbar),
- bei Umrichtern 75% des Scheitelwertes der beim Einschalten festgestellten Netzspannung, falls nicht über **P-0-0114, Unterspannungsschwelle** ein höherer Mindestwert eingestellt wurde.

Bei Unterschreiten der Mindestspannung wird die Fehlermeldung **F2026 Unterspannung im Leistungsteil** generiert und die Leistung abgeschaltet.

Hinweis: Bei Versorgungsgeräten HMV wird die Bereitschaft zur Leistungsabgabe zusätzlich durch den geschlossenen Relaiskontakt "UD" angezeigt (siehe Dokumentation "Rexroth IndraDrive Versorgungsgeräte").

Hinweis: Der Scheitelwert der Netzspannung wird beim Zuschalten des Netzschützes festgestellt. Er wird im Parameter **P-0-0815, Netzspannung Scheitelwert nominal** angezeigt (nur bei Umrichtern, nicht bei Versorgungsgeräten).

Leistungsabschaltung

Eine im Fehlerfall erforderliche selbständige Leistungsabschaltung wird ausgeführt

- bei Versorgungsgeräten durch das Ausschalten des integrierten Netzschützes,
- bei Umrichtern durch das Öffnen des "Rel1"-Kontaktes, der sich im Ausschaltpfad des Netzschützes befinden muss.

Hinweis: Dazu muss dem "Rel1"-Kontakt des Steuerteils bei Umrichtern die Statusinformation "Betriebsbereit Versorgung" (betreffendes Bit in **P-0-0861, Leistungsteil Statuswort**) zugewiesen werden und darf nicht anderweitig belegt sein. **Es erfolgt sonst keine selbständige Leistungsabschaltung!**

Abhängig von der hardwareseitigen Ausführung und Ansteuerung des Versorgungsgerätes bzw. des Umrichters kann auch "Zwischenkreis-Kurzschluss" (zum Abbremsen von Synchronmotoren) aktiviert werden.

Hinweis: Empfehlungen zur hardwareseitigen Ansteuerung von Versorgungsgeräten oder Umrichtern sind in der Dokumentation des jeweiligen Gerätes enthalten.

Kriterien für Leistungsabschaltung (bei Versorgungsgeräten) bzw. Öffnen des "Rel1"-Kontaktes (bei Umrichtern):

- Fehler in der Versorgung (siehe "Diagnose- und Statusmeldungen"")
- Fataler Fehler im Wechselrichter bzw. Umrichter (F8xxx), wird am Versorgungsgerät signalisiert durch entsprechende Konfiguration des Wechselrichters bzw. Umrichters in Bezug auf Leistungsversorgung (P-0-0118)
- Geladener DC-Zwischenkreis hat "Mindestspannung bei Leistungsabgabe" unterschritten (s.o.)

Hinweis: Wenn ein Wechselrichter fehlende Betriebsbereitschaft auf den Modulbus meldet, erfolgt bei leistungsbereitem Zwischenkreis keine Leistungsabschaltung (Ausnahme s.o. "Fataler Fehler… (F8xxx), …")!

Netzausfall-Erkennung

Bei Versorgungsgeräten und Umrichtern bestehen durch Unterschiede in der Hardware unterschiedliche Voraussetzungen für die Netzausfall-Erkennung:

- Ein Versorgungsgerät hat ein integriertes Netzschütz, die Netzspannung muss vor dem Zuschalten der Leistung an den Netzeingangsklemmen des Versorgungsgerätes anliegen.
- Ein Umrichter hat kein integriertes Netzschütz, die Netzspannung wird erst durch Zuschalten der Leistung an die Netzeingangsklemmen des Umrichters angelegt.

Die Überwachung der Netzspannung wird daher durchgeführt wenn

- bei Versorgungsgeräten das Netzschütz eingeschaltet ist,
- bei Umrichtern das Netzschütz eingeschaltet ist und die Antriebsfreigabe gesetzt ist.

Hinweis: Bei Umrichtern ist die Netzausfall-Überwachung nur dann zweckmäßig, wenn der Antrieb aktiv ist ("AF"). Das ggf. betriebsmäßige Abschalten der Leistung (Netzschützabschaltung) würde sonst immer zur Fehlermeldung **F2819, Netzausfall** führen, obwohl die Netzspannung am Netzschütz fehlerfrei vorhanden ist. Dadurch wäre selbst bei ordnungsgemäßem Zustand ein Fehlerrücksetzen erforderlich!

Sofortmaßnahme bei Netzausfall

Bei Erkennen eines Ausfalls der Netzspannung werden folgende Sofortmaßnahmen durchgeführt:

- Die Warnung **E2818 Phasenausfall** bzw. **E2819 Netzausfall** (bei Versorgungsgeräten) oder **E2819 Netzausfall** (bei Umrichtern) wird am Display angezeigt.
- Die Meldung "Störung DC-Zwischenkreisversorgung" wird auf den Modulbus generiert.

Dauer-Netzausfall

Hinweis: Bei Versorgungsgeräten HMV wird der Netzausfall zusätzlich durch Öffnen des Relaiskontaktes "UD" angezeigt (siehe Dokumentation "Rexroth IndraDrive Versorgungsgeräte").

Bei dauerhaftem Netzspannungsausfall sinkt die DC-Zwischenkreis-spannung kontinuierlich ab, die "Mindestspannung bei Leistungsabgabe" (s.o.) wird unterschritten. Folgende Reaktionen werden daraufhin ausgelöst:

- Bei Versorgungsgräten wird das integrierte Netzschütz abgeschaltet. Der Umrichter öffnet den "Rel1"-Kontakt, über den das externe Netzschütz abgeschaltet werden muss.
- Die Fehlermeldung **F2819 Netzausfall** wird am Display des Versorgungsgerätes bzw. Umrichters angezeigt.
- Die Meldung "Fehlende Betriebsbereitschaft der Versorgung" wird auf den Modulbus generiert.

Kurzzeitiger Netzausfall

Wird bei kurzzeitigem Netzspannungsausfall die "Mindestspannung bei Leistungsabgabe" (s.o.) **nicht** unterschritten, kommt es zu folgenden Reaktionen:

- Die Warnung **E2818 Phasenausfall** bzw. **E2819 Netzausfall** (bei Versorgungsgeräten) oder **E2819 Netzausfall** (bei Umrichtern) verschwindet automatisch am Display.
- Die Meldung "DC-Zwischenkreis ist bereit zur Leistungsabgabe" wird wieder auf den Modulbus generiert.

Das Verhalten der über den Modulbus verbundenen Antriebe bei kurzzeitigen Netzausfall ist abhängig von der eingestellten Reaktion auf Unterspannung im DC-Zwischenkreis (Konfiguration der Leistungs-versorgung im Parameter P-0-0118).

Folgende Möglichkeiten bestehen:

- Auslösen einer Fehlerreaktion entsprechend der Festlegung in **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung**
- Keine Fehlerreaktion, d.h. die Meldung wird als "Nichtfatale Warnung" behandelt.

Konfiguration der Leistungsversorgung

Für jeden der durch den Modulbus verbundenen Antriebe ist es möglich, im Parameter **P-0-0118, Leistungsversorgung, Konfiguration** grundlegende Einstellungen zur Leistungsversorgung zu treffen:

- Reaktion auf über den Modulbus gemeldete Antriebsfehler
- Signalisierung von eigenen Antriebsfehlern über den Modulbus
- Festlegung der antriebsseitigen Behandlung von Unterspannung (Unterschreitung der Mindestspannung des DC-Zwischenkreises) als Fehler oder Warnung
- Signalisierung fataler Antriebsfehler (F8xxx) an die Versorgung wegen Leistungsabschaltung und ggf. Zwischenkreis-Kurzschluss zum Stillsetzen von Synchronmotoren.

Angaben zu Wechselrichtern

Die Motoren werden über Wechselrichter (WR) angesteuert. Wechselrichter können als modulare Geräte ausgeführt sein oder zusammen mit einer Versorgung in Umrichtern (UR) eingebaut sein. Der Wechselrichter formt die Zwischenkreisspannung (DC) zur Motor-ansteuerung in Wechselspannung (AC) um.

Zwischenkreisspannungs-Überwachung

Über die Höhe der Zwischenkreisspannung bewertet der Wechselrichter, ob dem angeschlossenen Motor ausreichende Leistung bereitgestellt werden kann oder nicht. Dies kann der Wechselrichter nach folgenden Verfahren durchführen:

- Auswertung der von der Versorgung auf den Modulbus generierten Meldung "Störung DC-Zwischenkreisversorgung"

- oder -

- Überwachung der intern gemessenen ZK-Spannung auf einen eigenen Mindest-Schwellwert

Im Parameter **P-0-0114, Unterspannungsschwelle** wird das gewünschte Verfahren festgelegt:

- P-0-0114 = 0 → Antrieb erkennt Unterspannung, wenn die Versorgung über den Modulbus "ZK nicht ok" meldet
- P-0-0114 ≠ 0 → Festlegung und Aktivierung einer im Antrieb wirksamen Unterspannungsschwelle gößer 75 % vom nominalen Netzspannungs-Scheitelwert

Abhängig von der Konfiguration der Leistungsversorgung (P-0-0118) wird Unterspannung als Fehler (Fehlerreaktion lt P-0-0119) oder als nichtfatale Warnung (keine Reaktion) behandelt.

Angaben zu Umrichtern

In einem Umrichter sind Versorgung und Wechselrichter zu einem Gerät vereint. Da jeder Wechselrichter über Parameter Informationen bereitstellen oder empfangen kann, können auch Informationen, die das Versorgungsteil des Umrichters betreffen, über Parameter abgefragt oder übergeben werden.

Wechselrichter-Betrieb eines Umrichters

Es ist möglich, Umrichter des Typs HCS02.1 auch nur als Wechselrichter zu betreiben. Dabei erfolgt die Leistungsversorgung durch einen DC-Zwischenkreis (Leistungsspannung); es wird keine Netzspannung am Umrichter angelegt. Der Wechselrichter-Betrieb eines Umrichters wird über das betreffende Bit in **P-0-0860, Leistungsteil Steuerwort** konfiguriert.

Hinweis: Umrichter des Typs HCS03.1 können nicht als Wechselrichter an einem DC-Zwischenkreis betrieben werden!

Daten der Netzspannung

Wenn ein Umrichter direkt an das Versorgungsnetz angeschlossen ist (Umrichter-Betrieb), werden folgende Daten der Netzspannung bereitgestellt:

- **P-0-0806, Netzspannung Scheitelwert aktuell**
- **P-0-0810, Minimaler Netz-Scheitelwert**
- **P-0-0815, Netzspannung Scheitelwert nominal**

In den Parameter P-0-0810 kann ein höherer Schwellwert für das Ansprechen der Warnung **E2814 Unterspannung im Netz** eingegeben werden, als der Minimalwert des Netzanschluss-Spannungsbereichs, wodurch der Steuerungsmaster ggf. auf die Netzsituation reagieren kann. Die Toleranzgrenze kann über die Höhe des Schwellwerts beeinflusst werden.

Identifikation der Ladeschaltung für DC-Zwischenkreis

Das Steuerteil des Umrichters erhält Angaben zu den Eigenschaften der Ladeschaltungs-Hardware für den Softstart über den Parameter **P-0-0809, Ladeschaltung Eigenschaften**. Der Inhalt dieses Listen-Parameters ist auf der Hardware des Umrichter-Leistungsteils schreibgeschützt gespeichert und kann für Prüfzwecke angezeigt werden.

Status der Leistungsversorgung

Der Umrichter meldet den Status der Leistungsversorgung, der Netzspannung, des ZK-Ladezustandes und die Betriebsbereitschaft der Versorgung über den Parameter **P-0-0861, Leistungsteil Statuswort**. Damit ist die Diagnose des Umrichters im Fehlerfall möglich.

Betriebsbereitschaft des Versorgungsteils

Die Betriebsbereitschaft des Versorgungsteils eines Umrichters wird über ein Bit in P-0-0861 angezeigt. Diese Statusinformation muss dem "Rel1"-Kontakt des Steuerteils zugewiesen werden; der "Rel1"-Kontakt muss in die Netzschützansteuerung eingebunden sein. Der "Rel1"-Kontakt darf nicht anderweitig belegt werden, da sonst keine selbständige Leistungsabschaltung des Umrichters erfolgen kann!

Siehe auch "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Hinweis: Angaben zur hardwareseitige Ansteuerung von Umrichtern sind in der Dokumentation des Gerätes enthalten.

Angaben zum Bremswiderstand

Externer/interner Bremswiderstand

Umrichter des Typs HSC02.1 sind mit einem integrierten Bremswiderstand ausgerüstet. Bei den Geräten mit höherem Maximalstrom kann, alternativ zum internen Bremswiderstand, ein externer Bremswiderstand angeschlossen werden (Geräteoption). Die Voreinstellung, ob interner oder externer Bremswiderstand aktiv, wird im Parameter **P-0-0860, Leistungsteil Steuerwort** getroffen.

Umrichter des Typs HCS03.1 haben keinen internen Bremswiderstand. Abhängig von der Geräteoption kann jedoch ein externer Bremswiderstand angeschlossen werden.

Bei Verwendung eines externen Bremswiderstandes müssen seine technischen Daten in den Parameter **P-0-0858, Bremswiderstand extern Daten** eingetragen werden. Falls ein interner Bremswiderstand vorhanden ist, so sind seine Daten herstellerseitig im Parameter **P-0-0859, Bremswiderstand intern Daten** enthalten und schreibgeschützt in einem Parameterspeicher auf dem Leistungsteil abgelegt.

Der externe Bremswiderstand muss im Parameter **P-0-0860, Leistungsteil Steuerwort** aktiviert werden!

Hinweis: Bei Anschluss eines externen Bremswiderstands muss der minimal anschließbare Widerstandswert beachtet werden.

Siehe Dokumentation zum jeweiligen Gerät!

Ein-/Ausschaltschwelle des Bremswiderstands

Bei Umrichtern des Typs HCS gibt es für die Ein-/Ausschaltschwelle des Bremswiderstandes

- wählbare Bezugswerte und
- dynamische Anpassung an die aktuelle Auslastung des Bremswiderstands.

Die Bezugswerte für die Ein-/Ausschaltschwelle können im Parameter **P-0-0860, Leistungsteil Steuerwort** auf feste Standard-Werte oder auf variable Werte eingestellt werden.

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0860, Leistungsteil Steuerwort"

Bei Versorgungsgeräten des Typs HMV gibt es für die Ein- bzw. Ausschaltschwelle des Bremswiderstandes

- bei HMV01.1E-... abhängig vom Signalpegel an der HMV-Klemme X32/3 einen festen oder einen netzspannungsabhängigen Bezugswert
- bei HMV01.1R-... einen festen Bezugswert für die Einschaltschwelle von DC820V

  - und -
- eine dynamische Anpassung an die aktuelle Auslastung des Bremswiderstandes.

Hinweis: Erläuterungen zu den Bezugswerten für die Ein-/Ausschaltschwellen des Bremswiderstands und zur Ansteuerung von X32 sind in der Dokumentation der Versorgungsgeräte Typ HMV enthalten (DOK-INDRV*-HMV-*******-AW01-...).

Da bei den Versorgungsmodulen nichts parametriert werden kann, hat der Kunde hier nur begrenzte Wahlmöglichkeit.

Rückspeise-Versorger HMV01.1R: Die Basis-Einschaltschwelle des Bremswiderstands liegt bei 820 V. Es erfolgt immer eine dynamische Anpassung an die aktuelle Auslastung.

Einspeise-Versorgern HMV01.1E: Über einen Interface-Eingang kann der Kunde zwischen netzorientierter Schwelle und fester Schwelle wählen. Default (unbeschaltetes Interface) ist netzorientiert. Die Basis-Einschaltschwelle liegt dann 80 V über dem bei der ersten Leistungszuschaltung gemessenen Netzspannungsscheitelwert. In der Betriebsart „feste Schwelle“ liegt die Basis-Einschaltschwelle bei 820 V. In beiden Betriebsarten erfolgt eine dynamische Anpassung an die aktuelle Auslastung.

Die dynamische Anpassung an die aktuelle Auslastung ist vorteilhaft für:

- Schutz des Bremswiderstands vor Überlast und
- gleichmäßige Auslastung aller in einem gemeinsamen DC-Zwischenkreis aktiven Bremswiderstände.

Die aktuelle Auslastung des Bremswiderstands wird im Parameter **P-0-0844, Bremswiderstand Auslastung** angezeigt.

Abhängig von der Auslastung wird die Einschaltschwelle des Bremswiderstands angehoben:

- bei Auslastung 0% ... 80% → lineare Anhebung, ausgehend vom Bezugswert auf Bezugswert +15 V
- bei Auslastung 80% ... 100% → lineare Anhebung, ausgehend vom Bezugswert +15 V auf Bezugswert +30 V

Die aktuell wirksame Einschaltschwelle wird im Parameter **P-0-0833, Bremswiderstand Schwelle** angezeigt.

Hinweis: Bei 100-prozentiger Auslastung des Bremswiderstands wird die Einschaltschwelle nicht weiter angehoben, da die Bremsung Vorrang vor dem Schutz des Gerätes hat!

Hinweis: Bei Versorgungsgeräten HMV wird Überlastung des Bremswiderstands und Übertemperatur der Einspeisung zusätzlich durch den Relaiskontakt "WARN" angezeigt (siehe Dokumentation "Rexroth IndraDrive Versorgungsgeräte").

Inbetriebnahmehinweise

Einstellungen, Konfiguration

Konfiguration der Leistungsversorgung

Die erforderlichen bzw. gewünschten achsspezifischen Einstellungen der Leistungsversorgung der durch den Modulbus verbundenen Geräte sind im Parameter **P-0-0118, Leistungsversorgung, Konfiguration** vorzunehmen.

Folgende Einstellungen bzw. Festlegungen sind dabei möglich:

- Signalisierung von Antriebsfehlern innerhalb des Antriebspakets und Reaktion auf signalisierte Fehler
- Behandlung von Unterspannung als Fehler oder Warnung
- Signalisierung fataler Antriebsfehler an die Versorgung zur Leistungsabschaltung (ggf. mit Zwischenkreis-Kurzschluss)

Unterspannungsschwelle

Falls für die Überwachung auf Unterspannung ein individueller Schwellwert genutzt werden soll, den gewünschten Wert eintragen in

- **P-0-0114, Unterspannungsschwelle**.

Andernfalls beträgt die Unterspannungsschwelle 75% des Netzspannungsscheitelwerts, der beim Zuschalten des Netzes gemessen wurde.

Konfiguration Umrichter im Wechselrichter-Betrieb

Soll ein Umrichter als Wechselrichter an einem DC-Zwischenkreis betrieben werden, ist das Bit zur Leistungsversorgung setzen in:

- **P-0-0860, Leistungsteil Steuerwort**.

Der "Rel1"-Kontakt für die Netzschützansteuerung ist zu konfigurieren. Dazu muss die Statusinformation "Betriebsbereit Versorgung" aus

- **P-0-0861, Leistungsteil Statuswort**

dem "Rel1"-Kontakt des Steuerteils zugewiesen werden.

Den "Rel1"-Kontakt entsprechend den Angaben in der Dokumentation der Umrichtergeräte verdrahten!

Schwellwert für Meldung "Netzunterspannung" einstellen

Bei Umrichtern kann der Schwellwert für die Meldung "Netzunterspannung" eingestellt werden im Parameter

- **P-0-0810, Minimaler Netz-Scheitelwert**.

Falls kein Wert eingegeben wird bleibt die Default-Einstellung aktiv (siehe Parameterbeschreibung P-0-0810)!

Bremswiderstand auswählen

Bei bestimmten Umrichtern des Typs HCS02.1 kann festgelegt werden, ob der interne Bremswiderstand abgeschaltet und ein extern angeschlossener Bremswiderstand aktiviert werden soll. Die Auswahl geschieht im Parameter

- **P-0-0860, Leistungsteil Steuerwort**.

Falls ein externer Bremswiderstand genutzt werden soll, müssen die für die Ansteuerung durch den Umrichter erforderlichen Daten eingetragen werden in den Parameter

- **P-0-0858, Bremswiderstand extern Daten**.

Ein-/Ausschaltschwelle für Bremswiderstand

Bei Umrichtern können die Bezugswerte für die Ein-/Ausschaltschwellen des Bremswiderstands gewählt werden. Dies geschieht im Parameter

- **P-0-0860, Leistungsteil Steuerwort**.

Die Einschaltschwelle kann, je nach Einstellung im Parameter P-0-0860, auslastungsabhängig dynamisch angehoben werden. Die aktuell wirksame Einschaltschwelle wird angezeigt in

- **P-0-0833, Bremswiderstand Schwelle**.

Die aktuelle Auslastung des Bremswiderstandes wird angezeigt in

- **P-0-0844, Bremswiderstand Auslastung**.

VORSICHT

Sachschäden durch unzulässig hohe Spannung an den Motorklemmen!

⇒ Bei Fremdmotoren ist die maximal zulässige Klemmenspannung zu beachten!

Diagnose- und Statusmeldungen

Modulbus

Modulbuszustand anzeigen:

- **P-0-0461, Modulverbund, Statuswort**

Geräteseitige Modulbus-Steuerinformationen anzeigen:

- **P-0-0460, Modulverbund, Steuerwort**

Anzeige gestörter Modulbus-Kommunikation:

- **F2087 Fehler Modulverbundkommunikation**

Netzspannung

Diagnosen Netzspannung:

- **P-0-0806, Netzspannung Scheitelwert aktuell**
- **P-0-0815, Netzspannung Scheitelwert nominal**

Warnungen Netzspannung:

- **E2814 Unterspannung im Netz**
- **E2818 Phasenausfall**
- **E2819 Netzausfall**

Fehlermeldungen Netzspannung:

- **F2814 Unterspannung im Netz**
- **F2816 Softstartfehler Versorgungsmodul**
- **F2818 Phasenausfall**
- **F2819 Netzausfall**
- **F2834 Fehler Schützansteuerung**
- **F2840 Fehler Versorgungsabschaltung**
- **F2860 Überstrom im netzseitigen Leistungsteil**

Zwischenkreis

Diagnose Zwischenkreis:

- **S-0-0380 Zwischenkreisspannung**

Warnungen Zwischenkreis:

- **E2026 Unterspannung im Leistungsteil**
- **E2816 Unterspannung im Leistungsteil**
- **E8025 Überspannung im Leistungsteil**

Fehlermeldungen Zwischenkreis:

- **F2026 Unterspannung im Leistungsteil**
- **F2817 Überspannung im Leistungsteil**
- **F2833 Erdschluss in Motorleitung**
- **F2836 Fehler Symmetrieüberwachung Zwischenkreis**

Bremswiderstand

Diagnosen Bremswiderstand:

- **P-0-0844, Bremswiderstand Auslastung**
- **P-0-0833, Bremswiderstand Schwelle**

Warnungen Bremswiderstand:

- **E2820 Bremswiderstand Vorwarnung**
- **E2802 HW-Ansteuerung Bremswiderstand**
- **E2829 Nicht bereit zur Leistungszuschaltung**

Fehlermeldungen Bremswiderstand:

- **F2820 Bremswiderstand Überlast**
- **F2821 Fehler Ansteuerung Bremswiderstand**
- **F2825 Einschaltschwelle Bremswiderstand zu klein**
- **F8838 Überstrom externer Bleederwiderstand**

Leistungsteil Versorgung

Warnungen Leistungsteil:

- **E8028 Überstrom im Leistungsteil**
- **E8057 Geräteüberlast, Strombegrenzung aktiv**

Fehlermeldungen Leistungsteil:

- **F8060 Überstrom im Leistungsteil**

Antriebspaket

Reaktion auf signalisierte Fehler anderer Antriebe im Antriebspaket:

- **E8058 Antriebspaket nicht betriebsbereit**

  Versorgung zeigt in diesem Fall:

  - **E2810 Antriebspaket nicht betriebsbereit**

Fehlermeldung, falls die Versorgung im Fehlerfall abgeschaltet hat:

- **F2086 Fehler Versorgungsmodul**

Notizen

7 Betriebsarten

7.1 Übersicht Betriebsarten

Unterstützte Betriebsarten

Die Antriebs-Firmware MPX-03 unterstützt folgende Betriebsarten:

- Drehmoment-/Kraftregelung
- Geschwindigkeitsregelung
- Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe
- Antriebsinterne Interpolation
- Antriebsgeführtes Positionieren
- Positioniersatzbetrieb
- Synchronisations-Betriebsarten:
  - Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse
  - Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse
  - Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse
  - Elektronisches Bewegungsprofil mit realer/virtueller Leitachse

Hinweis: Die von der Firmware unterstützen Betriebsarten sind abhängig von der Hard- und Firmware und können dem Parameter **S-0-0292, Liste der unterstützten Betriebsarten** entnommen werden.

Betriebsarten-Handling

Betriebsartenauswahl

Im Antrieb können bis zu 8 unterschiedliche Betriebsarten konfiguriert werden (siehe auch S-0-0292). Die Zuweisung und Konfiguration erfolgt über folgende Parameter:

- **S-0-0032, Hauptbetriebsart**
- **S-0-0033, Nebenbetriebsart 1**
- **S-0-0034, Nebenbetriebsart 2**
- **S-0-0035, Nebenbetriebsart 3**
- **S-0-0284, Nebenbetriebsart 4**
- **S-0-0285, Nebenbetriebsart 5**
- **S-0-0286, Nebenbetriebsart 6**
- **S-0-0287, Nebenbetriebsart 7**

Hinweis: Ist in einem dieser Parameter der Wert "0" eingetragen, wird beim Aktivieren dieser Betriebsart die Fehlermeldung **F2007 Umschaltung auf nicht initialisierte Betriebsart** generiert.

Aktivierung der Betriebsart

Aktivierung und Steuerung der Betriebsart erfolgt über die Bits 8, 9 und 11 im Parameter **P-0-0116, Gerätesteuerung: Steuerwort**.

Für Parameter P-0-0116 gilt:

- Bit 8 und 9 → Auswahl der Haupt- und Nebenbetriebsarten 1 bis 3
- Bit 11 → Auswahl Nebenbetriebsarten 4 bis 7 (nur SERCOS)

Hinweis: Die Nebenbetriebsarten 4 bis 7 können nur über SERCOS interface genutzt werden. Daher ist Bit 11 nur in Verbindung mit dem Parameter S-0-0134 (Master-Steuerwort bei SERCOS) im Steuerwort der Gerätesteuerung (P-0-0116) wirksam!

Folgende Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen dem Steuerwort der jeweiligen Führungskommunikation und dem Geräte-Steuerwort/ Geräte-Statuswort in Bezug auf die Betriebsartenauswahl.

Abb. 7-1: Betriebsartenauswahl über Steuerwort

Hinweis: Die im Parameter P-0-0116 enthaltenen Steuerbits (8 und 9) sind auch in den von der Führungskommunikation abhängigen Steuerworten enthalten (vgl. S-0-0134, P-0-4077, P-0-4068 und P-0-4028) und können somit auch darüber bedient werden.

Eine über die Betriebsartenauswahl festgelegte Betriebsart ist aktiv, wenn:

- der Antrieb (Steuer- und Leistungsteil) betriebsbereit ist

  - und-

- eine positive Flanke des Reglerfreigabesignals gegeben wurde.

Quittierung der aktiven Betriebsart

Im Zusammenhang mit der Aktivierung einer Betriebsart gibt es folgende Rückmeldungen:

- Bei aktiver Betriebsart erscheint im Display des Bedienfeldes die Anzeige "AF".
- Im Parameter **S-0-0390, Diagnose-Nummer** wird die zugehörige Diagnosenummer der aktiven Betriebsart angezeigt (z.B. "A0101" bei Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung").
- Im Parameter **S-0-0095, Diagnose** wird die aktive Betriebsart in Textform angezeigt (z.B. "A0101 Geschwindigkeitsregelung").
- Im Parameter **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort** wird über Bit 3 ("Antrieb folgt externen Sollwerten") quittiert, ob der Antrieb in der vorgegebenen Betriebsart läuft oder nicht.
- Im Parameter **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort** wird über Bit 8, 9 und 10 ("Betriebsartenquittung") signalisiert, welche Betriebsart gerade aktiv ist.

Hinweis: Die in P-0-0115 enthaltenen Statusbits (3, 8, 9 und 10) sind auch in den von der Führungskommunikation abhängigen Statusworten (S-0-0135, P-0-4078) enthalten und können somit auch dort ausgelesen werden. Allerdings wird Bit 10 nur bei SERCOS interface bedient!

Siehe auch "Grundfunktionen der Führungskommunikation: Gerätesteuerung (Zustandsmaschine)" im Kapitel "Führungskommunikation"

Betriebsartenwechsel

Wird die Reglerfreigabe des Antriebs aktiviert, wechselt der Antrieb nach Ablauf der Initialisierungs-Routinen in diejenige Betriebsart, die über Bit 8 und 9 des spezifischen Steuerwortes der jeweiligen Führungskommunikation (S-0-0134, P-0-4077, P-0-4068 P-0-4028 oder P-0-0116) ausgewählt wurde.

Hinweis: Der Betriebsartenwechsel erfolgt innerhalb eines Lagereglertaktes (Advanced: 250 µs; Basic: 500 µs). Bis die Sollwerte der aktivierten Betriebsart wirksam werden, vergeht noch ein weiterer Lagereglertakt, da zunächst eine Initialisierung der Betriebsart durchgeführt wird.

Sonderfälle

In folgenden Ausnahmesituationen wird trotz korrekter Anwahl der Betriebsart die gewünschte Betriebsart nicht ausgeführt:

- **Antriebsfehler** liegt vor
  → Die entsprechende Fehlerreaktion wird durchgeführt.
- **Fatale Warnung** wurde ausgelöst
  → Die entsprechende Reaktion wird durchgeführt.
- Ausführung eines "**Drive-Kommandos**" (z.B. Referenzieren, Absolutmaß setzen, ...)
  → Das gestartete Kommando wird ausgeführt.
- **Antrieb Halt**
  → Diese Antriebsfunktion wird ausgeführt.

Siehe auch "Grundfunktionen der Führungskommunikation: Gerätesteuerung (Zustandsmaschine)" im Kapitel "Führungskommunikation"

Antriebsgeführter Betriebsartenwechsel

Um besonders schnell und vor allem reibungslos einen Betriebsartenwechsel im laufenden Betrieb zu erreichen, gibt es die Möglichkeit eines "Antriebsgeführten Betriebsartenwechsels". Dabei wird antriebsintern sichergestellt, dass beim Wechseln der Betriebsart selbst bei sprunghaften Änderungen des Sollwertes eine synchronisierte Überführung erfolgt.

P-0-0089: Statuswort Synchronbetriebsarten
P-0-0142: Aufsynchronisier-Beschleunigung
P-0-0143: Aufsynchronisier-Geschwindigkeit

Abb. 7-2: Zeitdiagramm "Antriebsgeführter Betriebsartenwechsel"

Siehe auch "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe" im gleichen Kapitel

Sollwertübernahme und -quittierung

Sollwertübernahme

Die Übernahme des jeweils vorgegebenen Sollwertes erfolgt unmittelbar mit dem Beschreiben des jeweiligen Sollwert-Parameters (z.B. S-0-0036, S-0-0080, S-0-0258, …) bei den Betriebsarten:

- Drehmoment-/Kraftregelung
- Geschwindigkeitsregelung
- Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe
- Antriebsinterne Interpolation
- Synchronisations-Betriebsarten:
  - Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse
  - Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse
  - Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse

Dagegen erfolgt bei den Positionierbetriebsarten (Antriebsgeführtes Positionieren, Positioniersatzbetrieb) die Übernahme des Sollwertes (Zielposition, Geschwindigkeit, Positioniersatz, …) erst, wenn der Master dies explizit durch eine "Sollwertübernahme" anfordert.

Die Sollwertübernahme wird je nach Positionierbetriebsart bzw. Profiltyp unterschiedlich durchgeführt:

- Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren"
  Übernahme des vorgegebenen Sollwertes (Position, Geschwindigkeit) durch Toggeln von Bit 0 in **S-0-0346, Steuerwort Positionieren**
  → **Toggle-Mechanismus**
- Betriebsart "Positioniersatzbetrieb"
  Übernahme des über **P-0-4026, Positioniersatz Auswahl** ausgewählten Positioniersatzes durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in **P-0-4060, Positioniersatz Steuerwort**, wenn als Führungskommunikation das Parallel-Interface oder bei Feldbussen der I/O-Modus verwendet wird
  → **Flankensteuerung**

Hinweis: Bei Verwendung des Positioniersatzbetriebs bei Feldbussen im frei konfigurierbaren Betriebsmodus (P-0-4084 = 0xFFFE) oder bei SERCOS interface wird **entgegen der o.g. Regel** auch der Toggle-Mechanismus verwendet.

Sollwertquittierung

Eine explizite Quittierung der Sollwertübernahme erfolgt lediglich bei den Positionierbetriebsarten (Antriebsgeführtes Positionieren, Positioniersatzbetrieb).

Dabei kann im Master geprüft werden, ob und wann der vorgegebene Sollwert im Antrieb übernommen wurde (Sollwertübernahme-Handshake).

Die Sollwertquittierung wird je nach Positionierbetriebsart unterschiedlich durchgeführt:

- Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren"
  Der Antrieb quittiert die Sollwertübernahme durch Toggeln von Bit 0 in **S-0-0419, Positioniersollwert-Quittung**.
- Betriebsart "Positioniersatzbetrieb"
  Der Antrieb quittiert die Sollwertübernahme durch Anzeige des wirksamen Positioniersatzes in **P-0-4051, Positioniersatz Quittung**.

Hinweis: Auch beim Positioniersatzbetrieb führt die Übernahme eines neuen Positioniersatzes zum Toggeln von Bit 0 in S-0-0419, da hierbei die interne Verarbeitung der Positioniersollwerte identisch zur Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren" ist.

7.2 Drehmoment-/Kraftregelung

Grundpaket aller Varianten in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

In der Betriebsart "Drehmoment-/Kraftregelung" wird dem Antrieb ein Drehmoment-/Kraft-Sollwert vorgegeben. Bei Bedarf kann dieser Sollwert gefiltert werden. Die Diagnose bei aktivierter Betriebsart lautet **A0100 Antrieb in Momentenregelung**.

Abb. 7-3: Blockschaltbild "Drehmoment-/Kraftregelung"

Merkmale

- Drehmoment-/Kraftregelung auf die Summe der in den Parametern **S-0-0080, Drehmoment-/Kraft-Sollwert** und **S-0-0081, Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv** vorgegebenen Sollwerte
- Der Drehmoment-/Kraft-Sollwert wird intern vom Geschwindigkeits-regler gebildet. Diesem Sollwert kann der Wert des Parameters S-0-0081 als additiver Anteil aufgeschaltet werden.
- Begrenzung des vorgegebenen Sollwertes auf parametrierbaren Grenzwert
- Filterung des Sollwertes über Parameter **P-0-0176, Drehmoment/ Kraft-Sollwert-Glättungszeitkonstante**

Beteiligte Parameter

- **S-0-0080, Drehmoment/Kraft-Sollwert**
- **S-0-0081, Drehmoment/Kraft-Sollwert additiv**
- **S-0-0082, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert positiv**
- **S-0-0083, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert negativ**
- **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0109, Spitzenstrom Motor**
- **S-0-0110, Spitzenstrom Verstärker**
- **S-0-0111, Stillstandsstrom Motor**
- **P-0-0001, Schaltfrequenz der Leistungsendstufe**
- **P-0-0038, Drehmomentbildender Strom, Sollwert**
- **P-0-0049, Wirksamer Momenten-/Kraft-Sollwert**
- **P-0-0051, Drehmoment/Kraft-Konstante**
- **P-0-0109, Spitzendrehmoment-/-Kraft-Begrenzung**
- **P-0-0176, Drehmoment/Kraft-Sollwert Glättungszeitkonstante**
- **P-0-4046, Wirksamer Spitzenstrom**

Beteiligte Diagnosen

- **A0100 Antrieb in Momentenregelung**
- **F8079 Geschwindigkeits-Grenzwert S-0-0091 überschritten**

Sollwertaufbereitung bei Drehmoment-/Kraftregelung

Sollwertfilterung

Der durch **S-0-0080, Drehmoment-/Kraft-Sollwert** vorgegebene Sollwert wird durch ein PT1-Filter gefiltert. Die Zeitkonstante des Filters kann mittels **P-0-0176, Drehmoment/Kraft-Sollwert-Glättungszeitkonstante** verändert werden.

Additiver Stromsollwert

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, über **S-0-0081, Drehmoment-/ Kraft-Sollwert additiv** einen ungefilterten additiven Sollwert aufzuschalten. Dieser kann bei Bedarf auch zyklisch konfiguriert werden.

Sollwertbegrenzung

Folgende Sollwertbegrenzungen werden unterschieden:

- Drehmoment-/Kraftbegrenzung
- Strombegrenzung

Anwenderseitig können nur die Drehmoment/Kraft-Begrenzungen direkt eingestellt werden. Über die Einstellung der Schaltfrequenz (P-0-0001) wird der Wert der Strombegrenzung indirekt beeinflusst.

Ausgangsgröße

Die Ausgangsgröße der Sollwertaufbereitung für die Drehmoment-/ Kraftregelung ist der drehmomentbildende Anteil des Stromsollwerts Iqsoll (P-0-0038).

Abb. 7-4: Sollwertaufbereitung bei Drehmoment-/Kraftregelung

Über Parameter werden die aktuell wirksamen Grenzwert-Istwerte angezeigt (P-0-0442, P-0-0443, P-0-0444; P-0-4045, P-0-4046); ebenso die Ausgangsgröße der Sollwertaufbereitung bei Drehmoment-/Kraftregelung, der drehmomentbildende Anteil des Stromsollwerts (P-0-0038).

Abb. 7-5: Anzeige der aktiven Grenzwerte und des aktuellen Drehmoment-/Kraft- und Stromsollwerts

Geschwindigkeitsüberwachung

In Drehmoment-/Kraftregelung stellt sich die Geschwindigkeit des Antriebs abhängig vom beschleunigungswirksamen Anteil des Antriebsdrehmoments bzw. der –kraft ein. Da die Geschwindigkeit eines Motors bzw. einer Achse innerhalb eines zulässigen Bereichs bleiben muss, um Schäden zu vermeiden, wird der Geschwindigkeits-Istwert überwacht.

Übersteigt der Wert von **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert** das 1,125fache des Wertes in **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**, dann erzeugt der Antrieb die Fehlermeldung **F8079 Geschwindigkeits-Grenzwert S-0-0091 überschritten** und schaltet mit der eingestellten Fehlerreaktion ab.

Inbetriebnahmehinweise

Anwenderseitig stehen folgende Begrenzungen zur Verfügung:

- Maximal zulässiges Drehmoment/Kraft (S-0-0092, P-0-0109)
- Motorische und generatorische Last bei stationärer Geschwindigkeit (S-0-0082, S-0-0083)

Siehe auch separate Dokumentation "Parameterbeschreibung für IndraDrive-Antriebsregelgeräte"

Hinweis: Es besteht auch die Möglichkeit, als Zwischengröße den Wert von **P-0-0049, Wirksamer Momenten-/Kraft-Sollwert** direkt anzuschauen (in N bzw. Nm).

Hinweis: Der Inhalt von **P-0-4046, Wirksamer Spitzenstrom** ergibt sich aus der Strom- und Drehmomentbegrenzung.

Siehe auch unten "Stromregler"

Stromregler

Der Stromregler ist ein typischer PI-Regler und kann über folgende Parameter eingestellt werden:

- **S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1**
- **S-0-0107, Stromregler-Nachstellzeit 1**

Siehe auch "Regelkreisstruktur" im Kapitel "Antriebsregelung"

Hinweis: Das Drehmoment wird eigentlich nicht geregelt, sondern gesteuert. Angesichts des linearen Zusammenhanges zwischen Drehmoment und Strom (vgl. P-0-0051) kann man jedoch von einer Drehmoment-/Kraftregelung ausgehen. Lediglich die absolute Genauigkeit des Drehmoments ist aufgrund von Exemplarstreuungen (Motor) eingeschränkt (max. ±10%).

Reglerperformance und Zykluszeiten

Der Stromregelkreis wird je nach verfügbarer Hardware (Basic- oder Advanced-Ausführung) alle 62,5 µs (Advanced) bzw. 125 µs (Basic) geschlossen. (siehe auch **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**, Bit 2).

Inbetriebnahmehinweise

Die Parameterwerte für den Stromregler sind bei Rexroth-Motoren herstellerseitig festgelegt. Sie werden bei Motoren mit Geberdatenspeicher bei der Inbetriebnahme automatisch mit den richtigen Werten beschrieben.

Bei Motoren ohne Geberdatenspeicher können die korrekten Werte für die Stromreglerparameter und weitere Motorparameter über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" geladen werden.

Diagnosemeldungen und Überwachungen

Zustandsdiagnose

Die aktivierte Betriebsart "Drehmoment-/Kraftregelung" wird durch folgende Diagnose angezeigt:

- **A0100 Antrieb in Momentenregelung**

Überwachungen

Überwachungen bei Drehmoment-/Kraftregelung:

E2063 Geschwindigkeits-sollwert > Grenzwert S-0-0091

- Der Wert des Parameters **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert** wird auf **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** begrenzt. Ist der Wert in S-0-0036 größer als der Wert in S-0-0091 wird die Warnung **E2063 Geschwindigkeitssollwert > Grenzwert S-0-0091** generiert.

7.3 Geschwindigkeitsregelung

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

In der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" wird dem Antrieb ein Geschwindigkeits-Sollwert vorgegeben. Der Geschwindigkeits-Sollwert wird durch Rampen und Filter begrenzt.

Abb. 7-6: Blockschaltbild "Geschwindigkeitsregelung"

Merkmale

- Vorgabe eines externen Geschwindigkeitssollwertes (Summe von **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert** und **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**) über Analogeingänge oder Führungskommunikationsschnittstelle (SERCOS, Feldbus,...)
- Auswahl von vordefinierten und intern abgelegten Geschwindigkeits-sollwertstufen (Festwerte) über digitale Eingänge (z.B. Tippen Vor/Rück, Einziehen, Einrichten, …)
- Nutzung eines antriebsinternen Sollwertgenerators zur Erzeugung von Sollwertrampen möglich ("Motorpotentiometer")
- Fensterkomparator zum Ausblenden kritischer Geschwindigkeits-bereiche im Sollwertkanal (z.B. Maschinenresonanzen) mit entsprechender Beschleunigungsanpassung (vgl. P-0-1209)
- Rampengenerator mit getrennt einstellbaren, zweistufigen Beschleunigungs- und Verzögerungsbegrenzungen des vorgegebenen Geschwindigkeitssollwertes; Umschaltung von Rampe 1 auf Rampe 2 erfolgt bei wählbarer Geschwindigkeit und parametrierbarem Hochlaufstopp
- Geschwindigkeitsregelung über einen digitalen PI-Regler mit umfang-reichen Filtermaßnahmen.
- Überwachung der Soll- und Istgeschwindigkeit auf Überschreitung des Parameters **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- Glättung der Geschwindigkeits-Regelkreisdifferenz über parametrier-bares Filter
- Glättung des vorgegebenen Sollwertes über Mittelwertfilter (Ruckbegrenzung über gleitende Mittelung)
- Feininterpolation der Geschwindigkeitssollwerte; Übergabe dieser Sollwerte im Lagereglertakt
  Der Feininterpolator ist zu- bzw. abschaltbar (P-0-0556, Bit 0).
- Geschwindigkeits-Regelkreisüberwachung (nicht parametrierbar) zur Verhinderung des Durchgehens des Antriebes
  Die Überwachung ist zu- bzw. abschaltbar (P-0-0556, Bit 1).
- Geschwindigkeitsregler bildet intern den Drehmoment-/Kraft-Sollwert, dem der Wert des Parameters **S-0-0081, Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv** als additiver Anteil aufgeschaltet werden kann

- Steuer- und Statuswort speziell für Betriebsart "Geschwindigkeits-regelung" (vgl. P-0-1200 und P-0-1210)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert**
- **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**
- **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung**
- **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit**
- **P-0-0004, Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante**
- **P-0-0048, Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert**
- **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**
- **P-0-1119, Geschwindigkeits-Mischfaktor Geber 1 & Geber 2**
- **P-0-1120, Geschw.-Regelkreisfilter: Filtertyp**
- **P-0-1125, Geschw.-Regelkreis: Mittelwertfilter-Takt**
- **P-0-1126, Geschw.-Regelkreis: Beschleunigungsvorsteuerung**
- **P-0-1200, Steuerwort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung**
- **P-0-1201, Steigung Rampe 1**
- **P-0-1202, Enddrehzahl Rampe 1**
- **P-0-1203, Steigung Rampe 2**
- **P-0-1206, Speicher für Geschwindigkeits-Sollwerte**
- **P-0-1207, Untere Grenze Geschwindigkeitsausblendfenster**
- **P-0-1208, Obere Grenze Geschwindigkeitsausblendfenster**
- **P-0-1209, Beschleunigungsfaktoren Geschwindigkeitsausblendf.**
- **P-0-1210, Statuswort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung**
- **P-0-1211, Verzögerungs-Rampe 1**
- **P-0-1213, Verzögerungs-Rampe 2**
- **P-0-1214, Motorpotentiometer, Steuerparamter**
- **P-0-1215, Motorpotentiometer, Beschleunigung**
- **P-0-1216, Motorpotentiometer, Verzögerung**
- **P-0-1217, Motorpotentiometer, Schrittweite**
- **P-0-1218, Motorpotentiometer, Sollwert**
- **P-0-1222, Geschwindigkeits-Sollwert-Filter**

Beteiligte Diagnosen

- **A0101 Antrieb in Geschwindigkeitsregelung**
- **E2059 Geschwindigkeitssollwertbegrenzung aktiv**
- **E2063 Geschwindigkeitssollwert > Grenzwert S-0-0091**
- **F8078 Fehler im Drehzahlregelkreis**
- **F8079 Geschwindigkeits-Grenzwert S-0-0091 überschritten**

Sollwertaufbereitung bei Geschwindigkeitsregelung

Nachfolgende Grafik zeigt die Sollwertverarbeitung in der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" als Blockschaltbild.

Abb. 7-7: Sollwertaufbereitung bei Geschwindigkeitsregelung

Hinweis: Zum **S-0-0036, Geschwindigkeitssollwert** kann direkt am Eingang des Geschwindigkeitsreglers auch noch der Wert von **S-0-0037, Geschwindigkeitssollwert additiv** aufgeschaltet werden.

Die Vorgabe eines Geschwindigkeitssollwertes in der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" kann auf folgenden Wegen erfolgen:

- Zyklische Sollwertvorgabe über den Parameter **S-0-0036, Geschwindigkeitssollwert** über die Führungskommunikation (Analog-Interface, SERCOS, Feldbus) oder IndraMotion MLD
- Verwendung von intern im Antrieb im Parameter **P-0-1206, Speicher für Geschwindigkeits-Sollwerte** (Listenparameter mit 5 Elementen) hinterlegten Geschwindigkeits-Sollwerten; Auswahl z.B. über digitale Eingänge, Führungskommunikations-Schnittstelle (SERCOS, Feldbus) oder IndraMotion MLD-S
- Interne Erzeugung von Sollwertrampen durch ein sog. "Motor-potentiometer"
- Erzeugung eines zyklischen Sollwertes über die antriebsintegrierte SPS (IndraMotion MLD-S) in Verbindung mit MC-Bausteinen (vgl. P-0-1460)

Die Verarbeitung des Geschwindigkeitssollwertes erfolgt durch den sog. Rampengenerator.

Hinweis: Information über den Zustand des Rampengenerators kann dem Parameter P-0-1210 entnommen werden.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-1210, Statuswort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung"

Sollwerterzeugung – Festsollwertspeicher

Diese Funktion ermöglicht die Auswahl von fest hinterlegten Geschwindigkeitssollwerten über einzelne Steuerbits des Parameters **P-0-1200, Steuerwort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung**.

Aktivierung der Festsollwerte

Ist eines der Bits 0…4 im Parameter P-0-1200 gesetzt, wird nicht der vom Master vorgegebene Geschwindigkeits-Sollwert (S-0-0036) verwendet, sondern ein Element aus dem Listenparameter **P-0-1206, Speicher für Geschwindigkeits-Sollwerte**.

Prioritäten bei Mehrfachauswahl

Jedes Bit im Parameter P-0-1200 wählt genau ein Element des Sollwertspeichers aus. Ist mehr als ein Bit aus der Bitgruppe 0…4 gesetzt, bestimmt das niederwertigste Bit die Sollwertauswahl. Das Bit 0 hat also die höchste Priorität.

Hinweis: Falls über Bit 0 von **P-0-1214, Motorpotentiometer, Steuerparameter** das Motorpotentiometer aktiviert wurde, werden die ausgewählten Festsollwerte nicht wirksam!

Sollwerterzeugung – Motorpotentiometer

Der Sollwertgenerator (sog. "Motorpotentiometer") bietet in der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" die Möglichkeit, einen Geschwindigkeits-Sollwertverlauf (**P-0-1218, Motorpotentiometer, Sollwert**) über digitale Eingangssignale ("Rampe+" und "Rampe–") zu erzeugen.

Aktivierung Motorpotentiometer

Die Aktivierung erfolgt durch Setzen von Bit 0 = 1 in **P-0-1214, Motor-potentiometer, Steuerparameter**.

Sollwert-Ausblendung

Die über **P-0-1207, Untere Grenze Geschwindigkeitausblendfenster** und **P-0-1208, Obere Grenze Geschwindigkeitausblendfenster** definierbaren Ausblendfenster (max. 4) dienen zur Unterdrückung von

Resonanzerscheinungen einer Maschine bzw. an einer Anlage. Geschwindigkeiten innerhalb dieser Fenster sollen nicht dauerhaft gefahren werden. Ein Geschwindigkeitssollwert, der in den Wertebereich eines der 4 definierbaren Fenster fällt, wird entweder auf die untere Grenze P-0-1207 abgesenkt, oder auf die obere Grenze P-0-1208 angehoben.

P-0-1207: Untere Grenze Geschwindigkeitausblendfenster
P-0-1208: Obere Grenze Geschwindigkeitausblendfenster

Abb. 7-8: Funktion "Geschwindigkeitsausblendfenster mit Hysterese"

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-1207, Untere Grenze Geschwindigkeitausblendfenster" und "P-0-1208, Obere Grenze Geschwindigkeitausblendfenster"

Der nachgeschaltete Rampengenerator durchläuft den Bereich des Geschwindigkeitsfensters; die in **P-0-1209, Beschleunigungsfaktoren Geschwindigkeitsausblendfenster** angegebenen Werte wirken multiplikativ auf die Beschleunigungswerte des Rampengenerators (P-0-1201, P-0-1203, P-0-1211 und P-0-1213).

P-0-1207: Untere Grenze Geschwindigkeitausblendfenster
P-0-1208: Obere Grenze Geschwindigkeitausblendfenster

Abb. 7-9: Wirkungsweise der Beschleunigungsfaktoren aus P-0-1209

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-1209, Beschleunigungsfaktoren Geschwindigkeitsausblendfenster"

Rampengenerator

Der Geschwindigkeitssollwert kann über 2 Rampen stufenweise in seinem Anstieg (Beschleunigung) und der Verzögerung begrenzt werden.

- Beschleunigungsvorgang:
  In der ersten Stufe wird der Sollwert über **P-0-1201, Steigung Rampe 1** im Anstieg begrenzt (Beschleunigungsrampe 1). Ist die Sollgeschwindigkeit größer als die im Parameter **P-0-1202, Enddrehzahl Rampe 1** eingetragene Schwelle, wird der Sollwert mit dem Wert von **P-0-1203, Steigung Rampe 2** im Anstieg begrenzt (Beschleunigungsrampe 2).
- Verzögerung bzw. Bremsvorgang:
  Zur Verzögerung werden die Parameter **P-0-1211, Verzögerungs-Rampe 1** bzw. **P-0-1213, Verzögerungs-Rampe 2** entsprechend verwendet.

Hinweis: Damit können für den Beschleunigungs- und Bremsvorgang unterschiedliche Rampen parametriert werden.

Hochfahrstopp

Beim Auftreten beschleunigungsbedingter Momentenbegrenzung oder durch anlagenbedingte Störungen/Unregelmäßigkeiten ist es notwendig, die Beschleunigungsrampe zu unterbrechen. Hierfür wurde die Funktion "Hochfahrstopp" eingeführt, die über **P-0-1200, Steuerwort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung** gesteuert wird.

Einstellmöglichkeiten zur Aktivierung der Funktion "Hochfahrstopp" über die entsprechenden Bits von P-0-1200:

- Aktivierung der Funktion ohne Zusatzbedingung
- Ansprechen der Momentenbegrenzung (E2060)
- Ansprechen der Sollwertbegrenzung (vgl. S-0-0091)
- Ansprechen der Sollwert- oder Momentbegrenzung

Hinweis: Die Funktion "Hochfahrstopp" ist während des Durchfahrens eines Drehzahlausblendfensters deaktiviert.

Ruckbegrenzung

Der in Steigung und Höhe begrenzte Geschwindigkeitssollwert wird durch ein gleitendes Mittelwertfilter (**P-0-1222, Geschwindigkeits-Sollwert-Filter**) ruckbegrenzt.

Sollwertbegrenzung

Der wirksame Geschwindigkeitssollwert (Summe aus S-0-0036 und S-0-0037) wird auf den im Parameter **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** bzw. in den Parametern **S-0-0038, Geschwindigkeits-Grenzwert positiv** oder **S-0-0039, Geschwindigkeits-Grenzwert negativ** angegebenen Wert begrenzt.

Siehe auch "Begrenzungen: Geschwindigkeitsbegrenzung" im Kapitel "Antriebsregelung"

Hinweis: Wenn die Begrenzung wirkt, generiert der Antrieb die Meldung **E2059 Geschwindigkeitssollwertbegrenzung aktiv**.

Feininterpolation

Der am Ausgang der Sollwertverarbeitung vorhandene, begrenzte Sollwert kann noch mittels einer linearen Feininterpolation für die weitere Verarbeitung im Geschwindigkeitsregler aufbereitet werden. Dabei wird ein im Lagereglertakt vorgegebener Sollwert im Geschwindigkeits-reglertakt feininterpoliert.

Diese Funktion ist über Bit 0 von **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** zu aktivieren.

Geschwindigkeitsregelkreis

Geschwindigkeitsregler

Der Geschwindigkeitsregler ist ein typischer PI-Regler und kann über folgende Parameter eingestellt werden:

- **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung**
- **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit**

Siehe auch "Achsregelung: Regelkreisstruktur" im Kapitel "Antriebs-regelung"

Reglerperformance und Zykluszeiten

Die minimal mögliche Reglerzykluszeit des Geschwindigkeitsreglers ist abhängig

- vom vorhandenen Steuerteil (CSH, CSB, CDB),
- von der zugehörigen Firmware-Variante (MPH, MPB oder MPD)

  - und -
- bei Variante MPH von der parametrierten Performance (Basic oder Advanced; vgl. **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**, Bit 2).

Siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht"

Stromregler im Geschwindigkeitsregelkreis

In Geschwindigkeitsregelung wirkt immer auch der unterlagerte Stromregelkreis (Kaskadenstruktur), der über folgende Parameter eingestellt werden kann:

- **S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1**
- **S-0-0107, Stromregler-Nachstellzeit 1**
- **P-0-0001, Schaltfrequenz der Leistungsendstufe**

Siehe auch "Stromregler" im Abschnitt "Drehmoment-/Kraftregelung"

Filtermöglichkeiten

Zur Filterung von evtl. vorhandenen Rauschanteilen im Geschwindigkeits-Istwert bzw. zur Dämpfung von Resonanzfrequenzen können folgende Filtereinstellungen vorgenommen werden:

- Mit dem Parameter **P-0-0004, Drehzahlregler-Glättungszeit-konstante** kann das Tiefpassfilter eingestellt werden, welches die Regeldifferenz für den Geschwindigkeitsregler filtert.
- Mit dem Parameter **P-0-1125, Geschw.-Regelkreis: Mittelwertfilter-Takt** ist es möglich, die Geschwindigkeits-Regelkreisabweichung mit einem gleitenden Mittelwertfilter zu filtern.

- Zur Filterung der Regelabweichung können mit dem Parameter **P-0-1120, Geschw.-Regelkreisfilter: Filtertyp** vier in Reihe geschaltete Filter als Tiefpass oder Bandsperre konfiguriert werden.

Hinweis: Zum Ausgangssignal des Geschwindigkeitsreglers wird der **S-0-0081, Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv** summiert und der resultierende Wert der Strom- und Drehmoment-/Kraftbegrenzung zugeführt (siehe auch "Begrenzungen: Strom- und Momentenbegrenzung (Closed-Loop)" im Kapitel "Antriebsregelung").

Inbetriebnahmehinweise

Neben dem zyklischen Geschwindigkeitssollwert (S-0-0036) kann der Antrieb mit fest definierten, im Antrieb hinterlegten, konstanten Geschwindigkeitssollwerten verfahren werden.

Festsollwertspeicher

Auswahl Festwertspeicher

Die Auswahl von vorgegebenen Festsollwerten ist effektiv bei Anwendungen mit Analog- oder Parallel-Interface einsetzbar, bei denen der Antrieb mit konstanten, über Schalter/Taster auszuwählenden Geschwindigkeitsstufen (Tippen Vor/Rück, Einziehen, Einrichten, Waschen, …) verfahren wird.

Geschwindigkeitsstufen

Die dafür vorgesehenen Geschwindigkeitsstufen (max. 5 Werte) können in den Listenparameter P-0-1206 eingetragen werden und über die Bits 0…4 des Steuerwortes P-0-1200 jeweils einzeln aktiviert werden. Folgende Grafik zeigt das Zusammenwirken der Parameter:

S-0-0036: Geschwindigkeits-Sollwert
P-0-1200: Steuerwort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung
P-0-1206: Speicher für Geschwindigkeits-Sollwerte

Abb. 7-10: Auswahl der intern hinterlegten Geschwindigkeitssollwerte

Hinweis: Falls eines der Bits 0…4 in P-0-1200 gesetzt ist, wird der zyklisch vorgegebene Geschwindigkeits-Sollwert (S-0-0036) nicht mehr durchgeschaltet, sondern es wirkt der jeweils über das Bit aktivierte fest definierte Sollwert.

Motorpotentiometer

Aktivierung der Funktion

Nachdem das Motorpotentiometer durch Setzen des Bit 0 von **P-0-1214, Motorpotentiometer, Steuerparameter** aktiviert wurde, kann die Funktionalität des Motorpotentiometers genutzt werden.

Bedienung und Veränderung von Sollwertrampen

Die Beeinflussung und Veränderung der Sollwertrampen erfolgt über die beiden Steuerbits Bit 8 (Rampe+) und Bit 9 (Rampe-) von **P-0-1200, Steuerwort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung**. Diese Bits können auf folgenden Wegen beschrieben werden:

- über digitale Eingänge

  Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"
- über das Bedienfeld (Komfort- oder Standard-Bedienfeld)

  Siehe "Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen")
- durch einfaches Beschreiben des Parameters über die serielle Schnittstelle oder die Schnittstelle der Führungskommunikation

Start- bzw. Anfangswert für den Sollwertgenerator

Mit Bit 1 und 2 von **P-0-1214, Motorpotentiometer, Steuerparameter** wird der Startwert nach dem Aktivieren der Reglerfreigabe (vgl. P-0-0115, Bit "Antrieb-Ein") festgelegt, wobei folgende Auswahl möglich ist:

- **00** → Sollwertgenerator startet bei Sollwert "0"
- **01** → Sollwertgenerator startet mit altem Sollwert (Wert wird auch beim Ausschalten der Steuerspannung gespeichert!)
- **10** → Sollwertgenerator startet mit aktuellem Geschwindigkeits-Istwert im Parameter S-0-0040
- **11** → Auswahl nicht zulässig!

Beschleunigung der Rampen

Mit Bit 3 von **P-0-1214, Motorpotentiometer, Steuerparameter** wird das Beschleunigungsverhalten festgelegt, wobei folgende Fälle unterschieden werden:

- **Bit 3 = 0: konstante Beschleunigung**
  → lineare Verstellung der Sollgeschwindigkeit
  Mit der Einschaltdauer von "Ramp+" bzw. "Ramp-" wird der Geschwindigkeits-Sollwert beeinflusst und die Beschleunigung bleibt konstant:
  - Mit dem Steuerbit "Ramp+" wird der Geschwindigkeits-Sollwert mit der im Parameter **P-0-1215, Motorpotentiometer, Beschleunigung** eingetragenen Beschleunigung bis zum positiven Grenzwert (= Minimalwert von S-0-0091 und S-0-0038) erhöht.
  - Mit dem Steuerbit "Ramp-" wird der Geschwindigkeits-Sollwert mit der im Parameter **P-0-1216, Motorpotentiometer, Verzögerung** eingetragenen Verzögerung bis zum negativen Grenzwert Grenzwert (= Minimalwert von S-0-0091 und S-0-0039) abgesenkt.
- **Bit 3 = 1: linear veränderliche Beschleunigung**
  → quadratische Verstellung der Sollgeschwindigkeit
  Mit der Einschaltdauer von "Ramp+" bzw. "Ramp-" wird die Beschleunigung linear verändert:
  - Mit dem Steuerbit "Ramp+" wird der Beschleunigungswert bis zum positiven Grenzwert (**P-0-1201, Steigung Rampe 1** bzw. **P-0-1203, Steigung Rampe 2**) mit der Steigung (**P-0-1215, Motorpotentiometer, Beschleunigung**) innerhalb 2 s erhöht.
  - Mit dem Steuerbit "Ramp-" wird der Beschleunigungswert bis zum negativen Grenzwert (**P-0-1211, Verzögerung Rampe 1** bzw. **P-0-1213, Verzögerung Rampe 2**) mit der Steigung (**P-0-1215, Motorpotentiometer, Beschleunigung**) innerhalb 2 s abgesenkt.

Hinweis: Für den Beschleunigungs- und Bremsvorgang können somit unterschiedliche Rampen parametriert werden.

Auswertemodus der Rampeneingänge

Mit Bit 3 von **P-0-1214, Motorpotentiometer, Steuerparameter** wird der Auswertemodus der beiden Steuereingänge "Ramp+" und "Ramp-" festgelegt, wobei folgende Fälle unterschieden werden:

- **Bit 4 = 0: kontinuierliche Auswertung**
  → stetige Verstellung der Beschleunigung bzw. Geschwindigkeit über "Ramp+" bzw. "Ramp–"
  - Solange Bit 8 ("Ramp+") gesetzt ist, wird der Sollwert erhöht.
  - Solange Bit 9 ("Ramp-") gesetzt ist, wird der Sollwert erhöht.
- **Bit 4 = 1: flankengesteuerte Auswertung**
  → schrittweise Verstellung des Geschwindigkeitssollwertes mit Wert des Parameters **P-0-1217, Sollwertgenerator, Schrittweite**
  - Mit einer 0-1-Flanke von "Ramp+" wird der Sollwert um den Wert des Parameters P-0-1217 erhöht.
  - Mit einer 0-1-Flanke von "Ramp-" wird der Sollwert um den Wert des Parameters P-0-1217 abgesenkt.

Hinweis: Wird ein Steuerbit "Ramp+" oder "Ramp-" für länger als 2 s betätigt, wechselt der Modus automatisch zur stetigen Verstellung des Sollwertes mit der entsprechenden Beschleunigungs-/Verzögerungsrampe.

Fallbeispiele

In den folgenden Grafiken werden einige Fallbeispiele anhand ihres Signalverlaufes dargestellt:

Abb. 7-11: Lineare Verstellung der Sollgeschwindigkeit mit zustandsgesteuerter Auswertung von "Ramp+" und "Ramp-"

Abb. 7-12: Quadratische Verstellung der Sollgeschwindigkeit mit zustandsgesteuerter Auswertung von "Ramp+" und "Rampe-"

Abb. 7-13: Lineare Verstellung der Sollgeschwindigkeit mit flankengesteuerter Auswertung von "Ramp+" und "Ramp-"

Abb. 7-14: Quadratische Verstellung der Sollgeschwindigkeit mit flankengesteuerter Auswertung von "Ramp+" und "Ramp-"

Geschwindigkeitsmischung

Über **P-0-1119, Geschwindigkeits-Mischfaktor Geber 1 & Geber 2** besteht die Möglichkeit, bei regelungstechnischen Stabilitätsproblemen eine Mischung der unterschiedlichen Geberistwerte vorzunehmen.

Beschleunigungsvorsteuerung

Zur Verbesserung des Führungsverhaltens besteht die Möglichkeit, den Drehzahlsollwert differenziert und über den Parameter **P-0-1126, Geschw.-Regelkreis: Beschleunigungsvorsteuerung** gewichtet am Geschwindigkeitsregler vorbei auf den Geschwindigkeitsreglerausgang aufzuschalten. Hierbei ist es möglich, diesen differenzierten Sollwert auch noch mittels eines PT1-Filters zu glätten (vgl. P-0-0180).

Durch diese Art der Vorsteuerung kann man selbst bei schlechten Mess-Systemen bzw. bei sehr hohen Lastträgheiten (bzw. -massen) noch ein hinreichend gutes und dynamisches Führungsverhalten erzielen.

Siehe auch "Achsregelung: Regelkreisstruktur" im Kapitel "Antriebs-regelung"

Geschwindigkeitssollwertausblendung

Für jedes Geschwindigkeitsfenster (vgl. P-0-1207, P-0-1208) kann ein eigener Beschleunigungsfaktor (vgl. P-0-1209) definiert werden, der jedoch sowohl bei Beschleunigen als auch beim Bremsen wirkt.

Bei der Parametrierung der Geschwindigkeitsfenster ist Folgendes zu beachten:

- Die Listenelemente müssen aufsteigende Zahlenwerte enthalten (gleiche Werte sind erlaubt).
- Eingaben, die zu überlappenden Bereichen führen (P-0-1207[n] > P-0-1208[n+1] sind nicht zulässig.
- Bei Eingabe gleicher Werte für untere und obere Grenze (P-0-1207[n] = P-0-1208[n]) ist das Fenster deaktiviert.
- Ist das Element P-0-1207[0] = 0, wirkt das Fenster symmetrisch um Drehzahl Null. Dadurch wird verhindert, dass der Geschwindigkeitssollwert unter einen bestimmten Mindestwert sinkt.

Hinweis: Der Defaultwert der Parameter P-0-1207 und P-0-1208 ist Null, womit kein Drehzahlfenster definiert ist.

Diagnosemeldungen und Überwachungen

Zustandsdiagnose

Aktive Betriebsart

Die aktivierte Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" wird durch folgende Diagnose angezeigt:

- **A0101 Antrieb in Geschwindigkeitsregelung**

Status des Rampengenerators

Wirksamer Geschwindigkeitssollwert

Der aktuell wirksame Geschwindigkeitssollwert am Ausgang der Sollwertaufbereitung, der über die Feininterpolation dem Geschwindigkeitsregler vorgegeben wird, ist im Parameter **P-0-0048, Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert** abgebildet.

Status des Rampengenerators (Hochlaufgebers)

Im Anwendungsbereich "Frequenzumrichter" sind verschiedene Statusmeldungen erforderlich, welche im Parameter **P-0-1210, Statuswort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung** enthalten sind:

- Bit 0 = 1 → Sollwert erreicht
  Der Ausgang des Rampengenerators, einschließlich des Ruckfilters, entspricht genau dem ausgewählten Sollwert, d.h. entweder dem Wert von S-0-0036 oder einem angewählten Festwert aus P-0-1205.
- Bit 1 = 1 → Hochfahrstopp aktiv
  Der Befehl "Hochfahrstopp" verhindert das Integrieren der Beschleunigungsrampe. Das Ruckfilter ist nicht gestoppt, es können sich Änderungen am aktuellen Sollwert für die im Ruckfilter eingestellte Zeit ergeben.
- Bit 2 = 1 → Beschleunigung aktiv
  Der Betrag des anstehenden Sollwerts ist größer als der aktuelle Sollwert. Entweder ist die Beschleunigungsrampe aktiv oder das Ruckfilter hat noch nicht den Endwert erreicht.
- Bit 3 = 1 → Verzögerung aktiv
  Der Betrag des anstehenden Sollwert ist kleiner als der aktuelle Sollwert. Entweder ist die Verzögerungsrampe aktiv oder das Ruckfilter hat noch nicht den Endwert erreicht.
- Bit 4 = 1 → Sollwert innerhalb Ausblendfenster
  Der Sollwert befindet innerhalb eines durch die Werte von P-0-1207

und P-0-1208 definierten Ausblendfensters und verhindert das genaue Anfahren dieses Sollwertes.

- Bit 5 = 1 → Geschwindigkeits-Rampe innerhalb Ausblendfenster
  Der Rampengenerator durchfährt den Bereich eines Ausblendfensters, es ist die erhöhte Beschleunigung/Verzögerung nach P-0-1209 aktiv. Zusätzlich zu diesem Meldebit ist entweder das Bit "Beschleunigung aktiv" oder "Verzögerung aktiv" gesetzt.

Überwachungen

Betriebsartenspezifische Überwachungen sind:

E2059 Geschwindigkeits-sollwertbegrenzung aktiv

- Der wirksame Geschwindigkeitssollwert (Summe aus S-0-0036 und S-0-0037) wird auf den in **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** angegebenen Wert begrenzt. Wenn die Begrenzung wirkt, generiert der Antrieb die Meldung **E2059 Geschwindigkeits-sollwertbegrenzung aktiv**.

E2063 Geschwindigkeitssollwert > Grenzwert S-0-0091

- Der Wert des Parameters **S-0-0036, Geschwindigkeits-Sollwert** wird auf **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** begrenzt. Ist der Wert in S-0-0036 größer als der Wert in S-0-0091 wird die Warnung **E2063 Geschwindigkeitssollwert > Grenzwert S-0-0091** generiert.

F8078 Fehler im Drehzahlregelkreis

- Der Antrieb überwacht die ordnungsgemäße Funktion des Geschwindigkeitsreglers und schaltet bei fatalen Fehlern den Antrieb mit der Fehlermeldung **F8078 Fehler im Drehzahlregelkreis** momentenfrei.

F8079 Geschwindigkeits-Grenzwert S-0-0091 überschritten

- Der Wert des Parameters **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert** wird überwacht. Überschreitet er das 1,125-fache des in **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** parametrierten Wertes, wird die Fehlermeldung **F8079 Geschwindigkeits-Grenzwert S-0-0091 überschritten** generiert.

7.4 Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe

Grundpaket aller Varianten in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

In der Betriebsart "Lageregelung" wird dem Antrieb ein zyklischer Lagesollwert im NC-Zyklustakt vorgegeben. Dieser Sollwert wird im Antrieb feininterpoliert und ggf. über Filter ruckbegrenzt, bevor er dem eigentlichen Lageregler übergeben wird.

Zur Minimierung des Schleppfehlers wird neben einer variablen Geschwindigkeitsvorsteuerung auch eine variable Beschleunigungs-vorsteuerung angeboten.

Es gibt verschiedene Ausprägungen der Betriebsart "Lageregelung", welche bei aktivierter Betriebsart zu den entsprechenden Diagnosemeldungen führen (siehe "Beteiligte Diagnosen").

Abb. 7-15: Blockschaltbild "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe"

Merkmale

- Lageregelung auf den im Parameter **S-0-0047, Lagesollwert** vorgegebenen Sollwert
- NC-geführte oder antriebsgeführte Lageregelung mit interner, dynamischer Aufsynchronisation beim Betriebsartenwechsel
- Zeitraster für zyklische Sollwertvorgabe durch **S-0-0001, NC-Zykluszeit (Tncyc)** definiert
- Überwachung der Lagesollwertdifferenz auf Überschreitung des Parameters **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- Glättung der Lagesollwerte der Steuerung über einstellbaren Shapefilter; Berechnung aus Beschleunigungs- und Ruck-Grenzwert; Anzeige im Parameter **P-0-0042, Lagesollwert-Mittelwertfilterordnung aktuell**
- Feininterpolation des Lagesollwerts der Steuerung auf Lagereglertakt; über **P-0-0187, Modus der Lagesollwertverarbeitung** umschaltbar
- Lageregelung auf Lageistwert Geber 1 (Motorgeber) oder Lageistwert Geber 2 [externer (lastseitiger) Geber], dynamisch umschaltbar
- Geschwindigkeitsvorsteuerung über einstellbaren Faktor von 0…150 % (Default = 100 %)
- Beschleunigungsüberwachung des Lagesollwerts zuschaltbar (P-0-0556, Bit 15)

Hinweis: Diese Betriebsart setzt eine taktsynchrone Kommunikation zwischen der Steuerung und dem Antrieb voraus, wie sie z.B. mit SERCOS interface gegeben ist.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0047, Lage-Sollwert**
- **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0138, Beschleunigung bipolar**
- **P-0-0010, Exzessiver Lagesollwert**
- **P-0-0011, Letzter gültiger Lagesollwert**
- **P-0-0041, Lagesollwert-Mittelwertfilter-Zeitkonstante**
- **P-0-0042, Lagesollwert-Mittelwertfilterordnung aktuell**
- **P-0-0047, Lage-Sollwert-Steuerung**
- **P-0-0099, Lagesollwert-Glättungsfilter-Zeitkonstante**
- **P-0-0187, Lagesollwertverarbeitung Modus**
- **P-0-0434, Lagesollwert Regler**
- **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**

Beteiligte Diagnosen

- **A0102 Lageregelung Geber 1**
- **A0103 Lageregelung Geber 2**
- **A0104 Lageregelung schleppabstandsfrei, Geber 1**
- **A0105 Lageregelung schleppabstandsfrei, Geber 2**
- **A0154 Lageregelung antriebsgeführt, Geber 1**
- **A0155 Lageregelung antriebsgeführt, Geber 2**
- **A0156 Lageregelung antriebsgeführt schleppfrei, Geber 1**
- **A0157 Lageregelung antriebsgeführt schleppfrei, Geber 2**

- **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz**
- **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten**

Sollwertaufbereitung bei Lageregelung

NC- oder antriebsgeführte Lageregelung

Man unterscheidet folgende Ausprägungen der Betriebsart "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe":

- **NC-geführte Lageregelung** (vgl. A0102 bis A0105)
  Der Antrieb folgt generell den zyklisch im NC-Takt vom Master vorgegebenen Lagesollwerten.
- **Antriebsgeführte Lageregelung** (vgl. A0154 bis A0157)
  Der Antrieb sorgt beim Betriebsartenwechsel in die zyklische Lageregelung für einen entsprechenden Aufsynchronisiervorgang, d.h. er erzeugt intern anhand der internen Aufsynchronisier-Parameter (P-0-0142, P-0-0154, P-0-0151) einen sanften Übergang des internen Lagesollwertes von der aktuellen Istposition auf den neuen, von der NC vorgegebenen Sollwertverlauf. Nach Abschluss des Aufsynchroinisiervorganges folgt der Antrieb dann den vom Master im NC-Takt vorgegebenen Lagesollwerten.

Hinweis: Der zyklisch von der Steuerung übertragene Sollwert wird im Parameter **P-0-0047, Lagesollwert Steuerung** angezeigt.

Der interne Lagesollwert am Lageregler wird im Parameter **P-0-0434, Lagesollwert Regler** angezeigt. Bei Bedarf kann er auch über den Parameter **S-0-0047, Lage-Sollwert** ausgelesen werden.

Sollwertfilterung (Ruckbegrenzung)

Die von der Steuerung vorgegebenen Lagesollwerte können über einen einstellbaren Mittelwertfilter (**P-0-0041, Lagesollwert-Mittelwertfilter-Zeitkonstante**; gleitende Mittelung über maximal 64 Werte) geglättet werden. Die Anzeige des daraus resultierenden Filtergrades erfolgt über **P-0-0042, Lagesollwert-Mittelwertfilterordnung aktuell**. Dieser Filter kann zur Ruckbegrenzung verwendet werden.

Hinweis: Das über **P-0-0099, Lagesollwert-Glättungsfilter-Zeitkonstante** parametrierbare PT1-Filter zur Ruckbegrenzung ist nur bei linearer Feininterpolation wirksam.

Feininterpolation des Lagesollwertes

Der zyklisch von der Steuerung im NC-Zyklustakt übertragene Lagesollwert kann ggf. im Antrieb feininterpoliert werden.

Über **P-0-0187, Lagesollwertverarbeitung Modus** kann zwischen

- kubischem Feininterpolator (konturtreu),
- linearem Feininterpolator oder
- kubischem Approximator

umgeschaltet werden.

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0187, Lagesollwertverarbeitung Modus"

Hinweis: Es wird empfohlen den kubischen Feininterpolator (konturtreu) zu verwenden (Defaulteinstellung), da er insbesondere bei schleppabstandsfreier Lageregelung eine deutlich höhere Qualität der Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvorsteuerung bietet.

Abb. 7-16: Sollwertaufbereitung bei Lageregelung

Siehe auch unten "Lageregler"

Siehe auch "Geschwindigkeitsregler" im Abschnitt "Geschwindigkeits-regelung"

Siehe auch "Stromregler" im Abschnitt "Drehmoment-/Kraftregelung"

Lageregler

Der Lageregler ist ein einfacher P-Regler dessen Proportionalverstärkung mit dem Wert von **S-0-0104, Lageregler Kv-Faktor** eingestellt werden kann.

Siehe auch "Regelkreisstruktur" im Kapitel "Antriebsregelung"

Reglerperformance und Zykluszeiten

Der Lageregelkreis wird je nach verfügbarer Performance-Ausführung geschlossen (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht").

Je nach Anwendung kann über Bit 3 der Betriebsartenparameter (S-0-0032 bis S-0-0035) eingestellt werden:

- schleppfehlerfreier Betrieb
  (mit Geschwindigkeitsvorsteuerung)
- schleppfehlerbehafteter Betrieb
  (ohne Geschwindigkeitsvorsteuerung)

Unter dem Schleppfehler versteht man die Differenz zwischen Lagesollwert und Lageistwert. Der jeweils aktuelle Wert ist im Parameter **S-0-0189, Schleppabstand** abgelegt.

Hinweis: Sofern es die Mechanik und Applikation zulassen, sollte immer der schleppfehlerfreie Betrieb ausgewählt werden.

Vorsteuermöglichkeiten

Im schleppfehlerfreien Betrieb kann man neben einer variablen Geschwindigkeitsvorsteuerung (**P-0-0040, Bewertung Geschwindigkeitsvorsteuerung**) auch noch eine variable Beschleunigungsvorsteuerung aktivieren.

Dazu erfolgt die Einstellung des beschleunigungsproportionalen Vorsteueranteiles (additiver Stromsollwert) über Parameter **S-0-0348, Verstärkung Beschleunigungsvorsteuerung** und die Einstellung des geschwindigkeitsproportionalen Vorsteueranteiles (additiver Geschwindigkeitssollwert) über **P-0-0040, Bewertung Geschwindigkeitsvorsteuerung**.

Dadurch ist es möglich, den Schleppfehler bei konstanter Geschwindigkeit auf einen gewünschten Prozentwert einzustellen.

Hinweis: Bei schleppfehlerfreiem Betrieb und P-0-0040 = 100% ergibt sich bei konstanter Geschwindigkeit ein minimaler Schleppfehler von "0".

Hinweis: Es besteht zusätzlich die Möglichkeit über den Parameter **P-0-1126, Geschw.-Regelkreis: Beschleunigungsvorsteuerung** eine Vorsteuerung vorzunehmen, die sich jedoch aus dem Geschwindigkeitssollwert ableitet. Daher ist sicherzustellen, dass nicht versehentlich beide Vorsteuerungen aktiviert wurden!

Siehe auch "Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb)" im Kapitel "Antriebsregelung"

Diagnosemeldungen und Überwachungen

Zustandsdiagnosen

Die aktivierte Betriebsart "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe" wird durch eine der folgenden Diagnosen angezeigt:

- **A0102 Lageregelung Geber 1**
- **A0103 Lageregelung Geber 2**
- **A0104 Lageregelung schleppabstandsfrei, Geber 1**
- **A0105 Lageregelung schleppabstandsfrei, Geber 2**
- **A0154 Lageregelung antriebsgeführt, Geber 1**
- **A0155 Lageregelung antriebsgeführt, Geber 2**
- **A0156 Lageregelung antriebsgeführt schleppfrei, Geber 1**
- **A0157 Lageregelung antriebsgeführt schleppfrei, Geber 2**

Überwachungen

Betriebsartenspezifische Überwachungen/Diagnosen sind:

Überwachung auf einfachen Lagesollwertausfall

Lagesollwertextrapolation

In der Betriebsart "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe" werden dem Antrieb in jedem NC-Zyklus neue Lagesollwerte übergeben. Die Differenz zwischen dem aktuellen und dem letzten Lagesollwert wird ermittelt und auf Plausibilität überprüft.

Ein Ansprechen der Überwachung kann folgende Ursachen haben:

- Fehlerhafte Sollwertvorgaben der Steuerung
- Fehler in der Sollwertübertragung

Hinweis: Bei einfachem Sollwertausfall wird der Lagesollwert extrapoliert.

Exzessive Lagesollwertdifferenz

F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz

Bei aktiver Betriebsart "Lageregelung" wird die berechnete Geschwindigkeit, die zum Erreichen des vorgegebenen Lagesollwerts (S-0-0047) notwendig ist, mit **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** verglichen. Als Zeitbasis für die Umrechnung der Lagesollwertdifferenzen in eine Geschwindigkeit dient die NC-Zykluszeit (TNcyc in S-0-0001).

Überschreitet die dem vorgegebenen Lagesollwert entsprechende Sollgeschwindigkeit den Wert in S-0-0091, wird die Fehlermeldung **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz** generiert. Weiterhin werden die beiden beteiligten Sollwerte in folgende Parameter geschrieben:

- **P-0-0010, Exzessiver Lagesollwert**
- **P-0-0011, Letzter gültiger Lagesollwert**

Die Geschwindigkeit, die sich aus der Differenz dieser beiden Werte ergibt, führte zur Generierung der Fehlermeldung.

Abb. 7-17: Überwachung auf Fehler **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz**

Hinweis: Der im Parameter **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** eingetragene Wert sollte etwa 5 bis 10% über der vorgesehenen Maximalgeschwindigkeit der Achse liegen.

Maximale Beschleunigung überschritten

F2039 Maximale Beschleunigung überschritten

Im Parameter **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** (Bit 15) kann eingestellt werden, dass die Sollbeschleunigung auf die Einhaltung von **S-0-0138, Beschleunigung bipolar** überwacht wird. Bei Überschreitung des Wertes von S-0-0138 wird die Fehlermeldung **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten** generiert.

7.5 Antriebsinterne Interpolation

Grundpaket aller Varianten in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Durch die beiden Betriebsarten "Antriebsinterne Interpolation" und "Antriebsgeführtes Positionieren" kann die zeitoptimale Positionierung einer Einzelachse realisieren werden. Die Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" bildet dabei die Basis für die umfassendere Funktionalität der Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren".

In der Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" wird dem Antrieb eine Zielposition direkt vorgegeben. Im internen Positioniergenerator wird aus dem Vorgabewert für die Zielposition unter Einbeziehung vorgegebener Positionierdaten (Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ruck) ein Lagesollwertverlauf als Eingangsgröße für den Lageregler generiert (interpoliert).

Es gibt verschiedene Ausprägungen der Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation", welche bei aktivierter Betriebsart zu den entsprechenden Diagnosemeldungen führen (siehe "Beteiligte Diagnosen").

Abb. 7-18: Blockschaltbild "Antriebsinterne Interpolation"

Merkmale

- Antriebsinterne Generierung eines Lagesollwertprofiles zum Anfahren der Zielposition (S-0-0258) unter Einhaltung der einstellbaren Positionier-Geschwindigkeit (S-0-0259) und Positionier-Beschleunigung (S-0-0260) bzw. Positionier-Verzögerung (S-0-0359); getrennt einstellbar
- Ruckbegrenzung des erzeugten Lagesollwertes über **S-0-0193, Positionier-Ruck**
- Bewertung der Positionier-Geschwindigkeit mit **S-0-0108, Feedrate-Override**
- Überwachung der Positionier-Geschwindigkeit auf Überschreitung von **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- Überwachung der Zielposition auf Einhaltung der Lagegrenzwerte
- Im Parameter **S-0-0393, Sollwertmodus** einstellbarer Sollwertmodus im Moduloformat (kürzester Weg, nur positive oder nur negative Richtung)
- Lageregelung auf **S-0-0051, Lageistwert Geber 1** (Motorgeber) oder **S-0-0053, Lageistwert Geber 2** [externer (lastseitiger) Geber]
- Getrennt einstellbare Beschleunigungs- und Bremsrampen
- Keine Bewegungsrichtungsumkehr bei "Sollwertmodus im Moduloformat" gleich "Kürzester Weg", wenn v_{ist} > S-0-0417
- Kürzester Weg, wenn "Sollwertmodus im Moduloformat" gleich "nur positive/negative Bewegungsrichtung" und Zielposition innerhalb **S-0-0418, Zielpositionsfenster im Moduloformat**

Hinweis: In dieser Betriebsart besteht die Möglichkeit der getrennten Parametrierung des Beschleunigungs- und Bremsvorganges. Dadurch kann eine optimale Anpassung an die jeweiligen applikationsspezifischen Anforderungen erzielt werden.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0108, Feedrate-Override**
- **S-0-0193, Positionier-Ruck**
- **S-0-0258, Zielposition**
- **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit**
- **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung**
- **S-0-0342, Zielposition erreicht**
- **S-0-0343, Meldung Interpolator angehalten**
- **S-0-0359, Positionier-Verzögerung**
- **S-0-0393, Sollwertmodus**
- **S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Moduloformat**
- **S-0-0418, Zielpositionsfenster im Moduloformat**
- **S-0-0430, Wirksame Zielposition**
- **S-0-0437, Positionier-Status**
- **P-0-0434, Lagesollwert Regler**

Beteiligte Diagnosen

- **A0106 Antriebsinterne Interpolation, Geber 1**
- **A0107 Antriebsinterne Interpolation, Geber 2**
- **A0108 Antriebsinterne Interpolation schleppfrei, Geber 1**
- **A0109 Antriebsinterne Interpolation schleppfrei, Geber 2**
- **E2047 Interpolationsgeschwindigkeit = 0**
- **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0**
- **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091**
- **E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs**
- **E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0**

Sollwertaufbereitung bei antriebsinterner Interpolation

Die Zielposition kann über den Parameter **S-0-0258, Zielposition** zyklisch vorgegeben werden.

Der Antrieb generiert sich das zum Anfahren der Zielposition notwendige Lagesollwertprofil unter Einhaltung der in folgenden Parametern festgelegten Randbedingungen:

- **S-0-0108, Feedrate-Override**
- **S-0-0193, Positionier-Ruck**

- **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit**
- **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung**
- **S-0-0359, Positionier-Verzögerung**

Hinweis: Die masterseitig vorgegebene Zielposition wird im Parameter S-0-0430 angezeigt.

Abb. 7-19: Sollwertaufbereitung bei "Antriebsinterne Interpolation"

Lageregler bei antriebsinterner Interpolation

Der am Ausgang des Sollwertgenerators erzeugte Lagesollwert wird im Parameter **P-0-0434, Lagesollwert Regler** angezeigt und kann am Analogausgang ausgegeben werden.

Für den Lageregelkreis gelten bei dieser Betriebsart dieselben Angaben wie in der Betriebsart "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe".

Siehe auch "Regelkreisstruktur" im Kapitel "Antriebsregelung"

Siehe auch "Lageregler" im Abschnitt "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe"

Inbetriebnahmehinweise

Wirksame Positioniergeschwindigkeit

Die maximale Geschwindigkeit erreicht der Antrieb nach einer Beschleunigungsphase mit dem im Parameter **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung** vorgegebenen Wert.

Die maximale Geschwindigkeit während eines Positioniervorgangs ergibt sich aus:

$$V_{max} = S-0-0259,\ \text{Positionier-Geschwindigkeit} * \frac{S-0-0108,\ \text{Feedrate-Override}}{100\,\%}$$

Wirksame Beschleunigung und Verzögerung

Die maximale Verzögerung ist im Parameter **S-0-0359, Positionier-Verzögerung** festgelegt.

Ist der Wert im Parameter S-0-0359 gleich Null, verwendet der Antrieb den Parameterwert von **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung** auch zur Verzögerung.

VORSICHT

Sachschaden durch falsche Parametrierung!

Sind die Werte für Positionier-Verzögerung und für Positionier-Beschleunigung gleich Null, kann der Antrieb nicht abbremsen. Das vorgegebene Ziel wird niemals erreicht bzw. es wird überfahren.

⇒ Geben Sie in jedem Fall für die Positionier-Beschleunigung einen Wert > 0 ein!

Glättungsfilter (bzw. Ruckfilter)

In der Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" kann eine Filterung des Lagesollwertes am Ausgang des Positioniergenerators erfolgen. Dabei errechnet sich die Filterordnung des dafür verfügbaren (gleitenden) Mittelwertfilters (vgl. P-0-0041 und P-0-0042) auf Grundlage der vorgegebenen Positionier-Beschleunigung bzw. des Positionierrucks.

Damit wird die parametrierte Beschleunigung bzw. Verzögerung erst nach t = P-0-0042 * $T_{A,Lage}$ wirksam.

Hinweis: $T_{A,Lage}$ ist hier die Zykluszeit des Lagereglers bzw. des Positioniergenerators. Damit ist die anzusetzende Zykluszeit je nach Regelungsperformance unterschiedlich (Advanced: 250 µs, Basic: 500 µs).

$$P-0-0042 = \frac{S-0-0260, \text{Positionier} - \text{Beschleunigung}}{S-0-0193, \text{Positionier} - \text{Ruck}}$$

bzw.

$$P-0-0042 = \frac{S-0-0359, \text{Positionier} - \text{Verzögerung}}{S-0-0193, \text{Positionier} - \text{Ruck}}$$

Hinweis: Bei S-0-0193 = 0 ist das Glättungsfilter abgeschaltet; d.h. die gewünschte Beschleunigung bzw. Verzögerung wird unmittelbar erreicht.

Moduloverarbeitung

Der Parameter **S-0-0393, Sollwertmodus** steuert das Verhalten des Antriebs bei **Lageverarbeitung im Moduloformat**. Für S-0-0393 gilt folgende Festlegung:

- Bit 1/0 = 00: Positive Drehrichtung
- Bit 1/0 = 01: Negative Drehrichtung
- Bit 1/0 = 10: Kürzester Weg

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0393, Sollwertmodus"

Sonderfälle

Bei der Auswertung der Einstellungen für Parameter S-0-0393 gelten folgende Sonderfälle:

- Ist der Betrag der aktuellen Istgeschwindigkeit größer als die Geschwindigkeitsschwelle für das Positionieren (**S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Moduloformat**), so wird immer in zuletzt aktiver Drehrichtung verfahren.

Rexroth Bosch Group

- Liegt die Zielposition innerhalb des Zielpositionsfensters (S-0-0418) wird immer nach dem Modus "Kürzester Weg" positioniert.

Hinweis: Ist die Geschwindigkeitsschwelle für das Positionierverhalten mit sehr kleinen Werten, die im Rauschpegel des Geschwindigkeitsistwertes liegen, parametriert, kann dies zu unvorhersehbarem Verhalten führen.

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Moduloformat", "S-0-0418, Zielpositionsfenster im Moduloformat" und "S-0-0430, Wirksame Zielposition"

Diagnosemeldungen und Überwachungen

Zustandsdiagnosen

Die aktivierte Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" wird durch eine der folgenden Diagnosen angezeigt:

- **A0106 Antriebsinterne Interpolation, Geber 1**
- **A0107 Antriebsinterne Interpolation, Geber 2**
- **A0108 Antriebsinterne Interpolation schleppfrei, Geber 1**
- **A0109 Antriebsinterne Interpolation schleppfrei, Geber 2**

Überwachungen

Betriebsartenspezifische Überwachungen sind:

E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs

- Ist die Überwachung auf Lagegrenzwerte aktiviert (Bit 4 von **S-0-0055, Lage-Polaritäten** ist gesetzt) und das für die Betriebsart verwendete Mess-System in Referenz, dann wird der Parameter **S-0-0258, Zielposition** auf Einhaltung der Lagegrenzwerte (S-0-0049 bzw. S-0-0050) überwacht. Überschreitet er diese, wird die Warnung **E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs** generiert.

  Die vorgegebene Zielposition wird nicht akzeptiert.

E2047 Interpolations-geschwindigkeit = 0

- Ist die vorgegebene Positioniergeschwindigkeit im Parameter **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit** gleich Null, wird die Warnung **E2047 Interpolationsgeschwindigkeit = 0** generiert.

E2048 Interpolations-beschleunigung = 0

- Ist die vorgegebene Positionierbeschleunigung im Parameter **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung** gleich Null, wird die Warnung **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0** generiert.

E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091

- Überschreitet die vorgegebene Positioniergeschwindigkeit (**S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit**) den maximal zulässigen Grenzwert (**S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert-bipolar**), wird die Warnung **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091** generiert.

  Der Antrieb fährt mit der Geschwindigkeit aus Parameter **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** auf die neue Zielposition.

E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0

- Ist der Faktor der Positioniergeschwindigkeit **S-0-0108, Feedrate-Override** gleich Null, wird die Warnung **E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0** generiert.

Statusmeldungen

Im Parameter **S-0-0437, Positionier-Status** sind alle wichtigen Statusinformationen zur Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" enthalten.

Siehe Parameterbeschreibung "S-0-0437, Positionier-Status"

Folgende Grafiken zeigen die Wirkungsweise der Statusmeldungen:

Abb. 7-20: Fahrprofil zur Erläuterung der Wirkungsweise der Interpolations-Statusmeldungen

In diesem Beispiel steht der Antrieb auf der Startposition, wenn die neue Zielposition vorgegeben wird.

Daraus ergibt sich folgendes Zeitdiagramm:

Abb. 7-21: Bildung der Statusbits der Betriebsarten mit antriebsinterner Interpolation

7.6 Antriebsgeführtes Positionieren

Grundpaket aller Varianten in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Durch die beiden Betriebsarten "Antriebsinterne Interpolation" und "Antriebsgeführtes Positionieren" kann die zeitoptimale Positionierung einer Einzelachse realisiert werden. Die Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" bildet dabei die Basis für die umfassendere Funktionalität der Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren".

In der Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren" wird dem Antrieb ein Positioniersollwert vorgegeben, der antriebsintern absolut (Lageziel) oder relativ (Verfahrweg) weiterverarbeitet werden kann. Im internen Interpolator wird aus den vorgegebener Positionierdaten (wirksame Zielposition, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ruck) ein Lagesollwertverlauf als Eingangsgröße für den Lageregler generiert.

Es gibt verschiedene Ausprägungen der Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren", welche bei aktivierter Betriebsart zu den entsprechenden Diagnosemeldungen führen (siehe "Beteiligte Diagnosen").

Abb. 7-22: Blockschaltbild "Antriebsgeführtes Positionieren"

Merkmale

- Verarbeitung einer absoluten Zielposition oder eines relativen Verfahrwegs
- Antriebsinterne Generierung eines Lagesollwertprofiles zum Anfahren des Positionier-Sollwerts (S-0-0282) unter Einhaltung der einstellbaren Positionier-Geschwindigkeit (S-0-0259) und Positionier-Beschleunigung (S-0-0260) bzw. Positionier-Verzögerung (S-0-0359); getrennt einstellbar
- Übernahme des Positionier-Sollwertes über Togglebit (S-0-0346, Bit 0)
- Ruckbegrenzung des erzeugten Lagesollwertes mit Parameter **S-0-0193, Positionier-Ruck**
- Bewertung der Positionier-Geschwindigkeit mit Parameter **S-0-0108, Feedrate-Override**
- Überwachung der Positionier-Geschwindigkeit auf Überschreitung des Parameters **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- Überwachung der Zielposition auf Einhaltung der Lagegrenzwerte (vgl. **S-0-0049, Lage-Grenzwert positiv**, **S-0-0050, Lage-Grenzwert negativ**)
- Im Parameter **S-0-0393, Sollwertmodus** einstellbarer Sollwertmodus im Moduloformat (kürzester Weg, nur positive oder nur negative Richtung, ohne Drehrichtungsumkehr)
- Lageregelung auf **S-0-0051, Lageistwert Geber 1** (Motorgeber) oder **S-0-0053, Lageistwert Geber 2** [externer (lastseitiger) Geber]
- Getrennt einstellbare Beschleunigungs- und Bremsrampen (**S-0-0260, Positionier-Beschleunigung** bzw. **S-0-0359, Positionier-Verzögerung**)

- Berücksichtigung von Lagegrenzwerten bei der Übernahme von Zielposition, Positionier-Geschwindigkeit und Positionier-Beschleunigung
- Endlos Fahren positiv oder negativ
- Aktivierbare Restwegverarbeitung
- "Fliegende Übernahme" des neuen Lageziels oder Zwischenhalt

Hinweis: In der Betriebsart besteht die Möglichkeit der getrennten Parametrierung des Beschleunigungs- und Bremsvorganges um damit eine optimale Anpassung an die jeweiligen applikationsspezifischen Anforderungen zu erzielen.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0108, Feedrate-Override**
- **S-0-0193, Positionier-Ruck**
- **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit**
- **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung**
- **S-0-0282, Positionier-Sollwert**
- **S-0-0342, Zielposition erreicht**
- **S-0-0343, Meldung Interpolator angehalten**
- **S-0-0346, Steuerwort Positionieren**
- **S-0-0359, Positionier-Verzögerung**
- **S-0-0393, Sollwertmodus**
- **S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Moduloformat**
- **S-0-0418, Zielpositionsfenster im Moduloformat**
- **S-0-0419, Positioniersollwert-Quittung**
- **S-0-0430, Wirksame Zielposition**
- **S-0-0437, Positionier-Status**
- **P-0-0434, Lagesollwert Regler**

Beteiligte Diagnosen

- **A0150 Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 1**
- **A0151 Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 1, schleppfrei**
- **A0152 Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 2**
- **A0153 Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 2, schleppfrei**
- **E2047 Interpolationsgeschwindigkeit = 0**
- **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0**
- **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091**
- **E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs**
- **E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0**
- **E2064 Zielposition nicht darstellbar**
- **F2050 Überlauf Positioniervorgabespeicher**

Sollwertaufbereitung bei antriebsgeführtem Positionieren

Übersicht

Abb. 7-23: Sollwertverarbeitung bei antriebsgeführtem Positionieren

Lagezielinterpreter

Übernahme und Quittierung des Sollwerts

Die Übernahme und interne Verarbeitung von **S-0-0282, Positionier-Sollwert** zu einem im Parameter **S-0-0430, Wirksame Zielposition** eingetragenen Wert wird über **S-0-0346, Steuerwort Positionieren** gesteuert.

Bei jeder Flanke des Bit 0 (Togglebit) von S-0-0346 wird der Inhalt von **S-0-0282, Positionier-Sollwert** in Abhängigkeit des Bit 3 von S-0-0346

- in den Parameter S-0-0430 **kopiert**
  (wenn Bit 3 = 0 → absolutes **Lageziel**)

- oder -

- zum Wert des Parameters S-0-0430 **addiert**
  (wenn Bit 3 = 1 → **Verfahrweg**).

Hinweis: Wird eine Positionierung durch Umschaltung der Bits 1 und 2 von S-0-0346 vom Zustand "00" auf "01", "10" oder "11" abgebrochen, so muss erneut ein Flankenwechsel im Bit 0 erfolgen, um einen neuen Positioniervorgang zu starten! Ein evtl. noch anstehender Restweg wird gelöscht, d.h. Zustand des Bits 4 von S-0-0346 wird bei der nächsten Positionierung automatisch als "1" interpretiert.

Der Antrieb quittiert die Übernahme des Positioniersollwertes über **S-0-0419, Positioniersollwert-Quittung** (Bit 0). Damit lässt sich ein Daten-Handshake zur Überwachung der Sollwertübernahme zwischen Master und Antrieb realisieren.

Hinweis: Die Anzeige der aktiven Zielposition erfolgt im Parameter **S-0-0430, Wirksame Zielposition**.

Abb. 7-24: Positioniersollwert-Übernahme und Quittierung

Die Zeit t_{accept} (siehe Abbildung oben) definiert die Zeit, die zwischen der Zustandsänderung des Übernahme-Bits durch die Steuerung und dem Erhalt der Quittierung im Master vergeht. Die Zeit setzt sich aus der effektiven Übertragungszeit der Soll- und Istwerte zusammen und hängt somit von der Konfiguration der Schnittstelle zum Master ab (z.B. SERCOS/Feldbus-Timing-Parameter).

Hinweis: Ist die Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren" noch nicht aktiv, so findet keine Quittierung der Übernahme des neuen Positioniersollwertes statt.

Ist während der Aktivierung der Betriebsart Bit 0 von S-0-0346 ungleich Bit 0 von S-0-0419, wird der Positioniersollwert aus S-0-0282 sofort übernommen und angefahren.

Die Quittierung der Übernahme erfolgt zum Zeitpunkt der Übernahme des neuen Positioniersollwertes aus dem Zwischenspeicher in den Parameter **S-0-0430, Wirksame Zielposition** und damit in den Lagesollwert-generator.

Rexroth
Bosch Group

Abb. 7-25: Quittung der Positioniersollwert-Übernahme bei Modus "Ausfahren des Positioniersollwerts (k+2)"

Quittung beim Fehler "Überlauf Positioniervorgabespeicher"

Wird im Modus "Ausfahren des Positioniersollwerts" versucht, durch Toggeln des Parameters **S-0-0346, Steuerwort Positionieren** einen neuen Positioniersollwert vorzugeben, obwohl keine Übernahme des vorhergehenden Positioniersollwerts (k+1) erfolgte (da dessen vorangehender Positioniersollwert (k) noch nicht angefahren wurde), kommt es zur Generierung der Fehlermeldung **F2050 Überlauf Positioniervorgabespeicher**.

Abb. 7-26: Quittung beim Fehler "Überlauf Positioniervorgabespeicher"

Im Parameter **S-0-0346, Steuerwort Positionieren** gibt es neben Bit 0 für die reine Satzübernahme noch weitere Steuerbits, die nachfolgend kurz erläutert werden.

Wählbare Positioniermodi

Über Bit 1 und Bit 2 von S-0-0346 können verschiedene Positionier-Modi festgelegt werden:

- **"Endlos Fahren"** (Tippen positiv oder negativ → **Tippmodus**) wenn:
  - Bit 2/1 = 01: "Endlos Fahren" positiv
  - Bit 2/1 = 10: "Endlos Fahren" negativ
- **"Anhalten"** (mit **S-0-0359, Positionier-Verzögerung**) wenn:
  - Bit 2/1 = 11

Bezug der aktiven Zielposition

Über Bit 4 von S-0-0346 kann der Bezug der aktiven Zielposition festgelegt werden.

- **Bit 4 = 0:**
  Bezug für Positionierung ist die "alte Zielposition", d.h. ein evtl. noch nicht abgefahrener Restweg wird abgefahren bevor das neue Ziel angefahren wird
  → Erhalt des Kettenmaßes bei aufeinanderfolgenden Positioniervorgängen
- **Bit 4 = 1:**
  Bezug für Positionierung ist der aktuelle Lageistwert, wodurch ein evtl. noch vorhandener Restweg nicht abgefahren wird
  → Erhalt des Kettenmaßbezugs

Hinweis: Bit 4 wirkt bei jedem neuen Verfahr-Auftrag (Flanke auf Bit 0). Eine Restwegverarbeitung wird bei der ersten Positionierung nach Aktivierung der Betriebsart nur durchgeführt, wenn der Lagestatus gesetzt ist und Bit 2 = 1 im Parameter P-0-4060. Dabei wird nach der Aktivierung der Betriebsart der Restweg ohne Startflanke abgefahren

---

Reaktion auf neue Zielvorgabe

Über Bit 5 von S-0-0346 kann der Zeitpunkt der Reaktion auf eine neue Zielvorgabe festgelegt werden:

- **Bit 5= 0:**
  Das zuletzt vorgegebene Ziel wird angefahren, bevor auf das neue Ziel positioniert wird. Das Ziel gilt als erreicht, wenn gilt:
  Zielposition – Lageistwert < Positionierfenster
- **Bit 5 =1:**
  Das vorhergehende Ziel wird verworfen und das neue Ziel sofort angefahren.
  → Satzsofortwechsel

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0346, Steuerwort Positionieren"

Verarbeitung im Moduloformat

Der Parameter **S-0-0393, Sollwertmodus** steuert das Verhalten des Antriebs bei **Lageverarbeitung im Moduloformat**. Für S-0-0393 gilt folgende Festlegung:

- Bit 1/0 = 00: Positive Drehrichtung
- Bit 1/0 = 01: Negative Drehrichtung
- Bit 1/0 = 10: Kürzester Weg

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0393, Sollwertmodus"

Sonderfälle

Bei der Auswertung der Einstellungen für **S-0-0393, Sollwertmodus** gelten folgende Sonderfälle:

- Ist der Betrag der aktuellen Istgeschwindigkeit größer als die Geschwindigkeitsschwelle für das Positionieren (**S-0-0417,**

Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Moduloformat), so wird immer in zuletzt aktiver Drehrichtung verfahren.

- Liegt die Zielposition innerhalb des Zielpositionsfensters (S-0-0418) wird immer nach dem Modus "Kürzester Weg" positioniert.

Hinweis: Ist die Geschwindigkeitsschwelle für das Positionierverhalten mit sehr kleinen Werten, die im Rauschpegel des Geschwindigkeitsistwertes liegen, parametriert, kann dies zu unvorhersehbarem Verhalten führen

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Moduloformat" und "S-0-0418, Zielpositionsfenster im Moduloformat" und "S-0-0430, Wirksame Zielposition"

Positioniergenerator

Der Antrieb generiert sich das zum Anfahren der Zielposition notwendige Lagesollwertprofil unter Einhaltung der Randbedingungen in folgenden Parametern:

- **S-0-0108, Feedrate-Override**
- **S-0-0193, Positionier-Ruck**
- **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit**
- **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung**
- **S-0-0359, Positionier-Verzögerung**

Lageregler bei antriebsgeführtem Positionieren

Der am Ausgang des Sollwertgenerators erzeugte Lagesollwert wird in den Parameter **P-0-0434, Lagesollwert Regler** angezeigt und kann am Analogausgang ausgegeben werden.

Für den Lageregelkreis gelten bei dieser Betriebsart dieselben Angaben wie in der Betriebsart "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe".

Siehe auch "Regelkreisstruktur" im Kapitel "Antriebsregelung"

Siehe auch "Lageregler" im Abschnitt "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe"

Inbetriebnahmehinweise

Wirksame Positioniergeschwindigkeit

Die maximale Geschwindigkeit erreicht der Antrieb nach einer Beschleunigungsphase mit dem im Parameter **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung** vorgegebenen Wert.

Die maximale Geschwindigkeit während eines Positioniervorgangs ergibt sich aus:

$$V_{max} = S-0-0259, \text{Positionier-Geschwindigkeit} * \frac{S-0-0108, \text{Feedrate-Override}}{100\%}$$

Wirksame Beschleunigung und Verzögerung

Die maximale Verzögerung ist im Parameter **S-0-0359, Positionier-Verzögerung** festgelegt.

Ist der Wert im Parameter S-0-0359 gleich Null, verwendet der Antrieb den Parameterwert von **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung** auch zur Verzögerung.

VORSICHT

Sachschaden durch falsche Parametrierung!

Sind die Werte für Positionier-Verzögerung und für Positionier-Beschleunigung gleich Null, kann der Antrieb nicht abbremsen. Das vorgegebene Ziel wird niemals erreicht bzw. es wird überfahren.

⇒ Geben Sie in jedem Fall für die Positionier-Beschleunigung einen Wert > 0 ein!

Glättungsfilter (bzw. Ruckfilter)

In der Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren" kann eine Filterung des Lagesollwertes am Ausgang des Positioniergenerators erfolgen. Dabei errechnet sich die Filterordnung des dafür verfügbaren (gleitenden) Mittelwertfilters (vgl. P-0-0041 und P-0-0042) auf Grundlage der vorgegebenen Positionier-Beschleunigung bzw. des Positionierrucks.

Damit wird die parametrierte Beschleunigung bzw. Verzögerung erst nach $t = P\text{-}0\text{-}0042 * T_{A,Lage}$ wirksam.

Hinweis: $T_{A,Lage}$ ist hier die Zykluszeit des Lagereglers bzw. des Positioniergenerators. Damit ist die anzusetzende Zykluszeit je nach Regelungsperformance unterschiedlich (Advanced: 250 µs, Basic: 500 µs).

$$P-0-0042 = \frac{S-0-0260, \text{Positionier}-\text{Beschleunigung}}{S-0-0193, \text{Positionier}-\text{Ruck}}$$

bzw.

$$P-0-0042 = \frac{S-0-0359, \text{Positionier}-\text{Verzögerung}}{S-0-0193, \text{Positionier}-\text{Ruck}}$$

Hinweis: Bei S-0-0193 = 0 ist das Glättungsfilter abgeschaltet; d.h. die gewünschte Beschleunigung bzw. Verzögerung wird unmittelbar erreicht.

Sollwertmodus im Moduloformat

Positive/Negative Bewegungsrichtung

Ist Moduloformat für die Darstellung von Lagedaten gewählt (endlos drehende Achsen) und in **S-0-0393, Sollwertmodus** "Positive/Negative Bewegungsrichtung" eingestellt, so wird das vorgegebene Lageziel in die programmierte Richtung angefahren.

Über den Parameter **S-0-0418 Zielpositionsfenster im Moduloformat** kann eingestellt werden, ab welchem Abstand von Lageistwert zu Zielposition doch "Kürzester Weg" verfahren wird.

Rexroth Bosch Group

"Positive Richtung" und Lageziel außerhalb des Zielpositionsfensters

Folgende Beispiele zeigen das Verhalten des Antriebs für 3 verschiedene Startgeschwindigkeiten im Modus "Positive Richtung" und Lageziel außerhalb des Zielpositionsfensters (S-0-0418).

- **Fallbeispiel 1:**
  Aktuelle Geschwindigkeit positiv und Bremsweg größer als der Weg zwischen Startpunkt und nächstem Zielpunkt
  → Antrieb verfährt auf nächst möglichen Zielpunkt
- **Fallbeispiel 2:**
  Aktuelle Geschwindigkeit positiv und Bremsweg kleiner als der Weg zwischen Startpunkt und nächstem Zielpunkt
  → Antrieb verfährt auf nächst möglichen Zielpunkt
- **Fallbeispiel 3:**
  Aktuelle Geschwindigkeit negativ
  → Antrieb bremst auf Geschwindigkeit = 0 und positioniert in positive Richtung auf nächstes Ziel

"Positive Richtung" und Lageziel innerhalb des Zielpositionsfensters

Folgende Beispiele zeigen das Verhalten des Antriebs für 4 verschiedene Startgeschwindigkeiten im Modus "Positive Richtung" und Lageziel innerhalb des Zielpositionsfensters (S-0-0418).

- **Fallbeispiel 4:**
  Aktuelle Geschwindigkeit positiv und Bremsweg größer als der Weg zwischen Startpunkt und nächstem Zielpunkt
  → Antrieb verfährt auf nächst möglichen Zielpunkt in positive Richtung Ein Abbremsen und Zurückfahren würde zu einer Bewegung in negative Richtung führen, die größer als das programmierte Zielpositionsfenster ist!
  Für den Bremsvorgang gilt:
  Startposition + Bremsweg – Zielposition **> S-0-0418**
  → Positionierung in negative Richtung nicht erlaubt; d.h. Ziel muss in positive Richtung angefahren werden
- **Fallbeispiel 5:**
  Aktuelle Geschwindigkeit = 0
  → Antrieb verfährt in negative Richtung auf Zielpunkt
  Für den Bremsvorgang gilt:
  Startposition + Bremsweg – Zielposition **< S-0-0418**
  → Positionierung in negative Richtung erlaubt; d.h. Ziel muss in negative Richtung angefahren werden
- **Fallbeispiel 6:**
  Aktuelle Geschwindigkeit negativ und Bremsweg kleiner als Differenz zwischen Startpunkt und nächstem Zielpunkt
  → Antrieb verfährt direkt in negative Richtung auf Zielpunkt
  Für den Bremsvorgang gilt:
  Startposition + Bremsweg (negativ) – Zielposition **< S-0-0418**
  → Positionierung in negative Richtung direkt auf Zielpunkt
- **Fallbeispiel 7:**
  Aktuelle Geschwindigkeit negativ und Bremsweg größer als Differenz zwischen Startpunkt und nächstem Zielpunkt
  → Antrieb bremst auf Null und positioniert in positive Richtung auf nächsten Zielpunkt
  Für den Bremsvorgang gilt:
  Startposition + Bremsweg (negativ) – Zielposition **> S-0-0418**
  → Antrieb bremst auf Null und positioniert positiv auf nächsten Zielpunkt

Hinweis: Es wird also generell vor Beginn der Positionierbewegung eine Bremswegberechnung durchgeführt, deren Ergebnis den nachfolgenden Positioniervorgang beeinflusst.

Kürzester Weg

Im Modus "Kürzester Weg" positioniert der Antrieb auf kürzest möglichem Weg auf die wirksame Zielposition (vgl. S-0-0430).

Hinweis: Abhängig von **S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Moduloformat** verfährt der Antrieb mit oder ohne Richtungsumkehr.

"Kürzester Weg" bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten

Folgende Beispiele zeigen das Verhalten des Antriebs im Modus "Kürzester Weg" bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten.

- **Fallbeispiel 8:**
  Aktuelle Geschwindigkeit positiv und **> S-0-0417**; Bremsweg größer als der Weg zwischen Startpunkt und nächsten Zielpunkt:
  → Antrieb verfährt auf Zielpunkt, der ohne Richtungsumkehr erreicht werden kann, in positive Richtung.
  Für den Bremsvorgang gilt:
  Startposition + Bremsweg – Zielposition **> S-0-0418**
  → Positionierung in negative Richtung nicht erlaubt; d.h. Ziel muss in positive Richtung angefahren werden
- **Fallbeispiel 9:**
  Aktuelle Geschwindigkeit (positiv) **< S-0-0417;**. Bremsweg kleiner als der Weg zwischen Startpunkt und nächsten Zielpunkt
  → Antrieb verfährt auf nächsten Zielpunkt
  Für den Bremsvorgang gilt:
  Startposition + Bremsweg – Zielposition **< S-0-0418**
  → Positionierung in negative Richtung erlaubt; d.h. Ziel muss in negative Richtung angefahren werden
- **Fallbeispiel 10:**
  Aktuelle Geschwindigkeit (negativ) **< S-0-0417**
  Bremsweg kleiner als der Weg zwischen Startpunkt und nächsten Zielpunkt
  → Antrieb verfährt auf nächsten Zielpunkt
  Für den Bremsvorgang gilt:
  Startposition + Bremsweg (negativ!) – Zielposition **< S-0-0418**
  → Positionierung in negative Richtung direkt auf Zielpunkt
- **Fallbeispiel 11:**
  Aktuelle Geschwindigkeit negativ und Bremsweg grösser Differenz zwischen Startpunkt und nächstem Zielpunkt
  → Antrieb positioniert in negative Richtung auf nächsten Zielpunkt
  Für den Bremsvorgang gilt:
  Startposition + Bremsweg (jetzt negativ) – Zielposition **> S-0-0418**
  → Antrieb positioniert negativ auf nächsten Zielpunkt

Hinweis: Es wird also generell vor Beginn der Positionierbewegung eine Bremswegberechnung durchgeführt, deren Ergebnis den nachfolgenden Positioniervorgang beeinflusst.

- **Fallbeispiel 12:**
  Aktuelle Geschwindigkeit (positiv) **< S-0-0417**; Bremsweg größer als der Weg zwischen Startpunkt und nächsten Zielpunkt
  → Antrieb bremst auf Null und dreht Richtung, um auf nächsten Zielpunkt zu fahren
- **Fallbeispiel 13:**
  Aktuelle Geschwindigkeit (negativ) **< S-0-0417**; Bremsweg größer als der Weg zwischen Startpunkt und nächsten Zielpunkt
  → Antrieb bremst auf Null und dreht Richtung, um auf nächsten Zielpunkt zu fahren

Diagnosemeldungen und Überwachungen

Zustandsdiagnosen

Die aktivierter Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren" wird durch eine der folgenden Diagnosen angezeigt:

- **A0150 Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 1**
- **A0151 Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 1, schleppfrei**
- **A0152 Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 2**
- **A0153 Antriebsgeführtes Positionieren, Geber 2, schleppfrei**

Überwachungen

Betriebsartenspezifische Überwachungen sind:

E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs

- Ist die Überwachung auf Lagegrenzwerte aktiviert (Bit 4 von **S-0-0055, Lage-Polaritäten** ist gesetzt) und das für die Betriebsart verwendete Mess-System in Referenz, dann wird der Parameter **S-0-0282, Positionier-Sollwert** auf Einhaltung der Lagegrenzwerte (S-0-0049 bzw. S-0-0050) überwacht. Überschreitet er diese, wird die Warnung **E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs** generiert.

  Die vorgegebene Zielposition wird nicht akzeptiert.

E2047 Interpolations-geschwindigkeit = 0

- Ist die vorgegebene Positioniergeschwindigkeit im Parameter **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit** gleich Null, wird die Warnung **E2047 Interpolationsgeschwindigkeit = 0** generiert.

E2048 Interpolations-beschleunigung = 0

- Ist die vorgegebene Positionierbeschleunigung im Parameter **S-0-0260, Positionier-Beschleunigung** gleich Null, wird die Warnung **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0** generiert.

E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091

- Überschreitet die vorgegebene Positioniergeschwindigkeit (**S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit**) den maximal zulässigen Grenzwert (**S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert-bipolar**), wird die Warnung **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091** generiert.

  Der Antrieb fährt mit der Geschwindigkeit aus Parameter **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** auf die neue Zielposition.

E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0

- Ist der Faktor der Positioniergeschwindigkeit **S-0-0108, Feedrate-Override** gleich Null, wird die Warnung **E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0** generiert.

E2064 Zielposition nicht darstellbar

- Wird durch fortlaufende relative Positionierung der interne Darstellungsbereich der Lagedaten überschritten, so wird die Warnung **E2064 Zielposition nicht darstellbar** ausgegeben.

Statusmeldungen

Im Parameter **S-0-0437, Positionier-Status** sind alle wichtigen Status-informationen zu dieser Betriebsart enthalten.

Siehe Parameterbeschreibung "S-0-0437, Positionier-Status"

Folgende Grafiken zeigen die Wirkungsweise der Statusmeldungen:

Abb. 7-27: Fahrprofil zur Erläuterung der Wirkungsweise der Interpolations-Statusmeldungen

In diesem Beispiel steht der Antrieb auf der Startposition, wenn die neue Zielposition vorgegeben wird.

Daraus ergibt sich folgendes Zeitdiagramm:

Abb. 7-28: Bildung der Statusbits der Betriebsarten mit antriebsinterner Interpolation

7.7 Positioniersatzbetrieb

Grundpaket aller Varianten in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

In der Betriebsart "Positioniersatzbetrieb" können bis zu 64 programmierte Positioniersätze abgefahren werden. Der Antrieb fährt dabei unter Einhaltung der im jeweiligen Positioniersatz definierten Geschwindigkeits-, Beschleunigungs-, Verzögerungs- und Ruckgrenzwerte in Lageregelung auf die Zielposition.

Abb. 7-29: Blockschaltbild "Positioniersatzbetrieb"

Merkmale

- Parametrierung von bis zu 64 Positioniersätze; jeweils mit Zielposition/Verfahrweg, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung und Ruck
- Definierte Satzübernahme mittels Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 mit Reaktionszeit $t_{R_Strobe} = t_{Lage}$

  Hinweis: Eine Ausnahme stellen bei Feldbus-Antrieben der I/O-Modus oder die Ansteuerung über das Parallelinterface dar. Hier erfolgt die Übernahme durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.
  - Satzauswahl und Quittierung über eigene Parameter (→ Handshake-Prinzip)
- Frei parametrierbare Positioniermodi:
  - Relative Positionierung
  - Absolute Positionierung
  - Endlos Fahren (positiv oder negativ)
- Einzelsatz- oder Folgesatzbetrieb mit verschiedenen Weiterschaltbedingungen:
  - Satzweiterschaltung mit Schaltnocken
  - Satzweiterschaltung bei definiertem Positionswert
  - Satzübergang mit "alter" oder "neuer" Positioniergeschwindigkeit
- Positionierung unter Berücksichtigung des Sollwertmodus (kürzester Weg, positive Richtung, …)
- Aktivierbare Restwegverarbeitung (→ kein Kettenmaßverlust)
- Aktivierbarer Modus "Langsamfahren"
- Einstellbarer Geschwindigkeits-Override

Anwendungsfälle/Einsatzgebiete

Die Folgesatzverarbeitung erlaubt die Ausführung von mehreren Positioniersätzen in unmittelbarer Folge, ohne dass jeweils erneut ein Startsignal gegeben werden muss. Typische Anwendungsfälle sind:

- Es ist keine oder nur eine sehr einfache übergeordnete Steuerung vorhanden und die Ansteuerung erfolgt nur über digitale IO's oder ein Steuerwort des Feldbusses (IO-Modus bei Feldbus-Interface).
- Es sind schnelle Reaktionszeiten oder Satzweiterschaltungen notwendig. Die erforderlichen Bewegungsprofile können durch die maximal möglichen 64 Positioniersätze im Antrieb abgebildet werden.
- Es werden Positioniervorgänge benötigt, bei denen mit hoher Geschwindigkeit (Eilgang) eine große Wegstrecke zurückgelegt und dann ohne Zwischenhalt mit einer geringen Geschwindigkeit auf die Endposition positioniert werden soll; z.B. bei:
  - Übernahme oder Ablage von Transportgütern in Handhabungs-robotern
  - Durchführung von Fügevorgängen bei Montageanlagen

Beteiligte Parameter

- **S-0-0138, Beschleunigung bipolar**
- **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit**
- **S-0-0346, Steuerwort Positionieren**
- **S-0-0393, Sollwertmodus**
- **S-0-0419, Positioniersollwert-Quittung**
- **S-0-0430, Wirksame Zielposition**
- **S-0-0437, Positionier-Status**
- **P-0-4006, Positioniersatz Zielposition**
- **P-0-4007, Positioniersatz Geschwindigkeit**
- **P-0-4008, Positioniersatz Beschleunigung**
- **P-0-4009, Positioniersatz Ruck**
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus**
- **P-0-4026, Positioniersatz Auswahl**
- **P-0-4051, Positioniersatz Quittung**
- **P-0-4052, Positioniersatz, letzter angenommener**
- **P-0-4053, Positioniersatz, letzter aktiver**
- **P-0-4057, Positioniersatz Folge-Eingänge**
- **P-0-4060, Positioniersatz Steuerwort**
- **P-0-4061, Positioniersatz Statuswort**
- **P-0-4063, Positioniersatz Verzögerung**

Hinweis: Der Parameter S-0-0259 wird beim Positioniersatzbetrieb zur Reduzierung der Positioniergeschwindigkeit verwendet (siehe auch **P-0-4060, Positioniersatz Steuerwort**).

Beteiligte Diagnosen

- **A0206 Positioniersatz-Betrieb, Geber 1**
- **A0207 Positioniersatz-Betrieb schleppfrei, Geber 1**
- **A0210 Positioniersatz-Betrieb, Geber 2**
- **A0211 Positioniersatz-Betrieb schleppfrei, Geber 2**
- **E2047 Interpolationsgeschwindigkeit = 0**
- **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0**
- **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091**
- **E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs**
- **E2054 Referenz fehlt**
- **E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0**
- **E2058 Nicht programmierter Positioniersatz angewählt**
- **E2064 Zielposition nicht darstellbar**

Sollwertaufbereitung bei Positioniersatzbetrieb

Abb. 7-30: Sollwertverarbeitung bei Positioniersatzbetrieb

Einzelsatzverarbeitung

Beschreibung der Grundfunktion

Positioniersatzelemente

Ein Positioniersatz ist definiert durch die Werte folgender Listenparameter:

- **P-0-4006, Positioniersatz Zielposition**
- **P-0-4007, Positioniersatz Geschwindigkeit**
- **P-0-4008, Positioniersatz Beschleunigung**
- **P-0-4009, Positioniersatz Ruck**
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus**
- **P-0-4063, Positioniersatz Verzögerung**

Hinweis: Jeder Listenparameter enthält je 64 Elemente, wobei die Elemente gleicher Nummern das Fahrprofil des Positioniersatzes mit dieser Nummer beschreiben.

Die jeweilige Positioniersatz-Geschwindigkeit erreicht der Antrieb nach einer Beschleunigungsphase mit der entsprechenden Positioniersatz-Beschleunigung (P-0-4008).

Wirksame Positioniergeschwindigkeit

Die wirksame Geschwindigkeit während eines Positioniervorgangs ergibt sich aus:

$$v_{max} = P\text{-}0\text{-}4007 * S\text{-}0\text{-}0108 / 100\%$$

v_{max}: Geschwindigkeit
P-0-4007: Positioniersatz Geschwindigkeit
S-0-0108: Feedrate-Override

Abb. 7-31: Wirksame Geschwindigkeit während eines Positioniervorgangs

Wirksame Beschleunigung und Verzögerung

Die maximale Verzögerung gibt der Parameter **P-0-4063, Positioniersatz Verzögerung** vor.

Hinweis: Bei Parametrierung von P-0-4063 mit Wert "0" wird die Warnung **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0** generiert.

VORSICHT

Sachschäden!

Sind Beschleunigungs- oder Verzögerungswert gleich Null, dann kann der Antrieb nicht mehr abbremsen. Das vorgegebene Ziel wird niemals erreicht oder wird überfahren.

⇒ Beschleunigungswert > 0 einstellen!

Hinweis: Eine weitere Begrenzung erfolgt durch den Wert des Parameters **S-0-0138, Beschleunigung bipolar**, denn dieser Grenzwert wirkt in allen Betriebsarten mit Lageregelung.

Ruckbegrenzung durch Ruckfilter

In der Betriebsart "Positioniersatzbetrieb" kann eine Filterung des Lagesollwertes am Ausgang des Positioniergenerators erfolgen. Dabei wird die Filterordnung des dafür verfügbaren (gleitenden) Mittelwertfilters (vgl. P-0-0041 und P-0-0042) auf Grundlage der vorgegebenen Positionier-Beschleunigung bzw. des Positionierrucks berechnet.

Die parametrierte Beschleunigung bzw. Verzögerung wird dadurch erst nach t = P-0-0042 * $T_{A,Lage}$ wirksam.

Hinweis: $T_{A,Lage}$ ist hier die Zykluszeit des Lagereglers bzw. des Positioniergenerators. Dadurch ist die anzusetzende Zykluszeit je nach Regelungs-Performance unterschiedlich (Advanced: 250 µs, Basic: 500 µs).

$$P-0-0042 = \frac{P\text{-}0\text{-}4008}{P-0-4009}$$

bzw.

Rexroth Bosch Group

$$P-0-0042 = \frac{P\text{ - }0\text{ - }4063}{P-0-4009}$$

Hinweis: Bei Wert gleich Null im Parameter P-0-4009 ist das Glättungsfilter abgeschaltet, d.h. die gewünschte Beschleunigung bzw. Verzögerung wird unmittelbar erreicht.

Positioniersatz Steuerwort

Mit Hilfe des Parameters **P-0-4060, Positioniersatz Steuerwort** (Bit 1) kann die Positioniergeschwindigkeit auf den im Parameter **S-0-0259, Positionier-Geschwindigkeit** definierten Wert begrenzt werden.

Positionsrückmeldung

Ist ein Positioniersatz zu Ende gefahren, wird Bit 4 im Parameter **P-0-4061, Positioniersatz Statuswort** gesetzt (Endposition erreicht).

→ |S-0-0430 – S-0-0051/53| < S-0-0057 && kein Folgesatz

Unterbrechung eines Positioniersatzes

Eine Unterbrechung des Positioniersatzbetriebes kann erfolgen durch:

- Wegnehmen der Reglerfreigabe
- Aktivierung von "Antrieb-Halt"
- Betriebsartenumschaltung
- Tippen
- Positionier- oder Betriebshalt (S-0-0346, Bit 1 und Bit 2 = 1)
- Auftreten eines Antriebsfehlers

Positioniersatzmodi

Durch den Parameter **P-0-4019, Positioniersatz Modus** wird festgelegt, wie die Zielposition im Parameter **P-0-4006, Positioniersatz Zielposition** verarbeitet wird. Hierbei bestehen folgende Auswahlmöglichkeiten:

- Absolute Positionierung
- Relative Positionierung
- Relative Positionierung mit Restwegspeicherung
- Endlos Fahren in positive/negative Richtung
- Folgesatzverarbeitung

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-4019, Positioniersatz Modus"

Hinweis: Es kann für jeden einzelnen Positioniersatz ein eigener Positioniermodus definiert werden.

Sollwertmodus (S-0-0393)

Der Parameter **S-0-0393, Sollwertmodus** steuert das Verhalten des Antriebs bei "Moduloformat" als festgelegtes Verarbeitungsformat der Lagedaten.

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0393, Sollwertmodus"

Folgende Modi werden hierbei unterschieden:

- Kürzester Weg
- Positive Richtung
- Negative Richtung

Folgende Randbedingungen sind dabei zu beachten:

- Ist der Betrag der aktuellen Istgeschwindigkeit größer als die Geschwindigkeitsschwelle für Positionieren im Moduloformat (S-0-0417), wird immer in letzter aktiver Drehrichtung verfahren.
- Liegt die Zielposition innerhalb des Zielpositionsfensters im Moduloformat (S-0-0418), wird immer nach dem Modus "Kürzester Weg" positioniert.

Hinweis: Ist die Geschwindigkeitsschwelle für Positionieren im Moduloformat mit sehr kleinen Werten festgelegt, die im Rauschpegel des Geschwindigkeits-Istwertes liegen, kann dies zu unvorhersehbarem Verhalten führen

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Moduloformat"

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0418, Zielpositionsfenster im Moduloformat"

Aktivierung von Positioniersätzen

Voraussetzung

Die Betriebsart "Positioniersatzbetrieb" muss als Hauptbetriebsart eingetragen sein.

Hinweis: Dies wird durch die entsprechende Auswahl der aktiven Betriebsart im Statuswort, durch Aktivieren der Reglerfreigabe und durch Setzen von "Antrieb-Halt" = 1 erreicht.

Sollwertübernahme

Gestartet wird ein Positioniersatz abhängig von der Führungskommunikation durch:

- Toggeln von Bit 0 im Parameter **S-0-0346, Steuerwort Positionieren**

- oder -

- **Bei Parallel-Interface oder Feldbus-Schnittestelle im IO-Modus** 0-1-Flanke von Bit 0 im Parameter **P-0-4060, Positioniersatz Steuerwort**

Dadurch wird der Positioniersollwert auf die wirksame Zielposition (S-0-0430) kopiert (absolute Zielposition) oder aufaddiert (relatives Lageziel, Verfahrweg).

Hinweis: Die Satzübernahme wird durch die Aktualisierung von **P-0-4051, Positioniersatz Quittung** und **S-0-0419, Positioniersollwert-Quittung** bestätigt. Zusätzlich wird bei einer 0-1-Flanke von Bit 0 des Parameters P-0-4060 intern auch das Bit 0 des Parameters S-0-0346 getoggelt!

Die Satzübernahme erfordert je nach Führungskommunikation und Profiltyp eine unterschiedliche Konfiguration im zyklischen Sollwertkanal:

- **SERCOS interface**
  - **S-0-0346, Steuerwort Positionieren** ist im zyklischen Datenkanal (MDT) zu konfigurieren
- **Feldbus-Schnittstelle**

- Im frei konfigurierbaren Modus (Profiltyp P-0-4084 = 0xFFFE) wird Bit 0 von P-0-4077 auf Bit 0 von S-0-0346 abgebildet.
- Im frei erweiterbaren I/O-Modus (Profiltyp P-0-4084 = 0xFF82) wird Bit 3 von P-0-4068 auf Bit 0 von **P-0-4060, Positioniersatz Steuerwort** abgebildet.
  Alternativ kann im I/O-Modus der Start auch durch Setzen des Startsignals (P-0-4068, Bit 1) erfolgen.

- **Parallel-Interface**
  - Bit 0 von P-0-4060 ist auf einen digitalen Eingang zu konfigurieren (siehe auch "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen").

Siehe auch "Sollwertübernahme und -quittierung" im Abschnitt "Übersicht Betriebsarten"

Hinweis: Ist beim Aktivieren der Betriebsart das Bit 0 in S-0-0346 und in S-0-0419 unterschiedlich, wird der ausgewählte Positioniersatz sofort übernommen und ausgeführt.

Satzauswahl

Im Positioniersatzbetrieb erfolgt die Satzauswahl immer über den Inhalt von Parameter **P-0-4026, Positioniersatz Auswahl**.

Abhängig von der Führungskommunikation kann P-0-4026 auf verschiedene Weise beschreiben werden:

Konfiguration von P-0-4026	Führungskommunikation		
	SERCOS interface	**Feldbus-Interface**	**Parallel-Interface**
über zyklischen Datenkanal	X	X	
über digitale Eingänge	X	X	X
über serielle Schnittstelle	X	X	X
über Feldbus-Steuerwort		X	

Abb. 7-32: Beschreibbarkeit des Parameters P-0-4026 in Abhängigkeit von der Führungskommunikation

Hinweis: Für die Zuweisung von P-0-4026 auf digitale Eingänge sind u.a. die Parameter **S-0-0144, Signal-Statuswort** und **S-0-0145, Signal-Steuerwort** erforderlich.

Absolute Positionierung

Parametereinstellung

- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0000 000X

Definition

In einem absoluten Positioniersatz ist die Zielposition eine feste (absolute) Position im Maschinenkoordinatensystem.

Für die absolute Positionierung muss der Antrieb referenziert sein.

Voraussetzung

Voraussetzung für die Ausführung von absoluten Positioniersätzen ist:

- Der Antrieb muss referenziert sein.
- Der Verfahrbereich kann über Lagegrenzwerte eingeschränkt werden. Absolute Positioniersätze werden nur ausgeführt, wenn die Zielposition innerhalb des zulässigen Verfahrbereichs liegt.

Beispiel:
Absolute Positionierung mit Zielposition = 700 (aktuelle Position = 200).

Abb. 7-33: Absoluter Positioniersatz

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Relative Positionierung ohne Restwegspeicherung

Parametereinstellung

- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0000 001X

Bezugsposition

Bei relativen Positioniersätzen ohne Restwegspeicher wird die im Positioniersatz enthaltene Zielposition auf die aktuelle Position aufaddiert.

Relative Positioniersätze werden auch ausgeführt, wenn der Antrieb nicht referenziert wurde.

Kettenmaßbezug

Durch Aneinanderreihen von relativen Positioniersätzen kann im Kettenmaß positioniert werden. Bei Unterbrechung eines relativen Positioniersatzes ohne Restwegspeicher geht der Kettenmaßbezug verloren.

Wird der Positioniersatz zu Ende gefahren (d. h. erreicht der Antrieb die Zielposition und die Meldung "Endposition erreicht" ist aktiv), kann ohne Verlust des Kettenmaßbezuges positioniert werden.

Hinweis: Wird durch Aneinanderreihen von relativen Positioniersätzen endlos vorwärts bzw. rückwärts positioniert (Transportband), dann muss die Wichtung der Lagedaten in Moduloformat eingestellt werden (Modulowert = Transportbandlänge oder Modulowert = 2*maximale Verfahrstrecke).

Beispiel:
Relative Positionierung ohne Restwegspeicher mit Verfahrweg = 700 (aktuelle Position = 200; Zielposition = 900).

Abb. 7-34: Relativer Positioniersatz ohne Restwegspeicher

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Beispiel:
Relative Positionierung ohne Restwegspeicher mit Zielposition = 700 (aktuelle Position = 200); Abbrechen und erneutes Starten eines relativen Positioniersatzes ohne Restwegspeicher

Abb. 7-35: Unterbrechung von relativem Positioniersatz ohne Restwegspeicher

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Relative Positionierung mit Restwegspeicherung

Parametereinstellung

- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0001 0000 001X

Restweg

Werden Positioniersätze unterbrochen, verbleibt eine noch abzufahrende Strecke bis zur Zielposition. Diese verbleibende Strecke ist der Restweg.

In einem relativen Positioniersatz mit Restwegspeicher ist die Zielposition eine relative Wegstrecke, die sich auf die Zielposition, bei der zuletzt die Meldung "Endposition erreicht" aktiv war, bezieht.

Relative Positioniersätze mit Restwegspeicher werden auch ausgeführt, wenn der Antrieb nicht referenziert wurde.

Kettenmaßbezug

Durch Aneinanderreihen von relativen Positioniersätzen kann im Kettenmaß positioniert werden. Bei Unterbrechung eines relativen Positioniersatzes mit Restwegspeicher bleibt der Kettenmaßbezug erhalten.

Hinweis: Wird während der Ausführung eines solchen Positioniersatzes ein anderer Positioniersatz gestartet, wird der Restweg verworfen. Ist dieser neue Satz ebenfalls ein relativer Positioniersatz mit Restwegspeicher, wird die Zielposition als relative Wegstrecke **auf die aktuelle Istposition** bezogen.

Rexroth
Bosch Group

Beispiel:

- relative Positionierung mit Restwegspeicher mit Verfahrweg = 700 (zuzüglich Restweg = 20 vom Positioniersatz n-1)
- ohne Unterbrechung
- aktuelle Position = 180; neue Zielposition = 900

Bezugsposition

Als Bezugsposition wird die letzte gültige Zielposition verwendet (im Beispiel Position = 200 vom Positioniersatz n-1).

Abb. 7-36: Relativer Positioniersatz mit Restwegspeicher

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Relativer Positioniersatz mit Restwegspeicher nach Aktivieren der Reglerfreigabe

Beispiel:
Unterbrochener relativer Positioniersatz mit Restwegspeicher nach Aktivieren der Reglerfreigabe mit Verfahrweg = 400 (aktuelle Position = 200; Zielposition = 800).

Bezugsposition Als Bezugsposition wird der Lagesollwert bei der letzten Meldung "Endposition erreicht" (Position = 200) verwendet.

Hinweis: Der Kettenmaßbezug ist gewährleistet.

Abb. 7-37: Relativer Positioniersatz mit Restwegspeicher nach Aktivieren der Reglerfreigabe

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Relativer Positioniersatz mit Restwegspeicher nach Unterbrechung mit Tippbetrieb

Beispiel Unterbrochener relativer Positioniersatz **mit Restwegspeicher** nach dem Tippbetrieb mit Zielposition = 600 **ohne Überfahren der Zielposition** während des Tippens

Bezugsposition Es wird immer auf den aktuellen Lageistwert aufgesetzt.

Verhalten Eine Unterbrechung durch Tippen oder Positionier-Halt löscht den Restwegspeicher.

Hinweis: Der Kettenmaßbezug ist nicht mehr gewährleistet!

Abb. 7-38: Relativer Positioniersatz mit Restwegspeicher nach dem Tippbetrieb

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Relativer Positioniersatz mit Restwegspeicher nach Aus- und Einschalten der Steuerspannung des Antriebsregelgerätes

Bei Verwendung eines Absolutwertgebers kann das Kettenmaß auch nach Aus- und Einschalten der Steuerspannung erhalten bleiben. Die vormals errechnete Zielposition wird beim Ausschalten gespeichert. Der Restweg wird nach Aktivieren des abgebrochenen relativen Positioniersatzes mit Restwegspeicher abgefahren.

Bei Verwendung eines Singleturn-Gebers wird der Restweg verworfen und auf die Istposition aufgesetzt.

Bezugsposition

Als Bezugsposition wird der Lagesollwert bei der letzten Meldung "Endposition erreicht" (Position = 100) verwendet.

Hinweis: Wird die Annahme eines Positioniersatzes verweigert, verhält sich der Antrieb so, als ob dieser nicht gestartet worden wäre.

Endlos Fahren in positive/negative Richtung

Soll eine Achse mit definierter Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ruck ohne bestimmte Zielposition verfahren werden, muss der Verfahrsatzmodus "Fahren in positive Richtung" oder "Fahren in negative Richtung" vorgegeben werden. Der Antrieb fährt solange in die angegebene Richtung, bis das Startsignal zurückgenommen wird bzw. einer der Lagegrenzwerte oder Fahrbereichsendschalter erreicht wird.

Die eingegebene Zielposition ist in diesem Positioniermodus ohne Bedeutung.

Parametereinstellung

- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0000 010X
  → Fahren in positiver Richtung
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0000 100X
  → Fahren in negativer Richtung

Abb. 7-39: Beispiel: Endlos Fahren in positive/negative Richtung

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Folgesatzverarbeitung

Beschreibung der Grundfunktion

Hinweis: Für die Folgesatzverarbeitung gelten zunächst dieselben Grundregeln wie für die Einzelsatzverarbeitung (siehe dort). Zu den reinen Positioniersatzfunktionen mit definierten Positioniersätzen und Satzübernahme kommt nun auch noch ein definierter parametrierbarer Satzübergang hinzu.

Auswahl und Aktivierung eines Folgesatzes

Die Auswahl und Aktivierung eines Positioniersatzes mit Folgesatz geschieht in der üblichen Weise, wobei immer nur der erste Satz der Folgesatzkette ausgewählt wird. Der Folgesatz ist stets der Satz mit der nächst höheren Satznummer. Ein Folgesatz kann selbst wieder einen Folgesatz besitzen, so dass nach einem Startsatz bis zu 63 Folgesätze eingestellt werden können.

Hinweis: Der potenzielle Folgesatz des letzten gültigen Satzes ist der Satz 0.

Weiterschaltbedingungen im Folgesatzbetrieb

Es sind zwei prinzipiell verschiedene Modi der Satzweiterschaltung möglich, die ihrerseits noch einmal unterteilt werden können:

1. Modus: **Positionsabhängige Satzweiterschaltung**
   - Satzübergang mit alter Positioniergeschwindigkeit
   - Satzübergang mit neuer Positioniergeschwindigkeit
   - Satzübergang mit Zwischenhalt
2. Modus: **Schaltsignalabhängige Satzweiterschaltung**

Positionsabhängige Satzweiterschaltung

Bei der positionsabhängigen Satzweiterschaltung wird an der Zielposition des Startsatzes auf den Folgesatz umgeschaltet.

Es gibt drei verschiedene Arten des Satzüberganges:

a) Satzübergang mit alter Positioniergeschwindigkeit (Modus 1)

Parametereinstellung

- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0001 000X
  → absoluter Satz mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0001 001X
  → relativer Satz mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0001 010X
  → endloser Satz in positiver Richtung mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0001 100X
  → endloser Satz in negativer Richtung mit Folgesatz

Definition

In diesem Modus wird die Zielposition des Startsatzes mit der Geschwindigkeit des Startsatzes durchfahren. Anschließend wird auf die Positioniergeschwindigkeit des Folgesatzes umgeschaltet.

Bei relativen und absoluten Positioniersätzen mit Satzweiterschaltung fährt der Antrieb in Richtung der Zielposition. Sobald die Zielposition überschritten wird, schaltet der Antrieb auf den nächsten Verfahrsatz n+1 um.

Bei Endlos-Positioniersätzen fährt der Antrieb in positive bzw. negative Richtung. Sobald die Zielposition überschritten wird, schaltet der Antrieb auf den nächsten Positioniersatz n+1 um, wobei der Satz n der im Moment bearbeitete Positioniersatz ist.

Hinweis: Liegt die Zielposition nicht in der gewählten Fahrtrichtung, wird in Richtung der Zielposition gefahren. Der Antrieb erreicht somit immer die Umschaltposition.

Abb. 7-40: Beispiel: Positionsabhängige Satzweiterschaltung (Modus 1)

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

b) Satzübergang mit neuer Positioniergeschwindigkeit (Modus 2)

Parametereinstellung

- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0010 000X
  → absoluter Satz mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0010 001X
  → relativer Satz mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0010 010X
  → endloser Satz in positiver Richtung mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0010 100X
  → endloser Satz in negativer Richtung mit Folgesatz

Definition

In diesem Modus wird die Zielposition des Startsatzes mit der Positioniergeschwindigkeit des Folgesatzes durchfahren. Erforderliche Brems- oder Beschleunigungsvorgänge zur Anpassung der Geschwindigkeit werden bereits im Startsatz durchgeführt.

Der Antrieb fährt in Richtung der Zielposition x_n (bei Endlos-Sätzen in die vorgegebene Richtung), die im aktuellen Positioniersatz n steht. Rechtzeitig vorher wird mit der Beschleunigung an auf die nächste Positioniergeschwindigkeit v_{n+1} beschleunigt bzw. abgebremst, damit diese Geschwindigkeit v_{n+1} bei der Zielposition x_n erreicht wird.

Die Umschaltung auf den nächsten Positioniersatz erfolgt jedoch erst beim Überfahren der Zielposition.

Abb. 7-41: Beispiel: Positionsabhängige Satzweiterschaltung (Modus 2)

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

c) Satzübergang mit Zwischenhalt

Parametereinstellung

- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0100 000X
  → absoluter Satz mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 0100 001X
  → relativer Satz mit Folgesatz

Definition

In diesem Modus positioniert der Antrieb zunächst an der Zielposition des Startsatzes. Wenn der Lagesollwert an der Zielposition angelangt ist, wird automatisch der Folgesatz gestartet, ohne dass extern ein neues Startsignal gegeben wurde.

Einen weiteren Betriebsmodus stellt das Umschalten beim Überfahren der Zielposition mit Zwischenhalt dar.

Hierbei wird an der Zielposition der Antrieb auf die Drehzahl "0" abgebremst und dann wieder auf die neue Positioniergeschwindigkeit beschleunigt.

Hinweis: Das Weiterschalten erfolgt, wenn der interne Sollwertgenerator die Zielposition erreicht hat. Bei sehr kleinen Ruckwerten ergibt sich eine relativ lange Verweilzeit.

Abb. 7-42: Beispiel: Folgesatzweiterschaltung bei Zielposition mit Zwischenhalt

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Hinweis: Dieser Modus sollte verwendet werden, wenn bei zwei aufeinander folgenden Folgesätzen innerhalb einer Folgesatzkette ein Richtungswechsel erfolgt. Sonst folgt zwangsläufig ein Überfahren der Position, bei welcher der Richtungswechsel erfolgt.

Schaltsignalabhängige Satzweiterschaltung

Bei schaltsignalabhängiger Satzweiterschaltung sind folgende Positioniermodi möglich:

- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 1000 000X
  → absoluter Satz mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 1000 001X
  → relativer Satz mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 1000 010X
  → endloser Satz in positiver Richtung mit Folgesatz
- **P-0-4019, Positioniersatz Modus** = 0000 0000 1000 100X
  → endloser Satz in negativer Richtung mit Folgesatz

Hinweis: Die Satzweiterschaltung auf den Satz mit der nächsthöheren Satznummer wird durch ein extern angelegtes Schaltsignal ausgelöst.

Umschalten mit Schaltnocken

Die schaltsignalabhängige Satzweiterschaltung ermöglicht den Übergang auf einen Folgesatz, ausgelöst durch ein externes Schaltsignal. Als Eingang für dieses Schaltsignal stehen zwei Folgesatzeingänge/ Messtastereingänge zur Verfügung.

Der Zustand der Hardwaresignale wird im Parameter **P-0-4057, Positioniersatz Folge-Eingänge** dargestellt.

Definition

Der Antrieb schaltet auf den **nächsten Verfahrsatz n+1** sobald der Eingang für den **Folgesatznocken 1** von "0" auf "1" geht. Wird die Zielposition nicht erreicht, wird während der Fahrt auf den neuen Positioniersatz umgeschaltet.

Der Antrieb schaltet auf den **übernächsten Verfahrsatz n+2** sobald der Eingang für den **Folgesatznocken 2** von "0" auf "1" geht. Wird während der Fahrt ein Folgesatznocken betätigt, schaltet der Antrieb auf den übernächsten Positioniersatz um.

Bezugsposition

Ein folgender relativer Positioniersatz bezieht sich auf die Position, bei welcher der Folgesatznocken geschaltet wurde.

Hinweis: Die Folgesatznocken werden im Lagereglertakt (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht") abgetastet. Die Genauigkeit der Positionserfassung ist damit stark von der Geschwindigkeit während des Überfahrens abhängig.

Zuordnungstabelle für Nockenschalter

Nocken 2	Nocken 1	Antriebsreaktion
0	0	Antrieb fährt auf Zielposition von Satz n
X	0 → 1	Satz n+1 wird gestartet
0 → 1	X	Satz n+2 wird gestartet

X: nicht relevant
n: Positioniersatz, der über die parallelen Eingänge bzw. über den Parameter **P-0-4026, Positioniersatz Auswahl** vorgewählt wurde.

Abb. 7-43: Antriebsreaktion bei unterschiedlichen Schaltsignalsequenzen

Abb. 7-44: Beispiel: Schaltsignalabhängige Satzweiterschaltung

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Ausbleiben des Schaltsignals zur Satzweiterschaltung

Ist der Startsatz eines schaltsignalabhängigen Folgesatzes ein absoluter oder ein relativer Positioniersatz, positioniert der Antrieb auf die Zielposition, falls das Schaltsignal für die Satzweiterschaltung nicht eintrifft. Der Antrieb bildet dabei erst nach Abschluss des Folgesatzkette

die Meldung "Endposition erreicht". Wird in der Folge ein Schaltsignal angelegt, führt der Antrieb den Folgesatz aus.

Abb. 7-45: Beispiel: Schaltsignalabhängige Satzweiterschaltung (Verhalten bei Ausbleiben des Schaltsignals)

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Hinweis: Alle Bedingungen für das Weiterschalten werden ständig abgefragt und ausgewertet, um auch nach einer Unterbrechung der Folgesatzkette auf den richtigen Folgesatz weiterschalten zu können. Es wird jedoch nur die erste während einer Unterbrechung auftretende Weiterschaltbedingung erkannt. Alle weiteren werden nicht berücksichtigt!

Unterbrechung einer Folgesatzkette

Es gibt zwei grundsätzlich unterschiedliche Verhalten bei der Unterbrechung einer Folgesatzkette:

1. **Restweg wird verworfen** bei Unterbrechung durch:
   - Positionier-Halt (S-0-0346, Bit 1 und Bit 2 = 1)
   - Tippen +/-
   - Steuerspannung "Aus"

   Nach dem Unterbrechen mit "Positionier-Halt" und "Tippen +/-" wird immer auf die aktuelle Istposition aufgesetzt. Die zuvor unterbrochene Folgesatzkette wird nicht beendet, sondern es wird der aktuell ausgewählte Satz ausgeführt. Hierdurch geht der Kettenmaßbezug verloren!
2. **Restweg bleibt erhalten** bei Unterbrechung durch:
   - Wegnehmen der Reglerfreigabe
   - Wegnehmen von "Antrieb-Start"
   - Wechsel der Betriebsart

In Abhängigkeit des jeweils unterbrochenen Satztyps der Folgesatzkette und der Ereignisse, welche während dieser Unterbrechung auftreten, wird bei einem Restart der Folgesatzkette unterschiedlich verfahren.

Hinweis: Relative Positioniersätze **ohne Restwegspeicherung** sind im Folgesatzbetrieb **nicht zugelassen**, da andernfalls bei Unterbrechung der Kettenmaßbezug verloren ginge.

Wenn eine Unterbrechung erfolgt, wird beim Restart die Folgesatzkette beendet.

Bezugsposition

Bezugsposition ist die ursprüngliche Startposition der Folgesatzkette.

Hinweis: Der Kettenmaßbezug bleibt erhalten, da im Folgesatzbetrieb nur absolute und relative Positioniersätze mit Restweg-speicher verwendet werden!

Abb. 7-46: Beispiel: Folgesatzunterbrechung bei gleich ausgewähltem Satz

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Wechseln in andere Betriebsart

Beim Wechsel der Betriebsart während einer Unterbrechung wird beim Restart die zuvor unterbrochene Folgesatzkette beendet, wenn kein neuer Satz ausgewählt wurde.

Bei Folgesätzen mit Weiterschaltung aufgrund der Zielposition wird nur das Überfahren der Zielposition des aktuellen Positioniersatzes erkannt. Von dieser Position aus wird der Folgesatz zu Ende abgearbeitet.

Hinweis: Die Weiterschaltbedingung aufgrund von Schaltsignalen wird immer erkannt.

Unterbrechung einer Folgesatzkette mit Auswahl eines neuen Positioniersatzes

Bei Auswahl eines neuen Positioniersatzes während einer Unterbrechung (z. B. mit Antrieb-Halt) wird beim Restart die zuvor unterbrochene Folgesatzkette nicht beendet, sondern der aktuell ausgewählte Satz ausgeführt.

Bezugsposition

Bezugsposition ist der aktuelle Lageistwert.

Hinweis: Der Kettenmaßbezug im Falle einer Unterbrechung des Folgesatzes geht verloren.

Die Bedingungen für die Unterbrechung von Folgesätzen gelten auch nach dem Wegfall der Steuerspannung, falls ein Absolutgeber verwendet wird.

Unterbrechung einer Folgesatzkette mit absoluten Folgesätzen

Bei absoluten Positioniersätzen ist eine Unterbrechung unproblematisch, da der Maßbezug immer gewährleistet ist.

Wenn bei einer Unterbrechung eine **neue Satznummer** ausgewählt wird, wird beim Toggeln von Bit 0 in **S-0-0346, Steuerwort Positionieren** bzw. einer 0-1-Flanke von Bit 0 in **P-0-4060, Positioniersatz Steuerwort** der zuvor unterbrochene Folgesatz nicht beendet, sondern der aktuell ausgewählte Satz ausgeführt.

Wenn bei einer Unterbrechung **keine neue Satznummer** ausgewählt wird, wird beim Toggeln von Bit 0 in **S-0-0346, Steuerwort Positionieren** bzw. einer 0-1-Flanke von Bit 0 in **P-0-4060, Positioniersatz Steuerwort** der zuvor unterbrochene Folgesatz beendet.

Inbetriebnahme- und Parametrierhinweise

Grenzwerte der Antriebs

Bei der Parametrierung von Folgesätzen sind die Maximalwerte des Antriebes zu berücksichtigen. Dies sind:

- maximales Beschleunigungsvermögen
- maximale Drehzahl (netzspannungsunabhängig)

Werden Sätze parametriert, bei denen der Antrieb Werte oberhalb dieser Maximalwerte generieren müsste, führt dies zu einem exzessiven Schleppfehler. Der Antrieb wird dann mit der Fehlermeldung **F2028 Exzessive Regelabweichung** signalisieren, dass er dem Lagesollwert nicht folgen kann.

Mindestwerte für Beschleunigung und Ruck

Zu kleine Beschleunigungswerte können zu Problemen führen. Deshalb sind bei der Festlegung von Positioniersätzen Richtwerte nach folgender Formel zu bevorzugen:

Minimaler Beschleunigungswert

$$\text{Beschleunigung} > \frac{\text{Geschwindigkeitsdifferenz}^2}{2 * \text{Zielpositionsdifferenz}} = \frac{(v_{n+1} - v_n)^2}{2 * (x_{n+1} - x_n)}$$

x_n: Zielposition des Satzes n
x_{n+1}: Zielposition des Satzes n+1
v_n: Geschwindigkeit des Satzes n
v_{n+1}: Geschwindigkeit des Satzes n+1

Abb. 7-47: Minimaler Beschleunigungswert bei Folgesatzbetrieb (translatorisch)

Hinweis: Die oben angegebene Beziehung gilt für einen unendlich großen Ruck, was einem abgeschalteten Ruckfilter (= 0) entspricht. Wird ein Ruckfilter verwendet, so müssen in erster Näherung die berechneten Werte verdoppelt werden. Die mit einem Satz zu verfahrende Wegstrecke und die zugehörige Geschwindigkeit sind meist prozessbedingt festgelegt. Falls der mit obiger Richtwerte-Formel berechnete minimale Beschleunigungswert bereits zu einer Überschreitung des im vorherigen Abschnitt erwähnten Maximalwertes führt, muss eine geringere Positioniersatzgeschwindigkeit gewählt werden.

Minimaler Ruckwert

Werden zu kleine Beschleunigungswerte parametriert, so kann dies dazu führen, dass die parametrierte Geschwindigkeit nicht erreicht wird. Es wird dann im so genannten "Dreiecksbetrieb" gefahren.

Richtungswechsel innerhalb einer Folgesatzkette

Hinweis: Falls beim Wechsel von Satz n auf Satz n+1 eines Folgesatzes eine Richtungsumkehr stattfindet, dann sollte für Satz n der Modus "Umschalten bei Zielposition mit Halt" verwendet werden, damit eine überschwingungsfreie Richtungsumkehr erfolgen kann.

Erläuterung der nachfolgenden Grafik

Auf den Satz n-1 mit Modus 1 (Satzübergang mit alter Positioniergeschwindigkeit) folgt ein Satz n mit Zwischenhalt, da eine Richtungsumkehr beim Übergang von Satz n auf Satz n+1 stattfindet. Mit der Richtungsumkehr erfolgt ein Vorzeichenwechsel der Geschwindigkeit bei der Zielposition n. Ist die im Satz n parametrierte Beschleunigung zu

gering, um innerhalb der Wegdifferenz x_n-x_{n-1} von der Geschwindigkeit v_{n-1} auf den Wert "0" abzubremsen, kommt es zum Überfahren der parametrierten Zielposition x_n.

Dies kann gegebenenfalls zu einem Ansprechen von Software- oder Hardware-Endschaltern führen.

Abb. 7-48: Parametrierung eines Folgesatzes mit Richtungswechsel

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Hinweis: Bei einem Folgesatz mit Richtungswechsel ist es erforderlich, Werte nach obenstehender Formel für den minimalen Beschleunigungswert zu berücksichtigen, um kein Überschwingen in der Lage zu erhalten!

Diagnose- und Statusmeldungen, Quittierungen

Positioniersatzquittung

Die Positioniersatzquittung dient zur Rückmeldung der Ausführung des aktiven Positioniersatzes.

Quittierung bei aktiver Betriebsart

Nach Aktivieren des Positioniersatzbetriebs wird solange das Komplement der Satznummer des gewählten Positioniersatzes quittiert, bis ein Startsignal (Toggeln von Bit 0 in **S-0-0346, Steuerwort Positionieren** bzw. 0-1-Flanke von Bit 0 in **P-0-4060, Positioniersatz-Steuerwort**) gegeben wird. Ab dem ersten Startsignal wird bei störungsfreiem Betrieb die Satznummer des gestarteten Positioniersatzes ausgegeben. Bei Erkennen eines Fehler bei Start eines Positioniersatzes wird der fehlerhafte Positioniersatz mit dem Komplement der Satznummer quittiert. Der Antrieb gibt eine Warnung aus und bleibt stehen.

Quittierung bei "Antrieb-Halt"

Ist "Antrieb-Halt" aktiv, wird das Komplement der Satznummer des gewählten Positioniersatzes im Parameter **P-0-4051, Positioniersatz Quittung** ausgegeben.

Quittierung bei Nebenbetriebsarten

Die Quittierung wird von Nebenbetriebsarten, Fehlerreaktion und Kommandovorgaben nicht beeinflusst, d. h. der Parameter **P-0-4051, Positioniersatz Quittung** behält den Wert.

Quittierung bei abgeschalteter Reglerfreigabe

Nach Abschalten der Reglerfreigabe wird an den Quittungsausgängen der zuletzt angenommene Positioniersatz ausgegeben. Befindet sich der Antrieb in der Zielposition des zuletzt angenommen Positioniersatzes, wird zusätzlich noch die Meldung "Endposition erreicht" ausgegeben.

In dem Beispiel wird der gleiche absolute Positioniersatz noch einmal gestartet.

Abb. 7-49: Quittierung und Meldung "Endposition erreicht" nach Abschalten der Reglerfreigabe

Hinweis: Die Positioniersatz-Übernahme erfolgt je nach Führungskommunikation über ein Toggeln von Bit 0 in S-0-0346 oder durch eine 0-1-Flanke von Bit 0 in P-0-4060.

Quittierung bei Unterbrechung der Steuerspannung

Der zuletzt angenommene Positioniersatz wird beim Abschalten der Steuerspannung im Parameter **P-0-4052, Positioniersatz, letzter angenommener** gesichert, so dass nach dem Einschalten der Steuerspannung zunächst immer der zuletzt angenommene Positioniersatz ausgegeben wird.

Bei Absolutwertgeber

Wenn ein **Absolutwertgeber** verwendet wird, kann auch nach Aus- und Einschalten der Steuerspannung entschieden werden, ob der Antrieb sich noch an der Zielposition des zuletzt angenommenen Positioniersatzes befindet (Endposition erreicht).

Die Meldung "Endposition erreicht" wird generiert, sobald der Antrieb wieder betriebsbereit ist (bb-Kontakt geschlossen).

Bei Singleturn-Geber

Bei Verwendung eines **Singleturn-Gebers** ist die Meldung "Endposition erreicht" nach einer Spannungsunterbrechung solange nicht eindeutig definiert, bis die erste Zielposition angefahren oder referenziert worden ist.

Hinweis: Die Meldung "Endposition erreicht" bleibt nur erhalten, wenn die Achse während der Unterbrechung nicht verdreht wurde. Wird die Achse während der Unterbrechung in das Positionierfenster gedreht, so erfolgt ebenfalls die Meldung "Endposition erreicht"! Nach Aktivieren der Reglerfreigabe wechselt die Positioniersatzquittung wie unter "Quittierung bei abgeschalteter Reglerfreigabe" beschrieben.

Statusmeldungen

Statusbits

Zusätzlich zu den Statusmeldungen während der Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" wird in der Betriebsart "Positioniersatzbetrieb" die Statusmeldung "Endposition erreicht" generiert (Bit 4 = 1 in **P-0-4061, Positioniersatz Statuswort**), wenn gilt:

- |S-0-0430 – S-0-0051/S-0-0053| < S-0-0057 (In Position)

  - und -

- kein Folgesatz ausgewählt.

Siehe auch "Statusmeldungen" im Abschnitt "Antriebsinterne Interpolation"

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-4061, Positioniersatz Statuswort"

Status-Parameter

Über die nachfolgenden Parameter werden weitere Diagnosemöglichkeiten geboten:

- **P-0-4051, Positioniersatz Quittung**
  → Quittung des aktuell übernommenen und aktiven Positioniersatzes

  Hinweis: Bei "Antrieb-Halt" wird der ausgewählte Positioniersatz negiert zurück gemeldet (komplementär zur Positioniersatzauswahl).

- **P-0-4052, Positioniersatz, letzter angenommener**
  → enthält den zuletzt angenommenen Positioniersatz (nicht flüchtig gespeichert)

  Hinweis: Bei Folgesatzketten ist dies immer der erste Satz der Folgesatzkette!

- **P-0-4053, Positioniersatz, letzter aktiver**
  → enthält den zuletzt aktiven Positioniersatz (nicht flüchtig gespeichert)

Hinweis: Bei Folgesatzketten ist dies der letzte aktive Satz in der Folgesatzkette. Bei Einzelsätzen (keine Folgesatzverarbeitung) sind die Inhalte der Parameter P-0-4052 und P-0-4053 immer gleich!

- **P-0-4057, Positioniersatz Folge-Eingänge**
  → enthält ein Abbild der digitalen Folgesatzeingänge (Schaltnockeneingänge)

Diagnosemeldungen

Beim Positioniersatzbetrieb können folgende Diagnosen generiert werden:

- **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0**
- **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091**
- **E2053 Zielposition außerhalb des Verfahrbereichs**
- **E2054 Referenz fehlt**
- **E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0**
- **E2058 Nicht programmierter Positioniersatz angewählt**
- **E2064 Zielposition nicht darstellbar**
- **F2028 Exzessive Regelabweichung**

7.8 Synchronisations-Betriebsarten

Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten

Kurzbeschreibung

Die Synchronisations-Betriebsarten ermöglichen den Synchronlauf des Antriebs in Bezug auf eine reale oder eine virtuelle Leitachse. Hierbei unterteilt man die Synchronisationsbetriebsarten in folgende beiden Gruppen:

- **Geschwindigkeitssynchronisation** mit realer/virtueller Leitachse
- **Synchrone Lageregelungs-Betriebsarten**
  - Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse
  - Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse
  - Elektronisches Bewegungsprofil

Nachfolgende Abbildung zeigt die Einbindung der Synchronisations-Betriebsarten in die Regelkreisstruktur.

Abb. 7-50: Blockschaltbild "Synchronisations-Betriebsarten"

Die Synchronisations-Betriebsarten bestehen im Kern aus identischen oder ähnlichen Grundfunktionen:

- Leitachsauswertung für virtuelle und reale Leitachse
- Elektronische Getriebefunktion mit Feinabgleich
- Betriebsartenspezifische Sollwert-Verarbeitung
- Antriebsgeführtes dynamisches Aufsynchronisieren

Das Zusammenwirken der einzelnen Grundfunktionen (Funktionsblöcke) der Synchronisations-Betriebsarten zeigt die folgende Darstellung.

P-0-0052: Lageistwert Messgeber
P-0-0053: Leitachsposition
P-0-0775: Resultierende Leitachsposition

Abb. 7-51: Funktionsblöcke der Synchronisations-Betriebsarten

Beteiligte Parameter (Synchronisationsparameter)

Allgemein:

- **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**
- **P-0-0048, Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert**
- **P-0-0061, Winkelverschiebung Tabellenanfang**
- **P-0-0088, Steuerwort Synchronbetriebsarten**
- **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten**
- **P-0-0158, Änderungsgeschwindigkeit Winkelverschiebung**
- **P-0-0434, Lagesollwert Regler**
- **P-0-0690, Geschwindigkeits-Sollwert additiv, Prozessregler**
- **P-0-0691, Lagesollwert additiv, Prozessregler**
- **P-0-0695, Winkelverschiebung Tabellenanfang, Prozessregler**
- **P-0-0696, Filterzeitkonstante, Winkelverschiebung Tabelle, Prozessreg.**

Leitachsauswertung:

- **P-0-0052, Lageistwert Messgeber**
- **P-0-0053, Leitachsposition**
- **P-0-0054, Leitachsposition additiv**
- **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus**
- **P-0-0764, Leitachs-Drehzahl**
- **P-0-0692, Leitachsposition additiv, Prozessregler**
- **P-0-0693, Filterzeitkonstante, Leitachsposition additiv, Prozessregler**
- **P-0-0775, Resultierende Leitachsposition**

Elektronisches Getriebe mit Feinabgleich:

- **P-0-0083, Feinabgleich Getriebeübersetzung**
- **P-0-0108, Polarität Leitantrieb**
- **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen**
- **P-0-0157, Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen**
- **P-0-0694, Feinabgleich Getriebeübersetzung, Prozessregler**
- **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus**
- **P-0-0776, Wirksame Leitachsposition**
- **P-0-0777, Wirksame Leitachsgeschwindigkeit**

Sollwert-Verarbeitung:

- **P-0-0071, C3100 Istwertzyklus neu berechnen**
- **P-0-0072, Kurvenscheibe Tabelle 1**
- **P-0-0073, Kurvenscheibe Hub 2**
- **P-0-0092, Kurvenscheibe Tabelle 2**
- **P-0-0093, Kurvenscheibe Hub**
- **P-0-0094, Umschaltwinkel Kurvenscheibe**
- **P-0-0144, Umschaltwinkel Kurvenscheibe Hub**
- **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus**
- **P-0-0159, Vorschubweg Folgeantrieb**
- **P-0-0227, Kurvenscheibentabelle, Zugriffswinkel**
- **P-0-0752, Lastumdrehungen pro Istwertzyklus Folgeachse**
- **P-0-0754, Sollwertzyklus**
- **P-0-0755, Untersetzung**
- **P-0-0778, Synchroner Lagesollwert**
- **P-0-0779, Synchrone Geschwindigkeit**
- **P-0-0780, Kurvenscheibe Tabelle 3**
- **P-0-0781, Kurvenscheibe Tabelle 4**

Dynamisches Aufsynchronisieren:

- **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert**
- **S-0-0048, Lagesollwert additiv**
- **P-0-0034, Lagesollwert additiv Istwert**
- **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung**
- **P-0-0143, Aufsynchronisier-Geschwindigkeit**
- **P-0-0151, Aufsynchronisierfenster bei Modulo-Format**
- **P-0-0152, Aufsynchronisieren beendet**
- **P-0-0154, Aufsynchronisier-Richtung**
- **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus**
- **P-0-0751, Aufsynchronisierteilbereiche pro Sollwertzyklus Folgeachse**
- **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus**
- **P-0-0786, Modulowert Istwertzyklus**

Beteiligte Diagnosen

Allgemein:

- **C0244 Moduloistwertzyklus ist groesser max. Verfahrbereich**
- **C3100 Istwertzyklus neu berechnen**
- **C3101 Moduloistwertzyklus ist groesser max. Verfahrbereich**
- **C3102 Antrieb ist noch in Reglerfreigabe**
- **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091**
- **E2063 Geschwindigkeitssollwert > Grenzwert S-0-0091**
- **F2005 Kurvenscheibe ungültig**
- **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten**

Dynamisches Aufsynchronisieren:

- **E2047 Interpolationsgeschwindigkeit = 0**
- **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0**
- **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz**

Leitachsauswertung für reale/virtuelle Leitachse

Die Synchronisations-Betriebsarten ermöglichen den Synchronlauf des Antriebs in Bezug auf eine reale oder virtuelle Leitachse.

- Bei realer Leitachse erfolgt die Vorgabe der Leitachsposition durch Auswertung eines Leitachsgebers (Messgeber).
- Bei virtueller Leitachse werden zyklisch Sollwerte vom Master über die Führungskommunikation vorgegeben.

Siehe auch "Messgeber" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Hinweis: Die Leitachsposition kann nur in einem binären Format (1 Leitachsumdrehung = 2^20 Inkremente) verarbeitet werden. Dies ist bei Einsatz eines realen Leitachsgebers zu berücksichtigen und dieser ist entsprechend auszuwählen.

Hinweis: Der Minimal-/Maximalwert von **P-0-0054, Leitachsposition additiv** entspricht maximal dem Leitachszyklus (P-0-0750 * 2^20).

Ausnahme:
Wenn **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** gleich Null, ergibt sich ein Maximalwert für Parameter P-0-0054 von (2^31 – 1) Inkrementen und ein Minimalwert von –2^31 Inkrementen.

Abb. 7-52: Funktionsblock "Leitachsauswertung" für reale/virtuelle Leitachse

Sollwertvorgabe bei realer/virtueller Leitachse

Die Sollwertvorgabe in den Synchronisations-Betriebsarten mit realer bzw. virtueller Leitachse erfolgt abhängig von der Art der Leitachse:

- **Reale Leitachse:**
  Es erfolgt die zyklische Auswertung eines Messgebers im Lagereglertakt, wobei die Leitachsposition im Parameter **P-0-0052, Lageistwert Messgeber** angezeigt wird.
- **Virtuelle Leitachse:**
  Es erfolgt die zyklische Vorgabe einer virtuellen Leitachsposition im NC-Takt über Parameter **P-0-0053, Leitachsposition**. Diese Leitachsposition wird in zeitäquidistanten Abständen vom Master vorgegeben.

Feininterpolation und Leitachsbereich

Bei beiden Leitachsen ist es über den Parameter **P-0-0054, Leitachsposition additiv** möglich, die Leitachsposition um einen additiven Anteil (= Offset) im NC-Zyklus-Takt zu verändern.
Ein weiterer Leitachs-Offset kann über den Parameter **P-0-0692, Leitachsposition additiv, Prozessregler** eingestellt werden. Über den Parameter **P-0-0693, Filterzeitkonstante, Leitachsposition additiv, Prozessregler** wird die Zeitkonstante eines Filters 1. Ordnung festgelegt, mit der der Wert von P-0-0692 geglättet wird:

- **Reale Leitachse:**
  Die resultierende Leitachsposition P-0-0775 setzt sich aus den Werten der Parameter P-0-0052, P-0-0054 und P-0-0692 zusammen.
  Die Summe aus P-0-0052 + P-0-0054 wird nicht feininterpoliert, aber über **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** modulo auf den Leitachsbereich begrenzt (Modulowert Leitachse = P-0-0750 * 2^20).

  Zu dieser begrenzten Summe wird noch der gefilterte Wert des Parameters P-0-0692 addiert und anschließend auf den Leitachsbereich begrenzt.
- **Virtuelle Leitachse:**
  Die resultierende Leitachsposition P-0-0775 setzt sich aus den Werten der Parameter P-0-0053, P-0-0054 und P-0-0692 zusammen.
  Die Summe aus P-0-0053 + P-0-0054 wird im Lagereglertakt linear feininterpoliert und über **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro**

Leitachszyklus modulo auf den Leitachsbereich begrenzt (Modulowert Leitachse = P-0-0750 * 2^20).

Zu dieser begrenzten Summe wird noch der gefilterte Wert des Parameters P-0-0692 addiert und anschließend auf den Leitachsbereich begrenzt.

Hinweis: Sie Summe aus P-0-0052/P-0-0053, P-0-0054 und P-0-0765 darf den doppelten Leitachsbereich (P-0-0750 * 2^20) nicht überschreiten!

Hinweis: Der Leitachsbereich wird mit dem Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** als ganzzahliges Vielfaches einer Leitachsumdrehung (= 2^20 Inkremente) eingestellt.

Ergebnis-Anzeige der Leitachsaufbereitung:

- Die Leitachsdrehzahl wird durch Differenzierung der Leitachsposition im NC-Takt gebildet und im Parameter **P-0-0764, Leitachs-Drehzahl** angezeigt.
- Die modulobegrenzte (und bei virtueller Leitachse feininterpolierte) Leitachsposition wird im Parameter **P-0-0775, Resultierende Leitachsposition** angezeigt.

Elektronische Getriebefunktion mit Feinabgleich

Die Eingangsgröße für das elektronische Getriebe ist die resultierende Leitachsposition (P-0-0775).

Abb. 7-53: Funktionsblock "Elektronisches Getriebe mit Feinabgleich"

Der Funktionsblock "Elektronisches Getriebe mit Feinabgleich" wird in folgende Teilfunktionen unterteilt:

- **Elektron. Leitachsgetriebe mit Feinabgleich**
  Die Leitachsposition bzw. Leitachsgeschwindigkeit wird zuerst mit dem Faktor aus P-0-0157/P-0-0156 (Ausgangsumdrehungen/Eingangs-umdrehungen) multipliziert.
  Durch Multiplikation der daraus resultierenden Leitachsposition bzw. Leitachsgeschwindigkeit mit dem Wert 1 + P-0-0083 (Feinabgleich Getriebeübersetzung) und der darauffolgenden Multiplikation mit dem Wert von 1 + P-0-0694 (Feinabgleich Getriebeübersetzung, Prozessregler) werden die Feinabgleiche umgesetzt.
- **Polaritätsumschaltung der Leitachsposition**
  Über den Parameter **P-0-0108, Polarität Leitantrieb** kann die Polarität der Leitachsposition bzw. Leitachsgeschwindigkeit invertiert werden.

Hinweis: Die Umrechnung der Leitachsposition auf eine Position der Folgeachse erfolgt bei den Betriebsarten "Winkelsynchronisation" und "Elektronische Kurvenscheibe" wichtungsabhängig. Bei der Betriebsart "Geschwindigkeits-synchronisation" erfolgt dagegen die Umrechnung der Leitachsgeschwindigkeit in eine Folgeachsgeschwindigkeit.

Aktuell wirksame Leitachsposition und Leitachsgeschwindigkeit

Die aktuell wirksame Leitachsposition und Leitachsgeschwindigkeit nach dem Funktionsblock "Elektronisches Getriebe mit Feinabgleich" wird im Lagereglertakt (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht") gebildet und in folgenden Parametern angezeigt:

- **P-0-0776, Wirksame Leitachsposition**
- **P-0-0777, Wirksame Leitachsgeschwindigkeit**

Sollwert- und Istwertzyklus in den Lageregelungs-Betriebsarten

Mit dem Istwertzyklus wird bei Modulo-Lagewichtung der maximale Bereich der Lageistwerte an der Folgeachse festgelegt. Der Istwertzyklus entspricht dem Inhalt des Parameters **P-0-0786, Modulowert Istwertzyklus**. Der Antrieb bildet einen Lageistwert, der sich in diesem Bereich befindet und im Parameter **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus** ausgelesen werden kann.
Der Istwertzyklus wird benötigt, wenn bei Winkelsynchronisation in einem Bereich aufsynchronisiert werden soll, der größer als der Modulowert (Sollwertzyklus oder Teil vom Sollwertzyklus) ist.

Der Lageistwert im Sollwertzyklus oder in einem Teil davon wird für das Aufsynchronisieren aus dem Lageistwert im Istwertzyklus durch Modulodivision hergeleitet. Damit dies immer eindeutig ist, muss der Istwertzyklus ein ganzzahliges Vielfaches vom Sollwertzyklus sein. Dies ist bei der Festlegung des Istwertzyklus zu beachten.

Hinweis: Um diese Randbedingung durch Parametrierung des Istwertzyklus (P-0-0752) erfüllen zu können, sollte der Wert des Parameters **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen** bei der Festlegung des Leitachszyklus (P-0-0750) als Faktor berücksichtigt werden. Kann die Randbedingung nicht durch Parametrierung des Istwertzyklus erfüllt werden, besteht die Möglichkeit, durch Setzen des Bit 4 im Parameter **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus** den Bereich des Istwertzyklus durch den Antrieb analog zum Sollwertzyklus berechnen zu lassen.

Sollen an einer Achse mehrere elektronische Getriebeübersetzungen eingestellt werden (z.B. wegen verschiedener Formate), ergeben sich mehrere Sollwertzyklen an dieser Achse. Der Istwertzyklus ist dann so einzustellen, dass er dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen (KGV) dieser Sollwertzyklen entspricht (P-0-0155; Bit 4 = 0).

Wenn das elektronische Getriebe nicht verändert werden soll, wird der Istwertzyklus so eingestellt, dass er dem Sollwertzyklus oder einem Vielfachen davon entspricht .

Soll nur innerhalb des Modulobereichs aufsynchronisiert werden, kann die Anzahl der Lastumdrehungen pro Istwertzyklus Folgeachse auf "1" gesetzt werden.

Maßbezug herstellen

Ein Setzen dieses Lageistwertes erfolgt durch das Kommando "Absolutmaß setzen" oder durch das "Antriebsgeführte Referenzieren" für den Lageistwert, der in der eingestellten Synchronisations-Betriebsart ausgewählt wurde. Ist z.B. "Winkelsynchronisation mit virtueller Leitachse, Geber 1" als Betriebsart eingestellt, ändert sich **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus** analog zu **S-0-0051, Lageistwert 1**. Der Bereich des Lageistwert 1 ist allerdings auf **S-0-0103, Modulowert** beschränkt. Ein Referenzieren des **S-0-0051, Lageistwert 1** führt dann auch dazu, dass **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus** auf den gleichen Wert wie **S-0-0051, Lageistwert 1** gesetzt wird. Der Lagestatus des Lageistwerts im Istwertzyklus kann dem Bit 4 des Parameters **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** entnommen werden.

Berechnung Istwertzyklus

Die Berechnung des Istwertzyklus (P-0-0786) wird durchgeführt

- beim Hochschalten in den Betriebsmodus im Umschaltkommando von Phase 3 auf 4

- oder -

- durch Starten des Kommandos **P-0-0071, C3100 Istwertzyklus neu berechnen** zur Neuberechnung des Istwertzyklus in Phase 4, wenn ein Parameter, der für die Berechnung des Istwertzyklus genutzt wurde, in Phase 4 geändert wurde.

Hinweis: Beim Start des Kommandos C3100 werden die Stausbits im **S-0-0403, Status Lageistwerte** und das Statusbit im **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** (Bit 4) gelöscht. Nach erfolgreichem Herstellen des Maßbezugs werden die Bits wieder gesetzt.

Die Berechnung des Istwertzyklus erfolgt abhängig von Bit 4 des Parameters **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus**.

P-0-0155, Bit 4 = 0

Bei Bit 4 = 0 in P-0-0155 wird der Istwertzyklus in Abhängigkeit von **P-0-0752, Lastumdrehungen pro Istwertzyklus Folgeachse** ermittelt:

$$\text{Istwertzyklus (P-0-0786)} = \text{P-0-0752} * \text{S-0-0103}$$

Abb. 7-54: Istwertzyklus bei rotatorischer und translatorischer Modulo-Wichtung und P-0-0155, Bit 4 = 0

P-0-0155, Bit 4 = 1

Bei Bit 4 = 1 in P-0-0155 wird der Istwertzyklus nach folgenden Formeln ermittelt:

- Betriebsart: Winkelsynchronisation und Kurvenscheibe mit P-0-0755 = 0

$$\text{Istwertzyklus (P-0-0786)} = \text{P-0-0750} * \frac{\text{P-0-0157}}{\text{P-0-0156}} * \text{S-0-0103}$$

Abb. 7-55: Istwertzyklus bei Modulo-Wichtung und P-0-0155, Bit 4 = 1

- Betriebsart: Kurvenscheibe mit P-0-0755 ≠ 0

$$\text{Istwertzyklus (P-0-0786)} = \text{P-0-0750} * \frac{\text{P-0-0157}}{\text{P-0-0156}} * \frac{\text{S-0-0103}}{\text{P-0-0755}}$$

Abb. 7-56: Istwertzyklus bei Modulo-Wichtung und P-0-0155, Bit 4 = 1

Aufsynchronisierbereiche

Im Parameter **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus** kann bei Modulowichtung der Bereich für das Aufsynchronisieren eingestellt werden:

- Modulobereich (S-0-0103)
- Sollwertzyklus
- Teilbereich des Sollwertzyklus

Der zu verfahrende Weg wird dann auf diesen Bereich begrenzt.

Hinweis: Der bei der Berechnung des Weges benutzte Lageistwert muss in dem Bereich, in dem aufsynchronisiert werden soll, eindeutig sein. Der Istwertzyklus, aus dem der Lageistwert hergeleitet wird, muss deshalb so festgelegt werden, dass er ein Vielfaches des Aufsynchronisierbereiches ist.

Durch Parametrierung von **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** = 0 kann eine absolute Behandlung der Leitachse von ± 2048 Umdrehungen ausgewählt werden.

Aufsynchronisieren im Sollwertzyklus

Der Weg, der beim Aufsynchronisieren verfahren wird, ergibt sich aus der Differenz zwischen synchronem Lagesollwert (+ **S-0-0048, Lagesollwert additiv** + **P-0-0691 Lagesollwert additiv, Prozessregler**) und dem Lageistwert. Der Aufsynchronisierweg wird auf den Sollwertzyklus modulo begrenzt.

$$\text{Weg} = \%\text{Sollwertzyklus}\,(x_{sync} + S-0-0048 - \text{Lageistwert})$$

Abb. 7-57: Aufsynchronisierweg beim Aufsynchronisieren im Sollwertzyklus

Der Bereich für den Sollwertzyklus an der Folgeachse ist durch den Leitachszyklus und das elektronische Getriebe definiert:

- Betriebsart Winkelsynchronisation und Kurvenscheibe mit P-0-0755 = 0

$$\text{Sollwertzyklus} = P-0-0750 * \frac{P-0-0157}{P-0-0156} * S-0-0103$$

Abb. 7-58: Sollwertzyklus bei Modulowichtung

- Betriebsart Kurvenscheibe mit P-0-0755 ≠ 0

$$\text{Sollwertzyklus} = P-0-0750 * \frac{P-0-0157 \ * S-0-0103}{P-0-0156 \ * P-0-0755}$$

Abb. 7-59: Sollwertzyklus bei Modulowichtung

- Betriebsart Winkelsynchronisation und Kurvenscheibe mit P-0-0755 = 0

$$\text{Sollwertzyklus} = P-0-0750 * \frac{P-0-0157}{P-0-0156} * P-0-0159$$

Abb. 7-60: Sollwertzyklus bei translatorischer Modulowichtung

- Betriebsart Kurvenscheibe mit P-0-0755 ≠ 0

$$\text{Sollwertzyklus} = P-0-0750 * \frac{P-0-0157 \ * P-0-0159}{P-0-0156 \ * P-0-0755}$$

Abb. 7-61: Sollwertzyklus bei translatorischer Modulowichtung

Der jeweils aktive Wert wird im Parameter **P-0-0754, Sollwertzyklus** angezeigt. Der Sollwertzyklus beschreibt den Bereich, in dem die berechneten synchronen Lagesollwerte liegen.

Für die Modulodivision wird die Anzahl der Sollwertzyklen pro Istwertzyklus benutzt. Die Anzahl ergibt sich aus folgender Formel:

$$\text{Anzahl Sollwertzyklen} = \frac{\text{Istwertzyklus}}{\text{Sollwertzyklus}}$$

Abb. 7-62: Anzahl Sollwertzyklen pro Istwertzyklus

Aufsynchronisieren im Teilbereich des Sollwertzyklus

Der Weg, der beim Aufsynchronisieren verfahren wird, ergibt sich aus der Differenz zwischen synchronem Lagesollwert (+ **S-0-0048, Lagesollwert additiv** + **P-0-0691 Lagesollwert additiv, Prozessregler**) und dem Lageistwert. Der Aufsynchronisierweg wird auf einen Sollwertzyklus-Teilbereich modulo begrenzt.

$$\text{Weg} = \%\ \text{Teilbereich Sollwertzyklus}\ (X_{sync} + S-0-0048 - \text{Lageistwert})$$

Abb. 7-63: Aufsynchronisierweg bei Aufsynchronisieren im Teilbereich des Sollwertzyklus

Der Lageistwert im Teilbereich des Sollwertzyklus wird aus dem **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus** hergeleitet. Für die Modulodivision wird die Anzahl der Teilbereiche pro Istwertzyklus benutzt. Die Anzahl ergibt sich aus folgender Formel:

$$\text{Anzahl Teilbereiche} = P-0-0751 * \frac{\text{Istwertzyklus}}{\text{Sollwertzyklus}}$$

Abb. 7-64: Anzahl Aufsynchronisierteilbereiche pro Istwertzyklus

Aufsynchronisieren im Modulobereich

Der Weg, der beim Aufsynchronisieren verfahren wird, ergibt sich aus der Differenz zwischen synchronem Lagesollwert (+ **S-0-0048, Lagesollwert additiv** + **P-0-0691, Lagesollwert additiv, Prozessregler**) und dem **P-0-0434, Lagesollwert Regler**. Der Aufsynchronisierweg wird auf den Modulowert begrenzt.

$$\text{Weg} = \%\ \text{Modulowert}\ \ (X_{sync} + S-0-0048 - \text{Lageistwert})$$

Abb. 7-65: Aufsynchronisierweg bei Aufsynchronisieren im Modulobereich

Aufsynchronisier-Richtung

Bei P-0-0155 = 1 wird immer der berechnete Aufsynchronisierweg abgefahren. Die Festlegungen in den Parametern **P-0-0154, Aufsynchronisier-Richtung** und **P-0-0151, Aufsynchronisierfenster bei Modulo-Format** werden dabei nicht berücksichtigt.

Bei Modulo-Achsen wird der Weg zunächst begrenzt auf +/-0,5 * Aufsynchronisierbereich. Zusätzlich werden die Festlegungen in den Parametern **P-0-0154, Aufsynchronisier-Richtung** und **P-0-0151, Aufsynchronisierfenster bei Modulo-Format** berücksichtigt.

Hinweis: Die Festlegung im Parameter **P-0-0154, Aufsynchronisier-Richtung** wird nur wirksam, wenn der kürzeste Weg (Betrag ≤ 0,5 * Aufsynchronisierbereich) größer als das Aufsynchronisierfenster ist. In diesem Fall wird die Aufsynchronisier-Richtung entsprechend Parameter P-0-0154 verwendet (positiv oder negativ oder kürzester Weg). Ist der kürzeste Weg kleiner als das Aufsynchronisierfenster, wird immer der kürzeste Weg verfahren.

Aufsynchronisieren bei absoluter Wichtung

Der Lagesollwert wird absolut gebildet. Somit wird kein Sollwertzyklus und kein Istwertzyklus berechnet.

Es kann nur bis ± 2048 Umdrehungen absolut aufsynchronisiert werden, da der max. Leitachsgeberbereich nur 2^32 Inkremente beträgt.

Hinweis: Es ist zu beachten, dass die Bewegung der Folgeachse den im Parameter **S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich** festgelegten Bereich nicht überschreitet.

Damit man innerhalb des max. Verfahrbereichs (S-0-0278) absolut synchron fahren kann, muss folgende Einstellung vorgenommen werden:

- Der Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** muss mit Null initialisiert werden.

Hinweis: Bei falscher Parametrierung kann es zu ungewollten Lagesprüngen kommen.

Empfehlung: Lagegrenzwertüberwachung aktivieren!

Siehe "Begrenzungen: Lagebegrenzung/Fahrbereichs-Grenzschalter" im Kapitel "Antriebsregelung"

Der Aufsynchronisierweg wird nach folgender Formel ermittelt:

$$\text{Weg} = X_{\text{Synch}} + S-0-0048 - \text{Lageistwert}$$

Abb. 7-66: Aufsynchronisierweg bei absoluter Wichtung

Der Aufsynchronisierbereich entspricht dem max. Verfahrbereich.

Dynamisches Aufsynchronisieren bei Geschwindigkeitssynchronisation

Das antriebsgeführte dynamische Aufsynchronisieren in der Betriebsart "Geschwindigkeitssynchronisation" wird in Abhängigkeit von Bit 5 des Parameters **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus** durchgeführt.

P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus:

- Bit 5 = 0 → das Aufsynchronisieren findet nur bei Aktivierung der Betriebsart statt
- Bit 5 = 1 → das Aufsynchronisieren ist immer aktiv

Während der Aufsynchronisation beschleunigt bzw. bremst der Antrieb bis die synchrone Geschwindigkeit erreicht ist, indem er Geschwindigkeitssollwerte generiert. Die Bildung der Geschwindigkeitssollwerte erfolgt unter Berücksichtigung von **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung**.

Abb. 7-67: Funktionsblock "Dynamisches Aufsynchronisieren" für Geschwindigkeitssynchronisation

Merkmale

- Aufsynchronisieren erfolgt als Geschwindigkeitsanpassung
- Generierung der Statusmeldung "Aufsynchronisieren beendet" (P-0-0152; Bit 0)
- Generierung der Statusmeldung "Synchronbetriebsart in Synchronisation" (P-0-0089; Bit 8)

Dynamisches Aufsynchronisieren bei synchronen Lageregelungs-Betriebsarten

Das antriebsgeführte dynamische Aufsynchronisieren in den synchronen Lageregelungs-Betriebsarten wird durchgeführt bei

- Aktivierung einer synchronen Lageregelungs-Betriebsart,
- Änderung des Wertes im Parameter **S-0-0048, Lagesollwert additiv**

  - und -
- Änderung des Wertes im Parameter **P-0-0691, Lagesollwert additiv, Prozessregler**.

Dabei werden die Werte der Parameter **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung** und **P-0-0143, Aufsynchronisier-Geschwindigkeit** zur Generierung eines additiven Sollwertes zum Ausgleich der nicht geschwindigkeits- und lagesynchronen Folgeachse verwendet.

Abb. 7-68: Funktionsblock "Dynamisches Aufsynchronisieren" für synchrone Lageregelungs-Betriebsarten

Merkmale

- Aufsynchronisieren erfolgt in 2 Schritten (Geschwindigkeits- und Lageanpassung)
- Absolutes (Lage- und Geschwindigkeitsanpassung) oder relatives (nur Geschwindigkeitsanpassung) Aufsynchronisieren
- Einstellbare Bereiche für das Aufsynchronisieren:
  - Modulobereich (S-0-0103)
  - Sollwertzyklus Folgeachse
  - Teilbereich für Sollwertzyklus; einstellbar im Parameter **P-0-0751, Aufsynchronisierteilbereiche pro Sollwertzyklus Folgeachse**
- Einstellbare Richtung für das Aufsynchronisieren bei Lageanpassung von Moduloachsen, kürzester Weg, positive oder negative Richtung im Parameter **P-0-0154, Aufsynchronisier-Richtung**;
  Einstellung des Toleranzfensters bei nur positiver oder negativer Richtung über **P-0-0151, Aufsynchronisierfenster bei Modulo-Format**
- Aufsynchronisier-Modus "Standard" oder "Registerregler" im Parameter P-0-0155 einstellbar
- Anzeige der Differenz zwischen Lageistwert im Istwertzyklus und dem aus der Leitachsposition gebildeten synchronem Lagesollwert im Parameter **P-0-0034, Lagesollwert additiv Istwert**
- Generierung der Statusmeldung "Aufsynchronisieren beendet" (P-0-0152, Bit 0)
- Generierung der Statusmeldung "Synchronbetriebsart in Synchronisation" (Bit 8 in **P-0-0089, Statuswort Synchronisation-betriebsarten**).

Ablauf des Aufsynchronisierens bei synchronen Lageregelungs-Betriebsarten

Das nachfolgend beschriebene dynamische Aufsynchronisieren ist Bestandteil der Synchronisations-Betriebsarten mit unterlagerter Lageregelung (Winkelsynchronisation und Kurvenscheibenbetrieb). Der Aufsynchronisiervorgang ist eine antriebsgeführte Bewegung mit dem Ziel einer absoluten oder relativen Synchronisation.

Der Antrieb ist dann absolut synchron, wenn:

$$P-0-0228 \geq \left| \%Modulo\ (P-0-0753-(S-0-0048+P-0-0691+P-0-0778)) \right|$$

Abb. 7-69: Synchronitätsbedingung bei synchronen Lageregelungs-Betriebsarten

Modulo kann in Abhängigkeit vom Aufsynchronisier-Modus sein:

- Modulowert (S-0-0103)
- Sollwertzyklus
- Teilbereich Sollwertzyklus

Bei absoluter Wichtung findet keine Modulobegrenzung statt.

Hinweis: Alle für das Aufsynchronisieren relevanten Einstellungen sind im Parameter **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus** durchzuführen.

Bei Synchronisations-Betriebsarten mit unterlagerter Lageregelung wird das Aufsynchronisieren in zwei Schritten durchgeführt:

1. Schritt des Aufsynchronisierens

1. Geschwindigkeitsanpassung:

Der Antrieb beschleunigt oder bremst von der zum Zeitpunkt der Aktivierung aktuellen Istgeschwindigkeit auf die synchrone Geschwindigkeit.

Die synchrone Geschwindigkeit wird durch Differenzieren des synchronen Lagesollwerts gebildet. Der synchrone Lagesollwert x_{sync} wird entsprechend der Betriebsart aus der Leitachsposition (**P-0-0052, Lageistwert Messgeber** bzw. **P-0-0053, Leitachsposition**) ermittelt.

Die Geschwindigkeitsanpassung erfolgt bereits in Lageregelung. Beim Beschleunigen oder Bremsen berücksichtigt der Antrieb den Wert im Parameter **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung**.

2. Schritt des Aufsynchronisierens

2. Lageanpassung:

Nach der Geschwindigkeitsanpassung ist eine Differenz zwischen dem aktiven Lagesollwert und der Summe aus synchronem Lagesollwert (x_{sync}), additivem Lagesollwert (S-0-0048) und Lagesollwert des Prozessreglers (P-0-0691) vorhanden.

Die Differenz wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\text{Differenz (Weg)} = x_{sync} + (S-0-0048) + (P-0-0691) - (P-0-0434)$$

x_{sync}: Synchroner Lagesollwert
S-0-0048: Lagesollwert additiv
P-0-0691: Lagesollwert additiv, Prozessregler
P-0-0434: Lagesollwert Regler

Abb. 7-70: Differenzwert bei absoluter Synchronisation (Verfahrweg)

Im 2. Schritt des Aufsynchronisierens wird die bei der Geschwindigkeitsanpassung entstehende Differenz unter Berücksichtigung von **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung** und **P-0-0143, Aufsynchronisier-Geschwindigkeit** durch eine Verfahrbewegung ausgeglichen. Diese Lageanpassung wird der synchronen Bewegung überlagert.

Relative/Absolute Synchronisation

In den synchronen Lageregelungs-Betriebsarten ist es möglich, zwischen relativer und absoluter Synchronisation auszuwählen:

- **Relative Synchronisation** (P-0-0155, Bit 1 = 1)
  → Es besteht kein fester Lagebezug zwischen der Leitachse und der Folgeachse.
- **Absolute Synchronisation** (P-0-0155, Bit 1 = 0)
  → Es besteht zwischen Leitachsposition und Lagesollwert ein fester Lagebezug, der sich aus der Leitachsposition und dem parametrierten additiven Lagesollwert ergibt.

Relatives Aufsynchronisieren im Stillstand

Die folgende Abbildung zeigt das relative Aufsynchronisieren auf eine virtuelle Leitachse, wobei sich die Leitachse bei der Aktivierung der Betriebsart im Stillstand befindet.

Abb. 7-71: Beispiel: Relatives Aufsynchronisieren aus dem Stillstand

- Bei Aktivieren der Betriebsart ist die synchrone Geschwindigkeit = 0.
- Mit der Aktivierung der Betriebsart werden die Bits für "Aufsynchronisieren beendet" (P-0-0152; Bit 0 = 1) und "Folgeachse ist synchronisiert" (P-0-0089, Bit 8 = 1) ausgegeben.
- Beim Maschinenanlauf folgt die Achse, ausgehend von ihrer aktuellen Position, mit relativ synchroner Position der Leitachsposition.

Relatives Aufsynchronisieren im laufenden Betrieb

Die folgende Abbildung zeigt das relative Aufsynchronisieren auf eine virtuelle Leitachse, wenn die Leitachse bei Aktivierung der Betriebsart eine Geschwindigkeit ≠ 0 hat.

Abb. 7-72: Beispiel: Relatives Aufsynchronisieren im laufenden Betrieb

- Bei Aktivieren der Betriebsart bewegt sich die Leitachse mit konstanter Geschwindigkeit.
- Ausgehend von ihrer aktuellen Position beschleunigt die Folgeachse auf die synchrone Geschwindigkeit. Dabei ist die Aufsynchronisier-Beschleunigung (P-0-0142) wirksam.
- Mit dem Erreichen der synchronen Geschwindigkeit werden die Bits für "Aufsynchronisieren beendet" (P-0-0152, Bit 0 = 1) und "Folgeachse ist synchronisiert" (P-0-0089, Bit 8 = 1) ausgegeben.

Absolutes Aufsynchronisieren aus dem Stillstand

Die folgende Abbildung zeigt das absolute Aufsynchronisieren auf eine virtuelle Leitachse, wobei sich die Leitachse bei der Aktivierung der Betriebsart im Stillstand befindet.

Abb. 7-73: Beispiel: Absolutes Aufsynchronisieren aus dem Stillstand

- Bei Aktivieren der Betriebsart ist die synchrone Geschwindigkeit = 0. Die aktuelle Leitachsposition weicht von der synchronen Position ab.
- Der Aufsynchronisier-Status meldet "Aufsynchronisieren läuft" (P-0-0152; Bit 0 = 0).
- Der absolute Winkelbezug zwischen der Folgeachse und der Leitachsposition wird hergestellt. Dabei dreht sich die Leitachse mit der parametrierten Aufsynchronisier-Geschwindigkeit (P-0-0143). Beim Anfahren und Bremsen wirkt die Aufsynchronisier-Beschleunigung (P-0-0142).

- Sobald die Positionsdifferenz zwischen Leitachse und Folgeachse kleiner ist als das "Synchronlauffenster Lage" (S-0-0228) wird das Statusbit "Folgeachse ist synchronisiert" (P-0-0089; Bit 8 = 1) ausgegeben.
  Im Parameter P-0-0152 wird Bit 0 gesetzt, wenn das Aufsynchronisieren abgeschlossen ist.

Absolutes Aufsynchronisieren im laufenden Betrieb

Die folgende Abbildung zeigt das absolute Aufsynchronisieren auf eine virtuelle Leitachse, wenn die Leitachse bei Aktivierung der Betriebsart eine Geschwindigkeit ≠ 0 hat.

Schritt 1: Geschwindigkeitsanpassung
Schritt 2: Lageanpassung

Abb. 7-74: Beispiel: Absolutes Aufsynchronisieren im laufenden Betrieb

- Beim Aktivieren der Betriebsart bewegt sich die Leitachse mit konstanter Geschwindigkeit.
- Der Aufsynchronisier-Status meldet "Aufsynchronisieren läuft" (P-0-0152; Bit 0 = 0).
- Ausgehend von ihrer aktuellen Position beschleunigt die Folgeachse auf die synchrone Geschwindigkeit. Dabei ist die Aufsynchronisier-Beschleunigung (P-0-0142) wirksam.
- Nach der Geschwindigkeitsanpassung wird der absolute Lagebezug hergestellt. Die Lageanpassung erfolgt mit parametrierter Aufsynchronisier-Beschleunigung (P-0-0142) und Aufsynchronisier-Geschwindigkeit (P-0-0143).
- Sobald die Positionsdifferenz zwischen Leitachse und Folgeachse kleiner ist als das "Synchronlauffenster Lage" (S-0-0228) wird das Statusbit "Folgeachse ist synchronisiert" (P-0-0089, Bit 8 = 1) ausgegeben.
  Im Parameter P-0-0152 wird Bit 0 gesetzt, wenn das Aufsynchronisieren abgeschlossen ist.

Standard/Registerregler-Synchronisation

Aufsynchronisier-Modus

In den synchronen Lageregelungs-Betriebsarten ist es möglich, im Parameter **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus**, den Aufsynchronisier-Modus für die Reaktion auf weitere Änderungen in den Parametern **S-0-0048, Lagesollwert additiv** und **P-0-0691, Lagesollwert Prozessregler** nach dem erstmaligen Erreichen der absoluten Synchronisation festzulegen.

Modus "Standard"
(P-0-0155, Bit 0 = 0)

Im Aufsynchronisier-Modus "Standard" werden alle weiteren Änderungen im Parameter **S-0-0048, Lagesollwert additiv** mit den Festlegungen in folgenden Parametern abgearbeitet:

- **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung**
- **P-0-0143, Aufsynchronisier-Geschwindigkeit**
- **P-0-0151, Aufsynchronisierfenster bei Modulo-Format**
- **P-0-0154, Aufsynchronisier-Richtung**

Die Änderungen im Parameter **P-0-0691, Lagesollwert Prozessregler** werden über ein Filter 1. Ordnung geglättet. Die Zeitkonstante des Filters wird im Parameter **P-0-0060, Filterzeitkonstante Lagesollwert additiv** eingestellt.

Hinweis: Das Statusbit "Aufsynchronisieren beendet" wird nur gesetzt, wenn die Bedingung P-0-0434 = S-0-0048 + x_{sync} erfüllt ist.

Abb. 7-75: Aufsynchronisier-Modus "Standard"

Beim Aufsynchronisieren im Modus "Standard" findet eine Überwachung der Sollwerte auf **S-0-0091, Geschwindigkeitsgrenzwert bipolar** und **S-0-0138, Beschleunigung bipolar** statt. Überschreiten die Sollwerte die Grenzwerte, werden die Fehlermeldungen **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz** bzw. **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten** generiert.

Mögliche Gegenmaßnahmen:

- Erhöhung der Filterzeitkonstante
- Verringerung der Änderungen des additiven Lagesollwertes
- Erhöhung der Grenzwerte für Geschwindigkeit und Beschleunigung

Modus "Registerregler"
(P-0-0155, Bit 0 = 1)

Im Aufsynchronisier-Modus "Registerregler" werden alle weiteren Änderungen im Parameter **S-0-0048, Lagesollwert additiv** durch ein Filter 1. Ordnung geglättet. Die Zeitkonstante des Filters wird im Parameter **P-0-0060, Filterzeitkonstante Lagesollwert additiv** eingestellt. Der Wert von **P-0-0691, Lagesollwert Prozessregler** wird hier differenziell verarbeitet und die Differenz zwischen dem alten und neuen Wert von P-0-0691 zum Lagesollwert addiert.

Hinweis: Das Statusbit "Aufsynchronisieren beendet" wird mit Erreichen der absoluten Synchronisation gesetzt und auch bei weiteren Änderungen von **S-0-0048, Lagesollwert additiv** und **P-0-0691, Lagesollwert Prozessregler** nicht mehr gelöscht.

Abb. 7-76: Aufsynchronisier-Modus "Registerregler"

Beim Aufsynchronisieren im Modus "Registerregler" findet eine Überwachung der Sollwerte auf **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** und **S-0-0138, Beschleunigung bipolar** statt. Überschreiten die Sollwerte die Grenzwerte, werden die Fehlermeldungen **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz** bzw. **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten** generiert.

Mögliche Gegenmaßnahmen:

- Erhöhung der Filterzeitkonstante
- Verringerung der Änderungen des additiven Lagesollwertes
- Erhöhung der Grenzwerte für Geschwindigkeit und Beschleunigung

Hinweis: Ist einmal Modus "Registerregler" (P-0-0155, Bit 0 = 1) aktiviert, ist es nicht mehr möglich, in den Modus "Standard" (P-0-0155, Bit 0 = 0) zurückschalten.

Diagnose- und Statusmeldungen

Zur Diagnose der Synchronisations-Betriebsarten sind neben einigen Status- und Anzeigeparametern, die betriebsartenübergreifend gelten, die Parameter **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** und **P-0-0152, Aufsynchronisieren beendet** vorgesehen.

P-0-0089, Bit 8 (Synchronbetriebsart in Synchronisation)

Die Rückmeldung, dass die Folgeachse synchronisiert ist, erfolgt im Bit 8 des Parameters **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten**.

P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten:

- Bit 8 = 0 → Folgeachse ist nicht synchronisiert
- Bit 8 = 1 → Folgeachse ist synchronisiert

Bei synchr. Lageregelungs-Betriebsarten setzt der Antrieb Bit 8 wenn gilt:

$$\left| x_{sync} + (S-0-0048) - (P-0-0753) \right| < S-0-0228$$

Bei Geschwindigkeits-Synchronisation setzt der Antrieb Bit 8 wenn gilt:

$$\left| dx_{sync} + (S-0-0037) - (S-0-0040) \right| < S-0-0183$$

P-0-0152, Bit 0 (Aufsynchronisierstatus)

Die Information, ob ein Aufsynchronisiervorgang aktiv oder beendet ist, wird im Bit 0 des Parameters **P-0-0152, Aufsynchronisieren beendet** abgebildet.

P-0-0152, Aufsynchronisieren beendet:

- Bit 0 = 0 → Aufsynchronisieren läuft
- Bit 0 = 1 → Aufsynchronisieren abgeschlossen

Bei der Bildung von Bit 0 im Parameter P-0-0152 müssen bei den Betriebsarten "Winkelsynchronisation" und "Elektronische Kurvenscheibe" folgende Fälle unterschieden werden:

- Erster Aufsynchronisiervorgang:
  Bit 0 wird gesetzt, wenn der Weg bis zur absoluten oder relativen Position verfahren wurde.
- Zyklischer Normalbetrieb:
  Ist das Bit 0 einmal gesetzt, hängt es von der Einstellung von Bit 0 im Parameter **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus** ab, ob Bit 0 bei Änderung des additiven Lagesollwertes (S-0-0048) für die Dauer der folgenden Verfahrreaktion gelöscht wird. Ist in P-0-0155 Bit 0 = 1 (Modus "Registerregler"), bleibt Bit 0 in P-0-0152 gesetzt.

Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse

Erweiterungspaket **Synchronisation** (Bestell-Bezeichnung **SNC**) in allen Ausführungen

Kurzbeschreibung

Bei der Betriebsart "Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse" folgt der Antrieb einer vorgegebenen Leitachsgeschwindigkeit geschwindigkeitssynchron.

Die reale Leitachsgeschwindigkeit wird von einem Leitachsgeber erzeugt, wogegen die virtuelle Leitachsgeschwindigkeit vom Master vorgegeben wird.

Siehe auch "Dynamisches Aufsynchronisieren bei Geschwindigkeits-synchronisation" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Merkmale

- Ermittlung des wirksamen Geschwindigkeitssollwertes (P-0-0048) aus differenzierter und feininterpolierter Summe aus Leitachsposition (P-0-0053) bzw. Messgeberposition (P-0-0052) und additiver Leitachsposition (P-0-0054) multipliziert über Leitachsgetriebe und Feinabgleich
- Einstellbare Leitachspolarität
- Wählbarer Aufsynchronisier-Modus
  - Geschwindigkeitsanpassung immer über Aufsynchronisier-Beschleunigung (P-0-0142)
  - Geschwindigkeitsanpassung über Aufsynchronisier-Beschleu-nigung (P-0-0142) nur beim ersten Aufsynchronisieren
- Anzeige-Parameter für Leitachs-Drehzahl (P-0-0764) und wirksame Leitachsgeschwindigkeit (P-0-0777)

Das Zusammenwirken der einzelnen Grundfunktionen (Funktionsblöcke) der Betriebsart "Geschwindigkeitssynchronisation" zeigt die folgende Darstellung:

P-0-0052: Lageistwert Messgeber
P-0-0053: Leitachsposition
P-0-0764: Leitachs-Drehzahl
P-0-0777: Wirksame Leitachsgeschwindigkeit

Abb. 7-77: Funktionsblöcke der Sollwertverarbeitung und –aufbereitung bei Betriebsart "Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse"

Varianten der Betriebsart

Zwischen folgenden Varianten/Ausprägungen der Betriebsart kann ausgewählt werden:

- Geschwindigkeitssynchronisation mit realer Leitachse
- Geschwindigkeitssynchronisation mit virtueller Leitachse

Anwendung "Geschwindigkeits-synchronisation"

Die Geschwindigkeitssynchronisation kommt z. B. bei einfachen Transportwalzen von Druckmaschinen zum Einsatz. Der Antrieb läuft geschwindigkeitssynchron zur Leitachse. Die Bahngeschwindigkeit am Umfang der Transportwalze bzw. eines Wickelkörpers wird durch das elektrische Getriebe voreingestellt. Eine definierte Zugspannung kann durch den Getriebefeinabgleich eingestellt werden.

Beteiligte Parameter

Neben den allgemeingültigen Parametern aller Synchronisations-Betriebsarten sind bei der Geschwindigkeitssynchronisation weitere Parameter beteiligt:

- **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**
- **S-0-0044, Wichtungsart für Geschwindigkeitsdaten**
- **S-0-0048, Lagesollwert additiv**
- **S-0-0183, Synchronlauffenster Geschwindigkeit**
- **P-0-0052, Lageistwert Messgeber**
- **P-0-0053, Leitachsposition**
- **P-0-0054, Leitachsposition additiv**
- **P-0-0083, Feinabgleich Getriebeübersetzung**
- **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten**
- **P-0-0108, Polarität Leitantrieb**
- **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung**
- **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus**
- **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen**
- **P-0-0157, Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen**
- **P-0-0159,Vorschubweg Folgeantrieb**
- **P-0-0690, Geschwindigkeits-Sollwert additiv, Prozessregler**
- **P-0-0691, Lagesollwert additiv, Prozessregler**
- **P-0-0692, Leitachsposition additiv, Prozessregler**
- **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus**
- **P-0-0764, Leitachs-Drehzahl**
- **P-0-0775, Resultierende Leitachsposition**
- **P-0-0777, Wirksame Leitachsgeschwindigkeit**

Siehe auch "Kurzbeschreibung: Beteiligte Parameter" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Beteiligte Diagnosen

Neben den allgemeingültigen Diagnosen aller Synchronisations-Betriebsarten sind bei der Geschwindigkeitssynchronisation weitere Diagnosen beteiligt:

- **A0110 Geschwindigkeits-Synchronisation, virtuelle Leitachse**
- **A0111 Geschwindigkeits-Synchronisation, reale Leitachse**
- **E2063 Geschwindigkeitssollwert >= Grenzwert S-0-0091**

Siehe auch "Kurzbeschreibung: Beteiligte Diagnosen" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Gesamtübersicht zur Betriebsart

Abb. 7-78: Blockschaltbild: Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse

Sollwertaufbereitung

Hinweis: Nachfolgend wird nur der betriebsartenspezifische Funktionsblock für das elektronische Bewegungsprofil im Detail beschrieben. Die ausführliche Beschreibung der übrigen Funktionsblöcke ist im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten" enthalten.

Siehe "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten" im gleichen Unterkapitel

Übersicht

Die Sollwertaufbereitung in der Betriebsart "Geschwindigkeits-synchronisation" setzt sich aus folgenden Grundfunktionen zusammen:

- Leitachsauswertung und Aufbereitung (reale oder virtuelle Leitachse)
- Elektronisches Getriebe mit Feinabgleich
- Betriebsartenspezifische Sollwertverarbeitung
- Dynamisches Aufsynchronisieren

Abb. 7-79: Betriebsartenspezifische Sollwertverarbeitung und –aufbereitung bei Geschwindigkeitssynchronisation

Bildung des synchronen Geschwindigkeitssollwertes

Der synchrone Geschwindigkeitssollwert (dx_{sync}) wird in Abhängigkeit von der gewählten Leitachs-Polarität (**P-0-0108, Polarität Leitantrieb**) und der eingestellten Wichtungsart (**S-0-0044, Wichtungsart für Geschwindigkeitsdaten**) nach einer der folgenden Gleichungen gebildet:

$$dXsync = \pm\Delta(P\text{-}0\text{-}0053 + P\text{-}0\text{-}0054) * \frac{P\text{-}0\text{-}0157}{P\text{-}0\text{-}0156} * (1 + P-0-0083) * \frac{1}{2^{20}}$$

dx_{sync}: Synchroner Geschwindigkeitssollwert

Abb. 7-80: Bildung des synchronen Geschwindigkeitssollwertes bei rotatorischer Wichtung

$$dXsync = \pm\Delta(P\text{-}0\text{-}0053 + P\text{-}0\text{-}0054) * \frac{P\text{-}0\text{-}0157}{P\text{-}0\text{-}0156} * (1 + P-0-0083) * \frac{P\text{-}0\text{-}0159}{2^{20}}$$

dx_{sync}: Synchroner Geschwindigkeitssollwert

Abb. 7-81: Bildung des synchronen Geschwindigkeitssollwertes bei translatorischer Wichtung

Rexroth Bosch Group

Hinweis: Eine Leitachsumdrehung ist fest normiert auf 2^20 Inkremente. Das bedeutet, dass das LSB der Leitachsposition 2^-20 Leitachsumdrehungen entspricht.

Aufsynchronisieren bei Geschwindigkeitssynchronisation

Der Aufsynchronisiervorgang ist eine antriebsgeführte Bewegung, welche die Synchronisation der Achse auf die Leitachsgeschwindigkeit zum Ziel hat. Die Folgeachse ist geschwindigkeitssynchron, wenn folgende Bedingung stimmt:

dx_{sync} = P-0-0048 – S-0-0037

Aufsynchronisiervorgang

Bei Aktivierung der Betriebsart wird zunächst eine **Geschwindigkeitsanpassung** durchgeführt.

Das bedeutet, dass der Antrieb von der zum Zeitpunkt der Aktivierung aktuellen Istgeschwindigkeit auf die synchrone Geschwindigkeit beschleunigt oder abbremst.

Die synchrone Geschwindigkeit bildet der Antrieb durch Differenzieren der Leitachsposition:

Δ(P-0-0053 + P-0-0054 + P-0-0692) bzw.
Δ(P-0-0052 + P-0-0054 + P-0-0692)

Nachdem die Synchrongeschwindigkeit erreicht ist, wird eine weitere Änderung der Synchrongeschwindigkeit in Abhängigkeit von **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus** abgearbeitet.

Folgende Varianten stehen dabei zur Verfügung:

- **P-0-0155 Bit 5 = 0**
  → Geschwindigkeitsanpassung erfolgt nur einmal, alle folgenden Geschwindigkeitsänderungen werden mit maximaler Beschleunigung durchgeführt
- **P-0-0155 Bit 5 = 1**
  → jede Geschwindigkeitsänderung wird durch Wert von **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung** begrenzt

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus"

Inbetriebnahme- und Parametrierhinweise

Parametrierung allgemein

Bei der allgemeinen Parametrierung sind maschinenspezifische Voreinstellungen zu treffen:

- Wichtung der Parameterdaten (translatorisch oder rotatorisch)
  - S-0-0076, S-0-0077 und S-0-0078 und S-0-0079 für Lagedaten
  - S-0-0044, S-0-0045 und S-0-0046 für Geschwindigkeitsdaten
  - S-0-0160, S-0-0161 und S-0-0162 für Beschleunigungsdaten

  Siehe "Achsmechanik und Mess-Systeme: Wichtung physikalischer Daten" in Kapitel "Motor, Achsmechanik und Mess-Systeme"
- bei translatorischer Wichtung mit rotativem Motor Parametrieren der Vorschubkonstante pro Folgeachsumdrehung (S-0-0123)
- Parametrierung des Lastgetriebes der Folgeachse (S-0-0121 und S-0-0122)

Parametrierung der Betriebsart

Ablauf der betriebsartenspezifischen Parametrierung:

1. Der Wertebereich für die Leitachse kann in Abhängigkeit vom Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** zwischen 0 und 2047 * 2^20 Inkrementen liegen. Im Sonderfall P-0-0750 = 0 geht der Leitachsbereich von –(2^31) bis (2^31)-1.
2. Im Parameter **P-0-0159, Vorschubweg Folgeachse** wird der Weg, den die Folgeachse pro Leitachsumdrehung zurücklegt, festgelegt.
3. Festlegungen für das elektronische Getriebe werden in folgenden Parametern getroffen:
   - **P-0-0083, Feinabgleich Getriebeübersetzung**
   - **P-0-0108, Polarität Leitantrieb**
   - **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen**
   - **P-0-0157, Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen**
4. Für das Aufsynchronisieren sind folgende Festlegungen zu treffen:
   - **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung**
   - Aufsynchronisations-Modus bei Geschwindigkeitssynchronisation (P-0-0155, Bit 5)

Diagnosen und Statusmeldungen

Folgende Zustands-Diagnosen werden im normalen Betrieb der Betriebsart angezeigt (Antrieb "AF"):

Zustands-Diagnosen

- **A0110 Geschwindigkeits-Synchronisation, virtuelle Leitachse**
- **A0111 Geschwindigkeits-Synchronisation, reale Leitachse**

Fehlermeldungen und Warnungen

Beim Betrieb können verschiedene Antriebsfehler auftreten, die zur Generierung von Fehlermeldungen oder Warnungen führen. Nachfolgend sind lediglich die betriebsartenspezifischen Fehlermeldungen aufgeführt:

- **E2063 Geschwindigkeitssollwert > Grenzwert S-0-0091**

Im Antrieb werden auch einige betriebsartenspezifische Statusmeldungen erzeugt, welche jeweils in eigenen Statusbits abgebildet werden (siehe auch **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** und **P-0-0152, Aufsynchronisieren beendet**).

Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse

Erweiterungspaket **Synchronisation** (Bestell-Bezeichnung **SNC**) in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Bei der Betriebsart "Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse" folgt der Antrieb einer vorgegebenen Leitachsposition absolut oder relativ winkelsynchron.

Die reale Leitachsposition wird von einem Leitachsgeber erzeugt, wogegen die virtuelle Leitachsposition vom Master vorgegeben wird.

Siehe auch "Dynamisches Aufsynchronisieren bei synchronen Lageregelungs-Betriebsarten" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Merkmale

- Ermittlung des Lagesollwertes aus der Leitachsposition über elektronisches Getriebe und Feinabgleich, einstellbare Leitachs-polarität
- Einstellbarer Leitachszyklus und Istwertzyklus, angezeigter Sollwert-zyklus
- Wählbarer Aufsynchronisier-Modus
  - Standard (trapezförmig)
  - Registerregler (PT1-Filter)
- Additive Leitachsposition
- Absolute- und Moduloverarbeitung der Leitachse
- Absolute oder relative Winkelsynchronisation
- Wählbarer Aufsynchronisier-Bereich
  - Modulobereich
  - Sollwertzyklus
  - Teilbereich Sollwertzyklus
- Additiver Lagesollwert

Das Zusammenwirken der einzelnen Grundfunktionen (Funktionsblöcke) der Betriebsart "Geschwindigkeitssynchronisation" zeigt die folgende Darstellung:

P-0-0052: Lageistwert Messgeber
P-0-0053: Leitachsposition
P-0-0775: Resultierende Leitachsposition

Abb. 7-82: Funktionsblöcke der Sollwertverarbeitung und –aufbereitung bei Betriebsart "Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse"

Varianten der Betriebsart

Zwischen folgenden Varianten/Ausprägungen der Betriebsart kann ausgewählt werden:

- Winkelsynchronisation mit realer Leitachse, Geber 1
- Winkelsynchronisation mit realer Leitachse, Geber 2
- Winkelsynchronisation mit realer Leitachse, Geber 1, schleppfrei
- Winkelsynchronisation mit realer Leitachse, Geber 2, schleppfrei
- Winkelsynchronisation mit virtueller Leitachse, Geber 1
- Winkelsynchronisation mit virtueller Leitachse, Geber 2
- Winkelsynchronisation mit virtueller Leitachse, Geber 1, schleppfrei
- Winkelsynchronisation mit virtueller Leitachse, Geber 2, schleppfrei

Anwendung "Absolute Winkelsynchronisation"

Bei Bearbeitungsprozessen, die eine absolute Winkelsynchronität fordern, wie z. B. Drucken, Stanzen oder Perforieren bei Druckmaschinen, wird in der Betriebsart "Winkelsynchronisation" der absolute Lagebezug zur Leitachse hergestellt. Hierbei synchronisiert sich der Antrieb zu einem Lagesollwert, der aus Leitachsposition und additivem Lagesollwert gebildet wird.

Anwendung "Relative Winkelsynchronisation"

Bei Bearbeitungsprozessen, die nur relative Winkelsynchronität benötigen, wie z. B. Synchronisation von Bändern oder von Transportwalzen ohne definierten Startpunkt, wird ein relativer Lagebezug zur Leitachse hergestellt. Hierbei wird beim ersten Aufsynchronisieren nur eine Anpassung an die synchrone Geschwindigkeit und keine Positionsanpassung durchgeführt.

Beteiligte Parameter

Neben den allgemeingültigen Parametern aller Synchronisations-Betriebsarten sind bei der Winkelsynchronisation weitere Parameter beteiligt:

- **S-0-0048, Lagesollwert additiv**
- **S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten**
- **S-0-0103, Modulowert**
- **S-0-0228, Synchronlauffenster Lage**
- **P-0-0034, Lagesollwert additiv Istwert**
- **P-0-0052, Lageistwert Messgeber**
- **P-0-0053, Leitachsposition**
- **P-0-0054, Leitachsposition additiv**
- **P-0-0060, Filterzeitkonstante Lagesollwert additiv**
- **P-0-0071, C3100 Istwertzyklus neu berechnen**
- **P-0-0083, Feinabgleich Getriebeübersetzung**
- **P-0-0088, Steuerwort Synchronbetriebsarten**
- **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten**
- **P-0-0108, Polarität Leitantrieb**
- **P-0-0142, Aufsynchronisier-Beschleunigung**
- **P-0-0143, Aufsynchronisier-Geschwindigkeit**
- **P-0-0151, Aufsynchronisierfenster bei Modulo-Format**
- **P-0-0154, Aufsynchronisier-Richtung**
- **P-0-0155, Aufsynchronisier-Modus**
- **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen**
- **P-0-0157, Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen**
- **P-0-0159,Vorschubweg Folgeantrieb**
- **P-0-0691, Lagesollwert additiv, Prozessregler**
- **P-0-0692, Leitachsposition additiv, Prozessregler**
- **P-0-0693, Filterzeitkonstante, Leitachsposition additiv, Prozess-regler**
- **P-0-0694, Feinabgleich Getriebeübersetzung, Prozessregler**
- **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus**
- **P-0-0751, Aufsynchronisierteilbereiche pro Sollwertzyklus Folge-achse**
- **P-0-0752, Lastumdrehungen pro Istwertzyklus Folgeachse**
- **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus**
- **P-0-0754, Sollwertzyklus**
- **P-0-0764, Leitachs-Drehzahl**
- **P-0-0775, Resultierende Leitachsposition**
- **P-0-0776, Wirksame Leitachsposition**
- **P-0-0777, Wirksame Leitachsgeschwindigkeit**
- **P-0-0778, Synchroner Lagesollwert**

- **P-0-0779, Synchrone Geschwindigkeit**
- **P-0-0786, Modulowert Istwertzyklus**

Siehe auch "Kurzbeschreibung: Beteiligte Parameter" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Beteiligte Diagnosen

Neben den allgemeingültigen Diagnosen aller Synchronisations-Betriebsarten sind bei der Winkelsynchronisation weitere Diagnosen beteiligt:

- **A0112 Winkel-Synchronisation, Geber 1, virtuelle Leitachse**
- **A0113 Winkel-Synchronisation, Geber 2, virtuelle Leitachse**
- **A0114 Winkel-Synchronisation, Geber 1, reale Leitachse**
- **A0115 Winkel-Synchronisation, Geber 2, reale Leitachse**
- **A0116 Winkel-Synch. schleppfrei, Geber 1, virt. Leitachse**
- **A0117 Winkel-Synch. schleppfrei, Geber 2, virt. Leitachse**
- **A0118 Winkel-Synch. schleppfrei, Geber 1, reale Leitachse**
- **A0119 Winkel-Synch. schleppfrei, Geber 2, reale Leitachse**
- **C0244 Moduloistwertzyklus ist grösser max. Verfahrbereich**
- **C3100 Istwertzyklus neu berechnen**
- **C3101 Moduloistwertzyklus ist groesser max. Verfahrbereich**
- **C3102 Antrieb ist noch in Reglerfreigabe**
- **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091**
- **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten**

Siehe auch "Kurzbeschreibung: Beteiligte Diagnosen" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Gesamtübersicht zur Betriebsart

Abb. 7-83: Blockschaltbild: Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse

Sollwertaufbereitung

Hinweis: Nachfolgend wird nur der betriebsartenspezifische Funktionsblock für das elektronische Bewegungsprofil im Detail beschrieben. Die ausführliche Beschreibung der übrigen Funktionsblöcke ist im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten" enthalten.

Siehe "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten" im gleichen Unterkapitel

Übersicht

Die Sollwertaufbereitung in der Betriebsart "Winkelsynchronisation" setzt sich aus folgenden Grundfunktionen zusammen:

- Leitachsauswertung und Aufbereitung (reale oder virtuelle Leitachse)
- Elektronisches Getriebe mit Feinabgleich
- Betriebsartenspezifische Sollwertverarbeitung
- Dynamisches Aufsynchronisieren

Abb. 7-84: Betriebsartenspezifische Sollwertverarbeitung und –aufbereitung bei Winkelsynchronisation

Bildung des internen Lagesollwertes

In der Betriebsart "Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse" wird der interne Lagesollwert (P-0-0434) durch Addition des synchronen Lagesollwertes (x_{sync}) und des Lagesollwertes vom Aufsynchronisierprozess ($x_{aufsync}$) gebildet.

$$P\text{-}0\text{-}0434 = x_{sync} + x_{aufsync}$$

P-0-0434: Lagesollwert Regler
x_{sync}: Synchroner Lagesollwert
$x_{aufsync}$: Differenz zur absoluten Lage

Abb. 7-85: Bildung des Lagesollwertes

Hinweis: Im aufsynchronisierten Zustand (P-0-0089; Bit 8 = 1) gilt:

P-0-0434 = x_{sync} + S-0-0048 + P-0-0691
(da $x_{aufsync}$ = S-0-0048 + P-0-0691)

Bildung des synchronen Lagesollwertes

Der synchrone Lagesollwert (x_{sync}) wird in Abhängigkeit von der gewählten Leitachs-Polarität (**P-0-0108, Polarität Leitantrieb**) und der eingestellten Wichtungsart (**S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten**) nach folgender Gleichung berechnet:

$$Xsync = (P\text{-}0\text{-}0775 * \frac{P\text{-}0\text{-}0157}{P\text{-}0\text{-}0156} * (1 + P-0-0083) * \frac{S\text{-}0\text{-}0103}{2^{20}}) \ \% \ P-0-0786$$

x_{sync}: Synchroner Lagesollwert

Abb. 7-86: Bildung des synchronen Lagesollwertes bei Modulo-Wichtung

$$Xsync = (P\text{-}0\text{-}0775 * \frac{P\text{-}0\text{-}0157}{P\text{-}0\text{-}0156} * (1 + P-0-0083) * \frac{360 \ Grad}{2^{20}}) \ \% \ P-0-0786$$

x_{sync}: Synchroner Lagesollwert

Abb. 7-87: Bildung des synchronen Lagesollwertes bei rotatorischerAbsolut-Wichtung

$$Xsync = (P\text{-}0\text{-}0775 * \frac{P\text{-}0\text{-}0157}{P\text{-}0\text{-}0156} * (1 + P-0-0083) * \frac{P\text{-}0\text{-}0159}{2^{20}}) \ \% \ P\text{-}0\text{-}0786$$

x_{sync}: Synchroner Lagesollwert

Abb. 7-88: Bildung des synchronen Lagesollwertes bei translatorischer Absolut-Wichtung

Hinweis: Eine Leitachsumdrehung ist fest normiert auf 2^20 Inkremente. Das bedeutet, dass das LSB der Leitachsposition 2^-20 Leitachsumdrehungen entspricht.

Inbetriebnahme- und Parametrierhinweise

Parametrierung allgemein

Bei der allgemeinen Parametrierung sind maschinenspezifische Voreinstellungen zu treffen:

- Wichtung der Parameterdaten (translatorisch oder rotatorisch)
  - S-0-0076, S-0-0077, S-0-0078 und S-0-0079 für Lagedaten
  - S-0-0044, S-0-0045 und S-0-0046 für Geschwindigkeitsdaten
  - S-0-0160, S-0-0161 und S-0-0162 für Beschleunigungsdaten

  Siehe "Achsmechanik und Mess-Systeme: Wichtung physikalischer Daten" in Kapitel "Motor, Achsmechanik und Mess-Systeme"
- bei translatorischer Wichtung mit rotativem Motor Parametrieren der Vorschubkonstante pro Folgeachsumdrehung (S-0-0123)
- Parametrierung des Lastgetriebes der Folgeachse (S-0-0121 und S-0-0122)
- Festlegen der Aufsynchronisiergeschwindigkeit (P-0-0143) und der Aufsynchronisierbeschleunigung (P-0-0142)

Parametrierung "Modulo"

Bei Parametrierung "Modulo" sind folgende Einstellungen vorzunehmen:

Modulobereich

1. Der Modulobereich ist im Parameter **S-0-0103, Modulowert** auf den Wert zu setzen, bei dem bei endlos drehender Achse der Überlauf der Lagedaten (von Modulowert auf "0") stattfinden soll.

Maximaler Verfahrbereich

2. Der maximale Verfahrbereich (S-0-0278) ist mindestens so groß wie der Istwertzyklus zu wählen.
   Der Istwertzyklus ist größer oder gleich dem Modulobereich (S-0-0103) zu setzen.

Leitachspositionsbereich/ Leitachszyklus

3. Der Wertebereich für die Leitachse kann in Abhängigkeit vom Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** zwischen 0 und 2047 * 2^20 Inkrementen liegen. Im Sonderfall P-0-0750 = 0 geht der Leitachsbereich von –(2^31) bis (2^31)-1. Dieser Fall wird unter anderem bei der Applikation fliegende Säge angewandt. Der Istwertzyklus, in dem **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus** liegt, ist dann so zu wählen, dass die durch den festgelegten Leitachszyklus entstehenden synchronen Lagedaten dargestellt werden können.

Leitachse "Modulo"

4. Als Leitachse "Modulo" bezeichnet man eine Leitachse, deren Leitachspositionen innerhalb des durch den Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** festgelegten Leitachszyklus liegen. Die Leitachspositionen dürfen dabei überlaufen oder unterlaufen (endlos drehende Leitachse).

Vorschubweg Folgeantrieb

5. Im Parameter **P-0-0159, Vorschubweg Folgeachse** wird der Weg, den die Folgeachse pro Leitachsumdrehung zurücklegt, festgelegt.

Elektronisches Getriebe

6. Festlegungen für das elektronische Getriebe werden in folgenden Parametern getroffen:
   - **P-0-0083, Feinabgleich Getriebeübersetzung**
   - **P-0-0694, Feinabgleich Getriebeübersetzung, Prozessregler**
   - **P-0-0108, Polarität Leitantrieb**
   - **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen**
   - **P-0-0157, Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen**

Aufsynchronisieren "Modulo"

7. Für das Aufsynchronisieren sind folgende Festlegungen zu treffen:
   - Aufsynchronisier-Modus für Reaktion auf Änderungen im Parameter S-0-0048 nach erstem Aufsynchronisieren (P-0-0155, Bit 0)
   - Relative oder absolute Synchronisation (P-0-0155, Bit 1)
   - Aufsynchronisierbereich (P-0-0155, Bit 2 und 3)
   - Bildung Istwertzyklus (P-0-0155, Bit 4)

Hinweis: Der Istwertzyklus muss ein ganzzahliges Vielfaches des Aufsynchronisierbereichs sein.

Parametrierung "Absolut"

Maximaler Verfahrbereich

1. Bei absoluter Wichtung ist im Parameter S-0-0278 der maximale Verfahrbereich mindestens so groß zu wählen wie der Bereich, in dem die synchronen Lagedaten liegen sollen.

Leitachspositionsbereich/ Leitachszyklus

2. Der Wertebereich für die Leitachse kann in Abhängigkeit vom Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** zwischen 0 und $2047 * 2^{20}$ Inkrementen liegen. Im Sonderfall P-0-0750 = 0 geht der Leitachsbereich von –(2^31) bis (2^31)-1. Dieser Fall wird unter anderen bei der Applikation fliegende Säge angewandt. Der Istwertzyklus, in dem **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus** liegt, ist dann so zu wählen, dass die durch den festgelegten Leitachszyklus entstehenden synchronen Lagedaten dargestellt werden können.

Leitachse "Absolut"

3. Als Leitachse "Absolut" bezeichnet man eine Leitachse, deren Leitachspositionen innerhalb des durch den Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** festgelegten Leitachszyklus liegen. Die Leitachspositionen dürfen dabei nicht überlaufen oder unterlaufen. Läuft die Leitachse dennoch über, führt dies zu einen ungewollten Lagesprung.

Hinweis: Bei falscher Parametrierung kann es zu ungewollten Lagesprüngen kommen. Es wird empfohlen, die Lagegrenzwertüberwachung zu aktivieren!

Siehe "Begrenzungen: Lagebegrenzung/Fahrbereichs-Grenzschalter" im Kapitel "Antriebsregelung"

Vorschubweg Folgeantrieb

4. Im Parameter **P-0-0159, Vorschubweg Folgeantrieb** wird der Weg, den die Folgeachse pro Leitachsumdrehung zurücklegt, festgelegt.

Elektronisches Getriebe

5. Festlegungen für das elektronische Getriebe werden in folgenden Parametern getroffen:
   - **P-0-0083, Feinabgleich Getriebeübersetzung**
   - **P-0-0694, Feinabgleich Getriebeübersetzung, Prozessregler**
   - **P-0-0108, Polarität Leitantrieb**
   - **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen**
   - **P-0-0157, Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen**

Aufsynchronisieren "Absolut"

6. Für das Aufsynchronisieren sind folgende Festlegungen zu treffen:
   - Aufsynchronisier-Modus für Reaktion auf Änderungen im Parameter S-0-0048 nach erstem Aufsynchronisieren (P-0-0155, Bit 0)
   - Relative oder absolute Synchronisation (P-0-0155, Bit 1)

Nachfolgende Grafik zeigt zusammenfassend die grundsätzlichen Ablaufschritte bei der Inbetriebnahme:

Abb. 7-89: Übersicht der Inbetriebnahmeschritte für Winkelsynchronisation

Diagnosen und Statusmeldungen

Nachfolgende Zustandsdiagnosen werden im normalen Betrieb der Betriebsart (Antrieb "AF") angezeigt.

Zustands-Diagnosen

- **A0112 Winkel-Synchronisation, Geber 1, virtuelle Leitachse**
- **A0113 Winkel-Synchronisation, Geber 2, virtuelle Leitachse**
- **A0114 Winkel-Synchronisation, Geber 1, reale Leitachse**
- **A0115 Winkel-Synchronisation, Geber 2, reale Leitachse**
- **A0116 Winkel-Synch. schleppfrei, Geber 1, virt. Leitachse**
- **A0117 Winkel-Synch. schleppfrei, Geber 2, virt. Leitachse**
- **A0118 Winkel-Synch. schleppfrei, Geber 1, reale Leitachse**
- **A0119 Winkel-Synch. schleppfrei, Geber 2, reale Leitachse**

Kommando-Diagnosen

- **C0244 Moduloistwertzyklus ist groesser max. Verfahrbereich**
  Diese Fehlermeldung wird bei Umschaltung von Kommunikationsphase 3 nach 4 generiert, wenn der berechnete Modulowert für den Istwertzyklus größer als der max. Verfahrbereich (S-0-0278) ist.
- **C3100 Istwertzyklus neu berechnen**
  Das Kommando bewirkt eine Neuberechnung des Modulowertes für den Istwertzyklus.
- **C3101 Moduloistwertzyklus ist groesser max. Verfahrbereich**
  Diese Fehlermeldung wird bei Auslösung des Kommandos **P-0-0071, C3100 Istwertzyklus neu berechnen** generiert, wenn der berechnete Modulowert für den Istwertzyklus größer als der max. Verfahrbereich (S-0-0278) ist.
- **C3102 Antrieb ist noch in Reglerfreigabe**
  Wird das Kommando **P-0-0071, C3100 Istwertzyklus neu berechnen** unter Reglerfreigabe gestartet, so erscheint dieser Kommandofehler.

Fehlermeldungen und Warnungen

Beim Betrieb können verschiedene Antriebsfehler auftreten, die zur Generierung von Fehlermeldungen oder Warnungen führen. Nachfolgend sind lediglich die betriebsartenspezifischen Fehlermeldungen aufgeführt:

- **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten**
  Die Beschleunigungsvorgabe zweier aufeinanderfolgender Sollwerte war größer als der in **S-0-0138, Beschleunigung bipolar** parametrierte Wert.
- **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz**
  Die Geschwindigkeit, die dem Antrieb durch zwei aufeinanderfolgende Sollwerte vorgegeben wird, ist größer als der Wert in **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**.

Im Antrieb werden auch einige betriebsartenspezifische Statusmeldungen erzeugt, welche jeweils in eigenen Statusbits abgebildet werden (siehe auch **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** und **P-0-0152, Aufsynchronisieren beendet**).

Lagestatus des Lageistwertes im Istwertzyklus

Bit 4 im Parameter **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** zeigt den Lagestatus des Lageistwerts im Istwertzyklus (P-0-0753) an.

P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten:

- Bit 4 = 0 → nicht referenziert
- Bit 4 = 1 → referenziert (absolutes Aufsynchronisieren kann erfolgen)

Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse

Erweiterungspaket **Synchronisation** (Bestell-Bezeichnung **SNC**) in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Bei der Betriebsart "Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse" besteht eine feste Beziehung zwischen Leitachsposition und Folgeachse.

Die reale Leitachsposition wird von einem Leitachsgeber erzeugt, wogegen die virtuelle Leitachsposition vom Master vorgegeben wird.

Siehe auch "Dynamisches Aufsynchronisieren bei synchronen Lageregelungs-Betriebsarten" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Merkmale

- 4 verschiedene Kurvenscheibentabellen mit je 8, 16, 32, 64, 128, 512, oder 1024 Stützpunkten (P-0-0072, P-0-0092, P-0-0780, P-0-0781)
- Lineare Interpolation oder kubische Spline-Interpolation der Kurvenscheiben-Stützpunkte einstellbar
- Dynamische Winkelverschiebung und Winkelverschiebung Tabellenanfang
- Frei definierbarer Umschaltwinkel für Kurvenscheibe und Kurvenscheiben-Hub
- Additive Leitachsposition und additiver Lagesollwert
- Absolute oder relative Winkelsynchronisation
- Wählbarer Aufsynchronisier-Modus:
  - Standard (trapezförmig)
  - Registerregler (PT1-Filter)
- Wählbarer Aufsynchronisier-Bereich:
  - Modulobereich
  - Sollwertzyklus
  - Teilbereich Sollwertzyklus
- Formatumschaltung "on the fly"
- Querschneiderfunktion
- Getaktete Zugwalze
- Einstellbare Leitachspolarität

Das Zusammenwirken der einzelnen Grundfunktionen (Funktionsblöcke) der Betriebsart "Geschwindigkeitssynchronisation" zeigt die folgende Darstellung:

P-0-0052: Lageistwert Messgeber
P-0-0053: Leitachsposition
P-0-0775: Resultierende Leitachsposition

Abb. 7-90: Funktionsblöcke der Sollwertverarbeitung und –aufbereitung bei Kurvenscheibenbetrieb mit realer/virtueller Leitachse

Varianten der Betriebsart

Zwischen folgenden Varianten/Ausprägungen der Betriebsart kann ausgewählt werden:

- Kurvenscheibe mit realer Leitachse, Geber 1
- Kurvenscheibe mit realer Leitachse, Geber 2
- Kurvenscheibe mit realer Leitachse, Geber 1, schleppfrei
- Kurvenscheibe mit realer Leitachse, Geber 2, schleppfrei
- Kurvenscheibe mit virtueller Leitachse, Geber 1
- Kurvenscheibe mit virtueller Leitachse, Geber 2
- Kurvenscheibe mit virtueller Leitachse, Geber 1, schleppfrei
- Kurvenscheibe mit virtueller Leitachse, Geber 2, schleppfrei

Beteiligte Parameter

Neben den allgemeingültigen Parametern aller Synchronisations-Betriebsarten sind bei dieser Betriebsart weitere Parameter beteiligt:

- **S-0-0048, Lagesollwert additiv**
- **S-0-0228, Synchronlauffenster Lage**
- **P-0-0034, Lagesollwert additiv Istwert**
- **P-0-0052, Lageistwert Messgeber**
- **P-0-0053, Leitachsposition**
- **P-0-0054, Leitachsposition additiv**
- **P-0-0060, Filterzeitkonstante Lagesollwert additiv**
- **P-0-0061, Winkelverschiebung Tabellenanfang**
- **P-0-0072, Kurvenscheibe Tabelle 1**
- **P-0-0073, Kurvenscheibe Hub 2**
- **P-0-0083, Feinabgleich Getriebeübersetzung**
- **P-0-0085, Dynamische Winkelverschiebung**
- **P-0-0088, Steuerwort Synchronbetriebsarten**
- **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten**
- **P-0-0092, Kurvenscheibe Tabelle 2**
- **P-0-0093, Kurvenscheibe Hub**
- **P-0-0094, Umschaltwinkel Kurvenscheibe**
- **P-0-0108, Polarität Leitantrieb**
- **P-0-0144, Umschaltwinkel Kurvenscheibe Hub**
- **P-0-0151, Aufsynchronisierfenster bei Modulo-Format**
- **P-0-0152, Aufsynchronisieren beendet**
- **P-0-0154, Aufsynchronisier-Richtung**
- **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen**
- **P-0-0157, Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen**
- **P-0-0158, Änderungsgeschwindigkeit Winkelverschiebung**
- **P-0-0159, Vorschubweg Folgeantrieb**
- **P-0-0227, Kurvenscheibentabelle, Zugriffswinkel**
- **P-0-0691, Lagesollwert additiv, Prozessregler**
- **P-0-0692, Leitachsposition additiv, Prozessregler**
- **P-0-0693, Filterzeitkonstante, Leitachsposition additiv, Prozess-regler**
- **P-0-0694, Feinabgleich Getriebeübersetzung, Prozessregler**
- **P-0-0695, Winkelverschiebung Tabellenanfang, Prozessregler**
- **P-0-0696, Filterzeitkonstante, Winkelverschiebung Tabelle, Prozessreg.**
- **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus**
- **P-0-0751, Aufsynchronisierteilbereiche pro Sollwertzyklus Folge-achse**
- **P-0-0752, Lastumdrehungen pro Istwertzyklus Folgeachse**
- **P-0-0754, Sollwertzyklus**
- **P-0-0755, Untersetzung**
- **P-0-0764, Leitachs-Drehzahl**
- **P-0-0775, Resultierende Leitachsposition**
- **P-0-0776, Wirksame Leitachsposition**

- **P-0-0777, Wirksame Leitachsgeschwindigkeit**
- **P-0-0778, Synchroner Lagesollwert**
- **P-0-0779, Synchrone Geschwindigkeit**
- **P-0-0780, Kurvenscheibe Tabelle 3**
- **P-0-0781, Kurvenscheibe Tabelle 4**
- **P-0-0786, Modulowert Istwertzyklus**

Siehe auch "Kurzbeschreibung: Beteiligte Parameter" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Beteiligte Diagnosen

Neben den allgemeingültigen Diagnosen aller Synchronisations-Betriebsarten sind bei dieser Betriebsart weitere Diagnosen beteiligt:

- **A0128 Kurvenscheibe, Geber 1, virtuelle Leitachse**
- **A0129 Kurvenscheibe, Geber 2, virtuelle Leitachse**
- **A0130 Kurvenscheibe, Geber 1, reale Leitachse**
- **A0131 Kurvenscheibe, Geber 2, reale Leitachse**
- **A0132 Kurvenscheibe schleppfrei, Geber 1, virt. Leitachse**
- **A0133 Kurvenscheibe schleppfrei, Geber 2, virt. Leitachse**
- **A0134 Kurvenscheibe schleppfrei, Geber 1, reale Leitachse**
- **A0135 Kurvenscheibe schleppfrei, Geber 2, reale Leitachse**
- **C0244 Moduloistwertzyklus ist groesser max. Verfahrbereich**
- **C3100 Istwertzyklus neu berechnen**
- **C3101 Moduloistwertzyklus ist groesser max. Verfahrbereich**
- **C3102 Antrieb ist noch in Reglerfreigabe**
- **E2047 Interpolationsgeschwindigkeit = 0**
- **E2048 Interpolationsbeschleunigung = 0**
- **E2049 Positionier-Geschwindigkeit >= S-0-0091**
- **F2005 Kurvenscheibe ungültig**
- **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz**
- **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten**

Siehe auch "Kurzbeschreibung: Beteiligte Diagnosen" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Gesamtübersicht zur Betriebsart

Abb. 7-91: Blockschaltbild: Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse

Rexroth Bosch Group

Sollwertaufbereitung

Hinweis: Nachfolgend wird nur der betriebsartenspezifische Funktionsblock für das elektronische Bewegungsprofil im Detail beschrieben. Die ausführliche Beschreibung der übrigen Funktionsblöcke ist im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten" enthalten.

Siehe "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten" im gleichen Unterkapitel

Übersicht Die Sollwertaufbereitung in der Betriebsart "Elektronische Kurvenscheibe" setzt sich aus folgenden Grundfunktionen zusammen:

- Leitachsauswertung und Aufbereitung (reale oder virtuelle Leitachse)
- Elektronisches Getriebe mit Feinabgleich
- Betriebsartenspezifische Sollwertverarbeitung
  - Kurvenscheibentabellen (inkl. Zugriff)
  - Anpassung des Lageformates
- Dynamisches Aufsynchronisieren

Abb. 7-92: Betriebsartenspezifische Sollwertverarbeitung und –aufbereitung bei Kurvenscheibenbetrieb

Bildung des internen Lagesollwertes

In der Betriebsart "Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse" wird der interne Lagesollwert (P-0-0434) durch Addition des synchronen Lagesollwertes (x_{sync}) und des Lagesollwertes vom Aufsynchronisierprozess ($x_{aufsync}$) gebildet.

$$P\text{-}0\text{-}0434 = x_{sync} + x_{aufsync}$$

P-0-0434: Lagesollwert Regler
x_{sync}: Synchroner Lagesollwert
$x_{aufsync}$: Differenz zur absoluten Lage

Abb. 7-93: Bildung des Lagesollwertes

Hinweis: Im aufsynchronisierten Zustand (P-0-0089; Bit 8 = 1) gilt:
P-0-0434 = x_{sync} + S-0-0048 + P-0-0691
(da $x_{aufsync}$ = S-0-0048 + P-0-0691)

Im Funktionsblock "Betriebsartenspezifische Sollwert-Verarbeitung" werden die für den Kurvenscheibenbetrieb spezifischen Berechnungen zur Bildung des synchronen Lagesollwertes durchgeführt.

In Abhängigkeit von **P-0-0061, Winkelverschiebung Tabellenanfang** und **P-0-0695, Winkelverschiebung Tabellenanfang, Prozessregler** wird aus den Kurvenscheibentabellen in jedem Regelungszyklus ein interpolierter Tabellenwert entnommen und die Differenz zum letzten interpolierten Tabellenwert mit dem Hub multipliziert. Das Ergebnis wird auf den Lagesollwert aufaddiert.

Ist **P-0-0755, Untersetzung** ungleich Null wird zusätzlich die Leitachsposition am Ausgang des elektronischen Getriebes durch die Untersetzung dividiert und mit einem wichtungsabhängigen Faktor multipliziert. Das Ergebnis wird differenziert auf den Lagesollwert aufaddiert.

Hinweis: Bei Überschreiten der Tabellengrenze in positiver Richtung wird der Anfangspunkt der Tabelle an das Ende angehängt, entsprechend wird beim Überschreiten in negativer Richtung verfahren.

Berechnung des internen Lagesollwertes (Initialisierung)

Beim Aktivieren der Betriebsart "Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse" wird der Lagesollwert des Antriebs zunächst entsprechend folgender Beziehung initialisiert:

$$X_{F(\varphi L)} = \left(h * tab\left(\pm\varphi_L * \frac{G_a}{G_e} * (1 + F) - \varphi_V\right) \pm \varphi_L * \left(\frac{G_a}{G_e} * (1 + F) - \varphi_V\right) / U + X_V \right) \%\, IWZ$$

X_F: Lagesollwert des Folgeantriebs (P-0-0434)
+/-: Leitachspolarität (P-0-0108)
φ_L: Resultierende Leitachsposition (P-0-0775)
φ_V: Winkelverschiebung Tabellenanfang (P-0-0061 + P-0-0695)
h: Kurvenscheibenhub (P-0-0093 bzw. P-0-0073)
tab(φ): Kurvenscheibentabellen (P-0072, P-0-0092, P-0-0780, P-0-0781)
X_v: Lagesollwert additiv (S-0-0048 + P-0-0691)
G_a: Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen (P-0-0157)
G_e: Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen (P-0-0156)
F: Feinabgleich (P-0-0083)
U: Untersetzung (P-0-0755)
IWZ: Modulo-Istwertzyklus (P-0-0786)

Abb. 7-94: Initialisierung des Lagesollwertes

Hinweis: Bei aktiver Betriebsart werden im elektronischen Getriebe und bei den Kurvenscheibentabellen Differenzen verarbeitet, die später wieder aufaddiert werden. Dadurch führen Änderungen des elektronischen Getriebes und des Hubs nicht zu Lagesollwertsprüngen. Es können jedoch Geschwindigkeitssprünge auftreten und der absolute Lagebezug, der bei der Aktivierung der Betriebsart hergestellt wurde, geht verloren.

Zugriff auf die Kurvenscheibentabelle

Aus der aktivierten Kurvenscheibentabelle wird in jedem Lagereglerzyklus (Advanced: T = 250 µs, Basic: T = 500 µs) ein interpolierter Tabellenwert entnommen, die Differenz zum letzten interpolierten Tabellenwert gebildet und eine Multiplikation mit dem Hub durchgeführt. Das Ergebnis wird auf den Lagesollwert aufaddiert.

Im Parameter **P-0-0088, Steuerwort Synchronisationbetriebsarten** kann in den Bits 8 bis 11 für jede Kurvenscheibentabelle getrennt eingestellt werden, ob zwischen den Tabellenwerten eine lineare Feininterpolation oder ein kubische Spline-Interpolation stattfinden soll.

Hinweis: Bei einer unendlichen Kurvenscheibe ist die Differenz zwischen Anfangswert und Endwert der Kurvenscheibentabelle 100%.

Hinweis: Für eine dauerhaft fehlerfreie Verarbeitung der Lagedaten bei unendlich drehenden Achsen muss für die Vorwärtsbewegung der Anteil über den Untersetzungspfad benutzt werden (P-0-0755 ≠ 0). Es kann eine endliche Kurvenscheibentabelle überlagert werden. Bei Nutzung einer unendlichen Kurvenscheibentabelle (Differenz zwischen erstem und letztem Tabellenwert > 50%) kann bei jedem Tabellendurchlauf ein geringer Fehler auftreten. Ausnahme: Der Kurvenscheibenhub entspricht dem Modulowert (S-0-0103).

Berechnung des internen Lagesollwertes (im zyklischen Betrieb)

Der Lagesollwert wird entsprechend folgender Beziehung erzeugt:

$$X_{F(n)(\varphi L)} = X_{F(n-1)(\varphi L)} + (h * \Delta tab(\pm\varphi_L * \frac{G_a}{G_e} - \varphi_V + \varphi_d) \pm \Delta\varphi_L * (\frac{G_a}{G_e} * (1 + F) - \varphi_V)/U + X_v) \ \%IWZ$$

X_F:	Lagesollwert des Folgeantriebs (P-0-0434)
+/-:	Leitachspolarität (P-0-0108)
φ_d:	Dynamische Winkelverschiebung (P-0-0085)
φ_L:	Resultierende Leitachsposition (P-0-0775)
φ_V:	Winkelverschiebung Tabellenanfang (P-0-0061+ P-0-0695)
h:	Kurvenscheibenhub (P-0-0093 bzw. P-0-0073)
tab(φ) :	Kurvenscheibentabellen (P-0072, P-0-0092, P-0-0780, P-0-0781)
X_v:	Lagesollwert additiv (S-0-0048 + P-0-0691)
G_a:	Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen (P-0-0157)
G_e:	Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen (P-0-0156)
F:	Feinabgleich (P-0-0083)
U:	Untersetzung (P-0-0755)
IWZ:	Modulo-Istwertzyklus (P-0-0786)

Abb. 7-95: Zyklische Bildung des Lagesollwertes für den Folgeantrieb

Inbetriebnahme- und Parametrierhinweise

Parametrierung allgemein

Bei der allgemeinen Parametrierung sind maschinenspezifische Voreinstellungen zu treffen:

Wichtung der Daten

Wichtung der Parameterdaten (translatorisch oder rotatorisch):

- S-0-0076, S-0-0077, S-0-0078 und S-0-0079 für Lagedaten
- S-0-0044, S-0-0045 und S-0-0046 für Geschwindigkeitsdaten
- S-0-0160, S-0-0161 und S-0-0162 für Beschleunigungsdaten

Siehe "Achsmechanik und Mess-Systeme: Wichtung physikalischer Daten" in Kapitel "Motor, Achsmechanik und Mess-Systeme"

Vorschubkonstante und Lastgetriebe

Bei translatorischer Wichtung mit rotativem Motor ist die Vorschubkonstante pro Folgeachsumdrehung (S-0-0123) zu parametrieren.

Falls vorhanden, ist auch das Lastgetriebe der Folgeachse in den Parametern S-0-0121 und S-0-0122 entsprechend einzustellen.

Parametrierung des Aufsynchronisiervorganges

Die Aufsynchronisier-Geschwindigkeit (P-0-0143) und Aufsynchronisier-Beschleunigung (P-0-0142) ist festzulegen.

Auswahl und Quittierung der aktiven Kurvenscheibe

Auswahl und Quittierung der aktiven Kurvenscheibentabelle:

- Die Auswahl der aktiven Kurvenscheibentabelle (P-0-0072, P-0-0092, P-0-0780 oder P-0-0781) wird mit den Parametern **P-0-0088, Steuerwort Synchronbetriebsarten** und **P-0-0094, Umschaltwinkel Kurvenscheibe** durchgeführt.
- Die aktive Kurvenscheibe kann dem Parameter **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** entnommen werden. Eine Umschaltung der Kurvenscheibe wird durch Änderung des Steuerwortes eingeleitet. Sie wird vom Antrieb durchgeführt und im Statuswort quittiert, wenn die Leitachsposition den im Parameter **P-0-0094, Umschaltwinkel Kurvenscheibe** eingestellte Winkel überschreitet.

Parametrierung Hub

Parametrierung des Hubs:

- Der Parameter **P-0-0144, Umschaltwinkel Kurvenscheibe Hub** legt fest, bei welchem Tabellenzugriffswinkel und damit Tabellenelement ein geänderter Wert für den **P-0-0093, Kurvenscheiben Hub** wirksam wird. Sind die Tabellenwerte im Umschaltbereich = 0, bleibt ein absoluter Lagebezug bei einer Änderung erhalten.
- In Parameter **P-0-0088, Steuerwort Synchronbetriebsarten** ist mit Bit 3 und 4 wählbar, ob neue Werte für Kurvenscheibe Hub (P-0-0093) und für das elektronische Getriebe (P-0-0156/P-0-0157) sofort wirksam werden oder erst bei Überfahren des Hubumschaltwinkels bzw. bei Kurvenscheibentabellen-Umschaltung.

  Im Bit 6 wird festgelegt, welcher Bezug für die verzögerte Übernahme von Änderungen gelten soll (Hubumschaltwinkel oder Kurvenscheibentabellen-Umschaltung).

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0088, Steuerwort Synchronbetriebsarten"

Parametrierung Winkelverschiebung

Um große Lagesprünge bei Änderung des Tabellenzugriffswinkels zu vermeiden, wird ein neuer Wert für den Parameter **P-0-0061, Winkelverschiebung Tabellenanfang** nicht sofort wirksam. Ausgehend vom aktuellen Wert wird eine rampenförmige Annäherung an den neuen Wert durchgeführt. Die Annäherung erfolgt auf dem kürzesten Weg. Die

Steigung der Rampe wird mit dem Parameter **P-0-0158, Änderungsgeschwindigkeit Winkelverschiebung** festgelegt.

Die Annäherung an einen neuen Wert erfolgt immer auf kürzestem Weg.

Prozessregler können zusätzlich den Parameter **P-0-0695 Winkelverschiebung Tabellenanfang, Prozessregler** beschreiben. Um den in diesem Parameter festgelegten Winkel wird die Leitachsposition nach dem elektronischen Getriebe über ein Filter 1.Ordnung verringert. Die Filterzeitkonstante wird im Parameter **P-0-0696, Filterzeitkonstante, Winkelverschiebung Tabellenanfang, Prozessreg.** festgelegt.

Hinweis: Bei **P-0-0158, Änderungsgeschwindigkeit Winkelverschiebung** gleich Null wird die Winkelverschiebung in einem Schritt durchgeführt (sofort wirksam).

Dynamische Winkelverschiebung

Der Parameter **P-0-0085, Dynamische Winkelverschiebung** kann zur Kompensation eines Schleppfehlers im schleppfehlerbehafteten Betrieb verwendet werden, wenn die Mechanik einen schleppfehlerfreien Betrieb nicht zulässt.

Bei dynamischer Winkelverschiebung wird der Tabellenzugriffswinkel geschwindigkeitsabhängig vorverschoben, so dass sich die interne Leitachsposition nach folgender Formel berechnen lässt:

$$\varphi_{\substack{wirksame_\text{int}erne \\ Leitachsposition}} = \varphi_{\substack{\text{int}erne \\ Leitachsposition}} + \frac{V_{\substack{\text{int}erne \\ Leitachsgeschw.}}}{Kv - Faktor} * Dyn.Winkelverschiebung$$

intern: nach dem elektronischem Getriebe (P-0-0156/P-0-0157) und dem Feinabgleich (P-0-0083)

Abb. 7-96: Bildung der dynamischen Winkelverschiebung

Hinweis: Die verwendete Leitachsgeschwindigkeit wird im Zeitraster T_A = Kommunikationszykluszeit gebildet, so dass sich bei $T_A = N * T_{Lage}$ eine gleitende Mittelung ergibt.

Getaktete Zugwalze

Für den Spezialfall "Getaktete Zugwalze" besteht die Möglichkeit, mit Bit 5 = 1 des Parameters **P-0-0088, Steuerwort Synchronbetriebsarten** in Abhängigkeit von der Steigung der Kurvenscheibe zwischen **P-0-0093, Kurvenscheiben Hub** und **P-0-0073, Kurvenscheiben Hub 2** hin und her zu wechseln.

Bei positiver Steigung ist **P-0-0093, Kurvenscheiben Hub** aktiv, bei negativer Steigung ist **P-0-0073, Kurvenscheiben Hub 2** aktiv.

Querschneiderfunktion

Mit Hilfe des Sollwertpfades über **P-0-0755, Untersetzung** kann eine Querschneiderachse betrieben werden. Ein Querschneider (rotierendes Messer) wird eingesetzt, um von einem mit konstanter Geschwindigkeit transportierten Material ein definiertes Stück (Format) abzuschneiden. Das Format wird durch das elektronische Getriebe eingestellt. Bei einem elektronischen Getriebe 1:1 entspricht ein Format dem Umfang des Schneidzylinders (bei Messeranzahl = 1). Kleinere Formate werden durch ein elektronisches Getriebe [(Ausgang/Eingang) > 1] realisiert. Die Folgeachse (Schneidzylinder) dreht dann schneller als die Leitachse. In diesem Fall muss der Schneidzylinder im Schnittbereich auf die Transportgeschwindigkeit des Materials abgebremst werden. Nach dem Schnittbereich wird wieder beschleunigt. Dies wird dadurch erreicht, dass der konstanten Drehzahl der Achse, die durch den linearen Anteil der Untersetzung bewirkt wird, eine annähernd sinusförmige Kurvenscheibe überlagert wird. Bei konstanter Kurvenscheibentabelle kann dann durch

den Hub festgelegt werden, ob die Achse im Schnittbereich abbremst (Hub > 0) oder beschleunigt (Hub < 0).

- In den Parameter **P-0-0755, Untersetzung** wird die Anzahl der Messer eingegeben, die am Umfang des Schneidzylinders verteilt sind. Pro Durchlauf der Kurvenscheibentabelle bewegt sich der Schneidzylinder am Umfang um den Abstand zweier Messer.
- Zur Formatänderung "on the fly" ist es notwendig, dass elektronisches Getriebe und Hub im Schnittbereich gleichzeitig geändert werden. Diese Funktion wird durch Setzen des Bits 4 im **P-0-0088, Steuerwort Synchronbetriebsarten** eingeschaltet. Eine Änderung des elektronischen Getriebes ist erst dann wirksam, wenn nach Änderung des Hubs der neue Wert beim Passieren des Winkels von **P-0-0144, Umschaltwinkel Kurvenscheibe Hub** übernommen wird.

Parametrierung "Modulo"

Bei Parametrierung "Modulo" sind folgende Einstellungen vorzunehmen:

Modulobereich

1. Der Modulobereich ist im Parameter **S-0-0103, Modulowert** auf den Wert zu setzen, bei dem bei endlos drehender Achse der Überlauf der Lagedaten (von Modulowert auf "0") stattfinden soll.

Maximaler Verfahrbereich

2. Der maximale Verfahrbereich (S-0-0278) ist mindestens so groß wie der Istwertzyklus zu wählen
   Der Istwertzyklus ist größer oder gleich dem Modulobereich (S-0-0103) zu setzen.

Leitachspositionsbereich/ Leitachszyklus

3. Der Wertebereich für die Leitachse kann in Abhängigkeit vom Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** zwischen 0 und 2047 * 2^20 Inkrementen liegen. Im Sonderfall P-0-0750 = 0 geht der Leitachsbereich von –(2^31) bis (2^31)-1.

Leitachse "Modulo"

4. Als Leitachse "Modulo" bezeichnet man eine Leitachse, deren Leitachspositionen innerhalb des durch den Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** festgelegten Leitachs-zyklus liegen. Die Leitachspositionen dürfen dabei überlaufen oder unterlaufen (endlos drehende Leitachse).

Elektronisches Getriebe

5. Festlegungen für das elektronische Getriebe werden in folgenden Parametern getroffen:
   - **P-0-0083, Feinabgleich Getriebeübersetzung**
   - **P-0-0694, Feinabgleich Getriebeübersetzung, Prozessregler**
   - **P-0-0108, Polarität Leitantrieb**
   - **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen**
   - **P-0-0157, Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen**

Aufsynchronisieren "Modulo"

6. Für das Aufsynchronisieren sind folgende Festlegungen zu treffen:
   - Aufsynchronisier-Modus für Reaktion auf Änderungen im Parameter S-0-0048 nach erstem Aufsynchonisieren (P-0-0155, Bit 0)
   - Relative oder absolute Synchronisation (P-0-0155, Bit 1)
   - Aufsynchronisierbereich (P-0-0155, Bit 2 und 3)
   - Bildung Istwertzyklus (P-0-0155, Bit 4)

Hinweis: Der Istwertzyklus muss ein ganzzahliges Vielfaches des Aufsynchronisierbereichs sein.

Parametrierung "Absolut"

Maximaler Verfahrbereich

1. Bei absoluter Wichtung ist im Parameter S-0-0278 der maximale Verfahrbereich mindestens so groß zu wählen wie der Bereich, in dem die synchronen Lagedaten liegen sollen.

Leitachspositionsbereich/ Leitachszyklus

2. Der Wertebereich für die Leitachse kann in Abhängigkeit vom Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** zwischen 0 und 2047 * 2^20 Inkrementen liegen. Im Sonderfall P-0-0750 = 0 geht der Leitachsbereich von –(2^31) bis (2^31)-1.

Leitachse "Absolut"

3. Als Leitachse "Absolut" bezeichnet man eine Leitachse, deren Leitachspositionen innerhalb des durch den Parameter **P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus** festgelegten Leitachszyklus liegen. Die Leitachspositionen laufen dabei nicht über bzw. unter.
   In der Praxis wird diese Möglichkeit nicht umgesetzt. Theoretisch könnte die absolute Leitachse bei unendlichen Kurvenscheiben (z.B. lineare Kurvenscheibe) und/oder wenn eine Untersetzung (P-0-0755) ungleich Null gewählt wird, zum Einsatz kommen.

Hinweis: Parametriert man eine Untersetzung (P-0-0755 ≠ 0), darf bei absoluter Lagewichtung auf keinen Fall ein Moduloüberlauf der Leitachse stattfinden! Dies wurde sonst zu ungewollten Lagesprüngen führen.

Leitachse "Modulo"

Als Leitachse "Modulo" bezeichnet man eine Leitachse deren Leitachspositionen innerhalb des durch den Parameter P-0-0750, Leitachsumdrehungen pro Leitachszyklus festgelegten Leitachszyklusses liegen. Die Leitachspositionen dürfen dabei überlaufen bzw. unterlaufen (endlos drehende Leitachse).

Diese Leitachse wird in Verbindung mit einer endlichen Kurvenscheibe (Anfangswert = Endwert) und wenn keine Untersetzung vorliegt (P-0-0755 = 0) genutzt. Wählt man eine Untersetzung, läuft der Antrieb bei endlos drehender Leitachse irgendwann aus dem max. Verfahrbereich heraus.

Hinweis: Bei falscher Parametrierung kann es zu ungewollten Lagesprüngen kommen. Es wird empfohlen, die Lagegrenzwertüberwachung zu aktivieren!

Siehe "Begrenzungen: Lagebegrenzung/Fahrbereichs-Grenzschalter" im Kapitel "Antriebsregelung"

Vorschubweg der Folgeachse

4. Im Parameter **P-0-0159, Vorschubweg Folgeachse** wird der Weg, den die Folgeachse pro Leitachsumdrehung zurücklegt, festgelegt.

Elektronisches Getriebe

5. Festlegungen für das elektronische Getriebe werden in folgenden Parametern getroffen:
   - **P-0-0083, Feinabgleich Getriebeübersetzung**
   - **P-0-0694, Feinabgleich Getriebeübersetzung, Prozessregler**
   - **P-0-0108, Polarität Leitantrieb**
   - **P-0-0156, Elektronisches Getriebe Eingangsumdrehungen**
   - **P-0-0157, Elektronisches Getriebe Ausgangsumdrehungen**

Aufsynchronisieren "Absolut"

6. Für das Aufsynchronisieren sind folgende Festlegungen zu treffen:
   - Aufsynchronisier-Modus für Reaktion auf Änderungen in den Parametern S-0-0048 und P-0-0691 nach erstem Aufsynchonisieren (P-0-0155, Bit 0)
   - Relative oder absolute Synchronisation (P-0-0155, Bit 1)

Nachfolgende Grafik zeigt zusammenfassend die grundsätzlichen Ablaufschritte bei der Inbetriebnahme:

Abb. 7-97: Übersicht der Inbetriebnahmeschritte für Kurvenscheibenbetrieb

Diagnosen und Statusmeldungen

Nachfolgende Zustandsdiagnosen werden im normalen Betrieb der Betriebsart (Antrieb "AF") angezeigt.

Zustands-Diagnosen

- **A0128 Kurvenscheibe, Geber 1, virtuelle Leitachse**
- **A0129 Kurvenscheibe, Geber 2, virtuelle Leitachse**
- **A0130 Kurvenscheibe, Geber 1, reale Leitachse**
- **A0131 Kurvenscheibe, Geber 2, reale Leitachse**
- **A0132 Kurvenscheibe schleppfrei, Geber 1, virt. Leitachse**

- **A0133 Kurvenscheibe schleppfrei, Geber 2, virt. Leitachse**
- **A0134 Kurvenscheibe schleppfrei, Geber 1, reale Leitachse**
- **A0135 Kurvenscheibe schleppfrei, Geber 2, reale Leitachse**

Kommando-Diagnosen

- **C0244 Moduloistwertzyklus ist groesser als max. Verfahrbereich**
  Diese Fehlermeldung wird bei Umschaltung von Kommunikationsphase 3 nach 4 generiert, wenn der berechnete Modulowert für den Istwertzyklus größer als der max. Verfahrbereich (S-0-0278) ist.
- **C3100 Istwertzyklus neu berechnen**
  Das Kommando bewirkt eine Neuberechnung des Modulowertes für den Istwertzyklus.
- **C3101 Moduloistwertzyklus ist groesser als max. Verfahrbereich**
  Diese Fehlermeldung wird bei Auslösung des Kommandos **P-0-0071, C3100 Istwertzyklus neu berechnen** generiert, wenn der berechnete Modulowert für den Istwertzyklus größer als der max. Verfahrbereich (S-0-0278) ist.
- **C3102 Antrieb ist noch in Reglerfreigabe**
  Wird das Kommando **P-0-0071, C3100 Istwertzyklus neu berechnen** unter Reglerfreigabe gestartet, so erscheint dieser Kommandofehler.

Fehlermeldungen und Warnungen

Beim Betrieb können verschiedene Antriebsfehler auftreten, die zur Generierung von Fehlermeldungen oder Warnungen führen. Nachfolgend sind lediglich die betriebsartenspezifischen Fehlermeldungen aufgeführt:

- **F2005 Kurvenscheibe ungültig**
  Diese Meldung wird dann generiert, wenn unter Reglerfreigabe auf eine Kurvenscheibentabelle (P-0-0072, P-0-0092, P-0-0780, P-0-0781) zugegriffen wird, die nicht mit 8, 16, 32, 64, 128, 512, oder 1024 gültigen Werten beschrieben ist.
- **F2039 Maximale Beschleunigung überschritten**
  Die Beschleunigungsvorgabe zweier aufeinanderfolgender Sollwerte war größer als der in **S-0-0138, Beschleunigung bipolar** parametrierte Wert.
- **F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz**
  Die Geschwindigkeit, die dem Antrieb durch zwei aufeinanderfolgende Sollwerte vorgegeben wird, ist größer als der Wert in **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**.

Im Antrieb werden auch einige betriebsartenspezifische Statusmeldungen erzeugt, welche jeweils in eigenen Statusbits abgebildet werden (siehe auch **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** und **P-0-0152, Aufsynchronisieren beendet**).

Rückmeldung der aktiven Kurvenscheibe

Über Parameter **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** (Bit 0,1) erfolgt eine Rückmeldung, welche Kurvenscheibe gerade aktiv ist.

P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten:

- Bit 0/1 = 00 → Kurvenscheibe 1 aktiv (P-0-0072)
- Bit 0/1 = 01 → Kurvenscheibe 2 aktiv (P-0-0092)
- Bit 0/1 = 10 → Kurvenscheibe 3 aktiv (P-0-0780)
- Bit 0/1 = 11 → Kurvenscheibe 4 aktiv (P-0-0781)

Lagestatus des Lageistwertes im Istwertzyklus

Bit 4 im Parameter **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** zeigt den Lagestatus des Lageistwert im Istwertzyklus (P-0-0753) an.

P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten:

- Bit 4 = 0 → nicht referenziert
- Bit 4 = 1 → referenziert (absolutes Aufsynchronisieren kann erfolgen)

Status der Hubumschaltung

Bit 5 im Parameter **P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten** zeigt den Status der Hubumschaltung an.

P-0-0089, Statuswort Synchronbetriebsarten:

- Bit 5 = 0 → aktueller Hubwert nicht aktiv
- Bit 5 = 1 → aktueller Hubwert aktiv

Elektronisches Bewegungsprofil mit realer/virtueller Leitachse

Erweiterungspaket **Synchronisation** (Bestell-Bezeichnung **SNC**) in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Die Betriebsart "Elektronisches Bewegungsprofil mit realer/virtueller Leitachse" ermöglicht im Gegensatz zum reinen Kurvenscheibenbetrieb die abschnittsweise Definition von Kurvenverläufen über Polynome. Wie beim reinen Kurvenscheibenbetrieb besteht auch hier eine feste Beziehung zwischen der Leitachsposition und der Position der Folgeachse.

Die reale Leitachsposition wird von einem Leitachsgeber erzeugt, wogegen die virtuelle Leitachsposition vom Master vorgegeben wird.

Siehe auch "Dynamisches Aufsynchronisieren bei synchronen Lageregelungs-Betriebsarten" im Abschnitt "Grundfunktionen der Synchronisations-Betriebsarten"

Hinweis: Die Betriebsart "Elektronisches Bewegungsprofil" ist nur bei Firmware-**Performance "Advanced"** verfügbar!

Merkmale

- Elektronisches Getriebe mit Feinabgleich Getriebeübersetzung
- Dynamische Winkelverschiebung und Winkelverschiebung Tabellenanfang
- Additive Leitachsposition und additiver Lagesollwert
- Zusätzliche Prozessreglerparameter Lagesollwert additiv, Leitachsposition additiv (mit Filter 1.Ordnung), Winkelverschiebung Tabellenanfang (mit Filter 1.Ordnung) und Feinabgleich Getriebeübersetzung.
- Absolutes Aufsynchronisieren abschaltbar
- Wählbarer Aufsynchronisier-Modus:
  - Standard (trapezförmig)
  - Registerregler (PT1-Filter)
- Wählbarer Aufsynchronisier-Bereich:
  - Modulobereich
  - Sollwertzyklus
  - Teilbereich Sollwertzyklus
- Querschneiderfunktion
- Einstellbare Leitachspolarität
- Bewegungsablauf mit bis zu 8 Bewegungsschritten pro Leitachsumdrehung
- Festlegung eines Bewegungsschritts durch eine Kurvenscheibentabelle oder durch ein genormtes Profil (Polynom 5. Ordnung)

- 8 verschiedene Kurvenscheibentabellen mit minimal 2 und maximal 1024 Stützpunkten (P-0-0072, P-0-0092, P-0-0780, P-0-0781, P-0-0782, P-0-0783, P-0-0784, P-0-0785)
- Folgende Profile stehen zur Auswahl:
  - Norm-Profil 1 → Rast in Rast (alternativ: geneigte Sinuslinie)
  - Norm-Profil 2 → Rast in Geschwindigkeit
  - Norm-Profil 3 → Geschwindigkeit in Rast
  - Norm-Profil 4 → Geschwindigkeit in Geschwindigkeit
- Kubische Spline-Interpolation zwischen den Kurvenscheiben-Stützpunkten
- Absolute oder relative Verarbeitung der Bewegungsschritte wählbar
- Eigener Hub für jeden Bewegungsschritt
- Interne Verarbeitungszykluszeit von T = 500 µs

Das Zusammenwirken der einzelnen Grundfunktionen (Funktionsblöcke) der Betriebsart "Elektronisches Bewegungsprofil" zeigt die folgende Darstellung.

P-0-0052: Lageistwert Messgeber
P-0-0053: Leitachsposition
P-0-0775: Resultierende Leitachsposition

Abb. 7-98: Funktionsblöcke der Sollwertverarbeitung und –aufbereitung bei elektronischem Bewegungsprofil mit realer/virtueller Leitachse

Varianten der Betriebsart

Zwischen folgenden Varianten/Ausprägungen der Betriebsart kann ausgewählt werden:

- Bewegungsprofil mit realer Leitachse, Geber 1
- Bewegungsprofil mit realer Leitachse, Geber 2
- Bewegungsprofil mit realer Leitachse, Geber 1, schleppfrei
- Bewegungsprofil mit realer Leitachse, Geber 2, schleppfrei
- Bewegungsprofil mit virtueller Leitachse, Geber 1
- Bewegungsprofil mit virtueller Leitachse, Geber 2
- Bewegungsprofil mit virtueller Leitachse, Geber 1, schleppfrei
- Bewegungsprofil mit virtueller Leitachse, Geber 2, schleppfrei

8 Antriebsfunktionen

8.1 Antrieb Halt

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

Die Funktion "Antrieb Halt" dient dem Stillsetzen einer Achse mit definierter Beschleunigung und definiertem Ruck.

Die Art des Stillsetzens ist durch die zuvor aktive Betriebsart festgelegt.

Hinweis: Neben der Funktion "Antrieb Halt" gibt es auch noch einen Betriebs-Halt bei den Betriebsarten "Antriebsgeführtes Positionieren" und "Antriebsinterne Interpolation".

Merkmale

- Aktivierung über "Halt-Bit" der Führungskommunikation
- Unterbrechung der aktiven Betriebsart; Antrieb bleibt in Regelung (nach Setzen von "Halt-Bit" wird unterbrochene Betriebsart fortgesetzt)
- **Schnell-Halt**
  → Stillsetzung mit Beschleunigungs- (S-0-0372) und Ruckgrenzwerten (S-0-0349), wenn zuvor Lageregelungs-Betriebsart aktiv war
- **Stillsetzung mit Rampe**
  → Stillsetzung mit Rampe (S-0-0372), wenn zuvor Geschwindigkeits- oder Momentenregelung aktiv war
- Quittierung "Antrieb Halt" im Parameter P-0-0115

Beteiligte Parameter

- **S-0-0124, Stillstandsfenster**
- **S-0-0134, Master-Steuerwort**
- **S-0-0135, Antriebs-Status**
- **S-0-0349, Ruck-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0372, Verzögerung Schnell-Halt**
- **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort**

Funktionsbeschreibung

Wird die Funktion "Antrieb Halt" aktiviert, folgt der Antrieb nicht mehr den Sollwerten der aktiven Betriebsart, sondern setzt sich selbstständig unter Einhaltung einer parametrierten Beschleunigung still.

Aktivieren der Funktion "Antrieb Halt"

Die Funktion "Antrieb Halt" wird aktiviert durch:

- Wegnahme des Antrieb-Halt-Bits im Steuerwort der Führungskommunikation
  (z.B. bei SERCOS: Bit 13 in **S-0-0134, Master-Steuerwort**)
- Unterbrechen eines Antriebsteuerkommandos
  (z.B. "Antriebsgeführtes Referenzieren")

Rückkehr in die zuvor aktive Betriebsart

Die zuvor aktive und noch angewählte Betriebsart wird wieder aktiv, wenn das Antrieb-Halt-Bit im Steuerwort der Führungskommunikation wieder gesetzt wird.

Die Art der Stillsetzung hängt bei "Antrieb Halt" von der zuvor aktiven Betriebsart ab.

Schnell-Halt in Lageregelung

Bei Lageregelung erfolgt das Stillsetzen unter Verwendung der Verzögerung in **S-0-0372, Verzögerung Schnell-Halt** und des Rucks in **S-0-0349, Ruck-Grenzwert bipolar**, wenn zuvor eine Lageregelungs-Betriebsart aktiv war.

Betriebsarten mit interner Lageregelung sind:

- Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe
- Antriebsinterne Interpolation
- Antriebsgeführtes Positionieren (inkl. Tippbetrieb)

S-0-0349: Ruck-Grenzwert bipolar
S-0-0372: Verzögerung Schnell-Halt

Abb. 8-1: Prinzip "Antrieb Halt" bei vorher aktiver Lageregelungs-Betriebsart

Hinweis: Das lagegeregelte Stillsetzen wird mit schleppfehlerbehafteter Lageregelung durchgeführt, falls zuvor eine Betriebsart aktiv war, die ebenfalls schleppfehlerbehaftete Lageregelung beinhaltete. Falls nicht, wird die Funktion mit schleppfehler-freier Lageregelung durchgeführt.
Ist der Wert im Parameter **S-0-0372, Verzögerung Schnell-Halt** gleich "0", kommt die Achse nicht zum Stehen.

Stillsetzung in Geschwindigkeitsregelung

Wenn zuvor die Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" oder "Drehmoment-/Kraftregelung" aktiv war, erfolgt die Stillsetzung in Geschwindigkeitsregelung unter Verwendung des Wertes im Parameter **S-0-0372**, **Verzögerung Schnell-Halt.**

Hinweis: Ist der Inhalt von **S-0-0372, Verzögerung Schnell-Halt** gleich "0", erfolgt ein Abbremsen an der Stromgrenze.

S-0-0372: Verzögerung Schnell-Halt

Abb. 8-2: Prinzip "Antrieb Halt" bei vorher aktiver Geschwindigkeitsregelung

Inbetriebnahmehinweise

Diagnosen und Statusmeldungen

Eine aktivierte Funktion "Antrieb Halt" wird folgendermaßen angezeigt:

- Anzeige von "AH" am Display des Bedienfeldes an der Gerätefront
- Eintrag von "A0010" im Parameter **S-0-0390, Diagnose-Nummer**
- Eintrag von "A0010 Antrieb HALT" im Parameter **S-0-0095, Diagnose**
- im Bit "Status der Sollwertverarbeitung" im Statuswort der Führungskommunikation (z.B. bei SERCOS: Bit 3 = 0 in **S-0-0135, Antriebs-Status**)

Quittierung "Antrieb-Halt"

Eine Quittierung erfolgt, wenn die Istgeschwindigkeit die im Parameter **S-0-0124, Stillstandsfenster** definierte Schwelle unterschreitet. Im Antrieb wird dann das Bit 4 (Antrieb-Halt-Quittung) im Parameter **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort** gesetzt.

8.2 Herstellen des Maßbezuges

Grundpaket aller Varianten in **Closed-Loop**-Ausprägung

Allgemeines zum Herstellen des Maßbezuges

Kurzbeschreibung

Bei der Erstinbetriebnahme eines Antriebs haben die von den Mess-Systemen gemeldeten Lageistwerte noch keinen Bezug zur Maschinenachse. Dies gilt für

- relative Mess-Systeme und
- absolute Mess-Systeme.

Weiterführende Angaben zu relativer und absoluter Auswertbarkeit von Mess-Systemen siehe "Absolute Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme".

Relative Mess-Systeme

Der Maßbezug eines relativen Mess-Systems zur Achse muss nach jedem Einschalten des Antriebs oder nach Verlust des Maßbezug erneut hergestellt werden. Hierzu ist es erforderlich, dass eine bestimmte Achslage angefahren und der Lageistwert an definierter Position auf einen achsbezogenen Wert gesetzt wird (Ausnahme: Bei relativem Geber mit abstandscodierten Referenzmarken ist nur Bewegung über zwei Marken erforderlich!).

Absolute Mess-Systeme

Der Maßbezug eines absoluten Mess-Systems zur Achse muss bei der Erstinbetriebnahme nach Austausch des Motors bzw. Gebers (Motorgeber oder externer Geber) und Änderungen in der Achsmechanik einmalig hergestellt werden. Der Maßbezug bleibt weiterhin bestehen und die Lageistwerte sind sofort nach dem Einschalten des Antriebs achsbezogen.

Antriebsgeführtes Herstellen des Maßbezuges

Beim antriebsgeführten Herstellen des Maßbezuges wird durch masterseitiges Auslösen eines Kommandos der Maßbezug selbständig durch den Antrieb hergestellt. Der Ablauf richtet sich nach der Art des Mess-Systems:

- Bei relativem Mess-System ohne abstandscodierte Referenzmarken bewegt sich die Achse zum Referenzpunkt oder auf einen Bezugspunkt und schaltet dann automatisch auf achsbezogene Lageistwerte um.
- Bei relativem Mess-System mit abstandscodierten Referenzmarken bewegt sich die Achse zwischen zwei Referenzmarken und schaltet dann automatisch auf achsbezogene Lageistwerte um.
- Bei absolutem Mess-System erfolgt bei stillstehender Achse die automatische Umschaltung auf den achsbezogenen Lageistwert.

Die Voreinstellungen zum Herstellen des Maßbezuges erfolgen über zugeordnete Parameter.

NC-geführtes Herstellen des Maßbezuges

Für das NC-geführte Herstellen des Maßbezuges stellt der Antrieb dem Master drei Kommandos zur Verfügung. Der Master muss hierbei die Verfahrbewegung zum Suchen des Markers erzeugen:

- Der Master startet das Kommando "NC-geführtes Referenzieren" und muss zum Suchen des Referenz- bzw. Bezugspunktes die Achse über die Vorgabe von Sollwerten bewegen.
- Zum Berechnen der Verschiebung und Umschalten auf achsbezogene Lageistwerte müssen weitere Kommandos gestartet werden.

Die Voreinstellungen zum Herstellen des Maßbezuges erfolgen über zugeordnete Parameter.

Anzeige des Maßbezuges

Durch einen Lagestatus-Parameter wird angezeigt, ob der Maßbezug eines vom Regelgerät ausgewerteten Mess-Systems hergestellt ist.

Motorgeber und externe Geber

Zusätzlich zum Motorgeber kann ein externer (optionaler) Geber vorhanden sein. Beide Geber können in beliebigen Kombinationen aus relativen und absoluten Mess-Systemen

- unabhängig voneinander Maßbezug zur Achse haben (beide Geber haben verschiedene Lageistwerte)

- oder -

- abhängig voneinander Maßbezug zur Achse haben (beide Geber haben gleiche Lageistwerte).

Dies wird über Parameter konfiguriert und mit den Kommandos zum Herstellen des Maßbezuges realisiert.

Verschiebung des Lageistwerts

Die Differenz des Lageistwerts vor und nach dem Herstellen des Maßbezugs wird, bezogen auf Motor- bzw. externen Geber, in jeweils einem Parameter angezeigt.

Siehe auch folgende Abschnitte:

- "Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen"
- "Maßbezug herstellen bei absoluten Mess-Systemen"

Beteiligte Parameter

- **S-0-0115, Lagegeberart 2**
- **S-0-0175, Verschiebungsparameter 1**
- **S-0-0176, Verschiebungsparameter 2**
- **S-0-0277, Lagegeberart 1**
- **S-0-0403, Status Lageistwerte**
- **P-0-0074, Gebertyp 1 (Motorgeber)**
- **P-0-0075, Gebertyp 2 (optionaler Geber)**

Funktionsbeschreibung

Unterstützte Geberarten

IndraDrive-Regelgeräte können eine Vielzahl von marktüblichen Lagegebern auswerten. Die auswertbaren Gebertypen sind in der Beschreibung folgender Parameter aufgelistet (siehe Dokumentation "Parameterbeschreibung IndraDrive"):

- **P-0-0074, Gebertyp 1 (Motorgeber)**
- **P-0-0075, Gebertyp 2 (optionaler Geber)**

Verfahren zur Herstellung des Maßbezugs

Von der Art des Gebers und vom eingestellten Verfahrbereich (S-0-0278) hängt ab, ob bei diesem Geber Absolutauswertung möglich ist. Dies wird durch die betreffenden Bits folgender Parameter angezeigt:

- **S-0-0277, Lagegeberart 1** (Motorgeber)
- **S-0-0115, Lagegeberart 2** (externer Geber)

Abhängig von relativer oder absoluter Auswertbarkeit des Motor- bzw. externen Gebers bietet das Regelgerät verschiedene Verfahren zur Herstellung des Maßbezuges an:

- "Absolutmaß setzen" für absolut auswertbare Geber
- "Antriebsgeführtes Referenzieren" für relative Geber
- "NC-geführtes Referenzieren" für relative Geber

Hinweis: Wenn der Maßbezug erfolgreich hergestellt wurde, ist der Lageistwert des jeweiligen Gebers auf die Achse bezogen. Der Geber ist dann "in Referenz" bzw. "referenziert".

Siehe auch "Absolute Mess-Systeme" und "Relative Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Zustandsprüfung des Maßbezuges

Der aktuelle Zustand des Maßbezuges von Motorgeber und externem Geber wird im Parameter **S-0-0403, Status Lageistwerte** über die betreffenden Bits angezeigt. Diese können über Zuweisung im Antriebsstatuswort (S-0-0135) abgebildet werden. Dadurch kann der Master die Gültigkeit der Lagedaten in jedem Kommunikationszyklus prüfen!

Hinweis: Für Master, welche die Gültigkeit der Lageistwerte über Bit 0 von S-0-0403 prüfen, gilt:

In **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** wird über die "Geberauswahl" festgelegt, von welchem Geber der Wert des betreffenden Lagestatus-Bits in Bit 0 von S-0-0403 abgebildet wird!

Maßbezug bei Motor- und externem Geber

Wenn am Regelgerät zusätzlich zum Motorgeber noch ein externer Geber angeschlossen ist, gibt es unabhängig von der Auswertbarkeit (relativ/absolut) des Gebers für die Herstellung des Maßbezugs folgende Möglichkeiten:

- Für nur einen der beiden Geber wurde Maßbezug hergestellt. Der Lageistwert des anderen, unreferenzierten Geber wird auf den gleichen Wert wie beim referenzierten Geber gesetzt.
- Für beide Geber wurde Maßbezug hergestellt. Der Lageistwert jedes Gebers hat einen individuellen Wert der gleich sein kann, aber nicht zwingend gleich sein muss.

Geberauswertung		Aktueller Lagestatus	Lageistwerte beim Einschalten		
Motor-geber	**externer Geber**	**(S-0-0403, Bit ..2,1,0)**	**Motorgeber (S-0-0051)**	**externer Geber (S-0-0053)**	**Hinweis zum Inbetriebnahmestand**
relativ/ absolut	relativ/ absolut	0b … 01x	Absolutwert Motorgeber	Absolutwert Motorgeber	Nur beim Motorgeber wurde Maßbezug hergestellt.
relativ/ absolut	relativ/ absolut	0b … 10x	Absolutwert externer Geber	Absolutwert externer Geber	Nur beim externen Geber wurde Maß bezug hergestellt.
relativ/ absolut	relativ/ absolut	0b … 11x	Absolutwert Motorgeber	Absolutwert externer Geber	Beim Motorgeber und beim externen Geber wurde Maßbezug hergestellt.
relativ/ absolut	relativ/ absolut	0b … 000	Siehe "Absolute Mess-Systeme" bzw. "Relative Mess-Systeme"		Weder beim Motorgeber noch beim externen Geber wurde Maßbezug hergestellt.

Abb. 8-3: Lageistwerte nach dem Herstellen des Maßbezuges bei Motorgeber und externem Geber

Verschiebung des Lageistwerts vor/nach Herstellen des Maßbezuges

Wenn bei einem Geber der Maßbezug hergestellt wurde, erfährt der Lageistwert meist eine sprunghafte Änderung. Die Differenz des neuen gegenüber dem alten Lageistwert wird in folgenden Parametern angezeigt:

- **S-0-0175, Verschiebungsparameter 1** (Motorgeber)
- **S-0-0176, Verschiebungsparameter 2** (externer Geber)

Die Verschiebungsparameter werden bei jedem Herstellen des Maßbezuges mit dem jeweiligen Wert beschrieben. Nach dem Einschalten des Antriebs ist der Wert jedoch undefiniert, auch wenn bereits Maßbezug besteht!

Inbetriebnahmehinweise

Prüfung der Absolutauswertbarkeit von Gebern

Die Möglichkeit der Absolutauswertung von Motorgeber oder externem Geber wird angezeigt durch die betreffenden Bits folgender Parameter:

- **S-0-0277, Lagegeberart 1** (Motorgeber)
- **S-0-0115, Lagegeberart 2** (externer Geber)

Prüfung, ob Maßbezug hergestellt wurde

Der Lagestatus von Motorgeber und externem Geber wird angezeigt in:

- **S-0-0403, Status Lageistwerte**

Falls es masterseitig erforderlich ist, kann der Lagestatus von einem der beiden Geber in Bit 0 von S-0-0403 abgebildet werden. Dies geschieht durch Setzen des Bits zur Geberauswahl in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter**.

Hinweis: Falls

- masterseitig die Gültigkeit der Lageistwerte über Bit 0 von S-0-0403 geprüft wird

  und

- Motorgeber und externer Geber referenziert sind

sollte in den lagegeregelten Betriebsarten beim Wechsel des Lagegebers die Geberauswahl in S-0-0147 ebenfalls entsprechend geändert werden!

Verschiebung des Lageistwerts

Die Änderung des Lageistwerts durch das Herstellen des Maßbezuges wird in folgenden Parametern angezeigt:

- **S-0-0175, Verschiebungsparameter 1** (Motorgeber)
- **S-0-0176, Verschiebungsparameter 2** (externer Geber)

Abbildung der Lagereferenz-Bits im Antriebsstatuswort

Die betreffenden Bits des Parameters **S-0-0403, Status Lageistwerte** können bei Bedarf den Echtzeitstatusbits von **S-0-0135, Antriebs-Status** zugewiesen werden.

Löschen des Maßbezuges

Über Aktivierung des Parameters **S-0-0191, C1500 Kommando Referenzbezug löschen** kann der Maßbezug des über Bit°3 von **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** ausgewählten Gebers gelöscht werden. Die betreffenden Bits des Parameters **S-0-0403, Status Lageistwerte** werden dadurch auch zurückgesetzt (gelöscht).

Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen

Kurzbeschreibung

Siehe auch Abschnitt "Allgemeines zum Herstellen des Maßbezuges"

Lageistwert relativer Mess-Systeme beim Einschalten

Nach dem Einschalten eines Antriebs haben die von relativen Mess-Systemen gemeldeten Lageistwerte noch keinen Bezug zur Maschinenachse. Mess-Systeme können sich am Motor (Motorgeber) und direkt an der Achsmechanik befinden (externer oder optionaler Geber).

Zu Geberanordnung und Achsmechanik siehe auch "Achsmechanik und Mess-System-Anordnung" im Kapitel "Motor, Achsmechanik und Mess-Systeme"

Der Maßbezug relativer Mess-Systeme zur Achse muss nach jedem Einschalten des Antriebs bzw. nach allen Vorgängen, die zum Verlust des Maßbezugs führen, erneut hergestellt werden (Referenziervorgang).

Antriebsgeführtes Herstellen des Maßbezuges

Der Antrieb kann nach Start des betreffenden Kommandos durch den Master den Maßbezug selbständig herstellen.

Dazu bewegt der Antrieb die Achse soweit, bis das Regelgerät einen Bezugspunkt feststellen kann. Dann werden die Lageistwerte automatisch auf Achsbezug umgeschaltet. Die Voreinstellungen für den Ablauf zum Herstellen des Maßbezuges erfolgen über zugeordnete Parameter.

NC-geführtes Herstellen des Maßbezuges

Alternativ zum antriebsgeführten Herstellen des Maßbezuges kann auch die NC ("Master") den Referenziervorgang steuern.

Hierbei gibt der Master die Sollwerte zum Verfahren der Achse auf den Bezugspunkt vor und steuert den Referenziervorgang über Kommandos und zugeordnete Parameter.

Das NC-geführte Referenzieren kann bei mechanisch starr verbundenen Antrieben (z.B. bei Gantry-Achsen) vorteilhaft sein, da der Master den Antrieben koordinierte Sollwerte für die Referenzierbewegung vorgeben kann.

Bezugspunkt für die Herstellung des Maßbezuges

Der Bezugspunkt zum Herstellen des Maßbezugs liegt bei linearen Achsen an einem Ende des Verfahrbereichs. Dadurch ist er aus jeder beliebigen Achslage (Einschaltsituation), durch Verfahren in eine definierte Richtung, auffindbar. Bei rotativen Achsen gibt es keine Achs-Endlage, der Bezugspunkt liegt an definierter Stelle im Verfahrbereich.

Referenzmarke bei relativen Mess-Systemen

Die Genauigkeit, mit der dieser Bezugspunkt erkannt wird, beeinflusst die absolute Genauigkeit der Achse erheblich. Deshalb bieten relative Mess-Systeme neben den Signalen für die Lage-Erkennung auch ein Signal für die genaue Festlegung eines Bezugspunktes an. Dieses Signal wird "Referenzmarke" genannt. Typabhängig haben relative Mess-Systeme eine oder mehrere Referenzmarken über den Messbereich.

Referenzmarke und Referenzschalter

Insbesondere bei rotativen Mess-Systemen (z.B. Motorgeber) an linear bewegten Achsen kann die Referenzmarke des Gebers über den gesamten Verfahrbereich mehrfach auftreten. In diesem Fall ist es erforderlich, über achsseitige Betätigung eines Schaltkontaktes am Verfahrbereichsende, **ein** Referenzmarkensignal zu identifizieren. Dadurch wird ein eindeutiger, mit reproduzierbarer Genauigkeit auffindbarer Bezugspunkt festgelegt. Dieser Schaltkontakt wird "Referenzschalter" genannt. Ein ggf. vorhandener Fahrbereichs-Grenzschalter kann auch wie ein Referenzschalter genutzt werden.

Außerdem kann durch Erkennen der Achsblockierung bei Erreichen des Festanschlags am Achsende ein Referenzmarkensignal identifiziert werden.

Unabhängig von der Anzahl der Referenzmarken über den Verfahrbereich ist bei linearen Achsen eine achsseitige Zusatzeinrichtung (Referenzschalter oder Fahrbereichs-Grenzschalter oder Festanschlag) zur Erkennung der Achs-Endlage unverzichtbar!

Tritt über den Verfahrbereich bei rotativen Achsen nur eine Referenzmarke auf, ist ein Referenzschalter meist nicht erforderlich!

Bezugspunkt und Referenzpunkt einer Achse

Der über eine Geber-Referenzmarke und ggf. einen Referenzschalter identifizierte Bezugspunkt deckt sich meist nicht mit dem Referenzpunkt der Achse. Der Abstand vom Referenzpunkt zum Nullpunkt ist i.d.R. maschinenseitig festgelegt. Insbesondere bei Serienmaschinen soll dieser Abstand, bei gleichartigen Achsen, gleich sein. Die Lage des Bezugspunktes ist jedoch durch die Art des Geberanbaus beeinflusst und daher von Achse zu Achse verschieden.

Referenzmaß-Offset

Die Positionsdifferenz zwischen Bezugspunkt und Referenzpunkt der Achse lässt sich über einen Offsetwert (Referenzmaß-Offset) ausgleichen.

Siehe auch Abschnitt "Allgemeines zum Herstellen des Maßbezuges"

Beteiligte Parameter

Parameter für relative Mess-Systeme:

- **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit**
- **S-0-0042, Referenzfahr-Beschleunigung**
- **S-0-0052, Referenzmaß 1**
- **S-0-0054, Referenzmaß 2**
- **S-0-0108, Feedrate-Override**
- **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter**
- **S-0-0148, C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren**
- **S-0-0150, Referenzmaß Offset 1**
- **S-0-0151, Referenzmaß Offset 2**
- **S-0-0173, Markerposition A**
- **S-0-0174, Markerposition B**
- **S-0-0191, C1500 Kommando Referenzbezug löschen**
- **S-0-0298, Verschiebung des Referenznockens**
- **S-0-0299, Referenzschalter-Offset**
- **S-0-0349, Ruck-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0400, Referenzschalter**
- **S-0-0403, Status Lageistwerte**
- **P-0-0153, Optimaler Abstand Referenzschalter-Referenzmarke**

Parameter für NC-geführtes Referenzieren:

- **S-0-0146 C4300 Kommando NC-geführtes Referenzieren**
- **S-0-0171, C4400 Kommando Verschiebung berechnen**
- **S-0-0172, C4500 Kommando Verschiebung ins Referenzsystem**
- **S-0-0175, Verschiebungsparameter 1**
- **S-0-0176, Verschiebungsparameter 2**
- **S-0-0404, Status Lagesollwerte**
- **S-0-0407, Referenzfreigabe**
- **S-0-0408, Referenzmarke erfasst**

Parameter für relative Mess-Systeme, abstandscodiert:

- **S-0-0165, Abstandskodiertes Referenzmaß A**
- **S-0-0166, Abstandskodiertes Referenzmaß B**
- **S-0-0177, Absolutmaß-Offset 1**
- **S-0-0178, Absolutmaß-Offset 2**

Parameter für Referenzieren auf Fahrbereichs-Grenzschalter:

- **P-0-0090, Fahrbereichsgrenzschalter-Parameter**
- **P-0-0222, Fahrbereichsgrenzschalter-Eingänge**

Parameter für Referenzieren auf Festanschlag:

- **S-0-0082, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert positiv**

- **S-0-0083, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert negativ**
- **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0124, Stillstandsfenster**
- **S-0-0331, Meldung n_ist = 0**
- **S-0-0333, Meldung Md >= Mdx**

Beteiligte Diagnosen

Diagnosen bei antriebsgeführtem Referenzieren:

- **C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren**
- **C0601 Referenzieren nur mit Antriebsfreigabe möglich**
- **C0602 Abstand Referenzschalter-Referenzmarke fehlerhaft**
- **C0604 Referenzieren mit Absolutmaßgeber nicht möglich**
- **C0606 Referenzmarkenerkennung fehlerhaft**
- **C0607 Eingang Referenznocken nicht zugewiesen**

Diagnosen bei NC-geführtem Referenzieren:

- **C4302 Abstand Referenzschalter-Referenzmarke fehlerhaft**
- **C4304 Referenzieren mit Absolutgeber nicht möglich**
- **C4306 Referenzmarkenerkennung fehlerhaft**
- **C4307 Eingang Referenznocken nicht zugewiesen**
- **C4308 Festanschlag und HWE bei Moduloachsen nicht zulässig**
- **C4400 Kommando Verschiebung berechnen**

Funktionsbeschreibung

Grundsätzliches

Art und Anordnung der Referenzmarken

Relative Mess-Systeme können bezüglich Art und Anordnung der Referenzmarken in 4 Gruppen unterteilt werden:

- **Gruppe 1:**
  Singleturn-Mess-Systeme mit absolutem Bereich, wie Singleturn-HSF oder Resolver. Diese Mess-Systeme besitzen einen absoluten Lagemessbereich von einer Geberumdrehung oder Teilen einer Geberumdrehung (Resolver) und haben kein eigenes Referenzmarkensignal. Es wird jedoch die Nullposition (0 grd) des Lageistwerts vom Regelgerät als Referenzmarkensignal erkannt.

  Diese Eigenschaften gelten für:

  - Singleturn-Motorgeber bei Rexroth-Motoren der Baureihen MHD, MKD, MKE, MSK, MSH, MAD und MAF
  - Mess-System GDS von Bosch Rexroth
  - Singleturn-Geber der Fa. Heidenhain (mit EnDat-Schnittstelle)
- **Gruppe 2**:
  Inkrementelle rotative Mess-Systeme mit einer Referenzmarke pro Geberumdrehung, wie z.B. die ROD- oder RON-Typen der Fa. Heidenhain
- **Gruppe 3**:
  Inkrementelle translatorische Mess-Systeme mit einer oder mehreren Referenzmarken, wie z.B. die LS-Linearmaßstäbe der Fa. Heidenhain
- **Gruppe 4**:
  Inkrementelle Mess-Systeme mit abstandscodierten Referenzmarken, z.B. die LSxxxC-Linearmaßstäbe der Fa. Heidenhain

Zu Mess-Systemen mit abstandscodierten Referenzmarken siehe auch "Relative Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Aktion des Achsantriebs zum Herstellen des Maßbezugs

Um den Maßbezug von relativen Mess-Systemen herzustellen, muss der Antrieb einen eindeutigen Bezugspunkt innerhalb des Verfahrbereichs der Achse identifizieren können. Dazu muss die Achse folgende Bewegung ausführen (antriebsgeführt oder NC-geführt):

- Bewegung über den Bezugspunkt (Geber der Gruppe 1, 2 oder 3)

- oder -

- Bewegung über zwei benachbarte abstandscodierte Referenzmarken (Geber der Gruppe 4)

Bewegungsbereich beim Referenzieren

Der zum Referenzieren erforderliche Bewegungsbereich ist abhängig vom verwendeten Geber:

- Bei Gebern der Gruppe 1, 2 oder 3 kann eine Bewegung über den gesamten Verfahrweg der Achse erforderlich sein.
- Bei Gebern der Gruppe 4 muss sich die Achse über maximal den zweifachen Referenzmarkenabstand bewegen (siehe Abschnitt "Bewegungsbereich beim Referenzieren von Gebern mit abstandscodierten Referenzmarken").

Hinweis: Bei Gebern aus Gruppe 4 kann auf Grundlage der festgestellten Lagedifferenz von zwei benachbarten abstands-codierten Referenzmarken die Lage des Bezugspunktes berechnet werden!

Identifikation eines Bezugspunktes

Zur Identifikation eines Bezugspunktes einer Achse können folgende Signale genutzt werden:

- Referenzmarken des Gebers
- Referenzschalter an der Achse
- Fahrbereichs-Grenzschalter
- Achsblockierung bei Erreichen des Festanschlags am Ende des Verfahrbereichs (Festanschlagerkennung)

Das Referenzmarkensignal eines Gebers wird üblicherweise für die Erkennung der Lage des Bezugspunktes benutzt, da durch dieses Signal die Lage-Erkennung im Rahmen der Gebergenauigkeit möglich ist.

Referenzmarkensignale können, abhängig von der Ausführung des Gebers und der mechanischen Anordnung des Gebers im Antriebsstrang

- einmal

- oder-

- mehrmals

innerhalb des Verfahrbereiches einer Achse auftreten.

Bei mehrmaligem Auftreten der Referenzmarken darf nur ein Referenzmarkensignal an eindeutiger Achsposition den Bezugspunkt festlegen. Zur Identifikation eines Markensignals ist eine der folgenden achsseitigen Zusatzeinrichtungen erforderlich:

- Fahrbereichs-Grenzschalter
- Referenzschalter (falls keine Fahrbereichs-Grenzschalter vorhanden sind)
- Festanschlag am Achsende (falls keine Schalter verwendet werden sollen)

Hinweis: Die genannten achsseitigen Zusatzeinrichtungen dienen auch der Erkennung des Achsendes beim Referenziervorgang.

	Anzahl der über den Verfahrbereich auftretenden Referenzmarkensignale			
	ein Signal		mehrere Signale	
Relativer Geber aus …	**rotative Achse**	**translat. Achse**	**rotative Achse**	**translat. Achse**
… Gruppe 1, 2 (rotativer Geber)	ZE: nein	ZE: ja	ZE: ja (Referenzschalter)	ZE: ja
… Gruppe 3 (translator. Geber)	---	ZE: ja	---	ZE: ja
… Gruppe 4 (rotat./transl. Geber)	---	---	ZE: nein	ZE: ja

Abb. 8-4: Empfehlung für achsseitige Zusatzeinrichtungen (ZE) zur Festlegung des Bezugspunktes

Die Auswahl, welche Signale zur Bezugspunktfestlegung (Referenzmarken und/oder Referenzschalter, Fahrbereichs-Grenzschalter oder Festanschlag) vom Regelgerät ausgewertet werden sollen, wird in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** getroffen.

Hinweis: Falls kein geberseitiges Referenzmarkensignal vorhanden ist, kann zur Erkennung des Bezugspunktes auch der Flankenwechsel des Referenzschaltersignals oder des Fahrbereichs-Grenzschaltersignals oder die Erkennung des Festanschlages verwendet werden. Dies ist im Parameter S-0-0147 durch Deaktivierung der Referenzmarken-Auswertung einzustellen (Nur bei antriebsgeführtem Referenzieren möglich!).

Referenzpunkt, Achsnullpunkt und Bezugspunkt bei Gebern nach Gruppe 1, 2, 3

Der Achsnullpunkt und der Referenzpunkt sind maschinenseitig festgelegte Positionen. Die Lage des Bezugspunktes ist idealerweise identisch mit dem Referenzpunkt, die Bezugspunktlage jedoch meist durch die Gebermontage beeinflusst. Die Lagedifferenz von Referenz- zu Bezugspunkt wird über den sog. Referenzmaß-Offset dem Regelgerät mitgeteilt.

Abb. 8-5: Beispiel für Positionen von Achsnull-, Bezugs- und Referenzpunkt bei Gebern nach Gruppe 1, 2, 3

Da sowohl der Maßbezug des Motorgebers als auch der des externen Gebers hergestellt werden kann, ist für beide Geber unabhängig voneinander ein Parameter für den jeweiligen Referenzmaß-Offset vorhanden:

- **S-0-0150, Referenzmaß Offset 1** (Motorgeber)
- **S-0-0151, Referenzmaß Offset 2** (externer Geber)

Das Referenzmaß ist der Abstand des Referenzpunkts vom Achsnullpunkt. Für beide Geber ist unabhängig voneinander ein Parameter für das jeweilige Referenzmaß vorhanden:

- **S-0-0052, Referenzmaß 1** (Motorgeber)
- **S-0-0054, Referenzmaß 2** (externer Geber)

Achsnullpunkt, Gebernullpunkt und Bezugspunkt bei Gebern nach Gruppe 4

Bei abstandscodierten Mess-Systemen (nach Gruppe 4) wird der achsseitige Referenzpunkt nicht genutzt. Das Regelgerät kann sich, aufgrund der festgestellten Lagedifferenz von zwei benachbarten abstandscodierten Referenzmarken, die Lage des Bezugspunktes errechnen (in diesem Fall der Geber-Nullpunkt). Die Lagedifferenz von Achsnullpunkt zu Gebernullpunkt wird über den sog. Absolutmaß-Offset dem Regelgerät mitgeteilt.

Abb. 8-6: Beispielhafte Darstellung von Achsnullpunkt und Bezugspunkt bei Gebern nach Gruppe 4

Da Motorgeber und externer Geber als abstandscodiertes Mess-System realisiert sein können und der Maßbezug für beide Geber hergestellt werden kann, ist für jeden Geber ein Parameter für den Absolutmaß-Offset vorhanden:

- **S-0-0177, Absolutmaß-Offset 1** (Motorgeber)
- **S-0-0178, Absolutmaß-Offset 2** (externer Geber)

Hinweis: Es ist nur ein abstandscodiertes Mess-System anschließbar!

Bewegungsbereich bei Gebern mit abstandscodierten Referenzmarken

Relative Mess-Systeme mit abstandscodierten Referenzmarken erfordern beim Referenziervorgang einen Bewegungsbereich, der maximal dem doppelten Abstand von zwei benachbarten Referenzmarken entspricht.

Referenzmarkenabstand translatorische Geber

Abstände benachbarter Referenzmarken von Gebern mit abstandscodierten Referenzmarken:

$$\text{Motorgeber}: \quad s_{RefMarken} = S\text{-}0\text{-}0165 \ * \ S\text{-}0\text{-}0116$$

$$\text{Externer Geber}: \quad s_{RefMarken} = S\text{-}0\text{-}0165 \ * \ S\text{-}0\text{-}0117$$

S-0-0165: Wert von S-0-0165, Abstandskodiertes Referenzmaß A
S-0-0116: Wert von S-0-0116, Geber 1 Auflösung
S-0-0117: Wert von S-0-0117, Geber 2 Auflösung
$s_{RefMarken}$: Abstand benachbarter Referenzmarken

Abb. 8-7: Abstand benachbarter Referenzmarken von translatorischen Gebern mit abstandscodierten Referenzmarken

Referenzmarkenabstand rotatorische Geber

$$\text{Motorgeber}: \quad s_{RefMarken} = \frac{360\text{Grad} * S-0-0165}{S-0-0116}$$

$$\text{Externer Geber}: \quad s_{RefMarken} = \frac{360\text{Grad} * S-0-0165}{S-0-0117}$$

S-0-0165: Wert von S-0-0165, Abstandskodiertes Referenzmaß A
S-0-0116: Wert von S-0-0116, Geber 1 Auflösung
S-0-0117: Wert von S-0-0117, Geber 2 Auflösung
$s_{RefMarken}$: Abstand benachbarter Referenzmarken

Abb. 8-8: Abstand benachbarter Referenzmarken von rotatorischen Gebern mit abstandscodierten Referenzmarken

Bewegungsbereich beim Referenzieren

Der tatsächliche Bewegungsbereich beim Referenzieren der Achse entspricht entweder

- dem Abstand benachbarter, abstandscodierter Referenzmarken einschließlich dem Weg bis zum Erkennen der ersten Referenzmarke und dem Bremsweg am Ende der Referenziervorgangs, wenn im Parameter S-0-0147 die Option "Halten" gewählt wurde:

$$\text{Translatorische Wichtung}: \quad s_{Refmax} = s_{Ref_1} + s_{RefMarken} + \frac{v^2}{2 * a}$$

$$\text{Rotatorische Wichtung}: \quad s_{Refmax} = s_{Ref_1} + s_{RefMarken} + \frac{\omega^2}{2 * \alpha}$$

v, ω: Wert in S-0-0041, Referenzfahrgeschwindigkeit
a, α: Wert in S-0-0042, Referenzfahrbeschleunigung
s_{Ref_1}: Weg bis zur ersten Referenzmarke
$s_{RefMarken}$: Abstand benachbarter Referenzmarken
s_{Refmax}: maximaler Bewegungsbereich

Abb. 8-9: Maximaler Bewegungsbereich beim Referenzieren von Gebern mit abstandscodierten Referenzmarken bei "Halten" (S-0-0147)

Hinweis: Der Bewegungsbereich bei "Halten" liegt zwischen dem ein- und zweifachen Referenzmarkenabstand zuzüglich dem Bremsweg!

- oder -

- dem zweifachen Referenzmarkenabstand zuzüglich dem Bremsweg am Ende der Referenziervorgangs, wenn im Parameter S-0-0147 "Strecke fahren" gewählt wurde:

Translatorische Wichtung: $s_{Refmax} = 2 * s_{RefMarken} + \frac{v^2}{2 * a}$

Rotatorische Wichtung: $s_{Refmax} = 2 * s_{RefMarken} + \frac{\omega^2}{2 * \alpha}$

v, ω: Wert in S-0-0041, Referenzfahrgeschwindigkeit

a, α: Wert in S-0-0042, Referenzfahrbeschleunigung

$s_{RefMarken}$: Abstand benachbarter Referenzmarken

s_{Refmax}: maximaler Bewegungsbereich

Abb. 8-10: Maximaler Bewegungsbereich beim Referenzieren von Gebern mit abstandscodierten Referenzmarken bei "Strecke fahren" (S-0-0147)

Hinweis: Der Bewegungsbereich der Achse bei "Strecke fahren" ist immer gleich groß! Dies ist beim Referenzieren von Gantry-Achsen vorteilhaft!

Erkennung des Verfahrbereichsendes

Beim Referenzieren von relativen Mess-Systemen muss die Achse immer in definierter (festzulegender) Richtung bewegt werden, damit der Bezugspunkt sicher identifiziert werden kann. Dies setzt voraus, dass die Achse innerhalb des erlaubten Verfahrbereichs steht.

Es kann jedoch auch die Situation eintreten, dass sich die Achse beim Start der Bezugspunktsuche bereits an dem Achsende befindet, an dem der Bezugspunkt liegt. Für eine betriebssichere Erkennung des Bezugspunktes muss diese Situation vom Antrieb erkannt werden können. Dies ist nur durch achsseitige Zusatzeinrichtungen (ZE) möglich:

- Referenzschalter am Achsende
- Fahrbereichs-Grenzschalter
- Festanschlag am Achsende zur Achsblockierung (Festanschlags-erkennung)

Eine dieser Einrichtungen muss am Bezugspunkt-Achsende angebracht sein und deren Signale vom Antriebsregelgerät ausgewertet werden.

Hinweis: Bei NC-geführtem Referenzieren ist ein Referenzschalter zwingend erforderlich! Fahrbereichs-Grenzschalter und Festanschlag können bei NC-geführtem Referenzieren weder zur Erkennung des Verfahrbereichsendes noch zur Identifikation des Bezugspunktes benutzt werden.

Der Zustand "betätigt" (Schaltlogik) von Referenz- und Fahrbereichs-Grenzschalter wird in folgenden Parametern festgelegt:

- **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** für den Referenzschalter ("Flankenauswertung …")
- **P-0-0090, Fahrbereichsgrenzschalter-Parameter** für den Fahrbereichs-Grenzschalter ("Signalverhalten")

Bezugspunkt-Identifikation durch Referenzmarke und Referenzschalter

Referenzschalter zur Auswahl einer Referenzmarke

Falls mehrere Referenzmarkensignale über den Verfahrweg einer Achse auftreten können und der Bezugspunkt durch eine der Marken festgelegt werden soll (siehe Tab. "Empfehlung für achsseitige Zusatzeinrichtungen (ZE) zur Bezugspunktfestlegung"), kann beim antriebsgeführten Referenzieren ein Referenzschalter als achsseitige Zusatzeinrichtung zur Auswahl einer Referenzmarke benutzt werden.

Zur Nutzung des NC-geführten Referenzierens ist ein achsseitiger Referenzschalter zwingend erforderlich!

Abb. 8-11: Auswahl einer Referenzmarke über Referenzschalter am Beispiel einer translatorischen Achse

Nach Start des antriebsgeführten bzw. NC-geführten Referenzierens wird bei Auftreten des ersten Referenzmarkensignals nach dem "Betätigt"-Signal des Referenzschalters der Bezugspunkt erkannt.

Anordnung des Referenzschalters

Abb. 8-12: Anordnung des Referenzschalters bzgl. Verfahrbereichsgrenzen am Beispiel translatorischer Achsen

Bei linearen Achsen muss der "Betätigt"-Bereich des Referenzschalters über die nächstgelegene Verfahrbereichsgrenze hinausgehen. Hierdurch wird, bei passend gewählter Referenz-Anfahrrichtung, die Nähe des Verfahrbereichsendes durch das Referenzschaltersignal angezeigt. Ein Überfahren der Verfahrbereichsgrenze während des Referenziervorgangs tritt nicht auf, wenn der "Betätigt"-Bereich des Referenzschaltersignals in ausreichendem Abstand zur Verfahrbereichsgrenze beginnt!

Abstand Bezugspunkt-Verfahrbereichsgrenze bei translatorischen Achsen mit Referenzschalter

Der Abstand vom Bezugspunkt (erste Referenzmarke nach Referenzschaltersignal) zur Verfahrbereichsgrenze ist dann ausreichend, wenn der Antrieb die Achse aus maximaler Referenzfahr-Geschwindigkeit (S-0-0041 bei antriebsgeführtem Referenzieren) mit der Referenzfahr-Beschleunigung (S-0-0042 bei antriebsgeführtem Referenzieren) innerhalb des Verfahrbereichs sicher stillsetzen kann. Für den Mindestabstand Referenzschalter-Verfahrbereichsgrenze gilt die Forderung:

$$x_{RS_VbGrenze} \geq x_{RefMarken} + \frac{v^2}{2 * a}$$

v: Wert in S-0-0041, Referenzfahrgeschwindigkeit bzw. Referenzfahrgeschwindigkeit der NC

a: Wert in S-0-0042, Referenzfahrbeschleunigung bzw. Referenzfahrbeschleunigung der NC

$x_{RefMarken}$: Abstand der an der Achse auftretenden Referenzmarken - oder - Wert von S-0-0165 bei abstandscodiertem Mess-System

$x_{RS_VbGrenze}$: Mindestabstand zur Verfahrbereichsgrenze

Abb. 8-13: Mindestabstand des Referenzschaltersignals zur Verfahrbereichsgrenze

Hinweis: Im "Betätigt"-Bereich des Referenzschaltersignals dürfen grundsätzlich mehrere Referenzmarken auftreten!

Hinweis: Bei rotatorischen Achsen ist ein Referenzschalter nur dann erforderlich, wenn ein Getriebe mit Übersetzungsverhältnis ungleich "1" zwischen Achse und Motorwelle eingebaut ist!

Achslage beim Einschalten, Verfahrbereichsende-Erkennung

Beim Einschalten des Achsantriebs kann das bewegliche Teil der Achse an beliebiger Position innerhalb des Verfahrbereichs stehen, es kann sich jedoch auch am Ende des Verfahrbereichs befinden. Der am Achsende angebrachte Referenzschalter kann betätigt sein.

Auch aus dieser Startposition heraus muss der Referenziervorgang erfolgreich durchführbar sein:

- Beim antriebsgeführten Referenzieren verfährt der Antrieb, abhängig vom Signalzustand und von den Festlegungen für das "Betätigt"-Signal des Referenzschalters, selbständig über den Bezugspunkt.
- Beim NC-geführten Referenzieren muss der Master die erforderlichen Sollwerte vorgeben, damit der Bezugspunkt eindeutig erkannt werden kann.

Bezugspunktsuche bei nicht-abstandscodiertem Geber und Achse mit Referenzschalter

Bei Achsen mit nicht-abstandscodierten Gebern muss der Antrieb die Achse in festgelegter Referenz-Anfahrrichtung ans Achsende bewegen, um nach dem Erkennen des "Betätigt"-Signals die Bezugspunktsuche zu starten. Das Verfahrbereichsende wird ebenfalls über den Signalzustand des Referenzschalters erkannt.

Festgelegung Flanken-auswertung (S-0-0147)	Signalzustand des Referenzschalters (Bit in S-0-0400)	Aktion des Antriebs
positiv	0 ("nicht betätigt")	Bewegung in Referenz-Anfahrrichtung bis Referenzschalter betätigt ist, dann Bezugspunktsuche nach Erkennen der positiven Signalflanke
negativ	1 ("nicht betätigt")	Bewegung in Referenz-Anfahrrichtung bis Referenzschalter betätigt ist, dann Bezugspunktsuche nach Erkennen der negativen Signalflanke
negativ	0 ("betätigt")	Bewegung entgegen der Referenz-Anfahrrichtung bis Referenzschalter unbetätigt ist, dann Bewegungs-umkehr; Bezugspunktsuche nach Erkennen der negativen Signalflanke
positiv	1 ("betätigt")	Bewegung entgegen der Referenz-Anfahrrichtung bis Referenzschalter unbetätigt ist, dann Bewegungs-umkehr; Bezugspunktsuche nach Erkennen der positiven Signalflanke

Abb. 8-14: Bewegungen des Antriebs zur Bezugspunktsuche bei nicht-abstandscodiertem Mess-System und Referenzschalter, abhängig von der Achsposition (antriebsgeführt oder NC-geführt)

Bezugspunktsuche bei abstandscodiertem Geber und Achse mit Referenzschalter

Bei Achsen mit abstandscodiertem Geber muss der Antrieb die Achse über zwei benachbarte, abstandscodierte Referenzmarken bewegen, um den Bezugspunkt zu finden:

- Falls der Antrieb beim antriebsgeführten Referenzieren bei Betätigung des Referenzschalters noch keine oder nur eine Referenzmarke erfasst hat, dreht er die Bewegungsrichtung um. Der Maßbezug wird über die nächsten beiden erfassten Referenzmarken hergestellt.
- Für das NC-geführte Referenzieren speichert der Antrieb die nicht-referenzierte Position der ersten erkannten Referenzmarke im Parameter **S-0-0173, Markerposition A** ab, die nicht-referenzierte Position der benachbarten Referenzmarke wird im Parameter **S-0-0174, Markerposition B** gespeichert.

Falls die Achse beim Start des Referenzierens bereits am Verfahrbereichsende steht und der Referenzschalter als "betätigt" erkannt wird, muss ein Sollwert erzeugt werden, der die Achse in den erlaubten Verfahrbereich zurückführt:

- Beim antriebsgeführten Referenzieren bewegt der Antrieb die Achse entgegen der festgelegten Referenz-Anfahrrichtung und stellt über die nächsten beiden abstandscodierten Referenzmarken die Achsposition relativ zum Bezugspunkt fest.
- Beim NC-geführten Referenzieren muss der masterseitige Sollwert die Achse entgegen der in der NC festgelegten Referenz-Anfahrrichtung bewegen. Die nächsten beiden abstandscodierten Referenzmarken werden für die Bezugspunktfeststellung ausgewertet.

Signalzustand des Referenzschalters (S-0-0400)	Aktion des Antriebs
0 ("nicht betätigt")	Bewegung zur Bezugspunktsuche in festgelegter Referenz-Anfahrrichtung
1 ("betätigt")	Bewegung zur Bezugspunktsuche entgegen der festgelegten Referenz-Anfahrrichtung

Abb. 8-15: Bewegungen des Antriebs zur Bezugspunktsuche bei abstandscodiertem Mess-System und Referenzschalter, abhängig von der Achsposition (antriebsgeführt oder NC-geführt)

Anschluss des Referenzschalters

Der Referenzschalter ist beim antriebsgeführten Referenzieren am zugewiesenen Digitaleingang des Regelgerät-Steuerteils anzuschließen. Die zulässigen Signalpegel sind zu beachten! Der Signalzustand des Referenzschalters wird im Parameter **S-0-0400, Referenzschalter** angezeigt.

Für das "NC-geführten Referenzieren" kann der zwingend erforderliche Referenzschalter entweder am Antriebsregelgerät oder am Master (NC-Steuerung) angeschlossen werden!

Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Aktivierung der Auswertung von Referenzmarken und Referenzschalter

Die Auswertung der Referenzmarken und des Referenzschaltersignals ist im jeweils betreffenden Bit von **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** zu aktivieren. Die Auswertung des Fahrbereichs-Grenzschalters und des Festanschlags darf nicht gleichzeitig aktiviert sein!

Hinweis: Falls die Auswertung der Referenzmarken nicht aktiviert ist, wird der Bezugspunkt allein durch das Signal des Referenzschalters festgelegt!

Bezugspunkt-Identifikation durch Referenzmarke und Fahrbereichs-Grenzschalter

Fahrbereichs-Grenzschalter zur Auswahl einer Referenzmarke

Auch ein Fahrbereichsgrenzschalter kann als achsseitige Zusatzeinrichtung (ZE) zur Auswahl einer Referenzmarke benutzt werden, falls mehrere Referenzmarkensignale über den Verfahrweg einer Achse auftreten können und der Bezugspunkt durch eine der Marken festgelegt werden soll (siehe Tab. "Empfehlung für achsseitige Zusatzeinrichtungen (ZE) zur Bezugspunktfestlegung").

Abb. 8-16: Auswahl einer Referenzmarke über Fahrbereichsgrenzschalter

Nach Start des antriebsgeführten Referenzierens (Kommando C0600) wird die Achse in festgelegter Bewegungsrichtung verfahren, bis der Fahrbereichsgrenzschalter betätigt wird. Daraufhin wechselt der Antrieb die Bewegungsrichtung, der Bezugspunkt wird bei Auftreten des ersten Referenzmarkensignals erkannt.

Hinweis: Falls die Fahrbereichsgrenzschalter zur hardwareseitigen Begrenzung des zulässigen Verfahrbereichs aktiviert sind, wird diese Überwachung während des Referenzierens deaktiviert!

Achslage beim Einschalten; Erkennung des Verfahrbereichsendes

Beim Einschalten des Achsantriebs kann sich das bewegliche Teil der Achse an beliebiger Position innerhalb des Verfahrbereich stehen, es kann sich jedoch auch am Ende des Verfahrbereichs befinden. Der am Achsende angebrachte Fahrbereichs-Grenzschalter kann betätigt sein.

Auch aus dieser Startposition heraus muss der Referenziervorgang erfolgreich durchführbar sein. Beim antriebsgeführten Referenzieren verfährt der Antrieb abhängig vom Signalzustand und von den Festlegungen für das "Betätigt"-Signal von den Fahrbereichs-Grenzschaltern selbständig über den Bezugspunkt.

Bezugspunktsuche bei nicht-abstandscodiertem Geber und Achse mit Fahrbereichs-Grenzschalter

Bei Achsen mit nicht-abstandscodierten Gebern muss der Antrieb die Achse in der festgelegten Referenz-Anfahrrichtung ans Achsende bewegen, um nach Erkennen eines Signalwechsels des Fahrbereichs-Grenzschalters die Bezugspunktsuche zu starten.

Festlegung Signalverhalten Fahrbereichs-Grenzschalter (P-0-0090)	Signalzustand des Fahrbereichs-Grenzschalters (P-0-0222)	Aktion des Antriebs
nicht invertiert	0 ("nicht betätigt")	Bewegung in Referenz-Anfahrrichtung bei Grenzschalterbetätigung, Bewegungsumkehr und Bezugspunkt-suche
invertiert	1 ("nicht betätigt")	wie Zeile vorher
invertiert	0 ("betätigt")	Bewegung entgegen der Referenz-Anfahrrichtung bis Grenzschalter unbetätigt ist, dann Bezugspunktsuche
nicht invertiert	1 ("betätigt")	wie Zeile vorher

Abb. 8-17: Bewegungen des Antriebs zur Bezugspunktsuche bei Start von Kommando C0600 (bei nicht-abstandscodiertem Mess-System und Nutzung der Fahrbereichsgrenzschalter) abhängig von der Achsposition

Bezugspunktsuche bei abstandscodiertem Geber und Achse mit Fahrbereichs-grenzschalter

Um den Bezugspunkt zu finden muss bei Achsen mit abstandscodiertem Geber der Antrieb die Achse in der festgelegten Referenz-Anfahrrichtung über zwei benachbarte, abstandscodierte Referenzmarken bewegen.

Falls die Achse bei Start des antriebsgeführten Referenzierens (Kommando C0600) bereits am Verfahrbereichsende steht und einen Fahrbereichs-Grenzschalter als "betätigt" erkennt, so wird antriebsintern ein Sollwert erzeugt, der in den erlaubten Verfahrbereich zurückführt und über die nächsten beiden Referenzmarken die Achsposition relativ zum Bezugspunkt festgestellt.

Signalzustand der Fahrbereichs-Grenzschalter (P-0-0222)	Aktion des Antriebs
0 ("nicht betätigt")	Bewegung zur Bezugspunktsuche in Referenz-Anfahrrichtung
1 ("betätigt")	Bewegung zur Bezugspunktsuche in Richtung des erlaubten Verfahrbereichs

Abb. 8-18: Bewegungen des Antriebs zur Bezugspunktsuche bei Start von Kommando C0600 (bei abstandscodiertem Mess-System und Nutzung der Fahrbereichsgrenzschalter) abhängig von der Achsposition

Anschluss der Fahrbereichs-Grenzschalter

Die Fahrbereichs-Grenzschalter sind an den zugewiesenen Digitaleingängen des Regelgerät-Steuerteils anzuschließen. Die zulässigen Signalpegel sind zu beachten! Der Signalzustand des jeweiligen Fahrbereichs-Grenzschalters wird im Parameter **P-0-0222, Fahrbereichsgrenzschalter-Eingänge** angezeigt.

Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Aktivierung der Auswertung von Referenzmarken und Fahrbereichs-Grenzschalter

Die Auswertung der Refenzmarken und des Fahrbereichs-Grenzschalters als Zusatzeinrichtungen zum Referenzieren ist in den jeweils betreffenden Bits von **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** zu aktivieren. Die Auswertung des Referenzschalters und/oder des Festanschlags darf nicht gleichzeitig aktiviert sein!

Hinweis: Falls die Auswertung der Referenzmarken nicht aktiviert ist, wird der Bezugspunkt allein durch das Signal des Fahrbereichs-Grenzschalters festgelegt!

Bezugspunkt-Identifikation durch Referenzmarke und Festanschlag

Festanschlag zur Auswahl einer Referenzmarke

Auch ein Festanschlag an einer Achse kann als achsseitige Zusatzeinrichtung (ZE) zur Auswahl einer Referenzmarke benutzt werden, falls mehrere Referenzmarkensignale über den Verfahrweg einer Achse auftreten können und der Bezugspunkt durch eine der Marken festgelegt werden soll (siehe Tab. "Empfehlung für achsseitige Zusatzeinrichtungen (ZE) zur Festlegung des Bezugspunktes").

Abb. 8-19: Auswahl einer Referenzmarke über einen Festanschlag am Achsende

Erkennung des Verfahrbereichsendes durch Achsblockierung (Festanschlag)

Nach Start des antriebsgeführten Referenzierens (Kommando C0600) verfährt der Antrieb das bewegliche Teil der Achse zunächst in die festgelegte Referenz-Anfahrrichtung (siehe S-0-0147). Es ist kein Schaltsignal zur Identifikation des Achsendes erforderlich!

Bezugspunktsuche bei nicht-abstandscodiertem Geber

Bei nicht-abstandscodiertem Geber fährt die Achse so weit, bis sie vom Festanschlag blockiert wird. Nachdem der Drehmoment-Istwert (S-0-0084) des Antriebs den eingestellten Drehmoment-Grenzwert (Minimum von S-0-0092 und S-0-0082 bzw. S-0-0092 und S-0-0083) überschritten hat und Stillstand des Antriebs erkannt wurde (**S-0-0331, Meldung n_ist = 0**), wechselt der Antrieb die Bewegungsrichtung; der Bezugspunkt wird durch das Auftreten des ersten Referenzmarkensignals festgelegt.

Bezugspunktsuche bei abstandscodiertem Geber

Bei abstandscodiertem Geber fährt die Achse nur dann auf den Festanschlag, wenn sich in der festgelegten Referenz-Anfahrrichtung vor der Blockierung keine oder nur eine abstandscodierte Referenzmarke befindet. Nach Erkennung der Blockierung (siehe vorheriger Absatz) kehrt der Antrieb die Bewegungsrichtung um und stellt über die nächsten beiden Referenzmarken die Achsposition bezüglich des Bezugspunktes fest.

Hinweis: Falls die Auswertung der Referenzmarken nicht aktiviert ist, wird der Bezugspunkt allein durch die Festanschlags-erkennung (S-0-0333, S-0-0331, s.o.) festgelegt!

Aktivierung der Achsblockier-erkennung (Festanschlag) für das Referenzieren

Die Auswertung der Referenzmarken und des Festanschlags als Zusatzeinrichtungen zum Referenzieren ist in den jeweils betreffenden Bits von **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** zu aktivieren. Die Auswertung des Referenzschalters und/oder des Fahrbereichs-Grenzschalters darf nicht gleichzeitig aktiviert sein!

Hinweis: Die Überwachung von Lagesollwert, Lageistwert und Beschleunigung ist während des Referenzierens abgeschaltet!

Hinweis: Falls Fahrbereichs-Grenzschalter zur hardware-seitigen Begrenzung des zulässigen Verfahrbereichs aktiviert sind, wird die Überwachung dieser Begrenzung während des Referenzierens deaktiviert!

Anforderungen an die Auswahl einer Referenzmarke

Wenn eine achsseitige Zusatzeinrichtung (ZE) wie Referenzschalter, Fahrbereichs-Grenzschalter oder ein Festanschlag am Achsende zur Auswahl eines Referenzmarkensignals (bei mehrfach über den Verfahrbereich auftretenden Signalen) verwendet werden soll, muss sichergestellt sein, dass immer dasselbe Referenzmarkensignal vom Regelgerät zur Lage-Erkennung des Bezugspunktes ausgewertet wird!

Die Betätigung des Referenzschalters oder des Fahrbereichs-Grenzschalters bzw. die Erkennung des Festanschlags wird vom Regelgerät mit einer systembedingten Lage-Ungenauigkeit erkannt. Diese Ungenauigkeit ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Einlesetakt des Digitaleingangs, über den der Referenzschalter oder der Fahrbereichs-Grenzschalters ausgewertet wird (entspricht dem Lagereglertakt bei Ausführung des Kommandos C0600, siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht")
- Lagereglertakt bei Verwendung eines Festanschlags bei Ausführung des Kommandos C0600 (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht")
- Geschwindigkeits-Istwert, mit dem die Achse während des Referenziervorgangs fährt

Innerhalb des Ungenauigkeitsbereichs der Lage-Erkennung darf keine Geber-Referenzmarke auftreten, da eine sicher reproduzierbare Erkennung des Bezugspunktes in diesem Bereich nicht möglich ist!

Abb. 8-20: Zweideutige Erkennung der Referenzmarken im Ungenauigkeitsbereich der Referenzschaltererkennung

Abb. 8-21: Zweideutige Erkennung der Referenzmarken im Ungenauigkeitsbereich der Fahrbereichs-Grenzschalter- bzw. Festanschlagserkennung

Abstandsüberwachung Schalterflanken- bzw. Festanschlagserkennung/ Referenzmarke

Wegen des Lage-Ungenauigkeitsbereichs der Schalterflanken- bzw. Festanschlagserkennung wird der Abstand zur Lage der nächsten Referenzmarke überwacht. Unterschreitet der Abstand einen bestimmten Wert, wird die Fehlermeldung **C0602 Abstand Referenzschalter-Referenzmarke fehlerhaft** generiert.

Abstandseinstufung	Abstand	Antriebsreaktion
Kritischer Abstand	< 0,25 * Referenzmarkenabstand	Abschaltung mit Meldung C0602
Optimaler Abstand	0,5 * Referenzmarkenabstand	---
Erlaubter Abstandsbereich	(0,25 … 0,75) * Referenzmarken-abstand	---

Abb. 8-22: Angaben zum Abstand von Schalterflanken- bzw. Festanschlagserkennung zur Referenzmarke

Abb. 8-23: Kritischer und optimaler Abstand von Schalterflanke und Referenzmarke am Beispiel des Referenzschalters

Zur Überwachung des Abstandes ist der optimale Abstand im Parameter **P-0-0153, Optimaler Abstand Referenzschalter-Referenzmarke** vorzugeben.

Hinweis: Bei Verwendung des Motorgebers der Rexroth-Motoren der Baureihen MHD, MKD, MKE, MSK, MSH, MAD und MAF wird der optimale Abstand automatisch intern berechnet. Der Wert für P-0-0153 ist im Default-Zustand zu belassen!

Vorgaben für die Werte von P-0-0153 zur Abstandsüberwachung zur nächsten Referenzmarke bei Schalterflanken- bzw. Festanschlagserkennung siehe separate Dokumentation "Parameterbeschreibung für IndraDrive-Regelgeräte"

Abstandskorrektur

Bei jedem Referenziervorgang mit Referenzschalter-, Fahrbereichs-Grenzschalter- oder Festanschlagserkennung sowie Referenzmarkenauswertung wird die Differenz des tatsächlichen Abstandes zur nächsten Referenzmarke zum optimalen Abstand überwacht. Diese Differenz wird im Parameter **S-0-0298, Verschiebung des Referenznockens** gespeichert. Zur optimalen Einstellung des Referenz- bzw. Fahrbereichs-Grenzschalters kann dieser mechanisch um den Wert von S-0-0298 verschoben werden.

Die Optimierung des Abstandes lässt sich auch ohne mechanische Verschiebung allein antriebsintern durchführen. Dabei verschiebt das Regelgerät die Aktivierung der Referenzmarkenauswertung nach Erkennung der Schalterflanke bzw. des Achsblockierens (Festanschlag) um den Wert im Parameter **S-0-0299, Referenzschalter-Offset**. Dazu ist der Wert von S-0-0298 in den Parameter S-0-0299 einzutragen.

Abb. 8-24: Wirkungsweise des Parameters S-0-0299 am Beispiel des Referenzschaltersignals

Abstandsüberwachung der Referenzmarkensignale

Der Lageabstand der Referenzmarkensignale wird während des Referenziervorgangs überwacht. Der zu erwartende Lageabstand für den Motorgeber bzw. externen Geber wird vom Regelgerät, abhängig von der Art des jeweils verwendeten Gebers und dem Wert von **P-0-0153, Optimaler Abstand Referenzschalter-Referenzmarke**, ermittelt. Dadurch kann erkannt werden:

- Parameterwerte für Referenzmarkenauswertung sind korrekt gesetzt

- oder -

- Referenzmarkensignale werden korrekt eingelesen

Hinweis: Der Parameter P-0-0153 bezieht sich auf den zu referenzierenden Geber entsprechend der Festlegung in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter**. Falls ein zweiter Geber zu referenzieren ist, der andere Werte in P-0-0153 erfordert, muss P-0-0153 vom Steuerungs-Master vor Start des Kommandos C0600 auf den jeweiligen Geber angepasst werden!

Antriebsgeführtes Referenzieren

Prinzipieller Ablauf "Suche des Bezugspunkts"

Nach Aktivierung von **S-0-0148, C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** verfährt der Antrieb die Achse zur Bezugspunktsuche entsprechend der in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** eingestellten Referenz-Anfahrrichtung. Hat das Regelgerät die Lage des Bezugspunktes erkannt, z.B. durch Referenzmarkenerkennung des in S-0-0147 ausgewählten Gebers, kann der Maßbezug der Lageistwerte zur Achse hergestellt werden.

Durch die Festlegung des für die vorhandene Achsausführung geeigneten Referenzierverfahrens (Einstellungen in S-0-0147) wird sichergestellt, dass sich die Achse bei der Bezugspunktsuche nur innerhalb des erlaubten Verfahrbereich bewegt!

Angaben zum Lageistwert nach dem Herstellen des Maßbezuges bei Motor- und externem Geber siehe Abschnitt "Allgemeines zum Herstellen des Maßbezuges" im gleichen Kapitel

Funktionsablauf "Antriebsgeführtes Referenzieren"

Sollwertprofil für den Referenziervorgang

Nach Aktivieren von **S-0-0148, C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** verfährt der Antrieb die Achse entsprechend der in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** eingestellten Referenz-Anfahrrichtung. Das vom Regelgerät erzeugte Sollwertprofil ist abhängig von:

- **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit**
- **S-0-0108, Feedrate-Override**
- **S-0-0042, Referenzfahr-Beschleunigung**

Sollwerte des Steuerungs-Masters werden während der Ausführung des Kommandos C0600 vom Regelgerät ignoriert!

Hinweis: Sollte der betreffende Geber bei Start des Kommandos C0600 bereits referenziert gewesen sein, wird zunächst die Referenz gelöscht!

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0403, Status Lageistwerte"

Referenzierbewegung

Beim Start des Kommandos C0600 sind zwei Situationen hinsichtlich der Ausgangslage einer translatorischen Achse zu unterscheiden. Der bewegliche Teil der Achse steht

- innerhalb des Verfahrbereichs, der Referenzschalter bzw. der Fahrbereichs-Grenzschalter ist nicht betätigt,

- oder -

- nahe dem Verfahrbereichsende, der Referenzschalter bzw. der Fahrbereichs-Grenzschalter ist betätigt, der ggf. zum Referenzieren genutzte Festanschlag ist fast erreicht.

Bei unbetätigtem Schalter bzw. noch nicht erreichtem Festanschlag bewegt der Antrieb die Achse in Referenz-Anfahrrichtung.

Bei bereits betätigtem Referenzschalter bewegt der Antrieb die Achse entgegen der Referenz-Anfahrrichtung.

Bei nicht-abstandscodierten Gebern dreht der Antrieb die Bewegungsrichtung zur Bezugspunktsuche wieder um, sobald der Referenzschalter als "unbetätigt" erkannt wird.

Bei abstandscodierten Gebern erfolgt nun die Bezugspunktsuche entgegen der festgelegten Referenz-Anfahrichtung.

Bei Nutzung eines Festanschlags zum Referenzieren erfolgt die Bezugspunktsuche, nachdem Achsblockierung erkannt wurde, immer entgegen der Referenz-Anfahrrichtung!

Ruckbegrenzung

Zusätzlich kann zur Begrenzung von Beschleunigungssprüngen eine Ruckbegrenzung aktiviert werden. Dies erfolgt durch die Eingabe in den Parameter **S-0-0349, Ruck-Grenzwert bipolar**.

Bewegungsbereich beim Referenzieren

Für den Vorgang der Bezugspunktsuche ist Achsbewegung erforderlich. Die zu erwartende Achsbewegung ist abhängig vom gewählten Mess-System und von der Position der Achse bei Start des antriebsgeführten Referenzierens (Informationen zur Achsbewegung siehe oben bei der Beschreibung der jeweiligen "Bezugspunkt-Identifikation durch …").

Maximale Geschwindigkeit

Die maximale Geschwindigkeit kann, wie bei allen antriebsgeführten Funktionen, mit einem Feedrate-Faktor direkt bei Ausführung des Referenziervorgangs beeinflusst werden. Die wirksame maximale Geschwindigkeit ergibt sich dabei aus dem Produkt der Werte von **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit** und **S-0-0108, Feedrate-Override**.

Stillsetzung

Nachdem das Regelgerät durch den Referenziervorgang den Bezugspunkt der Achse erkannt hat, wird auf achsbezogene Lageistwerte umgeschaltet. Anschließend setzt der Antrieb die Achse mit der Referenzfahrbeschleunigung (S-0-0042) still. Die Stillsetzung kann erfolgen als:

- "Halten"
  → nicht zielgerichtete, aber ggf. zeitlich kürzere, unmittelbare Abbremsbewegung

- oder -

- "Positionieren"
  → zielgerichtete Bewegung auf den Referenzpunkt (achsbezogener Wert von **S-0-0052, Referenzmaß 1/S-0-0054, Referenzmaß 2**), sofern sich der Referenzpunkt im erlaubten Verfahrbereich befindet

- oder -

- "Strecke fahren" (nur bei abstandscodiertem Geber möglich!)
  → Verfahren einer definierten Strecke (zweifacher Refenzmarken-abstand), auch wenn der Bezugspunkt bereits erkannt wurde

Die Art der Stillsetzung ("Positionieren", "Halten" oder "Strecke fahren") wird eingestellt in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter**.

S-0-0041: Referenzfahr-Geschwindigkeit
S-0-0042: Referenzfahr-Beschleunigung
S-0-0108: Feedrate-Override

Abb. 8-25: Sollwertprofil beim antriebsgeführtem Referenzieren bei konstantem Feedrate-Faktor und Stillsetzungsart "Positionieren"

Hinweis: Startet der Parameter **S-0-0108, Feedrate-Override** mit Null, wird die Warnung **E2055 Feedrate-Override S-0-0108 = 0** ausgegeben.

Aktionen der Steuerung bei antriebsgeführtem Referenzieren

Starten des Kommandos C0600

Der Steuerungs-Master startet das Kommando durch Beschreiben des Parameters **S-0-0148, C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren**. Das Kommando muss gesetzt und freigegeben werden. Die Kommandoquittung ist aus dem Datenstatus desselben Parameters zu entnehmen. Die Kommandoausführung ist beendet, wenn das Kommando-Änderungsbit im Parameter **S-0-0135, Antriebs-Status** gesetzt ist und die Quittung von "In Bearbeitung" nach "Kommando ausgeführt" oder nach "Kommandofehler" wechselt.

Unterbrechen des Kommandos C0600

Wird das Kommando während seiner Ausführung vom Steuerungs-Master unterbrochen, reagiert der Antrieb durch Aktivierung der Funktion "Antrieb Halt". Mit Aufheben der Unterbrechung wird die Kommandoausführung fortgesetzt.

Siehe auch "Antrieb Halt" im gleichen Kapitel

Beenden des Kommandos C0600

Wenn der Steuerungs-Master den Antrieb nach Rücksetzen des Kommandos C0600 in Lageregelung betreiben will, muss er den antriebsinternen Lagesollwert aus **P-0-0047, Lage-Sollwert-Steuerung** auslesen und als Lagesollwert vorgeben. Durch das Rücksetzen des Kommandos übernimmt der Steuerungs-Master die Achse, ohne dass ein Ruck oder ein Lageversatz auftritt.

NC-geführtes Referenzieren

Ablauf des NC-geführten Referenzierens

Beim NC-geführten Referenzieren steuert der Master (NC-Steuerung) die Referenzierbewegung zur Suche des Bezugspunktes der Achse. Hierzu aktiviert der Master den Parameter

- **S-0-0146, C4300 Kommando NC-geführtes Referenzieren**

und gibt den Sollwert für die Achsbewegung vor, entsprechend der aktiven Betriebsart.

Wenn der Antrieb den Bezugspunkt erkannt hat, teilt er dies dem Master mit und speichert die Position des Bezugspunkts ab. Daraufhin beendet der Master die Ausführung des Kommandos C4300 und aktiviert anschließend den Parameter

- **S-0-0171, C4400 Kommando Verschiebung berechnen**.

Nun wird im Antriebsregelgerät die erforderliche Verschiebung der Lageistwerte berechnet, um den Bezug des Lageistwerts zum Achsnullpunkt herstellen zu können.

Wenn die zum Herstellen des Maßbezugs erforderliche Verschiebung des Lageistwerts ermittelt ist, beendet der Master die Ausführung des Kommandos C4400 und aktiviert danach den Parameter

- **S-0-0172, C4500 Kommando Verschiebung ins Referenzsystem**.

Jetzt wird antriebsintern der Lageistwert um den berechneten Verschiebungsbetrag geändert und dadurch der Bezug des Lageistwerts zum Achsnullpunkt hergestellt. Der Master muss seine Sollwertvorgabe an den veränderten Lageistwert anpassen, bevor er das NC-geführte Referenzieren durch Deaktivierung von C4500 beendet.

Funktionsablauf "NC-geführtes Referenzieren"

Suche des Bezugspunkts, prinzipieller Ablauf

Nachdem der Master das NC-geführte Referenzieren durch Aktivierung des Parameters **S-0-0146, C4300 Kommando NC-geführtes Referenzieren** gestartet hat, muss er dem Antrieb einen Sollwert für die Achsbewegung zur Identifikation des Bezugspunktes vorgeben.

Der Bezugspunkt kann bei nicht-abstandscodierten Gebern nur identifiziert werden, wenn masterseitig **S-0-0407, Referenzfreigabe** gesetzt ist. Falls ein Referenzschalter am Antriebsregelgerät angeschlossen ist (Festlegung im Parameter S-0-0147), muss er zudem als "betätigt" erkannt werden. Bei abstandscodiertem Geber ist die masterseitige Referenzfreigabe (S-0-0407) nicht erforderlich, da der Bezugspunkt durch beliebige benachbarte Referenzmarken eindeutig identifiziert werden kann.

Näheres zur Suche des Bezugspunkts beim NC-geführten Referenzieren siehe Abschnitt oben "Bezugspunkt-Identifikation durch Referenzmarke und Referenzschalter"!

Wenn der Antrieb den Bezugspunkt des in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** ausgewählten Gebers gefunden hat, wird dies im Parameter **S-0-0408, Referenzmarke erfasst** angezeigt. Die Position des Bezugspunktes bzw. der erkannten Referenzmarken wird festgehalten:

- Bei nicht-abstandscodiertem Geber wird die erkannte Bezugsposition im Parameter **S-0-0173, Markerposition A** gespeichert.

- Bei abstandscodiertem Geber wird die erste erkannte Referenzmarke im Parameter **S-0-0173, Markerposition A**, die zweite im Parameter **S-0-0174, Markerposition B** gespeichert.

Für den ordnungsgemäßen, zeitoptimalen Ablauf der Ausführung des Kommandos C4300 sind folgende Zuweisungen erforderlich:

- Bit "Referenzfreigabe"(S-0-0407) in Echtzeit-Steuerbit von **S-0-0134, Master-Steuerwort**
- Bit "Referenzmarke erfasst" (S-0-0408) in Echtzeit-Statusbit von **S-0-0135, Antriebs-Status**

Wenn das Bit "Referenzmarke erfasst" (S-0-0408) gesetzt ist, kann der Master die Ausführung des Kommandos C4600 beenden.

Antriebseitige Berechnung der Lageistwertverschiebung für Nullpunktbezug

Durch masterseitige Aktivierung des Parameters **S-0-0171, C4400 Kommando Verschiebung berechnen** wird die Lageistwertverschiebung für den in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** ausgewählten Geber berechnet.

Grundlage für die Verschiebungsberechnung ist:

- Bei nicht-abstandscodierten Gebern der nicht-referenzierte Lageistwert am Bezugspunkt (S-0-0173) und die Werte von Referenzmaß 1/2 (S-0-0052/S-0-0054) und Referenzmaß-Offset 1/2 (S-0-0150/S-0-0151).
- Bei abstandscodierten Gebern die nicht-referenzierten Lageistwerte der erkannten Referenzmarken (S-0-0173 und S-0-0174) und die Werte von **S-0-0177, Absolutmaß-Offset 1** (Motorgeber) bzw. **S-0-0178, Absolutmaß-Offset 2** (externer Geber).

Der berechnete Verschiebungswert wird angezeigt in

- **S-0-0175, Verschiebungsparameter 1** (Motorgeber)

- oder -

- **S-0-0176, Verschiebungsparameter 2** (externer Geber).

Wenn die erforderliche Verschiebung des Lageistwerts ermittelt ist, kann der Master die Ausführung des Kommandos C4400 beenden.

Hinweis: Die Verschiebung könnte auch masterseitig berechnet und direkt über die Parameter S-0-0175 bzw. S-0-0176 dem Antrieb vorgeben werden. Die Ausführung des Kommandos C4400 wäre dann nicht erforderlich!

Verschiebung des Lageistwerts für Nullpunktbezug

Zur Umschaltung der Lageistwerte auf Achsbezug aktiviert der Master jetzt den Parameter **S-0-0172, C4500 Kommando Verschiebung ins Referenzsystem**. Hierdurch wird die Verschiebung des Lageistwerts für den in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** ausgewählten Geber durchgeführt.

Der errechnete Verschiebungswert (S-0-0175 bzw. S-0-0176) wird nun zum nicht-referenzierten Lageistwert aufaddiert; der neue Lageistwert angezeigt in:

- **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1**

- oder -

- **S-0-0053, Lage-Istwert Geber 2**.

Der Referenzierstatus der am Antrieb angeschlossenen Geber wird auch im Parameter **S-0-0403, Status Lageistwerte** angezeigt. Hierüber erkennt der Master, wann der Lagesollwert auf Achsbezug umzustellen ist. Die erfolgte Umstellung auf referenzierten Lagesollwert wird vom Master im Parameter **S-0-0404, Status Lagesollwerte** dem Antrieb angezeigt. Daraufhin zeigt der Antrieb die Ausführung des Kommandos

C4500 als beendet an und der Master kann seinerseits die Kommando-ausführung von C4500 beenden.

Für die ordnungsgemäße, zeitoptimale Ausführung des Kommandos C4500 sind folgende Zuweisungen erforderlich:

- Status-Lagesollwert-Bit (S-0-0404) in Echtzeit-Steuerbit von **S-0-0134, Master-Steuerwort**
- Status-Referenzgeber-Bit (S-0-0403) in Echtzeit-Statusbit von **S-0-0135, Antriebs-Status**

Angaben zum Lageistwert nach dem Herstellen des Maßbezuges bei Motor- und externem Geber siehe Abschnitt "Allgemeines zum Herstellen des Maßbezuges" im gleichen Kapitel

Inbetriebnahmehinweise

Inbetriebnahmehinweise, allgemein

Siehe auch "Inbetriebnahmehinweise" im Abschnitt "Allgemeines zum Herstellen des Maßbezuges"

Einstellungen für angeschlossene Geber

Die erforderlichen Einstellungen bezüglich der verwendeten Geber müssen erfolgt sein, damit das Herstellen des Maßbezuges möglich ist.

Siehe auch Inbetriebnahmehinweise zu "Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Bei Mess-Systemen mit abstandscodierten Referenzmarken siehe auch Inbetriebnahmehinweise zu "Relative Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Allgemeine Festlegungen für antriebsgeführtes Referenzieren

In **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** sind grundsätzliche Festlegungen zur Geberauswahl und zur Nutzung von achsseitigen Zusatzeinrichtungen zu treffen:

- Auswahl des zu referenzierenden Gebers
  Hier wird ausgewählt, welcher der angeschlossenen Geber referenziert werden soll.
- Aktivierung/Deaktivierung der Referenzmarkenauswertung
  Hier wird ausgewählt, ob der Bezugspunkt durch eine Geberreferenz-marke bzw. durch zwei benachbarte Geberreferenzmarken (abstandscodierte Geber) festgelegt wird (wählbar bei antriebsgeführtem Referenzieren, automatisch aktiv bei NC-geführtem Referenzieren).
- Festlegungen zur Nutzung einer achsseitigen Zusatzeinrichtung für die Bezugspunkt-Identifikation:
  - Referenzschalter

  - oder -

  - Fahrbereichs-Grenzschalter als Ersatz für Referenzschalter (optional bei antriebsgeführtem Referenzieren, nicht möglich bei NC-geführtem Referenzieren)

  - oder -

  - Aktivierung der Erkennung der Achsblockierung bei Fahren auf Festanschlag (optional bei antriebsgeführtem Referenzieren, nicht möglich bei NC-geführtem Referenzieren)

Festlegungen für achsseitige Zusatzeinrichtungen (falls vorhanden)

Je nach Einsatz von achsseitigen Zusatzeinrichtungen sind weitere Festlegungen und Einstellungen zu treffen.

Referenzschalter:

- Aktivierung der Referenzschalterauswertung in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter**
- Festlegung zur Flankenauswertung des Referenzschaltersignals in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter**

Fahrbereichs-Grenzschalter:

- Aktivierung der Auswertung von Fahrbereichs-Grenzschaltern in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter**
- Festlegung des Schaltverhaltens in **P-0-0090, Fahrbereichsgrenz-schalter-Parameter**

Erkennung der Achsblockierung (Festanschlag):

- Festlegung der Drehmoment-/Kraftschwelle für die Blockiererkennung im Parameter **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar** bzw. **S-0-0082, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert positiv** oder **S-0-0083, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert negativ**
- Festlegung der Stillstandsschwelle für die Blockiererkennung in **S-0-0124, Stillstandsfenster**

Abstandsüberwachung der Referenzmarkensignale

Bei aktiver Referenzmarkenauswertung (obligatorisch bei NC-geführtem Referenzieren, optional bei antriebsgeführtem Referenzieren) sind in den Parameter **P-0-0153, Optimaler Abstand Referenzschalter-Referenzmarke** geberspezifische Werte für die Überwachung der Referenzmarkensignale einzutragen. Die Überwachung findet während des Referenziervorgangs statt (siehe Parameterbeschreibung).

WARNUNG

Sachschäden an der Anlage durch falsch festgelegte Referenzschalterflanke!

⇒ Sicherstellen, dass die Referenzschalterflanke richtig festgelegt ist und sich innerhalb des Verfahrbereichs befindet!

Abstandkontrolle Referenzschalterflanke-Verfahrbereichsgrenze

Bei Referenzschalterauswertung ist zunächst zu kontrollieren, ob der Mindestabstand der Referenzschalterflanke zur Verfahrbereichsgrenze eingehalten ist:

- Schaltpunkt des Referenzschalters suchen, z.B. durch Tippen der Achse auf den Schaltnocken; Kontrolle des Schaltzustands in **S-0-0400, Referenzschalter**; Lageistwert (S-0-0051/S-0-0053) festhalten
- Achse auf die Verfahrbereichsgrenze tippen, Lageistwert S-0-0051/S-0-0053) festhalten

Der Mindestabstand ist auf Grundlage der für den Referenziervorgang geplanten Werte für Geschwindigkeit und Beschleunigung zu berechnen (siehe auch Abschnitt oben "Bezugspunkt-Identifikation durch Referenz-marke und Referenzschalter"):

- bei antriebsgeführtem Referenzieren den Mindestabstand ermitteln mit **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit** und **S-0-0042, Referenzfahr-Beschleunigung**
- bei NC-geführtem Referenzieren den Mindestabstand unter Berücksichtigung der Referenziergeschwindigkeit und Referenzier-beschleunigung des Masters ermitteln

Rexroth Bosch Group

Falls der Abstand der Referenzschalterflanke zur Verfahrbereichsgrenze kleiner ist als der errechnete Mindestabstand, ist der Referenzschalter mechanisch auf den entsprechenden Abstand zu bringen!

Prüfung und ggf. Korrektur des Abstands zur Referenzmarke

Bei Nutzung von achsseitigen Zusatzeinrichtungen (optional) wie Referenzschalter, Fahrbereichs-Grenzschalter oder Festanschlag (Festlegung in Parameter S-0-0147) ist zu prüfen, ob der Abstand Schalterflanke–Referenzmarke bzw. Festanschlag–Referenzmarke im erlaubten Bereich liegt.

Vorgehensweise zur Abstandsprüfung:

- Voreinstellungen zur Aktivierung der Referenzmarken, zur Nutzung von achsseitigen Zusatzeinrichtungen und zur Geberauswahl in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** treffen
- Festlegungen für die ggf. jeweils genutzte achsseitige Zusatzeinrichtung treffen (s.o.)
- Prüfen, ob geberspezifischer Wert im Parameter **P-0-0153, Optimaler Abstand Referenzschalter-Referenzmarke** eingetragen ist

Hinweis: Der Wert im Parameter P-0-0153 bezieht sich auf den zu referenzierenden Geber nach der Festlegung im Parameter S-0-0147. Falls ein zweiter Geber zu referenzieren ist, der andere Werte in P-0-0153 erfordert, muss dieser Parameter vor Start des Kommandos C0600 auf den jeweils zu referenzierenden Geber angepasst werden!

- Ausführung des antriebsgeführten Referenzierens (Kommando C0600) mit **S-0-0299, Referenzschalter-Offset** = 0 und Einstellung "Halten" im Parameter S-0-0147.
  Ist der Abstand im erlaubten Bereich (0,25…0,75 * (2 * P-0-0153)), erzeugt der Antrieb nach Stillstand keine diesbezügliche Fehlermeldung.

Falls die Meldung **C0602 Abstand Referenzschalter-Referenzmarke fehlerhaft** generiert wird, muss der Abstand korrigiert werden:

1. Wert aus Parameter **S-0-0298, Verschiebung des Referenznockens** in den Parameter **S-0-0299, Referenzschalter-Offset** eintragen
2. Überprüfung: Beim erneuten Referenzieren sollte für Parameter S-0-0298 der Wert "0" angezeigt werden.

Inbetriebnahmehinweise "Antriebsgeführtes Referenzieren"

Einstellungen für die Referenzierbewegung

Für die antriebsgeführte Referenzierbewegung sind Einstellungen zur Kinematik zu treffen:

- **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit**
- **S-0-0042, Referenzfahr-Beschleunigung**

Festlegungen für das antriebsgeführte Referenzieren

In **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** sind neben allgemeinen Festlegungen weitere Einstellungen für das antriebsgeführte Referenzieren zu treffen:

- Referenz-Anfahrrichtung
  Festlegung der Bewegungsrichtung, in der die Bezugspunktsuche erfolgt, sofern die Achse nicht am Achsende steht
- Aktivierung/Deaktivierung der Referenzmarkenauswertung
  Festlegung, ob Bezugspunkt durch eine Geberreferenzmarke oder durch zwei benachbarte (abstandscodierte Geber) Geberreferenzmarken bestimmt wird

- Festlegungen zur Nutzung einer achsseitigen Zusatzeinrichtung für die Bezugspunkt-Identifikation:
  - Verwendung eines Referenzschalter und Vereinbarung zur Flankenauswertung des Referenzschaltersignals

  - oder -
  - Verwendung eines Fahrbereichsgrenzschalters als Referenzschalterersatz

  - oder -
  - Aktivierung der Blockiererkennung bei Fahren auf Festanschlag

Hinweis: Es darf nur eine der möglichen achsseitigen Zusatzeinrichtungen für das antriebsgeführte Referenzieren ausgewählt werden!

- Festlegungen zum Stillsetzen der Achse nach der Bezugspunkterkennung ("Halten", "Positionieren" oder "Strecke fahren")

Achsbezogene Einstellungen für das Herstellen des Maßbezugs

Abhängig von der Art der Referenzmarken des Gebers sind die achsbezogenen Parameter-Einstellungen für das Herstellen des Maßbezugs in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

Inbetriebnahmehinweise für antriebsgeführtes Referenzieren bei relativem Geber (Referenzmarken nicht abstandscodiert)

Einstellungen für achsseitigen Maßbezug der Lageistwerte

Zum Herstellen des Maßbezuges eines Gebers (nach Gruppe 1, 2, 3) zur Achse müssen der Abstand des antriebsseitig identifizierten Bezugspunktes gegenüber dem Referenzpunkt der Achse und die Lage des Referenzpunkts gegenüber dem Achsnullpunkt eingegeben werden.

Dazu sind folgende Schritte durchzuführen:

1. Folgende Parameter zunächst auf den Wert "0" setzen:
   - **S-0-0052, Referenzmaß 1/S-0-0054, Referenzmaß 2**
   - **S-0-0150, Referenzmaß Offset1/S-0-0151, Referenzmaß Offset2**
2. Falls Geberreferenzmarken nicht ausgewertet werden sollen, entsprechende Einstellungen in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** treffen (Defaulteinstellung: Geberreferenzmarken werden ausgewertet!).
3. Bei Erstinbetriebnahme die Parameter für den Referenziervorgang auf kleine Werte stellen:
   - **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit** (z.B. 10 rpm)
   - **S-0-0042, Referenzfahr-Beschleunigung** (z.B. 10 rad/s^2)
4. Ausführung von **C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** (S-0-0148)

VORSICHT

Sachschäden durch sprunghafte Änderung des Lageistwerts möglich!

⇒ Mit Löschen des Kommandos wird die ursprüngliche Betriebsart wieder aktiv. Ist z.B. die Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" eingestellt, fährt der Antrieb sofort die Position entsprechend des Wertes im Parameter **S-0-0258, Zielposition** an. Geänderten Lageistwert beachten!

Rexroth Bosch Group

Achsnullpunkt und Bezugspunkt

Nach Ausführung des Kommandos befindet sich der Achsnullpunkt an derselben Achsposition wie der Bezugspunkt, da das Referenzmaß (S-0-0052/S-0-0054) und der Referenzmaß-Offset (S-0-0150/S-0-0151) auf den Wert "0" gesetzt wurden. Der Lageistwert im Parameter **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1** bzw. **S-0-0053, Lage-Istwert Geber 2** hat nun absoluten Bezug zu diesem vorläufigen Achsnullpunkt.

Einstellungen für den Referenzpunkt

Der Referenzpunkt hat üblicherweise einen achsseitig festgelegten, auf den Achsnullpunkt bezogenen Lageistwert. Im Idealfall hat der antriebsseitig identifizierte Bezugspunkt dieselbe Lage wie der Referenzpunkt. Da die Lage des Bezugspunktes von der Anbausituation des Gebers jedoch maßgeblich beeinflusst wird, sind Bezugs- und Referenzpunkt verschieden. In den Parameter für Referenzmaß-Offset 1 bzw. Referenzmaß-Offset 2 wird der Abstand zwischen Bezugs- und Referenzpunkt für den Motorgeber bzw. externen Geber eingetragen.

Zur Bestimmung des Referenzmaß-Offsets sind, ausgehend vom Ausgangszustand nach der vorgeschlagenen Identifikation des Bezugspunktes, folgende Schritte durchzuführen:

- Achse auf den festgelegten Referenzpunkt tippen und den dort angezeigten Lageistwert mit gleichem Vorzeichen in Parameter **S-0-0150, Referenzmaß Offset 1** bzw. **S-0-0151, Referenzmaß Offset 2** eintragen.

Um den Lagebezug zum realen Achsnullpunkt herzustellen, ist der gewünschte achsbezogene Lageistwert des Referenzpunktes in den Parameter **S-0-0052, Referenzmaß 1** bzw. **S-0-0054, Referenzmaß 2** einzutragen. Dies kann direkt durch die Eingabe des achsseitig definierten Wertes geschehen, wenn dieser bekannt ist. Falls nicht, muss der achsbezogene Lageistwert des Referenzpunktes ermittelt werden:

- Achse auf den gewünschten Achsnullpunkt tippen. Der angezeigte Lageistwert ist mit umgekehrtem Vorzeichen in den betreffenden Referenzmaß-Parameter einzutragen.

- oder -

- Tippen der Achse auf Lageistwert = 0; die Achse steht somit auf dem Referenzpunkt. Die achsbezogene Lage des Referenzpunktes lässt sich durch Messung des Abstandes zwischen aktueller Position und dem festgelegten Achsnullpunkt ermitteln. Der gemessene Abstand ist als achsbezogener Lageistwert für den Referenzpunkt vorzeichenrichtig in den betreffenden Referenzmaß-Parameter einzutragen.

Nach erneuter Ausführung des Kommandos C0600 (Kommando "Antriebsgeführtes Referenzieren") beziehen sich die Lageistwerte auf den Achsnullpunkt.

Einstellungen für antriebsgeführte Referenzierbewegung

Die für die Erstinbetriebnahme reduzierten Parameterwerte auf ihre endgültigen Werte setzen:

- **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit**
- **S-0-0042, Referenzfahr-Beschleunigung**

Zur Kontrolle das Kommando **C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** nochmals ausführen!

Das Antriebsgeführte Referenzieren kann bei nicht-abstandscodiertem Geber mit "Halten" oder "Positionieren" beendet werden:

"Halten" nach Erkennen des Bezugspunktes

Ist in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** die Einstellung "Halten" nach Erkennen des Bezugspunktes vorgenommen (Default-Einstellung), hält der Antrieb die Achse nach Erkennen des Bezugspunkts an.

"Positionieren" nach Erkennen des Bezugspunktes

Soll die Achse nach Erkennen des Bezugspunktes auf den Referenzpunkt des im Parameter S-0-0147 ausgewählten Gebers positionieren, ist dies ebenfalls im Parameter S-0-0147 festzulegen. Die Position kann über **S-0-0052, Referenzmaß 1** bzw. **S-0-0054, Referenzmaß 2** vorgegeben werden.

VORSICHT

Sachschäden an der Anlage möglich, falls der Referenzpunkt außerhalb des erlaubten Verfahrbereichs liegt und die Lagebegrenzung noch nicht aktiviert ist!

⇒ Sicherstellen, dass der Referenzpunkt innerhalb des Verfahrbereiches liegt und Lagebegrenzung aktivieren!

Inbetriebnahmehinweise für antriebsgeführtes Referenzieren bei relativem Geber mit abstandscodierten Referenzmarken

Einstellungen für achsseitigen Maßbezug der Lageistwerte

Zum Herstellen des Maßbezuges eines Gebers mit abstandscodierten Referenzmarken zur Achse muss die Lage des Achsnullpunktes bezogen auf den geberseitig definierten Bezugspunkt (Gebernullpunkt) eingegeben werden in:

- **S-0-0177, Absolutmaß-Offset 1** (Motorgeber)
- **S-0-0178, Absolutmaß-Offset 2** (externer Geber)

Dazu sind folgende Schritte durchzuführen:

1. Die Parameter für Absolutmaß-Offset (s.o.) zunächst auf den Wert "0" setzen:
2. Bei der Erstinbetriebnahme die Parameter für den Referenzier-vorgang auf kleine Werte stellen:
   - **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit** (z.B. 10 rpm)
   - **S-0-0042, Referenzfahr-Beschleunigung** (z.B. 10 rad/s²)
3. Ausführung von **C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** (S-0-0148)

VORSICHT

Sachschäden durch sprunghafte Änderung des Lageistwerts möglich!

⇒ Mit Löschen des Kommandos wird die ursprüngliche Betriebsart wieder aktiv. Ist z.B. die Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" eingestellt, fährt der Antrieb sofort den Wert in **S-0-0258, Zielposition** an. Geänderten Lageistwert beachten!

Achsnullpunkt und Bezugspunkt

Nach Ausführung des Kommandos befindet sich der Achsnullpunkt an derselben Achsposition wie der Bezugspunkt, da der Absolutmaß-Offset (S-0-0177/S-0-0178) auf den Wert "0" gesetzt wurde. Der Lageistwert in **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1** bzw. **S-0-0053, Lage-Istwert Geber 2** hat nun absoluten Bezug zu diesem vorläufigen Achsnullpunkt.

Einstellungen für den Achsnullpunkt

Ein ggf. vorhandener achsseitiger Referenzpunkt wird zum Herstellen des Maßbezuges bei abstandscodierten Mess-Systemen nicht genutzt. Um den Lagebezug zum realen Achsnullpunkt herzustellen, ist der gewünschte achsbezogene Lageistwert des Bezugspunktes (Gebernullpunkt) in den Parameter **S-0-0177, Absolutmaß-Offset 1** bzw. **S-0-0178, Absolutmaß-Offset 2** einzutragen. Der achsbezogene Lageistwert des Bezugspunkts ist zu ermitteln:

- Achse auf den gewünschten Achsnullpunkt tippen. Der angezeigte Lageistwert ist mit **umgekehrtem** Vorzeichen in den betreffenden Absolutmaß-Offset-Parameter einzutragen.

- oder -

- Tippen der Achse auf Lage-Istwert = 0. Die Achse steht somit auf dem Bezugspunkt. Die achsbezogene Lage des Bezugspunktes lässt sich

Rexroth Bosch Group

durch Messung des Abstandes zwischen aktueller Position und dem festgelegtem Achsnullpunkt ermitteln. Der gemessene Abstand ist als achsbezogener Lageistwert für den Bezugspunkt vorzeichenrichtig in den betreffenden Absolutmaß-Offset-Parameter einzutragen.

Nach erneuter Ausführung von **C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** (S-0-0148) beziehen sich die Lageistwerte auf den Achsnullpunkt.

Einstellungen für antriebsgeführte Referenzierbewegung

Die für die Erstinbetriebnahme reduzierten Parameterwerte auf ihre endgültigen Werte setzen:

- **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit**
- **S-0-0042, Referenzfahr-Beschleunigung**

Zur Kontrolle das **C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** nochmals ausführen!

Hinweis: Die Bewegungsrichtung beim Referenzieren von abstandscodierten Mess-Systemen kann entgegen der im Parameter S-0-0147 gewählten Referenz-Anfahrrichtung sein, falls die Achse im "Betätigt"-Bereich des Referenzschalters steht!

Das antriebsgeführte Referenzieren kann bei abstandscodiertem Geber mit "Halten", "Positionieren" oder "Strecke fahren" beendet werden:

"Halten" am Ende des Referenziervorgangs

Ist in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** die Einstellung "Halten" vorgenommen (Default-Einstellung), hält der Antrieb die Achse an, sobald das Regelgerät zwei benachbarte Referenzmarken erkannt hat. Der Bewegungsbereich der Achse ist, abhängig von der Ausgangsposition, der ein- bis zweifache Referenzmarkenabstand (S-0-0165).

"Positionieren" am Ende des Referenziervorgangs

Soll die Achse nach Erkennen des Bezugspunktes auf den Referenzpunkt des im Parameter S-0-0147 ausgewählten Gebers positionieren, ist dies ebenfalls im Parameter S-0-0147 festzulegen. Die Position kann über **S-0-0052, Referenzmaß 1** bzw. **S-0-0054, Referenzmaß 2** vorgegeben werden.

Hinweis: Beim Referenzieren von abstandscodierten Gebern hat der Wert in S-0-0052/S-0-0054 keine Bedeutung für das Herstellen des Maßbezuges! Hier kann er ggf. nur zur Vorgabe einer Referenzier-Zielposition genutzt werden.

VORSICHT

Sachschäden an der Anlage möglich, falls der Referenzpunkt außerhalb des erlaubten Verfahrbereichs liegt und die Lagebegrenzung noch nicht aktiviert ist!

⇒ Sicherstellen, dass der Referenzpunkt innerhalb des Verfahrbereiches liegt und die Lagebegrenzung aktivieren!

"Strecke fahren" beim Referenziervorgang

Ist in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** die Einstellung "Strecke fahren beim Referenziervorgang" vorgenommen, beträgt der Bewegungsbereich der Achse immer der doppelte Referenzmarkenabstand (S-0-0165) zuzüglich dem Bremsweg zum Stillsetzen der Achse. Dadurch kann das Regelgerät immer zwei benachbarte Referenzmarken erkennen, was zum Herstellen des Maßbezuges erforderlich ist.

Hinweis: "Strecke fahren" unterstützt das Referenzieren von Gantry-Achsen, wenn bei beiden Achsen abstandscodierte Geber verwendet werden!

Prüfung der Verfahrbereichsende-Erkennung

Bei linearen Achsen mit abstandscodiertem Mess-System ist ein Referenzschalter zur Erkennung des Verfahrbereichsendes beim Referenziervorgang erforderlich. Ist der Referenzschalter bei Start des Kommandos C0600 betätigt, muss sich der Achsschlitten zum Herstellen des Maßbezugs entgegen der in S-0-0147 gewählten Referenz-Anfahrrichtung bewegen.

Der Signalzustand des Referenzschalters wird im Parameter **S-0-0400, Referenzschalter** angezeigt.

Vorgehensweise zur Prüfung der Erkennung des Verfahrbereichsendes:

- Achse in den "Betätigt"-Bereich des Referenzschalters verfahren
- Kommando C0600 starten
  → Die Achse muss sich jetzt entgegen der Referenz-Anfahrrichtung bewegen bis der Maßbezug hergestellt ist.

Inbetriebnahmehinweise "NC-geführtes Referenzieren"

Festlegungen für NC-geführtes Referenzieren

In **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** sind außer allgemeinen Festlegungen (Geberauswahl, "Betätigt"-Signal des Referenzschalters) weitere Einstellungen speziell für das NC-geführte Referenzieren zu treffen:

- Festlegung, ob der Referenzschalter am Antrieb oder am Master (NC-Steuerung) angeschlossen ist
- Festlegung für die Aktivierung der Bezugspunkterkennung:
  - masterseitige Referenzfreigabe

  - oder -

  - masterseitige Referenzfreigabe und das "Betätigt"-Signal des Referenzschalters (hierfür muss Referenzschalter am Antrieb angeschlossen sein)

Achsbezogene Einstellungen für Herstellen des Maßbezugs

Folgende achsbezogenen Parameterwerte müssen bei relativen, nicht-abstandscodierten Mess-System bestimmt werden:

- **S-0-0052, Referenzmaß 1**
- **S-0-0054, Referenzmaß 2**
- **S-0-0150, Referenzmaß Offset 1**
- **S-0-0151, Referenzmaß Offset 2**

Folgende achsbezogenen Parameterwerte müssen bei relativen, abstandscodierten Mess-System bestimmt werden:

- **S-0-0177, Absolutmaß-Offset 1**
- **S-0-0178, Absolutmaß-Offset 2**

Abhängig von der Art der Referenzmarken des Gebers sind die achsbezogenen Parameter-Einstellungen für das Herstellen des Maßbezugs in folgenden Abschnitten erläutert:

- "Inbetriebnahmehinweise für Antriebsgeführtes Referenzieren bei relativem Geber (Referenzmarken nicht abstandscodiert)", (siehe oben)
- "Inbetriebnahmehinweise für Antriebsgeführtes Referenzieren bei relativem Geber mit abstandscodierten Referenzmarken" (siehe oben)

Hinweis: Die achsbezogenen Einstellungen für das Herstellen des Maßbezugs sind für antriebs- und NC-geführtes Referenzieren grundsätzlich gleich! Zur Bestimmung der achsbezogenen Parameterwerte ist die Nutzung des Antriebsgeführten Referenzierens vorteilhaft!

Suche des Bezugspunktes

Der Master startet **C4300 Kommando NC-geführtes Referenzieren** (S-0-0146) und gibt den Sollwert für die Referenzierbewegung vor.

Bezugspunkt-Erkennung erfolgt wenn:

- Referenzfreigabe (S-0-0407) ist gesetzt

- oder -

- **S-0-0407, Referenzfreigabe** ist gesetzt und der Referenzschalter im Zustand "betätigt" (S-0-0400)

Bei nicht-abstandscodiertem Geber wird die nicht-referenzierte Lage des erfassten Bezugspunktes festgehalten in:

- **S-0-0173, Markerposition A**

Bei abstandscodiertem Geber wird die nicht-referenzierte Lage der erfassten Refenzmarken festgehalten in:

- **S-0-0173 Markerposition A**
  (erste erfasste abstandscodierte Referenzmarke)
- **S-0-0174 Markerposition B**
  (zweite erfasste abstandscodierte Referenzmarke)

Wenn der Bezugspunkt erfasst ist, wird dies durch ein Bit im Parameter **S-0-0408, Referenzmarke erfasst** angezeigt und der Master beendet daraufhin die Ausführung des Kommandos C4300.

Antriebseitige Berechnung der Lageistwertverschiebung für Nullpunktbezug

Der Master startet **C4400 Kommando Verschiebung berechnen** (S-0-0171).

Der berechnete Verschiebungswert wird in folgenden Parametern angezeigt:

- **S-0-0175, Verschiebungsparameter 1** (Motorgeber)
- **S-0-0176, Verschiebungsparameter 2** (externer Geber)

Wenn die erforderliche Verschiebung des Lageistwerts ermittelt ist, beendet der Master die Ausführung des Kommandos C4400.

Hinweis: Die Verschiebung kann auch masterseitig berechnet und direkt über S-0-0175 bzw. S-0-0176 dem Antrieb vorgeben werden. Die Ausführung des Antriebskommandos C4400 ist dann nicht erforderlich!

Lageistwertverschiebung für Nullpunktbezug

Der Master startet **C4500 Kommando Verschiebung ins Referenzsystem** (S-0-0172).

Der errechnete Verschiebungswert (S-0-0175 bzw. S-0-0176) wird nun zum nicht-referenzierten Lageistwert aufaddiert, der neue Lageistwert in folgenden Parametern angezeigt:

- **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1**
- **S-0-0053, Lage-Istwert Geber 2**.

Die Lageistwerte ändern sich damit von einem nicht-referenzierten auf einen referenzierten Wert, da der jeweilige Verschiebungswert eingerechnet ist.

Wenn die Referenz des im Parameter S-0-0147 ausgewählten Gebers in **S-0-0403, Status Lageistwerte** angezeigt wird, ändert der Master den Lagesollwert vom nicht-referenzierten Wert auf den referenzieren Wert:

- **P-0-0047, Lage-Sollwert-Steuerung**

Der Master zeigt gleichzeitig den nun referenzierten Status des Lagesollwertes im Parameter **S-0-0404, Status Lagesollwerte** dem Antrieb an und beendet die Ausführung des Kommandos C4500.

Mögliche Fehlermeldungen bei antriebsgeführtem Referenzieren

Während der Ausführung des Kommandos C0600 können folgende Kommandofehler auftreten:

- **C0601 Referenzieren nur mit Antriebsfreigabe möglich**
- **C0602 Abstand Referenzschalter-Referenzmarke fehlerhaft**
- **C0604 Referenzieren mit Absolutmaßgeber nicht möglich**
- **C0606 Referenzmarkenerkennung fehlerhaft**
- **C0607 Eingang Referenznocken nicht zugewiesen**

Mögliche Fehlermeldungen bei NC-geführtem Referenzieren

Während der Ausführung des NC-geführten Referenzierens können folgende Kommandofehler auftreten:

- **C4302 Abstand Referenzschalter-Referenzmarke fehlerhaft**
- **C4304 Referenzieren mit Absolutgeber nicht möglich**
- **C4306 Referenzmarkenerkennung fehlerhaft**
- **C4307 Eingang Referenznocken nicht zugewiesen**

Maßbezug herstellen bei absoluten Mess-Systemen

Kurzbeschreibung

Siehe auch Abschnitt "Allgemeines zum Herstellen des Maßbezuges"

Der Maßbezug zur Achse muss bei absoluten Mess-Systemen bei der Erstinbetriebnahme einmalig hergestellt werden; ebenfalls nach Austausch des Motors bzw. Gebers (Motorgeber oder externer Geber) oder nach Änderungen in der Achsmechanik.

Kommando "Absolutmaß setzen"

Der Maßbezug wird bei absolut auswertbaren Mess-Systemen durch Start des Kommandos "Absolutmaß setzen" vom Antrieb selbständig hergestellt.

Der einmal hergestellte Maßbezug bleibt solange bestehen, bis erneut "Absolutmaß setzen" ausgelöst wird. Die Lageistwerte sind dadurch sofort nach dem Einschalten des Antriebs achsbezogen ("referenziert").

Motorgeber und externer Geber

Wenn zwei absolute Mess-Systeme am Regelgerät angeschlossen sind, kann bei beiden separat das Absolutmaß gesetzt werden. Falls nur bei einem der Mess-Systeme das Absolutmaß gesetzt wurde, sind beide Lageistwerte gleich an der Position, auf die das Absolutmaß gesetzt wurde.

Hinweis: Wenn nur bei einem Geber Absolutmaß gesetzt wurde, bleiben die Lageistwerte beider Geber gleich, solange Achsmechanik und Gebersysteme schlupffrei mechanisch verbunden sind (Schlupfkontrolle möglich!).

Kommandostart

Es wird empfohlen, das Kommando "Absolutmaß setzen" bei Stillstand der Achse ohne Antriebsfreigabe zu starten. Für Fälle, bei denen der Antrieb die Achse für das Herstellen des Maßbezugs in eine definierte Position bewegen und dort halten muss, kann "Absolutmaß setzen" auch bei aktivem Antrieb ausgeführt werden.

Hinweis: Mit "aktivem Antrieb" wird der in Regelung befindliche Antrieb bezeichnet! Die Antriebsfreigabe ("AF") ist gesetzt!

Zuordnung des achsbezogenen Lageistwerts

Durch Start des Kommandos "Absolutmaß setzen" wird der bisherige Lageistwert eines Gebers an einer Bezugsposition der Achse auf einen neuen Wert gesetzt. Dieser gibt dann die aktuelle Achsposition bezogen auf das Koordinatensystem der Maschine wieder.
Die Bezugsposition wird definiert durch:

- die aktuelle Achsposition

- oder -

- das Positionieren der Achse an einer "markanten" Achsposition (z.B. Wert "0").

Die erforderlichen Zuordnungen und Konfigurationen zum "Absolutmaß setzen" erfolgen über Parametereinstellungen.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0052, Referenzmaß 1**
- **S-0-0054, Referenzmaß 2**
- **S-0-0269, Speicherungsmodus**
- **P-0-0012, C0300 Kommando Absolutmaß setzen**
- **P-0-0177, Absolutgeber-Puffer 1 (Motorgeber)**
- **P-0-0178, Absolutgeber-Puffer 2 (optionaler Geber)**
- **P-0-0612, Steuerwort Absolutmaß setzen**
- **P-0-1002, Absolutgeber-Offset 1, Geberspeicher**
- **P-0-1012, Absolutgeber-Offset 2, Geberspeicher**

Beteiligte Diagnosen

- **C0300 Kommando Absolutmaß setzen**
- **C0301 Mess-System nicht vorhanden**
- **C0302 Mess-System nicht absolut auswertbar**
- **C0303 Absolutgeberoffset nicht speicherbar**

Funktionsbeschreibung

Bezugsposition

Durch Start des Kommandos "Absolutmaß setzen" wird der bisherige Lageistwert eines Gebers an einer Bezugsposition der Achse auf einen neuen Wert gesetzt. Die Bezugsposition entspricht der aktuellen Achsposition bei Kommandostart.

Der neue Lageistwert an der Bezugsposition nach "Absolutmaß setzen" ist der Wert des Parameters

- **S-0-0052, Referenzmaß 1** (bei Motorgeber)

- oder -

- **S-0-0054, Referenzmaß 2** (bei externem Geber).

Motorgeber:	$S\text{-}0\text{-}0051_{neu}$ = S-0-0052
Externer Geber:	$S\text{-}0\text{-}0053_{neu}$ = S-0-0054

S-0-0051: Lageistwert 1
S-0-0052: Referenzmaß 1
S-0-0053: Lageistwert 2
S-0-0054: Referenzmaß 2

Abb. 8-26: Lageistwerte nach "Absolutmaß setzen"

Auswahl des zu referenzierenden Absolutgebers

Wenn mehrere absolut auswertbare Geber am Regelgerät angeschlossen sind, wird über **P-0-0612, Steuerwort Absolutmaß setzen**

ausgewählt, auf welchen Geber das Kommando "Absolutmaß setzen" wirken soll.

Speicherung des Absolutgeberoffsets

Damit ein absolut auswertbarer Geber nach "Absolutmaß setzen" den Maßbezug zur Achse behält, wird der Absolutgeberoffset im Geberdatenspeicher (P-0-1002/P-0-1012) und im Parameterspeicher (P-0-0177/P-0-0178) gesichert.

Hinweis: Die Speicherung des Absolutgeberoffsets im Geberdatenspeicher und im Parameterspeicher ermöglicht die Erkennung, ob der referenzierte Absolutgeber ausgetauscht wurde!

Speicherungsmodus

Wird das Kommando "Absolutmaß setzen" im Betriebsablauf zyklisch verwendet (evtl. in Verbindung mit externer Vorgabe der Bezugsposition), ist es sinnvoll, den Absolutgeberoffset nur temporär zu speichern. Durch diese Art der Speicherung wird die Lebensdauer des Geberdatenspeichers und des Parameterspeichers nicht beeinträchtigt. Im Parameter **S-0-0269, Speicherungsmodus** ist wählbar, ob die Speicherung von Parameterwerten permanent oder temporär erfolgen soll.

Hinweis: Bei temporärer Speicherung des Absolutgeberoffsets verliert der Geber den Maßbezug zur Achse durch Ausschalten des Regelgeräts bzw. beim Aktivieren des Parametermodus (P2).

Mögliche Betriebszustände vor "Absolutmaß setzen"

Das Kommando "Absolutmaß setzen" kann in folgenden Betriebszuständen aktiviert werden:

- Antrieb ist betriebsbereit, aber nicht aktiv ("AB")
- Antrieb ist aktiv in Lageregelung ("AF")
- Antrieb ist aktiv und steht in "Antrieb Halt" ("AH")

Ablauf von "Absolutmaß setzen"

Mit Start des Kommandos "Absolutmaß setzen" wird zunächst die Referenz des ausgewählten Gebers gelöscht (S-0-0403).

… bei inaktivem Antrieb ("AB") oder in "Antrieb Halt (AH)"

Nachdem die Referenz gelöscht wurde, wird bei inaktivem Antrieb ("AB" bzw. "bb") und bei in "Antrieb Halt (AH)" befindlichem Antrieb der neue Lageistwert (S-0-0051/S-0-0053) entsprechend der Bezugspositionsvorwahl (siehe Abb. "Lageistwerte nach "Absolutmaß setzen"") gesetzt. Der neue Lagebezug wird sofort wirksam.

… bei Antriebsfreigabe ("AF")

Nachdem die Referenz gelöscht wurde, gibt es bei aktivem Antrieb bezüglich der Umschaltung des Lageistwerts auf den neuen Lagebezug folgende Möglichkeiten:

- Deaktivieren der Antriebsfreigabe:
  Wenn der Antrieb in den inaktiven Zustand geht wird der neue Lageistwert (S-0-0051/S-0-0053) entsprechend der Bezugspositionsvorwahl (siehe Abb. "Lageistwerte nach "Absolutmaß setzen"") gesetzt.
- Starten des Kommandos "Antriebsgeführtes Referenzieren":
  Der Antrieb löst sich von der Sollwertführung und gibt intern den aktuellen Geschwindigkeitsistwert als Sollwert vor. Der neue Lageistwert (S-0-0051/S-0-0053) wird entsprechend der Bezugspositionsvorwahl (siehe Abb. "Lageistwerte nach "Absolutmaß setzen"") gesetzt und das Kommando "Antriebsgeführtes Referenzieren" wird vom Antrieb als ausgeführt gemeldet. Der Master muss sich nun auf den neuen Lageistwert des in der aktiven Betriebsart verwendeten Gebers "aufsynchronisieren".
  Nach masterseitigem Löschen des Kommandos "Antriebsgeführtes Referenzieren" geht der Antrieb wieder in den mastergeführten Betrieb.

Hinweis: "Absolutmaß setzen" bei sich bewegender Achse ist möglich, aber nur bei masterseitiger Vorgabe der Bezugsposition sinnvoll!

… nach hergestelltem Lagebezug

Wenn der neue Lagebezug des ausgewählten Gebers hergestellt wurde, wird die Referenz des betreffenden Gebers in **S-0-0403, Status Lageistwerte** angezeigt und der Absolutgeberoffset gespeichert (abhängig vom Speicherungsmodus; s.o.). Zuletzt muss das Kommando "Absolutmaß setzen" masterseitig gelöscht werden!

Abb. 8-27: Ablauf der Kommandoausführung "Absolutmaß setzen"

Inbetriebnahmehinweise

Siehe auch "Inbetriebnahmehinweise" im Abschnitt "Allgemeines zum Herstellen des Maßbezuges"

Prüfung der Absolutauswertbarkeit von Gebern

Die Absolutauswertbarkeit von Motorgeber und externem Geber wird angezeigt durch die betreffenden Bits von

- **S-0-0277, Lagegeberart 1** (Motorgeber)

- oder -

- **S-0-0115, Lagegeberart 2** (externer Geber).

Siehe auch "Absolute Mess-Systeme" und "Relative Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Voreinstellung

Voreinstellung für "Absolutmaß setzen" vornehmen, indem in **P-0-0612, Steuerwort Absolutmaß setzen** der Geber für "Absolutmaß setzen" festgelegt wird.

Start von "Absolutmaß setzen"

Das Kommando **P-0-0012, C0300 Kommando Absolutmaß setzen** starten.

Siehe auch "Kommandovorgabe und -quittung" im Kapitel "Führungskommunikation"

Ggf. Start von "Antriebsgeführtem Referenzieren"

Falls "Absolutwert setzen" bei aktivem Antrieb durchgeführt werden soll, muss noch das Kommando **S-0-0148, C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren** gestartet werden.

Siehe auch "Kommandovorgabe und -quittung" im Kapitel "Führungskommunikation"

Prüfung, ob der Maßbezug hergestellt wurde

Im betreffenden Bit von **S-0-0403, Status Lageistwerte** wird angezeigt, ob der über S-0-0612 ausgewählte Geber referenziert ist.

Hinweis: Wenn der Absolutgeber bereit referenziert war, ändert sich das betreffende Bit nur kurzzeitig während der Kommandoausführung!

Wenn bei einem Absolutgeber erneut "Absolutmaß setzen" durchgeführt wurde, ist ein Wert für die "Verschiebung" der Lageistwerte vor und nach der Kommandoausführung eingetragen in:

- **S-0-0175 Verschiebungsparameter 1** (Motorgeber)

S-0-0176 Verschiebungsparameter 2 (externer Geber)

Löschen der ausgeführten Kommandos

Nach Ausführung der Kommandos (Diagnose über **S-0-0403, Status Lageistwerte** möglich) müssen die gestarteten Kommandos in umgekehrter Reihenfolge wieder gelöscht werden.

Erkennung Geberaustausch

Falls ein Absolutgeber getauscht wurde, wird folgende Fehlermeldung generiert:

- **F2074 Lageistwert 1 außerhalb des Absolutgeberfensters**

- oder -

- **F2075 Lageistwert 2 außerhalb des Absolutgeberfensters**

Die Herstellung des Maßbezugs muss erneut durchgeführt werden!

Verschieben des Maßbezugs bei relativen und absoluten Mess-Systemen

Alle alternative Erweiterungspakete in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Der bestehende Maßbezug der Mess-Systeme zur Achse kann verschoben werden, wenn vom Masters ein entsprechendes Kommando aktiviert wurde. Es ist möglich, diese Verschiebung im Stillstand oder bei sich bewegender Achse durchzuführen. Die Lagereferenz der Achse wird hierdurch nicht beeinflusst, da nur die gegenüber dem Master ausgegebenen Lageistwerte "verschoben" dargestellt werden. Antriebsintern bleibt der ursprüngliche ("unverschobene") Maßbezug erhalten.

Die Verschiebung des Maßbezugs wirkt auf Motorgeber und, falls vorhanden, den externen Geber, unabhängig davon, welcher Geber der aktive Geber der Lageregelung ist. Falls bei den Gebern unterschiedliche Lageistwerte gültig sind (beide Geber haben ggf. unabhängig voneinander Maßbezug), werden die Lageistwerte beider Mess-Systeme um die gleiche Differenz verschoben.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0197, C3300 Kommando Koordinatensystem setzen**
- **S-0-0198, Koordinaten Anfangswert**
- **S-0-0199, C3400 Kommando Koordinatensystem verschieben**
- **S-0-0275, Koordinaten Verschiebungswert**
- **S-0-0283, Aktuelle Verschiebung Koordinatensystem**

Beteiligte Diagnosen

- **C3300 Kommando Koordinatensystem setzen**
- **C3400 Kommando Koordinatensystem verschieben**

Funktionsbeschreibung

Wirkungsweise der Funktion "Verschieben des Maßbezugs"

Die Verschiebung des Maßbezugs wirkt auf den aktuellen Lageistwert der am Antrieb angeschlossenen Geber (Motorgeber und externer Geber). Ob der aktuelle Lageistwert Maßbezug zur Achse hat oder nicht ist für die Verschiebung nicht relevant! Die Verschiebung wird antriebsseitig über ein vom Master gestartetes Kommando ausgeführt.

Hinweis: Der Referenz-Zustand der Lageistwerte wird durch eine Verschiebung des Maßbezugs nicht beeinflusst!

Wird die Verschiebung des Maßbezugs mehrmals hintereinander ausgeführt, ohne dass der Antrieb in die Kommunikationsphase 2 geschaltet wurde, wirken die Verschiebungen additiv! Die Gesamtverschiebung zum ursprünglichen Lageistwert wird im Parameter **S-0-0283, Aktuelle Verschiebung Koordinatensystem** abgelegt.

Rücksetzen von "Verschieben des Maßbezugs"

Die Verschiebung des Maßbezugs wird zurückgesetzt, indem der Antrieb in die Kommunikationsphase 2 geschaltet wird. Beim ersten Einschalten des Antriebs kann demnach keine Maßbezugverschiebung aktiv sein, da frühere Verschiebungen beim Ausschalten des Antriebs gelöscht werden.

Hinweis: Nach Rücksetzen der Verschiebung durch Schalten in Kommunikationsphase 2 muss bei relativen Mess-Systemen, falls erforderlich, der Maßbezug erneut hergestellt werden!

Maßbezug herstellen bei "verschobenem" Mess-System

Wird bei aktiver Verschiebung der Lageistwerte (S-0-0283 ungleich "0") der Maßbezug der Geber zur Achse hergestellt (**C0300 Kommando Absolutmaß setzen** oder **C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren**), wird der neue, referenzierte Lageistwert bereits verschoben angezeigt (in S-0-0051 bzw. S-0-0053). Die Verschiebung wird durch das Herstellen des Maßbezuges nicht gelöscht!

Kommando "Koordinatensystem setzen"

Wenn der Steuerungsmaster **C3300 Kommando Koordinatensystem setzen** (S-0-0197) auslöst, verlässt der Antrieb die masterseitige Sollwertführung und geht antriebsgeführt in den Stillstand. Das Stillsetzen erfolgt entsprechend der Funktion **A0010 Antrieb HALT**.

Siehe auch Diagnosebeschreibung "A0010 Antrieb HALT"

Im Stillstand wird der Lageistwert auf **S-0-0198, Koordinaten Anfangswert** gesetzt und die Differenz zwischen neuem und ursprünglichem Lageistwert im Parameter S-0-0283 abgelegt. Anschließend wird das Kommando als "ausgeführt" quittiert.

Kommando "Koordinatensystem verschieben"

Wenn der Steuerungsmaster **C3400 Kommando Koordinatensystem verschieben** (S-0-0199) auslöst, verlässt der Antrieb ebenfalls die masterseitige Sollwertführung, behält aber die aktuelle Geschwindigkeit durch interne Vorgabe des bisherigen Geschwindigkeitssollwerts bei. Die Lageistwerte werden nun durch Addition von **S-0-0275, Koordinaten Verschiebungswert** verschoben. Die Differenz zwischen den neuen und ursprünglichen Lageistwerten wird im Parameter S-0-0283 abgelegt. Anschließend wird das Kommando als "ausgeführt" quittiert.

Aktion der Steuerung nach Kommandoquittung

Nach der Kommandoquittung muss sich der Steuerungsmaster an die verschobenen Lageistwerte anpassen. Dies kann durch die Lageistwerte des für die Lageregelung aktiven Gebers (S-0-0051 bzw. S-0-0053) oder den aktuellen Verschiebungswert (S-0-0283) geschehen. Hat der Steuerungsmaster seine Sollwertvorgabe an die neuen Lageistwerte angepasst, kann er das Kommando löschen. Er übernimmt dadurch wieder die Sollwertführung. Trotz Verschiebung des Lageistwerts bei aktivem Antrieb tritt kein Ruck in der Ansteuerung auf!

Veränderte Lagedaten durch "Maßbezug verschieben"

Lage-Messwerte, z.B. durch Messtasterauswertung erzeugt, beziehen sich auf das Lageistwertsystem, in dem sie gemessen wurden, d.h.:

- Bei Messung nach der Verschiebung beziehen sie sich auf das "verschobene" Mess-System.
- Bei Messung vor einer Verschiebung des Maßbezugs beziehen sie sich auf das ursprüngliche Mess-System.

Sollwerte (zyklische Sollwerte, Zielposition, Spindel-Winkelposition, etc.) müssen sich auf das aktuelle Lageistwertsystem beziehen, d.h. auf den ggf. verschobenen Maßbezug.

Unveränderte Lagedaten nach "Maßbezug verschieben"

Fahrbereichsgrenzwerte (S-0-0049 bzw. S-0-0050) und **Lagekorrekturwerte** (z.B. Achsfehlerkorrekturwerte) stehen immer im ursprünglichen Maßbezug, d.h. die Steuerung muss vor dem Beschreiben dieser Parameter die aktuelle Verschiebung berücksichtigen und auf den ursprünglichen Lagebezug zurückrechnen.

Inbetriebnahmehinweise

Die Verschiebung des Maßbezuges bei der Inbetriebnahme ist mit der Gefahr fehlerhafter Sollwertvorgabe nach vollzogener Verschiebung verbunden! Die Inbetriebnahme ist grundsätzlich nur in Verbindung mit dem Steuerungsmaster sinnvoll. Es ist zu prüfen, ob das Sollwerthandling des Masters korrekt erfolgt!

VORSICHT

Sachschäden durch Fehler in der Sollwertvorgabe nach Verschiebung des Maßbezuges!

⇒ Verfahrbereich der Achse absichern, Achsendschalter aktivieren und Funktion sicherstellen!

"Koordinatensystem setzen"

Es wird empfohlen, zunächst mit "Koordinatensystem setzen" zu beginnen. Zunächst sollte jedoch der Parameter **S-0-0283, Aktuelle Verschiebung Koordinatensystem** ausgelesen werden. Wenn nach Übergang von "P2" auf "AF" noch keine Verschiebung des Maßbezuges erfolgt ist, muss der Wert "0" sein!

Das Kommando **S-0-0197, C3300 Kommando Koordinatensystem setzen** ist bei masterseitiger Sollwertvorgabe durch den Master zu starten.

Siehe auch "Kommandovorgabe und -quittung" im Kapitel "Führungskommunikation"

Prüfung der Verschiebung des Maßbezugs

Wenn das Kommando vom Antrieb quittiert wurde, ist die Verschiebung des Maßbezugs zu überprüfen:

- Der Lageistwert (S-0-0051 und ggf. S-0-0053) muss mit **S-0-0198, Koordinaten Anfangswert** übereinstimmen.
- Der Parameter **S-0-0283, Aktuelle Verschiebung Koordinatensystem** ist auszulesen. Bei Wert ungleich "0" hat eine Verschiebung stattgefunden; bei Wert "0" hat entweder keine Verschiebung stattgefunden oder der Lageistwert der Achse war bei Verschiebung des Maßbezugs ungefähr gleich dem Wert von S-0-0198.

Prüfung der Sollwertvorgabe und Löschen des Kommandos

Zur Prüfung der Sollwertvorgabe muss masterseitig ein Lagesollwert vorgeben werden, der dem Wert des Parameters S-0-0198 entspricht. Vor dem Zurücksetzen des ausgeführten Kommandos durch den Master ist zu prüfen, ob der masterseitige Sollwert dem aktuellen Lageistwert des lageregelungsaktiven Gebers (S-0-0051 bzw. S-0-0053, verschobener Maßbezug) entspricht. Falls nicht, Kommando nicht löschen sondern ggf. "AF" zurücksetzen und Ursache für den fehlerhaften Sollwert suchen!

"Koordinatensystem verschieben"

Bei "Koordinatensystem verschieben" wird empfohlen, die Achse mit Geschwindigkeitssollwert "0" oder mit sehr kleiner Geschwindigkeit masterseitig anzusteuern. Dabei ist jedoch zunächst **S-0-0283, Aktuelle Verschiebung Koordinatensystem** auszulesen. Wenn nach Übergang von "P2" auf "AF" noch keine Verschiebung des Maßbezugs erfolgt ist, muss der Wert "0" sein!

Danach masterseitig **C3400 Kommando Koordinatensystem verschieben** starten.

Siehe auch "Kommandovorgabe und -quittung" im Kapitel "Führungskommunikation"

Prüfung der Verschiebung des Maßbezugs

Wurde das Kommando vom Antrieb quittiert, muss die Verschiebung des Maßbezugs überprüft werden:

- Die Werte von **S-0-0283, Aktuelle Verschiebung Koordinatensystem** und **S-0-0275, Koordinaten Verschiebungswert** müssen sich entsprechen.

Prüfung der Sollwertvorgabe und Löschen des Kommandos

Vor dem Zurücksetzen des ausgeführten Kommandos durch den Master ist zu prüfen, ob der masterseitige Sollwert dem aktuellen Lageistwert des lageregelungsaktiven Gebers (S-0-0051 bzw. S-0-0053, verschobener Maßbezug) entspricht. Falls nicht, Kommando nicht löschen sondern ggf. "AF" zurücksetzen und Ursache für den fehlerhaften Sollwert suchen!

8.3 Fehlerreaktionen

Grundpaket aller Varianten (außer Fehlerreaktion "Rückzugsbewegung")

Übersicht Fehlerreaktionen

In Abhängigkeit von der verwendeten Betriebsart und einigen Parametereinstellungen führt das Antriebsregelgerät Überwachungen durch. Wird ein Zustand erkannt, der den ordnungsgemäßen Betrieb nicht mehr zulässt, so generiert das Antriebsregelgerät eine Fehlermeldung.

Fehler werden in Fehlerklassen eingeteilt. Die Fehlerklasse ist aus den ersten beiden Stellen der Diagnose-Nummer ersichtlich.

Siehe auch "Allgemeines: Begriffe, Grundlagen" im Kapitel "Systemübersicht"

Siehe auch "Diagnosesystem" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Befindet sich das Antriebsregelgerät in Regelung (die Reglerfreigabe ist gesetzt) und ein Fehler tritt auf, so startet es automatisch eine Antriebs-Fehlerreaktion.

Diese Antriebs-Fehlerreaktion ist abhängig von:

- der Fehlerklasse des aufgetretenen Fehlers und
- der Einstellung folgender Parameter:
  - **P-0-0117, Aktivierung NC-Reaktion im Fehlerfall**
  - **P-0-0118, Leistungsversorgung, Konfiguration**
  - **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung**

Hinweis: Am Ende jeder Fehlerreaktion schaltet sich der Antrieb momentenfrei. Die Leistungsabschaltung ist abhängig von der Einstellung im Parameter P-0-0118!

Fehlerklassen Es gibt 8 Fehlerklassen mit unterschiedlicher Priorität:

Diagnose-Nummer	Fehlerklasse	Fehlerreaktion
F2xxx	nichtfataler Fehler	entsprechend Einstellung im Parameter: - P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung - P-0-0117, Aktivierung NC-Reaktion im Fehlerfall
F3xxx	nichtfataler Sicherheitstechnik-Fehler	entsprechend Einstellung im Parameter: - P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung - P-0-0117, Aktivierung NC-Reaktion im Fehlerfall
F4xxx	Schnittstellenfehler	entsprechend Einstellung im Parameter: - P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung
F6xxx	Fahrbereichsfehler	Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung ("Not-Halt")
F7xxx	Sicherheitstechnik Fehler	Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung ("Not-Halt")
F8xxx	fataler Fehler	sofortige Momentenfreischaltung
F9xxx	fataler Systemfehler	sofortige Momentenfreischaltung
E-xxxx	fataler Systemfehler "Prozessor-Exception"	sofortige Momentenfreischaltung

Abb. 8-28: Fehlerklassen und Antriebsreaktion

Hinweis: Die Fehlerklasse ist aus der Diagnose-Nummer ersichtlich und definiert das Verhalten des Antriebs im Fehlerfall.

Bestmögliche Stillsetzung

Kurzbeschreibung

Die Antriebsreaktion, welche im Parameter **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung** festgelegt ist, wird bei folgenden Zuständen automatisch durchgeführt:

- Nichtfatalen Fehlern (F2xxx)
- Nichtfatalen Sicherheitstechnik-Fehlern (F3xxx)
- Schnittstellenfehlern (F4xxx)
- Wechsel des Reglerfreigabesignals von "1" nach "0" (Wegschalten der Reglerfreigabe)
- Schalten vom Betriebsmodus in den Parametriermodus unter Regelung (Zurückschalten der Kommunikationsphase)

Hinweis: Am Ende jeder Fehlerreaktion schaltet der Antrieb momentenfrei!

Die Einstellung im Parameter **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung** wird ignoriert bei:

- Fahrbereichsfehlern (F6xxx)
  → Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung ("**Not-Halt**")
- Sicherheitstechnik-Fehlern (F7xxx)
  → Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung ("**Not-Halt**")
- Fataler Fehlern (F8xxx)
  → sofortige Momentenfreischaltung
- Fatalen Systemfehlern (F9xxx)
  → sofortige Momentenfreischaltung

Mögliche Antriebsreaktionen

Eine der folgenden Reaktionen für "Bestmögliche Stillsetzung" kann festgelegt werden:

Reaktion	Wert von P-0-0119
Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung ("**Not-Halt**")	0
Momentenfreischaltung	1
Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung mit Rampe und Filter ("**Schnell-Halt**")	2
Rückzugsbewegung [1)]	3

[1)] … Nur bei freigeschaltetem Erweiterungspaket "Servofunktion" möglich!

Abb. 8-29: Parametrierungsmöglichkeiten "Bestmögliche Stillsetzung"

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung"

Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung ("Not-Halt")

P-0-0119 = 0

Im Fehlerfall wird der geregelte Servo-Antrieb in Geschwindigkeitsregelung mit Sollwert = 0 stillgesetzt. Der Antrieb bremst dabei mit seinem maximal zulässigen Drehmoment (siehe auch "Begrenzungen: Strom- und Momentenbegrenzung" im Kapitel "Antriebsregelung").

Hinweis: Im gesteuerten U/f-Betrieb erfolgt die Stillsetzung an der Momentengrenze nur, wenn der Kippschutzregler aktiviert ist (vgl. **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort**)! Die maximale Verzögerung ist durch den im Parameter **P-0-0569, Maximale Statorfrequenz-Änderung** eingetragenen Wert gegeben.

S-0-0273: Maximale Wartezeit Antrieb aus
P-0-0115: Gerätesteuerung: Statuswort

Abb. 8-30: Zeitlicher Ablauf der Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung

---

Hinweis: Wird ein zu kleiner Wert für S-0-0273 eingetragen, kann es zum Abbruch der Fehlerreaktion kommen, ohne dass die Achse steht!

Zeitlicher Ablauf der Fehlerreaktion bei vorhandener Motorhaltebremse

Der zeitlichen Ablauf der Fehlerreaktion bei vorhandener Motorhaltebremse und der Endstufenfreigabe bei Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung ist im Abschnitt "Fehlersituation 1" unter "Motorhaltebremse: Funktionsbeschreibung" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme" beschrieben.

Hinweis: Die Aktivierung und Funktion der Motorhaltebremse ist abhängig von der Einstellung im Parameter **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort"

Siehe auch "Allgemeines zum Betrieb von Motoren mit IndraDrive: Motorhaltebremse" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung mit Filter und Rampe ("Schnell-Halt")

P-0-0119 = 2

Im Fehlerfall wird

- der geregelte Servo-Antrieb in Geschwindigkeitsregelung

- oder -

- der gesteuerte Antrieb im U/f Betrieb

mit einer Sollwertrampe und einem ruckbegrenzenden Sollwert-Glättungsfilter auf den Endwert "0" stillgesetzt.

Hinweis: Im gesteuerten U/f-Betrieb erfolgt die Stillsetzung unter Berücksichtigung der im Parameter **P-0-0569, Maximale Statorfrequenz-Änderung** eingetragenen Verzögerung!

Beteiligte Parameter

- **S-0-0349, Ruck-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0372, Verzögerung Schnell-Halt**

Die Parameter wirken wie unter "Antrieb Halt" im Kapitel "Antriebsfunktionen" beschrieben.

Zeitlicher Ablauf der Fehlerreaktion bei vorhandener Motorhaltebremse

Der zeitliche Ablauf der Fehlerreaktion bei vorhandener Motorhaltebremse ist im Abschnitt "Fehlersituation 1" unter "Motorhaltebremse: Funktionsbeschreibung" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme" beschrieben.

Hinweis: Die Aktivierung und Funktion der Motorhaltebremse ist abhängig von der Einstellung im Parameter **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort"

Siehe auch "Allgemeines zum Betrieb von Motoren mit IndraDrive: Motorhaltebremse" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Momentenfreischaltung

P-0-0119 = 1 bzw. fataler Fehler

Im Fehlerfall wird der Antrieb momentenfrei geschaltet. Der Antrieb wird in diesem Fall nur durch das Reibmoment gebremst; er "trudelt aus". Die Zeit bis zum Stillstand, insbesondere bei Spindeln, kann beträchtlich sein.

Hinweis: Die Fehlerreaktion "Momentenfreischaltung" ist bei fatalen Fehlern (F8xxx) unabwendbar, da Abbremsen, z.B. bei defekter Endstufe, nicht mehr möglich ist!

GEFAHR

Antrieb bewegt sich im Fehlerfall ungebremst weiter!
Lebensgefahr bei Öffnen der Schutztüre an der Bearbeitungszelle durch sich bewegende Teile!
⇒ Antrieb auf Bewegung prüfen (z. B. falls möglich durch **S-0-0040**, **Geschwindigkeits-Istwert**) und Stillstand abwarten!

Zeitlicher Ablauf der Fehlerreaktion bei vorhandener Motorhaltebremse

Der zeitliche Ablauf der Fehlerreaktion bei vorhandener Motorhaltebremse ist im Abschnitt "Fehlersituation 2" unter "Motorhaltebremse: Funktionsbeschreibung" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme" beschrieben." beschrieben.

Hinweis: Die Aktivierung und Funktion der Motorhaltebremse ist abhängig von der Einstellung im Parameter **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort"

Siehe auch "Allgemeines zum Betrieb von Motoren mit IndraDrive: Motorhaltebremse" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Rückzugsbewegung

Hinweis: Die Fehlerreaktion "Rückzugsbewegung" kann nur bei geberbehaftetem Betrieb (Closed-Loop) und freigeschaltetem Erweiterungspaket "Servofunktion" und genutzt werden!

P-0-0119 = 3

Ist als "Bestmögliche Stillsetzung" Rückzugsbewegung eingetragen, so generiert der Antrieb ein **Lagesollwertprofil**, um den gewünschten Verfahrweg im Fehlerfall abzufahren. Im Fehlerfall wird also ein relativer Verfahrsatz aktiviert.

Erzeugung des Lagesollwertprofils

Das Lagesollwertprofil wird bei Betriebsart "Antriebsinterne Interpolation" intern, anhand vordefinierter Verfahrsatzdaten (Geschwindigkeit, Beschleunigung, Ruck), erzeugt.

Siehe "Antriebsinterne Interpolation" im Kapitel "Betriebsarten"

Der Wert von **P-0-0055, Rückzugsweg** ist vorzeichenabhängig, d.h. ein positiver Rückzugsweg führt zu einer positiven Bewegung bezogen auf das gewählte Koordinatensystem.

Hinweis: Der Wert von **P-0-0055, Rückzugsweg** kann im zyklischen Telegramm (MDT) konfiguriert und übertragen werden.

Das Geschwindigkeitsprofil wird mit den Parametern

- **P-0-0056, Rückzugsgeschwindigkeit** und
- **P-0-0057, Rückzugsbeschleunigung** erzeugt.

Weiterhin können die Lagesollwerte durch den Lagesollwert-Mittelwertfilter geglättet werden, wobei die Ordnung des Mittelwertfilters aus **P-0-0057, Rückzugsbeschleunigung** und **P-0-0058, Rückzugsruck** berechnet wird.

Berechnung von **P-0-0042, Lagesollwert-Mittelwertfilterordnung aktuell**:

$$P-0-0042 = \frac{P\text{-}0\text{-}0057, \text{Rückzugsbeschleunigung}}{P\text{-}0\text{-}0058, \text{Rückzugsruck}}$$

Statusmeldungen zur Quittierung

Nachdem der Antrieb den Verfahrsatz abgefahren hat, d.h. die gewünschte Zielposition angefahren wurde, wird momentenfrei geschaltet. Der Verfahrsatz gilt als abgefahren wenn gilt

- Zielposition = aktiver Lagesollwert;
  d.h. Bit 12 in **S-0-0013, Zustandsklasse 3** = 1

  - und -

- $v_{ist} = 0$;
  d.h. Bit 1 in **S-0-0013, Zustandsklasse 3** = 1 (Istgeschwindigkeit kleiner **S-0-0124, Stillstandsfenster**)

S-0-0013: Zustandsklasse 3
S-0-0207: Wartezeit Antrieb Aus
S-0-0124: Stillstandsfenster
S-0-0273: Maximale Wartezeit Antrieb aus
P-0-0115: Gerätesteuerung: Statuswort

Abb. 8-31: Zeitlicher Ablauf Fehlerreaktion "Rückzugsbewegung"

Fehlerreaktion "Rückzugsbewegung" bei aktivierten Lagegrenzwerten

Sind die antriebsinternen Lagegrenzwerte (**S-0-0049, Lage-Grenzwert positiv** und **S-0-0050, Lage-Grenzwert negativ**) aktiviert, d.h. ist

- in **S-0-0055, Lage-Polaritäten-Parameter** das Bit 4 für "Aktivierung der Lagegrenzwerte" auf "1" gesetzt

  - und -

- der über **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter** (Bit 3) ausgewählte Geber in Referenz (**S-0-0403, Status Lageistwerte** = 1),

wird sichergestellt, dass der Antrieb durch Ausführung der Fehlerreaktion "Rückzugsbewegung" den aufgespannten erlaubten Verfahrbereich nicht verlässt.

Hinweis: Befindet sich der Antrieb in einer Position, in der ein Ausführen der Rückzugsbewegung einen Lagegrenzwert überschreiten würde, verfährt der Antrieb in diesem Fall nur bis kurz vor den jeweiligen Lagegrenzwert (exakt **S-0-0057, Positionierfenster** vor den Lagegrenzwert).

Zeitlicher Ablauf der Fehlerreaktion bei vorhandener Motorhaltebremse

Der zeitliche Ablauf der Fehlerreaktion bei vorhandener Motorhaltebremse ist im Abschnitt "Fehlersituation 2" unter "Motorhaltebremse: Funktionsbeschreibung" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme" beschrieben." beschrieben.

Hinweis: Die Aktivierung und Funktion der Motorhaltebremse ist abhängig von der Einstellung im Parameter **P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort**.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0525, Haltebremsen-Steuerwort"

Siehe auch "Allgemeines zum Betrieb von Motoren mit IndraDrive: Motorhaltebremse" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Paketreaktion im Fehlerfall

Kurzbeschreibung

Unter "Paketreaktion" versteht man die gleichzeitige Fehlerreaktion aller durch einem gemeinsamen Leistungsbus (DC-Zwischenkreis) versorgten Achsantriebe. Antriebsfehler eines Antriebs können über den Modulbus (Signalbus) allen weiteren Achsantrieben signalisiert werden, wodurch eine zeitgleiche Fehlerreaktion (gemäß Vorgabe im Parameter **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung**) aller Achsantriebe möglich ist.

Die Einstellungen bezüglich Signalisierung von Antriebsfehlern und Paketreaktion erfolgen für jeden Antrieb individuell in **P-0-0118, Leistungsversorgung, Konfiguration**. Dadurch ist es möglich, die Paketreaktion nur bei einzelnen Achsen zu aktivieren. Das Verhalten der Achsen, bei denen die Paketreaktion nicht aktiviert ist, ist für den Fehlerfall zu bedenken und ggf. masterseitig zu steuern!

Hinweis: Das Versorgungsgerät schaltet die Leistungsversorgung nur bei eigenen Fehlern und bei fatalen Antriebsfehlern (F8…) ab, falls der fehlermeldende Antrieb F8-Fehler an die Versorgung signalisiert.

Einsatzgebiete

Beispiele für Anwendungen mit interaktivem (interpolierend, synchronisiert) Einsatz von Antrieben, die von einem gemeinsamen Leistungsbus versorgt werden ("Antriebspaket"):

- Werkzeugmaschinen (z.B. Fräs-, Dreh-, Schleifmaschinen)
- Verzahnungsmaschinen (Zahnradbearbeitung)
- Druckwerke von Druckmaschinen, etc.

Durch anwendungsgerecht eingestellte Fehlerreaktion der Antriebe des Antriebspakets können folgende Schäden minimiert werden:

- Maschinenschäden
- Werkzeug-/Werkstück-/Materialschäden

Hinweis: Zur Vermeidung von Personenschäden ist die Paketreaktion nicht geeignet!

Reaktion auf Antriebsfehler	Prioritätsfolge geeigneter Fehlerreaktionen bei typischen Antriebs-Anwendungen	Einstellung in P-0-0117	Einstellung in P-0-0118	Rahmenbedingungen
NC-masterseitige Reaktion	NC-masterseitige Prioritäts-folge von Stillsetzung und Leistungsabschaltung	NC-Reaktion aktiv	keine Paketreaktion, kein Signalisieren von Antriebsfehlern	Antrieb mit F8-Fehler bremst nicht!
Antriebsreaktion	Stillsetzen Spindelantrieb (Asynchronmotoren) Stillsetzen Servoantriebe (Synchronmotoren) Leistungsabschaltung	NC-Reaktion nicht aktiv	Paketreaktion, Signalisieren von Antriebsfehlern	Antrieb mit F8-Fehler bremst nicht! kein ZK-Kurzschluss, Leistungsabschaltung über NC-Master
	Stillsetzen Servoantriebe (Synchronmotoren) Leistungsabschaltung Stillsetzen Spindelantrieb (Asynchronmotoren) nicht relevant	NC-Reaktion nicht aktiv	Paketreaktion, Signalisieren von Antriebsfehlern, Signalisieren von F8-Fehler an Versorgung	Leistungsabschaltung nur bei F8-Fehler, sonst über NC-Master mit ZK-Kurzschluss
	Leistungsabschaltung Stillsetzen Spindelantrieb (Asynchronmotoren) Stillsetzen Servoantriebe (Synchronmotoren)	NC-Reaktion nicht aktiv	Paketreaktion, Signalisieren von Antriebsfehlern, Signalisieren von F8-Fehler an Versorgung	Leistungsabschaltung nur bei F8-Fehler, sonst über NC-Master; kein ZK-Kurzschluss, Antrieb mit F8-Fehler bremst nicht!
	Leistungsabschaltung Stillsetzen Servoantriebe (Synchronmotoren) Stillsetzen Spindelantrieb (Asynchronmotoren)	NC-Reaktion nicht aktiv	Paketreaktion, Signalisieren von Antriebsfehlern, Signalisieren von F8-Fehler an Versorgung	Leistungsabschaltung nur bei F8-Fehler, sonst über NC-Master mit ZK-Kurzschluss

Abb. 8-32: Beispiele für Einstellungen in P-0-0117 und P-0-0118, abhängig von der Prioritätsfolge geeigneter Fehlerreaktionen, mit Angabe von Randbedingungen

Hinweis: Die genannten Beispiele sind unverbindlich und dienen nur zum Einstieg für die Einstellungen, die nach den achs-spezifischen und anwendungsabhängigen Erfordernissen zu treffen sind.

Beteiligte Parameter

- **P-0-0118, Leistungsversorgung, Konfiguration**
- **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung**

Inbetriebnahmehinweise

Grundlegende Einstellung bezüglich Fehlerbehandlung sind im Parameter **P-0-0118, Leistungsversorgung, Konfiguration** vorzunehmen:

- Reaktion auf signalisierte Fehler anderer Antriebe im Antriebspaket ("Paketreaktion")
- Signalisierung eigener Antriebsfehler im Antriebspaket über Modulbus
- Behandlung der Meldung "Unterspannung" bei Wechselrichtern (Typ HMS bzw. HMD) und Umrichtern (Typ HCS)
- Automatisches Löschen von **F2026, Unterspannung im Leistungsteil** durch Abschalten der Antriebsfreigabe
- Signalisierung eigener, fataler Antriebsfehler (F8…) an die Versorgung über Modulbus

NC-Reaktion im Fehlerfall

Kurzbeschreibung

In manchen Anwendungen ist es zur Vermeidung von Maschinenschäden erforderlich, dass der Master (z.B. NC) auch im Fehlerfall die Kontrolle über das Verfahrprofil der Achsen behält und die Maschinenachsen koordiniert stillsetzt. Für diesen Fall wurde die Option "NC-Reaktion im Fehlerfall" implementiert, die über den Parameter P-0-0117 aktiviert werden kann.

Ein Fehler im Antriebsregelgerät wird dem Master über das Antriebs-Statuswort (vgl. S-0-0135) mitgeteilt, so dass er die Maschinenachsen koordiniert stillsetzen und somit eine mögliche Beschädigung verhindern kann.

Hinweis: NC-Reaktion im Fehlerfall ist nur bei nichtfatalen Fehlern (Diagnose F2xxx) möglich, andernfalls reagiert der Antrieb immer mit sofortiger antriebsseitiger Fehlerreaktion.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0135, Antriebs-Status**
- **P-0-0117, Aktivierung NC-Reaktion im Fehlerfall**
- **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung**

Funktionsbeschreibung

Bei NC-Reaktion im Fehlerfall wird die fehlermeldende Achse weiterhin mit den vom Master vorgegebenen Sollwerten versorgt und folgt diesen auch im Fehlerfall für weitere 30 s. Um dies zu erreichen, muss die Funktion aktiviert werden, damit die festgelegte zeitliche Verzögerung von 30 s zwischen Erkennung des Fehlers und der antriebsseitigen Reaktion wirksam wird.

Aktivierung der NC-Reaktion

Die Aktivierung der Funktion wird im Parameter **P-0-0117, Aktivierung NC-Reaktion im Fehlerfall** vorgenommen.

P-0-0117, Bit 0:

- **Bit 0 = 0** → Der Antrieb führt seine Fehlerreaktion **unverzögert** entsprechend der Einstellung in **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung** nach dem Erkennen eines Fehlers durch.
- **Bit 0 = 1** → Der Antrieb führt seine Fehlerreaktion entsprechend der Einstellung in P-0-0119 **erst 30 s nach Erkennen des Fehlers** durch. Für die Dauer von 30 s ab Fehlererkennung folgt der Antrieb weiterhin den Sollwerten des Masters und ermöglicht somit eine **NC-Fehlerreaktion**.

Hinweis: Die Aktivierung "NC-Reaktion im Fehlerfall" (P-0-0117, Bit 0 = 1) ist nur sinnvoll bei Master, die über eine entsprechende Prozedur für den Fehlerfall verfügen.

8.4 E-Stop-Funktion

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

Die E-Stop-Funktion dient zum Stillsetzen des Antriebs mit wählbarer Antriebsreaktion (siehe **P-0-0008, Aktivierung E-Stop-Funktion**) über einen digitalen Eingang des Antriebsregelgeräts.

Hierbei bestehen folgende Möglichkeiten:

- E-Stop mit Reaktion auf Schnittstellenfehler (F4034 E-Stop aktiviert)
  → **Reaktion:** Bestmögliche Stillsetzung (wie in P-0-0119 eingestellt)
- E-Stop mit Reaktion auf Fahrbereichsfehler (F6034 E-Stop aktiviert)
  → **Reaktion:** Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung
- E-Stop als fatale Warnung "E8034 E-Stop aktiviert"
  → **Reaktion:** Bestmögliche Stillsetzung (wie in P-0-0119 eingestellt)

Hinweis: Falls "E-Stop" als Warnung parametriert ist, entfällt das Löschen der Diagnosemeldung!

Beteiligte Parameter

- **P-0-0008, Aktivierung E-Stop-Funktion**
- **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung**
- **P-0-0223, E-Stop-Eingang**

Beteiligte Diagnosen

- **E8034 E-Stop aktiviert**
- **F4034 E-Stop aktiviert**
- **F6034 E-Stop aktiviert**

Funktionsbeschreibung

Durch Aktivierung des E-Stop-Eingangs (P-0-0008, Bit 0 = 1) und Zuweisung von Bit 0 des P-0-0223 auf einen digitalen Eingang wird der Antrieb dazu veranlasst, bei 0 V am E-Stop-Eingang die über P-0-0008 definierte Reaktion zur Stillsetzung des Antriebs durchzuführen.

E-Stop-Reaktion P-0-0008, Bit 2

Diese Reaktion ist zunächst abhängig von der Einstellung von Bit 2 im Parameter P-0-0008.

Ist dort die Interpretation "Fatale Warnung" parametriert (Bit 2 = 1), reagiert der Antrieb wie bei der Wegnahme der externen Antriebsfreigabe mit der im Parameter **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung** eingestellten Reaktion:

- Es erscheint die Warnung **E8034 E-Stop aktiviert**. In **S-0-0012, Zustandsklasse 2** wird das Bit 15 gesetzt (Herstellerspezifische Warnung).
- Gleichzeitig wird im Antriebs-Statuswort das Bit "Änderungsbit Zustandsklasse 2" gesetzt.

Hinweis: Durch Lesen von **S-0-0012, Zustandsklasse 2** wird dieses Änderungsbit wieder gelöscht. Über den Parameter **S-0-0097, Maske Zustandsklasse 2** können Warnungen bezüglich ihrer Wirkung auf das Änderungsbit angepasst werden.

Hinweis: Zur erneuten Aktivierung des Antriebs ist der E-Stop-Eingang zu deaktivieren und **erneut eine 0-1-Flanke auf der externen Reglerfreigabe** zu erteilen.

Ist in P-0-0008 die Interpretation als Fehler eingestellt (Bit 2 = 0), wird die in Bit 1 gewählte Reaktion durchgeführt:

- Es erscheint die Fehlerdiagnose **F4034 E-Stop aktiviert** (bzw. **F6034 E-Stop aktiviert**).
- Im Parameter **S-0-0011, Zustandsklasse 1** wird Bit 15 gesetzt.
- Im Antriebstatuswort des Antriebstelegramms wird Bit 13, (Antriebsverriegelung, Fehler in Zustandsklasse 1) gesetzt. Gelöscht werden kann die Fehlermeldung über das Kommando **S-0-0099, C0500 Reset Zustandsklasse 1**, bzw. die "Esc"-Taste am Bedienfeld, sofern der E-Stop-Eingang nicht mehr aktiv ist.

Hinweis: Die Fehlerreaktion erfolgt ohne Verzögerung unabhängig von **P-0-0117, Aktivierung NC-Reaktion im Fehlerfall**.

E-Stop Reaktion P-0-0008, Bit 1

Ist im Parameter P-0-0008 Bit 1 = 0 gesetzt, wird der Antrieb entsprechend der über **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung** parametrierten Fehlerreaktion stillgesetzt.

Die Diagnose bei Aktivierung des E-Stop-Eingangs lautet dann **F4034 E-Stop aktiviert**.

Ist im Parameter P-0-0008 Bit 1 = 1 gesetzt, wird beim Auslösen des E-Stops der Antrieb mit maximalem Moment bis auf Drehzahl = 0 abgebremst, unabhängig von der im Parameter P-0-0119 festgelegten Fehlerreaktion. Es entspricht der bestmöglichen Stillsetzung "Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung".

Die Diagnose bei Aktivierung des E-Stop-Eingangs lautet dann **F6034 E-Stop aktiviert**.

Inbetriebnahmehinweise

Aktivierung und Polarität des E-Stop-Eingangs

Digitalen Eingang zuweisen

Vorraussetzung für die Nutzung der Funktion ist die Zuweisung von Bit 0 des Parameters P-0-0223 auf einen digitalen Eingang (siehe "Digitale Ein-/Ausgänge: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"). Damit hat ein Spannungspegel am digitalen Eingang auch Auswirkung auf Bit 0 von P-0-0223.

Hinweis: Ohne diese Zuweisung auf den digitalen Eingang bleibt trotz Aktivierung die E-Stop-Reaktion aus!

E-Stop aktivieren

Die Aktivierung des E-Stop-Eingangs und die Auswahl einer Reaktion zur Stillsetzung des Antriebs erfolgt über Bit 0 von **P-0-0008, Aktivierung E-Stop-Funktion** (siehe auch Parameterbeschreibung P-0-0008).

P-0-0008, Bit 0 (Aktivierung E-Stop):

- Bit 0 = 0 → Funktion nicht aktiviert
- Bit 0 = 1 → Funktion aktiviert

Auswahl der Antriebsreaktion

Reaktion festlegen

Es kann festgelegt werden, ob beim Erkennen von 0 V am E-Stop-Eingang eine Fehlermeldung oder eine Warnung generiert wird. Zur Festlegung sind Bit 1 und Bit 2 von **P-0-0008, Aktivierung E-Stop-Funktion** relevant.

P-0-0008, Bit 1 (Fehlerklasse bei Interpretation als Fehler):

- Bit 1 = 0 → F4034 → Bestmögliche Stillsetzung
- Bit 1 = 1 → F6034 → Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung

P-0-0008, Bit 2 (Interpretation des E-Stop-Eingangs):

- Bit 2 = 0 → Interpretation als Fehler (siehe Bit 1)
- Bit 2 = 1 → Interpretation als fatale Warnung

Hinweis: Die Fehlerreaktion kann über **P-0-0119, Bestmögliche Stillsetzung** festgelegt werden.

Anschluss des E-Stop-Eingangs

Siehe Dokumentation "Projektierung Steuerteil"

Hinweis: Die Polarität des Eingangs ist nicht wählbar. Sie ist immer nullaktiv; d.h. 0 V am digitalen Eingang bewirkt Auslösen des E-Stops.

Diagnose- und Statusmeldungen

Warnungs- und Fehlerdiagnosen

Folgende Diagnosen zur E-Stop-Funktion sind möglich:

- **E8034 E-Stop aktiviert**
  Warnung: E-Stop mit bestmöglicher Stillsetzung
- **F4034 E-Stop aktiviert**
  Fehler: E-Stop mit bestmöglicher Stillsetzung
- **F6034 E-Stop aktiviert**
  Fehler: E-Stop mit Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung

Statusmeldungen

Der Zustand des E-Stop-Eingangs kann über den Parameter **P-0-0223, E-Stop-Eingang** abgelesen werden:

- Bit 0 = 0: 0 V am Eingang → E-Stop wird ausgelöst
- Bit 0 = 1: 24 V am Eingang → E-Stop nicht ausgelöst

8.5 Kompensationsfunktionen/Korrekturen

Reibmomentkompensation

Erweiterungspaket **Servofunktion** (Bestell-Bezeichnung **SRV**) in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Das Verhalten einer Maschinenachse wird durch Haftreibung beim Anfahren bzw. bei der Richtungsumkehr negativ beeinflusst. Die antriebsinterne Reibmomentkompensation ermöglicht durch das bewegungsrichtungsabhängige Aufschalten eines Momenten-/Kraft-Sollwertes die Kompensation der Haftreibung.

Abb. 8-33: Reibkurve bei Haftreibung

Hinweis: Die Reibmomentkompensation ist vorwiegend für den Einsatz in Präzisionswerkzeugmaschinen gedacht und soll die durch die Haftreibung erzeugten Bahnfehler verringern. Dies gilt insbesondere für den Kreisfehler am Quadrantenübergang.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0124, Stillstandsfenster**
- **S-0-0155, Reibungs-Kompensation**

Funktionsweise

Die Kompensation des Reibmomentes besteht prinzipiell darin, dass der bekannte Reibanteil über einen additiv aufgeschalteten Drehmoment-/Kraft-Sollwert vorgesteuert (kompensiert) wird und nicht vom Regler ausgeglichen werden muss. Dadurch kann speziell bei Umkehr der Bewegungsrichtung eine Verbesserung des Regelverhaltens erzielt werden (geringer Schleppfehler). Dies führt zu einer Erhöhung der Genauigkeit der Antriebsregelung.

S-0-0124: Stillstandsfenster
S-0-0155: Reibungs-Kompensation

Abb. 8-34: Funktionsprinzip der Reibungs-Kompensation

Hinweis: Im Umkehrpunkt ist eine Hysterese implementiert, so dass der Kompensationswert erst aufgeschaltet wird, wenn die Antriebsgeschwindigkeit außerhalb des Stillstandsfensters (vgl. S-0-0124) liegt.

Inbetriebnahmehinweise

Zur Nutzung dieser Funktion müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

Voraussetzungen

- Das Reibmoment der Achse muss eine relevante Größe besitzen. Bei einem Reibmomentanteil von weniger als 10 % des Nennmoments des eingesetzten Antriebs bleibt eine Reibmomentkompensation ohne nennenswerte Auswirkungen.
- Das zu kompensierende Reibmoment muss weitgehend unabhängig von der aktuellen Bearbeitung gleich bleibend sein.

Vor der Aktivierung der Funktion müssen folgende Vorbereitungen getroffen werden:

Vorbereitungen

- Geschwindigkeits- und Lageregelkreis müssen entsprechend den Inbetriebnahmehinweisen eingestellt sein.

  Siehe "Inbetriebnahme und Parametrierung der Regelkreise" im Kapitel "Betriebsarten"
- Die Master muss angeschlossen sein und ein Verfahren des Antriebs ermöglichen (z.B. Tippfunktion).
- Die Verfahrbereichsbegrenzungen der Achse müssen eingerichtet und aktiviert sein (vgl. P-0-0090, S-0-0049, S-0-0050).
- Falls die Achse eine stark temperaturabhängige Reibcharakteristik aufweist, muss der Antrieb vor der Ermittlung des Kompensationswertes auf Betriebstemperatur gebracht werden.
- Die Drehmomentbegrenzung auf minimalen Wert setzen, so dass der Antrieb die Haftreibung nicht überwinden kann und trotz Sollwertvorgabe stehen bleibt.

Hinweis: Falls der Antrieb nur in Lageregelung verfahren werden kann, ist die Schleppfehler-Überwachung abzuschalten, da sonst während der Ermittlung des Kompensationswertes der Fehler **F2028 Exzessive Regelabweichung** auftreten kann!

Ermittlung des Kompensationswertes

Die Ermittlung des Kompensationswertes (S-0-0155) geschieht in folgenden Schritten:

1. Einen positiven Sollwert für die Achse vorgeben und **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar** solange erhöhen, bis die Achse sich bewegt. Der dann in S-0-0092 enthaltene Wert entspricht dem Haftreibungsanteil für positive Richtung (Reibwert_positiv).

   Diesen Vorgang in die andere Bewegungsrichtung zur Ermittlung des Haftreibungsanteils für negative Richtung (Reibwert_negativ) wiederholen.
2. Aus den ermittelten Werten (Reibwert_positiv und Reibwert_negativ) ist der Einstellwert für die Reibmomentkompensation abzuleiten. Da es keinen richtungsabhängigen Korrekturwert gibt, muss aus diesen beiden Werten der Mittelwert berechnet und in den Parameter **S-0-0155, Reibungs-Kompensation** eingetragen werden.

Mittelwertbildung für den Eintrag in S-0-0155:

$$S\text{-}0\text{-}0155 = \frac{|\text{Reibwert_positiv}| + |\text{Reibwert_negativ}|}{2}$$

Geberkorrektur

Grundpaket aller Varianten in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Die Qualität der Bearbeitung bzw. die Genauigkeit, mit der eine Achse einer vorgegebenen Bahnkurve folgen kann, wird von mehreren Faktoren beeinflusst. Einer der Einflussfaktoren ist die Genauigkeit, mit der ein Mess-System die Lage einer Achse oder Welle identifizieren kann.

IndraDrive-Regelgeräte bieten die Möglichkeit, systembedingte Ungenauigkeiten von Lage-Mess-Systemen mit sinusförmigen Signalen zu verbessern. Dadurch ergibt sich ein verbessertes Folgeverhalten eines Antriebs bzw. einer Achse zu den Lage- und Geschwindigkeits-Sollwerten. Die Bandbreite der Regelkreise kann in vielen Fällen durch eine höher einstellbare Regelkreisverstärkung ebenfalls verbessert werden.

Beteiligte Parameter

- **P-0-0340, C3500 Kommando Geberkorrektur ermitteln**
- **P-0-0341, Geberkorrektur Steuerwort**
- **P-0-0342, Geberkorrektur Korrekturwertetabelle**

Beteiligte Diagnosen

- **C3500 Kommando Geberkorrektur ermitteln**
- **C3501 Ermittlungsgeschwindigkeit unzulässig**
- **C3502 Motorgeber nicht vorhanden**
- **C3503 Optionaler Geber nicht vorhanden**
- **C3504 Messgeber nicht vorhanden**
- **C3505 Kein Geber ausgewählt**
- **C3506 Korrekturwertetabelle kann nicht gespeichert werden**

Funktionsbeschreibung

Die Genauigkeit der Lageistwerte, die das Regelgerät aus den Signalen eines Mess-Systems ermittelt, hängt bei sinusförmigen Signalen in hohem Maße davon ab, wie gut die Sinusform vom Mess-System eingehalten wird.

Ungenauigkeiten sinusförmiger Gebersignale

Die wesentlichen Ungenauigkeiten bei sinusförmigen Signalen werden verursacht durch:

- Signaloffset
  → das ausgewertete Sinussignal ist nicht symmetrisch zur Nulllinie
- Amplitudenfehler
  → die Signalhöhe ist entweder zu gering (schlechte Auflösung) oder zu groß (Scheitelbereich nicht mehr darstellbar)
- Signalformfehler
  → die Kurvenform weicht von der exakten Sinusform ab

Lageistwerte werden aus den beiden sinusförmigen Signalen eines Gebers, die um ein Teilungsperiodenviertel verschobenen sind, errechnet. Die genannten Fehler führen zu abweichenden Sinussignalen und damit abweichenden Lageistwerten im Vergleich mit idealen Lageistwerten von exakt sinusförmigen Signalverläufen.

Das Regelgerät führt eine Kompensation des Signaloffsets und des Amplitudenfehlers für alle am Regelgerät angeschlossenen Geber automatisch aus.

Kompensation von Signalformfehlern

Die Korrektur von Signalformfehlern kann aufgrund des hohen Bedarfs an Rechenkapazität nur für einen der anschließbaren Geber aktiviert werden. Dazu muss ein Geber, für den die Korrektur erfolgen soll, in **P-0-0341, Geberkorrektur Steuerwort** festgelegt werden. Die Signalformfehler werden durch Aktivierung des **P-0-0340, C3500 Kommando Geberkorrektur ermitteln** vom Regelgerät gemessen.

Zur Erfassung der Signalformfehler der Geberteilungsperioden muss der Antrieb in der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" mit einem konstanten Geschwindigkeitssollwert angesteuert werden.

Für die Maximalgeschwindigkeit zur Ermittlung der Korrekturwerte gilt:

$$S-0-0040 \leq \frac{0{,}03125}{T_{Vreg} * TP/Umdr.} \quad \text{(rotatorischer Geber)}$$

$$S-0-0040 \leq \frac{0{,}03125 * TP}{T_{Vreg}} \quad \text{(linearer Geber)}$$

S-0-0040: Geschwindigkeits-Istwert
T_{Vreg}: Abtastzeit des Geschwindigkeitsreglers
TP/Umdr.: Teilungsperioden pro Geberumdrehung (Strichzahl des rotatorischen Gebers)
TP: Länge der Teilungsperiode (linearer Geber)

Abb. 8-35: Maximalgeschwindigkeit für die Ermittlung der Korrekturwerte bezogen auf die Geberwelle (rotatorischer Geber) bzw. den Sensorkopf (linearer Geber)

Wenn alle erforderlichen Messwerte erfasst, die Korrekturwerte berechnet und in **P-0-0342, Geberkorrektur Korrekturwertetabelle** abgelegt wurden, beendet das Regelgerät die Kommandoausführung. Sollte bei aktivem Kommando C3500 der Geschwindigkeitsistwert kleiner als 50 % oder größer als 100 % des oben errechneten Maximalwertes werden, wird die Erfassung der Signalformfehler abgebrochen (Fehlermeldung "C3501 Ermittlungsgeschwindigkeit unzulässig"). Für eine störungsfreie Ermittlung der Korrekturwerte wird ein Sollwert von ca. 75 % der Maximalgeschwindigkeit empfohlen.

Hinweis: Die Werte in der Korrekturtabelle P-0-0342 passen nur für den Geber, für den sie ermittelt wurden! Bei Geberaustausch ist die Ermittlung der Korrekturwerte erneut durchzuführen (Kommando C3500)!

Aktivierung/Deaktivierung

Die Korrekturwerte werden bei der Erstinbetriebnahme einmalig ermittelt. Wenn die Geberkorrektur bei Betrieb des Antriebs aktiviert ist (betreffende Bits von P-0-0341), werden die Signalformfehler der Geberspuren durch Addition eines Korrekturwertes kompensiert. Die Korrekturwerte werden aus den Tabellenwerten des Parameters P-0-0342 gewonnen. Falls kein Geber ausgewählt wurde, ist die Geberkorrektur deaktiviert!

Anwendungshinweise

Die Geberkorrektur ist erfahrungsgemäß bei Gebern mit folgenden Eigenschaften effektiv einsetzbar:

- Rotative Geber → bis ca. 1000 Zyklen/Umdrehung
- Lineare Geber → Teilungsperioden bis ca. 0,1 mm

Folgende Anwendungsgrundsätze sind zu beachten:

- Sollte durch die Geberkorrektur keine Verbesserung eintreten, ist diese Funktion zu deaktivieren (Entlastung des Prozessors!).
- Soll der Gleichlauf eines Antriebs (konstante Drehzahl) verbessert werden, ist die Geberkorrektur auf den Motorgeber anzuwenden.
- Soll die Positioniergenauigkeit verbessert werden, ist die Geberkorrektur auf den Lageregelungsgeber anzuwenden.

Inbetriebnahmehinweise

Vorbereitung

Vor dem Start des Kommandos C3500 sind für den betreffenden Antrieb folgende Vorbereitungen durchzuführen:

- Der zu korrigierende Geber ist in **P-0-0341, Geberkorrektur Steuerwort** festzulegen.
- Die Geschwindigkeit ist zu ermitteln, die für die Erfassung der Signalformfehler nicht überschritten werden darf.
- Der Verfahrbereich der Achse ist für eine Bewegungszeit von mindestens 4 s mit der maximalen Erfassungsgeschwindigkeit abzuschätzen und es ist für ausreichend Verfahrweg zu sorgen (Startposition, Bewegungsrichtung).
- Die Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" ist zu aktivieren.

Geberkorrektur durchführen

Bei Erstinbetriebnahme muss die Geberkorrektur einmalig durchgeführt werden:

- Antrieb aktivieren ("AF") und **P-0-0340, C3500 Kommando Geberkorrektur ermitteln** starten
- Geschwindigkeitssollwert von ca. 75 % des errechneten Maximalwerts vorgeben

VORSICHT

Sachschäden durch Fehler in der Ansteuerung von Motoren und bewegten Elementen!

⇒ Für ausreichenden Verfahrweg der Achse sorgen! Achs-Endlageschalter aktivieren und auf kollisionssichere Positionen setzen!

- Den Status der Kommandoausführung beobachten und mit Ende der Kommandoausführung den Geschwindigkeitssollwert auf Null setzen.

- Die Wirksamkeit der Geberkorrektur überprüfen, z.B. durch Prüfen der Amplitude der Gleichlaufschwankung, wenn wie bei Erfassung der Signalformfehler bei aktivierter und deaktivierter Geberkorrektur die gleiche Strecke in gleicher Weise durchfahren wird. Die Amplitude muss bei aktiver Geberkorrektur deutlich kleiner sein!
  Ggf. das Kommando C3500 mit veränderter Erfassungsgeschwindigkeit wiederholen!

Geberkorrektur aktivieren

Beim Wiedereinschalten des Antriebs (nach der Erstinbetriebnahme) werden die im Parameter **P-0-0342, Geberkorrektur Korrekturwertetabelle** gespeicherten Korrekturwerte automatisch aktiviert, wenn das betreffende Bit in **P-0-0341, Geberkorrektur Steuerwort** gesetzt ist!

Achsfehlerkorrektur

Erweiterungspaket **Servofunktion** (Bestell-Bezeichnung **SRV**) in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Der vom Mess-System gelieferte Lageistwert und der tatsächliche Lageistwert an der Achse, z.B. an der Spanabnahmestelle bei spanender Bearbeitung, können voneinander abweichen bedingt durch

- Ungenauigkeiten des Mess-Systems
- Übertragungsungenauigkeiten in mechanischen Übertragungselementen wie Getriebe, Kupplung, Vorschubspindel etc.
- Thermische Ausdehnung von Maschinenteilen des Antriebsstranges.

Für die Kompensation der mechanisch bedingten Lagefehlerquellen bieten IndraDrive-Regelgeräte folgende Korrekturfunktionen:

- Umkehrspannen-Korrektur
- Präzisionsachsfehlerkorrektur
- steuerungsseitige Achsfehlerkorrektur

Die steuerungsseitige Achsfehlerkorrektur ist immer aktiv. Der Korrekturwert kann im zyklischen Telegramm oder im Servicekanal übertragen werden. Zusätzlich kann die Präzisions-Achsfehlerkorrektur oder das Umkehrspiel aktiviert werden, wobei die Präzisions-Achsfehlerkorrektur die höhere Priorität besitzt.

Zudem kann Temperaturfehlerkorrektur aktiviert werden. IndraDrive-Regelgeräte bieten zwei Möglichkeiten zur Korrektur von Temperaturfehlern:

- achslageunabhängig
- achslageabhängig

Die beiden Temperaturfehlerkorrekturen können gleichzeitig und zusätzlich zu den anderen Korrekturfunktionen aktiviert werden!

Beteiligte Parameter

- **S-0-0058, Umkehrspiel**
- **S-0-0124, Stillstandsfenster**
- **P-0-0400, Achs-Korr. Korrekturwert extern**
- **P-0-0401, Achs-Korr. aktiver Korrekturwert**
- **P-0-0402, Achs-Korr. Bezugstemperatur**
- **P-0-0403, Achs-Korr. Bezugsposition Temp.-Korr.**
- **P-0-0404, Achs-Korr. Isttemperatur pos.abh.**

- **P-0-0405, Achs-Korr. Isttemperatur pos.unabh.**
- **P-0-0406, Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.abh.**
- **P-0-0407, Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.unabh.**
- **P-0-0408, Achs-Korr. Startposition**
- **P-0-0409, Achs-Korr. Endposition**
- **P-0-0410, Achs-Korr. Stützpunktabstand**
- **P-0-0411, Achs-Korr. Korrekturtabelle Positiv**
- **P-0-0412, Achs-Korr. Korrekturtabelle Negativ**
- **P-0-0413, Achs-Korr. Steuerwort**

Auswahl des Mess-Systems

Zu korrigierendes Mess-System

Das zu korrigierende Lageistwert-System wird über das betreffende Bit von **P-0-0413, Achs-Korr. Steuerwort** ausgewählt. Es kann nur eines der Lageistwert-Systeme ausgewählt werden!

Verfügbare Korrekturfunktionen und ihre Abhängigkeiten:

- Umkehrspannen-Korrektur
  (abhängig vom Vorzeichen des Geschwindigkeitssollwerts)
- Präzisionsachsfehlerkorrektur
  (abhängig vom Vorzeichen des Geschwindigkeitssollwerts und vom Lageistwert)
- Positionsabhängige Temperaturfehlerkompensation
  (abhängig von der aktuellen Temperatur und vom Lageistwert)
- Positionsunabhängige Temperaturfehlerkompensation
  (abhängig von der aktuellen Temperatur)
- Steuerungsseitige Achsfehlerkorrektur
  (aktueller, zyklischer Lagekorrekturwert von der Steuerung)

Hinweis: Alle lageabhängigen Korrekturfunktionen sind erst wirksam, wenn bei dem betreffenden Geber Maßbezug hergestellt wurde (siehe "Herstellen des Maßbezuges" im Kapitel "Antriebsfunktionen").

Das Vorzeichen des Geschwindigkeitssollwerts bezieht sich immer auf die Lastseite, unabhängig vom gewählten Datenbezug (Motorwelle bzw. Last).

Aktiver Korrekturwert

Die Summe der aktiven Korrekturwerte wird im Parameter **P-0-0401, Achs-Korr. aktiver Korrekturwert** angezeigt. Der Wert bezieht sich auf den im Parameter P-0-0413 ausgewählten Geber.

Umkehrspannen-Korrektur

Mit Hilfe der Umkehrspannen-Korrektur kann auf einfache Weise eine Lose in der Achsmechanik korrigiert werden.

Abb. 8-36: Darstellung der Losen bei Zahnräder

Die Aktivierung der Funktion erfolgt durch Eingabe der Lose in den Parameter **S-0-0058, Umkehrspiel**. Es werden die Lageistwerte des über P-0-0413 ausgewählten Gebers mit dem Wert aus S-0-0058 korrigiert (unter Berücksichtigung der Bewegungsrichtung).
Positive oder negative Bewegungsrichtung wird erkannt, wenn

- bei Lageregelung die zeitbezogene Lagesollwertänderung (entspricht Geschwindigkeits-Vorsteuerwert bei schleppfehlerfreier Lageregelung),
- bei Geschwindigkeitsregelung der Geschwindigkeitssollwert (S-0-0036)

den Betrag des Stillstandsfensters (S-0-0124) in positiver oder negativer Richtung überschritten hat. Das Stillstandsfenster wirkt als Hysterese!

Abb. 8-37: Wirkungsweise der Umkehrspannen-Korrektur, Hysterese bei Umkehr der Bewegungsrichtung

$$x_{ist,\ korr} = x_{ist,}$$

x_{ist}: unkorrigierter Lageistwert 1 oder 2
$x_{ist,korr}$: korrigierter Lageistwert 1 oder 2

Abb. 8-38: Lageistwert für v(soll) > Stillstandsfenster (S-0-0124)

$$x_{ist,\ korr} = x_{ist,} + \text{Korrekturwert}$$

x_{ist}: unkorrigierter Lageistwert 1 oder 2
$x_{ist,korr}$: korrigierter Lageistwert 1 oder 2

Abb. 8-39: Lageistwert für v(soll) < (-)Stillstandsfenster (S-0-0124)

Abb. 8-40: Blockschaltbild zur Umkehrspannen-Korrektur

Ermittlung des Umkehrspiels

Zur Bestimmung des Wertes für den Parameter **S-0-0058, Umkehrspiel** wird folgendes Vorgehen empfohlen:

- Achse über Tippbetrieb in positive Richtung bewegen
- Messuhr an einem geeigneten Punkt der Achsmechanik anbringen und auf Null stellen
- Achse so weit in negative Richtung tippen bis eine Veränderung des Zeigerausschlages der Messuhr sichtbar wird

Die Bestimmung des Umkehrspiels geschieht dann nach folgender Rechnung:

$$Umkehrspiel = \Delta X_{Steuerung} - \Delta X_{Messuhr}$$

$\Delta X_{Steuerung}$: Verfahrene Wegstrecke ab Nullposition der Messuhr laut Steuerungsanzeige
$\Delta X_{Messuhr}$: Verfahrene Wegstrecke laut Messuhr bezüglich ihrer Nullposition

Abb. 8-41: Bestimmung des Eingabewertes für S-0-0058

Präzisionsachsfehlerkorrektur

Die Präzisionsachsfehlerkorrektur dient der Korrektur von nichtlinearen Geberfehlern und nichtlinearen Fehlern der Mechanik. Die Korrektur wirkt auf den durch P-0-0413 ausgewählten Geber.

Zugehörige Parameter:

- **P-0-0408, Achs-Korr. Startposition**
- **P-0-0409, Achs-Korr. Endposition**
- **P-0-0410, Achs-Korr. Stützpunktabstand**
- **P-0-0411, Achs-Korr. Korrekturtabelle Positiv**
- **P-0-0412, Achs-Korr. Korrekturtabelle Negativ**

Korrekturwerte

Über die Tabellen **P-0-0411, Achs-Korr. Korrekturtabelle Positiv** und **P-0-0412, Achs-Korr. Korrekturtabelle Negativ** können lage- und

richtungsabhängig Korrekturwerte, sog. Korrekturstützpunkte, innerhalb des Korrekturbereiches eingegeben werden.

Korrekturbereich

Der Korrekturbereich liegt innerhalb des Wertebereichs, der durch die Parameter **P-0-0408, Achs-Korr. Startposition** und **P-0-0409, Achs-Korr. Endposition** begrenzt wird. Die Startposition (P-0-0408) wird anwenderseitig vorgegeben, die Endposition (P-0-0409) wird antriebsseitg ermittelt aus dem Maximalwert der genutzten Korrektur-tabellenstützpunkte (aus P-0-0411 und P-0-0412) und dem Stützpunktabstand (P-0-0410).

Korrekturstützpunkte

Die Positionen, bei denen die Korrekturstützpunkte aufgenommen werden, sind über die Parameter **P-0-0410, Achs-Korr. Stützpunktabstand** und **P-0-0408, Pos-Korr, Startposition** festgelegt. Zwischen den Korrekturstützpunkten werden die Korrekturwerte durch kubische Spline-Interpolation berechnet.

Es werden die Lageistwerte des über P-0-0413 ausgewählten Gebers unter Berücksichtigung der Bewegungsrichtung mit den interpolierten Werten der "Korrekturtabelle Positiv" (P-0-0411) bzw. "Korrekturtabelle Negativ" (P-0-0412) korrigiert. Positive oder negative Bewegungsrichtung wird erkannt, wenn

- bei Lageregelung die zeitbezogene Lagesollwertänderung (entspricht Geschwindigkeits-Vorsteuerwert bei schleppfehlerfreier Lageregelung),
- bei Geschwindigkeitsregelung der Geschwindigkeitssollwert (S-0-0036)

den Betrag des Stillstandsfensters (S-0-0124) in positiver oder negativer Richtung überschritten hat. Das Stillstandsfenster wirkt auch hier als Hysterese!

Aktivierung der Präzisionsachsfehlerkorrektur

Die Präzisionsachsfehlerkorrektur ist aktiv, wenn im Parameter **P-0-0410, Achs-Korr. Stützpunktabstand** ein Wert größer Null steht und bei dem Geber, dessen Lageistwert korrigiert werden soll, Maßbezug hergestellt worden ist.

Abb. 8-42: Veranschaulichung der Korrekturwertbildung aus den eingegebenen Korrekturstützpunkten

Tabellen-index	P-0-0411 (positive Richtung)	P-0-0412 (negative Richtung)
0	0 (Korrekturwert an Startposition P-0-0408)	0 (Korrekturwert an Startposition P-0-0408)
1	Korrekturwert Stützpunkt 2	Korrekturwert Stützpunkt 2
2	Korrekturwert Stützpunkt 3	Korrekturwert Stützpunkt 3
3	Korrekturwert Stützpunkt 4	Korrekturwert Stützpunkt 4
....	....	....
498	Korrekturwert Stützpunkt 499	Korrekturwert Stützpunkt 499
499	0	0

Abb. 8-43: Zuordnung der Stützpunkt-Korrekturwerte zum Tabellenindex der Korrekturtabellen P-0-0411 und P-0-0412

Hinweis: Es müssen nicht alle 500 Tabellenwerte benutzt werden. Es wird jedoch empfohlen, die gleiche Anzahl Korrekturstützpunkte für positive und negative Bewegungsrichtung zu nutzen! Der erste und der letzte Korrekturwert der Tabelle muss Null sein, um Unstetigkeiten (sprunghafte Änderungen) im Lageistwert zu vermeiden!

Hinweis: Unterschiedliche Korrekturwerte für positive und negative Bewegungsrichtung am selben Stützpunkt führen bei Richtungsumkehr zu einer Unstetigkeit im zugehörigen Lageistwert und damit evtl. zu einen sprungartigen Ausregeln auf die Sollposition!

Wirkprinzip

Folgende Darstellung zeigt das Wirkprinzip der Präzisionsachsfehlerkorrektur:

Abb. 8-44: Blockschaltbild zur Präzisionsachsfehlerkorrektur

Ermittlung der erforderlichen Parameterwerte

Die Ermittlung der Korrekturwerte erfolgt mit Hilfe eines Referenzmess-Systems (z.B. Laserinterferometer). Es werden innerhalb des gewünschten Korrekturbereiches die Stützpunkte für die verschiedenen

Richtungen nacheinander angefahren und der entsprechende Positionsfehler gemessen.

$$xk = x(mess) - x(Anzeige)$$

xk: Stützpunktbezogener Korrekturwert
x(mess): Gemessener Positionswert am Stützpunkt
x(Anzeige): S-0-0051 bzw. S-0-0053

Abb 8-45: Korrekturwertbestimmung für Präzisionsachsfehlerkorrektur

Die stützpunktbezogenen Korrekturwerte werden in die Tabellen P-0-0411 und P-0-0412 eingetragen.

Die erforderliche Länge des Korrekturbereiches und der Maximalwert der Stützpunktzahl legen den minimalen Stützpunktabstand fest. Wenn die Stützpunktanzahl kleiner gewählt wird, ist ein größerer Stützpunktabstand bei gleich langem Korrekturbereich erforderlich. Hierdurch kann sich jedoch die Korrekturgenauigkeit verringern!

$$P-0-0410 = \frac{Länge_des_Korrekturbereichs}{\max._Stützpunktezahl(P\text{-}0411, P\text{-}0412)}$$

P-0-0410 : Achs-Korr. Stützpunktabstand
P-0-0411: Achs-Korr. Korrekturtabelle Positiv
P-0-0412: Achs-Korr. Korrekturtabelle Negativ

Abb. 8-46: Bestimmung des Stützpunktabstandes

Hinweis: Bei Wert des Parameters P-0-0410 gleich Null ist die Präzisionsachsfehlerkorrektur deaktiviert!

Startposition festlegen

Die Startposition für Präzisionsachsfehlerkompensation legt die Position des ersten Korrekturstützpunktes fest, die Endposition wird vom Regelgerät ermittelt und in **P-0-0409, Achs-Korr. Endposition** angezeigt.

Steuerungsseitige Achsfehlerkorrektur

IndraDrive-Regelgeräte bieten auch die Möglichkeit, steuerungsseitige Korrekturwerte für den Lageistwert zyklisch an den Antrieb zu senden und im Lageregelungstakt in den Lageistwert einzurechnen.

Die steuerungsseitige Achsfehlerkorrektur wird aktiviert, wenn der Parameter **P-0-0400, Achs-Korr. Korrekturwert extern** im Masterdatentelegramm vorhanden ist. Die Korrekturwerte wirken auf den im Parameter **P-0-0413, Achs-Korr. Steuerwort** ausgewählten Geber.

Hinweis: Bei der steuerungsseitigen Achsfehlerkorrektur ist es nicht erforderlich, dass antriebsintern bei dem betreffenden Geber Maßbezug hergestellt wurde!

Abb. 8-47: Steuerungsseitige Achsfehlerkorrektur

Temperaturkorrektur

Die Temperaturkorrektur dient dazu, Lageistwertfehler zu korrigieren, die durch temperaturabhängige Längenausdehnung an Servoachsen auftreten können.

Abhängigkeiten der thermisch verursachten Lageistwertfehler

Die durch Temperatureinfluss entstehenden Lageistwertfehler können, je nach mechanischen Aufbau der Achse und Anordnung von Werkstück oder Werkzeug,

- nur von der Temperatur abhängig sein

- oder -

- von der Temperatur und von der Achsposition abhängig sein.

IndraDrive-Regelgeräte bieten deshalb zwei Möglichkeiten der Temperaturkorrektur:

- positionsunabhängig
- positionsabhängig

Temperaturmesswert

Der Messwert der Temperatur ist vom Steuerungsmaster über die Führungskommunikation zyklisch bereitzustellen! Für die positionsabhängige und die positionsunabhängige Temperaturkorrektur nimmt das Regelgerät eigene Temperaturmesswerte an!

Bezugstemperatur

Die temperaturabhängigen Korrekturfunktionen arbeiten relativ zu einer Bezugstemperatur, bei der kein temperaturabhängiger Lageistwertfehler vorhanden ist. Der Bezugstemperaturwert ist in den Parameter **P-0-0402, Achs-Korr. Bezugstemperatur** einzutragen.

Hinweis: Bei Messung von Bezugs-Lageistwerten müssen alle Maschinenteile auf Bezugstemperatur sein!

Wichtungen

Alle Temperaturdaten werden mit der antriebsseitig eingestellten Temperaturwichtung (S-0-0208) bewertet. Die Faktoren für die Längenausdehnung (P-0-0406, P-0-0407) werden mit dem Quotient Lagedatenwichtung/Temperaturwichtung (S-0-0076/S-0-0208) bewertet.

Positionsunabhängige Temperaturkorrektur

Verwendung

Die positionsunabhängige Temperaturkorrektur wird genutzt, um die temperaturabhängige Längenausdehnung von Werkzeugen, Werkstücken und Schlitten zu kompensieren. Die Ausdehnung dieser Bestandteile einer Servoachse ist nur abhängig von der Temperaturdifferenz gegenüber einer Bezugstemperatur, der entstehende Lageistwertfehler ist an jeder Position der Achse gleich groß.

Zugehörige Parameter:

- **P-0-0402, Achs-Korr. Bezugstemperatur**
- **P-0-0405, Achs-Korr. Isttemperatur pos.unabh.**
- **P-0-0407, Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.unabh.**

$L_{Bez.temp}$: Materiallänge, deren Temperaturausdehnung zu kompensieren ist (bei Bezugstemperatur)

Abb. 8-48: Anwendungsbeispiel für positionsunabhängige Temperaturkorrektur

Hinweis: Das zu korrigierende Lageistwert-System wird über das betreffende Bit von **P-0-0413, Achs-Korr. Steuerwort** ausgewählt.

Wirkungsweise der positionsunabhängigen Temperaturkorrektur:

Abb. 8-49: Positionsunabhängige Temperaturkorrektur

Antriebsinterne Bestimmung des Korrekturwerts:

$$x_k = P\text{-}0\text{-}0407 * (P\text{-}0\text{-}0405 - P\text{-}0\text{-}0402)$$

Xk: Korrekturwert, temperaturabhängig
P-0-0407: Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.unabh.
P-0-0405: Achs-Korr. Isttemperatur pos.unabh.
P-0-0402: Achs-Korr. Bezugstemperatur

Abb. 8-50: Bestimmung des Korrekturwerts

Positionsunabhängiger Temperaturfaktor

Die Ermittlung des Wertes für **P-0-0407, Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.unabh.** kann rechnerisch oder messtechnisch erfolgen.

Rechnerische Ermittlung

Sind für die nachfolgende Formel alle Daten durch den Aufbau der Mechanik eindeutig zuweisbar, kann der Korrekturfaktor rechnerisch ermittelt werden.

$$P\text{-}0\text{-}0407 = \alpha * L_{Bez.temp}$$

P-0-0407: Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.unabh.
α: Längenausdehnungskoeffizient des Materials
$L_{Bez.temp}$: Materiallänge, deren Temperaturausdehnung zu kompensieren ist (bei Bezugstemperatur)

Abb. 8-51: Rechnerische Ermittlung von P-0-0407

$$\begin{aligned} P\text{-}0\text{-}0407 &= \alpha * L_{Bez.temp} \\ &= 0{,}000018\ 1/K * 100\ mm \\ &= 0{,}00018\ mm/0{,}1K \end{aligned}$$

α: z.B. 0,000018 $^1/_K$, wenn Temperaturwichtung °C (Default-Wichtung)
$L_{Bez.temp}$: z.B. 100mm (Vorzugswichtung)

Abb. 8-52: Beispiel für die rechnerische Ermittlung von P-0-0407

Messtechnische Ermittlung

Ist die rechnerische Ermittlung des Wertes für P-0-0407 nicht möglich (z.B. wenn das Korrekturobjekt aus verschiedenen Materialien besteht), muss er durch Messung ermittelt werden. Durch eine Messreihe wird der Lageistwertfehler des Korrekturobjekts bei verschiedenen Temperaturen ermittelt. Mit Hilfe der Messpunkte lässt sich eine Korrekturgerade in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz approximieren.

x_{kn}: Korrekturwert (Lagemesswert – Lageistwert (S-0-0051/S-0-0053))
ΔT_n: Temperaturdifferenz (gemessene Temperatur – Bezugstemperatur (P-0-0402))

Abb. 8-53: Approximierte Korrekturgerade auf Basis gemessener Korrekturwerte bei verschiedenen ΔT

Berechnung anhand der Messwerte

Die Steigung der approximierten Geraden ist der Wert des positionsunabhängigen Temperaturfaktors. Anhand der Werte aus der Messreihe lässt sich der positionsunabhängige Temperaturfaktor berechnen:

$$P-0-0407 = \frac{n \times \sum(\Delta T_n \times x_{kn}) - \sum \Delta T_n \times \sum x_{kn}}{n \times \sum \Delta T_n{}^2 - (\sum \Delta T_n)^2}$$

P-0-0407: Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.unabh.
n: Anzahl der Messwerte
ΔT_n: Temperaturdifferenz, bei der der Korrekturwert x_{kn} bestimmt wurde
x_{kn}: Korrekturwert bei der Temperaturdifferenz ΔT_n

Abb. 8-54: Berechnung des positionsunabhängigen Temperaturfaktors aus den Werten der Messreihe

Aktivierung der Funktion

Die positionsunabhängige Temperaturkorrektur ist aktiviert, wenn der Wert von **P-0-0407, Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.unabh.** größer Null ist.

Hinweis: Bei Wert des Parameters P-0-0407 gleich Null ist die Funktion der positionsunabhängigen Temperaturkorrektur deaktiviert. Für diese Korrekturfunktion ist Maßbezug des zu korrigierenden Mess-Systems nicht erforderlich!

Positionsabhängige Temperaturkorrektur

Verwendung

Die positionsabhängige Temperaturkorrektur wird genutzt, um die temperaturabhängige Längenausdehnung der mechanischen Übertragungselemente einer Servoachse bzw. des Mess-Systems zu kompensieren. Abhängig von der Position des Achsschlittens führt die temperaturbedingte Längenausdehnung zu unterschiedlich großen Lageistwertfehlern über den Verfahrbereich der Achse.

An einer Position der Achse ist ein nicht temperaturabhängiger "Fixpunkt" vorhanden, der als Bezugsposition für die positionsabhängige Temperaturkorrektur dient.

Zugehörige Parameter:

- **P-0-0402, Achs-Korr. Bezugstemperatur**
- **P-0-0403, Achs-Korr. Bezugsposition Temp.-Korr**
- **P-0-0404, Achs-Korr. Isttemperatur pos.abh.**
- **P-0-0406, Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.abh.**

Abb. 8-55: Anwendungsbeispiel für positionsabhängige Temperaturkorrektur

Hinweis: Das zu korrigierende Lageistwert-System wird über das betreffende Bit von **P-0-0413, Achs-Korr. Steuerwort** ausgewählt.

Wirkungsweise der positionsabhängigen Temperaturkorrektur:

Abb. 8-56: Positionsabhängige Temperaturkorrektur

Wenn bei dem zu korrigierenden Lageistwert-System der Maßbezug hergestellt ist, wird der auf den aktuellen Lageistwert bezogene Korrekturwert antriebsintern wie folgt ermittelt:

$$x_k = (S\text{-}0\text{-}0051/53 - P\text{-}0\text{-}0403) * (P\text{-}0\text{-}0404 - P\text{-}0\text{-}0402) * P\text{-}0\text{-}0406$$

Xk:	Korrekturwert, temperatur- und positionsabhängig
S-0-0051/53:	Lage-Istwert Geber 1 bzw. Geber 2
P-0-0402:	Achs-Korr. Bezugstemperatur
P-0-0403:	Achs-Korr. Bezugsposition Temp.-Korr.
P-0-0404:	Achs-Korr. Isttemperatur pos.abh.
P-0-0406:	Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.abh.

Abb. 8-57: Bestimmung des Korrekturwerts, temperatur- und positionsabhängig

Ermittlung der Bezugsposition

Bei der positionsabhängigen Temperaturkorrektur gibt es eine Achsposition, die von Temperaturschwankungen nicht verfälscht wird. Sie ist die Bezugsposition für die positionsabhängige Temperaturkorrektur und wird in den Parameter **P-0-0403, Achs-Korr. Bezugsposition Temp.-Korr.** eingegeben.

Ermittlung der Bezugsposition durch:

- direkte Messung, sofern die Anordnung der mechanischen Übertragungselemente die Bezugsposition eindeutig erkennen lässt

- oder -

- eine Messreihe, bei der der Lageistwertfehler gemessen wird an deutlich verschiedenen Achspositionen gegenüber der Bezugsposition (bei konstanter Temperatur, die deutlich unterschiedlich zur Bezugs-temperatur (P-0-0402) ist)

Bezugsposition über Messreihe

Da in den meisten Fällen der Bezugspunkt nicht durch direkte Messung bestimmt werden kann, kommt der Bezugspunktermittlung über eine Messreihe besondere Bedeutung zu.

Abb. 8-58: Darstellung der Bezugsposition

Über die Messpunkte (P_1, P_2, P_3) lässt sich die Bezugsposition durch die Gleichung einer approximierten Geraden bestimmen:

$$x_0 = \frac{-b}{a}$$

x_0: Bezugsposition
b: Schnittpunkt der Geraden mit der Korrekturwertachse (x_k)
a: Steigung der Geraden
Abb. 8-59: Gleichung zur Bestimmung der Bezugsposition

Steigung der Geraden:

$$a = \frac{n \times \sum (x_{ist_n} \times x_{kn}) - \sum x_{ist_n} \times \sum x_{kn}}{n \times \sum x_{ist_n}{}^2 - (\sum x_{ist_n})^2}$$

n: Anzahl der Messwerte
x_{ist_n}: Istposition, bei der ein Korrekturwert x_{kn} gemessen wurde
x_{kn}: Korrekturwert bei x_{ist_n}
Abb. 8-60: Hilfsgleichung 1 zur Bezugspunktbestimmung

Schnittpunkt der Geraden mit der Korrekturwertachse (x_k)

$$b = \frac{\sum x_{kn} * \sum x_{ist_n}{}^2 - \sum x_{ist_n} * \sum (x_{ist_n} * x_{kn})}{n * \sum x_{ist_n}{}^2 - (\sum x_{ist_n})^2}$$

n: Anzahl der Messwerte
x_{ist_n}: Istposition, bei der ein Korrekturwert x_{kn} gemessen wurde
x_{kn}: Korrekturwert bei x_{ist_n}
Abb. 8-61: Hilfsgleichung 2 zur Bezugspunktbestimmung

Beispiel Gemessene Fehler bei T_{ist}= 45°C (Bezugstemperatur T_0 = 23°C):

n	X_{ist_n} (Lageistwert 1) in mm	x_{kn} (Fehler) in mm
1	+10.0000	-0.0300
2	+70.0000	+0.0100
3	+105.0000	+0.0250

Abb. 8-62: Beispiel einer Messreihe für Temperaturkorrektur

Rexroth Bosch Group

Resultierende Messpunkte: P = [X = X_{ist_n} ; X = x_{kn}]

- P1 = [+10.0mm;-0.03mm]
- P2 = [+70.0mm;+0,01mm]
- P3 = [+105.0mm;+0,025mm]
- n = 3

Teilsummen für Hilfsgleichungen:

$$\sum x_{kn} = (-0.03 + 0.01 + 0.025)mm = +0.005mm$$
$$\sum x_{ist_n} = (10.0 + 70.0 + 105.0)mm = 185.0mm$$
$$\sum x_{ist_n}{}^2 = (10^2 + 70^2 + 105^2)mm^2 = 16025mm^2$$
$$\sum x_{ist_n} * x_{kn} = (-0.3 + 0.7 + 2.625)mm^2 = 3.025mm^2$$

Abb. 8-63: Teilsummen für Hilfsgleichungen

$$a = \frac{3 * 3.025mm^2 - 185.0mm * 0.005mm}{3 * 16025mm^2 - (185.0mm)^2} = \frac{8.15mm^2}{13850mm^2} = 0.0005884$$

Abb. 8-64: Hilfsgleichung 1

$$b = \frac{0.005mm * 16025mm^2 - 185.0mm * 3.025mm^2}{3 * 16025mm^2 - (185.0mm)^2} = \frac{-479.5mm^3}{13850mm^2} = -0.034620mm$$

Abb. 8-65: Hilfsgleichung 2

$$x0 = \frac{-(-0.034620mm)}{0.0005884} = 58.83mm$$

Abb. 8-66: Bezugsposition

Um die Bezugsposition möglichst genau ermitteln zu können, sollten bei der positionsabhängigen Temperaturkorrektur mehrere Messreihen bei unterschiedlichen Temperaturen aufgenommen werden.

Die resultierende Bezugsposition wird durch das arithmetische Mittel der errechneten Bezugspositionen bestimmt.

Positionsabhängiger Temperaturfaktor

Die Ermittlung des Wertes für **P-0-0406, Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.abh.** erfolgt

- anhand der Daten der mechanischen Übertragungselemente

- oder -

- über Messreihen zum Lageistwertfehler bei verschiedenen Temperaturen an einer gleichbleibenden Achsposition.

Temperaturfaktor über Messreihe

Zur Ermittlung des positionsabhängigen Temperaturfaktors muss mindestens an einer Position, die deutlich verschieden von der Bezugsposition ist, eine Messreihe der Korrekturwerte bei verschiedenen Temperaturen aufgenommen werden.

Durch die Messpunkte lässt sich eine Korrekturgerade in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz approximieren.

x_{kn}: Korrekturwert (Lagemesswert – Lageistwert(S-0-0051/S-0-0053))
ΔT_n: Temperaturdifferenz
(gemessene Temperatur – Bezugstemperatur (P-0-0402))

Abb. 8-67: Approximierte Korrekturgerade auf Basis gemessener Korrekurwerte bei verschiedenen ΔT bei gleichbleibender Istposition

Die Steigung der approximierten Geraden ist der Wert des positionsabhängigen Temperaturfaktors. Anhand der Werte aus der Messreihe lässt sich der positionsabhängige Temperaturfaktor berechnen:

$$P-0-0406 = \frac{n \times \sum(\Delta T_n \times x_{kn}) - \sum \Delta T_n \times \sum x_{kn}}{n \times \sum \Delta T_n{}^2 - (\sum \Delta T_n)^2}$$

P-0-0406: Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.abh.
n: Anzahl der Messwerte
ΔT_n: Temperaturdifferenz, bei der der Korrekturwert x_{kn} bestimmt wurde
x_{kn}: Korrekturwert bei der Temperaturdifferenz ΔT_n

Abb. 8-68: Berechnung des positionsabhängigen Temperaturfaktors aus den Werten der Messreihe

Um den Faktor möglichst genau ermitteln zu können, ist es sinnvoll, die Messreihen an mehreren Positionen aufzunehmen.

Der resultierende Temperaturfaktor wird durch das arithmetische Mittel der errechneten Temperaturfaktoren bestimmt.

Aktivierung der Funktion

Die positionsabhängige Temperaturkorrektur ist aktiviert, wenn der Wert des Parameters **P-0-0406, Achs-Korr. Temp.-Faktor pos.abh.** größer Null ist.

Hinweis: Bei Wert des Parameters P-0-0406 gleich Null ist die Funktion der positionsabhängigen Temperaturkorrektur deaktiviert. Für diese Korrekturfunktion ist Maßbezug des zu korrigierenden Mess-Systems erforderlich!

Rexroth Bosch Group

Quadrantenfehlerkorrektur

Erweiterungspaket **Servofunktion** (Bestell-Bezeichnung **SRV**) in **Closed-Loop**-Ausprägung (**nur MPH**)

Kurzbeschreibung

Bei Achsantrieben, die z.B. in Kreisforminterpolation angesteuert werden, kann Haftreibung an den Umkehrpunkten der Bewegungsrichtung zu Verzerrungen der Kreiskontur führen.

Zur Kompensation dieses Konturfehlers an den sogenannten "Quadrantenübergängen" (Geschwindigkeitsumkehr) bieten IndraDrive-Regelgeräte die Funktion "Quadrantenfehlerkorrektur".

Diese Korrekturfunktion ist dann sinnvoll einsetzbar, wenn Antriebe vom Steuerungsmaster in Kreisinterpolation betrieben werden.

Beteiligte Parameter

- **P-0-0100, Lagesollwert Erweiterung**
- **P-0-0435, Lageregler Steuerwort**
- **P-0-0436, Bezugsradius Quadrantenfehlerkorr.**
- **P-0-0437, Geschwindigkeits-Zeitfläche Quadrantenfehlerkorr.**
- **P-0-0438, Tabelle Bahngeschwindigkeiten Quadrantenfehlerkorr.**
- **P-0-0439, Tabelle Geschwindigkeitspuls Quadrantenfehlerkorr.**

Funktionsbeschreibung

Bei der Quadrantenfehlerkorrektur wird eventuell vorhandene Haftreibung an den Umkehrpunkten der Bewegungsrichtung kompensiert durch Aufschalten eines zusätzlichen, pulsförmigen Sollwerts auf den Geschwindigkeitssollwert am Ausgang des Lagereglers. Durch diese Geschwindigkeitsvorsteuerung überwindet die Achse die Haftreibung schneller und mit weniger Schleppfehler.

Sinusförmiges Lagesollwertprofil

Für Kreisinterpolation sind zwei Antriebe erforderlich, die vom Steuerungsmaster in zyklischer Lageregelung angesteuert werden. Hierbei werden die Antriebe mit sinusförmigen Lagesollwertprofilen angesteuert, die, bezogen auf den Kreis, um 90 Winkelgrad zueinander versetzt sind. Die antriebsintern erzeugten Geschwindigkeitssollwert-profile der beiden Antriebe sind ebenfalls sinusförmig und um 90° versetzt.

Geschwindigkeitspuls bei Richtungsumkehr

Bei Änderung der Bewegungsrichtung wird dem antriebsinternen Geschwindigkeitssollwert ein dreieckförmiger Geschwindigkeitspuls mit einstellbarer Geschwindigkeits-Zeitfläche aufgeschaltet:

Abb. 8-69: Schematischer Verlauf des Geschwindigkeitspulses und des Geschwindigkeitssollwerts bei Quadrantenfehlerkorrektur

Änderungen der Bewegungsrichtung werden vom Regelgerät durch den zeitlichen Verlauf der zyklischen Lagesollwerte festgestellt.

Bezugskreis, Bezugsradius

Die Einstellungen zur Quadrantenfehlerkorrektur werden beim Abfahren eines Bezugskreises vorgenommen (Radius des Bezugskreises in **P-0-0436, Bezugsradius Quadrantenfehlerkorr.**), z.B. des Kreises, der beim Abnahmeteil gefordert wird.

Die Höhe des Geschwindigkeitspulses der Quadrantenfehlerkorrektur wird abhängig von der Kreisbahngeschwindigkeit vorgegeben. Der Puls wird sprunghaft aufgeschaltet und baut sich rampenförmig ab.

Je höher die Bahngeschwindigkeit, desto höher der Puls und desto steiler wird er zu Null geführt, denn die Geschwindigkeits-Zeitfläche des Pulses ist geschwindigkeitsunabhängig. Sie entspricht dem in **P-0-0437, Geschwindigkeits-Zeitfläche Quadrantenfehlerkorr.** eingegebenen Wert.

Abschätzung für die Geschwindigkeits-Zeitfläche

Zur Dimensionierung von P-0-0437 wird empfohlen, die erforderliche Pulshöhe und die Zeitdauer des Pulses abzuschätzen. Dies sollte in Bezug auf die Bahngeschwindigkeit und die Zeitdauer zum Abfahren des Bezugskreises (P-0-0436) geschehen:

$$P-0-0437 = \frac{1}{2} * \frac{a}{100\%} * v_{Bahn} * \frac{b}{100\%} * T_{Kreis}$$

P-0-0437: Geschwindigkeits-Zeitfläche Quadrantenfehlerkorr.
a: prozentualer Anteil von der Bahngeschwindigkeit
v_{Bahn}: Bahngeschwindigkeit
b: prozentualer Anteil von der Zeitdauer zum Abfahren der Kreiskontur
T_{Kreis}: Zeitdauer zum Abfahren der Kreiskontur

Abb. 8-70: Abschätzung für den Wert von P-0-0437

Über Listenparameter werden Kreisbahngeschwindigkeiten und Geschwindigkeitspulshöhen einander zugeordnet:

- **P-0-0438, Tabelle Bahngeschwindigkeiten Quadrantenfehlerkorr.**
- **P-0-0439, Tabelle Geschwindigkeitspuls Quadrantenfehlerkorr.**

Es können 20 Wertepaare für Geschwindigkeit und Pulshöhe in den genannten Parametern abgelegt werden, die Geschwindigkeiten müssen in aufsteigender Folge eingegeben werden.

Ermittlung der Geschwindigkeitspulshöhe

Die einer aktuellen Kreisbahngeschwindigkeit zuzuordnende Geschwindigkeits-Pulshöhe wird anhand der Listenparameterwerte ermittelt:

- Zwischen 2 Wertepaaren wird, abhängig von der aktuellen Bahngeschwindigkeit, die Pulshöhe linear interpoliert.
- Unterhalb der kleinsten Bahngeschwindigkeit wird die Pulshöhe auf Null gesetzt.
- Oberhalb der größten Bahngeschwindigkeit wirkt die der größten Bahngeschwindigkeit zugeordnete Pulshöhe weiter.

Ermittlung der aktuellen Kreisbahngeschwindigkeit

Das Regelgerät errechnet die aktuelle Kreisbahngeschwindigkeit anhand des aus dem Lagesollwertverlauf errechneten, aktuellen Beschleunigungssollwerts des Antriebs. Für die Bahngeschwindigkeitsberechnung wird der Bezugsradius (P-0-0436) zugrunde gelegt.

Falls die antriebsinterne Auflösung des errechneten Beschleunigungssollwerts gering ist, kann es vorkommen, dass die Quadrantenfehlerkorrektur wirkungslos ist. Für diesen Fall wird empfohlen, steuerungsseitig den erweiterten Lagesollwert (**P-0-0100, Lagesollwert Erweiterung**) in die zyklische Führungskommunikation zu integrieren. Hierdurch werden die Nachkommastellen des Lagesollwerts erweitert.

Hinweis: Bei Nutzung der Quadrantenfehlerkorrektur ist es grundsätzlich sinnvoll, den erweiterten Lagesollwert steuerungsseitig zu nutzen und in die zyklische Führungskommunikation zu integrieren!

Aktivierung der Quadrantenfehlerkorrektur

Die Quadrantenfehlerkorrektur wird vom Steuerungsmaster aktiviert, indem das betreffende Bit von **P-0-0435, Lageregler Steuerwort** gesetzt wird. Die Funktion ist nur dann vorteilhaft nutzbar, wenn im Teileprogramm eine Kreisform zu bearbeiten ist.

Die Korrektur sollte frühestens einen Takt nach Start der Kreisinterpolation aktiviert werden damit beim Anfahren des Antriebs das Aufschalten des Geschwindigkeitspulses unterbleibt. Sonst könnten beim Anfahren, aufgrund der meist hohen Anfahrbeschleunigungen, konturschädlich hohe Geschwindigkeitspulse aufgeschaltet werden.

Bei der Bearbeitung anderer Konturen sollte die Quadrantenfehlerkorrektur deaktiviert werden. Dazu sollte das betreffende Bit von P-0-0435 in der zyklischen Führungskommunikation enthalten sein und bearbeitungsabhängig aktiviert werden.

Hinweis: Die Quadrantenfehlerkorrektur bleibt wirkungslos, wenn in **P-0-0437, Geschwindigkeits-Zeitfläche Quadrantenfehlerkorr.** der Wert "0" enthalten ist.

Inbetriebnahmehinweise

Für die Inbetriebnahme ist es erforderlich, den Antrieb durch den Steuerungsmaster in zyklischer Kreisinterpolation zu verfahren. Die Güte der Kreisform ist festzustellen, im Idealfall mit einem Messmittel für Kreisformtest.

Empfohlene Inbetriebnahme-Schritte

Die Inbetriebnahme der Quadrantenfehlerkorrektur sollte in folgenden Schritten durchgeführt werden:

1. Voreinstellungen:
   - Wert für **P-0-0436, Bezugsradius Quadrantenfehlerkorr.** eingeben
   - in **P-0-0435, Lageregler Steuerwort** die Quadrantenfehlerkorrektur inaktiv setzen
   - **P-0-0437, Geschwindigkeits-Zeitfläche Quadrantenfehlerkorr.** auf "0" setzen
   - **P-0-0438, Tabelle Bahngeschwindigkeiten Quadrantenfehlerkorr.** z.B. mit 50% und 70% (Listenzeilen 1 und 2) der maximalen Kreisbahngeschwindigkeit beschreiben
   - in **P-0-0439, Tabelle Geschwindigkeitspuls Quadrantenfehlerkorr.** die ersten beiden Listenzeilen mit dem Wert "0" beschreiben
2. Antrieb steuerungsseitig in Kreisinterpolation mit 50% der maximalen Kreisbahngeschwindigkeit verfahren, Güte der Kreisform mit Kreisformtest-Messmittel prüfen
3. in **P-0-0435, Lageregler Steuerwort** die Quadrantenfehlerkorrektur aktiv setzen
4. Listenzeile 2 von **P-0-0439, Tabelle Geschwindigkeitspuls Quadrantenfehlerkorr.** mit ca. 1% der aktuellen Bahngeschwindigkeit beschreiben

5. **P-0-0437, Geschwindigkeits-Zeitfläche Quadrantenfehlerkorr.** mit kleinen Werten beginnend erhöhen, Güte der Kreisform über Messmittel beobachten; Werte solange steigern, bis maximale Güte der Kreisform erreicht ist
   Falls sich die Kreisformgüte nicht verbessert, ist die Listenzeile 2 von P-0-0439 mit kleinerem bzw. größerem Wert zu beschreiben, abhängig von der Tendenz zur Verbesserung der Kreisformgüte.
6. Nachdem P-0-0437 mit dem optimalen Wert beschrieben wurde, den Antrieb mit weiteren, verschiedenen Kreisbahngeschwindigkeiten zur Ermittlung optimaler Werte für P-0-0439 betreiben.

Hinweis: Interpolationsangaben (s.o.) für die Geschwindigkeits-Pulshöhe in Abhängigkeit von der aktuellen Bahngeschwindigkeiten (P-0-0438 und P-0-0439) beachten!

8.6 Markerposition erfassen

Grundpaket aller Varianten in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Die Funktion "Markerposition erfassen", die über ein entsprechendes Kommando aktiviert wird, kann genutzt werden zur:

- Überprüfung der fehlerfreien Erkennung der Referenzmarke eines inkrementellen Mess-Systems

- oder -

- Ermittlung der Position der Referenzmarke, falls die Referenzierprozedur durch den Steuerungs-Master durchgeführt wird. In diesem Fall wird mit der Lage-Information der Referenzmarke die Umschaltung des Koordinatensystems im Master durchgeführt.

Hinweis: Eine Auswertung eines ggf. vorhandenen Referenzschalters wird mit dieser Funktion nicht durchgeführt!

Beteiligte Parameter

- **S-0-0173, Markerposition A**
- **P-0-0014, C1400 Kommando Markerposition erfassen**

Beteiligte Diagnose

- **C1400 Kommando Markerposition erfassen**

Funktionsbeschreibung

Nach dem Start von **P-0-0014, C1400 Kommando Markerposition erfassen** werden folgende Aktionen durchgeführt:

- Die Diagnose **C1400 Kommando Markerposition erfassen** wird generiert.
- Ist ein inkrementelles Mess-System ausgewählt, wird die Suche nach Referenzmarken aktiviert und das Erreichen der nächsten Referenzmarke abgewartet.
- Bei Erkennen einer Referenzmarke (d.h. die Position einer Referenzmarke wird überfahren) wird deren Lageistwert in den Parameter

S-0-0173, Markerposition A gespeichert und danach die Kommando-ausführung als beendet gemeldet.

Hinweis: Es werden vom Antrieb keine Sollwerte generiert. Die bei Start des Kommandos aktive Betriebsart bleibt unverändert. Um die Referenzmarke zu überfahren, müssen vom Steuerungs-Master solche Sollwerte vorgegeben werden (z.B. durch Tippen), die zu einer Bewegung in Richtung der zu erfassenden Referenzmarke führen.

Hinweis: Im Parameter **S-0-0173, Markerposition A** wird auch während der Ausführung des Kommandos "C0600 Antriebsgeführtes Referenzieren" (S-0-0148) die Position der Referenzmarke gespeichert. Diese bezieht sich jedoch auf das "alte" Koordinatensystem (vor Umschaltung des Koordinaten-systems bei Ausführung des Referenzierens).

8.7 Messradbetrieb/Hybride Lageregelung

Erweiterungspaket **Synchronisation** (Bestell-Bezeichnung **SNC**) in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Der Messradbetrieb wird bei Material-Vorschubachsen, z.B. in der Blech-bearbeitung, angewendet. Zur direkten Messung des Vorschubs von bewegtem Material wird über ein reibschlüssig auf der Materialoberfläche aufgesetztes Messrad ein Drehgeber angetrieben, der die Vorschublänge erfasst.

Der Lageregelkreis wird über Motorgeber und Messradgeber geschlossen, evtl. auftretender Schlupf zwischen Motor und Material führt nicht zu fehlerhaften Materiallängen-Messwerten.

Hinweis: Der Messradbetrieb darf nur dann aktiviert werden, wenn Kontakt zwischen Messrad und Materialoberfläche besteht.

Abb. 8-71: Typische Anordnung eines Antriebes für Materialvorschub mit Messradgeber

Hardwareabhängigkeiten

Der Messradgeber ist ein optionaler (externer) Geber und wird gemäß Anschlussplan, der Bestandteil der separaten Dokumentation "Projektierung Steuerteil" ist, angeschlossen.

Siehe auch "Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik , Mess-Systeme"

Beteiligte Parameter

Zur Parametrierung der Funktion werden folgende Parameter verwendet:

- **P-0-0240, C1700 Kommando Messradbetrieb**
- **P-0-0241, Lageistwert Glättungszeitkonstante hybride Lageregelung**
- **P-0-0242, Aktueller Schlupfistwert in %**
- **P-0-0243, Maximal aufgetretener Schlupfistwert in %**
- **P-0-0244, Überwachungsfenster Schlupf in %**

Zur Parametrierung des Messradgebers werden folgende Parameter verwendet:

- **S-0-0115, Lagegeberart 2**
- **S-0-0117, Geber 2 Auflösung**
- **P-0-0123, Vorschubkonstante 2 (optionaler Geber)**
- **P-0-0124, Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)**
- **P-0-0125, Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)**
- **P-0-0185, Steuerwort Geber 2 (optionaler Geber)**

Beteiligte Diagnosen

- **C1700 Kommando Messradbetrieb**
- **C1701 Messradbetrieb nicht möglich**
- **F2036 Exzessive Lageistwertdifferenz**

Funktionsbeschreibung

Bei Messradbetrieb wird die Lageregelung über Motorgeber und Messradgeber geschlossen. Der Messradbetrieb wird über **P-0-0240, C1700 Kommando Messradbetrieb** aktiviert und mit Löschen des Kommandos beendet.

Zur Kompensation von ggf. auftretendem Schlupf zwischen Antriebsmotor und Material geht die Lagedifferenz von Motorgeber und Messradgeber in den Lageistwert ein (hybride Lageregelung).

Zur Abschwächung von ruckartigen Schlupferscheinungen kann die aufaddierte Lagedifferenz mit einem Filter gedämpft werden. Die Zeitkonstante ist einstellbar im Parameter **P-0-0241, Lageistwert Glättungszeitkonstante hybride Lageregelung**.

S-0-0051: Lage-Istwert Geber 1
S-0-0053: Lage-Istwert Geber 2
P-0-0241: Lageistwert Glättungszeitkonstante hybride Lageregelung

Abb. 8-72: Bildung des Lageistwerts bei Messradbetrieb

Hinweis: Hat der Parameter **P-0-0241, Lageistwert-Glättungszeitkonstante hybride Lageregelung** den Wert "0", wird der Lageistwert des Motorgebers ignoriert und nur der Lageistwert des Messradgebers für die Lageregelung verwendet!

Die mechanische Anordnung des Messradgebers im Antriebsstrang ist in folgender Grafik dargestellt:

1) …	S-0-0051/S-0-0053 abhängig von Wichtung (S-0-0076)
S-0-0051:	Lage-Istwert Geber 1
S-0-0053:	Lage-Istwert Geber 2
S-0-0076:	Wichtungsart für Lagedaten
S-0-0116:	Geber 1 Auflösung
S-0-0117:	Geber 2 Auflösung
S-0-0121:	Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen
S-0-0122:	Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen
S-0-0123:	Vorschubkonstante
P-0-0074:	Gebertyp 1 (Motorgeber)
P-0-0075:	Gebertyp 2 (optionaler Geber)
P-0-0121:	Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)
P-0-0122:	Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)
P-0-0124:	Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)
P-0-0125:	Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)
P-0-0123:	Vorschubkonstante 2 (optionaler Geber)
P-0-0185:	Steuerwort Geber 2 (optionaler Geber)

Abb. 8-73: Anordnung des Messradgebers im Antriebsstrang

Betriebsarten und Messradbetrieb

Messradbetrieb kann nur in lagegeregelten Betriebsarten genutzt werden (Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe, antriebsinterne Interpolation etc.). Es ist jedoch möglich, bei aktivem Messradbetrieb in nicht-lagegeregelte Betriebsarten umzuschalten oder in diesen Betriebsarten bereits den Messradbetrieb zu aktivieren.

Mit Aktivierung des Messradbetriebs wird bei beiden Gebern ein ggf. bestehender Maßbezug zur Achse gelöscht. Im Messradbetrieb kann die Achse nur relativ verfahren werden, der Steuerungs-Master muss den Maßbezug zum vorzuschiebenden Material selbst herstellen!

Nach Deaktivierung des Messradbetriebs muss sowohl bei relativen als auch bei absoluten Gebern, falls erforderlich, der Maßbezug zur Achse erneut hergestellt werden.

Lagegeregelte Betriebsarten

In lagegeregelten Betriebsarten wird bei Aktivierung und bei Beenden des Messradbetriebs der Lageistwert des Motorgebers in den Lageistwert des Messradgebers übernommen (**S-0-0051 Lage-Istwert Geber 1** → **S-0-0053 Lage-Istwert Geber 2**).

Mit Umschalten in eine nicht-lagegeregelte Betriebsart bei aktivem Messradbetrieb wird der Lageistwert des Messradgebers in den Lageistwert des Motorgebers übernommen (**S-0-0053 Lage-Istwert Geber 2** → **S-0-0051 Lage-Istwert Geber 1**).

Rexroth
Bosch Group

Nicht-lagegeregelte Betriebsarten

In nicht-lagegeregelten Betriebsarten wird grundsätzlich auf den Motorgeber geregelt. Erfolgt zuerst die Aktivierung des Messradbetriebs und erst danach das Umschalten auf eine lagegeregelte Betriebsart, so wird der Lageistwert des Motorgebers in den Lageistwert des Messradgebers übernommen (**S-0-0051 Lage-Istwert Geber 1** → **S-0-0053 Lage-Istwert Geber 2**).

In nicht-lagegeregelten Betriebsarten ist es bei aktivem Messradbetrieb z.B. möglich, die Vorschubwalzen vom Material abzuheben (Vorschubwalzen lüften).

Überwachung des Schlupfs

Durch den Messradbetrieb wird Schlupf, der zwischen Material und Antriebsmotor auftreten kann, über die Lageregelung kompensiert. Mit Schlupf ist jedoch auch Verschleiß im Antriebsstrang und am Material verbunden. Eine Verschleißreduzierung wird vom Regelgerät unterstützt, indem es die Überwachung des auftretenden Schlupfs auf einen einstellbaren, maximal zulässigen Wert ermöglicht.

Der aktuelle Schlupf-Istwert wird in **P-0-0242, Aktueller Schlupfistwert in %** angezeigt. Er bezieht sich auf

- eine Messradumdrehung, falls im Parameter P-0-0185 die "Vorschubkonstante 2" aktiv ist (typischer Fall: Messrad misst translatorischen Vorschub)

- oder -

- eine Umdrehung des externen Gebers, falls im Parameter P-0-0185 die "Vorschubkonstante 2" nicht aktiv ist (Geber misst rotatorischen Vorschub).

Übersteigt der berechnete Schlupf den Wert im Parameter **P-0-0244 Überwachungsfenster Schlupf in %** (Wert ungleich "0"), spricht die Schlupfüberwachung an mit der Fehlermeldung **F2036 Exzessive Lageistwertdifferenz** und der Antrieb reagiert mit der eingestellten Fehlerreaktion.

Zur Ermittlung des Überwachungsfensters wird der maximal auftretende Schlupf, z.B. während eines Bearbeitungszyklus, im Parameter **P-0-0243 Maximal aufgetretener Schlupfistwert in %** festgehalten.

Hinweis: Die Schlupfüberwachung wird mit dem Wert "0" in P-0-0244 deaktiviert!

Inbetriebnahmehinweise

Voreinstellungen

Die für die mechanische Anordnung von Motor, Motorgeber, Achse und Messrad relevanten Parameterwerte sind zuerst einzustellen (siehe Abb. "Anordnung des Messradgebers im Antriebsstrang").

Messradbetrieb aktivieren

VORSICHT

Sachschäden durch unkontrollierte Bewegungen des Antriebes, wenn der Messradgeber oder der Vorschubmotor keinen Kontakt zum vorzuschiebenden Material hat!

⇒ Messradbetrieb nur dann aktivieren, wenn das Messrad reibschlüssig durch das vorzuschiebende Material bewegt wird!

Der Messradbetrieb kann nur im betriebsbereiten Zustand des Antriebs aktiviert werden durch

- Kommando C1700 "Messradbetrieb" (P-0-0240)

  - und -

- lagegeregelte Betriebsart des Antriebs.

Da der ggf. bestehende Maßbezug beider Geber zur Achse verloren geht, kann der Steuerungs-Master den Antrieb nur mit relativem (materialbezogenem) Lagesollwert verfahren. Über den vom Antrieb gemeldeten Lageistwert von Motorgeber bzw. Messradgeber und einem anlagenseitigen Signal muss steuerungsseitig der Maßbezug zum Material hergestellt werden!

Hinweis: Der Messradbetrieb ist zwar nur in lagegeregelten Betriebsarten wirksam, kann jedoch bereits in nicht-lagegeregelten Betriebsarten aktiviert werden. Angaben bzgl. der Lageistwerte bei Messradbetrieb und Betriebsarten-umschaltung siehe oben!

Messradbetrieb deaktivieren

Der Messradbetrieb kann deaktiviert werden durch

- Rücksetzen des Kommandos C1700 "Messradbetrieb",
- Umschalten in Kommunikationsphase P2,
- Ausschalten des Antriebs.

Falls Maßbezug der Geber zur Achse erforderlich sein sollte, muss er nach Deaktivierung des Messradbetriebs erneut hergestellt werden!

Ruckdämpfung einstellen

Ruckartige Schlupferscheinungen können gedämpft werden durch Eingabe eines Wertes größer Null in den Parameter

- **P-0-0241, Lageistwert Glättungszeitkonstante hybride Lageregelung**.

Hinweis: Der Wert "0" in P-0-0241 schaltet die Dämpfung aus und bewirkt, dass nur der Lageistwert des Messradgebers wirksam ist!

Vorgehensweise:

1. Wert "0" in Parameter P-0-0241 eintragen und Achse mit kleiner Vorschubgeschwindigkeit bewegen
2. Vorschubgeschwindigkeit steigern bis zur Maximalgeschwindigkeit

   Während der Geschwindigkeitssteigerung den Wert von P-0-0241 ggf. ebenfalls erhöhen, um zufriedenstellenden Kompromiss aus Laufruhe und Positioniergeschwindigkeit (z.B. beim Ablängen von Material) zu erzielen (**P-0-0038, Drehmomentbildender Strom, Sollwert** beobachten!).

Schlupfüberwachung bei Messradbetrieb

Die Schlupfüberwachung bei aktivem Messradbetrieb wird aktiviert durch Eingabe eines Wertes größer Null in den Parameter

- **P-0-0244, Überwachungsfenster Schlupf bei Messradbetrieb in %**.

Hinweis: Der Wert "0" im Parameter P-0-0244 bewirkt die Abschaltung die Schlupfüberwachung! Hierdurch wird der Wert in **P-0-0242, Aktueller Schlupfistwert in %** nicht mehr nach jeder Umdrehung von Messrad bzw. externem Geber zurück-gesetzt, sondern der Gesamtschlupf seit Deaktivierung der Schlupfüberwachung angezeigt (ggf. kontinuierlich ansteigender Wert).

Vorgehensweise:

1. Zunächst hohen Wert in Parameter **P-0-0244, Überwachungs-fenster Schlupf bei Messradbetrieb in %** eintragen, damit die Schlupfüberwachung nicht ansprechen kann.

2. Wert "0" in Parameter **P-0-0243, Maximal aufgetretener Schlupfistwert in %** eintragen und vollständigen Positionierzyklus der Achse mit maximaler Vorschubgeschwindigkeit ggf. mehrmals verfahren.
3. Nach zyklischem Verfahren der Achse Parameter P-0-0243 auslesen und mit einem Sicherheitsfaktor (z.B. "2") multipliziert in Parameter **P-0-0244, Überwachungsfenster Schlupf bei Messradbetrieb in %** eintragen!

Übersteigt der Wert in **P-0-0242, Aktueller Schlupfistwert in %** den Wert von P-0-0244, so generiert das Regelgerät die Fehlermeldung **F2036 Exzessive Lageistwertdifferenz** und der Antrieb reagiert mit der eingestellten Fehlerreaktion.

8.8 Fahren auf Festanschlag

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

In besonderen Anwendungsfällen ist es erforderlich, Maschinenachsen, die in Lage- oder Geschwindigkeitsregelung betrieben werden, gegen einen Anschlag zu fahren, um Druck- bzw. Presskräfte aufzubringen.

Ist im Standardfall eine Achse gegen einen Anschlag gefahren, sollte der Antrieb durch die Überwachungseinrichtungen des Lage- oder Geschwindigkeitsregelkreises einen Antriebsfehler melden und mit Abschaltung reagieren.

Ist der Antrieb jedoch in der Lage, den besonderen Betriebsfall "Fahren auf Festanschlag" zu erkennen, kann er die Meldungen der Lage- und Bewegungsüberwachungen ignorieren und ggf. die erforderliche Presskraft aufbringen.

Dem Regelgerät von IndraDrive-Antrieben wird dieser Sonderfall vom Steuerungsmaster über ein Kommando mitgeteilt. Auf dieses Kommando hin schaltet der Antrieb die betreffenden Überwachungen ab und quittiert es, wenn Achsstillstand erkannt und eine einstellbare Kraft- bzw. Drehmomentschwelle überschritten wird.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0124, Stillstandsfenster**
- **S-0-0149, C1300 Kommando Fahren auf Festanschlag**

Beteiligte Diagnosen

- **C1300 Kommando Fahren auf Festanschlag**
- **C1301 ZKL1-Fehler beim Kommandostart**

Funktionsbeschreibung

Das lagegeregelte Fahren einer Maschinenachse an einen Anschlag, z.B. zum Aufbringen einer Presskraft, ist ein masterseitig gezielt herbeigeführter Vorgang. Dazu gibt der Master dem Antrieb einen Lagesollwert vor, der von der Achse wegen des davor liegenden mechanischen Anschlags nicht erreicht werden kann.

Zur Vermeidung von Fehlermeldungen und –reaktionen bei blockiertem Antrieb wird vor Erreichen des Anschlages die Ausführung von "C1300 Kommando Fahren auf Festanschlag" (S-0-0149) gestartet. Hierdurch

werden folgende Überwachungen, die zu Fehlern der Zustandsklasse 1 führen würden, ausgeschaltet:

- Überwachung "Antrieb folgt dem Sollwert nicht"
  (**F2028 Exzessive Regelabweichung**)
- Geschwindigkeitssollwert-Überwachung
  (**F2037 Exzessive Lagesollwertdifferenz**)
- Beschleunigungssollwert-Überwachung
  (**F2039 Maximale Beschleunigung überschritten**)
- Geschwindigkeitsregelkreis-Überwachung
  (**F8078 Fehler im Drehzahlregelkreis**)

Das Kommando wird unter folgenden Voraussetzungen quittiert:

- Die Achse steht still, d.h. der Geschwindigkeitsistwert (S-0-0040) hat die Geschwindigkeitsschwelle im Parameter **S-0-0124, Stillstands-fenster** unterschritten.

  - und -
- Das erzeugte Drehmoment bzw. die Kraft hat einen Schwellenwert überschritten, d.h. der Drehmoment/Kraft-Istwert (S-0-0084) ist größer als der Wert im Parameter **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**.

Die beiden Kriterien für die Kommandoquittung sind achsspezifisch einstellbar.

Mit Zurückgesetzen des Kommandos C1300 werden die Überwachungen wieder eingeschaltet!

VORSICHT

Sachschäden bei schnellem Anfahren des Festanschlages möglich!

⇒ Anfahr-Geschwindigkeit und Drehmoment/Kraft-Grenzwert (S-0-0092) auf für die Mechanik verträgliche Werte reduzieren!

Hinweis: Falls der Antrieb bereits einen Fehler der Zustandsklasse 1 meldet (z.B. bereits auf Festanschlag steht), kann das Kommando "Fahren auf Festanschlag" nicht gestartet werden!

Inbetriebnahmehinweise

Für die Quittierung des Kommandos C1300 müssen eingestellt werden:

- Schwellenwert für Erkennung des Achsstillstands in
  - **S-0-0124, Stillstandsfenster**
- Drehmoment/Kraft-Schwelle in
  - **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**

Hinweis: S-0-0124 und S-0-0092 werden auch bei weiteren Funktionen genutzt. Speziell für die Funktion "Fahren auf Festanschlag" vorgenommene Wertänderungen ggf. wieder rückgängig machen!

Vor Erreichen des Festanschlags Starten von:

- **S-0-0149, C1300 Kommando Fahren auf Festanschlag**

Nach Verlassen des Festanschlags ggf. Kommando wieder rücksetzen!

Diagnose Das Kommando ist ausgeführt, wenn im Parameter **S-0-0135, Antriebs-Status** das "Änderungsbit Kommandos" gesetzt wird und kein Kommandofehler ansteht.

Falls bei Start des Kommandos C1300 ein Fehler der Zustandsklasse-1 ansteht (z.B. weil die Achse bereits am Festanschlag steht), wird das Kommando nicht ausgeführt. Es erscheint die Meldung:

- **C1301 ZKL1-Fehler beim Kommandostart**

8.9 Spindelpositionieren

Erweiterungspaket **Hauptspindel** (Bestell-Bezeichnung **MSP**) in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Bei der Antriebsfunktion "Spindelpositionieren" richtet der Antrieb auf ein Kommando des Masters hin die Spindel eigenständig bezüglich der Spindel-Nullposition aus. Die Sollposition wird dem Antriebsregelgerät über Parameter mitgeteilt und kann als Absolut- oder Relativposition vorgegeben werden.

Durch das Kommando "Spindelpositionieren" lässt sich (z. B. innerhalb der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung") die Spindel lagegeregelt positionieren, ohne eine Betriebsarten-Umschaltung von Geschwindigkeits- auf Lageregelung durchführen zu müssen.

Einsatz der Antriebsfunktion "Spindelpositionieren":

- bei **Fräs- und Bohrspindeln**
  - zur Vorbereitung des Werkzeugwechsels
    Die Spindel bleibt in definierter Position stehen um den Austausch des Werkzeuges zu ermöglichen.
- bei **Drehmaschinen-Hauptspindeln**
  - zum Wechseln des Werkstückes (falls erforderlich)
  - zum Einbringen von Wuchtbohrungen bei auszuwuchtenden Werkstücken
  - zum Indexieren des Werkstücks für weitere Bearbeitung
- bei **Rundtaktmaschinen**
  - zur Weiterschaltung des Rundtisches, um Werkstücke bei den verschiedenen Stationen in definierte Bearbeitungslage zu bringen

Beteiligte Parameter

- **S-0-0152, C0900 Kommando Spindel positionieren**
- **S-0-0153, Spindel-Winkelposition**
- **S-0-0154, Spindelpositionier-Parameter**
- **S-0-0180, Spindelweg**
- **S-0-0222, Spindel-Positionierdrehzahl**
- **S-0-0372, Verzögerung Schnell-Halt**
- **S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Modulo-format**
- **S-0-0418, Zielpositionsfenster im Moduloformat**
- **S-0-0430, Wirksame Zielposition**

Beteiligte Diagnosen

- **C0900 Kommando Spindel positionieren**
- **C0902 Spindelpositionieren nur mit Antriebsfreigabe möglich**
- **C0903 Initialisierung fehlerhaft**
- **C0906 Fehler Nullimpuls-Erfassung**

Funktionsbeschreibung

Das Positionieren der Spindel über wird **S-0-0152, C0900 Kommando Spindel positionieren** gestartet. Während der Kommandoausführung wird der aktuelle Sollwert der aktiven Betriebsart vom Regelgerät ignoriert.

Die Voreinstellung zur Art der Positionierung und der Bewegung der Spindel zur Zielposition wird in **S-0-0154, Spindelpositionier-Parameter** vorgenommen.

Art der Positionierung

Das Positionieren der Spindel kann erfolgen auf

- absolute Zielposition oder
- relative Zielposition.

Wenn "absolute Zielposition" eingestellt ist, wird der Wert aus dem Parameter **S-0-0153, Spindel-Winkelposition** beim Start des Spindelpositionierens als die im Antrieb wirksame Zielposition (**S-0-0430, Wirksame Zielposition**) übernommen.

Wenn "relative Zielposition" eingestellt ist, wird die im Antrieb beim Start des Spindelpositionierens wirksame Zielposition (S-0-0430) durch Addition des aktuellen Lageistwerts und des Wertes aus **S-0-0180, Spindelweg** gebildet.

Bewegungsrichtung beim Positionieren

Bei Modulo-Wichtung der Lagedaten kann beim Spindelpositionieren zwischen folgenden Bewegungsrichtungen gewählt werden:

- Rechtsdrehung
- Linksdrehung
- kürzester Weg

Positioniergeschwindigkeit

Die erlaubte Maximalgeschwindigkeit beim Vorgang des Spindelpositionierens wird im Parameter **S-0-0222, Spindel-Positionierdrehzahl** eingegeben.

Beschleunigung/Bremsung

Die maximale Beschleunigung bzw. Verzögerung beim Spindelpositioniervorgang wird durch den Parameter **S-0-0372, Verzögerung Schnell-Halt** festgelegt.

Regelungsgeber

Zum Spindelpositionieren kann die Lageregelung über den Motorgeber oder den optionalen Geber geschlossen werden.

Hinweis: Bei schlupfbehaftetem Antriebsstrang (z.B. Keilriemen) zwischen Motor und Spindel ist ein optionaler Geber zwingend erforderlich!

Die Festlegung des zum Spindelpositionieren benutzten Gebers geschieht durch das Bit zur Geberauswahl in **S-0-0147, Referenzfahr-Parameter**.

Spindelpositionieren mit nicht referenziertem Regelungsgeber

Hat der zum Spindelpositionieren ausgewählte Geber noch keinen Maßbezug zur Spindel (siehe **S-0-0403, Status Lageistwerte**), so wird bei Ausführung des Spindelpositionierens der Maßbezug automatisch hergestellt!

Siehe auch Abschnitt "Herstellen des Maßbezuges"

Folgende Darstellung zeigt den prinzipiellen Ablauf der Antriebsfunktion "Spindelpositionieren".

Abb. 8-74: Prinzipieller Ablauf des Spindelpositionierens (einschließlich Herstellen des Maßbezugs)

Meldung "Zielposition erreicht"

Das Erreichen der Zielposition für das Spindelpositionieren wird in folgenden Parametern angezeigt:

- **S-0-0336, Meldung In-Position**

  - und -

- **S-0-0013, Zustandsklasse 3**

Die Zielposition wird dann als erreicht gemeldet, wenn

- Geschwindigkeitssollwert und –istwert kleiner als der Schwellenwert im Parameter **S-0-0124, Stillstandsfenster** sind

  - und -

- der Abstand zur Zielposition kleiner als der Wert im Parameter **S-0-0057, Positionierfenster** ist.

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0013, Zustandsklasse 3"

Besonderheiten bei Lagedatenformat "modulo"

Endlos drehende Achse

Spindeln bei Werkzeugmaschinen oder Rundachsen sind in den meisten Fällen endlos drehende Achsen, deren Positionieranforderung innerhalb einer Umdrehung (0…360 grd.) liegt. Für diese Achsen wird das Lagedatenformat "modulo" empfohlen, da sich damit die Lageistwerte auf nur eine Achsumdrehung bezogen darstellen lassen.

Mehrdeutigkeit der Zielposition

Bei Modulowichtung ist die Zielposition mehrdeutig, denn sie tritt innerhalb jeder Spindelumdrehung auf. Abhängig von der für das Spindelpositionieren voreingestellten Bewegungsrichtung ("rechts-/ linksdrehend" oder "kürzester Weg") und der Geschwindigkeit, bei der das Spindelpositionieren gestartet wird, kann der Positionierweg

unterschiedlich groß sein. Auch können eine oder mehrere zusätzliche Umdrehungen bis zum Erreichen der Zielposition erforderlich sein!

Spindelpositionieren aus dem Stillstand

Aus dem Stillstand heraus positioniert die Spindel bzw. Rundachse wie in **S-0-0154, Spindelpositionier-Parameter** festgelegt:

- mit der vereinbarten Bewegungsrichtung ("rechtsdrehend" oder "linksdrehend")

- oder -

- mit der Bewegungsrichtung, durch die die Zielposition auf kürzestem Weg erreichbar ist ("kürzester Weg")

Spindelpositionieren aus der Bewegung

Aus der Bewegung heraus ist das Abbremsen und Positionieren der Spindel neben der festgelegten Bewegungsrichtung (in S-0-0154) abhängig vom

- Betrag der aktuellen Geschwindigkeit

  - und -

- Abstand der aktuellen Achs-Position zur Zielposition

bei Start des Spindelpositionierens.

Der tatsächliche Ablauf des Positioniervorgangs einer drehenden Achse kann trotz der festlegbaren Positionier-Bewegungsrichtung unterschiedlich erfolgen.

Um die Reproduzierbarkeit des Positioniervorgangs zu verbessern werden weitere Randbedingungen in das Antriebsverhalten einbezogen:

- **S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Modulo-format**
- **S-0-0418, Zielpositionsfenster im Moduloformat**

	Startposition des Spindelpositionierens …	
Aktuelle Drehrichtung bei Start des Spindelpositionierens	**… innerhalb** des Zielpositionsfensters (S-0-0418)	**… außerhalb** des Zielpositionsfensters (S-0-0418)
Wie festgelegte Positionier-Bewegungsrichtung ("rechts-" oder "linksdrehend")	Die Positionierung erfolgt auf kürzestem Weg, wenn beim Abbremsen das Zielpositionsfenster nicht verlassen wird. Wird das Zielpositionsfenster beim Abbremsen verlassen, positioniert der Antrieb gemäß der festgelegten Positionier-Bewegungsrichtung auf die nächst erreichbare Zielposition.	Die Positionierung erfolgt, unter Beibehaltung der vorhandenen Geschwindigkeitsrichtung, auf die nächst erreichbare Zielposition. Falls Bremsweg > Abstand Start-Ziel-Position kann der Positioniervorgang ein- bis mehrere Umdrehungen erfordern, abhängig von der Geschwindigkeit bei Start des Positioniervorgangs.
Entgegen festgelegter Positionier-Bewegungsrichtung ("rechts-" oder "linksdrehend")	Falls Bremsweg < Abstand Start-Zielposition erfolgt das Anfahren der Zielposition über den kürzesten Weg. Falls Bremsweg > Abstand Start-Zielposition erfolgt die Positionierung nach Abbremsen des Motors, unter Umkehr der Geschwindigkeitsrichtung, auf die nächst erreichbare Zielposition.	Der Motor wird auf Stillstand abgebremst. Der Positioniervorgang erfolgt dann gemäß der festgelegten Positionier-Bewegungsrichtung auf die nächst erreichbare Zielposition.

Abb. 8-75: Abhängigkeit des Positioniervorgangs von der Startposition bei festgelegter Positionier-Bewegungsrichtung "rechtsdrehend" oder "linksdrehend"

Aktuelle Geschwindigkeit bei Start des Spindelpositionierens …	
… größer als Wert von S-0-0417 (Geschwindigkeitsschwelle)	**… kleiner** als Wert von S-0-0417 (Geschwindigkeitsschwelle)
Die Positionierung erfolgt unter Beibehaltung der vorhandenen Geschwindigkeitsrichtung auf die nächst erreichbare Zielposition. Falls Bremsweg > Abstand Start-Zielposition kann der Positioniervorgang ein- bis mehrere Umdrehungen erfordern, abhängig von der Geschwindigkeit bei Start des Positioniervorgangs.	Falls Bremsweg < Abstand Start-Zielposition erfolgt die Positionierung unter Beibehaltung der Geschwindigkeitsrichtung auf die nächst erreichbare Zielposition. Falls Bremsweg > Abstand Start-Zielposition erfolgt die Positionierung nach Abbremsen des Motors unter Umkehr der Geschwindigkeitsrichtung auf die nächst erreichbare Zielposition.

Abb. 8-76: Abhängigkeit des Positioniervorgangs von der Geschwindigkeit beim Start des Spindelpositionierens bei festgelegter Positionier-Bewegungsrichtung "Kürzester Weg"

Angaben zur Hardware

Unter Umständen ist der Einsatz eines Referenzschalters erforderlich.

Siehe "Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen" im Abschnitt "Herstellen des Maßbezugs"

Inbetriebnahmehinweise

Voreinstellungen

Art der Positionierung und Positionier-Bewegungsrichtung festlegen:

- **S-0-0154, Spindelpositionier-Parameter**

Maximalgeschwindigkeit für das Spindelpositionieren festlegen:

- **S-0-0222, Spindel-Positionierdrehzahl**

Schwellenwerte für die Meldung "In Position" festlegen:

- **S-0-0057, Positionierfenster**
- **S-0-0124, Stillstandsfenster**

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0013, Zustandsklasse 3"

Falls die Lagedaten im Moduloformat gewichtet sind, können Randbedingungen festgelegt werden, welche die Reproduzierbarkeit des Positioniervorgangs verbessern:

- **S-0-0417, Geschwindigkeitsschwelle Positionieren im Moduloformat**
- **S-0-0418, Zielpositionsfenster im Moduloformat**

Spindelpositionieren starten

Die Zielposition der Spindel wird vorgegeben über

- **S-0-0153, Spindel-Winkelposition** (absolute Positionierung)

- oder -

- **S-0-0180, Spindelweg** (relative Positionierung).

Das Spindelpositionieren wird gestartet über Start des Kommandos

- **S-0-0152, C0900 Kommando Spindel positionieren**

Spindelpositionieren diagnostizieren

Die für den Positioniervorgang wirksame Zielposition wird angezeigt in

- **S-0-0430, Wirksame Zielposition**.

Ende des Spindelpositionierens

Das Erreichen der Zielposition wird angezeigt in

- **S-0-0336, Meldung In Position**

  - und -

- **S-0-0013, Zustandsklasse 3**.

Das betreffende Meldebit wechselt von "0" auf "1", wenn die Bedingungen für die Meldung erfüllt sind. Die Ausführung des Kommandos "Spindelpositionieren" ist damit als "fehlerfrei beendet" quittiert.

Diagnosemeldungen

Zur Ausführung des Spindelpositionierens ist die Antriebsfreigabe (AF) erforderlich. Diagnosemeldung im Fehlerfall:

- **C0902 Spindelpositionieren nur mit Reglerfreigabe möglich**

Wenn ein absoluter Geber als Regelungsgeber benutzt wird, muss der Maßbezug des Gebers vor dem erstmaligen Start des Spindelpositionierens hergestellt worden sein. Diagnosemeldung im Fehlerfall:

- **C0903 Initialisierung fehlerhaft**

Wenn ein relativer Geber als Regelungsgeber benutzt wird und ein Referenzschalter ausgewertet werden soll, erfolgt das Herstellen des Maßbezugs mit dem erstmaligen Spindelpositionieren (falls nicht bereits geschehen). Erkennt der Antrieb dabei das Referenzschaltersignal nicht, wird folgende Diagnosemeldung generiert:

- **C0903 Initialisierung fehlerhaft**

Wenn ein relativer Geber als Regelungsgeber benutzt wird, erfolgt das Herstellen des Maßbezugs mit dem erstmaligen Spindelpositionieren, (falls nicht bereits geschehen). Erkennt der Antrieb hierbei kein Referenzmarkensignal, wird folgende Diagnosemeldung generiert:

- **C0906 Fehler Nullimpuls-Erfassung**

8.10 Antriebsintegrierter Sollwertgenerator

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

Der antriebsintegrierte Sollwertgenerator kann zur Inbetriebnahme und Regleroptimierung von Antrieben genutzt werden. Mit dem Sollwertgenerator werden die für die jeweils aktive Betriebsart erforderlichen Sollwerte in verschiedenen Formen (Rechteck, Sinus, Rauschen) erzeugt, die im geschlossenen Regelkreis additiv zum Hauptsollwert aufgeschaltet werden.

Hinweis: In Verbindung mit der integrierten Oszilloskopfunktion und einer zusätzlichen FFT-Berechnung bietet der antriebsintegrierte Sollwertgenerator auch die Möglichkeit, eine Frequenzgangmessung vornehmen.

Folgende Grafik zeigt die Eingriffsmöglichkeiten des antriebsintegrierten Sollwertgenerators:

S-0-0037: Geschwindigkeits-Sollwert additiv
S-0-0047: Lage-Sollwert
S-0-0081: Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv
P-0-0038: Drehmomentbildender Strom, Sollwert
P-0-0039: Flussbildender Strom, Sollwert
P-0-0059: Lagesollwert additiv, Regler
P-0-1150: Sollwertgenerator, Ausgang
P-0-1152: Sollwertgenerator, Zuweisung Zielparameter

Abb. 8-77: Eingriffsmöglichkeiten über die Funktion "Sollwertgenerator"

Merkmale

- Möglichkeit zur Erzeugung von **Sinussignalen, Rechtecksignalen oder Rauschsignalen**, die additiv auf den jeweiligen Reglersollwert (Lage, Geschwindigkeit oder Strom) aufgeschaltet werden
- Erzeugung der **Geschwindigkeits- und Lagesollwerte** im Lagereglertakt; **Stromsollwerte** im Geschwindigkeitsreglertakt
- Erzeugte Sollwerte sind hinsichtlich **Amplitude und Frequenz frei definierbar**

Hinweis: Weitere Möglichkeiten zur Sollwerterzeugung bietet die antriebsintegrierte SPS (IndraMotion MLD-S), die jedoch mit einer Taktrate von 1 ms Sollwerte erzeugen kann.

Beteiligte Parameter

- **P-0-1150, Sollwertgenerator, Ausgang**
- **P-0-1151, Sollwertgenerator, Liste der möglichen Zielparameter**
- **P-0-1152, Sollwertgenerator, Zuweisung Zielparameter**
- **P-0-1153, Sollwertgenerator, Steuerwort**
- **P-0-1154, Sollwertgenerator, Offset**
- **P-0-1155, Sollwertgenerator, Amplitude**
- **P-0-1156, Sollwertgenerator, Zeitdauer 1**
- **P-0-1157, Sollwertgenerator, Zeitdauer 2**
- **P-0-1158, Sollwertgenerator, Periodendauer**
- **P-0-0028, Oszilloskop: Steuerwort**
- **P-0-0031, Oszilloskop: Zeitauflösung**
- **P-0-0032, Oszilloskop: Speichertiefe**

Funktionsbeschreibung

Einstellung/Aktivierung der Funktion

Taktrate

Der integrierte Sollwertgenerator bietet die Möglichkeit, für die Inbetriebnahme Geschwindigkeits- und Lagesollwerte im Lagereglertakt zu erzeugen und additiv zum jeweiligen Hauptsollwert aufzuschalten.

Die Erzeugung von Stromsollwerten erfolgt im Geschwindigkeitsreglertakt.

Aktivierung

Die Aktivierung und Steuerung des Sollwertgenerators erfolgt über den Parameter **P-0-1153, Sollwertgenerator, Steuerwort** durch Setzen des Freigabe-Bits. Mit Setzen der Freigabe werden vom Generator Sollwerte im Lagereglertakt (bzw. Geschwindigkeitsreglertakt) erzeugt, die jedoch nur bei aktiver Betriebsart im Status "AF" wirksam werden.

Reglerfreigabe

Damit die erzeugten Sollwerte wirksam werden, muss die Betriebsart ausgewählt und die Reglerfreigabe (Bit "Antrieb Ein" = 1) gesetzt werden.

Dies kann auf folgende Weise erfolgen:

- über einen digitalen Eingang
- über die serielle Schnittstelle im "Easy-Startup"-Modus
- über die Führungskommunikation
- durch die antriebsintegrierte SPS (IndraMotion MLD-S)

Auswahl des Zielparameters

In den Parameter **P-0-1152, Sollwertgenerator, Zuweisung Zielparameter** wird die Identnummer des Parameters eingetragen, auf den das Ausgangssignal des Sollwertgenerators wirken soll.

Die Identnummern der möglichen Zielparameter für den Generatorausgang sind im Parameter **P-0-1151, Sollwertgenerator, Liste der möglichen Zielparameter** vorgegeben.

Folgende Auflistung zeigt mögliche Zielparameter, denen das Ausgangssignal des Sollwertgenerators (P-0-1150) zugewiesen werden kann:

- **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv**
- **S-0-0081, Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv**
- **P-0-0038, Drehmomentbildender Strom, Sollwert**
- **P-0-0039, Flussbildender Strom, Sollwert**
- **P-0-0059, Lagesollwert additiv, Regler**
- ...

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-1151, Sollwertgenerator, Liste der möglichen Zielparameter"

Hinweis: Die Einheit und das Attribut des generierten Signals werden entsprechend Attribut und Einheit des zugewiesenen Parameters angepasst.

Auswahl der Signalform

Die Festlegung der Form des gewünschten Ausgangssignals erfolgt über die entsprechenden Bits im Parameter **P-0-1153, Sollwertgenerator, Steuerwort**.

Zwischen folgenden Signalformen des Sollwertes kann gewählt werden:

- **Rechtecksignale**
  → Pulsgenerator mit definierbarem Impuls/Pausen-Verhältnis, variabler Frequenz und Gleichspannungsanteil (Offset)

- **Sinussignale**
  → Sinusgenerator erzeugt Signal bis zu theoretischer Maximal-Frequenz von 2 kHz mit variabler Frequenz und Gleichspannungsanteil (Offset)
- **Rauschsignale**
  → Rauschgenerator erzeugt breitbandiges "Weißes Rauschen", wobei Amplitude des Rauschsignals als reiner Faktor oder mittels Hüllkurve (= Rechtecksignal) definiert werden kann

Erweiterte Einstellungen

Weitere Einstellmöglichkeiten im Steuerwort des Sollwertgenerators:

- Aktivierung einer **periodische Signalerzeugung**
  → ausgewähltes Signal wird zyklisch generiert und mit einer definierbaren Periodendauer (Frequenz) ausgegeben
- **Abschaltverzögerung**
  → Reglerfreigabe kann verzögert, d.h. angepasst an die Signal-periode, erfolgen.

Pulsgenerator

Der Pulsgenerator erzeugt ein Rechtecksignal, das in folgenden Eigenschaften variiert werden kann:

- Frequenz bzw. Periodendauer des Signals
- Amplitude
- Gleichanteil (DC-Offset; positiv/negativ)
- Impuls/Pausen-Verhältnis

Nachfolgende Grafik zeigt beispielhaft das Ausgangssignal des Puls-generators mit Eingriffsmöglichkeiten:

P-0-1154: Sollwertgenerator, Offset
P-0-1155: Sollwertgenerator, Amplitude
P-0-1156: Sollwertgenerator, Zeitdauer 1
P-0-1157: Sollwertgenerator, Zeitdauer 2
P-0-1158: Sollwertgenerator, Periodendauer

Abb. 8-78: Ausgangssignal des Pulsgenerators

Hinweis: Ist im Steuerwort periodische Sollwerterzeugung angewählt, legt der Parameter **P-0-1158, Sollwertgenerator, Perioden-dauer** die Zykluszeit bzw. Periodendauer fest. Bei P-0-1158 = P-0-1156 + P-0-1157 ergibt sich ein periodisches Rechtecksignal, wenn zusätzlich im Steuerwort die periodische Ausgabe aktiviert ist.

Sinusgenerator

Für die Überprüfung der Bandbreite steht ein Sinusgenerator zur Verfügung, dessen Ausgangssignal in folgenden Eigenschaften variiert werden kann:

- Frequenz bzw. Periodendauer des Signals
- Amplitude
- Gleichanteil (DC-Offset; positiv/negativ)

Nachfolgende Grafik zeigt beispielhaft das Ausgangssignal des Sinusgenerators mit Eingriffsmöglichkeiten:

P-0-1154: Sollwertgenerator, Offset
P-0-1155: Sollwertgenerator, Amplitude
P-0-1158: Sollwertgenerator, Periodendauer

Abb. 8-79: Ausgangssignal des Sinusgenerators

Hinweis: Der im Parameter P-0-1152 ausgewählte Zielparameter bestimmt den Anfangswinkel des Signals. Bei Strömen und Momentensollwerten wird mit 90° begonnen, damit die Lageabweichung des Antriebs nach einer kompletten Periode wieder Null ist.

Erweiterte Einstellungen

In vielen Fällen ist es wichtig, dass das Sinussignal keinen Gleichanteil enthält. Es kann im Parameter **P-0-1153, Sollwertgenerator, Steuerwort** festgelegt werden, dass das Abschalten des Sollwertgenerator verzögert wird, bis die Periode komplett ist.

Rauschgenerator

Für die Erzeugung der Zufallszahlen wird die Methode des rückgekoppelten Schieberegisters verwendet. Bei jedem Durchlauf wird ein Bit für die Ausgabe erzeugt, welches gewissermaßen zufällig gesetzt oder gelöscht wird. Die Periodendauer des Rauschsignals ist dabei auf 4095 Takte (T_{A_Lage} bzw. T_{A_Geschw}) festlegt.

Hinweis: Das erzeugte Rauschsignal ist über eine gesamte Periode mittelwertfrei, so dass der Antrieb durch das zusätzlich aufgeschaltete Rauschen nicht wegdriftet.

Ausgabeformat (Amplitudenmodulation)

Für die Ausgabe der Impulsfolgen gibt es folgende Möglichkeiten:

- Rauschsignal als Rechtecksignal mit parametrierbarer Amplitude und ggf. Offsetanteil
  → Amplitude wird je nach Vorzeichen des rückgekoppelten Schieberegisters positiv bzw. negativ vorgegeben
- Rauschsignal mit kontinuierlicher Amplitude
  → rückgekoppeltes Schieberegister wird als Zahlenwert interpretiert und mit Amplitude bewertet

P-0-1154: Sollwertgenerator, Offset
P-0-1155: Sollwertgenerator, Amplitude

Abb. 8-80: Ausgangssignal des Rauschgenerators

Hinweis: Bei einer FFT-Berechnung muss P-0-1154 = 0 festgelegt werden!

Inbetriebnahmehinweise

Bandbreiten- und Frequenzgangmessung

Zur Frequenzgangmessung ist immer eine entsprechend breitbandige Anregung erforderlich, die durch den Rauschgenerator bereitgestellt wird. Zusätzlich zur Erzeugung des Rauschsignals ist auch eine Messwertaufzeichnung (= Abtastung) erforderlich, die mit der im Antrieb integrierten Oszilloskopfunktion durchgeführt wird.

Deshalb ist es notwendig, die Periodendauer des Rauschsignals an die Aufzeichnungsdauer der Oszilloskopfunktion anzupassen.
Die Periodendauer des Rauschsignals ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$T_{Rausch} = P-0-0031 * P-0-0032$$

$T_{_Rausch}$: Periodendauer des Rauschsignals
P-0-0031: Oszilloskop: Zeitauflösung
P-0-0032: Oszilloskop: Speichertiefe

Abb. 8-81: Berechnung der Periodendauer

Hinweis: Die eigentliche Berechnung bzw. Ermittlung des Frequenzgangs erfolgt jedoch durch eine Technologiefunktion für IndraMotion MLD-S oder mit dem Servicetool "IndraWorks D".

Nachfolgende Übersicht zeigt die Möglichkeiten für Anregungssignale und Messsignale für die Aufzeichnung:

Regelkreis	Sollwertgenerator-Anregungssignal	Generator-Taktfrequenz Basic	Generator-Taktfrequenz Adv.	Messsignale der Oszilloskopfunktion
Moment	Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv (S-0-0081)	4 kHz	8 kHz	Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv (S-0-0081) Drehmoment-/Kraft-Istwert (S-0-0084)
Strom (Iq)	Drehmomentbild. Strom, Sollwert (P-0-0038)	4 kHz	8 kHz	Drehmomentbildender Strom, Sollwert (P-0-0038) Drehmomentbildender Strom, Istwert (P-0-0043)
Strom (Id)	Flussbildender Strom, Sollwert (P-0-0039)	4 kHz	8 kHz	Flussbildender Strom, Sollwert (P-0-0039) Flussbildender Strom, Istwert (P-0-0044)
Geschw.	Geschwindigkeits-Sollwert additiv (S-0-0037)	2 kHz	4 kHz	Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert (P-0-0048) Geschwindigkeits-Istwert (S-0-0040)
Lage	Lagesollwert additiv, Regler (P-0-0059)	2 kHz	4 kHz	Lagesollwert Regler (P-0-0434) Lage-Istwert Geber 1 (S-0-0051) oder Lage-Istwert Geber 2 (S-0-0053)

Abb. 8-82: Signale für Anregung und Aufzeichnung

Bei der Parametrierung ist Folgendes zu beachten:

- Die Bandbreite des Anregungssignals ist abhängig von der Taktfrequenz, die je nach Art des Signals und der verfügbaren Regelperformance (Taktfrequenz) unterschiedlich ist.

  Hinweis: Die Bandbreite des "Weißen Rauschens" ist auf maximal die halbe Taktfrequenz beschränkt!

- Die Speichertiefe für die Oszilloskopfunktion muss 4095 Werte betragen (P-0-0032 = 4095), damit die notwendige Bedingung

  → Periodendauer Rauschsignal = Aufzeichnungsdauer Oszilloskop

  erfüllt wird und 4095 Werte aufgezeichnet werden können.

  Hinweis: Die Periodendauer und Taktfrequenz hängt dabei von der Art des Signals (Strom, Lage, Geschwindigkeit) und der Performance ab.

- Die Periodendauer ist abhängig vom Anregungssignal:
  - **Lage- und Geschwindigkeitsanregung:**
    Bei Anregung über die Parameter S-0-0036, S-0-0037 oder P-0-0059 ergibt sich eine Periodendauer von T = 2,0475s (Basic) bzw. T = 1,02375s (Advanced).
  - **Stromanregung**
    Bei Anregung über die Parameter S-0-0081 oder P-0-0039 ergibt sich eine Periodendauer von T = 1,02375s (Basic) bzw. T = 0,511875s (Advanced).

Regleroptimierung

Der antriebsintegrierte Sollwertgenerator ist sehr gut zur Optimierung der Regelkreise (Strom, Geschwindigkeit und Lage) geeignet, da er einen definierten Sollwertverlauf (z.B. Puls- oder Rechtecksignale) erzeugt.

Stromregler

Der im geregelten Betrieb ("Closed Loop") wirksame, feldorientierte Stromregler realisiert folgende Teilfunktionen:

- Regelung der d-Komponente (feldbildender Stromanteil)
- Regelung der q-Komponente (momentenbildender Stromanteil)

Siehe "Motorregelung: Feldorientierte Stromregelung" im Kapitel "Antriebsregelung"

Zur Beurteilung des Stromreglers für den drehmomentbildenden Stromregelkreis muss die Anregung über den Parameter **S-0-0081, Drehmoment-/Kraft-Sollwert additiv** (alternativ **P-0-0038, Drehmomentbildender Strom, Sollwert**) erfolgen und mit der Oszilloskopfunktion müssen die Parameter S-0-0081 (bzw. P-0-0038) und **S-0-0084, Drehmoment-/Kraft-Istwert** aufgezeichnet werden.

Zur Beurteilung des Stromreglers für den flussbildenden Strom muss die Anregung über den Parameter **P-0-0039, Flussbildender Strom, Sollwert** erfolgen und mit der Oszilloskopfunktion müssen die Parameter P-0-0039 und **P-0-0044, Flussbildender Strom, Istwert** aufgezeichnet werden.

Hinweis: Falls Stromsollwerte erzeugt werden, ist es notwendig, bei der Aufzeichnung mit der Oszilloskopfunktion den sog. Expertenmodus zu aktivieren (P-0-0028, Bit 4 = 1), um die Abtastfrequenz an die Anregungsfrequenz anzupassen.

Geschwindigkeitsregler

Zur Beurteilung des Geschwindigkeitsreglers muss die Anregung über den Parameter **S-0-0037, Geschwindigkeits-Sollwert additiv** erfolgen und mit der Oszilloskopfunktion müssen die Parameter **P-0-0048, Wirksamer Geschwindigkeits-Sollwert** und **S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert** aufgezeichnet werden.

Hinweis: Bei der Ausgabe von Geschwindigkeits-Sollwerten wird der Sollwertgenerator jeden Lagereglerzyklus durchlaufen (0,250 bzw. 0,500 ms).

Lageregler

Zur Untersuchung des Lagereglers muss sich der Antrieb in einer der Betriebsarten "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe", "Antriebsinterne Interpolation", "Antriebsgeführtes Positionieren" oder im Zustand "Antrieb Halt" befinden.

Unter dieser Bedingung kann die Anregung über den Parameter **P-0-0059, Lagesollwert additiv, Regler** direkt in den Lageregler erfolgen und mit der Oszilloskopfunktion müssen die Parameter **P-0-0434, Lagesollwert Regler** und **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1** bzw. **S-0-0053, Lage-Istwert Geber 2** betrachtet werden.

8.11 Parametersatzumschaltung

Erweiterungspaket **Hauptspindel** (Bestell-Bezeichnung **MSP**) mit **Advanced**-Performance

Kurzbeschreibung

IndraDrive-Antriebe sind mit bis zu acht Parametersätzen ausgestattet, zwischen denen im Betrieb umgeschaltet werden kann. Es ist immer einer der umschaltbaren Parametersätze aktiv. Die Umschaltung erfolgt auf Kommando des Steuerungsmasters.

Anwendungshinweis

Mit der Möglichkeit, durch Umschaltung von Parametersätzen ggf. während des Betriebs die Werte verschiedener Parameter den unterschiedlichen Betriebsphasen bzw. Bearbeitungsprozessen anzupassen, unterstützt die IndraDrive-Firmware den Arbeitsablauf in flexiblen Fertigungseinrichtungen.

Anwendungsbeispiele hierfür sind:

- Wechsel von C-Achs- zu Schrupp- bzw. Schlichtbetrieb bei Spindeln
- Positionierbetrieb für Werkzeugwechsel bei unterschiedlichen Getriebe-Übersetzungsverhältnissen
- Anpassung der Regelkreisverstärkungen an unterschiedliche Lastträgheitsmomente bzw. Lastmassen (z.B. bei stark unterschiedlichen Werkstücken)

Einteilung der umschaltbaren Parameter

Die umschaltbaren Parameter sind unter anwendungstechnischen Gesichtspunkten in folgende Gruppen unterteilt:

- Regelkreisparameter
- Applikationsparameter
- Lastgetriebeparameter
- Motorparameter (Umschaltung nur im Parametriermodus möglich!)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0216, C4100 Kommando Parametersatz umschalten**
- **S-0-0217, Parametersatz-Vorwahl**
- **S-0-0219, IDN-Liste Parametersatz**
  (S-**0**-0219 bis S-**7**-0219 → Parametersatz Nr. 0 bis Nr. 7)
- **S-0-0254, Aktueller Parametersatz**
- **P-0-2216, Parametersatzumschaltung Gruppenwahl**
- **P-0-2217, Parametersatzumschaltung Vorwahlbereich**

Beteiligte Diagnosen

- **C4100 Kommando Parametersatz umschalten**
- **C4102 Motorumschaltung nur im Parametriermodus zulässig**

Funktionsbeschreibung

Grundsätzliches

Die Aktivierung der Parametersatzumschaltung erfolgt durch Auslösen des Kommandos "C4100 Parametersatz umschalten" (S-0-0216) über den Steuerungsmaster. Die Antriebsfirmware aktiviert daraufhin den Parametersatz, der durch den Wert des Parameters **S-0-0217, Parametersatz-Vorwahl** festgelegt ist. Der aktuell aktive Parametersatz wird im Parameter **S-0-0254, Aktueller Parametersatz** angezeigt.

Zur Minimierung von Umschalt- und Speicher- bzw. Ladezeiten für die Parametersätze eines Antriebs sind die umschaltbaren Parameter den folgenden Gruppen fest zugeordnet:

- **Regelkreis** (z.B. Parameter für Verstärkungsfaktoren von Lage- und Geschwindigkeitsregler, etc.)
- **Applikation** (z.B. Parameter für Grenzwerte für Drehmoment/Kraft, Lage, Geschwindigkeit, etc.)
- **Lastgetriebe** (Parameter für Lastgetriebe-Eingangs- und Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen, Lastträgheitsmoment etc.)
- **Motor** (Stromreglerparameter, Temperatursensorkennung, Warn- und Abschalttemperatur, Motorgeberparameter etc.)

Im Parameter **P-0-2216, Parametersatzumschaltung Gruppenwahl** wird festgelegt, welche der genannten Parametergruppen umschaltbar sein sollen. Zudem wird im Parameter **P-0-2217,**

Parametersatzumschaltung Vorwahlbereich festgelegt, wie viele von den acht Parametersätzen benutzt werden sollen. Die für die Parametersatzumschaltung vorgesehenen Parameter sind in den Listenparametern S-**0**-0219 bis S-**7**-0219 (IDN-Liste des jeweiligen Parametersatzes) ersichtlich. Diese Listenparameter werden vom Antrieb abhängig von den Festlegungen in den Parametern P-0-2216 und P-0-2217 gebildet.

Parameter werden über ihre Identnummer (IDN) angesprochen. Bei den umschaltbaren Parametern muss die Nummer für den jeweiligen Parametersatz beachtet werden:

Abb. 8-83: Aufbau der Identnummer eines umschaltbaren Parameters (Beispiel)

Festlegung der Parametergruppen

Regelkreisparameter

Der Gruppe "Regelkreis" sind folgende umschaltbare Parameter fest zugeordnet:

- **S-0-0100, Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung**
- **S-0-0101, Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit**
- **S-0-0104, Lageregler Kv-Faktor**
- **S-0-0348, Verstärkung Beschleunigungsvorsteuerung**
- **P-0-0004, Drehzahlregler-Glättungszeitkonstante**
- **P-0-0040, Bewertung Geschwindigkeitsvorsteuerung**
- **P-0-0180, Beschleunigungsvorsteuerung-Glättungszeitkonstante**
- **P-0-1119, Geschwindigkeits-Mischfaktor Geber 1 & Geber 2**
- **P-0-1120, Geschw.-Regelkreisfilter: Filtertyp**
- **P-0-1121, Geschw.-Regelkreisfilter: Grenzfrequenz Tiefpass**
- **P-0-1122, Geschw.-Regelkreisfilter: Bandbreite Bandsperre**
- **P-0-1123, Geschw.-Regelkreisfilter: Mittenfrequenz Bandsperre**
- **P-0-1125, Geschw.-Regelkreis: Mittelwertfilter-Takt**
- **P-0-1126, Geschw.-Regelkreis: Beschleunigungsvorsteuerung**

Applikationsparameter

Der Gruppe "Applikation" sind folgende umschaltbare Parameter fest zugeordnet:

- **S-0-0038, Geschwindigkeits-Grenzwert positiv**
- **S-0-0039, Geschwindigkeits-Grenzwert negativ**
- **S-0-0057, Positionierfenster**
- **S-0-0082, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert positiv**
- **S-0-0083, Drehmoment-/Kraft-Grenzwert negativ**
- **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0092, Drehmoment/Kraft-Grenzwert bipolar**

- **S-0-0124, Stillstandsfenster**
- **S-0-0125, Geschwindigkeits-Schwelle nx**
- **S-0-0126, Drehmoment-Schwelle Mdx**
- **S-0-0138, Beschleunigung bipolar**
- **S-0-0157, Geschwindigkeits-Fenster**
- **S-0-0158, Leistungs-Schwelle Px**
- **S-0-0183, Synchronlauffenster Geschwindigkeit**
- **S-0-0193, Positionier-Ruck**
- **S-0-0261, Positionierfenster grob**
- **S-0-0349, Ruck-Grenzwert bipolar**
- **S-0-0372, Verzögerung Schnell-Halt**
- **P-0-0041, Lagesollwert-Mittelwertfilter-Zeitkonstante**
- **P-0-0176, Drehmoment/Kraft-Sollwert-Glättungszeitkonstante**
- **P-0-0214,Analogeingang, Zuweisung A, Bewertung [1/10V]**
- **P-0-0215,Analogeingang, Zuweisung A, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0216,Analogeingang, Zuweisung A, Totzone**
- **P-0-0217,Analogeingang 1, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0232,Analogeingang 3, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0233,Analogeingang 4, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0237,Analogeingang, Zuweisung B, Bewertung [1/10V]**
- **P-0-0238,Analogeingang, Zuweisung B, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0239,Analogeingang, Zuweisung B, Totzone**
- **P-0-1201, Steigung Rampe 1**
- **P-0-1202, Enddrehzahl Rampe 1**
- **P-0-1203, Steigung Rampe 2**
- **P-0-1211, Verzögerungs-Rampe 1**
- **P-0-1213, Verzögerungs-Rampe 2**
- **P-0-1222, Geschwindigkeits-Sollwert-Filter**
- **P-0-4010, Last-Trägheitsmoment**

Lastgetriebeparameter

Der Gruppe "Lastgetriebe" sind folgende umschaltbare Parameter fest zugeordnet:

- **S-0-0121, Lastgetriebe-Eingangsumdrehungen**
- **S-0-0122, Lastgetriebe-Ausgangsumdrehungen**
- **S-0-0222, Spindel-Positionierdrehzahl**
- **P-0-0109, Spitzendrehmoment-/-Kraft-Begrenzung**

Hinweis: Die Umschaltung der Parameter der Gruppe "Lastgetriebe" ist bei aktiver Sicherheitstechnik nicht möglich!

Motorparameter

Der Gruppe "Motor" sind folgende umschaltbare Parameter fest zugeordnet:

- **S-0-0041, Referenzfahr-Geschwindigkeit**
- **S-0-0042, Referenzfahr-Beschleunigung**
- **S-0-0052, Referenzmaß 1**
- **S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1**

- S-0-0107, Stromregler-Nachstellzeit 1
- S-0-0109, Spitzenstrom Motor
- S-0-0111, Stillstandsstrom Motor
- S-0-0113, Maximal-Geschwindigkeit des Motors
- S-0-0116, Geber 1 Auflösung
- S-0-0141, Motor-Typ
- S-0-0150, Referenzmaß Offset 1
- S-0-0201, Motor-Warntemperatur
- S-0-0204, Motor-Abschalttemperatur
- S-0-0206, Wartezeit Antrieb Ein
- S-0-0207, Wartezeit Antrieb Aus
- S-0-0277, Lagegeberart 1
- S-0-0299, Referenzschalter-Offset
- S-0-0446, Rampenbezugsgeschwindigkeit für Beschleunigungs-daten
- P-0-0018, Polpaarzahl/Polpaarweite
- P-0-0045, Stromregler-Steuerwort
- P-0-0051, Drehmoment-/Kraft-Konstante
- P-0-0074, Gebertyp 1 (Motorgeber)
- P-0-0077, Zuordnung Motorgeber->Optionsplatz
- P-0-0121, Getriebe 1 motorseitig (Motorgeber)
- P-0-0122, Getriebe 1 geberseitig (Motorgeber)
- P-0-0124, Getriebe 2 lastseitig (optionaler Geber)
- P-0-0125, Getriebe 2 geberseitig (optionaler Geber)
- P-0-0506, Amplitude für Winkelerfassung
- P-0-0507, Testfrequenz für Winkelerfassung
- P-0-0508, Kommutierungs-Offset
- P-0-0510, Rotor-Trägheitsmoment
- P-0-0512, Temperatursensor
- P-0-0513, Temperatursensor-Kennlinie
- P-0-0517, Kommutierung: erforderlicher Oberwellenanteil
- P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung
- P-0-0528, Flussregler-Proportionalverstärkung
- P-0-0529, Bewertung der Kippstrombegrenzung
- P-0-0530, Schlupfanhebung
- P-0-0532, Vormagnetisierungsfaktor
- P-0-0533, Spannungsregler Proportionalverstärkung
- P-0-0534, Spannungsregler Nachstellzeit
- P-0-0535, Motorleerlaufspannung
- P-0-0536, Motormaximalspannung
- P-0-0540, Moment der Motorhaltebremse
- P-0-0568, Spannungs-Anhebung
- P-0-0569, Maximale Statorfrequenz-Änderung
- P-0-0570, Kippschutz-Regler Proportionalverstärkung
- P-0-0571, Kippschutz-Regler Nachstellzeit

- **P-0-0572, Schlupfkompensation Faktor**
- **P-0-0573, IxR-Boost Faktor**
- **P-0-0574, Pendeldämpfung Faktor**
- **P-0-0575, Suchlauf: Suchstromfaktor**
- **P-0-0576, Suchlauf: Findepunkt-Schlupffaktor**
- **P-0-0577, Quadratische Kennlinie: Absenkfaktor**
- **P-0-0590, Frequenzregler Proportionalverstärkung**
- **P-0-0591, Frequenzregler Nachstellzeit**
- **P-0-0592, Abgleichfaktor Motormodell**
- **P-0-0640, Kühlart**
- **P-0-4002, Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Induktivitäten**
- **P-0-4003, Kennlinie der Motor-Querinduktivität, Ströme**
- **P-0-4004, Magnetisierungsstrom**
- **P-0-4005, Flussbildender Strom, Grenzwert**
- **P-0-4013, Stromgrenzwert Entmagnetisierung**
- **P-0-4014, Motorart**
- **P-0-4016, Motor-Längsinduktivität**
- **P-0-4017, Motor-Querinduktivität**
- **P-0-4032, Typenschild-Liste Asynchronmotor**
- **P-0-4034, Thermische Zeitkonstante Wicklung**
- **P-0-4035, Thermische Zeitkonstante Motor**
- **P-0-4036, Bemessungsdrehzahl Motor**
- **P-0-4037, Thermische Kurzzeitüberlast der Wicklung**
- **P-0-4039, Stator-Streuinduktivität**
- **P-0-4040, Rotor-Streuinduktivität**
- **P-0-4041, Motor-Hauptinduktivität**
- **P-0-4042, Kennlinie der Motor-Hauptinduktivität**
- **P-0-4043, Rotorzeitkonstante**
- **P-0-4048, Motor-Wicklungs-Widerstand**

Bedingungen für die Parametersatzumschaltung

Die Umschaltung zwischen Parametersätzen kann grundsätzlich auch während des Betriebs, d.h. in Regelung ("AF"), erfolgen. Es gibt jedoch folgende Einschränkungen:

- Für die Parametergruppe "Lastgetriebe" ist die Parametersatz-umschaltung in Verbindung mit der antriebsintegrierten Sicherheitstechnik nicht möglich. Soll dennoch eine Umschaltung der Lastgetriebe-Parameter erfolgen, muss die Antriebsfunktion "Sicherheitstechnik" ggf. deaktiviert werden.
- Die Parametergruppe "Motor" kann generell nur im Parametriermodus (Kommunikationsphase 2) umgeschaltet werden. Falls die Parametersatzumschaltung im Betriebsmodus erfolgen muss, darf die Parametergruppe "Motor" nicht in die Umschaltung einbezogen werden!

VORSICHT

Durch Parametersatzumschaltung bei "AF" können sich antriebsintern die Sollwerte verändern. Dies kann zu ungewollten Achsbewegungen führen!

⇒ Über den Steuerungsmaster sicherstellen, dass die Änderungen in der Regelstrecke tatsächlich erfolgt sind (Rückmeldungen abfragen)!

Hinweis: Ändert sich durch Parametersatzumschaltung das Getriebe-Übersetzungsverhältnis, geht die Referenz der Geber verloren. Der Inhalt des Parameters **S-0-0403, Status Lageistwerte** wird gelöscht. Um wieder einen definierten Lagebezug zu erhalten, muss erneut referenziert werden!

Inbetriebnahmehinweise

Voreinstellungen

Umzuschaltende Parametergruppen vorwählen in:

- **P-0-2216, Parametersatzumschaltung Gruppenwahl**

Anzahl der umschaltbaren Parametersätze festlegen in:

- **P-0-2217, Parametersatzumschaltung Vorwahlbereich**

Beschreiben der umschaltbaren Parameter

Abhängig von den gewählten Voreinstellungen sind in der Kommunikationsphase 4 die Parameter beschreibbar, deren IDN in den Parametern S-**0**-0219 bis S-**7**-0219 (IDN-Liste des jeweiligen Parametersatzes) angezeigt werden.

Hinweis: Alle weiteren Parameter, die auch in die Parametersatzumschaltung einbezogen werden könnten (S-1-xxxx bis S-7-xxxx bzw. P-1-xxxx bis P-7-xxxx), aber nicht aufgelistet sind, können in Kommunikationsphase 4 nicht beschrieben werden!

Ausgangszustand

Nach dem Einschalten ist zunächst immer "Parametersatz 0" aktiv. Im Parameter **S-0-0254, Aktueller Parametersatz** wird "0" angezeigt.

Parametersatzumschaltung ausführen

Vor Aktivierung der Funktion muss die Nummer des Parametersatzes, auf den umgeschaltet werden soll, in den Parameter **S-0-0217, Parametersatz-Vorwahl** eintragen werden.

Ablauf der Funktion:

- Start des Kommandos "C4100 Parametersatz umschalten" (S-0-0216) über den Steuerungsmaster
- Prüfung der erfolgreichen Parametersatzumschaltung im Parameter **S-0-0254, Aktueller Parametersatz** (hier muss neue Parametersatznummer quittiert sein)
- Löschen des Kommandos C4100 durch den Steuerungsmaster

Diagnosen

Während der Ausführung des Kommandos steht im Display des Regelgerätes die Meldung "C41".

Eine mögliche Störung wird durch folgende Diagnose angezeigt:

- **C4102 Motorumschaltung nur im Parametriermodus zulässig**

8.12 Antriebsgeführtes Pendeln

Erweiterungspaket **Hauptspindel** (Bestell-Bezeichnung **MSP**) mit **Advanced**-Performance

Kurzbeschreibung

Auf ein Kommando des Steuerungsmasters hin ignoriert der Antrieb die zyklische Sollwertvorgabe und dreht eigenständig abwechselnd in positive und negative Richtung (Drehzahlpendeln). Der zyklische Drehzahlverlauf ist über Parameter einstellbar und kann symmetrisch oder asymmetrisch realisiert werden.

Anwendungshinweis

Mit dem Drehzahlpendeln unterstützt der Hauptantrieb z.B. folgende Anwendungen:

- Einrücken der Zahnräder bei Umschaltung eines Zahnradgetriebes
- Einrücken von formschlüssigen Kupplungen (z.B. Ankuppeln von Verbrennungsmotor-Prüflingen an Prüfstände)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0190, C4200 Kommando Antriebsgeführtes Pendeln**
- **S-0-0213, Pendel-Drehzahl**
- **S-0-0214, Pendel-Offsetdrehzahl**
- **S-0-0215, Pendel-Zykluszeit**

Beteiligte Diagnosen

- **C4200 Kommando antriebsgefuehrtes Pendeln**
- **C4201 Pendeln nur mit Antriebsfreigabe moeglich**
- **C4202 Pendel-Solldrehzahl nicht erreichbar**

Funktionsbeschreibung

Das antriebsgeführte Pendeln wird über Parameter an die individuellen Erfordernisse des Einrückvorgangs angepasst. Die Pendel-Zykluszeit, die Pendel-Drehzahl und die Pendel-Offsetdrehzahl sind einstellbar.

Das Pendeln lässt sich durch die Pendel-Offsetdrehzahl asymmetrisch gestalten, um Zahn-auf-Zahn-Stellungen beim Einrückvorgang zu überwinden.

Abb. 8-84: Drehzahlverlauf bei antriebsgeführtem Pendeln

Start "Antriebsgeführtes Pendeln"

Die Auslösung des Kommandos "C4200 Antriebsgeführtes Pendeln" bewirkt folgende Reaktion:

- Bei drehendem Motor wird unter Berücksichtigung von ggf. aktivierten Rampen bzw. Filtern die Geschwindigkeit auf die Pendel-Startdrehzahl abgebremst.
- Bei stehendem Motor wird auf die Pendel-Startdrehzahl beschleunigt.

Quittierung

Ist die Abweichung des Geschwindigkeitsistwerts von der Pendel-Startdrehzahl innerhalb von 5 s nach Kommandostart kleiner als der Wert von **S-0-0157, Geschwindigkeitsfenster**, dann wird die Ausführung des Kommandos quittiert und der Sollwertverlauf für das Drehzahlpendeln antriebsintern generiert.

Sollwertgenerierung

Der antriebsinterne Sollwert für das Pendeln wird zyklisch aus Pendel-Offsetdrehzahl +/- Pendeldrehzahl erzeugt. Eingestellte antriebsinterne Rampen und Sollwertfilter sind dabei nicht aktiv.

Die Parameterwerte für das antriebsgeführte Pendeln können während des Pendelvorgangs verändert werden. Der Antrieb reagiert spätestens nach Ablauf der Pendel-Zykluszeit auf die neuen Werte.

Nach Beenden der Kommando-Ausführung C4200 folgt der Antrieb dem aktuell anstehenden Sollwert.

Inbetriebnahmehinweise

Voreinstellungen/Überprüfungen

Vor Aktivierung der Funktion "Antriebsgeführtes Pendeln" müssen folgende Voreinstellungen bzw. Überprüfungen durchgeführt werden:

- Der Wert im Parameter **S-0-0157, Geschwindigkeitsfenster** muss ungleich Null sein
- Die Werte der Parameter **S-0-0215, Pendel-Zykluszeit**, **S-0-0213, Pendel-Drehzahl** und **S-0-0214, Pendel-Offsetdrehzahl** sind zu überprüfen und ggf. die für die Spindelmechanik zulässigen Werte einzutragen.
  Der Wert im Parameter **S-0-0215, Pendel-Zykluszeit** muss zwischen 0,5 ms und 6553,5 ms liegen (Schrittweite 0,5 ms)!

Pendeln aktivieren

Die Aktivierung der Funktion erfolgt durch Start des Kommandos "C4200 Antriebsgeführtes Pendeln" (S-0-0190) über den Steuerungsmaster.

Pendeln beenden

Das Beenden der Funktion erfolgt durch Löschen des Kommandos C4200 durch den Steuerungsmaster, wenn die Einrückung der Getriebewelle vom Master als durchgeführt erkannt wurde.

Diagnosen Während der Ausführung des Kommandos steht im Display des Regelgerätes die Meldung "C42“.

Mögliche Störungen werden durch folgende Diagnosen angezeigt:

- **C4201 Pendeln nur mit Antriebsfreigabe moeglich**
- **C4202 Pendel-Solldrehzahl nicht erreichbar**

8.13 Parkende Achse

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

Falls einzelne Achsen innerhalb eines Führungskommunikations-verbundes (z.B. SERCOS-Ring, PROFIBUS) vorübergehend deaktiviert werden sollen, ohne sie hardwaremäßig und kommunikationsseitig aus dem Achsverbund herauslösen zu müssen, kann die Funktion "Parkende Achse" über Kommando aktiviert werden.

Ist ein Antrieb in den Zustand "Parkende Achse" versetzt worden, verhält er sich in Bezug auf Hardware und Führungskommunikation "neutral". Vom Antrieb ggf. erkannte Fehler werden unterdrückt und haben keine Auswirkung auf die in Betrieb befindlichen Achsen. Dies ermöglicht z.B. das Abkoppeln des Motors und des Motorgebers im Zustand "Parkende Achse", ohne dass Fehler gemeldet werden.

Die "geparkte" Achse verhält sich so, als ob sie nicht vorhanden wäre!

Beteiligte Parameter

- **S-0-0139, C1600 Kommando Parkende Achse**

Beteiligte Diagnosen

- **C1600 Kommando Parkende Achse**

Funktionsbeschreibung

Der Parameter **S-0-0139, C1600 Kommando Parkende Achse** kann nur im Parametriermodus (Kommunikationsphase "P2" oder "P3") aktiviert werden. Die Ausführung des Kommandos bewirkt:

- Deaktivieren der Überwachungen der Mess-Systeme
- Deaktivieren der Motortemperaturüberwachung
- Wegnahme der Referenzbits in "Status Lageistwerte"
- Antriebs-Initialisierungen unterbleiben bei Ausführung von **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 4**
- Anzeige "PA" im Display des Bedienfeldes und im Diagnosesystem
- Ignorieren der masterseitigen Antriebsfreigabe

Hinweis: Das Kommandoausführung von C1600 wird antriebsseitig nicht als beendet quittiert, um das Kommandoänderungsbit des Parameters **S-0-0135, Antriebsstatus** für die Diagnose anderer Kommandos freizuhalten!

Das Kommando C1600 kann nur in Kommunikationsphase "P2" oder "P3" oder durch Rückschaltung in "P0" gelöscht werden. Das Beenden der Ausführung von Kommando C1600 bewirkt:

- Aktivieren der Überwachungen der Mess-Systeme
- Aktivieren der Motortemperaturüberwachung
- Im Display und im Diagnosesystem erscheinen wieder die Standarddiagnosen.
- In Kommunikationsphase "P4" ist Antriebsfreigabe wieder möglich.

Hinweis: Da die Referenz von relativen Mess-Systemen durch den Start des Kommandos C1600 verloren geht, muss bei diesen Mess-Systemen nach Setzen der Antriebsfreigabe erneut der Maßbezug hergestellt (referenziert) werden!

8.14 Rexroth IndraMotion MLD-S (Antriebsintegrierte SPS)

Erweiterungspaket **IndraMotion MLD-S** (Bestell-Bezeichnung **ML**)

Kurzbeschreibung

Allgemeines

Das optionale Erweiterungspaket "IndraMotion MLD-S" bietet die Funktion einer im Antrieb integrierten SPS nach IEC-61131-3 mit folgendem Leistungsumfang:

- **Integrierte Logiksteuerung** (Standard-SPS-Aufgaben)
  - komplett konform mit IEC-61131-3
  - Online-Change
  - Debugging
  - Offline-Simulation
- **Integrierte Einachs-Motioncontrol**
  Motion-Funktionsbaustein nach PLC-Open für Einzelachs-Positionierung und ELS-Betrieb (Synchronlauf, Kurvenscheiben, …)
  → "Lowlevel-Motionfunktionen"
  - vorrangige Programmierung über SFC/AS kombiniert mit ST
  - Single-Action-Steps (Nicht-IEC-Schritte) für "einfache" Schritte
  - Motion-Funktionsbausteine per Bibliotheken
  - zyklische Parameter als direkte Variablen verfügbar (systemglobale Variablen)
  - Bibliotheksverwaltung
- **Basis für Technologiefunktionen**
  Beispiele: mitlaufende Trennvorrichtung, Pick&Place, Prozessregler (Registerregler, Wickelrechner, …), vorbeugende Wartung, freie Funktionsblockverschaltung
  - synchroner konsistenter Datenaustausch mit Antriebsregelung, konfigurierbarer zyklischer Datenkanal
  - periodische, hochpriore Anwendertask
  - Laufzeitüberwachung

Hinweis: Diese optionale Erweiterung der Antriebsfunktionalität ist ausführlich in der separaten Dokumentation "Rexroth IndraMotion MLD-S" (DOK-INDRV*-MLD-S*VRS**-AW01-DE-P; Mat.-Nr. R911306071) beschrieben.

Hardware-Voraussetzungen

Die Funktion "IndraMotion MLD-S" setzt die folgende Steuerteil-Ausführung voraus:

- Einzelachs-ADVANCED (CSH01.1C)
- Einzelachs-BASIC (CSB01.1)

Hinweis: Für Doppelachsgeräte (CDB01.1C) steht die IndraMotion MLD-S **nicht** zur Verfügung!

Firmware-Voraussetzungen

Die Funktion "IndraMotion MLD-S" ist in der **Firmware-Version MPX03VRS** in folgenden Varianten verfügbar:

- Advanced-Ausführung (**MPH**)
- Basic-Einzelachs-Ausführung (**MPB**)

Hinweis: Die Nutzung der IndraMotion MLD-S erfordert generell die Freischaltung des additiven Erweiterungspakets "**ML**".

Siehe auch Abschnitte:

- "Funktionspakete" im Kapitel "Systemübersicht"
- "Funktionspaketfreischaltung" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Sevicefunktionen"

Merkmale

Das Funktionspaket "IndraMotion MLD-S" besitzt folgende allgemeine Merkmale/Kenngrößen:

- **bis zu 4 präemptive Anwendertasks möglich**
- **Tasktypen:**
  - periodisch (min. Zykluszeit: 1 ms bei Advanced; 2 ms bei Basic)
  - freilaufend (permanent zyklisch)
  - eventgesteuert (min. Reaktionszeit: 1 ms bei Advanced; 2 ms bei Basic)
- **Speicherressourcen:**
  - 192 kByte Programmspeicher
  - 512 kByte Datenspeicher
  - 250 Byte Retain oder 32 kByte auf MD1
- **Digitale E/A:**
  - 7…11 digitale Eingänge, 0…4 digitale Ausgänge auf X3 (bei Advanced-Steuerteil CSH01.1)
    → SPS und Antrieb teilen sich die Eingänge!
  - 12 digitale Eingänge, 8 digitale Ausgänge auf MD1 (optional)
  - 16 digitale Eingänge, 16 digitale Ausgänge auf PL (parallele Führungskommunikation)
  - 1 Relais-Ausgang auf X3 (Steuerteil CSH01.1)
    → SPS und Antrieb teilen sich die Eingänge!

Anmerkung: Bei Basic-Steuerteilen ergeben sich Einschränkungen hinsichtlich der verfügbaren Ein-/Ausgänge (siehe Dokumentation "Projektierung Steuerteile").

- **Analoge E/A:**
  - 1 analoger Eingänge (+/-10 V) auf X3 (Steuerteil CSH01.1)
  - 2 analoge Ausgänge (0…5 V) auf X3 (Steuerteil CSH01.1)
  - analoge Ein-/Ausgänge (+/-10 V) auf MA1 (optional)
    Anmerkung: Bei Basic-Steuerteilen ergeben sich Einschränkungen hinsichtlich der verfügbaren Ein-/Ausgänge (siehe Dokumentation "Projektierung Steuerteile").
  - **SPS-Register**
  - 16 globale SPS-Register G0...G15 mit je 16 Bit und definierbarem Format (P-0-1386)
  - 2 globale Textregister mit je 255 Zeichen
  - 2 globale Listenregister mit 1024 bzw. 8192 Elementen zu je 4 Byte und definierbarem Format (P-0-1386)
- **Sonstige Daten:**
  - Umfangreiche Debug-Möglichkeiten:
    Single-Step, Watch, Force/Write, Breakpoints, Powerflow
  - MMC-Datenhandling
    - Quellcode auf MMC sichern
    - Symbolfile für Zugriff auf SPS-Variablen auf MMC halten
  - Leistungen des Programmiersystems:
    - IEC-61131-Programmierung in IL, ST, SFC/AS, CFC, KOP, FUP
    - Source-Download, Online-Change, Debugging, Offline-Simulation
    - Bibliotheken
    - Debug-Monitor für Antrieb (PLCBrowser)
    - 2 Parameter (P-0-1362, P-0-1363) mit Informationen zum aktuell im Speicher geladenen SPS-Projekt bzw. dem Bootprojekt

Beteiligte Parameter

Allgemein:

- **P-0-1350, SPS Steuerwort**
- **P-0-1351, SPS Statuswort**
- **P-0-1352, SPS Anwenderprogramm Verwaltungsdaten**
- **P-0-1362, SPS Boot-Projektinfo**
- **P-0-1363, SPS Projektinfo**
- **P-0-1367, SPS Konfiguration**
- **P-0-1369, SPS intern reserviert**

Anwenderprogramm (Dateiablage):

- **P-0-1353, SPS Anwenderprogramm Bereich 0**
- **P-0-1354, SPS Anwenderprogramm Bereich 1**
- **P-0-1355, SPS Anwenderprogramm Bereich 2**
- **P-0-1356, SPS Anwenderprogramm Bereich 3**
- **P-0-1357, SPS Anwenderprogramm Bereich 4**
- **P-0-1358, SPS Anwenderprogramm Bereich 5**

Globale SPS-Register:

- **P-0-1370, SPS Globales Register G0**
- **P-0-1371, SPS Globales Register G1**
- **P-0-1372, SPS Globales Register G2**
- **P-0-1373, SPS Globales Register G3**
- **P-0-1374, SPS Globales Register G4**
- **P-0-1375, SPS Globales Register G5**
- **P-0-1376, SPS Globales Register G6**
- **P-0-1377, SPS Globales Register G7**
- **P-0-1378, SPS Globales Register G8**
- **P-0-1379, SPS Globales Register G9**
- **P-0-1380,SPS Globales Register G10**
- **P-0-1381, SPS Globales Register G11**
- **P-0-1382, SPS Globales Register G12**
- **P-0-1383, SPS Globales Register G13**
- **P-0-1384, SPS Globales Register G14**
- **P-0-1385, SPS Globales Register G15**
- **P-0-1386, SPS Anzeigeformat Globaler Register**

Globale Textregister:

- **P-0-1387, SPS Globales Textregister GT0**
- **P-0-1388, SPS Globales Textregister GT1**

Globale Listenregister:

- **P-0-1368, SPS Globales Register GL2**
- **P-0-1389, SPS Globales Register GL1**

Weitere Parameter sind für die Konfiguration der Ein-/Ausgänge vorhanden (siehe Dokumentation "Rexroth IndraMotion MLD-S").

Installations-/Projektierungshinweise

Installation

Für die PC-Installation von "IndraMotion MLD-S" muss die aktuelle Version des **Inbetriebnahmetools "IndraWorks D"** auf dem PC installiert werden. Dabei wird auch die **Kommunikationsplattform "SCP"**, die sich mit auf der Installations-CD befindet, auf dem PC installiert.

Nach erfolgreicher Installation können über SCP das **SPS-Programmiersystem "IndraLogic"** und "**IndraWorks D**" gleichzeitig mit dem Antrieb kommunizieren.

Projektierung

Die Projektierung der Funktion "IndraMotion MLD-S" erfolgt über einen PC mit installiertem Programm "IndraLogic", das mit der Kommunikationsplattform SCP über die serielle Schnittstelle mit dem Antrieb kommuniziert.

Die Projekte werden auf dem PC abgelegt. Der erzeugte Binärcode wird in den Antrieb geladen und in Parametern gespeichert. Ab Firmware-Version **MPX03VRS** können bei gesteckter MMC auch der Quellcode und die Symbole dort abgelegt werden.

Übersicht der verfügbaren Bibliotheken

Hinweis: Im nachfolgenden Kapitel werden nur die grundsätzlichen Funktionen bzw. Bibliotheken kurz erläutert. Die Funktionsdetails sind in der separaten Dokumentation "Rexroth IndraMotion MLD-S" beschrieben.

Folgende Datenkanäle zum Antrieb stehen zur Verfügung:

- **Parameterfunktionen**, **Funktionsbausteine** und **zykl. Parameter**
  → Bibliothek **Base_MP03.lib**
- **Echtzeitkanal** zum konsistenten Datenaustausch
  (je max. 4 Parameter pro Richtung)
  → Bibliothek **DSP_MP03.lib**
- **Antriebsspezifische Motion-Bausteine** nach PLC-Open
  → Bibliothek **MXMotion.lib**
- **Diagnose**, **Fehler-Handling** und **Achs-Adressierung** (für zukünftig möglichen Mehrachs-Betrieb)
  → Bibliothek **CommonTypes.lib**
- **Globale Register** zum Datenaustausch von Variablen über Führungskommunikation

Zusätzlich für antriebsinterne Funktionen (nicht anwenderrelevant):

- Bibliothek **Internal_MP03.lib**

Base_MP03.lib

Die Bibliothek **Base_MP03.lib** enthält wichtige Datentypen, Basis-Firmware-Bausteine und zyklische Parameter als Direktvariable (systemglobale Variable).

Allgemeine Funktionen:

- ATAN2
- MX_fGetFreeTicks
- MX_fGetHighResTime
- MX_fHighResTimerTicks_to_us

Bausteine/Funktionen zur Antriebsregelung:

- MX_Command
- MX_Power
- MX_Reset
- MX_SetControl
- MX_SetDeviceMode
- MX_SetOpMode
- Funktionen für Diagnose:
  - MX_fGetDriveWarning
  - MX_fSetDriveWarning
  - MX_fSetDriveError
- Bausteine/Funktionen für Parameter:
  - MX_fReadParamDINT
  - MX_fReadStringParam
  - MX_fWriteParamDINT
  - MX_fWriteStringParam
  - MX_ReadParamDINT

  - MX_WriteParamDINT
  - MB_ReadMaxRealValue
  - MB_ReadMaxValue
  - MB_ReadMinRealValue
  - MB_ReadMinValue
  - MB_ReadName
  - MB_ReadParameter
  - MB_ReadRealParameter
  - MB_ReadSercosAttribute
  - MB_ReadUnit
  - MB_WriteParameter
  - MB_WriteRealParameter
- Funktionen für Skalierung:
  - MX_fDINT_AccTo_REAL
  - MX_fDINT_DistTo_REAL
  - MX_fDINT_VelTo_REAL
  - MX_fREAL_AccTo_DINT
  - MX_fREAL_DistTo_DINT
  - MX_fREAL_VelTo_DINT

Liste globaler Variablen "DirektvariablenIdents":

- Direktvariablen (z.B.):
  - DV_P_0_0009 (*Error_number*)
  - DV_P_0_0038 (*Torquegenerating_current_command_value*)
  - DV_P_0_0039 (*Fluxgenerating_current_command_value*)
- IDN-Adressierung (z.B.):
  - FP_P_0_0008 (*Activation_Estop_function*)
  - FP_P_0_0009 (*Error_number*)
  - FP_P_0_0019 (*Initial_position_value*)
- Achs-Adressierung (z.B.):
  - Axis1: AXIS_REF

DSP_MP03.lib

Die Bibliothek **DSP-MP03.lib** enthält global definierte Echtzeitvariablen und einen Steuerbaustein.

- Liste "RTCR_VariablenIdents"
- Liste "RTCW_VariablenIdents"
- MX_SynchronControl

MXMotion.lib

Die Bibliothek **MXMotion.lib** enthält IEC-Bausteine nach PLC-Open.

- MX_MoveAbsolute
- MX_MoveRelative
- MX_MoveAdditive
- MX_MoveVelocity
- MX_Stop

8.15 Integrierte Sicherheitstechnik

Hinweis: Folgender Abschnitt gibt einen Überblick über die integrierten Sicherheitsfunktionen der IndraDrive-Hardware und -Firmware. Details zur Funktion, Inbetriebnahmehinweise und Anwendungsbeispiele sind in der separaten Dokumentation "Rexroth IndraDrive: Integrierte Sicherheitstechnik" (DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK01-DE-P; Mat.-Nr. R911297837) beschrieben.

Kurzbeschreibung

Hinweis: Die antriebsintegrierte Sicherheitstechnik ist eine rein über die Hardware skalierbare Funktionalität und benötigt keine zusätzliche Funktionspaketfreischaltung.

Folgende Ausprägungen der integrierten Sicherheitstechnik bei IndraDrive werden unterschieden:

- **Sichere Anlaufsperre**
  (reine Hardwarelösung → Option **L1**)
- **Integrierte Sicherheitstechnik "Safety on Board"**
  (Firm- und Hardwarelösung → Option **S1**)

In der nachfolgenden Übersicht sind die Abhängigkeiten zwischen Hardware und Ausprägung der Sicherheitstechnik zusammengefasst:

		Integrierte Sicherheitstechnik (Safety on Board)		
	Sichere Anlaufsperre	**Sichere Bewegung**	**Sicherer Stillstand**	**Antriebssperre**
Hardware-Option →	**L1**	**S1**	**S1**	**S1**
BASIC OPENLOOP (CSB01.1N-FC)				
BASIC SERCOS (CSB01.1N-SE)	**X**			
BASIC PROFIBUS (CSB01.1N-PB)	**X**			
BASIC ANALOG (CSB01.1N-AN)	**X**			
BASIC UNIVERSAL (CSB01.1C; Einzelachs)	**X**			
BASIC UNIVERSAL (CDB01.1C; Doppelachs)	**X**	**X**	**X**	**X**
ADVANCED (CSH01.1C)	**X**	**X**	**X**	**X**

Abb. 8-85: Abhängigkeit der Sicherheitstechnik von der Hardware

Sichere Anlaufsperre

Hinweis: Vor Aktivierung der Funktion "Sichere Anlaufsperre" ist der Antrieb über die Sollwert- und Reglerfreigabe stillzusetzen. Es erfolgt keine antriebsgeführte Stillsetzung!

Merkmale

- Die Funktion "Sichere Anlaufsperre" entspricht der Stopp-Kategorie 0 nach EN 60204-1.
- Die Energieversorgung zum Antrieb wird sicher zweikanalig unterbrochen. Die Anwahl erfolgt zweikanalig wahlweise durch Öffner/Schließer- oder Öffner/Öffner-Kombination.
- Die Quittierung des sicheren Zustands erfolgt durch einen Öffner/Schließer-Kontakt.
- Zu Anwahldynamisierung muss die Funktion mindestens alle 168 Stunden aktiviert werden. Aus diesem Grund werden im Parameter **P-0-0102, Betriebstunden Leistungsteil bei letzter Aktivierung Anlaufsperre** die Betriebsstunden des Leistungsteils (vgl. P-0-0192) gesichert, bei denen die Funktion "Anlaufsperre" das letzte Mal angewählt wurde.
- Die Einstellung der Zeitintervalle für die Aktivierung der Anlaufsperre erfolgt über Parameter **P-0-0103, Zeitintervall Zwangs-dynamisierung**.
- Die Anzeige der Historie der eingestellten Zeitintervalle erfolgt im Parameter **P-0-0104, Änderungshistorie Zeitintervall Zwangs-dynamisierung**.

Beteiligte Parameter

- **P-0-0101, Anwahl-Konfiguration Anlaufsperre**
- **P-0-0102, Betriebsstunden Leistungsteil bei letzter Aktivierung AS**
- **P-0-0103, Zeitintervall Zwangsdynamisierung**
- **P-0-0104, Änderungshistorie Zeitintervall Zwangsdynamisierung**

Beteiligte Diagnosen

- **A0011 Anlaufsperre aktiv**
- **E3110 Ueberschreitung Zeitintervall Zwangsdynamisierung**
- **F8027 Anlaufsperre bei gesetzter Antriebsfreigabe**

Integrierte Sicherheitstechnik (Safety on Board)

Merkmale

- zweikanalige Anwahl der Sicherheitsfunktionen über digitale Ein-/Ausgänge (24 V) oder einen sicheren Prozessdatenkanal bei PROFIBUS-DP (PROFISafe)
- integrierte Funktionalität zur Aufdeckung von "schlafenden" Fehlern:
  - zweikanalige Datenverarbeitung mit diversitärer Struktur
  - kreuzweiser Vergleich der sicherheitsrelevanten Daten
  - Dynamisierung von statischen Zuständen
- Passwortschutz für alle SI-Parameter
- Sicherheitsfunktionen bei Normalbetrieb (sichere Maximalgeschwindigkeit)
- Sicherheitsfunktionen im Zustand "Sicherer Stillstand" (sicherer Halt, sicherer Betriebshalt, sichere Antriebssperre)
- Sicherheitsfunktionen im Zustand "Sichere Bewegung" (sicher reduzierte Geschwindigkeit, sichere Bewegungsrichtung, sicher begrenztes Schrittmaß, sichere begrenzte Absolutlage)

- weitere Hilfsfunktionen (sichere Diagnoseausgänge, sichere Ansteuerung einer Schutztürzuhaltung, sicheres Referenzieren)

Beteiligte Parameter

- **P-0-3200, SI-Firmwarekennung**
- **P-0-3201, Änderungszähler SI-Speicher**
- **P-0-3202, Betriebsstunden bei letzter Speicheränderung**
- **P-0-3203, Speicherabbild SI-Speicher**
- **P-0-3204, Kommando SI-Parameter synchronisieren und speichern**
- **P-0-3205, SI-Gerätekennung**
- **P-0-3206, SI-Passwort**
- **P-0-3207, SI-Passwort-Level**
- **P-0-3208, Sicherung Si-Daten Kanal 2**
- **P-0-3209,SI-Inbetriebnahme-Kennung**
- **P-0-3210, SI-Steuerwort**
- **P-0-3211, SI-EA-Steuerwort, Kanal 2**
- **P-0-3212, SI-Signalsteuerwort, Kanal 1**
- **P-0-3213, SI-Status**
- **P-0-3214, SI-Signalstatuswort, Kanal 1**
- **P-0-3215, Angewählte SI-Betriebsart**
- **P-0-3216, Aktive SI-Signale**
- **P-0-3217, EA-Status Kanal 2 (SI-Optionsmodul)**
- **P-0-3218, Manuelles Entriegeln der Schutztür**
- **P-0-3219, Sicherheitstechnik Diagnose**
- **P-0-3220, Toleranzzeit Überführen aus Normalbetrieb**
- **P-0-3221, Max. Toleranzzeit unterschiedliche Kanalzustände**
- **P-0-3222, Max. Zustimmzeit**
- **P-0-3223, Zeitintervall für Dynamisierung Anwahl**
- **P-0-3224, Dauer des Dynamisierungspulses Anwahl**
- **P-0-3225,Toleranzzeit Überführen aus Sicherem Betrieb**
- **P-0-3228, C4000 Kommando Referenzieren Kanal 2**
- **P-0-3229, Toleranzfenster Sicheres Referenzieren**
- **P-0-3230, Überwachungsfenster für sicheren Betriebshalt**
- **P-0-3231, Referenzposition für sichere Referenz**
- **P-0-3232, Stillstandsfenster sichere Bewegungsrichtung**
- **P-0-3233, Geschwindigkeits-Schwelle sicherer Stillstand**
- **P-0-3234, Sichere Maximale Geschwindigkeit**
- **P-0-3235, Sichere Endlage, positiv**
- **P-0-3236, Sichere Endlage, negativ**
- **P-0-3237, SI Absolutmaß-Offset**
- **P-0-3240, Steuerwort sichere Bewegung 1**
- **P-0-3241, Sicher begrenztes Absolutmaß 1, positiv**
- **P-0-3242, Sicher begrenztes Absolutmaß 1, negativ**
- **P-0-3243, Sicher begrenztes Schrittmaß 1**
- **P-0-3244, Sicher reduzierte Geschwindigkeit 1**

- P-0-3245, Sichere Brems-/Beschleunigungsrampe 1
- P-0-3250, Steuerwort sichere Bewegung 2
- P-0-3251, Sicher begrenztes Absolutmaß 2, positiv
- P-0-3252, Sicher begrenztes Absolutmaß 2, negativ
- P-0-3253, Sicher begrenztes Schrittmaß 2
- P-0-3254, Sicher reduzierte Geschwindigkeit 2
- P-0-3255, Sichere Brems-/Beschleunigungsrampe 2
- P-0-3260, Steuerwort sichere Bewegung 3
- P-0-3263, Sicher begrenztes Schrittmaß 3
- P-0-3264, Sicher reduzierte Geschwindigkeit 3
- P-0-3265, Sichere Brems-/Beschleunigungsrampe 3
- P-0-3270, Steuerwort sichere Bewegung 4
- P-0-3273, Sicher begrenztes Schrittmaß 4
- P-0-3274, Sicher reduzierte Geschwindigkeit 4
- P-0-3275, Sichere Brems-/Beschleunigungsrampe 4
- P-0-3280, Lage-Istwert, Kanal 2
- P-0-3281, Geschwindigkeits-Istwert, Kanal 2
- P-0-3282, Sicher überwachte Verzögerung
- P-0-3290, PROFIsafe: F_Daten_Zieladresse
- P-0-3291, PROFIsafe: F_Daten_Quelladresse
- P-0-3292, PROFIsafe: F_Parameter

Beteiligte Diagnosen

- A0014 Antriebssperre aktiv
- A0015 Sicherer Halt aktiv
- A0016 Sicherer Betriebshalt aktiv
- A0017 Sonderbetrieb Bewegung aktiv
- C0255 Sicherheits-Kommando System-Init. fehlerhaft
- C0257 Kein Geber dem Steckplatz 1 zugeordnet
- C3000 SI-Parameter synchronisieren und speichern
- C3001 Synchronisieren und Speichern fehlerhaft
- C3700 Manuelles Entriegeln der Schutztür
- C3701 Fehler beim Manuellen Entriegeln der Schutztür
- C4000 Kommando Referenzieren Kanal 2
- C4001 Fehler beim Sicheren Referenzieren
- E3100 Fehler beim Überprüfen der Eingangssignale
- E3101 Fehler beim Überprüfen des Quittungssignals
- E3102 Plausibilitätsfehler Lage-Istwerte
- E3103 Dynamisierung fehlerhaft
- E3104 Plausibilitätsfehler Sicherheits-Parameter
- E3105 Plausibilitätsfehler Sichere Betriebsart
- E3106 Systemfehler Kanal 2
- E3107 Fehler beim Entriegeln der Schutztuer
- F3112 Fehlende Referenz bei Anwahl der sicheren Lage
- F3117 Plausibilitätsfehler Lage-Istwerte
- F3130 Fehler beim Überprüfen der Eingangssignale

- **F3131 Fehler beim Überprüfen des Quittungssignals**
- **F3132 Fehler beim Überprüfen des Diagnoseausgangs**
- **F3133 Fehler beim Überprüfen der Abschaltpfade**
- **F3134 Zeitintervall Dynamisierung fehlerhaft**
- **F3135 Pulsdauer Dynamisierung fehlerhaft**
- **F3140 Plausibilitätsfehler Sicherheitsparameter**
- **F3141 Plausibilitätsfehler Anwahl**
- **F3142 Zeitüberschreitung Zustimmung**
- **F3143 Sicherheits-Kommando Fehler löschen fehlerhaft**
- **F3144 Sicherheits-Konfiguration fehlerhaft**
- **F3145 Fehler beim Entriegeln der Schutztür**
- **F3146 Systemfehler Kanal 2**
- **F3147 Systemfehler Kanal 1**
- **F3150 Sicherheits-Kommando System-Start fehlerhaft**
- **F3151 Sicherheits-Kommando System-Halt fehlerhaft**
- **F3160 Kommunikationsfehler Sicherheitsbus**
- **F7010 Sicheres Schrittmaß überschritten**
- **F7011 Sicherer Lagegrenzwert, positiv überschritten**
- **F7012 Sicherer Lagegrenzwert, negativ überschritten**
- **F7013 Geschwindigkeits-Schwelle überschritten**
- **F7014 Beschleunigungs-Schwelle überschritten**
- **F7020 Sichere Maximale Geschwindigkeit überschritten**
- **F7021 Sichere Endlage überschritten**
- **F7030 Positionsfenster Sicherer Betriebshalt überschritten**
- **F7031 Falsche Bewegungsrichtung**
- **F7040 Plausibilitätsfehler parametrierte - wirksame Schwelle**
- **F7041 Plausibilitätsfehler Lageistwert**
- **F7042 Plausibilitätsfehler Sichere Betriebsart**
- **F7043 Fehler Endstufensperre**
- **F7050 Zeitüberschreitung Stillsetzen**
- **F7051 Sichere Verzögerung überschritten**
- **F8129 Firmware Option 1 Sicherheitstechnik fehlerhaft**
- **F8133 Fehler beim Überprüfen der Abschaltpfade**
- **F8201 Sicherheits-Kommando Basis-Initialisierung fehlerhaft**
- **F8203 Sicherheitstechnik Konfigurations-Parameter ungültig**

Funktionen der integrierten Sicherheitstechnik

Übersicht

Bei der integrierten Sicherheitstechnik ("Safety on Board") werden folgende Betriebszustände unterschieden:

Abb. 8-86: Betriebszustände der integrierten Sicherheitstechnik

Prinzipien zur Fehlererkennung

Um auch bei einem kurzzeitigem Auftreten von Fehlern die Gefährdung von Personen, die sich im Gefahrenbereich einer Maschinenbewegung befinden, zu vermeiden, sind Vorkehrungen zur Minimierung von fehlerbedingten Bewegung zu treffen.

Die Sicherheitsfunktionen werden während des Betriebes durch das Antriebssystem überwacht. Dazu sind im System drei Prinzipien zum Aufdecken sog. schlafender Fehler realisiert:

- **zweikanalige Datenverarbeitung** mit diversitärer Struktur
- **kreuzweiser Vergleich** der sicherheitsrelevanten Daten
- **Dynamisierung** von statischen Zuständen

Durch antriebsinterne Umsetzung dieser Prinzipien ist gewährleistet, dass ein einzelner Fehler nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktionen führen kann.

Hinweis: Ob diese durch den Antrieb realisierten Sicherheitsfunktionen für eine bestehende Anlage oder Maschine ausreichend sind, muss durch den Anlagen- oder Maschinenhersteller über eine Gefahrenanalyse entsprechend Anhang I der Richtlinie 98/37/EG bestimmt werden.

Zustände der integrierten Sicherheitstechnik

Normalbetrieb

Im Zustand "Normalbetrieb" wird folgende Sicherheitsfunktion bei "Safety on Board" unterstützt:

- **Sicher begrenzte maximale Geschwindigkeit**
  → definiert eine sichere Maximalgeschwindigkeit im Normalbetrieb

Sicherer Stillstand

Im Zustand "Sicherer Stillstand" werden folgende Sicherheitsfunktionen bei "Safety on Board" unterstützt:

- **Sicherer Halt**
  → entsprechend Stopp-Kategorie 1 nach EN 60204-1; mit antriebsgeführter bestmöglicher Stillsetzung und Zeitüberwachung

Rexroth
Bosch Group

- alternativ -

- **Sicherer Betriebshalt**
  → entsprechend Stopp-Kategorie 2 nach EN 60204-1; d.h. die Antriebsregelung bleibt aktiv, Überführung in den Stillstand erfolgt durch die NC; Antrieb überwacht 2-kanalig das Erreichen des Stillstands in vorgegebener Toleranzzeit

- zusätzlich -

- **Sichere Antriebssperre**
  → wie "Sicherer Halt", jedoch keine Umschaltung auf "Sichere Bewegung" durch Betätigung des Zustimmtasters möglich; Anwahl des sicheren Halts/Betriebshalts erfolgt durch die Sicherheitsschalter S1/S2; Anwahl der Anlaufsperre erfolgt über eigene Schalter ASP1/ASP2
- **Sicheres Bremsenmanagement**

Sichere Bewegung

Im Zustand "Sichere Bewegung" werden folgende Sicherheitsfunktionen bei "Safety on Board" unterstützt:

- **Sichere reduzierte Geschwindigkeit**
  → 2-kanalige Überwachung auf Überschreitung einer Geschwindigkeitsschwelle
- **Sichere Bewegungsrichtung**
  → 2-kanalige Überwachung auf erlaubte Bewegungsrichtung
- **Sicheres Schrittmaß**
  → 2-kanalige Überwachung auf erlaubten Verfahrweg
- **Sichere begrenzte Absolutlage**
  → 2-kanalige Überwachung auf erlaubte Absolutlage. Zur sicheren Absolutlage ist die Herstellung der sicheren Referenz notwendig!
- **Sichere Beschleunigungs- /Verzögerungsrampe**
  → 2-kanalige Überwachung auf maximale Verzögerung/ Beschleunigung

Hilfsfunktionen

Folgende Hilfsfunktionen werden angeboten:

- **Sichere Diagnoseausgänge**
  → zur Weiterleitung des "Sicheren Zustandes" an weitere System-komponenten
- **Sichere Ansteuerung einer Schutztürzuhaltung**
  → Ein Antrieb, der als Diagnosemaster fungiert, kann von mehreren Achsen innerhalb einer Schutzzone den sicheren Zustand zusammenfassen und eine Schutztür ansteuern.
- **Sicheres Referenzieren**

Inbetriebnahmehinweise

Anlaufsperre

Die Nutzung der Anlaufsperre erfordert keine gesonderte Inbetriebnahme; es ist ausreichend, die entsprechende Verdrahtung vorzunehmen.

Integrierte Sicherheitstechnik (Safety on Board)

Die Inbetriebnahme erfolgt benutzergeführt über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D".

Weiterführende Hinweise und Informationen siehe separate Dokumentation "Rexroth IndraDrive: Integrierte Sicherheitstechnik

9 Erweiterte Antriebsfunktionen

9.1 Messtasterfunktion

Erweiterungspaket **Synchronisation** (Bestell-Bezeichnung **SNC**) in allen Ausführungen

Kurzbeschreibung

Merkmale

- bis zu 2 Messtaster-Eingänge pro Achse, abhängig von der Hardware-Ausführung des Steuerteils (CSH…, CSB…, CDB…)
- Mess-Signale können Lageistwerte von Motorgeber, externem Geber oder Messgeber sein, außerdem Leitachspositionswerte oder Kurvenscheiben-Tabellenwerte
- Messung von absoluten Lageistwerten, von Lageistwertdifferenzen, Erfassung von Zeitabständen zwischen Mess-Signalen
- Auslösung der Messung durch positive und/oder negative Messtaster-Signalflanken
- Einzelmessung oder fortlaufende Messung wählbar, Zählung der Mess-Ereignisse bei fortlaufender Messung
- Festlegung eines Lage-Wertebereichs ("Erwartungsfenster") pro Messtaster möglich, in dem Messungen erfolgen können (Aktivierung eines "Ausfallzählers" bei Durchlaufen des Erwartungsfensters ohne Messereignis)
- Abtastzeit für Messtastersignale ca. 0,05 µs
  (Für ausreichende Störsicherheit muss Signalflankenwechsel min. 4,0 µs andauern, um erkannt zu werden!)

Hardwareabhängigkeiten

Die Messtastersignale können ausschließlich von "schnellen" Digitaleingängen als Messwert-Trigger ausgewertet werden. Die Hardware-Ausführung des Steuerteils bestimmt die Anzahl der vorhandenen "schnellen" Digitaleingänge.

Folgende Ausführungen der Steuerteile sind verfügbar:

- **kein** schneller Digitaleingang:
  CSB01.1N-FC-… → BASIC OPENLOOP
  CSB01.1N-AN-… → BASIC ANALOG
- **ein** schneller Digitaleingang:
  CSB01.1N-SE-… → BASIC SERCOS
  CSB01.1N-PB-… → BASIC PROFIBUS
  CSB01.1C… → BASIC UNIVERSAL (Einzelachs)
- **ein** schneller Digitaleingang **pro Achse**:
  CDB01.1C-… → BASIC UNIVERSAL (Doppelachs)
- **zwei** schnelle Digitaleingänge:
  CSH01.1C-... → ADVANCED

Die Klemmenbezeichnungen der "schnellen" Digitaleingänge sind in der Dokumentation "Projektierung Steuerteile" enthalten.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0130, Messwert 1 positive Flanke**
- **S-0-0131, Messwert 1 negative Flanke**
- **S-0-0132, Messwert 2 positive Flanke**
- **S-0-0133, Messwert 2 negative Flanke**
- **S-0-0169, Messtaster-Steuerparameter**
- **S-0-0170, Kommando Messtasterzyklus**
- **S-0-0179, Messwert-Status**
- **S-0-0401, Messtaster 1**
- **S-0-0402, Messtaster 2**
- **S-0-0405, Messtaster 1 Freigabe**
- **S-0-0406, Messtaster 2 Freigabe**
- **S-0-0409, Messtaster 1 positiv erfasst**
- **S-0-0410, Messtaster 1 negativ erfasst**
- **S-0-0411, Messtaster 2 positiv erfasst**
- **S-0-0412, Messtaster 2 negativ erfasst**
- **S-0-0426, Signal-Auswahl Messtaster 1**
- **S-0-0427, Signal-Auswahl Messtaster 2**
- **S-0-0428, Messtaster, IDN-Liste Signalauswahl**
- **P-0-0200, Startposition Messtasterfunktion 2 aktiv**
- **P-0-0201, Endposition Messtasterfunktion 2 aktiv**
- **P-0-0202, Differenz Messwerte1**
- **P-0-0203, Differenz Messwerte 2**
- **P-0-0204, Startposition Messtasterfunktion 1 aktiv**
- **P-0-0205, Endposition Messtasterfunktion 1 aktiv**
- **P-0-0206, Messtaster 1, max. Anzahl Markenausfälle**
- **P-0-0207, Messtaster 2, max. Anzahl Markenausfälle**
- **P-0-0224, Messtaster 1, Anzahl Markenausfälle**
- **P-0-0225, Messtaster 2, Anzahl Markenausfälle**
- **P-0-0226, Messtaster, erweitertes Steuerwort**
- **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste**
- **P-0-0301, Digitale E/A, Bitnummern**
- **P-0-0302, Digitale E/A, Richtung**

Beteiligte Diagnosen

- **C0250 Messtastereingänge nicht richtig konfiguriert**

Funktionsbeschreibung

Der Messtastereingang wertet den Spannungspegel des Messtastersignals digital aus, d.h. es werden nur die Signalzustände "high" (1) oder "low" (0) erkannt. Bei Betätigung der Messtasters wechselt der Signalzustand; der Messtastereingang meldet eine steigende (positive) oder fallende (negative) Schaltflanke.

Die Bereiche der Signalpegel für "high" (1) und "low" (0) der "schnellen" Digitaleingänge sind in der Dokumentation "Projektierung Steuerteile" beschrieben.

Der aktuell erkannte Signalzustand am jeweiligen Messtastereingang wird bei aktiver Messwertaufnahme (s.u.) in folgenden Parametern angezeigt:

- **S-0-0401, Messtaster 1**
- **S-0-0402, Messtaster 2**

Hinweis: Die schnellen Digitaleingänge müssen den Parametern S-0-0401 und S-0-0402 zugewiesen sein (Default-Einstellung von **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste** etc.)!

Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im gleichen Kapitel

Aktivierung der Messwertaufnahmne

Eine Schaltflanke am Messtastereingang kann die Aufnahme eines Messwertes auslösen ("Trigger"). Schaltflanken führen jedoch nur dann zur Aufnahme eines Messwerts, wenn folgende Vorrausetzungen erfüllt sind:

- Die Voreinstellung zur Messwertaufnahme bei positiver oder/und negativer Schaltflanke an dem jeweiligen Messtastereingang wurde in **S-0-0169, Messtaster-Steuerparameter** aktiviert.
- Die Messwertaufnahme wurde über **S-0-0170, Kommando Messtasterzyklus** gestartet
- Der betreffende Messtastereingang zur Messwertaufnahme wurde freigegeben (**S-0-0405, Messtaster 1 Freigabe** bzw. **S-0-0406, Messtaster 2 Freigabe**).

Abb. 9-1: Auswertung der Messtastersignalflanken (bei eingeschalteter Auswertung der positiven und negativen Flanke in S-0-0169)

Modus der Messwertaufnahme

Im Parameter **S-0-0169, Messtaster-Steuerparameter** kann für Messtaster 1 und 2 getrennt eingestellt werden, in welchem Modus die Messung erfolgen soll. Die Messwertaufnahme muss aktiviert sein.

Folgende Freigabe-Modi sind möglich:

- **Einzelmessung**
  Nach Freigabe des jeweiligen Messtasters (S-0-0405 oder S-0-0406) wird nur beim ersten Messwert-Trigger ein Wert aufgenommen. Vor jeder weiteren Messung ist eine erneute Messtasterfreigabe erforderlich!
- **Fortlaufende Messung**
  Nach Freigabe des jeweiligen Messtasters (S-0-0405 oder S-0-0406) wird bei jedem Messwert-Trigger ein neuer Messwert aufgenommen.

Außerdem können in Parameter **P-0-0226, Messtaster, erweitertes Steuerwort** weitere Modalitäten der Messwertaufnahme für einen Messtastereingang voreingestellt werden:

- Umschaltung von Lage- auf Zeitmessung.
- Eingrenzung eines Bereichs für Lageistwerte ("Erwartungsfenster"), in dem Messungen erfolgen können. Für das "Erwartungsfenster" kann eine "Trigger-Ausfallüberwachung" aktiviert werden, die ein Durchfahren dieses Bereiches ohne Messereignis registriert.

Auswahl des Mess-Signals

Die Auswahl des Signals, dessen Wert beim jeweiligen Messwert-Trigger gemessen wird, erfolgt durch Eintrag der betreffenden IDN in den jeweiligen Parameter

- **S-0-0426, Signal-Auswahl Messtaster 1**,
- **S-0-0427, Signal-Auswahl Messtaster 2**.

Die IDN der den auswählbaren Mess-Signalen zugeordneten Parameter sind in **S-0-0428, Messtaster, IDN-Liste Signalauswahl** aufgelistet:

- **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1**
- **S-0-0053, Lage-Istwert Geber 2**
- **P-0-0052, Lageistwert Messgeber**
- **P-0-0227, Kurvenscheibentabelle, Zugriffswinkel**
- **P-0-0753, Lageistwert im Istwertzyklus**
- **P-0-0775, Resultierende Leitachsposition**
- **P-0-0776, Wirksame Leitachsposition**

Sollte die Zeitmessung für einen Messtastereingang in **P-0-0226, Messtaster, erweitertes Steuerwort** aktiviert sein, ist die für diesen Messtaster getroffene Signalauswahl inaktiv.

Hinweis: Die Zeitmessung ist nur relativ! Daher ist die Bildung der Messwertdifferenz (P-0-0202, P-0-0203, s.u.) für die Zeitmessung besonders vorteilhaft. Abhängig von der verfügbaren Hard- und Firmware sowie der Performance-Einstellung in **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort** sind Zeitdifferenzen mit einer Genauigkeit von 4 µs messbar:

- Zeitdifferenzen bis 2000 s bei Economy-Performance
- Zeitdifferenzen bis 1000 s bei Basic-Performance
- Zeitdifferenzen bis 500 s bei Advanced-Performance

Speicherung von Messwerten und Messwert-Differenzen

Abhängig von der, als Messwert-Trigger aktivierten, Schaltflanke des Messtastersignals (Einstellung in S-0-0169) wird der Messwert des aus dem Listenparameter S-0-0428 ausgewählten Signals in einem der folgenden Parameter gespeichert:

- **S-0-0130, Messwert 1 positive Flanke**

- **S-0-0131, Messwert 1 negative Flanke**
- **S-0-0132, Messwert 2 positive Flanke**
- **S-0-0133, Messwert 2 negative Flanke**

Bei fortlaufender Messung, wie auch bei Einzelmessung, wird zudem immer die Differenz aus den letzten beiden Messwerten des gleichen Messtasters gebildet, die bei gegensätzlichem (positiv/negativ/positiv …) Messwert-Trigger gemessen wurden (Einstellung in S-0-0169). Diese Differenz wird im jeweils zugehörigen Parameter gespeichert:

- **P-0-0202, Differenz Messwerte 1**
- **P-0-0203, Differenz Messwerte 2**

Messwertstatus

Bei jedem Messereignis wird eine Statusinformation gebildet und für jeden Messtaster, abhängig von der Polarität des zugehörigen Messwert-Triggers, inkrementiert. Dies ist vor allem bei fortlaufender Messung vorteilhaft, um neue Messereignisse zu erkennen. Diese Statusinformation wird im jeweils zugehörigen Parameter angezeigt:

- **S-0-0409, Messtaster 1 positiv erfasst**
- **S-0-0410, Messtaster 1 negativ erfasst**
- **S-0-0411, Messtaster 2 positiv erfasst**
- **S-0-0412, Messtaster 2 negativ erfasst**

Hinweis: Durch Integration der Messtaster-Statusinformation und der Messwerte bzw. Messwert-Differenzen in die zyklischen Daten der Führungskommunikation werden die aktuellen Messvorgänge dem Steuerungsmaster angezeigt und die zugehörigen Messwerte geliefert.

Genauigkeit

Die Lageistwerte werden vom Regelgerät, abhängig von der verfügbaren Hard- und Firmware sowie der Performance-Einstellung in **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**, in einem festen Zeitraster gebildet:

- 1000 µs bei Economy-Performance
- 500 µs bei Basic-Performance
- 250 µs bei Advanced-Performance

Die Messtaster-Signalflanke (Trigger) wird vom "schnellen" Digitaleingang jedoch in einem relativ kurzen Zeitraster von 4,0 µs erkannt. Der dem Zeitpunkt der Signalflanke zugehörige Lageistwert wird durch lineare Interpolation zwischen dem letzten und dem nächsten vom Regelgerät gebildeten Lageistwert ermittelt.

Neustart oder Deaktivierung der Messwertaufnahme

Ein Neustart der Einzelmessung oder der fortlaufenden Messung wird durch Rücksetzen (1 → 0) und erneutes Setzen (0 → 1) der Parameter für die Messtaster-Freigabe ausgelöst:

- **S-0-0405, Messtaster 1 Freigabe**
- **S-0-0406, Messtaster 2 Freigabe**

Gelöscht werden dabei:

- die Informationen zum Messwert-Triggerstatus (S-0-0409/S-0-0410 bzw. S-0-0411/S-0-0412) und die Bits zum jeweiligen Messtaster im Parameter **S-0-0179, Messwert-Status**
- der Zähler **P-0-0224, Messtaster 1, Anzahl Markenausfälle** bzw. **P-0-0225, Messtaster 2, Anzahl Markenausfälle** (s.u.)

Nutzung des "Erwartungsfensters"

Der Lagebereich einer Achse bzw. Welle, in dem Messtaster-Signalflanken zur Messwertaufnahme führen, kann eingegrenzt werden. Bei Eingrenzung werden nur innerhalb einstellbarer Lagegrenzen Messwert-Triggersignale erwartet, daher wird dieser Bereich "Erwartungsfenster" genannt. Die Aktivierung der auf das

"Erwartungsfenster" eingegrenzten Messwertaufnahme erfolgt im Parameter **P-0-0226, Messtaster, erweitertes Steuerwort**.

Erfassung von Markenausfällen bei aktiviertem "Erwartungsfenster":

- Befindet sich der Lageistwert außerhalb des "Erwartungsfensters", führen Messtaster-Signalflanken nicht zur Messwertaufnahme!

  Wurde nach vollständigem Durchfahren (Überschreiten beider Lagegrenzen) keine "Marke" erkannt, die zu einem Messwert-Trigger führte, kann dieser Zustand im Parameter **P-0-0224 Messtaster 1, Anzahl Markenausfälle** bzw. **P-0-0225 Messtaster 2, Anzahl Markenausfälle** gespeichert und angezeigt werden. Dazu muss jedoch im Parameter P-0-0226 die "Markenausfallüberwachung" aktiviert werden! Im Wiederholungsfall wird der Wert von P-0-0224 bzw. P-0-0225 inkrementiert. Erreicht der Wert vom P-0-0224 bzw. P-0-0225 eine anwenderseitig einstellbare Meldeschwelle (**P-0-0206, Messtaster 1, max. Anzahl Markenausfälle** bzw. **P-0-0207, Messtaster 2, max. Anzahl Markenausfälle**), wird pro Messtaster jeweils ein Bit im Parameter **S-0-0179, Messwert-Status** gesetzt.
- Mit Registrieren eines Messwert-Triggers innerhalb des "Erwartungsfensters" wird der Wert im Parameter **P-0-0224 Messtaster 1, Anzahl Markenausfälle** bzw. **P-0-0225, Messtaster 2, Anzahl Markenausfälle** gelöscht.

Hinweis: Das "Erwartungsfenster" ist bei "Zeitmessung" nicht nutzbar!

Marken-Erkennung

Die Anforderung zur Erkennung einer "Marke" wird durch die Aktivierung von positiver und/oder negativer Signalflanke für Messtaster 1 bzw. Messtaster 2 festgelegt. Eine "Marke" wird erkannt, wenn beim vollständigen Durchlaufen des Mess-Signals durch das "Erwartungsfenster" in Abhängigkeit der Einstellung im Parameter **S-0-0169, Messtaster-Steuerparameter** folgendes Ereignis eintrat:

- bei "Aktivierung negativer Flanke Messtaster" wurde negative Signalflanke erkannt
- bei "Aktivierung positiver Flanke Messtaster" wurde positive Signalflanke erkannt
- bei "Aktivierung positiver und negativer Flanke Messtaster" wurde positive und negative Signalflanke erkannt

---

Hinweis: Wenn das Mess-Signal in das "Erwartungsfenster" nur eintritt und an derselben Seite wieder austritt, werden alle erkannten Signalflanken gelöscht. Die Parameterwerte der Markenausfallzähler P-0-0224 und P-0-0225 bleiben jedoch unberührt!

Einstellung des Erwartungsfensters

Die Begrenzungswerte für das "Erwartungsfenster" werden in den folgenden Parametern eingestellt.

Messtaster 1:

- **P-0-0204, Startposition Messtasterfunktion 1 aktiv**
- **P-0-0205, Endposition Messtasterfunktion 1 aktiv**

Messtaster 2:

- **P-0-0200, Startposition Messtasterfunktion 2 aktiv**
- **P-0-0201, Endposition Messtasterfunktion 2 aktiv**

Das "Erwartungsfenster" muss sich über einen Mindestbereich erstrecken, damit nach der Erfassung einer Messtaster-Signalflanke mindestens eine Lageistwertbildung innerhalb des Fensters erfolgen kann:

$$Messtaster\,1:\ s_{\min} = (P-0-0205) - (P-0-0204) \geq v_{\max} * \Delta t$$
$$Messtaster\,2:\ s_{\min} = (P-0-0201) - (P-0-0200) \geq v_{\max} * \Delta t$$

s_{min}:	Mindestwert des "Erwartungsfensters"
P-0-0204:	Startposition Messtasterfunktion 1 aktiv
P-0-0205:	Endposition Messtasterfunktion 1 aktiv
P-0-0200:	Startposition Messtasterfunktion 2 aktiv
P-0-0201:	Endposition Messtasterfunktion 2 aktiv
v_{max}:	Maximalgeschwindigkeit der Achse bei aktivierter Messwertaufnahme (Zeitbezug der v-Einheit wie Δt-Einheit wählen!)
Δt:	1,00*10^-3s bei Economy-Performance (siehe P-0-0556) 0,50*10^-3s bei Basic-Performance (siehe P-0-0556) 0,25*10^-3s bei Advanced-Performance (siehe P-0-0556)

Abb. 9-2: Bestimmung des Mindestwerts für das "Erwartungsfenster"

Bei Modulowichtung der Lagedaten darf ein Maximalwert für das "Erwartungsfenster" nicht überschritten werden, da es sich sonst über den Modulowertebereich hinaus erstreckt und dadurch wirkungslos ist:

$$s_{\max} = (S-0-0103) - s_{\min}$$

s_{max}:	Maximalwert des "Erwartungsfensters"
s_{min}:	Mindestwert des "Erwartungsfensters"
S-0-0103:	Modulowert

Abb. 9-3: Bestimmung des Maximalwerts für das "Erwartungsfenster"

Inbetriebnahmehinweise

Voreinstellungen

In **S-0-0169, Messtaster-Steuerparameter** sind folgende Festlegungen zu treffen:

- Flankenauswertung des Messtastersignal als Messwert-Trigger
- Freigabe-Modus des Messtasters auswählen (Einzelmessung oder fortlaufende Messung)

In **P-0-0226, Messtaster, erweitertes Steuerwort** sind weitere Einstellungen vorzunehmen:

- Aktivierung des Erwartungsfensters und der Ausfallüberwachung
- Aktivierung der Zeitmessung
- Messtasterauswahl

Aus **S-0-0428, Messtaster, IDN-Liste Signalauswahl** sind die Mess-Signale auszuwählen; die ausgewählte Parameter sind einzutragen in:

- **S-0-0426, Signal-Auswahl Messtaster 1**
- **S-0-0427, Signal-Auswahl Messtaster 2**

Aktivierung der Messung

Die Messwertaufnahme ist über **S-0-0170, Kommando Messtaster-zyklus** zu aktivieren, dann den betreffenden Messtastereingang zur Messwertaufnahme freigeben über

- **S-0-0405, Messtaster 1 Freigabe** bzw.
- **S-0-0406, Messtaster 2 Freigabe**.

Einzelmessung

Jede erneute "Einzelmessung" muss durch Rücksetzen und erneutes Setzen von S-0-0405 bzw. S-0-0406 freigegeben werden.

Fortlaufende Messung

Wenn bei "fortlaufender Messung" die Freigabe der Messtaster über S-0-0405 bzw. S-0-0406 gesetzt ist, wird bei jedem Messwert-Trigger ein Messwert gespeichert. Der wievielte Messwert durch positiven oder negativen Trigger des betreffenden Messtasters gespeichert wurde, geht aus der Statusinformation zum Messwert-Trigger hervor (s.u. "Identifikation der Messwertaufnahme").

Identifikation der Messwertaufnahme

Hat eine Messereignis stattgefunden, wird der Messwert-Triggerstatus aktualistisiert, d.h. der Wert des jeweils betreffenden Parameters wird, beginnend mit Wert "0", inkrementiert:

- **S-0-0409, Messtaster 1 positiv erfasst**
- **S-0-0410, Messtaster 1 negativ erfasst**
- **S-0-0411, Messtaster 2 positiv erfasst**
- **S-0-0412, Messtaster 2 negativ erfasst**

Der jeweils zugehörige Messwert ist gespeichert in:

- **S-0-0130, Messwert 1 positive Flanke**
- **S-0-0131, Messwert 1 negative Flanke**
- **S-0-0132, Messwert 2 positive Flanke**
- **S-0-0133, Messwert 2 negative Flanke**

Zudem wird nach Aufnahme eines neuen Messwerts automatisch die Differenz aus den Messwerten der positiven und negativen Flanke gebildet und der Betrag abgespeichert:

- **P-0-0202, Differenz Messwerte 1** (|(S-0-0130) – (S-0-0131)|)
- **P-0-0203, Differenz Messwerte 2** (|(S-0-0132) – (S-0-0133)|)

Hinweis: Die Differenzen aus den Messwerten der positiven und negativen Flanke werden immer gebildet, auch wenn nur eine Flankenpolarität für den Messwert-Trigger aktiviert wurde! Die Differenzen werden dann gegenüber dem Wert "0" gebildet.

Einstellen des "Erwartungsfensters"

Die Grenzen des "Erwartungsfensters" sind unter Berücksichtigung des Mindestwerts und ggf. des Maximalwerts (bei Modulo-Wichtung) einzustellen. Das "Erwartungsfenster" muss in P-0-0226 aktiviert sein.

Einstellung für Messtaster 1:

- **P-0-0204, Startposition Messtasterfunktion 1 aktiv**
- **P-0-0205, Endposition Messtasterfunktion 1 aktiv**

Einstellung für Messtaster 2:

- **P-0-0200, Startposition Messtasterfunktion 2 aktiv**
- **P-0-0201, Endposition Messtasterfunktion 2 aktiv**

Falls "Markenausfallüberwachung" aktiviert ist (P-0-0226), wird die Anzahl des Durchfahrens des "Erwartungsfensters" ohne Markenerkennung angezeigt in:

- **P-0-0224 Messtaster 1, Anzahl Markenausfälle**
- **P-0-0225 Messtaster 2, Anzahl Markenausfälle**

Es kann eine Meldeschwelle für die gezählten Markenausfälle anwenderseitig gesetzt werden:

- **P-0-0206, Messtaster 1, max. Anzahl Markenausfälle**
- **P-0-0207, Messtaster 2, max. Anzahl Markenausfälle**

Erreicht die Anzahl der Markenausfälle die Meldeschwelle, wird das betreffende Bit gesetzt in:

- **S-0-0179, Messwert-Status**

Rücksetzen

Die Messdaten, der Messwert-Triggerstatus- und die Informationen zum Markenausfall werden gelöscht durch Beschreiben von:

- **S-0-0405, Messtaster 1 Freigabe**
- **S-0-0406, Messtaster 2 Freigabe**
- **S-0-0170, Kommando Messtasterzyklus**

Alle erfassten Informationen über ausgefallene Marken werden gelöscht durch Beschreiben von:

- **P-0-0226, Messtaster, erweitertes Steuerwort**

9.2 Messgeber

Erweiterungspaket **Synchronisation** (Bestell-Bezeichnung **SNC**) in allen Ausführungen

Kurzbeschreibung

Lagemessung

Messgeber dienen der Lageauswertung einer rotativen Bewegung, die als Führungsgröße in die Antriebsregelung einwirkt. Der Lageistwert des Messgebers hat deshalb Sollwertcharakter für die Antriebsregelung, der Messgeber wirkt z.B. als Leitachsgeber.

Auswertung der Lagemessung

Der Messgeber kann, abhängig von seiner Ausführung und dem mechanischen Anbau an die Leitachse, als

- relativer Geber (inkrementeller Geber)

- oder -

- absoluter Geber (Absolutwertgeber)

ausgewertet werden.

Relative Lagemessung

Bei relativer Lagemessung können über das Mess-System nur Lagedifferenzen ausgewertet werden. Die vom Mess-System gemeldeten Lageistwerte beziehen sich auf die (meist undefinierte) Lage beim Einschalten des Antriebs. Wenn sich der Lageistwert auf eine Achse bzw. Welle beziehen soll, muss Maßbezug hergestellt werden ("Referenzieren").

Absolute Lagemessung

Bei absoluter Lagemessung werden vom Geber Lageistwerte mit festem geberabhängigen Bezugspunkt an das Regelgerät gemeldet. Nach dem Einschalten des Antriebs ist bei jeder Achs- bzw. Wellenlage sofort der korrekte Lageistwert verfügbar. Aufgrund der meist undefinierten Anbausituation des Messgebers ist bei der Erstinbetriebnahme ein einmaliges Anpassen des Lageistwerts an die Achse bzw. Welle erforderlich ("Absolutmaß setzen").

Genauigkeit, Auflösung

Die Genauigkeit der Lagemessung ist abhängig von:

- der Auflösung des Mess-Systems (Teilungsperioden = TP)
- der absoluten Gebergenauigkeit
- der Qualität der Digitalisierung der analogen Gebersignale
- der Größe des gewählten Modulobereichs des Gebers

Überwachungsfunktionen

Die fehlerfreie Lageinformation des Messgebers ist für eine unverfälschte Aufnahme einer Führungsgröße erforderlich. Deshalb werden die Gebersignale auf Plausibilität und Einhaltung der erlaubten Toleranzen überwacht.

Zudem können Antriebe mit absolut auswertbarem Geber auf Übereinstimmung der Lage beim Einschalten gegenüber dem letzten Ausschalten überwacht werden.

Siehe "Mess-Systeme: Überwachung der Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Hardwareabhängigkeiten

Für den Anschluss der Mess-Systeme an das Regelgerät muss das Steuerteil mit entsprechenden Schnittstellen ausgerüstet sein. Über den Parameter **P-0-0079, Zuordnung Messgeber->Optionsplatz** wird festgelegt, an welche Schnittstelle der jeweilige Geber angeschlossen wird.

Bei Regelgeräten mit einem Doppelachs-Steuerteil (CDB01.1-...) kann nur einer Achse ein Messgeber zugeordnet werden. Die Zuordnung geschieht im Parameter **P-0-0076, Gebertyp 3 Messgeber**. Falls beiden Achsen ein Messgeber zugeordnet wurde, erscheint eine Fehlermeldung!

Siehe auch separate Dokumentation "Projektierung Steuerteile"

Beteiligte Parameter

- **P-0-0052, Lageistwert Messgeber**
- **P-0-0076, Gebertyp 3 Messgeber**
- **P-0-0079, Zuordnung Messgeber->Optionsplatz**
- **P-0-0087, Lageistwert-Offset Messgeber**
- **P-0-0097, Absolutgeber-Ueberwachungsfenster Messgeber**
- **P-0-0127, Messgetriebe Eingangsumdrehungen**
- **P-0-0128, Messgetriebe Ausgangsumdrehungen**
- **P-0-0179, Absolutgeber-Puffer 3 (Messgeber)**
- **P-0-0326, Vervielfachung Messgeber**
- **P-0-0327, Geberauflösung Messgeber**
- **P-0-0328, Lagegeberart Messgeber**
- **P-0-0329, Lageistwert 3 Glättung Messgeber**
- **P-0-0330, Steuerwort Messgeber**
- **P-0-0331, Status Messgeber**
- **P-0-0332, Geschwindigkeitsistwert Messgeber**
- **P-0-0334, Absolutgeberbereich Messgeber**
- **P-0-0347, Geber-3, Cosinussignal**
- **P-0-0348, Geber-3, Sinussignal**
- **P-0-0765, Modulofaktor Messgeber**
- **P-0-1020, Geberart 3, Geberspeicher**
- **P-0-1021, Geber 3 Aufloesung, Geberspeicher**
- **P-0-1022, Absolutgeber-Offset 3, Geberspeicher**

Beteiligte Diagnosen

- **C0161 Parametrierung Messgeber fehlerhaft (Hardware)**
- **C0162 Messgeber nicht bekannt**
- **C0163 Modulowert für Messgeber nicht darstellbar**
- **C0227 Fehler bei der Positionsinitialisierung Messgeber**
- **C0228 Initialisierungsgeschwindigkeit Messgeber zu hoch**

- **E2076 Messgeber: Gebersignale gestört**
- **F2043 Messgeber: Gebersignale fehlerhaft**
- **F2076 Lageistwert 3 außerhalb des Absolutgeberfensters**
- **F2176 Referenzverlust Messgeber**
- **F2179 Modulobegrenzungsfehler Messgeber**

Funktionsbeschreibung

Grundsätzliche Angaben zum Messgeber, Auflösung

Der Messgeber ist mechanisch an eine Achse oder Welle gekuppelt und gibt deren Lagedaten wieder. Diese Lagedaten können als Messwerte oder Führungsgröße, nicht aber als Regelungsgröße verwendet werden.

Verwendbare Geber

Als Messgeber können nur rotative Geber verwendet werden. Die möglichen Geber sind im Parameter **P-0-0076, Gebertyp 3 Messgeber** aufgelistet.

Wichtung der Messgeber-Lagedaten

Die Wichtung der mit einem Messgeber erzeugten Lagedaten ist rotatorisch und achs- bzw. wellenbezogen. Aufgrund des endlosen Bewegungsbereichs des Messgebers und des begrenzten Wertebereichs der Lagedaten wird automatisch Modulowichtung eingestellt.

Siehe auch "Achsmechanik und Mess-Systeme: Wichtung physikalischer Daten" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Der Modulobereich kann nur als ganzzahliges Vielfaches einer achs- bzw. wellenseitigen Umdrehung gewählt werden und ist nach oben hin begrenzt:

$$Modulobereich = n * (Achs - bzw.Wellenumdrehungen)$$

$$n = P - 0 - 0765 \leq 2047 = 2^{11} - 1; n \in N$$

n: Anzahl Umdrehungen an der Achse bzw. Welle
P-0-0765: Modulofaktor Messgeber

Abb. 9-4: Modulobereich an der Achse bzw. Welle

Absolute Genauigkeit des Messgebers

Die absolute Genauigkeit ist eine Eigenschaft des Gebers und wird durch seinen Aufbau und die Qualität seiner Bauteile bestimmt. Die Daten für die absolute Genauigkeit werden vom Hersteller angegeben.

Auflösung (Teilungsperioden)

Die Auflösung des Mess-Systems (Teilungsperioden oder Zyklen pro Geberumdrehung) wird eingegeben in:

- **P-0-0327, Geberauflösung Messgeber**

Maximale Messgeberauflösung nach Digitalisierung

Die analogen Signale des Gebers werden über A/D-Wandler in digitale Lagedaten umgewandelt. Dadurch wird die für die Achse verfügbare Auflösung der Lagedaten gegenüber der Auflösung des Mess-Systems (s.o.) erhöht!

Messgeber (nur rotativ): P-0-0327 * 2^{15}

P-0-0327: Geberauflösung Messgeber

Abb. 9-5: Maximal mögliche Geberauflösung des Messgebers pro Geberumdrehung

Wertebereich der Lagedaten

Der Wertebereich der Lagedaten des Messgebers ist abhängig vom Modulofaktor des Messgebers (P-0-0765):

$$Wertebereich = n * 2^{20} (Inkremente)$$

$$n = P-0-0765 \leq 2047 = 2^{11} - 1; \quad n \in N$$

n: Anzahl Umdrehungen an der Achse bzw. Welle
P-0-0765: Modulofaktor Messgeber

Abb. 9-6: Modulowertebereich an der Achse bzw. Welle

Abhängig von **P-0-0327, Geberauflösung Messgeber** und dem Übersetzungsverhältnis des Messgebers (P-0-0127, P-0-0128) ergibt sich durch die Digitalisierung aus einer Teilungsperiode des Messgebers ein Vielfaches an Lagedaten. Durch eine angepasste Vervielfachung wird der verfügbare Bereich der Messgeber-Lagedaten von (2^{30}-1) Werten eingehalten.

Antriebsinterne Auflösung der Messgeber-Lagedaten

Es ergibt sich folgende antriebsinterne Geberauflösung:

Antriebsinterne Messgeberauflösung = P-0-0327 * P-0-0326

Nebenrechnung und antriebsinterne Begrenzung:

P-0-0326 = 2^{30} * P-0-0128/(P-0-0127*P-0-0327* P-0765) $\leq 2^{n}$,
n $\leq$ 15 (ganzzahlig)

P-0-0127: Messgetriebe Eingangsumdrehungen
P-0-0128: Messgetriebe Ausgangsumdrehungen
P-0-0326: Vervielfachung Messgeber
P-0-0327: Geberauflösung Messgeber
P-0-0765: Modulofaktor Messgeber
n: Anzahl Umdrehungen an der Achse bzw. Welle

Abb. 9-7: Antriebsinterne Messgeberauflösung

Hinweis: Die Vervielfachung des Messgebers (P-0-0326) wird antriebsintern automatisch ermittelt!

Geberdimensionierung

Der nach den Formeln "Antriebsinterne Messgeberauflösung" errechnete Wert der Vervielfachung (P-0-0326) kennzeichnet die Geberdimensionierung.

P-0-0326: Vervielfachung Messgeber
P-0-0327: Geberauflösung Messgeber

Abb. 9-8: Prüfung der gewählten Auflösung und Bestimmung der idealen Auflösung für den Messgeber

Hinweis: Der nach den Formeln "Antriebsinterne Messgeberauflösung" errechnete Wert von P-0-0326 wird in der Regel nie genau 2^15 (= 32768) entsprechen. Bei Ergebnissen, die so wenig wie geberbedingt möglich größer als 2^15 sind, liegen ideale Verhältnisse hinsichtlich der gewählten Zyklenzahl und der Möglichkeiten der Geberauswertung vor!

Reale Auflösung des Messgebers

Der kleinere Wert aus "Antriebsinterner Auflösung der Leitachs-Lagedaten" und "Maximale Messgeberauflösung nach Digitalisierung" ist die reale Auflösung der Lagedaten.

Glättung des Messgeber-Lageistwerts

Der Lageistwert des Messgebers (P-0-0052) kann über ein Filter geglättet werden. Die Zeitkonstante der Glättung wird im Parameter **P-0-0329, Lageistwert 3 Glättung Messgeber** eingegeben. Die Glättung kann auch deaktiviert werden (siehe Parameterbeschreibung).

Geschwindigkeit der zu messenden Achse bzw. Welle

Die Geschwindigkeit der zu messenden Achse bzw. Welle wird im Parameter **P-0-0332, Geschwindigkeitsistwert Messgeber** angezeigt. Die Wichtung der Geschwindigkeit ist Achs- bzw. Wellenumdrehungen pro Minute.

Überwachungen des Messgebers

Für den Messgeber gibt es Signalüberwachungen, die den Überwachungen bei Motorgeber und optionalem Geber entsprechen. Es werden jedoch Messgeber-spezifische Warnungen bzw. Fehlermeldungen ausgegeben.

Siehe "Mess-Systeme: Überwachung der Mess-Systeme" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Signalüberwachung bei Sinusgebern

Bei der Signalüberwachung von Sinusgebern als Messgeber sind folgende Diagnosemeldungen möglich:

- **E2076 Messgeber: Gebersignale gestört**
- **F2043 Messgeber: Gebersignale fehlerhaft**

Überwachung der Achs- bzw. Wellenlage

Beim Ausschalten des Antriebs werden die aktuellen Geberdaten eines absoluten Messgebers gespeichert in

- **P-0-0179, Absolutgeber-Puffer 3 (Messgeber)**.

Beim Einschalten eines Antriebs mit absolutem Messgeber wird überprüft, wie weit der aktuelle Lageistwert des Messgebers vom Lageistwert beim letzten Ausschalten abweicht. Die maximal zulässige Abweichung ist festgelegt in

- **P-0-0097, Absolutgeber-Ueberwachungsfenster Messgeber**.

Falls die Abweichung den festgelegten Wert übersteigt, wird folgende Fehlermeldung ausgegeben:

- **F2076 Lageistwert 3 außerhalb des Absolutgeberfensters**

Diese Überwachungsfunktion kann auch deaktiviert werden!

Überwachung des Maßbezuges

Der Maßbezug eines absolut auswertbaren Messgebers geht bei folgenden Maßnahmen verloren:

- Änderung der Parameterwerte der mechanischen Ankupplung
- Änderung der Geberauflösung
- Änderung des Modulobereichs
- Austausch des Messgebers

Der Antrieb erkennt beim Übergang von Kommunikationsphase "P2" nach "P4" (bb), dass der ehemals bestehende Maßbezug des Gebers nicht mehr vorhanden ist. Er setzt **P-0-0331, Status Messgeber** auf "nicht referenziert" und zeigt den Verlust des Maßbezuges an durch die Fehlermeldung

- **F2176 Referenzverlust Messgeber**.

Herstellen des Maßbezugs zur Achse bzw. Welle

Verfahren zur Herstellung des Maßbezugs

Von der Art des Gebers (P-0-0076, P-0-0327), der Auflösung des Messgebers und vom eingestellten Modulobereich (P-0-0765) hängt ab, ob Absolutauswertung möglich ist oder nicht. Dies wird durch ein Bit im Parameter **P-0-0328, Lagegeberart Messgeber** angezeigt.

Hinweis: Der absolut darstellbare Wertebereich der Lagedaten des verwendeten Gebers wird angezeigt im Parameter **P-0-0334, Absolutgeberbereich Messgeber**. Ist der durch den Modulo-faktor bestimmte Wertebereich des Messgebers kleiner, ist Absolutauswertung möglich!

Abhängig von relativer oder absoluter Auswertbarkeit des Messgebers bietet das Regelgerät verschiedene Verfahren zur Herstellung des Maßbezuges an. Je nach Art der Auswertung sind möglich:

- "Absolutmaß setzen" für absolut auswertbare Messgeber
- "Referenzieren" für relativ auswertbare Messgeber

Hinweis: Wenn der Maßbezug des Messgebers erfolgreich hergestellt wurde, ist der Lageistwert auf die Achse bzw. Welle bezogen. Der Messgeber ist dann "in Referenz" bzw. "referenziert".

VORSICHT

Beim Herstellen des Maßbezuges kann sich der Lageistwert des Messgebers sprunghaft ändern!

⇒ Falls der Lageistwert als Führungsgröße des Antriebs benutzt wird, muss dies der Steuerungsmaster beim Herstellen des Maßbezugs berücksichtigen!

Herstellen des Maßbezugs bei absolut auswertbarem Messgeber

Aktivierung von "Absolutmaß setzen"

Der Maßbezug eines absolut auswertbaren Messgebers (siehe betreffende Bits von P-0-0328) zu einer Achse bzw. Welle wird durch **P-0-0012, C0300 Kommando Absolutmaß setzen** hergestellt.

Da am Regelgerät mehrere absolut auswertbare Geber angeschlossen sein können, wird der zu referenzierende Absolutgeber durch ein Bit in **P-0-0612, Steuerwort Absolutmaß setzen** ausgewählt. Das Kommando "Absolutmaß setzen" wirkt nur auf den ausgewählten Geber.

Bezugsposition

Durch Start des Kommandos "Absolutmaß setzen" wird der bisherige, inkrementelle Lageistwert des Messgebers an einer Bezugsposition der Achse bzw. Welle auf einen definierten Wert gesetzt. Die Bezugsposition entspricht der aktuellen Achsposition bei Kommandostart.

Der neue Lageistwert an der Bezugsposition nach "Absolutmaß setzen" ist der Wert des Parameters

- **P-0-0087, Lageistwert-Offset Messgeber**.

$$P\text{-}0\text{-}0052_{neu} = P\text{-}0\text{-}0087$$

P-0-0052: Lageistwert Messgeber
P-0-0087: Lageistwert-Offset Messgeber

Abb. 9-9: Lageistwert des Messgebers nach "Absolutmaß setzen"

Speicherung des Absolutgeberoffsets

Damit ein absolut auswertbarer Messgeber nach "Absolutmaß setzen" den Maßbezug zur Achse bzw. Welle behält, wird der Absolutgeber-Offset im Geberdatenspeicher (**P-0-1022, Absolutgeber-Offset 3, Geberspeicher**) und im Parameterspeicher (**P-0-0179, Absolutgeber-Puffer 3 (Messgeber)**) gesichert.

Hinweis: Die Speicherung des Absolutgeber-Offsets im Geberdatenspeicher und im Parameterspeicher ermöglicht die Erkennung, ob der referenzierte Absolutgeber ausgetauscht wurde!

Speicherungsmodus

Wird das Kommando "Absolutmaß setzen" im Betriebsablauf zyklisch verwendet, ist es sinnvoll, den Absolutgeber-Offset nur temporär zu speichern. Durch diese Art der Speicherung wird die Lebensdauer des Geberdatenspeichers und des Parameterspeichers nicht beeinträchtigt. Im Parameter **S-0-0269, Speicherungsmodus** kann festgelegt werden, ob die Speicherung permanent oder temporär erfolgen soll.

Hinweis: Bei temporärer Speicherung des Absolutgeber-Offsets verliert der Messgeber den Maßbezug zur Achse durch Ausschalten des Regelgeräts bzw. beim Aktivieren des Parametermodus ("P2").

Ablauf von "Absolutmaß setzen"

Für den Messgeber kann das Kommando "Absolutmaß setzen" nur in betriebsbereitem, aber inaktivem Zustand ("bb", "AB") aktiviert werden.

Rexroth Bosch Group

Mit Start des Kommandos "Absolutmaß setzen" wird zunächst die Referenz des ausgewählten Gebers gelöscht (**P-0-0331, Status Messgeber**). Nachdem die Referenz gelöscht wurde, wird der neue Lageistwert (**P-0-0087, Lageistwert-Offset Messgeber**) sofort wirksam und das Referenzbit wird wieder gesetzt.

Herstellen des Maßbezugs bei relativem Messgeber

Aktivierung des Referenzierens

Der Maßbezug eines relativen Messgebers zu einer Achse bzw. Welle wird über ein Referenzmarkensignal des Gebers hergestellt. Hierzu muss zunächst im betreffenden Bit von **P-0-0330, Steuerwort Messgeber** die Referenzmarkenauswertung für den Messgeber aktiviert werden.

Sollte die Referenzmarkenauswertung noch aktiv sein, muss sie zunächst deaktiviert und dann erneut aktiviert werden.

Hinweis: Referenzmarkensignale treten bei rotativen Gebern üblicherweise einmal pro Geberumdrehung auf!

Bezugsposition

Beim nächsten Einlesen des Referenzmarkensignals wird der bisherige, geberbezogene Lageistwert an einer Bezugsposition der Achse bzw. Welle auf einen definierten Wert gesetzt. Die Bezugsposition entspricht der aktuellen Achsposition bei Auftreten des Referenzmarkensignals.

Hinweis: Es wird bei aktivierter Referenzmarkenauswertung nur die zuerst eingelesene Referenzmarke ausgewertet, weitere Referenzmarken werden ignoriert!

Der neue Lageistwert an der Bezugsposition nach dem Referenzieren ist der Wert des Parameters

- **P-0-0087, Lageistwert-Offset Messgeber**.

$$P\text{-}0\text{-}0052_{neu} = P\text{-}0\text{-}0087$$

P-0-0052: Lageistwert Messgeber
P-0-0087: Lageistwert-Offset Messgeber

Abb. 9-10: Lageistwert des Messgebers nach dem Referenzieren

Wurde der Lagebezug des Messgebers hergestellt, wird dies in Parameter **P-0-0331, Status Messgeber** angezeigt. Danach sollte im betreffenden Bit des Parameters **P-0-0330, Steuerwort Messgeber** die Referenzmarkenauswertung für den Messgeber deaktiviert werden!

Hinweis: Bei Verwendung eines Messgebergetriebes ist das Auftreten der Referenzmarke des Gebers in Bezug auf den Lageistwert der zu messenden Achse bzw. Welle meist nicht eindeutig! Es muss steuerungsseitig sichergestellt werden, dass die Aktivierung der Referenzmarkenauswertung bei geeigneter Achs- bzw. Wellenlage (Identifikation über Initiator o.ä.) erfolgt!

Verschiebung des Maßbezugs

Wirkungsweise

Die Verschiebung des Maßbezugs wirkt auf den aktuellen Lageistwert des am Antrieb angeschlossenen Messgebers. Ob der aktuelle Lageistwert Maßbezug zur Achse hat oder nicht ist für die Verschiebung nicht relevant! Die Verschiebung wird masterseitig durch Beschreiben von **P-0-0087, Lageistwert-Offset Messgeber** ausgelöst und antriebsseitig sofort ausgeführt.

Hinweis: Der Referenz-Zustand der Lageistwerte wird durch eine Verschiebung des Maßbezugs nicht beeinflusst.

Beim ersten Einschalten des Antriebs ist sofort die Verschiebung gegenüber dem eigentlichen Lageistwert des Messgebers wirksam, die durch den aktuellen Wert von P-0-0087 vorgegeben wird.

Wird die Verschiebung des Maßbezugs mehrmals hintereinander ausgeführt, bezieht sich jeder neue Wert in P-0-0087 auf den eigentlichen Lageistwert des Messgebers, d.h. die Verschiebungen wirken nicht additiv!

Rücksetzen der Verschiebung

Die Verschiebung des Maßbezugs wird zurückgesetzt, indem wieder der alte Wert (vor der Verschiebung) in den Parameter P-0-0087 eingetragen wird.

Inbetriebnahmehinweise

Konfigurationen und Einstellungen

Regelgerät konfigurieren

Die optionalen Schnittstellen müssen dem Messgeberanschluss zugeordnet werden:

- **P-0-0079, Zuordnung Messgeber->Optionsplatz**

Geber konfigurieren

Angabe des Messgebertyps:

- **P-0-0076, Gebertyp 3 Messgeber**

Einstellung der Auflösung (Strichzahl, Teilungsperiode) des Messgebers:

- **P-0-0327, Geberauflösung Messgeber**

Einstellung der Geberart und des Bewegungssinns des Messgebers:

- **P-0-0328, Lagegeberart Messgeber**

Modulo-Wertebereich einstellen

Modulobereich der zu messenden Achse bzw. Welle eintragen:

- **P-0-0765, Modulofaktor Messgeber**

Meldung, falls der eingegebene Wert zu groß ist:

- **C0163 Modulowert für Messgeber nicht darstellbar**

Glättung des Lageistwerts einstellen

Die Zeitkonstante der Glättung einstellen oder deaktivieren:

- **P-0-0329, Lageistwert 3 Glättung Messgeber**

Absolut-Auswertbarkeit und Lageüberwachung (Einschalt-Lage)

Möglichkeit der Absolutauswertung prüfen

Absolutgeberbereich des Messgebers prüfen:

- **P-0-0334, Absolutgeberbereich Messgeber**

Hinweis: Der Parameter P-0-0334 hat inkrementelle Wichtung!

Wenn der Wertebereich (modulo) kleiner als der Absolutgeberbereich des Messgebers ist, kann er als Absolutgeber ausgewertet werden. Dies wird auch angezeigt im betreffenden Bit des Parameters

- **P-0-0328, Lagegeberart Messgeber**.

Über diesen Parameter kann die Absolutauswertung eines Gebers auch deaktiviert werden. Die Lageistwerte sind dann nur relativ, d.h. der Geber

muss bei jedem Neustart der Maschine bzw. Wechsel in Kommunikationsphase "P2" erneut referenziert werden!

Überwachung der Achs- bzw. Wellenlage einstellen (nur bei Absolutgeber)

Falls Lageüberwachung der zu messenden Achse bzw. Welle beim Einschalten des Antriebs erwünscht ist, den Schwellenwert zur Fehlermeldung eingeben in den Parameter

- **P-0-0097, Absolutgeber-Ueberwachungsfenster Messgeber**.

Hinweis: Inkrementelle Wichtung! Die Meldeschwelle ist von anwendungsspezifischen Aspekten der Betriebssicherheit abhängig. Die Deaktivierung der Überwachung erfolgt durch den Wert "0"!

Falls die Lageistwertänderung zwischen Aus- und Einschalten größer als die eingestellte Schwellenwert ist, erscheint die Fehlermeldung

- **F2076 Lageistwert 3 außerhalb des Überwachungsfensters**.

Informationen zu Messgeber und Lageauswertung

Aktuelle Informationen zum Messgeber und der Lageauswertung sind in folgenden Parametern abgelegt:

- **P-0-0052, Lageistwert Messgeber**
- **P-0-0331, Status Messgeber**
- **P-0-0326, Vervielfachung Messgeber**

Hinweis: Wenn der Parameter P-0-0326 den Wert "32768" hat, liegt ideale Geberauswertung vor!

Herstellen des Maßbezugs bei absolut auswertbarem Messgeber

Voreinstellung vornehmen

Voreinstellungen für "Absolutmaß setzen" sind vorzunehmen, indem in **P-0-0612, Steuerwort Absolutmaß setzen** der Messgeber für "Absolutmaß setzen" festgelegt wird.

Lageistwert Bezugsposition

Den Lageistwert an der Bezugsposition festlegen im Parameter

- **P-0-0087, Lageistwert-Offset Messgeber**.

"Absolutmaß setzen" ausführen

Start von **P-0-0012, C0300 Kommando Absolutmaß setzen**. Nach Ausführung muss das Kommando wieder gelöscht werden.

Siehe auch "Grundfunktionen der Führungskommunikation: Kommandoverarbeitung" im Kapitel "Führungskommunikation"

Prüfung des Maßbezugs

Der Lagestatus des Messgebers wird angezeigt in:

- **P-0-0331, Status Messgeber**

Referenzverlust

Falls der Maßbezug des absolut ausgewerteten Messgebers verloren ging, erscheint die Meldung

- **F2176 Referenzverlust Messgeber**.

Die Herstellung des Maßbezugs muss erneut durchgeführt werden!

Herstellen des Maßbezugs bei relativem Messgeber

Referenzieren des Messgebers aktivieren

Die Referenzmarkenerkennung aktivieren im betreffenden Bit von

- **P-0-0330, Steuerwort Messgeber**

Lageistwert Bezugsposition

Den Lageistwert an der Bezugsposition festlegen in

- **P-0-0087, Lageistwert-Offset Messgeber**.

Maßbezug prüfen und Referenzieren deaktivieren

Das zuerst eingelesene Referenzmarkensignal setzt den Lageistwert des Messgebers in Referenz. Dies wird angezeigt in

- **P-0-0331, Status Messgeber**

Verschiebung des Maßbezugs

Masterseitiges Beschreiben des Parameters

- **P-0-0087, Lageistwert-Offset Messgeber**.

Die Verschiebung des Maßbezugs wirkt bereits ab Kommunikationsphase "P2".

Die Verschiebung der Lageistwerte kann überprüft werden in:

- **P-0-0052, Lageistwert Messgeber**

Weitere Messgeber-relevante Diagnosen

- **C0161 Parametrierung Messgeber fehlerhaft (Hardware)**
- **C0162 Messgeber nicht bekannt**
- **C0227 Fehler bei der Positionsinitialisierung Messgeber**
- **C0228 Initialisierungsgeschwindigkeit Messgeber zu hoch**
- **E2076 Messgeber: Gebersignale gestört**
- **F2043 Messgeber: Gebersignale fehlerhaft**
- **F2179 Modulobegrenzungsfehler Messgeber**

9.3 Geberemulation

Grundpaket aller Varianten in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Mit Hilfe der Geberemulation kann man vorhandene Gebersignale (Geber 1, Geber 2 oder Messgeber) oder interne Lagesollwerte in eines der beiden folgenden Formate wandeln:

- **5V-TTL-Signal eines Inkrementalgebers** bei Inkrementalgeber-Emulation (Spur A, Spur B und Nullimpuls)
- **serielle 24-Bit-Position eines Absolutgebers** (SSI-Format) bei Absolutgeber-Emulation

Dies ermöglicht z.B. die Auswertung der Signale in einem übergeordneten Master, um in Verbindung mit der frei parametrierbaren Auflösung und dem Datenbezug den Lageregelkreis in der externen Steuerung zu schließen.

Hinweis: Der Einsatz der Geberemulation **in Präzisionsanwendungen** (überwiegend im Werkzeugmaschinen-Bereich) ist als **kritisch** anzusehen (siehe "Einschränkungen" unter "Inbetriebnahmehinweise") und in jedem Fall bereits im Vorfeld **sorgfältig zu prüfen!**
Seitens Bosch Rexroth wird bei anspruchsvollen Applikationen, bei denen der Lageregelkreis über die Emulation geschlossen wird, die Verwendung digitaler Schnittstellen, wie z.B. SERCOS interface, empfohlen.

Siehe "Inbetriebnahmehinweise: Einschränkungen" im gleichen Abschnitt

Inkrementalgeber-Emulation

Unter Inkrementalgeber-Emulation wird die Nachbildung eines realen Inkrementalgebers durch den Antriebsregler verstanden.

In Form von **Inkrementalgeber-Signalen** wird einer übergeordneten numerischen Steuerung (NC) die Information über die Bewegungsgeschwindigkeit des an den Regler angeschlossenen Motors übergeben. Durch Integration dieser Signale erhält die Steuerung die benötigten Positionsinformationen und es ist es dadurch möglich, einen übergeordneten Lageregelkreis zu schließen.

Hinweis: Die Emulation erfolgt wichtungsabhängig (vgl. S-0-0076) und die Eingabe der Auflösung in Strichen (1 Strich entspricht 4 Inkrementen!) oder in mm/Inch.

Absolutgeber-Emulation

Unter Absolutgeber-Emulation versteht man die Option des Antriebsregelgerätes, einen realen Absolutgeber im **SSI-Datenformat** nachzubilden. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Position im SSI-Datenformat an die angeschlossene Steuerung (NC) zu übertragen und über die Steuerung den Lageregelkreis zu schließen.

Hinweis: Die Emulation erfolgt wichtungsabhängig (vgl. S-0-0076) und die Eingabe der Auflösung in Bits.

Hardware-Voraussetzungen

Die Funktion der Geberemulation setzt die folgende Steuerteil-Ausführung voraus:

- Einzelachs-**BASIC ANALOG** (nicht konfigurierbar) (CSB01.1N-AN)

Außerdem sind folgende konfigurierbare Steuerteile möglich, wenn sie mit dem Optionsmodul **MEM** ausgeführt sind:

- Einzelachs-**BASIC UNIVERSAL** (CSB01.1C)
- Einzelachs-**ADVANCED** (CSH01.1C)
- Doppelachs-**BASIC UNIVERSAL** (CDB01.1C)

Hinweis: Die Geberemulation erfolgt immer gerätebezogen, d.h. bei einem Doppelachsgerät (CDB01.1C) kann die Emulation nur für jeweils eine der beiden Achsen genutzt werden.

Merkmale

- zyklische Berechnung der vom Emulator ausgegebenen Position oder Inkremente im Lagereglertakt (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht")
- frei wählbare Positionssignale zur Emulation (P-0-0900, P-0-0901)
- parametrierbare Auflösung (Inkrementalgeber-Emulation in Striche/Umdrehung; Absolutgeber-Emulation in Bit/Umdrehung)

- wichtungsbezogene Emulation (SSI und Inkremental) → S-0-0076
- aktivierbare Totzeitkompensation bei der Inkrementalgeber-Emulation (P-0-0902, Bit 3)
- verschiebbarer Nullimpuls bei der Inkrementalgeber-Emulation (P-0-0904)
- parametrierbare zyklische Nullimpulsausgabe bei der Inkrementalgeber-Emulation bezüglich Nullimpulsabstand (P-0-0904) und Maßbezug (P-0-0902)
- im Betrieb abschaltbare Inkrementalgeber-Emulation (→ Pause)
- interne Übertaktung der Inkrementalgeber-Emulation zur Reduzierung von Nullimpulsjitter und Frequenzjitter (nicht bei BASIC ANALOG-Steuerteilen)
- frei wählbare, signalbezogene oder motorgeberbezogene Emulation (→ Einfluss auf Lage des Nullimpulses!)

Beteiligte Parameter

- **P-0-0900, Geberemulation-Signalauswahlliste**
- **P-0-0901, Geberemulation-Signalauswahl**
- **P-0-0902, Geberemulation-Steuerparameter**
- **P-0-0903, Geberemulation-Auflösung**
- **P-0-0904, Geberemulation-Nullimpulsoffset**
- **P-0-0905, Geberemulation-Nullimpulsabstand**

Beteiligte Diagnosen

- **C0242 Mehrfach-Konfiguration eines Parameters (->S-0-0022)**
- **C0260 Inkrementalgeber-Emulator-Auflösung nicht darstellbar**
- **F2053 Inkrementalgeberemulator: Frequenz zu hoch**
- **F2054 Inkrementalgeberemulator: Hardware-Fehler**

Grundsätzliches zur Funktion

Aktivierung der Funktion

Die Festlegung der Art der Geberemulation einschließlich ihrer Aktivierung erfolgt über Bit 0 und Bit 1 von **P-0-0902, Geberemulation–Steuerparameter**.

Folgende Auswahlmöglichkeiten bestehen über Parameter P-0-0902:

- keine Geberemulation aktiviert
- Inkrementalgeber-Emulation (IGS) aktiviert
- Absolutgeber-Emulation (SSI) aktiviert

Hinweis: Die Festlegungen im Parameter P-0-0902 werden erst nach dem Hochschalten in den Betriebsmodus wirksam!

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0902, Geberemulation-Steuerparameter"

Auswahl des zu emulierenden Signals

Unterstützte Emulationssignale

Die Vorgabe der vom Antrieb für die Emulation unterstützten Signale ist abhängig von folgenden Faktoren:

- Firmware-Version und freigeschaltete Funktionspakete
- Hardware des Steuerteils bzw. dessen Konfiguration

Hinweis: Die vom Antrieb aktuell unterstützen Emulationssignale sind im Listen-Parameter **P-0-0900, Geberemulation–Signal-auswahlliste** aufgeführt.

Festlegung der Emulationsart

Im Bit 12 von **P-0-0902, Geberemulation-Steuerparameter** wird festgelegt, ob direkt das Signal des Motorgebers emuliert werden soll oder das Signal, welches über den Parameter P-0-0901 (s.u.) definiert wurde.

Auswahl des Emulationssignals

Falls Bit 12 = 0 im Parameter P-0-0902, erfolgt die Festlegung des Emulationssignals durch den Eintrag der gewünschten IDN aus dem Listen-Parameter P-0-0900 in den Parameter **P-0-0901, Geber-emulation-Signalauswahl**.

Hinweis: Die Auflösung des emulierten Signales wird für beide Emulationsarten (SSI und IGS) im Parameter **P-0-0903, Geberemulation–Auflösung** festgelegt.

Inkrementalgeber-Emulation

Die Inkrementalgeber-Emulation liefert ein Rechtecksignal im TTL-Pegel mit variabler Frequenz. Es wird die Positionsdifferenz des ausgewählten Signals im letzten Lagereglertakt (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht") berechnet. Die Anzahl der auszugebenden Striche und somit die Periodendauer des Rechtecksignals für das nächste Ausgabeintervall wird abhängig von der Eingabe im Parameter **P-0-0903, Geberemulation-Auflösung** berechnet.

Inkrementalgeber-Signale im TTL-Format

Spur A und B

Durch die Ausgabe von zwei um 90 Grad versetzten Signalen (Spur A und Spur B) erhöht sich bei der differenziellen Auswertung der beiden Spuren die Auflösung um den Faktor 4. Ein Strich entspricht dann 4 Inkrementen.

Nullimpuls

Außerdem gibt der Inkrementalgeber ein drittes Signal aus, den Nullimpuls. Der Nullimpuls hat einen festen Bezug zum emulierten Signal (z.B. der Geberwelle, falls ein Gebersignal emuliert wird) und kann bei vorhandenem Maßbezug (Achse referenziert) auch bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt emuliert werden.

Hinweis: Sowohl die Ausgabehäufigkeit als auch die Lage des Nullimpulses kann beeinflusst werden (siehe P-0-0905 und P-0-0904)!

Die folgende Abbildung zeigt Format und Verlauf der Inkrementalgeber-Signale:

Abb. 9-11: Zeitlicher Verlauf der Inkrementalgeber-Signale

Auflösung und Einheit des emulierten Signals

Auflösung

Die Anzahl der Inkremente des emulierten Inkrementalgebers kann in **P-0-0903, Geberemulation-Auflösung** in Strichen/Umdrehung (bzw. mm oder Inch bei Linearmotoren) festgelegt werden.

Einheit der emulierten Position

Der Eingabebereich und die Einheit des Wertes im Parameter P-0-0903 sind abhängig von folgenden Vorgaben:

- Motorart
  - Rotative Motoren → Striche/Umdrehung
  - Linearmotoren → mm bzw. Inch
- parametrierte Wichtung
  (vgl. **S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten**)

Hinweis: Die Parametrierung des emulierten Gebers erfolgt damit entsprechend der für rotative und lineare Rechteckgeber üblichen Formate in Strichen/Umdrehung bzw. mm oder Inch.

Bezug der emulierten Position - Nullimpulsausgabe

Die Nullimpulse werden sofort nach dem Hochfahren des Antriebs in den Betriebsmodus im Abstand der im Parameter **P-0-0905, Geberemulation-Nullimpulsabstand** eingetragenen Striche bzw. mm oder Inch ausgegeben.

Verschiebung des Nullimpulses

Mit dem Parameter **P-0-0904, Geberemulation–Nullimpulsoffset** kann die Ausgabe des Nullimpulses bei gewählter Inkrementalgeber-Emulation um den Eingabewert in Strichen (bzw. mm oder Inch) verschoben werden. Der Eingabebereich in P-0-0904 wird von der Einstellung im Parameter **P-0-0903, Geberemulation-Auflösung** bestimmt, da die maximale Verschiebung z.B. beim rotativen Motor eine Umdrehung beträgt.

Zyklische Nullimpulsausgabe

Soll der Nullimpuls abhängig vom Verfahrweg zyklisch ausgegeben werden, kann im Parameter **P-0-0905, Geberemulation–Nullimpuls-abstand** der Abstand zwischen zwei Nullimpulsen in Strichen (bzw. mm oder Inch) eingegeben werden.

Für die Ausgabe des Nullimpulses gilt Folgendes:

- Parametrierung von **P-0-0905 = P-0-0903** (Standardfall!)
  → Es wird **ein Nullimpuls pro Umdrehung** (bzw. pro mm) generiert.
- Parametrierung von **1 < P-0-0905 < P-0-0903** (zyklische Nullimpuls-ausgabe)

→ Es werden **mehrere Nullimpulse pro Umdrehung** (bzw. pro mm) generiert (wird z.B. nach jeweils 180 Grad ein Nullimpuls gefordert, ist P-0-0905 = ½ * P-0-0903 zu parametrieren).

Hinweis: Bei der zyklischen Ausgabe ist zu beachten, dass maximal ein Nullimpuls pro Ausgabezyklus (d.h. Lagerreglertakt) ausgegeben werden kann!

- Parametrierung von **P-0-0905 = n * P-0-0903**
  → Es wird **ein Nullimpuls innerhalb von n Umdrehungen** (bzw. pro n mm) generiert. Damit ist es z.B. auch möglich, nur einen einzigen Nullimpuls über den gesamten Verfahrbereich am Maschinennullpunkt zu generieren!

Hinweis: Die Eingabe von "0" in den Parameter P-0-0905 ist nicht zulässig!

Emulationsart

Je nach Emulationsart wird der Nullimpuls gebermarkenbezogen oder signalbezogen emuliert. Die Auswahl der Emulationsart erfolgt im Bit 12 von **P-0-0902, Geberemulation-Steuerparameter**.

Motorgeberbezogene Emulation (P-0-0902, Bit 12 = 1)

Bei motorgeberbezogener Emulation erfolgt die Emulation bezogen auf die Geberwelle. Der Nullimpuls wird positionsbezogen zur Marke des Gebers unter folgenden Bedingungen emuliert:

- Bei relativen Mess-Systemen, bei denen beim Einschalten kein absoluter Positionsbezug existiert, erfolgt die Nullimpulsausgabe erst nach dem ersten Überfahren einer Gebermarke des Gebersystems (siehe Abb.).
- Bei absoluten Messsystemen, die nach dem Einschalten einen absoluten Positionsbezug besitzen, erfolgt die Ausgabe sofort.

S-0-0051: Lage-Istwert Geber 1
S-0-0053: Lage-Istwert Geber 2
P-0-0052: Lage-Istwert Messgeber

Abb. 9-12: Nullimpuls-Generierung bei inkrementellem Mess-System und Motorgeberbezug (P-0-0902, Bit 12 = 1)

Signalbezogene Emulation (P-0-0902, Bit 12 = 0)

Bei signalbezogener Emulation erfolgt die Emulation des Nullimpulses in Bezug zum Koordinatensystem. Der Nullimpuls wird bezogen auf den Nullpunkt bei der "Position 0" plus dem Nullimpuls-Offset ausgegeben. Dabei gibt es folgende Einstellmöglichkeiten:

- Die weiteren Nullimpulse werden über den Parameter **P-0-0905, Geberemulation-Nullimpulsabstand** definiert.

- Über den Parameter **P-0-0904, Geberemulation-Nullimpulsoffset** kann das emulierte Koordinatensystem verschoben werden.

Die über Parameter **P-0-0901, Geberemulation-Signalauswahl** auswählbaren Emulationssignale werden in zwei Gruppen unterteilt:

- **Emulation von Istwerten**
  Für die Ausgabe von Nullimpulsen ist zwingend "Referenz" (vgl. S-0-0403) erforderlich. Bei relativen Messsystemen erfolgt somit nur eine Nullimpulsausgabe, wenn der entsprechende Lageistwert referenziert wurde (siehe Abb.).
- **Emulation von Sollwerten**
  Sollwerte können immer als referenziert betrachtet werden, so dass die Nullimpulsausgabe unabhängig von der "Referenz" (vgl. S-0-0403) erfolgt.

Beispiel: Inkrementelles Mess-System und Istwertsignalausgabe

Folgende Grafik zeigt die Emulation eines Istwertsignals bei inkrementellem Mess-System und Signalbezug:

Abb. 9-13: Nullimpuls-Generierung bei inkrementellem Mess-System und Signalbezug (P-0-0902, Bit 12 = 0) bei Istwertsignalen

Beispiel: Inkrementelles Mess-System und Sollwertausgabe bei Sollwertsprung

Bei der Emulation von Sollwerten ist zu beachten, dass der Master ggf. Sollwertsprünge vorgeben will, die nicht emuliert werden sollen oder können. Für diesen Fall wurde die Möglichkeit geschaffen, kurzfristig die Emulation zu stoppen (vgl. P-0-0902, Bit 7). Ein Sollwertsprung führt während dieser Zeit nicht zum Ansprechen der internen Überwachungsfunktionen bzgl. der Emulationssignale oder zu Fehlstellungen des Emulatorausganges.

Nach Ablauf des Stopps kann die Emulation über Bit 7 wieder freigegeben werden und der Emulator folgt dann dem vorgegebenen Sollwertsignal.

P-0-0902: Geberemulation-Steuerparameter

Abb. 9-14: Nullimpuls-Generierung bei inkrementellem Mess-System und Signalbezug (P-0-0902, Bit 12 = 0) bei einem Sollwertsprung

Herstellen des Maßbezuges (Antriebsgeführtes Referenzieren)

Bei signalbezogener Emulation (P-0-0902, Bit 12 = 0) von Istwerten und dem Einsatz von inkrementellen Mess-Systemen muss der Antrieb referenziert sein, um einen Nullimpuls auszugeben (siehe auch Abschnitt oben "Nullimpulsausgabe").

Hinweis: Bei Ausführen des Referenzierens macht das emulierte Signal einen Sprung von der ursprünglichen Position auf die Referenzposition.
Hierbei wird die Fehlermeldung "F2053" bewusst unterdrückt.

Siehe auch "Herstellen des Maßbezugs: Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Absolutgeber-Emulation

Die Absolutgeber-Emulation liefert ein digitales, codiertes, absolutes Positionssignal, welches seriell im Lagereglertakt (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "System-übersicht") ausgelesen werden kann. Die Auflösung der absoluten Position und damit der absolut darstellbare Verfahrbereich sind abhängig von der Eingabe im Parameter **P-0-0903, Geberemulation-Auflösung**.

Absolutgebersignale im SSI-Format

Die folgende Abbildung zeigt das Format der SSI-Datenübertragung der Absolutgeber-Emulation:

Abb. 9-15: Impulsdiagramm SSI-Format

Hinweis: Das Power-Failure-Bit wird bei IndraDrive-Antriebsreglern nicht unterstützt!

Auflösung und Einheit des emulierten Signals

Auflösung

Im Parameter **P-0-0903, Geberemulation-Auflösung** wird das Ausgabe-Datenformat (d.h. die Auflösung) für die emulierte SSI-Position festgelegt.

Einheit der emulierten Position

Der Eingabebereich und die Einheit des Wertes im Parameter P-0-0903 sind abhängig von:

- Motorart:
  - Rotative Motoren → Bits/Umdrehung
  - Linearmotoren → Bits/mm bzw. Bits/Inch
- parametrierte Wichtung
  (vgl. **S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten**)

Hinweis: Der emulierte digitale Positionswert wird immer mit 24 Bit dargestellt, wobei die Einstellung in P-0-0903 die Auflösung einer Umdrehung (= Nachkommastelle) definiert. Bei P-0-0903 = 12 Bit werden z.B. jeweils 12 Bit Vorkommastellen und 12 Bit Nachkommastellen wirksam.

Bezug der emulierten Position

Die Emulation der Signale "Lage-Istwert Geber 1", "Lage-Istwert Geber 2" und "Lage-Sollwert" erfolgt in Abhängigkeit von der im von Parameter **S-0-0076, Wichtungsart für Lagedaten** festgelegten Wichtung.

Die Werte des Emulators und der Parameter **S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1**, **S-0-0053, Lage-Istwert Geber 2** oder **S-0-0047, Lage-Sollwert** laufen synchron. Dies vereinfacht u. a. eine Kontrolle der Emulation, z. B. mit dem Inbetriebnahmetool "IndraWorks D".

Wichtungsabhängige Emulation

Wird in S-0-0076 "Motorbezug" parametriert, ist eine geberbezogene Emulation möglich.

Wird in S-0-0076 "Lastbezug" festgelegt, müssen zusätzlich die Vorschubkonstante und die Getriebeübersetzung applikationsgemäß eingegeben werden.

Hinweis: Die Werte für den Lage-Istwert 3 (Messgeber) und die Leitachsposition werden immer geberbezogen emuliert. Der Parameter S-0-0076 ist dabei ohne Bedeutung.

Siehe auch "Achsmechanik und Mess-Systeme: Wichtung physikalischer Daten" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Herstellen des Maßbezuges (Absolutmaß setzen)

Mit dem Parameter **P-0-0012, C0300 Kommando Absolutmaß setzen** kann die vom Absolutgeber-Emulator ausgegebene absolute Position referenziert werden. Beim Setzen des Absolutmaßes wird der Wert des Parameters **S-0-0052, Referenzmaß 1** verarbeitet.

Siehe auch "Herstellen des Maßbezugs: Maßbezug herstellen bei absoluten Mess-Systemen" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Inbetriebnahmehinweise

Im Unterschied zu einem "echten" Geber handelt es sich bei der Geberemulation um einen nachgebildeten Geber, wodurch sich bei Bewegung das reale Gebersignal und die Ausgabe des Emulators voneinander unterscheiden können. Ursachen für solche Abweichungen können sein:

- Applikations- bzw. Anwendungsfehler
  (z.B. mangelhafte Verdrahtungen, Frequenzüberschreitungen, Spannungseinbrüche, Fehlprogrammierung, …)
- Systematische Fehler aufgrund der technischen Randbedingungen
  (z.B. Schwebungseffekte, Positionsjitter, …)

Die in folgenden Abschnitten beschrieben Einschränkungen und Grenzen der Geberemulation sind bei deren Anwendung zu berücksichtigen.

Einschränkung der Inkrementalgeber-Emulation

Gegenüber einem herkömmlichen Inkrementalgeber, bei dem die Impuls-Ausgabefrequenz unendlich feinstufig veränderbar ist (d.h. die Impulsflanken sind immer festen Positionen zugeordnet), gibt es bei einem emulierten Inkrementalgeber-Signal einige Einschränkungen, die sich im Wesentlichen aus der digitalen Arbeitsweise des Antriebsregelgerätes ergeben.

Maximale Ausgabefrequenz

Wird die maximale Impulsfrequenz überschritten, können Impulse fehlen. Es tritt ein Positionsversatz der emulierten Position gegenüber der realen Position auf. Deshalb wird bei Überschreiten der maximalen Impulsfrequenz die Fehlermeldung **F2053 Inkrementalgeberemulator: Frequenz zu hoch** ausgegeben.

Hinweis: Die max. Ausgabefrequenz ist immer, d.h. unabhängig von der gewählten Strichzahl, bei der Dimensionierung der Auswerteelektronik zu berücksichtigen.

Die maximale Ausgabefrequenz f_{max} hängt von der Hardware-Ausführung ab und wird mit Erhöhung der Übertaktung (vgl. P-0-0902) reduziert:

- Übertaktung von 8 $\rightarrow f_{max}$ = 1 MHz
- Übertaktung von 16 $\rightarrow f_{max}$ = 500 KHz
- Übertaktung von 32 $\rightarrow f_{max}$ = 250 KHz

Die maximal mögliche Auflösung der Geberemulation (P-0-0903) ist wichtungsabhängig und wird nach folgenden Formeln ermittelt:

$$\text{Translatorische Wichtung: } [P\text{-}0\text{-}0903]_{max} = \frac{v_{max}}{f_{max}}$$

$$\text{Rotatorische Wichtung: } [P\text{-}0\text{-}0903]_{max} = \frac{f_{max}}{v_{max}}$$

v_{max}: geforderte Maximalgeschwindigkeit in mm/s oder 1/s
(Bei Angabe in mm/min oder 1/min noch Faktor 60 berücksichtigen!)

f_{max}: zulässige Maximalfrequenz in Hz

Abb. 9-16: Ermittlung der maximalen Auflösung der Geberemulation

Verzögerung zwischen realem und emuliertem Positionswert

Zwischen Positionserfassung und Ausgabe der emulierten Impulse kommt es zu einer Verzögerung (Totzeit) zwischen realem und emuliertem Positionswert.

Lösung:
Bei aktivierter Inkrementalgeber-Emulation (vgl. P-0-0902, Bit 0 und 1), kann mit Bit 3 = 1 in **P-0-0902, Geberemulation-Steuerparameter** eine Totzeitkompensation aktiviert werden. Diese ist jedoch nur dann wirksam und sinnvoll, wenn keine ständigen Beschleunigungs- und Bremsvorgänge vorkommen (ideal v = konstant).

Abrundung der Inkrementanzahl in kurzen Zeitintervallen

In einem Zeitintervall des internen Regelungszyklus TA kann jeweils nur eine ganze Anzahl von Inkrementen (1 Inkrement = ¼ Strich) ausgegeben werden. Der verbleibende Rest, der nicht ausgegeben werden kann, wird im nächsten Zeitintervall aufaddiert. Ergibt sich wieder ein Rest von **0 < Rest < 1**, wird dieser wiederum im nächsten Intervall aufaddiert usw.

Dieser Effekt führt dazu, dass die "**emulierte Geschwindigkeit**" zwar im Mittel genau ist, jedoch in jedem einzelnen TA-Zeitintervall um maximal **ein Inkrement zu klein** sein kann.

Lösung:

- Eine Möglichst hohe Strichzahl verwenden, damit möglichst viele Striche pro Regelungszyklus TA ausgegeben werden. Der prozentuale Fehler reduziert sich damit entsprechend.
- Außerdem kann durch die implementierte, interne Übertaktung der emulierten Signale dieser Effekt reduziert oder nahezu beseitigt werden (vgl. P-0-0902, Bit 8 und 9). Per Default ist die Übertaktung auf Faktor 8 eingestellt. Bei Bedarf kann bis auf Faktor 32 erhöht werden, was zu einer deutlichen Reduzierung des Nullimpuls- und Frequenzjitters führt.

Schwankende Signalfrequenz innerhalb eines Ausgabezyklus

Bedingt durch die interne Signalverarbeitung wird die Periodendauer und der Duty-Cycle der ausgegebenen Signale variiert. Dadurch ergeben sich auch Zyklen mit kürzerer bzw. längerer Periodendauer (bzw. Frequenz).

Deshalb sollen die Signale der Inkremental-Emulation **nicht** zur Erfassung der Drehzahl mittels **Frequenzmessung** benutzt werden, sondern die Auswertung der Signale darf nur mittels **Zählung der Inkremente** erfolgen.

Einschränkung der Absolutgeber-Emulation

Mit der Absolutgeber-Emulation ist es möglich, 4096 Umdrehungen absolut darzustellen.

Darstellungsgrenzen

Befindet man sich bei der Nutzung dieser Emulationsart an den Darstellungsgrenzen, führen kleine Schwankungen der Ist-Position zum Überlaufen und zum Positionssprung in der emulierten Position.

Dies ist z.B. bei Position 0 und 4096 Umdrehungen nach Null-Position der Fall.

Abb. 9-17: Darstellungsgrenzen bei Absolutgeber-Emulation

Dieser Effekt kann vermeiden werden, indem man den Referenzpunkt über die Ausführung von **P-0-0012, C0300 Kommando Absolutmaß setzen** verschiebt.

Hinweis: Durch entsprechende Festlegung im Parameter **S-0-0052, Referenzmaß 1** ist die Referenzposition in die Mitte des Darstellungsbereiches zu verschieben. Dies ermöglicht, jeweils 2048 Umdrehungen nach links und nach rechts zu fahren.

Schwebungseffekte in der emulierten Position

Bei fehlender Synchronisation zwischen der Positionsverarbeitung in der Steuerung und der Positionserfassung (Abtastung) im Antrieb können Schwebungen im emulierten Signal mit einer Periodendauer nach folgender Formel auftreten, wenn die Quarzfrequenzen im Antrieb und in der Steuerung nicht exakt (ganzzahlig) teilbar sind:

$$T = \Delta t = \frac{1}{\Delta f}$$

Δf: Frequenzabweichung der Quarze in Steuerung und Antrieb
T: Periodendauer für die auftretende Schwebungsfrequenz

Abb. 9-18: Ermittlung der Periodendauer

Diagnose- und Statusmeldungen

Nur bei der Inkrementalgeber-Emulation können folgende Diagnosemeldung auftreten:

- **F2053 Inkrementalgeberemulator: Frequenz zu hoch**

  Die Ausgabefrequenz, die sich aus der eingestellten Auflösung (P-0-0903) und der Verfahrgeschwindigkeit ergibt, überschreitet den Wert der maximalen Impulsfrequenz von 1024 kHz.

- **F2054 Inkrementalgeberemulator: Hardware-Fehler**

  Am Ende eines jeden Ausgabeintervalls (= Lagereglertakt) wird überprüft, ob sämtliche auszugebende Inkremente ausgegeben wurden, bevor die nächste Inkrementausgabe gestartet wird. Laufzeitüberschreitungen oder Hardwarefehler können Überschneidungen hervorrufen, die bei der Überprüfung erkannt und durch diese Fehlermeldung signalisiert werden.

- **C0260 Inkrementalgeber-Emulator-Auflösung nicht darstellbar**

  Bei der Inkrementalgeber-Emulation kann es zu einem unzulässigen Überlauf bei der Inkrementenausgabe kommen. Um diesen Überlauf zu verhindern ist eine angepasste Parametrierung von P-0-0903 erforderlich.

- **C0242 Mehrfach-Konfiguration eines Parameters (->S-0-0022)**

  Bei der Inkrementalgeber-Emulation ist es in einem Doppelachsgerät nicht zulässig, den Emulator in beiden Achsen zu aktivieren.

9.4 Analoge Eingänge

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

Alle IndraDrive-Antriebsregelgeräte verfügen bereits in ihrer Grundkonfiguration (ohne Optionsmodule) über analoge Eingänge. Die Anzahl und Funktion der Analogeingänge sind jedoch je nach Typ und Konfiguration des Steuerteils unterschiedlich.

Siehe Dokumentation "Projektierung Steuerteile"

P-0-0210: Analogeingang 1
P-0-0213: Analogeingang, Zuweisung A, Ziel-Parameter
P-0-0214: Analogeingang, Zuweisung A, Bewertung [1/10V]
P-0-0215: Analogeingang, Zuweisung A, Signalwert bei 0V
P-0-0216: Analogeingang, Zuweisung A, Totzone
P-0-0217: Analogeingang, Zeitkonstante Eingangsfilter
P-0-0218: Analogeingang, Steuerparameter

Abb. 9-19: Übersicht: Analoge Eingänge und deren Zuweisung

Allgemeine Merkmale

- 2 Zuweisungsmechanismen für analoge Eingänge (Zuweisung A oder B)
- unterschiedliche Abtastrate der Zuweisungen A und B
  - Zuweisungskanal A arbeitet im Lagereglertakt (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht")
  - Zuweisungskanal B arbeitet im 2-ms-Takt
- Zuweisung auf Sollwert-/Grenzwert-/Steuerparameter des Antriebs über einstellbare Wichtung
- Zuweisung von nur max. 2 Analogeingängen auf interne Antriebsparameter möglich
- variable Skalierung für 2 Analogkanäle
- eingebbare Totzone zur Unterdrückung der Nulldrift für beide Analogkanäle
- Offset- und Verstärkungsabgleich für beide Analogkanäle über Kommando

Analogeingänge auf der Steuerbaugruppe

Eigenschaften der analogen Eingänge (bzw. des Eingangs) auf der Steuerbaugruppe:

- Anzahl der Analogeingänge ist hardware- bzw. steuerteilabhängig:
  - **Advanced**: 1 Analogeingang mit 14 Bit Auflösung (mittels 8-fach Oversampling für beide Analogkanäle)
  - **Basic**: BASIC OPENLOOP und BASIC ANALOG besitzen je 2 Analogeingänge mit 12 Bit (sonstige Basic-Varianten haben keine Analogeingänge)
  - **Doppelachs**: 1 Analogeingang mit 14 Bit Auflösung (mittels 8-fach Oversampling für beide Analogkanäle) für beide Achsen gemeinsam. Er kann jedoch von beiden Achsen gleichzeitig verwendet werden!
- Tiefpassfilterung für beide Analogkanäle aktivierbar
- Analogeingänge als Differenzeingang ausgeführt
- Eingangsspannungsbereich von ± 10 V

Analogeingänge 3 und 4 auf Optionsmodul MA1

Das Optionsmodul MA1 wurde in Anlehnung an VDE 0411-Teil 500 (Speicherprogrammierbare Steuerungen) entwickelt und sollte auch innerhalb der darin enthaltenen Vorgaben verwendet werden.

Eigenschaften der analogen Eingänge auf dem Optionsmodul MA1:

- 2 Analogeingänge mit 14 Bit Auflösung (mittels 8-fach Oversampling für beide Analogkanäle)
- Tiefpassfilterung für beide Analogkanäle aktivierbar
- Analogeingänge als Differenzeingang ausgeführt
- Eingangsspannungsbereich von ±10 V
- Anschluss über 15-poligen D-Sub-Stecker

Beteiligte Parameter

- **P-0-0210, Analogeingang 1**
- **P-0-0212, Analogeingang, Liste der zuweisbaren Parameter**
- **P-0-0217, Analogeingang 1, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter**
- **P-0-0219, Analogeingang, Maximalwert für Abgleich**
- **P-0-0220, C2800 Kommando Abgleich Analogeingang**
- **P-0-0228, Analogeingang 3**
- **P-0-0229, Analogeingang 4**
- **P-0-0232, Analogeingang 3, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0233, Analogeingang 4, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-3901, Abgleichwerte Steuerteil**
- **P-0-3904, Abgleichwerte Interface Analog E/A**

Zusätzlich bei Basic-Ausführung:

- **P-0-0211, Analogeingang 2**
- **P-0-0231, Analogeingang 2, Zeitkonstante Eingangsfilter**

Zuweisung A

- **P-0-0213, Analogeingang, Zuweisung A, Ziel-Parameter**
- **P-0-0214, Analogeingang, Zuweisung A, Bewertung [1/10V]**
- **P-0-0215, Analogeingang, Zuweisung A, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0216, Analogeingang, Zuweisung A, Totzone**

Zuweisung B

- **P-0-0236, Analogeingang, Zuweisung B, Ziel-Parameter**
- **P-0-0237, Analogeingang, Zuweisung B, Bewertung [1/10V]**
- **P-0-0238, Analogeingang, Zuweisung B, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0239, Analogeingang, Zuweisung B, Totzone**

Beteiligte Diagnosen

- **C2800 Kommando Abgleich Analogeingang**

C2801 Analogeingang nicht konfiguriert

- **C2802 Schwankungen des Eingangssignals außer Toleranz**
- **C2803 Messwerte bei Nullpunkt und Maximalwert identisch**
- **C2804 Automatischer Abgleich fehlgeschlagen**

Funktionsbeschreibung

Abb. 9-20: Funktionsübersicht: Lesen und Zuweisen eines Analogeingangs

Abtastung und Signalaufbereitung der Analogeingänge

Abtastung

Die analogen Eingangssignale (max. 4 Analogeingänge) werden mit 8-fachem Oversampling im Lagereglertakt abgetastet (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht").

Filterung

Alle abgetasteten analogen Eingangsignale können durch ein PT1-Filter geglättet werden. Zur Einstellung des jeweiligen Filters stehen folgende Parameter zur Verfügung:

- **P-0-0217, Analogeingang 1, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0232, Analogeingang 3, Zeitkonstante Eingangsfilter**
- **P-0-0233, Analogeingang 4, Zeitkonstante Eingangsfilter**

Bei aktiviertem Filter ergibt sich dessen Grenzfrequenz (in Hz) aus der eingegeben Zeitkonstante (in ms) durch folgende Beziehung:

$$f_g = 1000/(2 * \pi * T)$$

Spannungsanzeige der Analogeingänge

Die abgetastete und ggf. geglättete Spannung (14-Bit-Auflösung) der analogen Eingangskanäle wird in den nachfolgenden Parametern angezeigt:

- **P-0-0210, Analogeingang 1**
- **P-0-0228, Analogeingang 3**
- **P-0-0229, Analogeingang 4**

Hinweis: Diese Parameter können z.B. auch an den übergeordneten Master weitergegeben oder direkt in der antriebsintegrierten SPS (IndraMotion MLD-S) verarbeitet werden.

Werkseitiger Abgleich

Beim werkseitigen Abgleich der Steuerbaugruppe bzw. des Optionmoduls MA1 werden die Abgleichwerte, u. a. für Offset und Verstärkung der Analogeingänge, in folgenden Parametern hinterlegt:

- **P-0-3901, Abgleichwerte Steuerteil**
- **P-0-3904, Abgleichwerte Interface Analog E/A**

Interne Verarbeitung der analogen Eingangswerte

Die anlogen Eingangswerte können über zwei Zuweisungsmechanismen auf interne Antriebsparameter zugewiesen werden.

Zuordnung der analogen Eingänge

Die Zuordnung eines analogen Einganges auf einen internen Kanal (Zuweisung A oder B) erfolgt über Parameter **P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter**.

- Bit 4 bis 7 → Zuordnung eines Analogeinganges für Zuweisung A
- Bit 8 bis 11 → Zuordnung eines Analogeinganges für Zuweisung B

Siehe auch "Inbetriebnahmehinweise" im gleichen Abschnitt

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter"

Hinweis: Es können somit immer nur max. 2 Analogeingänge auf interne Antriebsparameter zugewiesen werden (siehe Zuweisung A und B). Alle weiteren Analogeingänge können dann nur noch für den direkten Zugriff über die Führungskommunikation oder die antriebsintegrierte SPS (IndraMotion MLD-S) verwendet werden (z.B. Auslesen der Spannungspegel).

Die im Antrieb vorhandenen Zuweisungskanäle auf interne Parameter haben grundsätzlich dieselbe Funktionalität. Daher wird stellvertretend nur der Zuweisungskanal A beschrieben. Entsprechend gilt dies auch für Zuweisungskanal B.

P-0-0210: Analogeingang 1
P-0-0212: Analogeingang, Liste der zuweisbaren Parameter
P-0-0213: Analogeingang, Zuweisung A, Ziel-Parameter
P-0-0214: Analogeingang, Zuweisung A, Bewertung [1/10V]
P-0-0215: Analogeingang, Zuweisung A, Signalwert bei 0V
P-0-0216: Analogeingang, Zuweisung A, Totzone
P-0-0217: Analogeingang, Zeitkonstante Eingangsfilter

Abb. 9-21: Funktionsprinzip Analogeingang (Beispiel für Zuweisung A)

Verarbeitungstakt für analoge Eingangswerte

Die Verarbeitung der analogen Eingangswerte unterscheidet sich in den beiden Kanälen (Zuweisung A und B) lediglich in der Zykluszeit:

- **Zuweisung A**
  → es wird im **Lagereglertakt** gearbeitet (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht")
- **Zuweisung B**
  → es wird mit einem Takt von **T = 2ms** gearbeitet

Steuerung der internen Verarbeitung

Über Einstellungen im Parameter **P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter** werden die internen Verarbeitungsfunktionen gesteuert (Abgleich und Zuweisung):

- **Bit 0** → Festlegung des Abgleichmodus (für Kommando "C2800 Abgleich Analogeingang")
- **Bit 1** → Festlegung des Zuweisungskanals für den Abgleich (für Kommando "C2800 Abgleich Analogeingang")
- **Bit 4…7** → Zuordnung der Analogeingänge für Zuweisungskanal A
- **Bit 8…11** → Zuordnung der Analogeingänge für Zuweisungskanal B

Automatische Skalierung (bzw. Nullpunktverschiebung)

Neben dem manuellen Abgleichen bzw. Skalieren der Analogeingänge (Zuweisung A oder B) besteht auch die Möglichkeit, diese über Aktivierung des Kommandos "C2800 Abgleich Analogeingang" automatisch abzugleichen.

Bei automatischer Skalierung werden die Parameter P-0-0214 und P-0-0215 bzw. P-0-0237 und P-0-0238 vom Antrieb beschrieben.

Hinweis: Die Analogkanäle werden bereits werkseitig abgeglichen und die Korrekturwerte in die Parameter P-0-3901 und P-0-3904 abgelegt.

Nullpunktverschiebung

Der Nullpunkt für die Verarbeitung des analogen Eingangswertes kann durch Aktivierung des Kommandos C2800 automatisch verschoben und damit ggf. ein vorhandener Offset ausgeglichen werden. Hierbei sind folgende Parameter von Bedeutung:

P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter:

- Bit 0: Definiert den Abgleichschritt ("0" → Nullpunktverschiebung)
- Bit 1: Definiert den Zuweisungskanal für den Abgleich (A oder B)

Das Ergebnis der automatischen Nullpunktverschiebung wird direkt eingetragen in

- **P-0-0215, Analogeingang, Zuweisung A, Signalwert bei 0V**

- oder -

- **P-0-0238, Analogeingang, Zuweisung B, Signalwert bei 0V**.

Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, den Bezugspunkt manuell festzulegen. Dazu wird in P-0-0215 bzw. P-0-0238 der Wert eingetragen, der im Zielparameter bei einer analogen Eingangsspannung von 0 V stehen soll.

Hinweis: Einheit, Nachkommastellen und Datentyp des Wertes in P-0-0215 bzw. P-0-0238 richten sich nach dem in **P-0-0213, Analogeingang, Zuweisung A, Ziel-Parameter** ausgewählten Zielparameter.

Skalierung

Zur Skalierung des analogen Eingangswertes auf den gewünschten Wertebereich kann der automatische Verstärkungsabgleich verwendet werden. Hierzu wird ebenfalls das Kommando C2800 gestartet. Bei Skalierung gelten jedoch andere Startbedingungen (vgl. P-0-0218 und P-0-0219), wobei folgende Parameter von Bedeutung sind:

- **P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter**:
  - Bit 0: Definiert den Abgleichschritt (Bit 0 = 1 → Verstärkungsabgleich)
  - Bit 1: Definiert den Zuweisungskanal für den Abgleich (A oder B)
- **P-0-0219, Analogeingang, Maximalwert für Abgleich**
  Dieser Parameter gibt den Wert an, auf den der Analogeingang eingestellt wird, wenn der Verstärkungsabgleich (P-0-0218, Bit 0 = 1) ausgeführt wird.

Das Ergebnis der automatischen Verstärkungsabgleichs wird direkt eingetragen in

- **P-0-0214, Analogeingang, Zuweisung A, Bewertung [1/10V]**

- oder -

- **P-0-0237, Analogeingang, Zuweisung B, Bewertung [1/10V]**.

Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Skalierung manuell zu definieren. Dazu wird in P-0-0214 bzw. P-0-0237 einen Wert eingetragen, der im Zielparameter einer analogen Eingangsspannungsdifferenz von 10 V entspricht (→ Steigung).

Hinweis: Einheit, Nachkommastellen und Datentyp des Wertes in P-0-0215 bzw. P-0-0238 richten sich nach dem in **P-0-0213, Analogeingang, Zuweisung A, Ziel-Parameter** ausgewählten Zielparameter.

Parametrierbare "Totzone"

Zur "Beruhigung" des Analogsignals im Nullbereich ist eine sogenannte "Totzone" parametrierbar:

- **P-0-0216, Analogeingang, Zuweisung A, Totzone**
- **P-0-0239, Analogeingang, Zuweisung B, Totzone**

Hinweis: Die Parametrierung einer "Totzone" ist vor allem bei verrauschten Analogwerten sinnvoll!

Zuweisung auf interne Antriebsparameter

Zuweisung von Analog-Eingängen auf Parameter

Die analogen Eingangswerte werden in nachfolgenden Parametern zur Anzeige und internen Weiterverarbeitung abgespeichert:

- **P-0-0210, Analogeingang 1**
- **P-0-0228, Analogeingang 3**
- **P-0-0229, Analogeingang 4**

Durch die Zuweisungsmechanismen über die Parameter P-0-0213 (Zuweisung A) und P-0-0236 (Zuweisung B) können zwei analoge Eingangswerte (vgl. P-0-0210, P-0-0228, oder P-0-0229) anderen Antriebsparametern zugewiesen und dadurch zyklisch weiter verarbeitet werden (vgl. **P-0-0212, Analogeingang, Liste der zuweisbaren Parameter**).

Zuweisbare Parameter

Es können nur solche Parameter zugewiesen werden, die in der Liste **P-0-0212, Analog-Eingänge, IDN-Liste der zuweisbaren Parameter** aufgeführt sind.

Konfiguration des Analogeingangs

Eine Zuweisung eines Analogeingangs auf einen Parameter ist dann aktiviert, wenn in P-0-0213 bzw. P-0-0236 ein Wert ungleich S-0-0000 (S-0-0000 entspricht "Off") parametriert ist.

Inbetriebnahmehinweise

Durchführung der automatischen Skalierung (bzw. des Abgleichs)

Der automatische Abgleich erfolgt in 2 Schritten, die nacheinander durchgeführt werden müssen, um eine sichere Ausführung der Funktion zu erreichen.

- **Schritt 1**: Nullpunktverschiebung
  (bzw. Bezugspunktverschiebung, da nicht zwingend auf $U_e = 0V$ bezogen wird)
- **Schritt 2**: Verstärkungs- oder Amplitudenskalierung

Es gibt nur ein Kommando für beide Zuweisungskanäle. Welcher Kanal abgeglichen wird, muss in **P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter** (Bit 1) festgelegt werden:

- Bit 1 = 0 → Skalierung von Zuweisungskanal A
- Bit 1 = 1 → Skalierung von Zuweisungskanal B

Konfiguration und Zuweisung auf Antriebsparameter

Zuordnung zum internen Kanal (Zuweisung A oder B)

Die Zuordnung eines analogen Einganges auf einen internen Analogkanal (Zuweisung A oder B) erfolgt über **P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter**:

- Bit 4 bis 7 → Auswahl des Analogeinganges für Zuweisung A
- Bit 8 bis 11 → Auswahl des Analogeinganges für Zuweisung B

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0218, Analogeingang, Steuerparameter"

Zuweisung auf Antriebsparameter

Über den Zuweisungsmechanismus (Zuweisung A oder B) können die analogen Eingangswerte auf Antriebsparameter zugewiesen werden. Die Zuweisung wird in folgenden Parametern vorgenommen:

- **P-0-0213, Analogeingang, Zuweisung A, Ziel-Parameter**
- **P-0-0236, Analogeingang, Zuweisung B, Ziel-Parameter**

Zugriffsmöglichkeiten über Führungskommunikation und IndraMotion MLD-S

Die analogen Eingangswerte der max. 4 Analogeingänge werden in nachfolgenden Parametern zur Anzeige und internen Weiterverarbeitung gespeichert:

- **P-0-0210, Analogeingang 1**
- **P-0-0228, Analogeingang 3**
- **P-0-0229, Analogeingang 4**

Damit besteht die Möglichkeit, diese digitalisierten Analogwerte ins zyklische Telegramm der Führungskommunikation (vgl. S-0-0016 bzw. P-0-4081) zu konfigurieren oder direkt aus einem SPS-Programm auf einen der o.g. Parameter zuzugreifen.

Besonderheiten bei Doppelachs-Ausführung (MPD02VRS)

Jeder Analogeingang (1, 3 oder 4) kann ohne Einschränkungen für beide Achsen einer Doppelachse parametriert werden.

Es wird nur die anliegende Eingangsspannung gemeinsam genutzt.

Die entsprechende Auswertung und Interpretation hängt von der Parametrierung der Einzelachsen (vgl. Zuweisung A und B) ab.

Hinweis: Die Parameter P-0-0210 bis P-0-0239 sind für jede Achse separat vorhanden. Die Parameter P-0-3901 und P-0-3904 sind pro Gerät nur einmal vorhanden!

Diagnose- und Statusmeldungen

Im Zusammenhang mit der Funktion "Analogeingänge" können folgende Kommandodiagnosen auftreten:

- **C2800 Kommando Abgleich Analogeingang**

C2801 Analogeingang nicht konfiguriert

- **C2802 Schwankungen des Eingangssignals außer Toleranz**
- **C2803 Messwerte bei Nullpunkt und Maximalwert identisch**
- **C2804 Automatischer Abgleich fehlgeschlagen**

Siehe Beschreibung der Diagnosen in der separaten Dokumentation "Hinweise zur Störungsbeseitigung"

9.5 Analoge Ausgänge

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

Übersicht

Alle IndraDrive-Antriebsregelgeräte verfügen bereits in ihrer Grundkonfiguration (ohne Optionsmodul) über analoge Ausgänge. Anzahl und Funktionsmerkmale der Analogausgänge unterscheiden sich jedoch je nach Typ und Konfiguration des Steuerteils.

Nachfolgende Grafik zeigt das Zusammenwirken der beiden analogen Ausgangskanäle mit den Analogausgängen.

MA1: Analoge E/A-Erweiterung (Optionsmodul)

Abb. 9-22: Zuweisungsmechanismus für die Analogausgänge

Die Antriebsfunktion "Analoge Ausgänge" ermöglicht die Verwendung analoger Signalwerte zur Inbetriebnahme und Optimierung von Antrieben in Verbindung mit geeigneten Messgeräten (z.B. Oszilloskop, Multimeter) sowie zur Visualisierung der Inhalte von Antriebsparmetern.

Merkmale

Allgemein

- Anzahl und Eigenschaften der Analogausgänge abhängig von Typ und Konfiguration (mit/ohne Optionsmodul MA1) des Steuerteils
- je nach Steuerteil-Ausführung bis zu 4 Analogausgänge verfügbar
- Aktualisierung der Analogausgänge im Geschwindigkeitsreglertakt (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht")
- Beschreiben der Analogausgänge über die Führungskommunikation (zyklischer oder azyklischer Kanal) möglich
- Ausgabe interner Zustandsgrößen und Signale (= Parameterinhalte) als analoge Spannungssignale an Ausgangsklemmen des Antriebs-regelgeräts (siehe separate Dokumentation "Projektierung Steuerteile")
- Überwachung auf Doppelbelegung eines Ausgangs
- variable Skalierung der Analogausgänge
- Umschalten des Verhaltens an den Grenzen des darstellbaren Spannungsbereichs zwischen Überlauf und Begrenzung
- parametrierbarer Ausgabe-Offset bzw. parametrierbare Bezugsgröße

Analoge Ausgänge auf dem Steuerteil

- Anzahl und Auflösung der Analogausgänge je nach Steuerteil-Ausführung:
  - ADVANCED 2 Analogausgänge mit 8 Bit
  - BASIC UNIVERSAL-Doppelachs 2 Analogausgänge mit 8 Bit
  - BASIC OPENLOOP 2 Analogausgänge mit 10 Bit
- Ausgangsspannungsbereich: 0 bis 5 V
- verfügbare Quantisierung: 19,5 mV (= 5V/2^8)

Analoge Ausgänge auf dem Optionsmodul MA1

Das Optionsmodul MA1 wurde in Anlehnung an VDE 0411-Teil 500 (Speicherprogrammierbare Steuerungen) entwickelt und sollte auch innerhalb der darin enthaltenen Vorgaben eingesetzt werden.

- Anschluss über 15-poligen D-Sub-Stecker
- 2 Analogausgänge mit je 12 Bit
- Ausgangsspannungsbereich: ±10 V in Bezug auf 0 VA
- verfügbare Quantisierung: 5 mV (= 10V/2^11)

Hardware-Angaben

Die Verfügbarkeit der analogen Ausgänge ist abhängig von Typ und Konfiguration des Steuerteils (siehe folgende Tabelle).

		Analoge Ausgänge			
Steuerteil-Typ	**Bezeichnung**	**Out 1**	**Out 2**	**Out 3**	**Out 4**
CSH01.1C	ADVANCED	X	X	MA1	MA1
CSB01.1C	BASIC UNIVERSAL (Einzelachs)	--	--	MA1	MA1
CDB01.1C	BASIC UNIVERSAL (Doppelachs)	X	X	MA1	MA1
CSB01.1N-FC	BASIC OPENLOOP	X	X		
CSB01.1N-AN	BASIC ANALOG	--	--		
CSB01.1N-SE	BASIC SERCOS	--	--		
CSB01.1N-PB	BASIC PROFIBUS	--	--		

Abb. 9-23: Übersicht der Hardware-Abhängigkeit der analogen Ausgänge

Die Klemmenbezeichnungen und technischen Daten der Analogausgänge sind der separaten Dokumentation "IndraDrive-Antriebsregelgeräte - Steuerteile, Projektierung" zu entnehmen!

Hinweis: Beim Doppelachsgerät (Steuerteil CDB01.1-....) werden die Analogausgänge von beiden Achsen benutzt, wobei eine gleichzeitige Benutzung eines Analogausgangs von beiden Achsen nicht möglich ist.

Beteiligte Parameter

- **P-0-0426, Analogausgabe, IDN-Liste der zuweisbaren Parameter**
- **P-0-0427, Analogausgabe, Steuerparameter**

Analogausgang 1

- **P-0-0139, Analogausgang 1**
- **P-0-0418, Analogausgabe, Zuweisung A, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0420, Analogausgabe, Zuweisung A, Signalauswahl**
- **P-0-0422, Analogausgabe, Zuweisung A, Bewertung [1/V]**

Analogausgang 2

- **P-0-0140, Analogausgang 2**
- **P-0-0419, Analogausgabe, Zuweisung B, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0423, Analogausgabe, Zuweisung B, Signalauswahl**
- **P-0-0425, Analogausgabe, Zuweisung B, Bewertung [1/V]**

Analogausgang 3

- **P-0-0414, Analogausgang 3**
- **P-0-0418, Analogausgabe, Zuweisung A, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0420, Analogausgabe, Zuweisung A, Signalauswahl**
- **P-0-0422, Analogausgabe, Zuweisung A, Bewertung [1/V]**

Analogausgang 4

- **P-0-0415, Analogausgang 4**
- **P-0-0419, Analogausgabe, Zuweisung B, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0423, Analogausgabe, Zuweisung B, Signalauswahl**
- **P-0-0425, Analogausgabe, Zuweisung B, Bewertung [1/V]**

Funktionsbeschreibung

Grundsätzliches

Bei der Zuweisung der Signalquellen für die analogen Ausgängen des Antriebsregelgerätes kann grundsätzlich zwischen zwei Methoden gewählt werden:

- Direkte Ausgabe von antriebsunabhängigen **Spannungssignalen** (Signale des Steuerungsmasters bzw. IndraMotion MLD-S)
  → direktes Beschreiben der Ausgabeparameter über Führungskommunikation oder durch IndraMotion MLD-S
- Ausgabe der Werte von vordefinierten **Antriebsparametern** (Inhalte von Standardparametern des Antriebs)
  → freie Konfiguration der beiden Analogkanäle A und B

  Bei Auswahl dieser Signalquelle wird bei Parametern mit binärem Format die sog. **Bitausgabe** durchgeführt, bei welcher der auszugebende Inhalt durch die Bitnummer festzulegen ist.

Zusätzlich kann unter bestimmten Voraussetzungen auch eine **erweiterte Ausgabe von internen Speicherstellen** vorgenommen werden.

Festlegung der Signalquelle

Die Signalquelle wird für jeden analogen Ausgang in **P-0-0427, Analog-Ausgabe, Steuerparameter** festgelegt.

Direkte Ausgabe von Spannungssignalen

Hinweis: Die Auswahl dieser Signalquelle ist die Defaulteinstellung für die Analogausgänge (Basisparametersatz). Diese Einstellung kann in **P-0-0427, Analogausgabe, Steuerparameter** geändert oder wieder zugewiesen werden.

Bei Zuweisung dieser Signalquelle besteht für den Steuerungsmaster die Möglichkeit, den Antrieb als Digital/Analog-Umsetzer zu verwenden. Dazu können die den Analogausgängen fest zugeordneten Parameter direkt beschrieben werden.

Den einzelnen Analogausgängen sind folgende Parameter zugeordnet:

- **P-0-0139, Analogausgang 1**
- **P-0-0140, Analogausgang 2**
- **P-0-0414, Analogausgang 3**
- **P-0-0415, Analogausgang 4**

Der Master kann durch Beschreiben der o.g. Parameter das auszugebende Analogsignal direkt beeinflussen.

Hinweis: Zur Ausgabe eines Spannungssignals über einen analogen Ausgang darf diesem keine andere Signalquelle über **P-0-0427, Analogausgabe, Steuerparameter** zugewiesen sein (siehe Parameterbeschreibung).

Ausgabe von vordefinierten Antriebsparametern

Liste der zuweisbaren Parameter

Die Ausgabe von Werten von Antriebsparametern erfolgt auf Grundlage einer vordefinierten Auswahlliste. Im Parameter **P-0-0426, Analog-ausgabe, IDN-Liste der zuweisbaren Parameter** sind alle Parameter-IDN von Zustandsgrößen und Signalen des Antriebs, die über Analog-ausgänge ausgegeben werden können, aufgeführt.

Zuweisung

Die Zuweisung erfolgt über den Eintrag der Identnummer des Parameters in den jeweiligen Signalauswahl-Parameter:

- **P-0-0420, Analogausgabe, Zuweisung A, Signalauswahl**
- **P-0-0423, Analogausgabe, Zuweisung B, Signalauswahl**

Hinweis: Die mit "…Zuweisung A…" benannten Parameter wirken auf die Analogausgänge 1 und 3.

Die mit "…Zuweisung B…" benannten Parameter wirken auf die Analogausgänge 2 und 4.

Über die Parameter kann getrennt für jeden Ausgabekanal die Bezugsdefinition (P-0-0418, P-0-0419) und die Skalierung (P-0-0422, P-0-0425) der Ausgabewerte festgelegt werden (siehe unten "Inbetriebnahmehinweise").

Zur Anzeige der über die Analogausgänge ausgegebenen Werte dienen folgende Parameter:

- **P-0-0139, Analogausgang 1**
- **P-0-0140, Analogausgang 2**
- **P-0-0414, Analogausgang 3**
- **P-0-0415, Analogausgang 4**

Bitausgabe bei Antriebsparametern

Innerhalb der Ausgabe von vordefinierten Antriebsparametern erfolgt die Analogausgabe von Parametern im binären Format als sog. "Bitausgabe".

Die Bitausgabe ermöglicht die Ausgabe einzelner Bits eines Binärformat-Parameters, wie z.B. des Parameters **S-0-0403, Status Lageistwerte**.

Welches Bit des betreffenden Parameters ausgegeben werden soll, wird in folgenden Parametern festgelegt:

- **P-0-0422, Analogausgabe, Zuweisung A, Bewertung [1/V]**
- **P-0-0425, Analogausgabe, Zuweisung B, Bewertung [1/V]**

Hinweis: Die Ausgangsspannung beträgt 1 V, wenn das betreffende Bit gesetzt ist; sonst werden 0 V ausgegeben.

Bei der Bitausgabe sind die folgenden Parameter nicht aktiv:

- **P-0-0418, Analogausgabe, Zuweisung A, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0419, Analogausgabe, Zuweisung B, Signalwert bei 0V**

Erweiterte Ausgabe von internen Speicherstellen

Zu Diagnosezwecken gibt es für die Analogausgänge eine erweiterte Einstellmöglichkeit, deren Nutzung setzt jedoch die Kenntnis über den Aufbau der Antriebsfirmware voraus. Somit kann diese Funktion nur nach Rücksprache mit der Antriebsentwicklung genutzt werden.

Siehe auch "Erweiterte Diagnosemöglichkeiten: Patchfunktion" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Inbetriebnahmehinweise

Ablauf der Einstellung der analogen Ausgänge

Abb. 9-24: Inbetriebnahme der Analogausgänge

Signalquelle für die Analogausgänge

Für jeden der vier möglichen Analogausgänge kann die Signalquelle für die auszugebende Spannung festgelegt werden:

- direkte Vorgabe von Spannungssignalen in die Parameter **P-0-0139, P-0-0140, P-0-0414 oder P-0-0415**

- oder -

- Werte von Antriebsparametern entsprechend **Zuweisung A oder Zuweisung B**

Hinweis: Die Festlegung der Signalquelle für die Analogausgänge erfolgt in **P-0-0427, Analog-Ausgabe, Steuerparameter**.

Skalierung und Bezugspunkt

Skalierung der Analogausgänge

Die Skalierung (Wertebereich pro V) der beiden analogen Ausgangskanäle wird in folgenden Parametern vorgenommen:

- **P-0-0422, Analogausgabe, Zuweisung A, Bewertung [1/V]**
- **P-0-0425, Analogausgabe, Zuweisung B, Bewertung [1/V]**

Ausgabebeispiel "skalierbar"

Abb. 9-25: Beispiel zur Skalierbarkeit der Analogausgabe

Bezugspunkt

Die Bezugsdefinition der Analogausgänge (Wert bei Ausgabe von 0 V) wird in folgenden Parametern vorgenommen:

- **P-0-0418, Analogausgabe, Zuweisung A, Signalwert bei 0V**
- **P-0-0419, Analogausgabe, Zuweisung B, Signalwert bei 0V**

Hinweis: Die mit "…Zuweisung A…" benannten Parameter wirken auf die Analogausgänge 1 und 3.

Die mit "…Zuweisung B…" benannten Parameter wirken auf die Analogausgänge 2 und 4.

Ausgabebeispiel zu "bezugsdefinierbar" bei Analogausgang 1 und 2

Abb. 9-26: Beispiel zur Bezugsdefinierbarkeit der Analogausgabe

Festlegung des Überlaufverhaltens

Über **P-0-0427, Analogausgabe, Steuerparameter** gibt es folgende Möglichkeiten zur Festlegung des Ausgabeformats der Analogausgänge:

- Begrenzte oder überlaufende Ausgabe aufgrund des begrenzten Spannungsbereichs der Analogausgänge
- Definierbare Bezugsgröße für den Ausgabewert

Ausgabebeispiel "begrenzt" bzw. "überlaufend einstellbar"

Abb. 9-27: Beispiel zu begrenzter bzw. "überlaufender" Analogausgabe

Hinweis: Bei "überlaufender" Analogausgabe ist die Zuordnung eines Signalwertes zur ausgegebenen Spannung wegen des Überlaufs mehrdeutig!

Die Ausgabe von z.B. 0 V kann daher sein:
"Signalwert bei 0 V" ± n * Ausgangsspannungsbereich * "Bewertung [1/V]" (n = 1; 2; 3 …)

9.6 Digitale Ein-/Ausgänge

Grundpaket aller Varianten

Kurzbeschreibung

Alle IndraDrive-Antriebsregelgeräte verfügen bereits in ihrer Grundkonfiguration (ohne Optionsmodule) über konfigurierbare digitale Ein-/Ausgänge. Die Anzahl und Funktion der Ein-/Ausgänge sind jedoch je nach Typ und Konfiguration des Steuerteils unterschiedlich.

Siehe Dokumentation "Projektierung Steuerteile"

Digitale Ein-/Ausgänge auf dem Steuerteil

Merkmale

- Abfrage bzw. Bedienung der digitalen Ein- und Ausgänge im Lagereglertakt T_{A_Lage}
- konfigurierbare digitale Ein-/Ausgänge mit teilweise frei einstellbarer Wirkrichtung (Ein- oder Ausgang):
  - **Advanced**-Steuerteile (13 Pins) mit Firmware **MPH03**:
    - 4 digitale Ein-/Ausgänge
    - 3 digitale Eingänge
    - 2 Eingänge alternativ als Analog-Eingang (Differenzeingang) nutzbar
    - 2 schnelle Eingänge als Messtaster-Eingänge (µs-Raster)
    - 1 potentialfreier Relais-Schaltkontakt (konfigurierbar)
  - **Basic**-Steuerteile (10 Pins) mit Firmware **MPB03**:
    - 3 digitale Ein-/ Ausgänge
    - 4 digitale Eingänge
    - Kein Analogeingang
    - 1 schneller Eingang als Messtastereingang (µs-Raster)
    - 1 potentialfreier Relais-Schaltkontakt (konfigurierbar)
  - **Doppelachs**-Steuerteile (24 Pins) mit Firmware **MPD03**:
    - 4 digitale Ein-/Ausgänge
    - 6 digitale Eingänge
    - 2 Eingänge alternativ als Analog-Eingang (Differenzeingang) nutzbar
    - 2 schnelle Eingänge als Messtastereingänge (µs-Raster)
    - 2 potentialfreie Relais-Schaltkontakte (konfigurierbar)
- alle Ein-/Ausgänge (bis auf den Relais-Kontakt) auf Pegel von 0 V (LOW) bzw. 24 V (HIGH) ausgelegt

- Zuordnung der Ein-/Ausgänge auf interne Parameter bzw. Bits
- Signal-Status der digitalen Eingänge und der digitalen Ausgänge in jeweils eigenem Parameter abgebildet
- Signalzustände der digitalen Eingänge direkt vom Steuerungsmaster auslesbar
- Digitale Ausgänge direkt vom Steuerungsmaster ansteuerbar, wenn nicht antriebsseitig benutzt
- externe 24V-Versorgung der digitalen Ausgänge erforderlich
- galvanische Trennung der Ein-/Ausgänge vom Steuerteil

Hinweis: Zuweisung jedes einzelnen Ein- bzw. Ausgangs auf Parameter des Antriebs möglich; IDN der erlaubten Parameter aus IDN-Listen in S-0-0398 und S-0-0399.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0398, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Statuswort**
- **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort**
- **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste**
- **P-0-0301, Digitale E/A, Bitnummern**
- **P-0-0302, Digitale E/A, Richtung**
- **P-0-0303, Digitale E/A, Eingänge**
- **P-0-0304, Digitale E/A, Ausgänge**

Beteiligte Diagnosen

- **C0246 Fahrbereichsendschalter keinem digi.Eingang zugeordnet**
- **C0247 Digitaler Ausgang schon von anderer Achse belegt**
- **C0248 Digit. Eingang bei Achsen unterschiedlich zugewiesen**
- **C0249 Digitale E/As: Bitnummer zu groß**
- **F2010 Fehler bei Initialisierung der digitalen Ein-/Ausgänge**
- **F2033 Fehler externe Spannungsversorgung X10**

Digitale Ein-/Ausgänge auf Optionsmodul MD1

Darüber hinaus besteht bei den konfigurierbaren Advanced-Steuerteilen die Möglichkeit, eine Erweiterung der digitalen Ein-/Ausgänge individuell zu konfigurieren.

Das Optionsmodul MD1 kann für folgende Zwecke eingesetzt werden:

- digitale Ein-/Ausgänge für externe Steuerung zur Verfügung stellen
- Ausgabe/Eingabe von Antriebsparametern ermöglichen
- digitale Ein-/Ausgänge für antriebsintegrierte SPS (Indra-Motion MLD-S) bereitstellen
- Speichererweiterung (32 kB nicht flüchtiger Speicher) für antriebs-integrierte SPS (IndraMotion MLD-S)

Hinweis: Die Nutzung der digitalen E/A-Erweiterung durch Verwendung des MD1-Optionsmoduls ist **nur bei Advanced**-Steuerteilen möglich!

Merkmale

- Anschluss über 25-poligen D-Sub-Stecker
- alle Ein-/Ausgänge auf Pegel von 0 V (LOW) bzw. 24 V (HIGH) ausgelegt
- externe 24V-Versorgung der digitalen Ausgänge erforderlich
- galvanische Trennung der Ein-/Ausgänge vom Steuerteil
- Zuordnung der Ein-/Ausgänge auf interne Parameter bzw. Bits
  - Parameter P-0-0081 und P-0-0082 komplett zuweisbar auf Parameter des Antriebs bzw. der antriebsintegrierten SPS
  - Freie Konfiguration der digitalen Ein-/Ausgänge über **S-0-0144, Signal-Statuswort** und **S-0-0145, Signal-Steuerwort**
- 12 digitale Eingänge (frei konfigurierbar und verpolungssicher)
- 8 digitale Ausgänge (max. Ausgangsstrom 0,5 A und dauer-kurzschlussfest)

Beteiligte Parameter

- **S-0-0144, Signal-Statuswort**
- **S-0-0145, Signal-Steuerwort**
- **S-0-0398, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Statuswort**
- **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort**
- **P-0-0081, Paralleler Ausgang 1**
- **P-0-0082, Paralleler Eingang 1**
- **P-0-0681, Zuweisung Identnummer -> Paralleler Ausgang 1**
- **P-0-0682, Zuweisung Paralleler Eingang 1 -> Identnummer**

Inbetriebnahmehinweise für digitale Ein-/Ausgänge des Steuerteils

Übersicht

Konfiguration der Ein-/Ausgänge

Die Identnummern (IDN) der Ziel- oder Quellparameter für digitale Ein-/Ausgänge sind im Parameter **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste** enthalten. Weitere Festlegungen zur angegebenen IDN werden über die Parameter P-0-0301 und P-0-0302 vorgenommen, wobei die Zuordnung über die Listenzeilen-Nummer (Index) erfolgt.

Direkter Bit-Transfer

Standardmäßig wird der Parameter einer dort eingetragenen Identnummer als direkte Datenquelle (bei Konfiguration als Ausgang) oder als Ziel (bei Konfiguration als Eingang) betrachtet.

Fallunterscheidung bei der Quell- bzw. Zielfestlegung

Die Einträge der IDN in den Listenparameter P-0-0300 können zwei unterschiedliche Bedeutungen haben:

1. Eingang

Bei einem Eingang wird das im Parameter **P-0-0301, Digitale E/A, Bitnummern** konfigurierte Bit eines über P-0-0300 definierten Parameters mit dem am Eingang anliegenden logischen Wert (0 oder 1) beschrieben.

2. Ausgang

Bei einem Ausgang wird der Inhalt des in P-0-0301 konfigurierten Bits aus der in P-0-0300 festgelegten Identnummer geholt und an den Hardware-Ausgang übertragen.

Nachfolgende Tabelle zeigt beispielhaft einige häufig verwendete Standardkonfigurationen:

Funktion	**P-0-0300**[i]	**P-0-0301**[i]	**P-0-0302**[i]	**Anmerkung**
Relaiskontakt "betriebsbereit"	P-0-0115	0	1	Nur bei HCS sinnvoll!
Positiver Endschalter	P-0-0222	0	0	
Negativer Endschalter	P-0-0222	1	0	
E-Stop	P-0-0223	0	0	

i = Index: Listenzeilen-Nr./Klemmenplatz

Abb. 9-28: Standard-Konfigurationen für digitale Ein-/Ausgänge (Beispiele)

Quell- bzw. Zielparameter

Die Auswahl des jeweiligen Bits im Quell- oder Zielparameter erfolgt über **P-0-0301, Digitale E/A, Bitnummern**.

Hinweis: Bei P-0-0300[i] = S-0-0000 wird der zugehörige Eintrag in P-0-0301 ignoriert!

Wirkungsweise

Eine Anzahl der digitalen Ein-/Ausgänge kann sowohl als Eingang als auch als Ausgang verwendet werden. Die Festlegung der Wirkungsweise (Richtung) für diese kombinierten Ein-/Ausgänge erfolgt über den Listenparameter **P-0-0302 Digitale E/A, Richtung**. Dabei gilt:

- Eintrag "0" → Digitaler Eingang (= Default-Einstellung)
- Eintrag "1" → Digitaler Ausgang

Hinweis: Bei der Festlegung der Wirkungsweise (Richtung) der Ein-/Ausgänge sind die hardware-seitigen Voraussetzungen zu beachten. Die Relais-Kontakte können z.B. nur als Ausgänge benutzt werden.

Siehe auch Abschnitt "X31/X32, Digitale und analoge Eingänge/Ausgänge" in der Dokumentation "Projektierung Steuerteile"

Folgende Grafik zeigt als Beispiel die Konfiguration des Pins E4 (Anschlussklemme X31/X32) als Eingangssignal für Bit 1 des Parameters S-0-0222 (Fahrbereichs-Grenzschalter negativ); die Zuordnung erfolgt über i = 4.

Hinweis: Dieses Beispiel gilt für Advanced-Ausführung; bei Basic- und Doppelachs-Ausführung ergibt sich eine andere Verteilung der digitalen Ein-/Ausgänge.

Rexroth Bosch Group

P-0-0300: Digitale E/A, Zuweisungsliste
P-0-0301: Digitale E/A, Bitnummern
P-0-0302: Digitale E/A, Richtung
P-0-0303: Digitale E/A, Eingänge

Abb. 9-29: Konfiguration der digitalen Ein-/Ausgänge (Darstellung für Advanced-Steuerteil mit Default-Einstellungen)

Hinweis: Der Signal-Status der digitalen Ein-/Ausgänge wird in folgenden Parametern angezeigt:

- **P-0-0303, Digitale E/A, Eingänge**
- **P-0-0304, Digitale E/A, Ausgänge**

Deaktivierung

Zum Deaktivieren eines Ein-/Ausgangs muss im Parameter **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste** im betreffenden Listenelement die IDN "S-0-0000" eingetragen werden.

Gültigkeitsprüfung der Konfigurationslisten

Bei Eingabe einer neuen Zuweisungsliste, bzw. der Änderung eines Elementes der Liste, werden alle Einträge auf Gültigkeit geprüft. Ist ein Eintrag ungültig (d.h. keine zulässige IDN eingetragen), wird nur dieser ungültige Eintrag verworfen.

Hinweis: Falsche Einträge werden beim Überprüfen der Liste verworfen und auf den jeweiligen Defaultwert (Rel1-Kontakt → Ausgang; alle restlichen Pins → Eingänge) gesetzt.

Besonderheiten bei Doppelachsgeräten (Firmware MPD)

Grundsätzlich können die vorhandenen Ein- und Ausgänge allen Achsen frei zugeordnet werden. Hierzu gibt es die Parameter P-0-0300, P-0-0301, P-0-0302 für beide Achsen.

Dabei gelten folgende Einschränkungen:

- Ein digitaler Ausgang kann nur von einer Achse genutzt werden. Alle anderen Achsen müssen diesen mit dem Eintrag "S-0-0000" in den Parameter P-0-0300 deaktivieren.
- Eine Ausnahme bildet der Ausgangskontakt des Relais "Rel1". Er kann von beiden Achsen belegt werden. Die Default-Belegung ist die Meldung "betriebsbereit" (siehe Parameterbeschreibung P-0-0300). Zur Ansteuerung des Relais werden die Informationen beider Achsen UND-verknüpft.
- Ein Eingang kann von beiden Achsen nur dann gleichzeitig genutzt werden, wenn er von beiden Achsen mit der selben Identnummer, Bitnummer und Richtungszuweisung (bei Ein-/Ausgängen) belegt ist.
- Ein Digitaleingang kann **nicht** gleichzeitig von beiden Achsen benutzt werden, wenn die Zuweisungsparameter beider Achsen in der betreffenden Zeile Unterschiede in der Identnummer (P-0-0300), Bitnummer (P-0-0301) oder Richtungszuweisung (P-0-0302) aufweisen. Die betreffende Zeile des P-0-0300 einer der beiden Achsen muss "S-0-0000" (→ keine Zuweisung) enthalten!

Hinweis: Die oben genannten Einschränkungen werden im Umschaltkommando von Phase 3 auf Phase 4 (vgl. C2000) überprüft. Bei einem Konflikt wird die entsprechende Diagnosemeldung erzeugt.

Sonderfälle und Ausnahmen

Messtaster- und Referenznockeneingang

In einigen Sonderfällen erfolgt kein direkter Bit-Transfer, da die dem Ein-/Ausgang zugeordnete Funktion komplexer ist. Ein Beispiel dafür ist die Messtasterfunktion. In diesem Fall ist der Eintrag in P-0-0301 ohne Bedeutung, es muss lediglich ein gültiger Wert enthalten sein (z.B. "0").

In der folgenden Tabelle sind alle Sonderfunktionen aufgelistet:

Funktion	**P-0-0300**[i]	**P-0-0301**[i]	**P-0-0302**[i]	**Anmerkung**
Messtaster 1	S-0-0401	nicht relevant	nicht relevant	Nur bei "i = 1" möglich!
Messtaster 2	S-0-0402	nicht relevant	nicht relevant	Nur bei "i = 2" möglich!
Referenznocken	S-0-0400	nicht relevant	nicht relevant	

i = Index: Listenzeilen-Nr./Klemmenplatz

Abb. 9-30: Sonderfunktionen über digitale Ein-/Ausgänge

Feste Zuordnung von funktionsrelevanten Eingängen und Default-Konfiguration

Die Ein-/Ausgänge sind grundsätzlich frei konfigurierbar. Lediglich bei der Sonderfunktion "Messtaster" ist eine feste Zuordnung der zugehörigen Parameter auf die hardwareseitig geeigneten Eingänge zwingend!

Durch die Default-Konfiguration (= Auslieferungszustand bzw. Zustand nach "Basisparameter laden") sind die Ein-/Ausgänge geeignet vordefiniert (siehe Parameterbeschreibung P-0-0300").

Hinweis: Alle Änderungen in den Parametern P-0-0300, P-0-0301 und P-0-0302 sind sorgfältig vorzunehmen, da unter Umständen wichtige Funktionen deaktiviert werden könnten (z.B. E-Stop).

Direkter Zugriff auf die digitalen Ein-/Ausgänge des Steuerteils über die Führungskommunikation

Zugriff auf digitale Ausgänge

Um die digitalen Ausgänge des Steuerteils direkt über die Führungskommunikation anzusteuern ("Setzen") bzw. die digitalen Eingänge direkt abzufragen ("Lesen"), können die Parameter **P-0-0303, Digitale E/A, Eingänge** und **P-0-0304, Digitale E/A, Ausgänge** in die zyklischen Daten der Führungskommunikation aufgenommen werden.

Voraussetzungen:

- Aufnahme von P-0-0303 in die Gruppe der zyklischen Istwerte (SERCOS: S-0-0016, Feldbus: P-0-4080)
- Aufnahme von P-0-0304 in die Gruppe der zyklischen Sollwerte (SERCOS: S-0-0024, Feldbus: P-0-4081)

Hinweis: Die digitalen Ausgänge können nur dann direkt durch die Führungskommunikation angesteuert werden, wenn sie antriebsseitig nicht benutzt werden (Eintrag "S-0-0000" in die entsprechende Listenzeile von P-0-0300, Festlegung als Ausgang in P-0-0302)!

Folgende Darstellung zeigt den Zugriff auf die digitalen Ein-/Ausgänge des Steuerteils über die Führungskommunikation (hier SERCOS).

S-0-0016: Konfig.-Liste Antriebs-Telegramm
S-0-0024: Konfig.-Liste Master-Daten-Telegramm
P-0-0303: Digitale E/A, Eingänge
P-0-0304: Digitale E/A, Ausgänge

Abb. 9-31: Zugriff auf digitale Ein-/Ausgänge des Steuerteils über SERCOS-Führungskommunikation

Inbetriebnahmehinweise für digitale Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1

Übersicht

Abbildung der Ein-/Ausgänge

Zur Abbildung der digitalen Ein- und Ausgänge des Optionsmoduls MD1 sind folgende Parameter vorhanden:

- **P-0-0081, Paralleler Ausgang 1**
  → Enthält die Bits, die über die digitalen Ausgänge des Moduls MD1 ausgegeben werden
- **P-0-0082, Paralleler Eingang 1**
  → Enthält die Bits, die über die digitalen Eingänge des Moduls MD1 eingelesen werden

---

Hinweis: Die Parameter P-0-0081 und P-0-0082 sind nur vorhanden, wenn das Optionsmodul MD1 gesteckt ist.

Konfiguration

Die beiden o.g. Parameter sind zyklisch konfigurierbar (MDT- bzw. AT-Daten). Dadurch können die kompletten digitalen Eingänge oder Ausgänge auf vorhandene, zyklisch konfigurierbare Antriebsparameter (siehe S-0-0398, S-0-0399) zugewiesen werden. Für die Zuweisung werden nachfolgende Parameter verwendet:

- **P-0-0681, Zuweisung Identnummer -> Paralleler Ausgang 1**
- **P-0-0682, Zuweisung Paralleler Eingang 1 -> Identnummer**

Zugriffsmöglichkeiten

Für die Verwendung der digitalen Ein-/Ausgänge auf dem Optionsmodul MD1 gibt es folgende Möglichkeiten:

- Direkter Zugriff über die Führungskommunikation durch den Master (z.B. SPS)
- Konfiguration der Ein-/Ausgänge auf beliebige Antriebsparameter und Bits (siehe S-0-0398 und S-0-0399)
- Direkter Zugriff auf die Ein-/Ausgänge über die antriebsintegrierte SPS
- Konfiguration von digitalen Eingängen für die Sicherheitstechnik auf der MD1

Direkter Zugriff auf digitale Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1 über die Führungskommunikation

Um die digitalen Ein-/Ausgänge direkt über die Führungskommunikation zu bedienen sind folgende Schritte erforderlich:

- Konfiguration von:
  - [P-0-0681] = "S-0-0000"
  - [P-0-0682] = "S-0-0000"

  Damit können die Parameter P-0-0081 und P-0-0082 als reine "Datencontainer" zum Austausch von Daten zwischen Antrieb und Master genutzt werden.
- Konfiguration von P-0-0081 und P-0-0082 in den zyklischen Daten
- Aufnahme von P-0-0081 in die Gruppe der zyklischen Sollwerte (SERCOS: S-0-0024, Feldbus: P-0-4081)
- Aufnahme von P-0-0082 in die Gruppe der zyklischen Istwerte (SERCOS: S-0-0016, Feldbus: P-0-4080)

Folgende Darstellung zeigt den Zugriff auf die digitalen Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1 über die Führungskommunikation (hier SERCOS).

S-0-0016: Konfig.-Liste Antriebs-Telegramm
S-0-0024: Konfig.-Liste Master-Daten-Telegramm
P-0-0081: Paralleler Ausgang 1
P-0-0082: Paralleler Eingang 1

Abb. 9-32: Zugriff auf digitale Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1 über SERCOS-Führungskommunikation

Konfiguration der digitalen Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1 auf beliebige Parameter und Bits

Es ist möglich, die digitalen Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1 auf beliebige Antriebsparameter zuzuweisen.

Dazu sind folgende Schritte erforderlich:

- Konfiguration von
  - P-0-0681 = [S-0-0144] → [S-0-0144] → P-0-0081
  - P-0-0682 = [S-0-0145] → [P-0-0082] → S-0-0145

  Damit werden die Inhalte Parameter P-0-0081 und P-0-0082 auf die Parameter S-0-0144 bzw. S-0-0145 abgebildet.
- Konfiguration der gewünschten Parameter und Bits für die digitalen E/A über den Mechanismus des frei konfigurierbaren Signal-Steuer- und Signal-Statuswortes (siehe auch Parameterbeschreibungen für Signal-Steuerwort und Signal-Statuswort)
- Parameter S-0-0144 über S-0-0026 und S-0-0328 konfigurieren (siehe auch **S-0-0398, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Statuswort**)
- Parameter S-0-0145 über S-0-0027 und S-0-0329 konfigurieren (siehe auch **S-0-0399, IDN-Liste der konfigurierbaren Daten im Signal-Steuerwort**)

Hinweis: Falls die Parameter **S-0-0144, Signal-Statuswort** bzw. **S-0-0145, Signal-Steuerwort** für die Konfiguration der digitalen Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1 genutzt werden, können sie nicht mehr für die Führungskommunikation (als zyklisches Datum) verwendet werden.

Folgende Darstellung zeigt den Zugriff auf beliebige Antriebsparameter über die digitalen Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1:

S-0-0144: Signal-Statuswort
S-0-0145: Signal-Steuerwort
P-0-0081: Paralleler Ausgang 1
P-0-0082: Paralleler Eingang 1
P-0-0681: Zuweisung Identnummer -> Paralleler Ausgang 1
P-0-0682: Zuweisung Paralleler Eingang 1 -> Identnummer

Abb. 9-33: Zugriff auf beliebige Antriebsparameter über digitale Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1

Direkter Zugriff auf die Ein-/Ausgänge des Optionsmoduls MD1 über die antriebsintegrierte SPS

Um die digitalen E/A direkt von der antriebsintegrierten SPS (IndraMotion MLD-S) aus zu bedienen, müssen über P-0-0681 und P-0-0682 die entsprechenden Zuweisungen auf die antriebsintegrierte SPS erfolgen:

- **Eingänge** (vgl. P-0-1390 bis P-0-1397)
- **Ausgänge** (vgl. P-0-1410 bis P-0-1417)
- **Register** (vgl. P-0-1370 bis P-0-1385)

Hinweis: P-0-0081 und P-0-0082 dienen als reine Anzeigeparameter, die den Zustand der digitalen Ein-/Ausgänge auf dem Optionsmodul MD1 abbilden.

Anwendungsbeispiel (SPS nutzt Eingänge der MD1)

Die digitalen Eingänge der MD1 sollen als SPS-Eingänge verwendet werden. Dazu ist folgende Konfiguration erforderlich:

- **P-0-0082, Paralleler Eingang 1** auf den Parameter **P-0-1390, SPS Eingang %IW0** durch folgenden Eintrag in P-0-0682, Zuweisung Paralleler Eingang 1 -> Identnummer zuweisen
  → [P-0-0682] = "P-0-1390"

Hinweis: Die Zuweisung eines internen Parameters über **P-0-0681, Zuweisung Identnummer -> Paralleler Ausgang 1** darf nur erfolgen, wenn **P-0-0081, Paralleler Ausgang 1** nicht über eine Führungskommunikation 1. Klasse (z.B. SERCOS) geschrieben wird.

Konfiguration von digitalen Ein-/Ausgängen für die integrierte Sicherheitstechnik

Um die digitalen Ein-/Ausgänge für die im Antrieb integrierte Sicherheitstechnik zu nutzen, müssen über die Parameter P-0-0681 und P-0-0682 die entsprechenden Zuweisungen erfolgen:

- **Eingänge** (z.B. P-0-3212, SI-Signalsteuerwort, Kanal 1)
- **Ausgänge** (z.B. P-0-3214, SI-Signalstatuswort, Kanal 1)

Diagnose- und Statusmeldungen

Digitale Ein-/Ausgänge auf dem Steuerteil

Status der digitalen Ein-/Ausgänge

Der Zustand (= Signal-Status) der digitalen Ein-/Ausgänge wird in den Parametern **P-0-0303, Digitale E/A, Eingänge** und **P-0-0304, Digitale E/A, Ausgänge** angezeigt:

- Bit gesetzt ("1")
  → Am zugeordneten Ein-/Ausgang liegt ein HIGH-Pegel (+24 V) an bzw. der Rel1-Kontakt ist geschlossen.
- Bit nicht gesetzt ("0")
  → Am zugeordneten Ein-/Ausgang liegt ein LOW-Pegel (0 V) an bzw. der Rel1-Kontakt ist geöffnet.

Prüfung auf unzulässige Bitnummern

Bei der Eingabe in den Parameter **P-0-0301, Digitale E/A, Bitnummern** wird geprüft, ob die angegebene Bitnummer ein gültiges Bit des im Parameter P-0-0300 konfigurierten Parameters (IDN) ist.

Dabei gilt:

- **2-Byte**-Parameter → nur Bitnummern zwischen **0 und 15** zulässig
- **4-Byte**-Parameter → nur Bitnummern zwischen **0 und 31** zulässig

---

Hinweis: Bei ungültigen Eingaben oder bei bisher noch nicht konfigurierten Ein-/Ausgängen wird als Bitnummer "-1" angezeigt.

Überprüfungen im Umschaltkommando

Nachfolgende Überwachungen dienen der Sicherstellung einer sinnvollen Konfiguration der digitalen Ein-/Ausgänge oder dem Verhindern unsinniger bzw. unzulässiger Konfigurationen:

- Falls die Grenzschalterfunktion (Limit+/-) in P-0-0090 (Bit 1) aktiviert, aber keinem digitalen Eingang über P-0-0300 zugewiesen wurde, erscheint beim Hochfahren in den Betriebsmodus die Fehlermeldung **C0246 Fahrbereichsendschalter keinem digi.Eingang zugeordnet**. Dadurch soll verhindert werden, dass der Antrieb ohne konfigurierte Grenzschalterfunktion verfahren wird.
- Bei Doppelachs-Geräten können die digitalen Ein-/Ausgänge grundsätzlich beiden Achsen zugeordnet werden. Dadurch kann es passieren, dass ein Eingang bzw. Ausgang für beide Achsen konfiguriert wurde. In diesem Fall erscheint die Fehlermeldung **C0247 Digitaler Ausgang schon von anderer Achse belegt**.
- Überwachung und ggf. Fehlermeldung **C0248 Digit. Eingang bei Achsen unterschiedlich zugewiesen**
- Falls die in P-0-0301 eingetragene Bitnummer zu groß ist, erscheint die Fehlermeldung **C0249 Digitale E/As: Bitnummer zu groß**.

Digitale Ein-/Ausgänge auf Optionsmodul MD1

Status der digitalen Ein-/Ausgänge

Der Zustand (= Status) der digitalen Ein-/Ausgänge auf dem Optionsmodul MD1 wird in folgenden Parametern angezeigt:

- **P-0-0081, Paralleler Ausgang 1**
  → enthält die Information bezüglich der digitalen Ausgangsbits
- **P-0-0082, Paralleler Eingang 1**
  → enthält die Information bezüglich der digitalen Eingangsbits

Für diese Parameter gilt:

- Bit gesetzt ("1")
  → Am zugeordneten Ein-/Ausgang liegt ein HIGH-Pegel (+24 V) an.
- Bit nicht gesetzt ("0")
  → Am zugeordneten Ein-/Ausgang liegt ein LOW-Pegel (0 V) an.

Hinweis: Es findet keine zusätzliche Überprüfung der Konfiguration statt, da unsinnige Konfigurationen durch die Beschränkung der IDN-Auswahllisten bereits verhindert werden.

Hardwareabhängigkeiten

Die Belegung und Anzahl der digitalen Ein-/Ausgänge ist abhängig vom jeweiligen Steuerteil und ist in der zugehörigen Hardware-Beschreibung (Projektierung) enthalten.

Siehe Dokumentation "Projektierung Steuerteile"

9.7 Dynamisches Nockenschaltwerk

Erweiterungspakete **Servo** (Bestell-Bezeichnung **SRV**) und **Synchronisation** (Bestell-Bezeichnung **SNC**) in **Closed-Loop**-Ausprägung

Kurzbeschreibung

Die Firmware-Funktion "Dynamisches Nockenschaltwerk" kann als Ersatz für ein extern aufzubauendes, mechanisches Nockenschaltwerk genutzt werden.

Merkmale

- Realisierung von maximal **8 dynamischen Positionsschaltpunkten** (Schaltnocken) im Lagereglertakt
- frei **wählbare Bezugssignale** (P-0-0130) für die Bildung der Schaltnocken, wobei alle 8 Nocken sich auf das gleiche Signal beziehen (P-0-0131)
- jeweils getrennt **parametrierbare Ein- und Ausschaltposition** über Listenparameter (P-0-0132, P-0-0133); entsprechendes Nockenschaltbit über Wahl der Ein- und Ausschaltschwelle invertierbar
- getrennt **parametrierbare Vorhaltezeit** über Listenparameter (P-0-0134) zur Kompensation von internen Verarbeitungszeiten (Totzeitkompensation)

- **Anzeige der 8 Nockenschaltbits** im Statuswort des Nockenschaltwerks (P-0-0135), welches digitalen Ausgängen zugewiesen werden oder zyklisch über Führungskommunikations-Schnittstelle übertragen werden kann
- fest definierte **Schalthysterese** zum Verhindern des Flackerns des Nockenschaltbits bei Erreichen der Ein- bzw. Ausschaltschwelle

Hinweis: "Dynamisches Nockenschaltwerk" ist eine Gerätefunktion und steht somit bei Doppelachsgeräten nur einmal zu Verfügung!

Beteiligte Parameter

- **P-0-0130, Nockenschaltwerk-Signalauswahlliste**
- **P-0-0131, Nockenschaltwerk-Signalauswahl**
- **P-0-0132, Nockenschaltwerk-Einschaltschwelle**
- **P-0-0133, Nockenschaltwerk-Ausschaltschwellen**
- **P-0-0134, Nockenschaltwerk-Vorhaltezeiten**
- **P-0-0135, Nockenschaltwerk-Statuswort**

Beteiligte Diagnosen

- **C0242 Mehrfach-Konfiguration eines Parameters (->S-0-0022)**

Funktionsbeschreibung

Grundprinzip der Nockenbildung

Grundlage der Funktion "Dynamisches Nockenschaltwerk" ist die Erfassung der Information, ob sich die gewählte Bezugsgröße innerhalb des Bereichs zwischen Ein- und Ausschaltschwelle befindet oder nicht.

Abb. 9-34: Allgemeines Funktionsprinzip des Nockenschaltwerks

Hinweis: Durch die Einstellung der Ein- und Ausschaltschwelle kann das entsprechende Bit im Statuswort des Nockenschaltwerks invertiert werden.

Folgende Fälle bzgl. der Nockenbildung werden unterschieden:

- Einschaltschwelle < Ausschaltschwelle
- Einschaltschwelle > Ausschaltschwelle

Einschaltschwelle kleiner Ausschaltschwelle

Bei Programmierung "Einschaltschwelle < Ausschaltschwelle" wird das Nockenschaltbit im Parameter **P-0-0135, Nockenschaltwerk-Statuswort** gesetzt wenn:

- Bezugsgröße > Einschaltschwelle [i]
  → P-0-0131 > P-0-0132 [i]

- UND -

- Bezugsgröße < Ausschaltschwelle [i]
  → P-0-0131 < P-0-0133 [i]

X_ein: Einschaltschwelle des Nockenschaltwerks (P-0-0132)
X_aus: Ausschaltschwelle des Nockenschaltwerks (P-0-0133)

Abb. 9-35: Nockenschaltbit bei "Einschaltschwelle < Ausschaltschwelle" (P-0-0132 [i] < P-0-0133 [i])

Einschaltschwelle größer Ausschaltschwelle

Bei Programmierung "Einschaltschwelle > Ausschaltschwelle" wird das Nockenschaltbit im Parameter **P-0-0135, Nockenschaltwerk-Statuswort** gesetzt wenn:

- Bezugsgröße > Einschaltschwelle [i]
  → P-0-0131 > P-0-0132 [i]

- ODER -

- Bezugsgröße < Ausschaltschwelle [i]
  → P-0-0131 < P-0-0133 [i]

X_ein: Einschaltschwelle des Nockenschaltwerks (P-0-0132)
X_aus: Ausschaltschwelle des Nockenschaltwerks (P-0-0133)

Abb. 9-36: Nockenschaltbit bei "Einschaltschwelle > Ausschaltschwelle" (P-0-0132 [i] > P-0-0133 [i])

Vorhaltezeit bei der Nockenbildung

Durch die Parametrierung einer Vorhaltezeit kann die zeitliche Verzögerung eines externen, durch ein Nockenschaltbit anzusteuerndes Schaltelements kompensiert werden. Dazu wird aus der programmierten Vorhaltezeit und der aktuellen Geschwindigkeit des Antriebs ein theoretischer Korrekturwert für die entsprechende Ein- und Ausschaltschwelle berechnet. Das Nockenschaltbit schaltet somit um die Vorhaltezeit vor Erreichen der jeweiligen Schwelle.

Hinweis: Bei Verwendung einer Vorhaltezeit sollte die Geschwindigkeit des Antriebs im (Zeit-)Bereich zwischen theoretischer und tatsächlicher Ein- bzw. Ausschaltschwelle konstant sein.

Abb. 9-37: Funktionsprinzip "Vorhaltezeit" beim dynamischen Nockenschaltwerk

Inbetriebnahmehinweise

Hinweis: Der im Parameter **P-0-0131, Nockenschaltwerk-Signalauswahl** ausgewählte Bezugswert gilt für alle 8 Nocken, lediglich die Ein-/Ausschaltschwellen und Vorhaltezeiten können für jeden Nocken einzeln parametriert werden!

Aktivierung der Funktion und Signalauswahl

Zur Aktivierung des Nockenschaltwerks muss im Parameter **P-0-0131, Nockenschaltwerk-Signalauswahl** die Identnummer des Parameters eingetragen werden, der das Bezugssignal abbildet.

Die möglichen Bezugssignale sind vorgegeben und im Parameter **P-0-0130, Nockenschaltwerk-Signalauswahlliste** aufgelistet.

Hinweis: Die Einheit und das Attribut der Parameter P-0-0132 bzw. P-0-0133 (Einschaltschwelle/Ausschaltschwelle) richten sich nach der im Parameter **P-0-0131, Nockenschaltwerk-Signalauswahl** getroffenen Signalauswahl!

Hinweis: Durch Eintrag von "S-0-0000" in den Parameter P-0-0131 ist die Funktion deaktiviert!

Aktivierung bei Doppelachsgeräten

Bei einem Doppelachsgerät ist der Inhalt des Parameters P-0-0131 für beide Achsen verfügbar, wobei jedoch immer nur in einer Achse eine Konfiguration für P-0-0131 vorgenommen werden darf.

Konfiguration von Ein-/Ausschaltschwellen und Vorhaltezeit

Die Parametrierung der Ein- und Ausschaltschwellen sowie der zugehörigen Vorhaltezeit erfolgt über die folgenden Parameter:

- **P-0-0132, Nockenschaltwerk-Einschaltschwelle**
- **P-0-0133, Nockenschaltwerk-Ausschaltschwellen**
- **P-0-0134, Nockenschaltwerk-Vorhaltezeiten**

Jeder dieser Listenparameter enthält 8 Elemente, wobei Element 1 für das Nockenschaltbit 1, Element 2 für Bit 2 usw. vorgesehen ist.

Festlegung der Ein-/Ausschaltschwellen

Die Ein- und Ausschaltschwellen der Schaltnocken müssen, je nach Auflösung des Mess-Systems, einen Mindestabstand zueinander haben, da intern bei der Bildung des Nockensignals eine Schalthysterese verwendet wird. Bei einem Motor MKD025 mit 3-poligem Resolver beträgt dieser Abstand z.B. mindestens 0,4°.

Einstellung der Vorhaltezeit

Der Parameter **P-0-0134, Nockenschaltwerk-Vorhaltezeiten** sollte auch bei Nicht-Verwendung von Vorhaltezeiten immer komplett (d.h. alle 8 Elemente) parametriert sein; ggf. ist eine Vorhaltezeit von "0" einzutragen.

Hinweis: Um die interne Verarbeitungs-Totzeit zu kompensieren ist eine Vorhaltezeit von $t = T_{A_Lage}$ zu parametrieren!

Diagnose- und Statusmeldungen

Statusmeldung der einzelnen Nocken

Der Status bzw. Zustand der einzelnen Nockenbits wird im Parameter **P-0-0135, Nockenschaltwerk-Statuswort** angezeigt. Hierbei werden die Nocken, beginnend bei Bit 0, aufsteigend zugewiesen (siehe Parameterbeschreibung P-0-0135).

Fehlermeldung

Um beim Doppelachsgerät eine Mehrfach-Aktivierung zu vermeiden, wird im Umschaltkommando P3 → P 4 überprüft, ob jeweils nur einmal der P-0-0131 ≠ S-0-0000 konfiguriert ist. Andernfalls wird die Fehlermeldung **C0242 Mehrfach-Konfiguration eines Parameters (->S-0-0022)** generiert!

Notizen

10 Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen

10.1 Parameter, grundsätzliche Angaben

Eigenschaften, Merkmale von Parametern

Kurzbeschreibung

Die Firmware des Regelgerätes bildet den Antrieb über Daten in ein internes Rechenmodell ab. Alle dafür relevanten Betriebsdaten sind in Parametern abgebildet. Jedem Parameter ist eine Identnummer (IDN) zugeordnet. Die Identnummer ermöglicht den Zugriff auf Betriebsdaten über

- die serielle Schnittstelle

- oder -

- eine Führungskommunikations-Schnittstelle, die für einen Datentransfer geeignet ist.

Die in Parametern abgelegten Betriebsdaten sind durch die Identnummer identifizierbar. Sie können gelesen und bei Bedarf transferiert werden. Die Beschreibbarkeit von Parametern durch den Anwender ist abhängig von den Eigenschaften des jeweiligen Parameters und der aktuellen Kommunikationsphase. Bestimmte Parameterwerte (Betriebsdaten) werden vom der Antriebsfirmware auf Gültigkeit geprüft.

Funktionsbeschreibung

Parameteraufbau

Jeder Parameter besteht aus sieben Datenblock-Elementen.

Element-Nr.	Bezeichnung	Bemerkung
1	Identnummer (IDN)	Kennzeichnung des Parameters/ Auslesen des Datenstatus
2	Name	kann durch Sprachumschaltung verändert werden
3	Attribut	enthält Nachkommastellen, Datenlänge, Datentyp und Anzeigeformat, Funktion
4	Einheit	kann durch Wichtung oder Sprachumschaltung verändert werden
5	Minimaler Eingabewert	minimaler Eingabewert des Betriebsdatums
6	Maximaler Eingabewert	maximaler Eingabewert des Betriebsdatums
7	Betriebsdatum	Parameterwert

Abb. 10-1: Datenblock-Elemente eines Parameters

Hinweis: Siehe auch "Definitionen" zu den Attributen der "Parameterbeschreibung" für die IndraDrive-Regelgeräte.

Schreiben und Lesen eines Parameters

Alle Datenblock-Elemente können über eine geeignete Führungskommunikations- oder serielle Schnittstelle ausgelesen werden. Nur das Betriebsdatum ist auch beschreibbar.

Das Betriebsdatum eines Parameters kann permanent schreibgeschützt oder immer bzw. zeitweise beschreibbar sein. Die Beschreibbarkeit ist abhängig von

- der Kommunikationsphase

  - und -

- der Aktivierung eines Passwortes.

Hinweis: Beim Lesen und Schreiben des Betriebsdatums kann es zu Fehlermeldungen kommen (siehe "Fehler" im Kapitel "Systemübersicht").

Datenstatus

Jeder Parameter hat einen Datenstatus. Er gibt Auskunft über:

- Gültigkeit/Ungültigkeit des Betriebsdatums (Parameterwert)
- Zustand von Kommandos (Kommandoquittung) bei Parametern die für die Aktivierung von Kommandos verwendet werden (siehe "Kommandos" im Kapitel "Systemübersicht").)

Das Regelgerät überprüft den Datenstatus der Parameter auf Gültigkeit des Betriebsdatums beim Wechsel vom Parametermodus in den Betriebsmodus.

Hierbei werden die Betriebsdaten (Parameterwerte) der in

- **S-0-0018, IDN-Liste Betriebsdaten Kommunikationsphase 2**
- **S-0-0019, IDN-Liste Betriebsdaten Kommunikationsphase 3**

aufgelisteten Parameter auf Gültigkeit überprüft.

Der Steuerungs-Master kann die Identnummern der Parameter, deren Betriebsdaten (Parameterwerte) ungültig sind, abfragen über:

- **S-0-0021, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 2**
- **S-0-0022, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 3**

Der Datenstatus wird gemeldet, wenn der Steuerungs-Master einen Schreibbefehl auf das Datenblock-Element Nr. 1 eines Parameters ausführt. Dadurch kann der Steuerungs-Master den Zustand eines gestartetes Kommando erkennen.

Siehe "Kommandoverarbeitung" im Kapitel "Führungskommunikation"

Sprachumschaltung

Im Parameter **S-0-0265, Sprachumschaltung** kann eingestellt werden, in welcher Sprache Parameternamen und Text in Einheiten von Parameterwerten angezeigt werden.

Inbetriebnahmehinweise

Bei der antriebsinternen Prüfung von Parameterwerten beim Wechsel vom Parametermodus in den Betriebsmodus können folgende Kommandofehler gemeldet werden:

- **C0101 Parametersatz unvollständig (siehe S-0-0021)**
- **C0102 Parameter Grenzwertfehler (S-0-0021)**

- oder -

- **C0201 Parametersatz unvollständig (->S-0-0022)**
- **C0202 Parameter Grenzwertfehler (->S-0-0022)**
- **C0203 Parameter Umrechnungsfehler (->S-0-0022)**

Bei Erkennen von Fehlern dieser Kategorie werden die IDN der Parameter mit den fehlerhaften Betriebsdaten aufgelistet in:

- **S-0-0021, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 2**
- **S-0-0022, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 3**

Die aufgelisteten IDN sind mit einem gültigen Wert zu beschreiben. Die Wertebereichsgrenzen sind in den Datenblock-Elementen Nr. 5 und Nr. 6 enthalten. Sie werden über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" bei der Eingabe von Einzelparametern direkt angezeigt.

Spracheinstellung

Die gewünschte Sprache für die Anzeige von Parameternamen und Text in Einheiten von Parameterwerten ist einzustellen im Parameter

- **S-0-0265, Sprachumschaltung**.

Laden, Speichern und Sichern von Parametern

Kurzbeschreibung

Parameter

Alle relevanten Betriebsdaten sind in Parametern abgebildet und werden im Regelgerät gespeichert.

Datenspeicher

In einem IndraDrive-Antrieb sind mehrere nicht flüchtige Datenspeicher vorhanden:

- im Regelgerät
- im Motorgeber (abhängig vom Motortyp)
- als MultiMediaCard (MMC), optional

Das Regelgerät besitzt außerdem einen flüchtigen Datenspeicher (Arbeitsspeicher).

Auslieferungszustand

Auslieferungszustand der Rexroth-Antriebskomponenten:

- Der Speicher des Regelgeräts enthält die Antriebsfirmware und die regelgerätspezifischen Parameterwerte.
- Der Speicher des Motorgebers enthält die geberspezifischen und, abhängig vom Motortyp, die motorspezifischen Parameterwerte.
- Die MMC enthält die Antriebsfirmware.

Speichern der anwendungs-spezifischen Parameterwerte

Die anwendungsspezifischen Parameterwerte werden im Regelgerät gespeichert. Die Speicherung kann wegen der begrenzten Anzahl von Schreibzyklen von nicht flüchtigen Speichermedien auch im Arbeitsspeicher (flüchtiger Speicher) erfolgen.

Sichern von Parameterwerten

Das Sichern der anwendungsspezifischen Parameterwerte ist in folgenden Fällen erforderlich:

- nach Erstinbetriebnahme der Maschinenachse bzw. des Motors
- vor dem Austausch des Regelgerätes im Servicefall (falls möglich)

Die Sicherung der anwendungsspezifischen Parameterwerte kann erfolgen über:

- MMC → Kopieren der Parameterwerte durch Kommando
- Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" → Sichern der Parameterwerte auf externem Datenträger
- Steuerungs-Master → Sichern der Parameterwerte auf master-seitigem Datenträger

Parameter-IDN-Listen

Das masterseitige Sichern der Parameterwerte wird vom Antrieb unterstützt durch Auflistungen von Parameter-Identnummern (IDN). Bei Verwendung dieser Listen ist vollständiges Speichern der anwendungs-spezifischen Parameterwerte gewährleistet. Es können auch kundenseitig definierte IDN-Listen festgelegt werden.

Laden von Parameterwerten

Das Laden von Parameterwerten ist in folgenden Fällen erforderlich:

- Erstinbetriebnahme des Motors (Laden der Basisparameterwerte und der motorspezifischen Parameterwerte)
- Serieninbetriebnahme von Maschinenachsen an Serienmaschinen (Laden der nach der Erstinbetriebnahme gesicherten Parameterwerte)
- Wiederherstellen eines definierten Ausgangszustandes (erneutes Laden der nach der Erstinbetriebnahme gesicherten Parameterwerte)
- Austausch des Regelgeräts im Servicefall (Laden der vor dem Servicefall aktuell gesicherten Parameterwerte)

Möglichkeiten zum Laden von Parameterwerten ins Regelgerät:

- Motorgeber-Datenspeicher → Laden der Parameterwerte durch Kommando oder über Bedienfeld bei Motor-Erstinbetriebnahme
- MMC → Laden der Parameterwerte durch Kommando
- Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" → Laden der Parameterwerte von externem Datenträger
- Steuerungs-Master → Laden der Parameterwerte von masterseitigem Datenträger

Prüfsumme der Parameterwerte

Der Steuerungs-Master kann durch Prüfsummenvergleich feststellen, ob die Werte der aktuell im Antrieb aktiven, anwendungsspezifischen Parameterwerte den masterseitig gesicherten Werten entsprechen.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0017, IDN-Liste aller Betriebsdaten**
- **S-0-0192, IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten**
- **S-0-0262, C07_x Kommando Urladen**
- **S-0-0263, C2300 Kommando Arbeitsspeicher laden**
- **S-0-0264, C2200 Kommando Arbeitsspeicher sichern**
- **S-0-0269, Speicherungsmodus**
- **S-0-0270, IDN-Liste der selektiv zu sichernden Betriebsdaten**
- **S-0-0293, C2400 Kommando Arbeitsspeicher selektiv sichern**
- **S-0-0326, Parameter Prüfsumme**
- **S-0-0327, IDN-Liste der Prüfsummenparameter**
- **P-0-0013, IDN-Liste der modifizierten Parameter**
- **P-0-4023, C0400 Umschaltung auf Komm.-Phase 2**
- **P-0-4065, Aktiver nicht flüchtiger Speicher**
- **P-0-4090, Index für C07 Urladen**
- **P-0-4091, C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren**
- **P-0-4092, C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren**

Beteiligte Diagnosen

Umschalten der Kommunikationsphase:

- **C0400 Umschalten auf Phase 2**

Urladen (Reglerparameter laden):

- **C07_0 Kommando Urladen (Reglerparameter laden)**
- **C0702 Keine Defaultparameter vorhanden**
- **C0703 Default-Parameter ungültig**
- **C0704 Parameter nicht kopierbar**
- **C0706 Fehler beim Lesen der Reglerparameter**

Urladen (Basisparameter laden):

- **C07_1 Kommando Urladen (Basisparameter laden)**
- **C0751 Parameter-Defaultwert fehlerhaft (-> S-0-0021)**
- **C0752 Verriegelt mit Passwort**

Arbeitsspeicher sichern:

- **C2200 Kommando Arbeitsspeicher sichern**
- **C2202 Fehler beim Schreiben auf nicht flüchtigen Speicher**

Arbeitsspeicher laden:

- **C2300 Kommando Arbeitsspeicher laden**
- **C2301 Fehler beim Lesen des nicht flüchtigen Speichers**
- **C2302 Fehler beim Parameter-Umrechnen**

Arbeitsspeicher selektiv sichern:

- **C2400 Kommando Arbeitsspeicher selektiv sichern**
- **C2402 Fehler beim Parameterspeichern**

Parameter von MMC auf Flash kopieren:

- **C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren**
- **C2502 Fehler beim Zugriff auf die MMC**
- **C2504 Fehler beim Schreiben auf das Flash**

Parameter von Flash auf MMC kopieren:

- **C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren**
- **C2602 Fehler beim Zugriff auf die MMC**
- **C2604 Fehler beim Lesen vom Flash**

Weitere Diagnosen:

- **F2100 Flash defekt**
- **F2101 MMC konnte nicht angesprochen werden**
- **F2102 I2C-Speicher konnte nicht angesprochen werden**
- **F2103 EnDat-Speicher konnte nicht angesprochen werden**

Funktionsbeschreibung

Speichermedien im Antriebsregelgerät

Im Antriebsregelgerät sind alle Betriebsdaten gespeichert, die sich auf die Hardware beziehen. Sie sind vom Anwender nicht änderbar.

Jede Leiterkarte ist mit einem nicht flüchtigen Speicher versehen. Er trägt die Leiterkartenkennung sowie leiterkartenspezifische Betriebsdaten.

Auf der Hauptleiterkarte befindet sich ein nicht flüchtiger Speicher (Flash) und ein flüchtiger Speicher (Arbeitsspeicher). Der Flash-Speicher enthält die leiterkartenspezifischen Betriebsdaten. In ihm wird auch die Antriebsfirmware gespeichert. Die Werte der anwendungsspezifischen Parameter können entweder im Flash-Speicher oder im Arbeitsspeicher gehalten werden.

Speichermedium im Motorgeber

Bei den Motor-Baureihen MHD, MKD, MKE, MAD und MAF enthält der Datenspeicher des Motorgebers alle motor- und motorgeberspezifischen Parameterwerte. Zusätzlich sind dort motorspezifische Regelkreis-Parameterwerte gespeichert, mit denen das Regelgerät in einfacher Weise auf den Motor angepasst werden kann.

Bei den Motoren 2AD und ADF enthält der Datenspeicher des Motorgebers nur die geberspezifischen Parameterwerte. Die motorspezifischen Regelkreis-Parameterwerte zur Anpassung des Regelgeräts an den Motor werden aus einer Datenbank des Inbetriebnahmetools "IndraWorks D" in das Regelgerät geladen.

Speichermedium MultiMediaCard (MMC)

Die MultiMediaCard (MMC) ist ein nicht flüchtiges Speichermedium, das permanent oder temporär in den vorgesehenen Steckplatz auf der Frontseite des Regelgerätes gesteckt werden kann. Die MMC ist nicht zwingend erforderlich!

Die MMC kann verwendet werden als

- permanent gestecktes Medium zur Sicherung der Firmware und der anwendungsspezifischen Parameterwerte

- oder -

- temporär gestecktes Medium zum Firmware-Update

- oder -

- temporär gestecktes Medium zum Übertragen von anwendungs-spezifischen Parameterwerten.

Parameter- und Betriebsmodus

Parameter, deren Betriebsdatum änderbar ist, können in einer oder ggf. mehreren Kommunikationsphasen mit Werten beschrieben werden. Prinzipiell wird unterschieden zwischen

- Parametermodus (Kommunikationsphase "P2") und
- Betriebsmodus (Kommunikationsphase "P4").

Im Parametermodus sind prinzipiell alle änderbaren Parameter beschreibbar.

Kommando "Urladen" (Basisparameter laden)

Über das Kommando **S-0-0262, C07_x Kommando Urladen** kann in Kommunikationsphase "P2" ein definierter Ausgangszustand der Parameterwerte hergestellt werden. Dazu muss über **P-0-4090, Index für C07 Urladen** festgelegt werden, ob

- der in der Firmware abgelegte Basisparametersatz (Defaultwerte für alle Parameter)

- oder -

- die im Motorgeber-Datenspeicher (falls vorhanden) gespeicherten motorspezifischen Default-Regelkreis-Parameterwerte

in das Regelgerät geladen werden sollen.

Speichermodus

Die anwendungsspezifischen Parameterwerte werden, abhängig von **S-0-0269, Speicherungsmodus**, im Regelgerät flüchtig (im Arbeitsspeicher) oder nicht flüchtig (im Flash-Speicher) gespeichert.

Die nicht flüchtige Speicherung erfolgt mit jedem Schreibzugriff auf das jeweilige Betriebsdatum.

Flüchtige Speicherung der Parameterwerte wird dann empfohlen, wenn anwendungsspezifische Parameter zyklisch beschrieben werden. Andernfalls ist die Lebensdauer der nicht flüchtigen Speichermedien beeinträchtigt.

Parameter-IDN-Listen

Zum Sichern der relevanten anwendungsspezifischen Parameterwerte bietet der Antrieb Listen von Identnummern (IDN), die das vollständige Speichern der Werte von Parametergruppen unterstützen:

- **S-0-0192, IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten**
- **S-0-0270, IDN-Liste der selektiv zu sichernden Betriebsdaten**

Der Parameter S-0-0192 enthält eine nicht modifizierbare Liste von IDN. Der Parameter S-0-0270 enthält eine leere Liste, in die nach anwendungsspezifischen Erfordernissen bestimmte IDN eingetragen werden können.

Zum Sichern aller Parameterwerte bietet der Antrieb die Liste der IDN aller Parameter in

- **S-0-0017, IDN-Liste aller Betriebsdaten**.

Zur Identifikation der Parameter, deren Wert sich gegenüber dem Default-Wert geändert hat, bietet der Antrieb den Parameter

- **P-0-0013, IDN-Liste der modifizierten Parameter**.

Kommando "Arbeitsspeicher sichern" bzw. "selektiv sichern"

Falls in **S-0-0269, Speicherungsmodus** "flüchtig" eingestellt ist, können die Parameterwerte der Liste von S-0-0192 mit Start von **S-0-0264, C2200 Kommando Arbeitsspeicher sichern** im nicht flüchtigen Flash-Speicher gesichert werden.

Sollen die Parameterwerte der Liste von S-0-0270 gesichert werden, muss **S-0-0293, C2400 Kommando Arbeitsspeicher selektiv sichern** aktiviert werden. Solange der Speicherungsmodus (S-0-0269) nicht geändert wird, bleiben die einmal über die Kommandos C2200 bzw. C2400 im Flash-Speicher gesicherten Werte unverändert.

Kommando "Arbeitsspeicher laden"

Durch **S-0-0263, C2300 Kommando Arbeitsspeicher laden** werden die Werte aus dem nicht flüchtigen Flash-Speicher in den flüchtigen Arbeitsspeicher kopiert.

Hinweis: Dies ist nur dann sinnvoll, wenn flüchtiger Speicherungsmodus eingestellt ist (S-0-0269) und eine Sicherung von Parameterwerten im regelgeräteinternen Flash-Speicher erfolgt ist!

Sichern von anwendungs-spezifischen Parameterwerten

Zum Sichern der anwendungsspezifischen Parameterwerte, z.B. nach der Erstinbetriebnahme, gibt es folgende Möglichkeiten:

- **P-0-4092, C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren** starten
  Die Parameterwerte der Liste von S-0-0192 werden auf eine im Regelgerät gesteckte MMC-Karte kopiert (Bei flüchtigem Speicherungsmodus muss Kommando C2200 ausgeführt sein!).
- **Inbetriebnahmetool "IndraWorks D"**
  Die Parameterwerte der Liste von S-0-0192 werden auf einen externen Datenträger (Festplatte, Diskette o.ä.) gespeichert; die Zielzuweisung erfolgt über das Menü des Tools (serielle Kommunikation mit dem Regelgerät oder über SYSDA SERCOS interface).
- **Steuerungs-Master**
  Die Parameterwerte der Liste von S-0-0192 oder S-0-0270 oder/und ggf. anderer Parameter werden durch Befehl des Steuerungs-Masters auf einen masterseitigen Datenträger gespeichert.

Laden von anwendungs-spezifischen Parameterwerten

Zum Laden von gesicherten Parameterwerten bzw. Übertragen von achs-spezifischen Parameterwerten auf Regelgeräte anderer Achsen gibt es folgende Möglichkeiten:

- **P-0-4091, C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren** starten
  Die auf einer gesteckten MMC gespeicherten Parameterwerte (lt. Liste von S-0-0192) werden in den geräteinternen, nicht flüchtigen Flash-Speicher geladen.
- **Inbetriebnahmetool "IndraWorks D"**
  Die auf einem externen Datenträger (Festplatte, Diskette o.ä.) gespeicherten Parameterwerte (lt. Liste von S-0-0192) werden in das Regelgerät geladen; die Quellzuweisung erfolgt über das Menü des Tools (serielle Kommunikation mit dem Regelgerät oder über SERCANS-Box/SERCOS interface).
- **Steuerungs-Master**
  Die Parameterwerte der Liste von S-0-0192 oder S-0-0270 oder/und ggf. anderer Parameter werden durch Befehl des Steuerungs-Masters von einem masterseitigen Datenträger in das Regelgerät geladen.

Parameter-Prüfsumme

Beim Auslesen des Parameters **S-0-0326, Parameter Prüfsumme** wird die Prüfsumme über alle Parameterwerte gebildet, deren IDN im Parameter **S-0-0327, IDN-Liste der Prüfsummenparameter** enthalten sind. Veränderungen der Parametereinstellungen können durch Vergleich von Prüfsummen erkannt werden.

Durch Vergleich der Prüfsumme der aktuell im Antrieb aktiven Parameterwerten mit einem zum Zeitpunkt der Parametersicherung gespeicherten Prüfsummenwert kann festgestellt werden, ob die aktiven anwendungsspezifischen Parameterwerte korrekt sind.

Standardmäßig sind im Parameter S-0-0327 noch keine IDN eingetragen!

Inbetriebnahmehinweise

Erstinbetriebnahme

Zu Beginn der Erstinbetriebnahme eines Motors bzw. einer Maschinenachse zunächst sicherstellen, dass die gewünschte Firmware im Regelgerät aktiv ist. Dazu Auslesen des Parameters

- **S-0-0030, Hersteller-Version**.

Falls nicht die gewünschte Firmware im Regerlgerät vorhanden ist, ein Firmware-Update durchführen (siehe "Firmware-Update" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen").

Basisparameter laden

Falls die gewünschte Firmware im Regelgerät vorhanden ist, Basisparameterwerte der Firmware laden:

1. **P-0-4090, Index für C07 Urladen** einstellen
2. **S-0-0262, C07_x Kommando Urladen** starten

Zugehörige Kommandodiagnose:

- **C07_1 Kommando Urladen (Basisparameter laden)**

Zugehörige Diagnosen bei evtl. auftretenden Kommandofehlern:

- **C0751 Parameter-Defaultwert fehlerhaft (-> S-0-0021)**
- **C0752 Verriegelt mit Passwort**

Siehe auch "Erstinbetriebnahme/Serieninbetriebnahme" im Kapitel "Inbetriebnahme"

Motorspezifische Regelkreis-Parameterwerte laden

Nach dem Laden der Basisparameter meldet das Regelgerät "RL", falls ein Rexroth-Motor mit Motorgeber-Datenspeicher angeschlossen ist. Durch

- Drücken der "Esc"-Taste am Bedienfeld

- oder -

- Kommando **S-0-0099, C0500 Reset Zustandsklasse 1**

werden die im Motorgeber gespeicherten, motorspezifischen Regelkreis-Parameterwerte zur Anpassung des Regelgerätes an den Motor geladen.

Falls der Ausgangszustand der motorspezifischen Regelkreis-Parameterwerte während der Inbetriebnahme wiederhergestellt werden soll, geschieht dies bei Motoren mit Geberdatenspeicher durch Start von

- **S-0-0262, C07_x Kommando Urladen**.

VORSICHT

⇒ Mit Ausführung dieses Kommandos werden u.U. bereits optimierte Regelkreis-Parameterwerte überschrieben!

Hinweis: Durch automatischen Reset ist der Parameter **P-0-4090, Index für C07 Urladen** richtig voreingestellt!

Hinweis: Bei Motoren ohne Geberdatenspeicher ist Laden der motorspezifischen Regelkreis-Parameterwerte durch das Kommando "Urladen" nicht möglich! Die Werte können aus einer Datenbank des Inbetriebnahmetools "IndraWorks D" geladen werden.

Zugehörige Kommandodiagnose:

- **C07_0 Kommando Urladen (Reglerparameter laden)**

Zugehörige Diagnosen bei evtl. auftretenden Kommandofehlern:

- **C0702 Keine Defaultparameter vorhanden**
- **C0703 Default-Parameter ungültig**
- **C0704 Parameter nicht kopierbar**
- **C0706 Fehler beim Lesen der Reglerparameter**

Siehe auch "Erstinbetriebnahme/Serieninbetriebnahme" im Kapitel "Inbetriebnahme"

Bei Speicherungsmodus "flüchtige Speicherung"

Wenn im Parameter **S-0-0269, Speicherungsmodus** "flüchtige Speicherung" eingestellt ist, erfolgt keine automatische Speicherung von Parameterwerten im antriebsinternen Flash-Speicher. Die anwendungsspezifischen Parameterwerte sind deshalb nach vollständiger Eingabe durch

- **S-0-0264, C2200 Kommando Arbeitsspeicher sichern**

im Flash-Speicher antriebsintern zu sichern. Dadurch ist gewährleistet, dass nach dem Wieder-Einschalten des Antriebs automatisch die zur Achse passenden Parameterwerte aus dem Flash-Speicher in den Arbeitsspeicher des Regelgeräts geladen werden.

Zugehörige Kommandodiagnose:

- **C2200 Kommando Arbeitsspeicher sichern**

Zugehörige Diagnosen bei evtl. auftretenden Kommandofehlern:

- **C2202 Fehler beim Schreiben auf nicht flüchtigen Speicher**

Neben dem Sichern aller anwendungsspezifischen Parameterwerte (C2200) können auch nur ausgewählte Parameterwerte im Flash-Speicher gesichert werden. Diese Parameter werden mit einem aktuellen Wert überschrieben. Dies geschieht durch

- **S-0-0293, C2400 Kommando Arbeitsspeicher selektiv sichern**.

Das Kommando C2400 kann zur internen Sicherung einer Parametergruppe benutzt werden, deren Werte z.B. während des Betriebs nachoptimiert werden müssen. Die Identnummern dieser Parametergruppe werden zweckmäßig festgelegt durch Löschen von nicht erforderlichen IDN aus der Default-Liste von

- **S-0-0270, IDN-Liste der selektiv zu sichernden Betriebsdaten**.

Hinweis: Bei "flüchtiger Speicherung" ist vor Start des Kommandos C2400 mindestens einmal das Kommandos C2200 auszuführen, da sonst bei einigen Parameterwerten Basisparameterwerte im Flash-Speicher bestehen bleiben.

Zugehörige Kommandodiagnose:

- **C2400 Kommando Arbeitsspeicher selektiv sichern**

Zugehörige Diagnosen bei evtl. auftretenden Kommandofehlern:

- **C2402 Fehler beim Parameterspeichern**

Sichern und Laden von Parameterwerten mit MMC

Siehe "MultiMediaCard (MMC)" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Laden und Sichern von Parameterwerten über Steuerungs-Master bzw. IndraWorks D

Zum Laden und Sichern von Parameterwerten über den Steuerungs-Master oder IndraWorks D kann eine geeignete Führungskommunikationsschnittstelle oder die serielle Schnittstelle des Regelgeräts verwendet werden.

Das Laden von gesicherten Parameterwerten lt. Listenparameter S-0-0192 zum Wiederherstellen des Ausgangszustands nach der Erstinbetriebnahme ist bei Antrieben mit Absolutwertgeber und Modulowichtung nicht möglich (siehe Hinweis).

Hinweis: Bei Antrieben mit Absolutwertgeber und Modulowichtung darf die nach der Erstinbetriebnahme lt. S-0-0192 erstellte Sicherung der Parameterwerte nicht zum Wiederherstellen des Ausgangszustandes der Parameter geladen werden! **Der Lageistwert nach dem Ladevorgang wäre falsch, was jedoch regelgeräteseitig nicht erkannt werden kann!**

Hinsichtlich Wiederherstellen des Ausgangszustands der Parameter bei Antrieben mit Absolutwertgeber und Modulowichtung siehe "Erstinbetriebnahme/Serieninbetriebnahme" im Kapitel "Inbetriebnahme"

Falls zum Laden und Speichern andere Schnittstellen als SERCOS interface benutzt werden, muss zum Laden von Parametersätzen die Kommunikationsphase "P2" aktiviert werden:

- **P-0-4023, C0400 Umschaltung auf Komm.-Phase 2**

Zugehörige Kommandodiagnose:

- **C0400 Umschalten auf Phase 2**

Hinweis: Der Antrieb kehrt in den Betriebsmodus zurück, indem die Kommandos **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung Phase 2 nach 3** und **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung Phase 3 nach 4** aufeinanderfolgend gestartet werden!

Beim Lesen und Schreiben von einzelnen Parametern über den Steuerungs-Master oder IndraWorks D (ohne Kommando) können ggf. folgende Fehlermeldungen auftreten:

- **F2100 Flash defekt**
- **F2101 MMC konnte nicht angesprochen werden**
- **F2102 I2C-Speicher konnte nicht angesprochen werden**
- **F2103 EnDat-Speicher konnte nicht angesprochen werden**

IDN-Listen von Parametern

Einige im Antrieb gespeicherte Parameter beinhalten als Betriebsdatum (Parameterwert) eine Liste von Identnummern (IDN) von Antriebsparametern. Diese so genannten IDN-Listen ermöglichen eine zielgerichtete Handhabung von Antriebsparametern durch den Master oder eine Inbetriebnahme-Software.

IDN-Liste aller Betriebsdaten (S-0-0017)

Der Parameter **S-0-0017, IDN-Liste aller Betriebsdaten** enthält die Identnummern aller im Antrieb vorhandenen Parameter.

IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten (S-0-0192)

Der Parameter **S-0-0192, IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten** enthält die Identnummern aller Parameter, die im nicht flüchtigen Speicher [MultiMediaCard (MMC) oder Flash-Speicher] abgelegt sind. Diese Parameter werden für einen ordnungsgemäßen Betrieb des Antriebs benötigt. Mit dem Master oder einer Inbetriebnahme-Software kann diese IDN-Liste dazu benutzt werden, eine Sicherungskopie der Antriebsparameter zu erstellen.

IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 2 (S-0-0021)

In den Parameter **S-0-0021, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 2** werden automatisch die Identnummern der Parameter eingetragen, die von der Antriebssoftware bei Ausführung des Kommandos **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3** als ungültig erkannt werden.

Parameter werden als ungültig erkannt, wenn:

- deren Prüfsumme nicht zum Betriebsdatum passt [die Prüfsumme ist zusammen mit dem Betriebsdatum in einem nicht flüchtigen Speicher (MultiMediaCard/MMC, Flash-Speicher, Verstärker- oder Motorgeber-Datenspeicher) hinterlegt]

- oder -

- deren Betriebsdatum außerhalb der minimalen bzw. maximalen Eingabegrenzen liegt

- oder -

- deren Betriebsdatum spezielle Plausibilitätsregeln verletzt.

In jedem Fall sind die Parameter, die bei negativer Quittierung des Kommandos **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3** im Parameter **S-0-0021, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 2** eingetragen sind, richtig zu stellen.

IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 3 (S-0-0022)

In den Parameter **S-0-0022, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 3** werden automatisch die Identnummern der Parameter eingetragen, die von der Antriebssoftware bei Ausführung des Kommandos **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 4** als ungültig bzw. unzulässig konfiguriert erkannt werden.

Parameter werden als ungültig erkannt, wenn:

- deren Prüfsumme nicht zum Betriebsdatum passt [die Prüfsumme ist zusammen mit dem Betriebsdatum in einem nichtflüchtigen Speicher (MultiMediaCard/MMC, Flash-Speicher, Verstärker- oder Motorfeedback-Datenspeicher) hinterlegt]

- oder -

- deren Betriebsdatum außerhalb der minimalen bzw. maximalen Eingabegrenzen liegt

- oder -

- deren Betriebsdatum spezielle Plausibilitätsregeln verletzt.

Parameter werden als unzulässig konfiguriert erkannt, wenn

- sie mehr als einmal zum Beschreiben durch eine zyklische Schnittstelle konfiguriert worden sind.

In jedem Fall sind die Parameter, die bei negativer Quittierung des Kommandos **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 4** im Parameter **S-0-0022, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 3** eingetragen sind, richtig zu stellen.

IDN-Liste Betriebsdaten Kommunikationsphase 2 (S-0-0018)

Im Betriebsdatum des Parameters **S-0-0018, IDN-Liste Betriebsdaten Kommunikationsphase 2** sind die Identnummern hinterlegt, die bei Ausführung des Kommandos **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3** auf Gültigkeit überprüft werden.

IDN-Liste Betriebsdaten Kommunikationsphase 3 (S-0-0019)

Im Betriebsdatum des Parameters **S-0-0019, IDN-Liste Betriebsdaten Kommunikationsphase 3** sind die Identnummern hinterlegt, die bei Ausführung des Kommandos **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 4** auf Gültigkeit überprüft werden.

IDN-Liste aller Kommandos (S-0-0025)

Im Betriebsdatum des Parameters **S-0-0025, IDN-Liste aller Kommandos** sind die Identnummern aller im Antrieb vorhandenen Kommando-Parameter hinterlegt.

IDN-Liste der selektiv zu sichernden Betriebsdaten (S-0-0270)

Im Parameter **S-0-0270, IDN-Liste der selektiv zu sichernden Betriebsdaten** werden die Identnummern von Parametern hinterlegt, die bei Ausführung des Kommandos **S-0-0293, C2400 Kommando Arbeitsspeicher selektiv sichern** gesichert werden sollen.

IDN-Liste der passwortgeschützten Betriebsdaten (S-0-0279)

Im Parameter **S-0-0279, IDN-Liste der passwortgeschützten Betriebsdaten** stehen die Identnummern der Parameter, die mit einem Kunden-Passwort (S-0-0267) geschützt werden können. Standardmäßig sind hier noch keine Identnummern eingetragen.

IDN-Liste der Prüfsummenparameter (S-0-0327)

Im Parameter **S-0-0327, IDN-Liste der Prüfsummenparameter** stehen die Identnummern der Parameter, aus denen der Inhalt des Parameters **S-0-0326, Parameter Prüfsumme** gebildet werden soll. Standardmäßig sind hier noch keine Identnummern eingetragen.

Liste aller IDN die nicht dem Defaultwert entsprechen (P-0-0013)

Im Parameter **P-0-0013, Liste aller IDN die nicht dem Defaultwert entsprechen** sind alle Parameter hinterlegt, deren Betriebsdatum gegenüber dem Defaultwert geändert wurde.

Verwendung eines Passwortes

Kurzbeschreibung

IndraDrive-Regelgeräte bieten die Möglichkeit, Parameterwerte durch Passwort vor ungewollter oder nicht-autorisierter Änderung zu schützen. Hinsichtlich des Schreibschutzes gibt es 3 Gruppen von beschreibbaren Parametern:

- Parameter, die generell schreibgeschützt sind, wie Motorparameter, Hardwarekennungsparameter, Geberparameter, Fehlerspeicher, etc. ("Verwaltungsparameter"). Die Werte dieser Parameter gewährleisten die korrekte Funktion und Leistungsfähigkeit des Antriebs.
- Parameter, die kundenseitig als Gruppe zusammengestellt und mit einem sog. Kundenpasswort geschützt werden können. Dadurch ist es möglich, Parameterwerte, die der Anpassung des Antriebs an die Achse dienen, nach ihrer Festlegung zu schützen.
- Alle übrigen beschreibbaren Parameter, die nicht in den vorgenannten Gruppierungen enthalten sind. Sie haben keinen Schreibschutz.

Die Antriebsfirmware bietet die Aktivierung bzw. Deaktivierung des Schreibschutzes für Parameterwerte durch drei hierarchisch unterschiedliche Passwörter:

- **Kundenpasswort**

  Die Werte der Parameter einer kundenseitig zusammengestellten Parametergruppe können geschützt werden.
- **Steuerungspasswort**

  Mit Kundenpasswort geschützte Parameter sind beschreibbar; "Verwaltungsparameter" bleiben schreibgeschützt.
- **Masterpasswort**

  Alle beschreibbaren Parameter, einschließlich "Verwaltungsparameter" und durch Kundenpasswort geschützte Parameter, können verändert werden.

Hinweis: Das Kundenpasswort kann kundenseitig festgelegt werden; Steuerungspasswort und Masterpasswort sind herstellerseitig festgelegt!

Beteiligte Parameter

- **S-0-0192, IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten**
- **S-0-0267, Passwort**
- **S-0-0279, IDN-Liste der passwortgeschützten Betriebsdaten**
- **P-0-4064, Passwort-Level**

Funktionsbeschreibung

Die Aktivierung bzw. Deaktivierung des Schreibschutzes für Parameterwerte durch die drei hierarchisch unterschiedlichen Passwörter geschieht durch Eingabe in den Parameter **S-0-0267, Passwort**.

Kundenpasswort

Durch ein kundenseitig festgelegtes Kundenpasswort können die Parameter einer festlegbaren Parametergruppe vor nicht-autorisiertem oder ungewolltem Beschreiben geschützt werden.

Das Kundenpasswort muss folgenden Rahmenbedingungen einhalten:

- mindestens 3 Zeichen lang
- maximal 10 Zeichen lang
- darf nur die Zeichen a…z, A…Z und die Zahlen 0…9 enthalten

Die Gruppe von Parametern, deren Werte durch das Kundenpasswort geschützt werden können, ist im Parameter **S-0-0279, IDN-Liste der passwortgeschützten Betriebsdaten** definiert. Im Auslieferungszustand sind in S-0-0279 noch keine IDN enthalten. In den Listenparameter S-0-0279 können Parameter-Identnummern nach anwendungsspezifischen Erfordernissen eingetragen werden.

Hinweis: Ein Kundenpasswort ist nicht zwingend erforderlich! Falls es nicht aktiviert wurde, bleiben die Werte der im Listenparameter S-0-0279 aufgeführten Parameter beschreibbar.

Steuerungspasswort

Nach Eingabe des herstellerseitig festgelegten, Firmware-spezifischen Steuerungspasswortes können auch Parameter, die durch ein Kundenpasswort geschützt sind, beschrieben werden. Das Steuerungspasswort bietet somit der NC-Steuerung die Möglichkeit, bei Bedarf den Schreibschutz durch das individuelle (unbekannte) Kundenpasswort zu umgehen.

Hinweis: Das für die jeweilige Firmware gültige Steuerungspasswort ist nur auf Anforderung beim Hersteller erhältlich!

Masterpasswort

Das Masterpasswort wird ebenfalls herstellerseitig festgelegt, steht jedoch ausschließlich dem Entwicklungs- und Servicepersonal von Bosch Rexroth zur Verfügung.

Hinweis: Das Masterpasswort ist geheim! Es darf steuerungs- oder kundenseitig nicht verwendet werden, denn es ermöglicht auch das Verändern der Werte von "Verwaltungsparametern" (Motorparameter, Parameter zur Hardware-Kennung, Geberparameter, Fehlerspeicher, etc.).

Aktivierung/Deaktivierung des Schreibschutzes

Im Auslieferungszustand steht im Parameter **S-0-0267, Passwort** der Wert "007". Die Aktivierung und Deaktivierung des Schreibschutzes über das Kundenpasswort geschieht nach folgendem Ablauf:

Abb. 10-2: Aktivierung und Deaktivierung des Schreibschutzes über das Kundenpasswort

Die Deaktivierung eines über Kundenpasswort aktivierten Schreibschutzes durch das Steuerungspasswort geschieht durch Eintrag des Steuerungspasswords in S-0-0267. Der kundenseitig beabsichtigte Schreibschutz kann durch Eintrag einer beliebigen Zeichenfolge in S-0-0267 wieder aktiviert werden.

Die Deaktivierung des Schreibschutzes für alle grundsätzlich beschreibbaren Parameter ist nur durch das Masterpasswort möglich und ist ausschließlich dem Entwicklungs- und Servicepersonal von Bosch Rexroth vorbehalten!

WARNUNG

Fehlerhafte Ansteuerung von Motoren bei Änderung von firmwareseitig schreibgeschützten Parameterwerten ("Verwaltungsparameter")!

⇒ Das Masterpasswort darf steuerungs- oder kundenseitig nicht verwendet werden!

Inbetriebnahmehinweise

Die IDN der Gruppe von Parametern, deren Werte schreibgeschützt werden sollen, festlegen in

- **S-0-0279, IDN-Liste der passwortgeschützten Betriebsdaten**.

Den kundenseitigen Schreibschutz für die Parameter in S-0-0279 über das Kundenpasswort, wie in dargestellt, aktivieren bzw. deaktivieren durch Beschreiben des Parameters

- **S-0-0267, Passwort**.

Hinweis: Rahmenbedingungen für die Festlegung des Kundenpasworts beachten!

Falls masterseitig oder ohne Kenntnis des Kundenpassworts der aktivierte Schreibschutz für die in S-0-0279 festgelegten Parameter aufgehoben werden soll, das Steuerungspasswort eintragen in

- **S-0-0267, Passwort**.

Hinweis: Das Steuerungspasswort muss vom Hersteller erfragt werden!

Zustandsabfrage Schreibschutz

Der aktuelle Zustand des Schreibschutzes kann abgefragt werden über

- **P-0-4064, Passwort-Level**.

Diagnose

Beim Versuch, einen schreibgeschützten Parameter zu beschreiben, wird, entsprechend der SERCOS-Spezifikation, über den nicht-zyklischen Datenkanal ein Fehlercode zum SERCOS-Master gesendet. Dadurch erkennt der Master, dass für den betreffenden Parameter ein Schreibschutz besteht und ein Beschreiben nicht möglich ist.

10.2 Gerätekonfiguration

Aufbau des Regelgerätes

Die Antriebsregelgeräte der IndraDrive-Familie besteht aus mehreren Baugruppen. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen:

- **Hauptbaugruppe**
  → Baugruppe kommuniziert direkt mit dem Master
- **Subbaugruppe**
  → Baugruppe kommuniziert nur über Hauptbaugruppe mit dem Master

FK: Führungskommunikation

Abb. 10-3: Beispiel für Aufteilung in Gerät, Baugruppen und Leiterkarten bei IndraDrive-Regelgeräten

Folgende Steuer- und Leistungsteile werden zur Zeit durch die Firmware unterstützt:

- **Steuerteile:**
  - CSH01.1C-…
  - CSB01.1C-...
  - CSB01.1N-...
  - CDB01.1C-...
- **Leistungsteile:**
  - HMS01.1N-W0020-A-07-NNNN
  - HMS01.1N-W0036-A-07-NNNN
  - HMS01.1N-W0054-A-07-NNNN
  - HMS01.1N-W0070-A-07-NNNN
  - HMS01.1N-W0150-A-07-NNNN

- HMS01.1N-W0210-A-07-NNNN
- HMD01.1N-W0012-A-07-NNNN
- HMD01.1N-W0020-A-07-NNNN
- HMD01.1N-W0036-A-07-NNNN
- HCS02.1E-W0012-A-07-NNNN
- HCS02.1E-W0028-A-07-NNNN
- HCS02.1E-W0054-A-07-NNNN
- HCS02.1E-W0070-A-07-NNNN
- HCS03.1E-W0070-A-05-NNNN
- HCS03.1E-W0100-A-05-NNNN
- HCS03.1E-W0150-A-05-NNNN
- HCS03.1E-W0210-A-05-NNNN

Hinweis: Die Gerätekonfiguration erfolgt werkseitig und kann bei Bedarf über Parameter ausgelesen werden.

Leiterkartenkennung

Kurzbeschreibung

Das konfigurierbare Steuerteil eines Antriebsregelgerätes ist aus der Steuerteil-Grundleiterkarte und einem oder mehreren Optionsmodulen aufgebaut (siehe Typenschlüssel in der Dokumentation "Projektierung Steuerteil").

Jedem Steckplatz für Leiterkarte bzw. Optionsmodul ist ein eigener Parameter zugeordnet (vgl. P-0-1506 bis P-0-1511). In diesen Parametern werden die spezifischen Daten (Leiterkartenkennung) der jeweils gesteckten Leiterkarte abgelegt.

Hinweis: Die Leiterkartenkennungen sind direkt auf der Leiterkarte bzw. dem jeweiligen Optionsmodul gespeichert.

S-0-0140: Regelgerätetyp
P-0-1506: Leiterkartenkennung Optionsmodul 1
P-0-1507: Leiterkartenkennung Optionsmodul 2
P-0-1508: Leiterkartenkennung Optionsmodul 3
P-0-1509: Leiterkartenkennung Führungskommunikation
P-0-1510: Leiterkartenkennung Leistungsteil
P-0-1511: Leiterkartenkennung Steuerteil
P-0-1518: Baugruppenkennung Steuerteil
P-0-1519: Baugruppenkennung Leistungsteil
P-0-1520: Steuerteiltyp

Abb. 10-4: Gerätekonfiguration und Leiterkartenkennung bei IndraDrive

Die Antriebsfirmware überprüft in der Initialisierungsphase (beim Booten) automatisch die Zusammenstellung (Konfiguration) des Steuerteils anhand der einzelnen Leiterkartenkennungen und bildet daraus den Inhalt des Parameters **P-0-1520, Steuerteiltyp**. Über diesen Parameter ist es möglich, die Konfiguration des vorhandenen Steuerteils auszulesen.

Hinweis: Die Konfiguration des Steuerteils erfolgt werkseitig und wird zu Diagnosezwecken im Parameter P-0-1520 angezeigt (Typbezeichnung im Klartext)!

Beteiligte Parameter

- **S-0-0140, Regelgerätetyp**
- **P-0-1506, Leiterkartenkennung Optionsmodul 1**
- **P-0-1507, Leiterkartenkennung Optionsmodul 2**
- **P-0-1508, Leiterkartenkennung Optionsmodul 3**
- **P-0-1509, Leiterkartenkennung Führungskommunikation**
- **P-0-1510, Leiterkartenkennung Leistungsteil**
- **P-0-1511, Leiterkartenkennung Steuerteil**

- **P-0-1518, Baugruppenkennung Steuerteil**
- **P-0-1519, Baugruppenkennung Leistungsteil**
- **P-0-1520, Steuerteiltyp**

Beteiligte Diagnosen

Während der Initialisierungsphase führt der Antrieb neben der Überprüfung der vorhandenen Konfiguration auch einige zusätzliche Überprüfungen durch. Dabei ggf. erkannte Fehler werden entsprechend ihrer Ursache eingeteilt.

Grundsätzliche Fehlfunktion einer Leiterkarte mit spezifischen Fehlermeldungen:

- **F8091 Leistungsteil defekt**
- **F8122 Steuerteil defekt**

Nicht zulässige Konfiguration des Steuerteils, d.h. es wurde eine Optionskarte in einen Steckplatz gesteckt, der diese Karte nicht unterstützt (zulässige Kombinationen der einzelnen Optionsmodule sind zu beachten; siehe Dokumentation "Projektierung Steuerteil"):

- **F8118 Unzulässige Leistungsteil- / Firmwarekombination**
- **F8120 Unzulässige Steuerteil- / Firmwarekombination**

Betriebsstundenzähler

Kurzbeschreibung

Im Antrieb sind Betriebsstundenzähler vorhanden, welche die Betriebszeiten für Steuerteil und Leistungsteil getrennt erfassen. Die jeweilige Betriebszeit wird in den Parametern P-0-0190 oder P-0-0191 angezeigt. Diese Zeiten werden direkt aus dem Steuerteil bzw. Leistungsteil gespeichert, so dass auch im Servicefall die Zuordnung erhalten bleibt.

Beteiligte Parameter

- **P-0-0190, Betriebsstunden Steuerteil**
- **P-0-0191, Betriebsstunden Leistungsteil**

Im Parameter **P-0-0190, Betriebsstunden Steuerteil** wird die Betriebszeit des Steuerteils des Antriebes angezeigt. Die Einheit ist Sekunden.

Als Betriebszeit gilt für das Steuerteil die Zeit, die der Antrieb eingeschaltet war.

Im Parameter **P-0-0191, Betriebsstunden Leistungsteil** wird die Betriebszeit des Leistungsteils des Antriebs bei gesetzter Reglerfreigabe angezeigt. Die Einheit ist Sekunden.

Als Betriebszeit gilt für das Leistungsteil die Zeit, während der die Endstufe freigegeben war.

Hinweis: Die Zähler werden vor Auslieferung der Geräte werkseitig auf einen definierten Wert gestellt. Sie können somit die Gesamtlaufzeit einer Komponente im Feldeinsatz angeben.

Fehlerspeicher (Leistungs- und Steuerteil)

Kurzbeschreibung

Im Antrieb werden alle aufgetretenen Fehler in einem Fehlerspeicher auf dem Steuerteil erfasst. Falls es sich um einen Fehler im Leistungsteil handelt, wird dieser zusätzlich in einem separaten Fehlerspeicher auf dem Leistungsteil gespeichert. Dadurch wird sichergestellt, dass auch nach dem Trennen von Leistungs- und Steuerteil die relevanten Informationen weiterhin auf dem Leistungsteil zur Verfügung stehen.

Hinweis: Die Speicherung der Diagnosenummer und des aktuellen Betriebsstunden-Zählerstands erfolgt automatisch beim Auftreten eines Fehlers.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0390, Diagnose-Nummer**
- **P-0-0190, Betriebsstunden Steuerteil**
- **P-0-0191, Betriebsstunden Leistungsteil**
- **P-0-0192, Fehlerspeicher Diagnosenummern**
- **P-0-0193, Fehlerspeicher-Betriebsstunden Steuerteil**

Hinweis: Die Inhalte der Parameter P-0-0192 und P-0-0193 werden auf dem Steuerteil gespeichert. Der Inhalte des Parameters P-0-0194 wird auf dem Leistungsteil gespeichert.

Funktionsbeschreibung

Fehlerspeicher im Steuerteil

Erkennt der Antrieb ein Zustandsklasse-1-Fehler, wird ein Bit im Parameter **S-0-0011, Zustandsklasse 1** gesetzt und im Antriebs-Statuswort das Bit 13 für "Fehler in Zustandsklasse-1" gesetzt.

Zur genaueren Diagnose wird zusätzlich

- die Diagnosenummer am Display angezeigt und im Parameter **S-0-0390, Diagnose-Nummer** (im "Hex-Format") abgelegt,
- die entsprechende Fehlernummer im Parameter **P-0-0009, Fehler-Nummer** (im "Dezimal-Format") abgelegt,
- der Klartext der Diagnose im Parameter **S-0-0095, Diagnose** abgelegt,
- der Inhalt des Parameters **P-0-0190, Betriebsstunden Steuerteil** zum Zeitpunkt der Fehlererkennung im Parameter **P-0-0193, Fehlerspeicher Betriebsstunden Steuerteil** abgelegt,
- die zum Fehler gehörige Diagnosenummer laut Parameter **S-0-0390, Diagnose-Nummer** im Parameter **P-0-0192, Fehlerspeicher Diagnosenummer** in gleicher Reihenfolge abgelegt.

Die Parameter P-0-0192 und P-0-0193 sind jeweils in Form eines Stapelspeichers aufgebaut und enthalten die Diagnosenummern bzw. die Betriebsstunden-Zählerstände der zuletzt aufgetretenen **50 Fehler** in zeitlicher Reihenfolge.

Hinweis: An erster Stelle im Parameter P-0-0193 steht der Betriebsstunden-Zählerstand zum Zeitpunkt des zuletzt aufgetretenen Fehlers und im Parameter P-0-0192 die Diagnosenummer des zuletzt aufgetretenen Fehlers.

Fehlerspeicher im Leistungsteil

Betrifft ein aufgetretener Fehler das Leistungsteil, wird dieser zusätzlich auch noch im Parameter "P-0-0194, Fehlerspeicher Leistungsteil" abgelegt.

Dort sind die letzten 13 aufgetretenen Fehler und der dazugehörige Stand des Betriebsstundenzählers (vgl. P-0-0191).

Ein Beispiel für einen Fehler im Leistungsteil wäre der Fehler **F8060 Überstrom im Leistungsteil**. Dieser Fehler würde sowohl im Parameter P-0-0193 als auch im Parameter P-0-0194 angezeigt.

10.3 Diagnosesystem

Codierte Diagnosen des Antriebs

Kurzbeschreibung

Der Antrieb bietet verschiedene Diagnosemöglichkeiten, die grundsätzlich in zwei Gruppen unterteilt werden:

- Erkennung und Anzeige des aktuellen Antriebszustandes anhand der antriebsinternen prioritätenabhängigen Diagnosebildung
- Sammelmeldungen für diverse Zustandsmeldungen

Weiterhin existieren Parameter für alle wichtigen Betriebsdaten, deren Werte sowohl über die Führungskommunikation (z.B. SERCOS) als auch über eine Parametrierschnittstelle (RS-232/485 im ASCII-Protokoll oder SIS-Protokoll; siehe Abschnitt "Serielle Kommunikation") übertragen werden können.

Beteiligte Parameter

- **S-0-0030, Hersteller-Version**
- **S-0-0095, Diagnose**
- **S-0-0140, Regelgerätetyp**
- **S-0-0142, Anwendungsart**
- **S-0-0375, Liste Diagnose-Nummern**
- **S-0-0390, Diagnose-Nummer**
- **P-0-0009, Fehler-Nummer**
- **P-0-0478, Logbuch-Ereignis**
- **P-0-0479, Logbuch-Zeitstempel**

Antriebsinterne Diagnosebildung

Betriebszustände, Aktivitäten und Reaktionen des Antriebsregelgerätes werden durch die antriebsinterne Diagnosebildung erfasst und in codierter Form am Display des Bedienfeldes angezeigt. Außerdem können diese Diagnosen dem Master (Steuerung oder Inbetriebnahmesoftware, z.B. IndraWorks D) übergeben werden.

Folgende Kategorien von Diagnosen werden unterschieden (Diagnosearten):

- Fehler
- Warnungen
- Kommandos/Kommandofehler
- Statusanzeigen/Betriebszustände

Generell wird die aktuelle Diagnose mit der höchsten Priorität im Antrieb an folgenden Stellen angezeigt bzw. abgelegt:

- **Display des Bedienfeldes**
  Im 8-stelligem Display des Standard-Bedienfeldes wird die Diagnosenummer angezeigt.
- **Parameter "S-0-0095, Diagnose"**
  In diesem Parameter steht der im Augenblick relevante Betriebszustand des Antriebs als Klartext. Dem Text vorangestellt erscheint der jeweilige Inhalt aus Parameter S-0-0390.
- **Parameter "S-0-0390, Diagnose-Nummer"**
  In diesem Parameter wird die im Display angezeigte Diagnosenummer abgelegt.

Bei Auftreten einer Diagnose der Kategorie "Fehler" wird die entsprechende Diagnosenummer im Parameter **P-0-0009, Fehler-Nummer** abgelegt. Steht kein Fehler an, ist der Wert des Parameters P-0-0009 gleich Null.

Im Parameter **S-0-0375, Liste Diagnosenummern** werden die 50 letzten Diagnosenummern des Parameters S-0-0390 in zeitlicher Reihenfolge aufgezeichnet. Beim Lesen dieser Liste wird die Nummer der zuletzt aufgetretenen Diagnose als Parameterelement 1 angezeigt.

Anzeigeprioritäten

Für die Anzeige der aktuellen Diagnose gilt folgende Prioritätenfolge:

Abb. 10-5: Prioritätsfolge der Anzeigen (mit Beispiel-Anzeigen)

Eine Übersicht aller Diagnosemeldungen und ihrer Bedeutung ist in der Dokumentation "Hinweise zur Störungsbeseitigung" (Diagnosebeschreibung) enthalten.

Aufbau einer Diagnose

Jede Diagnose besteht aus

- Diagnosenummer und
- Diagnosetext.

Beispielsweise ist die Diagnose für den nichtfatalen Fehler "Exzessive Regelabweichung" folgendermaßen aufgebaut:

Abb. 10-6: Aufbau einer Diagnose

Auf dem Display des Bedienfeldes wird "F2028" blinkend dargestellt. Im Parameter **S-0-0390, Diagnosenummer** steht die Diagnosenummer in hexadezimaler Form (für Beispiel: 0x00F2028). Im Parameter **S-0-0095, Diagnose** steht die Diagnosenummer und der Diagnosetext als String **F2028 Exzessive Regelabweichung**. Der Parameter **P-0-0009, Fehler-Nummer** wird mit "2028" (dec) beschrieben, da es sich um eine Fehler-Diagnose handelt.

Diagnose-Anzeige im Bedienfeld-Display

Auf dem 8-stelligen Display des Standard-Bedienfeldes wird die Diagnosenummer angezeigt. Dadurch ist es möglich, schnell und ohne Benutzung eines Kommunikationsinterfaces den aktuellen Betriebszustand des Antriebs zu ersehen.

Grundsätzlich gilt:

- Statusanzeigen (P0, Ab, AF …) werden rechtsbündig angezeigt
- Warnungen, Kommandofehler und sonstige Fehlermeldungen blinken

Diagnoseart	Diagnosenummer	Anzeige im Display
Fehler	F2xxx	F2xxx
Kommando	C0200	C02
Kommandofehler	C02xx	C02xx
Warnung	E2xxx	E2xxx
Kommunikationsphase z.B. Kommunikationsphase 1	A0001	P1
Antrieb betriebsbereit	A0012	Ab
Betriebsart z.B. Geschwindigkeitsregelung	A0101	AF

Abb. 10-7: Übersicht der Diagnose-Anzeigen

Die aktuelle Betriebsart wird auf dem Display nicht angezeigt. Folgt der Antrieb der vorgegebenen Betriebsart und wurde kein Kommando aktiviert, erscheint am Display die Anzeige "AF".

Klartext-Diagnose

Die Klartext-Diagnose beinhaltet die Diagnosenummer, gefolgt von dem Diagnosetext. Sie kann über den Parameter **S-0-0095, Diagnose** ausgelesen und als sprachgebundene Beschreibung des Antriebszustandes auf einer Bedieneroberfläche direkt angezeigt werden.

Die Klartext-Diagnose wird über den Parameter **S-0-0265, Sprachumschaltung** auf die ausgewählte Sprache umgeschaltet.

Diagnosenummer

Die Diagnosenummer beinhaltet nur die Diagnosenummer ohne den Diagnosetext. Sie kann über den Parameter **S-0-0390, Diagnosenummer** ausgelesen werden und somit einer Benutzeroberfläche als sprachunabhängige Möglichkeit dienen, den Antriebszustand zu ermitteln und anzuzeigen.

Fehlernummer

Die Fehlernummer beinhaltet nur die Fehlernummer, ohne den Diagnosetext. Sie kann über den Parameter **P-0-0009, Fehler-Nummer** ausgelesen werden und kann somit einer Benutzeroberfläche als sprachunabhängige Möglichkeit dienen, einen Fehlerzustand zu ermitteln und anzuzeigen. In diesem Parameter steht nur ein Wert ungleich Null, wenn im Antrieb ein Fehler vorliegt.

Die Bildung der Fehlernummer erfolgt aus den untersten 4 Stellen der Diagnosenummer. Zum Beispiel ergibt sich aus dem Fehler **F2028 Exzessive Regelabweichung** mit der Diagnosenummer "(0x)F2028" die Fehlernummer "2028".

Liste Diagnosenummern

Im Parameter **S-0-0375, Liste Diagnose-Nummern** werden die 50 zuletzt angezeigten Diagnosenummern in zeitlicher Reihenfolge abgelegt. Es wird hier bei jeder Änderung des Inhaltes von **S-0-0390, Diagnose-Nummer** der alte Inhalt in S-0-0375 übernommen. Beim Auslesen von S-0-0375 erscheint im ersten Element des Parameters die zuletzt abgelöste Diagnosenummer, im zweiten Element die davor aus S-0-0390 übernommene Diagnosenummer, usw.

Sprachumschaltung

Über den Parameter **S-0-0265, Sprachumschaltung** kann auch die Sprache von Diagnosetexten festgelegt oder umgeschaltet werden.

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0265, Sprachumschaltung"

Zustandsklassen, Statusanzeigen, Steuerparameter

Im Antrieb gibt es eine Vielzahl von Parametern mit wichtigen Statusinformationen (Bitleisten). Einige der darin enthaltenen Bits können zur Konfiguration von Echtzeit-Statusbits verwendet und zusätzlich auf digitale Ausgänge oder dem konfigurierbaren Signal-Statuswort zugewiesen werden.

Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Siehe "Konfigurierbares Signal-Statuswort" im Kapitel "Führungskommunikation"

Zustandsklassen

Kurzbeschreibung

Im Antrieb werden 3 verschiedene Zustände (Fehler, Warnungen und Meldungen) unterschieden, für die es Statusinformationen gibt. Zur Bereitstellung der Statusinformationen gibt es sogenannte Zustandsklassen-Parameter (S-0-0011, S-0-0012, S-0-0013), in denen die jeweiligen Statusbits enthalten sind.

Zusätzlich zu diesen Zustandsklassen-Parametern sind im Statuswort des Feldbusses (z.B. S-0-0135 bei SERCOS) Änderungsbits enthalten, die Änderungen in einem der o.g. Zustandsklassen-Parameter anzeigen (Sammelinformation).

Merkmale

- Zustandsklassen-Parameter für **Fehler** (vgl. S-0-0011)
- Zustandsklassen-Parameter für **Warnungen** (vgl. S-0-0012)
- Zustandsklassen-Parameter für **Meldungen** (vgl. S-0-0013)
- **Änderungsbits im Statuswort** der Führungskommunikation (z.B. S-0-0135 bei SERCOS)
- **Maskierbarkeit der Änderungsbits** der Zustandsklasse 2 und 3 (S-0-0097 und S-0-0098) im Statuswort der Führungskommunikation (z.B. S-0-0135 bei SERCOS) zum Ausblenden von einzelnen Bits bzw. Statusmeldungen

Beteiligte Parameter

- **S-0-0011, Zustandsklasse 1**
- **S-0-0012, Zustandsklasse 2**
- **S-0-0013, Zustandsklasse 3**
- **S-0-0097, Maske Zustandsklasse 2**
- **S-0-0098, Maske Zustandsklasse 3**
- **S-0-0135, Antriebs-Status**

Funktionsbeschreibung

Zustandsklassen-Parameter

- **S-0-0011, Zustandsklasse 1** (Statusparameter für Antriebsfehler)
  - Im Parameter S-0-0011 wird im Fall eines Antriebsfehlers das dem Fehler zugeordnete Bit gesetzt. Fehlern, die lt. SERCOS definiert sind, wird ein eigenes Bit in S-0-0011 zugeordnet.
    Herstellerspezifische Fehler führen zum Setzen von Bit 15 in S-0-0011 (siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0011, Zustandsklasse 1").
  - Im Falle eines Antriebsfehlers wird gleichzeitig im Statuswort des Feldbusses (S-0-0135 bei SERCOS das Bit 13 (Antriebs-verriegelung; Fehler in Zustandsklasse 1) gesetzt.

Hinweis: Sämtliche Bits in der Zustandsklasse 1 werden durch die Aktivierung des Kommandos **C0500** (Reset-Zustandsklasse 1 gelöscht.

Siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0099, C0500 Reset Zustandsklasse 1"

- **S-0-0012, Zustandsklasse 2** (Statusparameter f. Antriebswarnungen)
  - Im Parameter S-0-0012 wird beim Auftreten einer Antriebswarnung das der Warnung zugeordnete Bit gesetzt. Warnungen, die lt. SERCOS definiert sind, wird ein eigenes Bit in S-0-0012 zugeordnet.
    Herstellerspezifische Warnungen führen zum Setzen von Bit 15 im S-0-0012 (siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0012, Zustandsklasse 2").
  - Im Falle einer Antriebswarnung wird gleichzeitig im Statuswort des Feldbusses (S-0-0135 bei SERCOS das Bit 12 (Änderungsbit Zustandsklasse 2) gesetzt, wenn sich der Inhalt von S-0-0012 ändert (d.h. mindestens ein Bit toggelt).
  - Die Bits im Parameter S-0-0012 werden mit dem Verschwinden der Warnung automatisch gelöscht. Das Änderungsbit im Statuswort der Führungskommunikation (S-0-0135 bei SERCOS) bleibt jedoch solange gesetzt, bis der Parameter S-0-0012 einmal gelesen wurde.

Hinweis: Über den Parameter **S-0-0097, Maske Zustandsklasse 2** können Warnungen bezüglich ihrer Wirkung auf das Änderungsbit ausmaskiert werden.

- **S-0-0013, Zustandsklasse 3** (Statusparameter f. Antriebsmeldungen)
  - Im Parameter S-0-0013 werden Meldungen des Antriebs zusammengefasst. Meldungen, welche in SERCOS definiert sind, wird ein eigenes Bit in S-0-0013 zugeordnet (siehe auch Parameterbeschreibung "S-0-0013, Zustandsklasse 3").
  - Im Falle einer Meldung des Antriebs wird gleichzeitig im Statuswort des Feldbusses (S-0-0135 bei SERCOS das Bit 11 (Änderungsbit Zustandsklasse 3) gesetzt.

Hinweis: Jede dieser Meldungen ist in einem eigenen Parameter (S-0-0330 bis S-0-0342) abgelegt.

  - Die Bits in S-0-0013 werden mit dem Verschwinden der Meldung automatisch gelöscht. Das Änderungsbit im Statuswort der Führungskommunikation (S-0-0135 bei SERCOS) bleibt jedoch solange gesetzt, bis der Parameter S-0-0013 mindestens einmal gelesen wurde.

Änderungsbits im Antriebstatuswort

Ändert sich der Zustand eines Bits im Parameter **S-0-0012, Zustandsklasse 2** oder **S-0-0013, Zustandsklasse 3**, wird im Statuswort des Feldbusses (z.B. S-0-0135 bei SERCOS das Änderungsbit für Zustandsklasse 2 bzw. 3 gesetzt. Das Setzen eines Änderungsbits im Statuswort (Bit 11 oder 12) erfolgt immer auf Grund einer Änderung des Parameterinhaltes von S-0-0012 bzw. S-0-0013. Dadurch kann der Master sehr schnell erkennen, ob eine Veränderung in S-0-0012 oder S-0-0013 aufgetreten ist.

Durch einen Lesezugriff auf einen der beiden Parameter wird das zugehörige Änderungsbit wieder gelöscht.

Maskierung der Änderungsbits

Mit Hilfe der Parameter **S-0-0097, Maske Zustandsklasse 2** und **S-0-0098, Maske Zustandsklasse 3** können bestimmte Bits bezüglich ihrer Wirkung auf das Änderungsbit des Statuswortes (Bit 12 bzw. Bit 11) ausmaskiert werden.

Nachfolgend das Prinzip der Maskierung anhand eines Beispiels:

Abb. 10-8: Bildung des Änderungsbits der Zustandsklasse 2

Inbetriebnahmehinweise

In folgender Grafik wird der Umgang mit den Änderungsbits im Statuswort und mit den Zustandsklassen-Parametern dargestellt:

Abb. 10-9: Handhabung der Änderungsbits und Zustandsklassen-Parameter

Feste Statusanzeigen

Funktionsbezogene Statusparameter

Im Antrieb gibt es Parameter, deren Inhalt einen direkten Bezug zum Status des Ablaufs verschiedener Funktionen des Antriebs hat. Diese Parameter werden zur Anzeige der aktuellen Statusinformation der zugeordneten Funktion verwendet.

Folgende Parameter zur funktionsbezogenen Statusanzeige sind vorhanden:

- **S-0-0014, Schnittstellen-Status**
  In diesem Parameter wird der Zustand der Kommunikationsphasen-Umschaltung und der zyklischen Kommunikation angezeigt.
- **S-0-0135, Antriebs-Status**
  Dies ist das Statuswort der Führungskommunikation (SERCOS) und enthält alle für den Master wesentlichen Statusinformationen.
- **S-0-0403, Status Lageistwerte**
  Der Parameter enthält Statusbits zum Maßbezug der einzelnen Mess-Systeme.
- **S-0-0419, Positioniersollwert-Quittung**
  Diese Statusinformation wird für die Quittierung in der Betriebsart "Antriebsgeführtes Positionieren" verwendet.
- **P-0-0046, Stromregler-Statuswort**
  Der Parameter enthält Statusbits der internen Motorregelung (z.B. Überspannung im Zwischenkreis).
- **P-0-0115, Gerätesteuerung: Statuswort**
  Der Parameter enthält Statusbits der Gerätesteuerung (siehe auch "Gerätesteuerung (Zustandsmaschine)").
- **P-0-0222, Fahrbereichsgrenzschalter-Eingänge**
  Der Status der Eingänge der Fahrbereichs-Grenzschalter wird angezeigt (siehe auch "Fahrbereichs-Grenzschalter").
- **P-0-0223, E-Stop-Eingang**
  Der Status des E-Stop-Eingangs wird angezeigt (siehe auch "E-Stop-Funktion").
- **P-0-0445, Statuswort Drehmoment/Strom-Begrenzung**
  Der Parameter enthält Statusbits zur Anzeige der Aktivierung der Drehmoment/Strom-Begrenzung (siehe auch "Strom- und Momentenbegrenzung (Closed-Loop)")
- **P-0-0539, Haltebremsen-Statuswort**
  Der Parameter enthält Statusbits zum Zustand der Motorhaltebremse (siehe auch "Motorhaltebremse").
- **P-0-0555, Achsregler-Statuswort**
  In diesem Parameter werden Meldungen zur Geschwindigkeit und erreichten Begrenzungen angezeigt.
- **P-0-4029, Diagnose SCSB-Modul**
  Parameter zum Auslesen von Einstellungen und Zuständen der Führungskommunikation (bei SERCOS interface).
- **P-0-4086, Führungskommunikation Status**
  In diesem Parameter werden die bei der Initialisierung festgelegten Steuerinformationen der Führungskommunikation zur Handhabung der Phasenumschaltung, der Reglerfreigabe etc. angezeigt.

Statusparameter für Echtzeit-Statusbits

Nachfolgend sind Statusparameter aufgeführt, die jeweils nur ein Bit beinhalten und somit für die Konfiguration von Echtzeit-Statusbits (siehe "Führungskommunikation: SERCOS interface") verwendet werden können:

- **S-0-0330, Meldung n_ist = n_soll**
- **S-0-0331, Meldung n_ist = 0**
- **S-0-0332, Meldung n_ist <nx**
- **S-0-0333, Meldung Md >=Mdx**
- **S-0-0334, Meldung Md >=Mdgrenz**
- **S-0-0335, Meldung n_soll >n_grenz**
- **S-0-0336, Meldung In-Position**
- **S-0-0337, Meldung P >= Px**
- **S-0-0341, Meldung In-Position Grob**
- **S-0-0342, Zielposition erreicht**
- **S-0-0343, Meldung Interpolator angehalten**
- **S-0-0409, Messtaster 1 positiv erfasst**
- **S-0-0410, Messtaster 1 negativ erfasst**
- **S-0-0411, Messtaster 2 positiv erfasst**
- **S-0-0412, Messtaster 2 negativ erfasst**

Steuerparameter

Neben den Parametern zur Statusanzeige gibt es im Antrieb auch Parameter, die zur Steuerung der Antriebsfunktionen genutzt werden (siehe auch entsprechende Parameterbeschreibung):

- **P-0-0045, Stromregler-Steuerwort**
- **P-0-0427, Analog-Ausgabe-Steuerparameter**
- **P-0-0522, Steuerwort Kommutierungseinstellung**
- **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**
- **P-0-0612, Steuerwort Absolutmaß setzen**
- **P-0-4028, Geräte-Steuerwort**

10.4 Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte

Allgemeines zu den Bedienfeldern

IndraDrive-Regelgeräte haben ein Bedienfeld mit einem Display und darunter angeordneten Tasten. Im Display werden Betriebszustände, Kommando- und Fehlerdiagnosen sowie eventuell anstehende Warnungen dargestellt. Über die Tasten lassen sich Einstellungen vornehmen, Informationen abrufen und bestimmte Kommandos auslösen.

Das Bedienfeld für IndraDrive-Regelgeräte ist in zwei Varianten lieferbar:

- **Standard-Bedienfeld**
- **Komfort-Bedienfeld**

Zusätzlich kann auch ein sog. **Kleinbedienterminal**, das z.B. in die Bedieneroberfläche des Schaltschrankes integriert werden kann, über die serielle Schnittstelle angeschlossen werden.

Standard-Bedienfeld

Abb. 10-10: Standard-Bedienfeld (Anzeigebeispiel)

Anzeigen des Standard-Bedienfeldes

Folgende Anzeigen sind mit dem Standard-Bedienfeld möglich:

- Zustand (Status) der Führungskommunikation
- Betriebszustand
- aktivierte Kommandos und Kommandodiagnosen
- Warnungen und Fehlerdiagnosen
- erweiterte Anzeigen wie Inhalte von Fehlerspeicher, Diagnosespeicher, Betriebsstundenzähler des Steuerteils, Betriebsstundenzähler des Leistungsteils, Typenbezeichnung der im Gerät aktiven Firmware, Sicherheitstechnik-Kennung (falls SI-Option vorhanden)

Einstellungen mit dem Standard-Bedienfeld

Folgende Einstellungen können mit dem Standard-Bedienfeld vorgenommen werden:

- Einstellung der Antriebsadresse (Antriebsnummer im Bussystem der Führungskommunikation)
- Einstellung der Länge des Lichtwellenleiters
- Aktivierung des Führungskommunikationsmodus "Easy-Startup"

Kommando-Aktivierung mit dem Standard-Bedienfeld

Folgende Kommandos können mit dem Standard-Bedienfeld aktiviert werden:

- Aktivierung **S-0-0262, C07_x Kommando Urladen** (Reglerparameter bzw. Basisparameter laden)
- Aktivierung weitere Kommandos wie:
  - **C2200 Kommando Arbeitsspeicher sichern**
  - **C2300 Kommando Arbeitsspeicher laden**
  - **C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren**
  - **C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren**
  - **C2900 Firmware-Update von MMC**

Komfort-Bedienfeld

Das Komfort-Bedienfeld bietet gegenüber dem Standard-Bedienfeld durch seine Programmierbarkeit weitere Einstellmöglichkeiten sowie zusätzliche Anzeige- und Kommandofunktionen.

Anzeigemöglichkeiten des Komfort-Bedienfeldes

Weitere Anzeigemöglichkeiten des Komfort-Bedienfeldes (gegenüber dem Standard-Bedienfeld), z.B.:

- zyklische Parameteranzeige
- Messwert des Motortemperatursensors
- Melde- bzw. Abschaltschwelle für die Motortemperatur
- aktive Schaltfrequenz (PWM)

Einstellmöglichkeiten mit dem Komfort-Bedienfeld

Weitere Einstellmöglichkeiten (gegenüber dem Standard-Bedienfeld), z.B.:

- Spracheinstellung
- Einstellung/Änderung von Einzelparametern
- Eingabe von Motordaten lt. Typenschildangabe bei Fremd-Asynchron-motoren

Aktivierung von Kommandos mit dem Komfort-Bedienfeld

Aktivierung weiterer Kommandos (gegenüber dem Standard-Bedienfeld), z.B.:

- **C3200 Kommando Motordaten berechnen**
- **C3600 Kommando Motordaten-Identifikation**

Das Komfortbedienfeld unterstützt insbesondere die Inbetriebnahme von Fremd-Asynchronmotoren, wodurch ein weiteres Inbetriebnahmetool dafür nicht erforderlich ist! Die erforderlichen Schritte werden über das Display vorgegeben, die zugehörigen Eingaben erfolgen über die Tasten des Bedienfeldes.

Kleinbedienterminal

Das Kleinbedienterminal ist eine separate Komponente (Terminal), die zusätzlich zum Standard- oder Komfort-Bedienfeld eingesetzt werden kann. Das Kleinbedienterminal wird über eine Leitung an die serielle Schnittstelle des Regelgerätes angeschlossen. Dadurch ist es möglich, das Kleinbedienterminal z.B. in die Bedieneroberfläche des Schalt-schrankes zu integrieren.

Darüber hinaus können über ein Konfigurationstool weitere anwendungs-abhängige Einstellmöglichkeiten, Anzeigen und Kommandofunktionen eingerichtet werden.

Standard-Bedienfeld

Kurzbeschreibung

IndraDrive-Regelgeräte, die mit einem Standard-Bedienfeld ausgestattet sind, haben ein 8-stelliges Display und vier darunter angeordnete Tasten.

Im Display werden Betriebszustände, Kommando- und Fehlerdiagnosen sowie eventuell anstehende Warnungen dargestellt.

Über die vier Tasten kann der Inbetriebnehmer oder Servicetechniker am Antriebsregelgerät erweiterte Diagnosen sichtbar machen und einfache Kommandos auslösen (zusätzlich zur Führungskommunikation durch Inbetriebnahmetool oder NC-Steuerung).

Abb. 10-11: Standard-Bedienfeld mit Display und Bedienelementen (Anzeigebeispiel)

Funktionsbeschreibung

Standard-Anzeigen

Das Display des IndraDrive-Regelgeräts zeigt automatisch an:

- Zustand der Führungskommunikation
- Betriebszustand
- Aktivierte Kommandos und Kommandodiagnosen
- Warnungen und Fehlerdiagnosen

Die Anzeigen sind mit Prioritäten versehen, da nicht gleichzeitig mehrere Anzeigen erscheinen können!

Abb. 10-12: Anzeigen beim Phasen-Hochschalten der Führungskommunikation

Abb. 10-13: Betriebszustands-Anzeigen

Abb. 10-14: Erläuterung von Kommandofehler-Anzeigen

Abb. 10-15: Erläuterung von Fehler- und Warnungsanzeigen

Anzeigeprioritäten

Der aktuelle Antriebszustand mit der höchsten Priorität wird angezeigt.

Abb. 10-16: Prioritätsfolge der Anzeigen mit Beispielen

Aktivierung von erweiterter Anzeige u. Kommando-Eingabe

Durch gleichzeitiges Drücken der "Enter"- und der "Esc"-Taste (8 s lang!) können erweiterte Anzeigen abgerufen werden, anschließendes Drücken der "Aufwärts"-Taste aktiviert die Kommando-Eingabe.

Abb. 10-17: Aktivierung der erweiterten Anzeige und der Kommando-Eingabe

Erweiterte Anzeigen

Über die erweiterten Anzeigen können zusätzlich Inhalte bestimmter Parameter abgerufen werden:

- Fehlerspeicher
- Diagnosespeicher
- Betriebsstundenzähler Steuerteil
- Betriebsstundenzähler Leistungsteil
- Typenbezeichnung der im Gerät aktiven Firmware
- Sicherheitstechnik-Kennung, falls SI-Option vorhanden

Abb. 10-18: Aktivierung der erweiterten Anzeigen

Näheres zu Diagnosen, Fehlermeldungen und Betriebsstundenzähler siehe entsprechende Kapitel dieser Dokumentation.

Kommando-Eingaben

Ausgehend von der erweiterten Anzeige können Kommandos aktiviert und Einstellungen vorgenommen werden:

- Einstellung der Antriebsadresse (Antriebsnummer im Bussystem der Führungskommunikation)
- Einstellung der Länge des Lichtwellenleiters
- Aktivierung des Einfach-Führungskommunikationsmodus "Easy-Startup"
- Aktivierung **S-0-0262, C07_x Kommando Urladen** (Reglerparameter bzw. Basisparameter laden)
- weitere Kommandos wie
  - **C2200 Kommando Arbeitsspeicher sichern**
  - **C2300 Kommando Arbeitsspeicher laden**
  - **C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren**
  - **C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren**
  - **C2900 Firmware-Update von MMC**
- Umschaltung der Kommunikationsphasen zwischen Betriebsmodus (Kommunikationsphase P4) und Parametriermodus (Kommunikationsphase P2); Einschränkungen bei SERCOS interface (Umschaltung hier nur im "Easy-Startup"-Modus möglich)

Abb. 10-19: Aktivierung von Einstellungen und Kommandos, die über das Bedienfeld zugänglich sind

Umschaltung der Kommunikationsphasen

Die Umschaltung der Kommunikationsphasen (zwischen Betriebsmodus "P4" und Parametriermodus "P2") über das Bedienfeld ist bei allen Führungskommunikationen außer SERCOS interface möglich. Bei SERCOS interface kann die bedienfeldgesteuerte Phasenumschaltung nur bei aktivem "Easy-Startup"-Modus durchgeführt werden!

Hinweis: Um **C07_1 Kommando Urladen (Basisparameter laden)** ausführen zu können, muss der Parametriermodus (P2) aktiviert werden.

Abb. 10-20: Aktivierung des Parametermodus über das Bedienfeld

Abb. 10-21: Zurückschalten vom Parametriermodus in den Betriebsmodus über das Bedienfeld

Inbetriebnahmehinweise

VORSICHT

Sachschäden durch kommandobedingte Aktivierung von Motoren und bewegten Elementen möglich!

⇒ Achse bzw. bewegte Elemente in sichere Ausgangsposition bringen; Verfahrbereich und Antriebsleistung begrenzen!

Hinweis: Durch wiederholtes Drücken der "Esc"-Taste erscheint wieder die Standardanzeige.

Hinweis: Die Eingabe über die Tasten wird im 8 ms-Zyklus abgefragt, die Anzeige im Display wird ebenfalls im 8 ms-Zyklus aktualisiert.

10.5 MultiMediaCard (MMC)

Kurzbeschreibung

Die MultiMediaCard (MMC) ist ein Speichermedium, das in den vorgesehenen Steckplatz auf der Frontseite des Regelgerätes eingesetzt werden kann. Die MMC kann Antriebsfirmware, Antriebsparameter und weitere Dateien (wie SPS-Programme oder anwenderseitige Dateien, z.B. mit Dokumentcharakter) speichern. Der Einsatz der MMC ist optional.

Die MMC kann als **stationär** (dauerhaft) gestecktes Speichermedium verwendet werden als:

- "Programmiermodul", das als aktiver, nichtflüchtiger Speicher die aktuellen achsspezifischen Parameterwerte und die im Antrieb aktive Firmware enthält.

Die MMC kann als **temporär** (kurzzeitig) gestecktes Speichermedium verwendet werden zum:

- Firmware-Update über Kommando,
- Übertragen von Antriebs-Parametersätzen und Firmware auf andere Antriebe bei Serieninbetriebnahme über Kommando,
- Sichern der Parameterwerte nach der Erstinbetriebnahme,
- Wiederherstellen des Parameter-Ausgangszustands eines Antriebs (Laden der gesicherten Parameterwerte).

  Achtung:
  Nicht bei Antrieben mit Absolutwertgeber und Moduloformat!

  Siehe "Erstinbetriebnahme/Serieninbetriebnahme" im Kapitel "Inbetriebnahme"

Ein Regelgerät kann ohne Firmware- bzw. Parameterverlust vom MMC-Gerätestatus "Gerät ohne MMC" in den Status "Gerät mit stationär gesteckter MMC" oder umgekehrt geändert werden.

Hinweis: Die MMC-Kommandos können über das Bedienfeld gestartet werden. Dies ist besonders bei Gerätetausch vorteilhaft!

Hinweis: Es dürfen nur MMC von Bosch Rexroth verwendet werden (Typenbezeichnung PFM02.1-0016-FW)!

Beteiligte Parameter

- **P-0-4065, Aktiver nicht flüchtiger Speicher**
- **P-0-4072, C2900 Kommando Firmware-Update von MMC**
- **P-0-4091, C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren**
- **P-0-4092, C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren**

Beteiligte Diagnosen

Parameter von der MMC aufs Flash kopieren

- **C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren**
- **C2502 Fehler beim Zugriff auf die MMC**
- **C2504 Fehler beim Schreiben auf das Flash**

Parameter vom Flash auf die MMC kopieren

- **C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren**
- **C2602 Fehler beim Zugriff auf die MMC**
- **C2604 Fehler beim Lesen vom Flash**

Firmware-Update über MMC

- **C2900 Kommando Firmware-Update von MMC**
- **C2903 Fehler beim Zugriff auf die MMC**
- **C2904 Fehler beim Zugriff auf das Flash**
- **C2905 Programmierte Firmware fehlerhaft**

Fehlendes Speichermedium

- **F2006 MMC wurde gezogen**

MMC-Ordnerstruktur

Die MMC ist ein Speichermedium mit nichtflüchtigem Charakter, das außer vom Regelgerät auch über einen PC mit entsprechendem Adapter gelesen und beschrieben werden kann.

Hinweis: Falls die Neuformatierung einer MMC des Typs PFM02.1-0016-FW erforderlich wird, ist darauf zu achten, dass FAT-, FAT12- oder FAT16-Formatierung benutzt wird! FAT32-Formatierung wird nicht unterstützt und ist daher nicht nutzbar!

Die MMC muss bei Verwendung in IndraDrive-Geräten folgende Ordnerstruktur besitzen:

Abb. 10-22: Erforderliche Ordnerstruktur der MMC

Die Ordner auf der MMC sind für folgende Inhalte vorgesehen:

Ordner "Firmware"

Die Datei mit der Antriebsfirmware muss in diesem Ordner abgelegt sein. Die Datei-Erweiterung muss **".ibf"** sein.

Folgende Firmware-Varianten sind möglich:

- FWA-INDRV*-MPH-03VRS… (Einachs-Advanced)
- FWA-INDRV*-MPB-03VRS… (Einachs-Basic)
- FWA-INDRV*-MPD-03VRS… (Doppelachs-Basic)

Bei Auslieferung besitzt die MMC die erforderliche Ordnerstruktur, im Ordner "Firmware" befindet sich das aktuellste Release der Antriebsfirmware.

Hinweis: Bei Firmware-Update über MMC ist darauf zu achten, dass im Order "Firmware" **nur eine** Datei mit der Erweiterung **".ibf"** vorhanden ist. Es dürfen sich dort weitere Dateien befinden, jedoch nicht mit der Erweiterung **".ibf"**!

Ordner "Parameter"

In diesem Ordner werden die Dateien mit den achsspezifischen und den für den Geräteaustausch relevanten Parameterwerten gespeichert:

- eine Datei mit der Endung "....#1.pbf" (zu sichernde Parameterwerte lt. S-0-0192, Größe 320kB)
- eine Datei mit der Endung "....#1.rbf" ("Retain"-Daten für Gerätetausch lt. P-0-0195, Größe 16kB)

Die Speicherung erfolgt automatisch, wenn die MMC als "Programmiermodul" benutzt wird (stationär gesteckt). Die Speicherung erfolgt durch ein Kommando, falls die MMC nur temporär gesteckt ist.

Hinweis: Bei Firmware-Variante "Doppelachs-Basic" (FWA-INDRV*-MPD-03VRS...) werden für jede der beiden Achsen die genannten Dateien gespeichert. Die Endungen für die Dateien der zweiten Achse lauten "....#2.pbf" und "....#2.rbf".

Werden die Dateien von PC-Speichermedien auf die MMC übertragen, ist darauf zu achten, dass die Dateigrößen den genannten Bedingungen entsprechen!

Bei Auslieferung der MMC befinden sich im Ordner "Parameter" die Basisparameter für die auf der MMC befindliche Firmware.

Ordner "Dokumentation" Dieser Ordner enthält bei Auslieferung der MMC keine Dateien. Es können dort kundenseitig beliebige Dateien abgelegt werden, die für den Umgang mit der Firmware bzw. der Achse zweckmäßig sind.

Ordner "Plc" In diesem Ordner werden der Quellcode und die Symboldateien der Antriebs-SPS ("IndraMotion-MLD") gespeichert. Die Speicherung wird über das Programmiersystem angestoßen. Bei Auslieferung der MMC ist der Ordner "Plc" leer.

Ordner "User" Dieser Ordner enthält bei Auslieferung der MMC keine Dateien. Es können dort kundenseitig Dateien abgelegt werden. Zukünftig wird der Ordner für Erweiterungen des Datei-Handlings in der Antriebs-SPS ("IndraMotion-MLD") verwendet.

Regelgerät mit oder ohne MMC

Abhängig von der Situation des Regelgeräts vor dem Ausschalten (Gerät mit oder ohne stationär gesteckte MMC) müssen beim Einschalten ggf. Entscheidungen bezüglich Parameter- und Firmware-Update getroffen werden.

Der Gerätestatus hinsichtlich der MMC wird im Parameter **P-0-4065, Aktiver nicht flüchtiger Speicher** angezeigt!

Einschalten eines Regelgeräts ohne gesteckte MMC

RG: Regelgerät
MMC: MultiMediaCard (Typ PFM02.1-…)
P-0-4065: Aktiver nicht flüchtiger Speicher

Abb. 10-23: Einschalten eines Regelgeräts ohne gesteckte MMC

Einschalten eines Regelgeräts mit gesteckter MMC

FWA: Antriebsfirmware
RG: Regelgerät
MMC: MultiMediaCard (Typ PFM02.1-…)
P-0-4065: Aktiver nicht flüchtiger Speicher
*): Bei vorhandener Sicherheitstechnik-Option erscheinen weitere Meldungen (siehe Dokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik")

Abb. 10-24: Einschalten eines Regelgeräts mit gesteckter MMC

Wird bei einem Gerät die stationär gesteckte MMC während des Betriebs gezogen, erscheint die Fehlermeldung **F2006 MMC wurde gezogen** und der Antrieb reagiert mit der eingestellten Fehlerreaktion. Diese Fehlermeldung kann gelöscht werden, wenn dieselbe (identische!) MMC wieder gesteckt wurde. Bei Verwendung einer anderen MMC erscheint erneut die Fehlermeldung F2006!

Firmware-Update mit MMC

Mit einer MMC ist es möglich, schnell und unkompliziert Antriebsfirmware in das Antriebsregelgerät zu übertragen. Dabei wird grundsätzlich zwischen stationär oder temporär gesteckter MMC unterschieden.

Hinweis: Der umgekehrte Weg, Firmware vom Regelgerät auf die MMC zu übertragen, ist nicht möglich!

Eine MMC mit dem aktuellsten Release-Stand der Antriebsfirmware kann bestellt werden über die Typenbezeichnung

- **PFM02.1-0016-FW** mit Firmware-abhängiger Unterposition:
  - **FWA-INDRV*-MPH-03VRS-D5** (Einachs-Advanced) - oder -
  - **FWA-INDRV*-MPD-03VRS-D5** (Doppelachs-Basic) - oder -
  - **FWA-INDRV*-MPB-03VRS-D5** (Einachs-Basic)

Hinweis: Eine MMC mit dem aktuellen Firmware-Release der jeweiligen Firmware kann über unsere Kundenbetreuungsstellen bezogen werden.

Firmware-Update über stationär gesteckte MMC

Die Durchführung eines Firmware-Update bei einem Gerät, das eine stationär gesteckte MMC hat (Verwendung der MMC als "Programmiermodul"), kann erfolgen

- mit Einsatz eines PC, der eine MMC lesen und beschreiben kann oder in Kombination mit dem Inbetriebnahmetool IndraWorks D

- oder -

- mit Einsatz einer MMC, die zum Firmware-Update mit dem aktuellen Firmware-Release geliefert wurde (ohne PC).

Firmware-Update mit PC

Es ist ein PC mit einem Adapter zum Aufnehmen und Aktivieren der MMC als "Wechseldatenträger" erforderlich oder eine serielle Verbindung zum Regelgerät und das Inbetriebnahmetool IndraWorks D. Die neue Firmware muss als Datei mit der Erweiterung ".ibf" auf einem Datenträger des PC vorliegen.

Diese Datei ist in den Ordner "Firmware" der MMC des Gerätes, für welches das Firmware-Update erfolgen soll, zu übertragen. Dies geschieht durch Speichern des Firmware-Files (.ibf) auf der MMC mit folgender Unterscheidung:

- MMC steckt im PC-Adapter (Wechseldatenträger)
  → Kopiervorgang auf Wechseldatenträger über PC-Handling

- oder -

- MMC steckt im Regelgerät
  → Die Firmware wird von IndraWorks D über die serielle Verbindung vom PC direkt auf der MMC gespeichert.

Es dürfen keine Änderungen im Ordner "Parameter" vorgenommen werden!

Hinweis: Es ist dieselbe (identische) MMC zu benutzen, die im Regelgerät aktiv ist! Hierdurch ist sichergestellt, dass die ausgeschaltete und stillstehende Achse nach dem Firmware-Update ohne Verlust von Maßbezügen, Zielwerten etc. weiterbetrieben werden kann!

Firmware-Update ohne PC (mit Update-MMC)

Dieses Verfahren des Firmware-Updates kann ohne PC durchgeführt werden. Es erfordert jedoch den Austausch der bisher im Antrieb aktiven MMC gegen die für das Update gelieferte MMC. Die auf der bisherigen MMC gespeicherten, achsspezifischen Parameterwerte müssen über Zwischenspeicherung im Regelgerät auf die neue MMC übertragen werden! Die neue MMC verbleibt künftig im Regelgerät.

Firmware-Update über temporär gesteckte MMC

Falls die MMC nicht stationär (dauerhaft) im Gerät gesteckt bleibt, kann sie auch temporär (zeitweise) in das eingeschaltete Gerät nach Ende der Boot-Phase eingesteckt und wieder entfernt werden ("hot plug" bzw. "hot unplug").

Firmware-Update

Nach Einstecken der MMC und Aktivierung von **P-0-4072, C2900 Kommando Firmware-Update von MMC** wird das Firmware-Update vom Antrieb selbstständig ausgeführt.

Hinweis: Das Kommando C2900 kann über das Bedienfeld gestartet werden.

Siehe "Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte" im gleichen Kapitel

Sichern und Laden von Parameterwerten

Mit einer MMC ist es auch möglich, schnell und unkompliziert anwendungsspezifische Parameterwerte zu sichern und/oder in der MMC gesicherte Werte in das Antriebsregelgerät zu laden.

Das Sichern von Parameterwerten geschieht durch Ausführen des Kommandos **C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren** (P-0-4092); das Laden durch Ausführen des Kommandos **C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren** (P-0-4091).

Die anwendungsspezifischen Parameterwerte werden gemäß **S-0-0192, IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten** und **P-0-0195, IDN-Liste der Retaindaten (Gerätetausch)** in der MMC bzw. im nicht flüchtigen Speicher des Regelgeräts ("Flash") gesichert.

	Parameterspeicherung durch Kommando …	
Regelgerät …	**C2500 (MMC → Flash)**	**C2600 (Flash → MMC)**
… mit stationär gesteckter MMC (MMC ist aktiver Speicher, Flash inaktiv!)	gemäß Listen von S-0-0192 und P-0-0195	gemäß Liste von S-0-0192
… mit temporär gesteckter MMC (Flash ist aktiver Speicher, MMC inaktiv!)	gemäß Liste von S-0-0192	gemäß Listen von S-0-0192 und P-0-0195

Abb. 10-25: Fallunterscheidungen bezüglich Kommandos C2500 und C2600

Hinweis: Die Kommandos C2500 und C2600 können über das Bedienfeld gestartet werden!

Siehe "Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte" im gleichen Kapitel

MMC bei Gerätetausch

Siehe "Hinweise zum Gerätetausch" im gleichen Kapitel

Inbetriebnahmehinweise

Firmware-Update über stationär gesteckte MMC

Firmware-Update mit PC

Ablauf des Firmware-Update mit PC und MMC-Adapter:

1. Die zum Zweck des Firmware-Updates gelieferte MMC in den MMC-Adapter des PC einstecken.
2. Die Datei mit der neuen Firmware (Endung ".ibf", Ordner "Firmware") auf Speichermedium des PC abspeichern und die MMC aus dem PC entfernen.
3. Die bisher im Antrieb aktive MMC in den PC einstecken und auf der MMC im Ordner "Firmware" die Datei mit der bisherigen Firmware gegen die neue Datei austauschen.
4. Die bisher im Antrieb aktive MMC mit der jetzt aktualisierten Firmware wieder in das ausgeschaltete Regelgerät einstecken, danach das Regelgerät einschalten.
5. Beim "Booten" des Regelgeräts erscheint auf dem Display die Meldung "Firmware update?". Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren.
6. Nun wird die neue Firmware in das Regelgerät geladen (Firmware-Update); am Display erscheinen zugehörige Download-Meldungen.
7. Nach dem Firmware-Download wird der Boot-Vorgang abgeschlossen, der Antrieb wartet dann auf weitere Kommandos bzw. wird über den Steuerungsmaster in Betriebsbereitschaft versetzt.

Ablauf des Firmware-Update mit PC und Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" bei serieller Verbindung des PC mit dem Regelgerät:

Hinweis: Dieser Weg des Firmwareupdates ist wegen des hohen Zeitbedarfs nur dann sinnvoll, wenn der PC, auf dem die neue Firmware gespeichert ist, keinen MMC-Adapter besitzt!

1. Die auf dem PC gespeicherte Datei mit der neuen Firmware (Datei-Erweiterung ".ibf") über IndraWorks D über serielle Verbindung in das Regelgerät laden. Da die stationär gesteckte MMC der aktive Speicher des Regelgeräts ist, wird die neue Firmware auf der gesteckten MMC gespeichert!
2. Nach Ende des Speichervorgangs das Regelgerät aus- und wieder einschalten.
3. Beim "Booten" des Regelgeräts erscheint auf dem Display die Meldung "Firmware update?". Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren.
4. Nun wird die neue Firmware in das Regelgerät geladen (Firmware-Update); am Display erscheinen zugehörige Download-Meldungen.

5. Nach dem Firmware-Download wird der Boot-Vorgang abgeschlossen, der Antrieb wartet dann auf weitere Kommandos bzw. wird über den Steuerungsmaster in Betriebsbereitschaft versetzt.

Hinweis: Die bisher im Regelgerät aktive MMC bleibt auch nach dem Firmware-Update im Regelgerät aktiv!

Firmware-Update ohne PC

Ablauf des Firmware-Update ohne PC:

1. Die auf der bisher aktiven MMC gespeicherten, achsspezifischen Parameterwerte über das Kommando C2500 im nicht flüchtigen Speicher des Regelgeräts abspeichern.
2. Steuerspannung des Antriebs abschalten und die bisher aktive MMC aus dem Regelgerät entfernen.
3. Den Antrieb ohne gesteckte MMC wieder einschalten. Während der Boot-Phase erscheint am Display die Meldung "Load new Param.?". Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren.
4. Nach Ende der Boot-Phase die neue, für das Firmware-Update gelieferte MMC ins Regelgerät einstecken, dann mit dem Kommando C2600 die im Regelgerät gespeicherten, achsspezifischen Parameterwerte in die neue MMC übertragen.
5. Nach Ende der Übertragung die Steuerspannung des Antriebs abschalten, die neue MMC im Regelgerät belassen und wieder einschalten.
6. Beim "Booten" des Regelgeräts erscheint am Display die Meldung "Firmware update?". Diese Meldung durch drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren.
7. Nun wird die neue Firmware in das Regelgerät geladen (Firmware-Update); am Display erscheinen zugehörige Download-Meldungen.
8. Nach dem Firmware-Download wird der Boot-Vorgang fortgesetzt und es erscheint die Meldung "Load new Param.?". Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren. Bei vorhandener Sicherheitstechnik-Option erscheinen weitere Meldungen (siehe Dokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik"). Diese Meldungen ebenfalls durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren. Nun ist die neue MMC die aktive MMC dieses Antriebs.
9. Der Boot-Vorgang wird abgeschlossen, der Antrieb wartet dann auf weitere Kommandos bzw. wird über den Steuerungsmaster in Betriebsbereitschaft versetzt.

Hinweis: Die bisher im Regelgerät aktive MMC wird dabei durch die neue, für das Firmware-Update gelieferte MMC ersetzt!

Firmware-Update über temporär gesteckte MMC

Hinweis: Mit PC prüfen, ob der Ordner "Firmware" auf der MMC die gewünschte Datei für das Firmware-Update enthält!

Ablauf des Firmware-Update über temporär gesteckte MMC:

1. Regelgerät einschalten. Nach Ende der Boot-Phase die MMC mit der Firmware-Update-Datei in den zugehörigen Slot einstecken ("hot plug").
2. Bei eingesteckter MMC über das Bedienfeld oder geeignete Führungskommunikation Aktivierung von

P-0-4072, C2900 Kommando Firmware-Update von MMC.

3. Während des Firmware-Downloads (-Update) erscheinen im Display verschiedene Meldungen zum Download-Vorgang.
4. Nach Ende des Firmware-Downloads erscheint im Display die Meldung "End C29". Die MMC aus dem Regelgerät entfernen ("hot unplug" oder im ausgeschalteten Zustand).
5. Die neue Firmware wird durch Aus- und Wiedereinschalten des Regelgeräts aktiviert. Der im Gerät aktive Firmwaretyp kann über das Bedienfeld am Display angezeigt werden.

Siehe "Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte" im gleichen Kapitel

Sichern von Parameterwerten auf einer MMC

Die MMC nach der Boot-Phase ins Regelgerät einstecken ("hot plug"). In Kommunikationsphase 2 über das Bedienfeld oder eine geeignete Führungskommunikation aktivieren von

- **P-0-4092, C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren**.

Mit Start dieses Kommandos werden die anwendungsspezifischen Parameterwerte (lt. Liste von S-0-0192 und P-0-0195) auf der MMC gespeichert.

Diagnosen

Zugehörige Kommandodiagnose:

- **C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren**

Folgende Fehlerdiagnosen können ggf. gemeldet werden:

- **C2602 Fehler beim Zugriff auf die MMC**
- **C2604 Fehler beim Lesen vom Flash**

Hinweis: Grundsätzlich wird empfohlen, die anwendungsspezifischen Parameterwerte zusätzlich über das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" oder den Steuerungsmaster auf einem externen Speichermedium zu sichern!

Laden von Parameterwerten von einer MMC

Eine MMC, die achsspezifische Parameterwerte enthält, nach der "Boot"-Phase ins Regelgerät einstecken ("hot plug"). In Kommunikationsphase P2 über das Bedienfeld oder eine geeignete Führungskommunikation aktivieren von

- **P-0-4091, C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren**.

Mit Start dieses Kommandos können die anwendungsspezifischen Parameterwerte (lt. Liste von S-0-0192)

- bei Serieninbetriebnahme auf weitere typgleiche Achsen übertragen werden

- oder -

- zum Wiederherstellen des Ausgangszustands erneut in das gleiche Regelgerät geladen werden.

Hinweis: Bei Antrieben mit Absolutwertgeber und Moduloformat muss nach dem Laden der nach Erstinbetriebnahme gesicherten Parameterwerte erneut Maßbezug hergestellt werden, auch wenn die Lageistwerte über Parameter **S-0-0403, Status Lageistwerte** als gültig gemeldet werden!

Diagnosen

Zugehörige Kommandodiagnose:

- **C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren**

Folgende Fehlerdiagnosen können ggf. gemeldet werden:

- **C2502 Fehler beim Zugriff auf die MMC**
- **C2504 Fehler beim Schreiben auf das Flash**

Falls bei Regelgeräten die stationäre MMC bei Betrieb abgezogen wird oder eine andere MMC wiedereingesteckt wird, erscheint die Meldung

- **F2006 MMC wurde gezogen**.

Wechsel des Gerätestatus hinsichtlich MMC (stationär/temporär)

Gerät mit stationär gesteckter MMC → Gerät ohne MMC

Ablauf für Statuswechsel "Gerät mit stationär gesteckter MMC" in "Gerät ohne MMC":

1. Die auf der bisher aktiven MMC gespeicherten, achsspezifischen Parameterwerte über das Kommando **C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren** im nicht flüchtigen Speicher des Regelgeräts abspeichern.
2. Steuerspannung des Antriebs abschalten und die bisher aktive MMC aus dem Regelgerät entfernen.
3. Den Antrieb ohne gesteckte MMC wieder einschalten. Während der Boot-Phase erscheint am Display die Meldung "Load new Param.?". Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren.

Der Boot-Vorgang wird abgeschlossen und der Antrieb wartet dann auf weitere Kommandos bzw. wird über den Steuerungsmaster in Betriebsbereitschaft versetzt.

Gerät ohne MMC → Gerät mit stationär gesteckter MMC

Ablauf für Statuswechsel "Gerät ohne MMC" in "Gerät mit stationär gesteckter MMC":

1. Sicherstellen, dass auf der MMC, die künftig stationär im Gerät verbleiben soll, die richtige Firmware gespeichert ist.

Hinweis: Mit PC prüfen, ob der Ordner "Firmware" auf der MMC die Datei mit der gewünschten Firmware enthält (siehe oben "Firmware-Update mit PC")!

---

2. Nach Ende der Boot-Phase die künftig im Gerät verbleibende MMC ins Regelgerät einstecken, dann über das Kommando **C2600 IDN vom internen auf den optionalen Speicher kopieren** die im Regelgerät gespeicherten, achsspezifischen Parameterwerte in die MMC übertragen.
3. Nach Ende der Übertragung die Steuerspannung des Antriebs abschalten, die neue MMC im Regelgerät belassen und wieder einschalten.
4. Beim "Booten" des Regelgeräts erscheint am Display die Meldung "Firmware update?", falls sich die auf der MMC und die im Gerät gespeicherte Firmware unterscheidet. Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren!
5. Nun wird ggf. die neue Firmware in das Regelgerät geladen (Firmware-Update); am Display erscheinen die zugehörigen Download-Meldungen.

6. Im weiteren Verlauf des Boot-Vorgangs erscheint die Meldung "Load new Param.?". Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren. Bei vorhandener Sicherheitstechnik-Option erscheinen weitere Meldungen (siehe Dokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik"). Diese Meldungen ebenfalls durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren. Nun ist die neue MMC die aktive MMC dieses Antriebs. Das bedeutet, bei jedem erneuten Einschaltvorgang werden die Parameter automatisch von der MMC geladen sowie während des Betriebs dort gehalten.

Hinweis: Wenn die auf der MMC gespeicherten Parameter auch im geräteinternen nichtflüchtigen Speicher abgelegt werden sollen, ist das Kommando **C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren** auszuführen!

Der Boot-Vorgang wird abgeschlossen und der Antrieb wartet dann auf weitere Kommandos bzw. wird über den Steuerungsmaster in Betriebsbereitschaft versetzt.

10.6 Firmware-Update

Grundsätzliches

Grundsätzlich gibt es 2 Möglichkeiten, ein Firmware-Update durchzuführen:

- Update über die serielle Schnittstelle (RS232/RS485) mit Hilfe des Programms "IndraWorks D"
- Update mit Hilfe der MultiMediaCard (MMC)

Hinweis: Grundsätzlich wird empfohlen, vor einem Firmware-Update die aktuellen Parameterwerte der Achse gemäß **S-0-0192, IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten** und **P-0-0195, IDN-Liste der Retaindaten (Gerätetausch)** auf einen externen Datenträger (MMC, Festplatte, Diskette o.ä.) zu sichern.

Siehe "Laden, Speichern und Sichern von Parametern" im Abschnitt "Parameter, grundsätzliche Angaben" im gleichen Kapitel

Besonderheiten bei Einsatz des SI-Moduls

Hinweis: Die Firmware des Sicherheitstechnik-Optionsmoduls und die des Antriebsregelgerätes sind fest miteinander verknüpft. Jedes Firmware-Update beinhaltet die Firmware des Sicherheitstechnik-Optionsmoduls und die des Regelgerätes. Erkennt die Regelgerät-Firmware eine nicht geeignete Version auf dem Sicherheitstechnik-Optionsmodul, wird die mitgeführte Version geladen.

Beim Firmware-Tausch bleiben im Normalfall die Werte aller Parameter erhalten. Sollte es dennoch zum Verlust von Werten der SI-Parameter kommen, ist nach den Anweisungen der separaten Dokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik" vorzugehen.

Bei Verlust von SI-Parameterwerten siehe "Steuerteil ohne MMC tauschen" über den Index der separaten Dokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik".

Firmware-Update mit Programm "IndraWorks D"

Mit dem Programm "IndraWorks D" ist es möglich, Firmware-Updates für das Antriebsregelgerät über die serielle Schnittstelle durchzuführen. Dabei wird die Firmware bei einem Antriebsregelgerät, in dem stationär keine MMC gesteckt ist, in einzelnen Komponenten direkt in das Regelgerät geladen.

Bei einem Gerät mit stationär gesteckter MMC (Programmiermodul) wird die Firmware (FWA-Datei) zunächst auf die MMC geschrieben. Anschließend erfolgt ein automatisches Update der Firmware im Regelgerät.

Hinweis: Mit der Antriebs-Firmware MPX-03 können Firmware-Updates auch weiterhin mit dem Programm "Dolfi" durchgeführt werden. Hierbei wird die Firmware jedoch direkt in den nicht flüchtigen Speicher des Regelgeräts geschrieben, nicht auf die MMC!

Hinweis: Firmware-Updates mit den Programmen "IndraWorks D" oder "Dolfi" nur dann durchführen, wenn aktuell kein Datentransfer-vorgang (z.B. Parameter speichern oder laden) abläuft. Der automatische Neustart nach Ende des Firmware-Updates unterbricht alle parallel laufenden Datentransfervorgänge!

Firmware-Update mit MultiMediaCard (MMC)

Siehe Abschnitt "MultiMediaCard (MMC)"

10.7 Hinweise zum Gerätetausch

Versorgungsgeräte

Die Konzeption der Rexroth-Versorgungsgeräte ist auch auf einen sicheren, schnellen und unkomplizierten Gerätetausch ausgelegt. Dadurch ist es möglich, Stillstandszeiten in der Produktion, die durch Ausfall dieser Geräte hervorgerufen werden, minimal zu halten.

Störungen im Versorgungsgerät werden durch Diagnosen angezeigt. Abhängig von der Fehlerdiagnose kann die Maßnahme "Austausch des Versorgungsgerätes" angewiesen werden.

Siehe Dokumentation "Hinweise zur Störungsbeseitigung (Diagnosebeschreibung für IndraDrive)"

Der Ablauf des Gerätetauschs ist in der Dokumentation des Versorgungsgerätes beschrieben.

Unmittelbar nach dem Gerätetausch ist der Antrieb wieder funktionsfähig, da keine erneute Anpassung des Antriebs an die Maschine erforderlich ist.

Gerätetausch Versorgungsgerät

Austauschgerät beschaffen

Auszutauschendes Gerät anhand des Typenschildes identifizieren; typgleiches Versorgungsgerät von Bosch Rexroth beschaffen!

Siehe auch Dokumentation des betreffenden Versorgungsgerätes

Störungsbericht ausfüllen

Ein Formular für den Störungsbericht befindet sich als Kopiervorlage in der Dokumentation des betreffenden Versorgungsgerätes. Diesen Störungsbericht bitte kopieren, sorgfältig und vollständig ausfüllen und dem defekten Gerät beilegen! Der ausgefüllte Störungsbericht unterstützt die schnelle Reparaturabwicklung und hilft, anwendungsbedingte Störungsursachen zu erkennen.

Versorgungsgerät austauschen

Antriebspaket spannungsfrei schalten; Entladezeit des DC-Zwischenkreises abwarten; danach defektes Versorgungsgerät austauschen!

GEFAHR

Spannungsführende Stromschienen (größer 50 V), auch bei abgeschalteter Netzspannung!

Elektrischer Schlag bei Berühren!

⇒ Entladezeit des Zwischenkreises (L+/L-) abwarten; vor Berühren der Stromschiene prüfen, ob unter 50 V!

Hinweise zum Aus- und Einbau des Versorgungsgerätes siehe Dokumentation des betreffenden Versorgungsgerätes

Antriebspaket wieder in Betrieb setzen

Maschine nach Vorgaben des Maschinenherstellers wieder in Betrieb setzen!

Antriebsregelgeräte

Die Konzeption der Rexroth-Regelgeräte ist auch auf einen sicheren, schnellen und unkomplizierten Gerätetausch ausgelegt. Dadurch ist es möglich, Stillstandszeiten in der Produktion, die durch Ausfall dieser Geräte hervorgerufen werden, minimal zu halten.

Störungen im Antriebsregelgerät werden durch Diagnosen angezeigt. Abhängig von der Fehlerdiagnose kann die Maßnahme "Austausch des Regelgerätes“ angewiesen werden.

Siehe Dokumentation "Hinweise zur Störungsbeseitigung (Diagnosebeschreibung für IndraDrive)"

Der Ablauf des Gerätetauschs ist in der Dokumentation "Projektierung Leistungsteile" beschrieben.

Hinweis: IndraDrive-Regelgeräte werden komplett mit Steuerteil geliefert und sollten auch komplett getauscht werden. Ein separater Tausch des Steuerteils darf nur durch Servicetechniker von Bosch Rexroth bzw. von geschulten Anwendern durchgeführt werden. Optionsmodule des Steuerteils dürfen nur von Servicetechnikern getauscht werden.

Unmittelbar nach dem Gerätetausch und

- dem Laden der zuvor gesicherten Betriebsdaten

- oder -

- der Übernahme der ggf. auf dem defekten Gerät gesteckten MultiMediaCard (MMC) auf das Austauschgerät

ist der Antrieb wieder betriebsbereit, da keine erneute Anpassung des Antriebs an die Maschine erforderlich ist.

Hinweis: Bei Nutzung der antriebsinternen Sicherheitstechnik sind bei Geräteaustausch besondere Vorschriften zu beachten!

Siehe separate Dokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik"

Gerätetausch Regelgerät

Austauschgerät beschaffen

Defektes Regelgerät anhand der Typenschilder identifizieren; typgleiches Regelgerät von Bosch Rexroth beschaffen!

Folgende Typenbezeichnungen müssen übereinstimmen:

- Typenbezeichnung des Leistungsteils
- Typenbezeichnung des Steuerteils

Hinweis: Idealerweise sollte die Firmware-Typenbezeichnung des Austauschgerätes ebenfalls mit der des defekten Gerätes übereinstimmen.

Falls nur ein Austauschgerät mit anderer Firmware-Typenbezeichnung (Unterschiede in Version und Release-Stand) vorhanden ist, muss die gleiche Firmware, die im defekten Gerät aktiv war, in das Austausch-Regelgerät geladen werden!

Die Typenbezeichnungen sind dem Aufkleber auf dem Leistungs- und Steuerteil zu entnehmen (siehe auch Dokumentation zur jeweiligen Geräte-Komponente).

Der im Gerät aktive Firmwaretyp kann auf dem Display des Bedienfeldes angezeigt werden.

Siehe "Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte"

Störungsbericht ausfüllen

Ein Formular für den Störungsbericht befindet sich als Kopiervorlage in der Dokumentation "Projektierung Leistungsteile bzw. Steuerteile". Diesen Störungsbericht bitte kopieren, sorgfältig und vollständig ausfüllen und dem defekten Gerät beilegen! Der ausgefüllte Störungsbericht unterstützt die schnelle Reparaturabwicklung und hilft, anwendungsbedingte Störungsursachen zu erkennen.

Austausch eines Gerätes mit stationär gesteckter MMC

Parameterwerte sichern

Beim Ausschalten des Gerätes, das eine stationär gesteckte MMC hat (Verwendung der MMC als "Programmiermodul"), werden die aktuellen Parameterwerte automatisch auf der MMC gesichert.

Regelgerät austauschen

Das Regelgerät ist in folgenden Schritten auszutauschen:

1. Antrieb spannungsfrei schalten; Entladezeit des DC-Zwischenkreises abwarten!
2. MMC aus dem auszutauschenden Gerät herausnehmen und in das neue Gerät einstecken!
3. Defektes Regelgerät austauschen!

GEFAHR

Spannungsführende Stromschienen (größer 50 V), auch bei abgeschalteter Netzspannung!

Elektrischer Schlag bei Berühren!

⇒ Entladezeit des Zwischenkreises (L+/L-) abwarten; vor Berühren der Stromschiene prüfen, ob unter 50 V!

Hinweise zum Aus- und Einbau des Regelgerätes siehe Dokumentation "Projektierung Leistungsteile"!

Regelgerät wieder in betriebsbereiten Zustand setzen

Maschine nach Vorgaben des Maschinenherstellers wieder in betriebsbereiten Zustand bringen; anschließend Steuerspannung einschalten!

Abhängig von der "Vorgeschichte" des Austauschgeräts können folgende Meldungen während der Boot-Phase erscheinen:

Firmware-Download

- "Firmware update?"

Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste des Bedienfeldes quittieren. Anschließend läuft der Firmware-Download ab, es erscheinen zugehörige Meldungen.

Danach befindet sich der Antrieb wieder in der Boot-Phase und es kann folgende Meldung erscheinen:

Parameterwerte laden

- "Load new Param.?"

Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste des Bedienfeldes quittieren. Bei vorhandener Sicherheitstechnik-Option erscheinen weitere Meldungen (siehe Dokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik"). Diese Meldungen ebenfalls durch Drücken der "Enter"-Taste (Bedienfeld) quittieren. Der Antrieb vollendet dann die Boot-Phase und wartet dann auf weitere Aktionen des Steuerungsmasters.

Hinweis: Der Antrieb läuft nun wieder mit der gleichen Firmware und den gleichen Parameterwerten wie vor dem Geräteaustausch. Der absoluter Maßbezug von Mess-Systemen bleibt erhalten!

Wenn versäumt wurde, die MMC vor dem Einschalten der Steuerspannung in das Regelgerät zu stecken, erscheint die Meldung

- "Load new Param.?".

In diesem Fall die Steuerspannung abschalten, die MMC des defekten Geräts ins das Austauschgerät stecken und dann die Steuerspannung wieder einschalten.

Hinweis: Die Meldung "Load new Param.?" erscheint nicht zwangsläufig, wenn keine MMC gesteckt ist (abhängig von der "Vorgeschichte" des Austauschgerätes)!

Austausch eines Gerätes ohne stationär gesteckte MMC

Eine nur temporär in das Regelgerät gesteckte MMC ist als Update-Medium für Firmware und als Update- und Sicherungsmedium für Parameterwerte nutzbar.

Parameterwerte sichern

Vor Demontage des defekten Gerätes sind, sofern möglich, die Parameterwerte des Antriebs zu sichern. Hierzu den Antrieb aus- und wieder einschalten, dann in Kommunikationsphase "P2" die Parameterwerte sichern.

Das Sichern der Parameterwerte des defekten Gerätes kann erfolgen über:

- **Bedienfeld des Regelgerätes bei temporär gesteckter MMC ("hot plug")**
  Durch Drücken einer Tastenfolge auf dem Bedienfeld kann das Kommando **C2600 Parameter vom Flash auf die MMC kopieren** (P-0-4092) aktiviert werden. Dadurch werden die aktiven Parameterwerte [lt. **S-0-0192, IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten** und **P-0-0195, IDN-Liste der Retaindaten (Gerätetausch)**] vom regelgeräteinternen Speicher auf eine im Regelgerät temporär gesteckte MMC-Karte kopiert.

Hinweis: Falls die MMC nicht stationär (dauerhaft) im Gerät gesteckt bleibt, darf sie temporär (zeitweise) **nach Ende der Boot-Phase in das eingeschaltete Gerät** eingesteckt und wieder entfernt werden ("hot plug" bzw. "hot unplug").

Siehe auch Abschnitt "Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte"

- **Inbetriebnahmetool "IndraWorks D"**
  Durch Anwahl des betreffenden Menüpunkts werden die Parameterwerte lt. Listenparameter S-0-0192 und P-0-0195 auf einen externen Datenträger (Festplatte, Diskette o.ä.) gespeichert (serielle Kommunikation mit dem Regelgerät oder über SYSDA/SERCOS interface).
- **Steuerungsmaster**
  Die Parameterwerte lt. Listen-Parameter S-0-0192 und P-0-0195 werden durch den Steuerungsmaster auf einen masterseitigen Datenträger gespeichert.

Hinweis: Sollte das Sichern der Parameterwerte vor dem Gerätetausch aufgrund eines Geräte-Totalausfalls nicht möglich sein, können beim späteren Laden der Parameterwerte nur die nach der Erstinbetriebnahme gesicherten Parameterwerte geladen werden (siehe unten "Parameterwerte laden bei Geräte-Totalausfall")!

Regelgerät austauschen

Antrieb spannungsfrei schalten; Entladezeit des DC-Zwischenkreises abwarten; danach defektes Versorgungsgerät austauschen!

GEFAHR

Spannungsführende Stromschienen (größer 50 V), auch bei abgeschalteter Netzspannung!

Elektrischer Schlag bei Berühren!

⇒ Entladezeit des Zwischenkreises (L+/L-) abwarten; vor Berühren der Stromschiene prüfen, ob unter 50 V!

Hinweise zum Aus- und Einbau des Regelgerätes siehe Dokumentation "Projektierung Leistungsteile"!

Regelgerät wieder in betriebsbereiten Zustand setzen

Maschine nach Vorgaben des Maschinenherstellers wieder in betriebsbereiten Zustand bringen

Firmware und Parameter über IndraWorks D laden

Austauschregelgerät ohne gesteckte MMC (wie bei Defektgerät) mit Steuerspannung versorgen.

Abhängig von der "Vorgeschichte" des Austauschgeräts kann folgende Meldung während der Boot-Phase erscheinen:

- "Load new Param.?"

Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste des Bedienfeldes quittieren. Der Antrieb vollendet dann die Boot-Phase und ist bereit für weitere Aktionen über IndraWorks D:

- **Firmware laden**
  Durch Anwahl des betreffenden Menüpunkts wird die auf einem externen Datenträger (Festplatte, Diskette, o. Ä.) gespeicherte Firmware in das Regelgerät geladen (serielle Kommunikation mit dem Regelgerät).
- **Parameter laden**
  Durch Anwahl des betreffenden Menüpunkts werden die unmittelbar vor dem Gerätetausch auf einem externen Datenträger (Festplatte, Diskette, o. Ä.) lt. Listenparameter S-0-0192 und P-0-0195 gesicherten Parameterwerte in das Regelgerät geladen (serielle Kommunikation mit dem Regelgerät oder über SYSDA/SERCOS interface).

Firmware und Parameter über MMC laden

Wenn Firmware und Antriebsparameter über MMC auf das Austausch-Regelgerät übertragen werden sollen, muss sichergestellt sein, dass der MMC-Order "Firmware" die für den Antrieb erforderliche Firmware und der MMC-Ordner "Parameter" die vor dem Gerätetausch gesicherten Parameter enthält.

→ MMC in das Austauschregelgerät stecken, Gerät mit Steuerspannung versorgen!

Abhängig von der "Vorgeschichte" des Austauschgeräts kann folgende Meldung während der Boot-Phase erscheinen:

- "Firmware-Update?"

Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste des Bedienfeldes quittieren. Dadurch wird die Firmware von der eingesteckten MMC in das Regelgerät geladen.

Hinweis: Erscheint die Meldung "Firmware-Update?" nicht, befindet sich im Regelgerät bereits die gleiche Firmware wie auf der MMC. Das Laden der Firmware ist dann nicht erforderlich!

Danach erscheint die Meldung:

- "Load new param.?".

Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste des Bedienfeldes quittieren. Die Antriebsparameter werden nun von der MMC in den flüchtigen Speicher des Gerätes geladen; ggf. erscheint dann noch die Meldung

- "Load new safety?".

Diese Meldung ebenfalls durch Drücken der "Enter"-Taste des Bedienfeldes quittieren. Die Sicherheitsparameter werden nun von der MMC in den Speicher der Sicherheitstechnik-Optionskarte geladen (siehe Dokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik").

Hinweis: Falls die Sicherheitstechnik im Austauschgerät aktiviert werden soll (gemäß ausgetauschtem Gerät), muss der Antrieb nach Laden der Sicherheitsparameter in den Betriebsmodus (Kommunikationsphase P4) hochgefahren werden, bevor er ausgeschaltet wird!

Nun die Parameter durch Aktivierung des Kommandos **C2500 IDN vom optionalen auf den internen Speicher kopieren** (P-0-4091) von der

MMC in den internen, nicht flüchtigen Speicher des Regelgeräts speichern (Speicherung entsprechend Parameter **S-0-0192, IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten** und **P-0-0195, IDN-Liste der Retaindaten (Gerätetausch)**).

Nach Abschluss der Parameter-Ladevorgänge wartet der Antrieb auf weitere Aktionen des Steuerungsmasters.

Nun Regelgerät ausschalten und MMC aus dem Gerät entfernen. Dann Regelgerät wieder einschalten. Danach erscheint die Meldung

- "Load new param.?".

Diese Meldung durch Drücken der "Enter"-Taste des Bedienfeldes quittieren. Die Antriebsparameter werden nun vom nicht füchtigen Speicher("Flash") in den flüchtigen Speicher("RAM") des Gerätes geladen. Das Gerät verhält sich ab jetzt wie ein Gerät ohne gesteckte MMC (siehe auch Kapitel "MultiMediaCard (MMC)").

Parameter laden über Steuerungsmaster (vor Gerätetausch gesichert)

Das Laden der vor dem Gerätetausch gesicherten, achsspezifischen Parameterwerte kann auch über den Steuerungsmaster erfolgen.

Die auf einem masterseitigen Datenträger unmittelbar vor dem Geräteaustausch gesicherten Parameterwerte (lt. Listenparameter S-0-0192 und P-0-0195) werden durch den Steuerungsmaster in das Regelgerät geladen.

Parameterwerte laden bei Geräte-Totalausfall

Sollte unmittelbar vor dem Gerätetausch das Sichern der Parameterwerte lt. Listen-Parameter S-0-0192 und P-0-0195 nicht mehr möglich gewesen sein (Geräte-Totalausfall), sind die nach der Erstinbetriebnahme gesicherten Parameterwerte zu laden.

Hinweis: Bei Antrieben mit Absolutwertgeber und Moduloformat muss nach dem Laden der nach Erstinbetriebnahme gesicherten Parameterwerte erneut Maßbezug hergestellt werden, auch wenn die Lageistwerte über Parameter **S-0-0403, Status Lageistwerte** als gültig gemeldet werden!

WARNUNG

Die nach der Erstinbetriebnahme gesicherten Parameterwerte sind nur bedingt für das Wiederherstellen der Betriebsfähigkeit des Antriebs nach Gerätetausch geeignet!

⇒ Vor Antriebsfreigabe Lageistwerte und aktive Zielposition überprüfen!

Maschine in betriebsbereiten Zustand setzen

Betriebsbereiten Zustand der Maschine wieder herstellen:

- Maschine nach Vorgaben des Maschinenherstellers wieder in betriebsbereiten Zustand setzen
- Funktionen des Antriebs kontrollieren

Rexroth Bosch Group

10.8 Funktionspaketfreischaltung

Kurzbeschreibung

Der Umfang der Funktionalität der IndraDrive-Antriebsfirmware kann durch den Anwender skaliert werden. Damit besteht die Möglichkeit, den Funktionsumfang der Firmware an die jeweiligen Anforderungen anzupassen und ggf. die Komplexität zu reduzieren.

Die Skalierung der Antriebsfunktionalität geschieht durch Lizenzierung (Freischaltung) von optionalen Erweiterungspaketen, die zusätzlich zum Standard-Grundpaket der jeweiligen IndraDrive-Firmware verfügbar sind.

Hinweis: Bei Antrieben in Doppelachs-Ausführung (Firmware-Variante MPD) können für beide Achsen nur die gleichen Funktionspakete freigeschaltet werden. Bei Änderung der Freischaltung für Antrieb 1 wird automatisch die Freischaltung für Antrieb 2 nachgezogen.

Siehe auch "Funktionspakete" im Kapitel "Systemübersicht"

Merkmale

- Anzeige der aktivierten Funktionspakete im Parameter **P-0-2004, Aktive Funktionspakete**
- Dynamische Anpassung der Firmware-Typbezeichnung im Parameter **S-0-0030, Hersteller-Version** an die in P-0-2004 angezeigten aktiven Funktionspakete
- Aktivierung/Deaktivierung von Funktionspaketen über Parameter
- Speicherung des Standes des Betriebsstundenzählers bei letzter Änderung der Freischaltung

Beteiligte Parameter

- **S-0-0030, Hersteller-Version**
- **P-0-2002, Betriebsstunden des Steuerteils bei Änderung der Fktspakete**
- **P-0-2003, Auswahl der Funktionspakete**
- **P-0-2004, Aktive Funktionspakete**

Beteiligte Diagnosen

- **C0101 Parametersatz unvollständig (-> S-0-0021)**

Funktionsbeschreibung

Änderung der aktiven Funktionspaketauswahl

Die Funktionalität der Antriebsfirmware ist in mehrere Funktionspakete unterteilt. Sie kann durch Freischaltung bestimmter Pakete an die Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden.

Es bestehen grundsätzlich folgende Möglichkeiten der nachträglichen Skalierung der Antriebsfunktionalität:

- **Reduzierung** des bereits lizenzierten Funktionsumfanges, um die Komplexität der Firmware zu verringern
- **Erweiterung** des Funktionsumfanges zum ursprünglich bestellten Funktionsumfang (Nachlizenzierung)

Hinweis: Nicht lizenzierte Funktionspakete dürfen nicht verwendet werden. Zur Freischaltung von Funktionspaketen, die nicht Bestandteil des ursprünglichen Bestellumfanges sind, ist eine kostenpflichtige Nachlizenzierung erforderlich! Bei Nutzung einer nicht lizenzierten Funktion erlischt jegliche Gewährleistung seitens Bosch Rexroth.

Im Parameter P-0-2002 wird der Stand des Betriebsstundenzählers bei Änderung der Funktionspaketfreischaltung gespeichert. Somit ist für Mitarbeiter von Bosch Rexroth die Möglichkeit gegeben, eine Freischaltung von nicht lizenzierten Antriebsfunktionen nachzuweisen.

Für die Auswahl der Funktionspakete steht der Parameter P-0-2003 zur Verfügung; für die Anzeige der aktivierten Pakete der Parameter P-0-2004.

Es gilt folgende Zuordnung:

Bit-Nr.	Bezeichnung des Paketes (Bit = 1 → Paket ist ausgewählt)	Regeln bei Auswahl über P-0-2003
0	Grundpaket "Open-Loop"	ein Paket wählen (alternative Auswahl)
1	Grundpaket "Closed-Loop"	s.o.
2	frei	
3	frei	
4	Erweiterungspaket "Servo" (SRV)	ein Paket wählen (alternative Auswahl) oder alle Bit = 0
5	Erweiterungspaket "Synchronisation" (SNC)	s.o.
6	Erweiterungspaket "Hauptspindel" (MSP)	s.o.
7	frei	
8	frei	
9	Zusatzpaket "IndraMotion MLD-S"	additive Auswahl (ja/nein)
10 bis 31	frei	

Abb. 10-26: Auswahl der Funktionspakete

Hinweis: Es besteht die Möglichkeit, die Funktionspaket-Option "ALL" zu erwerben und damit alle drei o.g. Erweiterungspakete (SRV, SNC, MSP) zu lizenzieren. Man hat somit die freie Wahl, welches Erweiterungspaket man nutzen möchte.

Beispiel Um z.B. das Grundpaket "Closed-Loop" und das Erweiterungspaket "Servo" freizuschalten, ist folgende Einstellung in P-0-2003 erforderlich:

- Bit 1 = 1 für das Grundpaket "Closed-Loop"
- Bit 4 = 1 für das Erweiterungspaket "Servo"

→ P-0-2003 = 0x0012

Diese Einstellung werden im Parameter P-0-2004 angezeigt, bei Änderungen im Parameter P-0-2003 erst nach erneutem Bootvorgang.

Nachfolgende Grafik zeigt das Zusammenwirken der an der Funktionspaketfreischaltung beteiligten Parameter.

Abb. 10-27: Übersicht der Parameter für Funktionspaketauswahl

Jede Änderung der Funktionspaketauswahl wird über einen Eintrag des aktuellen Betriebstundenzählerstandes im Parameter **P-0-2002, Betriebsstunden des Steuerteils bei Änderung der Fktspakete** protokolliert.

Hinweis: Es ist seitens Bosch Rexroth jederzeit möglich, eine nachträgliche, unlizenzierte Freischaltung nachzuweisen.

Zur Eingabe in **P-0-2003, Auswahl der Funktionspakete** sind z. Zt. die folgenden Kombinationen möglich:

Open-Loop-Pakete

- **Open-Loop** ohne Erweiterungspakete — P-0-2003 = 0x0000 0001
- Open-Loop mit **Synchronisation (SNC)** — P-0-2003 = 0x0000 0021
- Open-Loop mit **IndraMotion MLD-S (ML)** — P-0-2003 = 0x0000 0**2**01
- Open-Loop mit **Synchronisation + IndraMotion MLD-S** — P-0-2003 = 0x0000 0**2**21

Closed-Loop-Pakete

- **Closed-Loop** ohne Erweiterungspakete — P-0-2003 = 0x0000 000**2**
- Closed-Loop mit **Servo (SRV)** — P-0-2003 = 0x0000 00**1**2
- Closed-Loop mit **Synchronisation (SNC)** — P-0-2003 = 0x0000 00**2**2
- Closed-Loop mit **Hauptspindel (MSP)** — P-0-2003 = 0x0000 00**4**2
- Closed-Loop mit **IndraMotion MLD-S (ML)** — P-0-2003 = 0x0000 0**2**02
- Closed-Loop mit **Servo + IndraMotion MLD-S** — P-0-2003 = 0x0000 0**2**12
- Closed-Loop mit **Synchronisation + IndraMotion MLD-S** — P-0-2003 = 0x0000 0**2**22
- Closed-Loop mit **Hauptspindel + IndraMotion MLD-S** — P-0-2003 = 0x0000 0**2**42

Hinweis: Änderungen im Parameter **P-0-2003, Auswahl der Funktionspakete** werden erst nach einem erneuten Booten vom Antrieb übernommen.

Reduzierung der aktiven Funktionspakete

Eine Reduzierung des Funktionsumfanges der Firmware kann jederzeit durch den Anwender durch Deaktivierung von einzelnen Funktionspaketen erfolgen. Dazu werden im Parameter **P-0-2003, Auswahl der Funktionspakete** die nicht benötigten Funktionspakete rückgesetzt (deaktiviert).

Nachträgliche Erweiterung (Nachlizenzierung)

Die Lizenzierung der benötigten Funktionen erfolgt im Normalfall über die Bestellung der IndraDrive-Firmware. Sie ist bei Auslieferung auf dem Typenschild des Steuerteils als Firmware-Typ angegeben und wird zusätzlich Rexroth-intern protokolliert.

Hinweis: Es ist seitens Bosch Rexroth jederzeit möglich, nachzuweisen, welcher Funktionsumfang bei der Lieferung aktiviert und damit lizenziert war. Bei Nutzung einer nicht lizenzierten Funktion erlischt jegliche Gewährleistung seitens Bosch Rexroth!

Es besteht im Einzelfall die Möglichkeit einer Nachlizenzierung, falls man über die bestellte und bezahlte Funktionalität hinaus weitere Funktionen freischalten möchte. Der Ablauf ist im folgenden Abschnitt "Inbetriebnahmehinweise" beschreiben.

Inbetriebnahmehinweise

Auslieferungszustand

Bei der Auslieferung eines Antriebes sind grundsätzlich alle lizenzierten Funktionspakete freigeschaltet. Die Parameterinhalte von P-0-2003 und P-0-2004 beschreiben den durch die Bestellung festgelegten, maximal nutzbaren Funktionsumfang der Firmware.

Hinweis: Der auf dem Firmware-Typenschild des Steuerteils aufgedruckte Firmware-Typ muss mit dem Inhalt des Parameters **S-0-0030, Hersteller-Version** übereinstimmen.

Der Inhalt des Parameters S-0-0030 kann auch über das Standard-Bedienfeld ausgelesen werden (siehe "Bedienfeld der IndraDrive-Regelgeräte").

Nachfolgendes Beispiel zeigt den Zusammenhang:

Beispiel

- Inhalt von S-0-0030: FWA-INDRV*-MPH02V09-MS-CL-SNC-ML
- Typenschildaufdruck: FWA-INDRV*-MPH02V09-MS-CL-SNC-ML

Reduzierung der Funktionalität

Die Skalierung erfolgt durch Deaktivierung von Funktionspaketen über einen Eintrag im Parameter **P-0-2003, Auswahl der Funktionspakete**.

Diese Änderung kann durch direktes Beschreiben des Parameters über die Führungskommunikation oder über den dafür im Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" vorhandenen Dialog erfolgen.

Der Zeitpunkt der Änderung wird durch einen Eintrag in **P-0-2002, Betriebsstunden des Steuerteils bei Änderung der Fktspakete** festgehalten.

Hinweis: Eine Änderung im Parameter P-0-2003 wird erst nach einem erneuten Bootvorgang wirksam. Die aktiven Funktionspakete werden in P-0-2004 angezeigt.

Nachlizenzierung (Erweiterung der Funktionalität)

Falls die ursprünglich bestellte und gelieferte Firmware nicht alle erforderlichen Funktionen enthält, ist eine nachträgliche Freischaltung weiterer Funktionspakete möglich. Dazu ist eine kostenpflichtige Nachlizenzierung erforderlich.

Hinweis: Zu Testzwecken besteht für eine befristete Zeit (max. 2 Wochen) die Möglichkeit, über P-0-2003 auch nicht lizenzierte Funktionspakete freizuschalten.

Bei dauerhafter Nutzung eines nicht lizenzierten Funktionspaketes erlischt jegliche Gewährleistung seitens Bosch Rexroth!

Ablauf der Nachlizenzierung

Die Nachlizenzierung läuft wie folgt ab:

1. Freischaltung der gewünschten Funktionspakete in P-0-2003
2. Antrieb erneut Booten und den Inhalt von P-0-2004 überprüfen (Inhalt muss mit dem von P-2003 übereinstimmen!)
3. Firmwaretyp aus Parameter **S-0-0030, Hersteller-Version** entnehmen und notieren, da dort die aktuelle und über P-0-2003 definierte Firmware-Konfiguration angezeigt wird.
4. Seriennummer des Steuerteiles aus **P-0-1511, Leiterkartenkennung Steuerteil** (Listenelement 3) entnehmen und notieren
5. Bestellung an Bosch Rexroth mit Angabe der Seriennummer (aus P-0-1511) und der gewünschten Firmware-Konfiguration (aus S-0-0030) senden
6. Lieferung eines angepassten Firmware-Typenschildes von Bosch Rexroth zum Aufkleben auf das Typenschild des Steuerteils, damit der Inhalt von S-0-0030 und der Firmware-Bezeichnung auf dem Typenschild übereinstimmt

Falls keine kundenseitige Vorab-Freischaltung durchgeführt wird, kann die Nachlizenzierung ab Schritt 4 erfolgen. Im Schritt 5 kann dann die gewünschte neue Firmware-Konfiguration nicht aus S-0-0030 ausgelesen werden, sondern muss der Firmware-Typenübersicht entnommen werden (siehe "Bestellbare Firmware-Typen" im Kapitel "Systemübersicht: Funktionspakete").

Hinweis: Bezüglich der Abwicklung der Bestellung wenden Sie sich bitte an ihren zuständigen Vertriebsmitarbeiter von Bosch Rexroth!

Lieferumfang

Zum Lieferumfang gehören

- bestellter neuer Firmware-Typ als FWA-File inkl. Parameter-File (als Dateien oder auf MMC)
- angepasstes Firmware-Typenschild (zum Aufkleben)

Überwachung der Freischaltung

Im Zusammenhang mit der Funktionspaketfreischaltung wird im Umschaltkommando von Phase 2 nach Phase 3 überprüft (vgl. **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3**), ob nicht mehrere Alternativpakete gleichzeitig ausgewählt wurden. Falls ja, dann wird die Fehlermeldung C0101 erzeugt und die Parameter-IDN "P-0-2003" in den Listenparameter **S-0-0021, IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 2** eingetragen.

Siehe auch Diagnosebeschreibung "C0101 Parametersatz unvollständig (-> S-0-0021)"

10.9 Erweiterte Diagnosemöglichkeiten

Monitorfunktion

Kurzbeschreibung

Hinweis: Die im Antrieb implementierte sogenannte "Monitorfunktion" kann nur **für den internen Gebrauch** oder als erweiterte Diagnosemöglichkeit im Fehlerfall verwendet werden.

Die Monitorfunktion bietet folgende Möglichkeiten:

- Anzeigen von Speicherbereichen
- Ändern von Speicherstellen
- Schreiben/Lesen von EEPROM-Speicherzellen (Regler und Geber)
- Abgleich analoger Messwerte
- Anzeige von internen Systemzuständen
- Ausführung von verschiedener Testroutinen für Soft- und Hardware

Hinweis: Zur Benutzung der Monitorfunktion wird ein VT100-Terminal, ein ANSI-Terminal oder eine entsprechende Emulation benötigt. Empfohlen wird eine Darstellung in 132 Spalten.

Inbetriebnahme-/Bedienhinweise

Serielle Schnittstelle

Die Anbindung an den Antrieb erfolgt über die serielle Schnittstelle. Die Einstellung ist entsprechend der Parametrierung der seriellen Schnittstelle im Antrieb (Parameter P-0-4021, P-0-4025, P-0-4095) vorzunehmen.

Default-Einstellungen der seriellen Schnittstelle:

- 9600 Baud
- 8 Datenbits
- keine Parität
- 1 Stopp-Bit
- Hardware-Protokoll

Öffnen des Kommunikationskanals

Nach dem Start des Terminals (Hyperterminal von Windows) und des Antriebs erscheint zunächst keine Ausgabe auf dem Terminal.

Um eine Verbindung mit dem Antrieb herzustellen ist folgende Eingabe erforderlich:

- BCD:<Antriebsadresse>

Die Antriebsadresse entspricht dabei der im Parameter P-0-4025 eingestellten Nummer (oder am Display ablesen, Default-Adresse ist "99"). Der Antrieb meldet sich jetzt mit:

"***E<Antriebsadresse>:>"***

Hinweis: Bei der Eingabe erscheint kein "Echo" auf dem Terminal (d.h. die Eingabe ist nicht sichtbar, wenn das lokale Echo des Terminals ausgeschaltet ist).

Um in den Monitormodus zu gelangen ist nun

"mon"

einzugeben.

Bei Erfolg meldet sich der Antrieb mit

"INDRAMAT IMON166 V1.3 May 27 2002 [? = Hilfe]"

als dunkel hinterlegte Kopfzeile und dem Prompt *"HPC> "*.

Hinweis: Die Monitorfunktion ist nun gestartet!

Bedienung

Der Aufbau des Monitors ist in Menüs organisiert. Der Inhalt der einzelnen Menüs kann durch Eingabe von

"?"

angezeigt werden.

Grundsätzlich erfolgt die Eingabe nach dem Schema:

"Befehl Option1 Option2 ... Option N"

Untermenüs werden wie normale Befehle aufgerufen. Das Verlassen der Untermenüs erfolgt mit:

"exit"

Hinweis: Mit der Anweisung "exit" wird auch der Monitormodus verlassen und der Antrieb schaltet wieder auf die normale RS232-Kommunikation um.

Der Bildschirminhalt kann mit dem Kommando

"cls"

gelöscht werden.

Logbuchfunktion

Kurzbeschreibung

In der Antriebsfirmware ist eine Logbuchfunktion realisiert, um im Fehlerfall eine detailliertere Fehlerdiagnose zu erhalten. Mit den über die Logbuchfunktion gelieferten Informationen ist es möglich, bei Bedarf den antriebsinternen Firmware-Ablauf nachzuvollziehen.

Beteiligte Parameter

- **P-0-0478, Logbuch-Ereignis**
- **P-0-0479, Logbuch-Zeitstempel**

Funktionsbeschreibung

Die Listenparameter **P-0-0478, Logbuch-Ereignis** und **P-0-0479, Logbuch-Zeitstempel** sind als Ringspeicher organisiert und können 128 Elemente aufnehmen. Die Eintragungen in diese Parameter werden vom Regelgerät automatisch in Abhängigkeit interner Zustände vorgenommen. Der Eintrag in P-0-0478 kennzeichnet das Ereignis (bzw. den Zustand); in P-0-0479 wird der Zeitpunkt des Eintrags abgelegt.

Inhalt und Format der Logbucheinträge

Einträge in den Parameter P-0-0478 erfolgen als Hexadezimalzahlen mit folgender Zuordnung:

- **Bit 31 bis 16** → Modulkennung
- **Bit 15 bis 0** → interner Diagnoseschlüssel

Die angezeigten Werte dieses Parameters sind nur mit internen Kenntnissen der Antriebsfirmware interpretierbar.

Abb. 10-28: Logbuch-Einträge (Beispiel)

Hinweis: Bei jedem Einschalten des Steuerteils wird "0xFFFFFFFF" als Trennzeichen in P-0-0478 eingetragen um den "Neustart" zu kennzeichnen.

Die Einträge in P-0-0479 stellen die Betriebsstundenzeit des Steuerteils in Sekunden zum Zeitpunkt des jeweiligen Ereignis dar.

Abb. 10-29: Inhalt des Parameters P-0-0479 (Beispiel)

Patchfunktion

Kurzbeschreibung

Die Patchfunktion kann zum Auslesen und Beschreiben beliebiger Speicherstellen (oder interner Variablen) als Datenobjekt über die Führungskommunikation, die Analogausgabe oder die Oszilloskop-funktion verwendet werden.

In Verbindung mit der Analogausgabe oder der Oszilloskopfunktion kann diese Funktionalität zur Fehlersuche verwendet werden.

Hinweis: Da es sich um eine **Funktion zur ausschließlichen Benutzung durch das Entwicklungspersonal** handelt, sind die Patch-Anzeige-Parameter P-0-0485 und P-0-0491 mit dem Master-Passwort geschützt (lesend und schreibend). Auch werden die Inhalte dieser Parameter **nicht im Flash gesichert**, sondern gehen mit dem Ausschalten verloren.

Beteiligte Parameter

- **P-0-0480, Patch-Funktion 1, Quellpointer**
- **P-0-0481, Patch-Funktion 1, Attribut**
- **P-0-0482, Patch-Funktion 1, Bitmaske**
- **P-0-0483, Patch-Funktion 1, Exponent**
- **P-0-0485, Patch-Funktion 1, Anzeige**
- **P-0-0486, Patch-Funktion 2, Quellpointer**
- **P-0-0487, Patch-Funktion 2, Attribut**
- **P-0-0488, Patch-Funktion 2, Bitmaske**
- **P-0-0489, Patch-Funktion 2, Exponent**
- **P-0-0491, Patch-Funktion 2, Anzeige**

Funktionsbeschreibung

Lesezugriff (Anzeige von internen Speicherstellen/Signalen)

Die Patchfunktion ermöglicht die Umformung einer beliebigen Speicherstelle in ein Datenobjekt, welches über die Führungskommunikation ausgelesen werden kann. Dazu wird über die Parameter **P-0-0480, Patch-Funktion 1, Quellpointer** und **P-0-0486, Patch-Funktion 2, Quellpointer** eine Speicherstelle vorgegeben. Über die Bits 0 bis 2 der Parameter **P-0-0481, Patch-Funktion 1, Attribut** und **P-0-0487, Patch-Funktion 2, Attribut** wird der Zugriff auf diese Adresse konfiguriert. INT4 liest einen 4-Byte-Integerwert ab dem Quellpointer aus, INT2/INT1 entsprechend 2 bzw. 1 Byte. FLOAT8 liest einen 8-Byte-Gleitkommawert (DOUBLE) aus, FLOAT4 entsprechend 4 Byte (FLOAT).

Durch die verwendete Prozessorarchitektur unterliegen die möglichen Speicherzugriffe gewissen Einschränkungen. Beispielsweise ist ein 4-Byte-Zugriff nur auf Speicherstellen zulässig, deren Adresse durch 4 teilbar ist. Eine vollständige Übersicht der erlaubten und verbotenen Speicherzugriffe gibt die folgende Tabelle.

Hinweis: Möchte man den Zugriffsmodus über die Bits 0 bis 2 der Parameter für das Patch-Attribut (P-0-0481/P-0-0487) ändern, so geht dies nur, wenn der gerade eingestellte Patch-Quellpointer (P-0-0480/P-0-0486) den neuen Zugriffsmodus erlaubt (siehe Tabelle).

Zugriff als...	Zugriff ist möglich auf Quelladressen, die …		
	durch 4 teilbar sind (DWORD-aligned)	durch 2, aber nicht durch 4 teilbar sind (WORD-aligned)	keine spezielle Ausrichtung haben (BYTE-aligned)
INT4	✓	X	X
INT2	✓	✓	X
INT1	✓	✓	✓
FLOAT8	✓	X	X
FLOAT4	✓	X	X

✓: Zugriff erlaubt
X: Zugriff verboten

Abb. 10-30: Mögliche Zugriffsmodi

Über die Bits 4 bis 7 der Parameter für das Patch-Attribut (P-0-0481/P-0-0487) wird das gewünschte Anzeigeformat eingestellt. So ist eine Interpretation des gelesenen Wertes als Dezimalzahl mit oder ohne Vorzeichen, als Hexadezimalzahl oder als Binärzahl möglich. Wählt man "BOOL" als Anzeigetyp, so wird "1" ausgegeben, wenn ein Wert ungleich Null ausgelesen wurde, andernfalls wird "0" angezeigt.

Die Verarbeitung der gelesenen Werte ist schematisch in Abb. "Ablaufdiagramm der Patchfunktion "Speicherstelle lesen"" dargestellt. Wird eine Speicherstelle als Integer gelesen und in einem Nicht-Float-Format ausgegeben, so erfolgt eine UND-Verknüpfung des gelesenen Wertes mit der durch die Parameter der Patch-Bitmaske (P-0-0482/P-0-0488) eingestellten Bitmaske. Diese Maske ist standardmäßig auf 0xFFFFFFFF eingestellt, so dass der gelesene Wert nicht verändert wird.

Liest man eine Speicherstelle als Float-Wert aus und wählt ein Nicht-Float-Format zur Anzeige, so wird der gelesene Wert mit $10^{-\text{Exponent}}$ multipliziert. Auf diese Weise kann eine Anpassung an den Wertebereich der Anzeige (-2147483648 bis 2147483647, Wertebereich einer "signed int") vorgenommen werden. Der Exponent kann über die Parameter **P-0-0483, Patch-Funktion 1, Exponent** oder **P-0-0489, Patch-Funktion 2, Exponent** eingestellt werden.

Hinweis: Liegt der ausgelesene Wert, bewertet mit dem Exponenten, außerhalb des möglichen Anzeigebereichs, so wird einer der Extremwerte angezeigt. In diesem Fall ist ein anderer Exponent zu wählen.

Schreibzugriff (Ändern von internen Speicherstellen/Signalen)

Analog zum Lesezugriff ist auch ein Beschreiben beliebiger Speicherstellen möglich. Der Schreibzugriff läuft nach Abb. "Ablaufdiagramm der Patchfunktion "Speicherstelle schreiben"" ab. Eine eventuell gesetzte Bitmaske (P-0-0482/P-0-0488) wird ebenso berücksichtigt (UND-verknüpft) wie ein vorgegebener Patch-Exponent (P-0-0483/P-0-0489).

Hinweis: Es ist zu beachten, dass im Anzeigemodus "BOOL" kein Beschreiben der Speicherstelle möglich ist, da dem Wert "TRUE" (angezeigt als "1") kein eindeutiger Zahlenwert zugeordnet werden kann. Jeder Wert ungleich Null wird als "TRUE" interpretiert.

Hinweis: Wie beim Lesezugriff sind auch beim Schreibzugriff nur im INT1-Modus ungerade Adressen zulässig. Dieser wird allerdings im Gegensatz zum Lesezugriff direkt als Byte-Zugriff ausgeführt. Es sollte daher vermieden werden, Adressen außerhalb des DRAM auf diese Weise anzusprechen, da dies zu einem undefinierten Verhalten der Hardware führen kann.

Anwendungsbeispiele

Nutzung der Patchfunktion in Verbindung mit der Analogausgabe

In Verbindung mit der Funktion "Analogausgabe" kann der Inhalt einer Speicherstelle auf einen Analogausgang übertragen werden. Dazu muss in einen der Parameter **P-0-0420, Analog-Ausgang 1 Signalauswahl** oder **P-0-0423, Analog-Ausgang 2 Signalauswahl** die Identnummer der gewünschten Patch-Anzeige (P-0-0485/P-0-0491) eingetragen werden.

Hinweis: Zu beachten ist, dass eine Änderung der Patch-Attribute (P-0-0481/P-0-0487) nicht automatisch auf die Parameter P-0-0418/P-0-0419 und P-0-0422/P-0-0425 übertragen wird. Nach einer Änderung im Patch-Attribut sollten daher die Parameter P-0-0420/P-0-0423, P-0-0418/P-0-0419 und P-0-0422/P-0-0425 neu geschrieben werden.

Siehe auch "Analoge Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebs-funktionen"

Abb. 10-31: Ablaufdiagramm der Patchfunktion "Speicherstelle lesen"

Abb. 10-32: Ablaufdiagramm der Patchfunktion "Speicherstelle schreiben"

10.10 Oszilloskopfunktion

Kurzbeschreibung

Die Oszilloskopfunktion kann zum Aufzeichnen von antriebsinternen und externen Zustandsgrößen (Parameterinhalten) verwendet werden. Diese Funktion kann sowohl bei der Erstinbetriebnahme als auch bei der Fehlersuche effektiv eingesetzt werden. Ihre Funktionalität ist mit der eines 4-Kanal-Oszilloskops vergleichbar.

Der Gesamtumfang der Oszilloskopfunktion wird in folgende Funktionsblöcke unterteilt:

- **Messwertaufzeichnung**
  Es können 4 Kanäle gleichzeitig aufgezeichnet werden, wobei die Signalauswahl durch Konfiguration von Signalauswahllisten (IDN-Listen) erfolgt.
- **Konfiguration (Grundeinstellungen)**
  Mit dem Steuer-/Statusblock werden die Grundfunktionen (Start/Stopp, Zeitauflösung, Speichertiefe, Betriebsart) bestimmt. Generell wird dem Master kontinuierlich der aktuelle Zustand (Zustandsdiagramm) des Oszilloskops angezeigt.
- **Triggerfunktion**
  Der Antrieb bietet neben umfangreichen Triggerfunktionen die Möglichkeit, auf verschiedenste Signale und Ereignisse im Antrieb zu triggern.

Merkmale

Die Oszilloskopfunktion ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- **Messwertaufzeichnung**
  - 4 Kanäle mit jeweils maximal 8192 Messwerten
  - Frei wählbare Zeitauflösung im Raster des Lagereglertaktes (siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht")
  - Signalauswahl über Angabe der Identnummer (IDN) des zugehörigen Parameters
- **Konfiguration (Grundeinstellungen)**
  - 4-kanalige Darstellung in "IndraWorks D"
  - über 100 verschiedene Mess- und Triggersignale (vgl. P-0-0149)
  - Erweiterung der Oszilloskopfunktion über Patchfunktion
- **Triggerfunktion**
  - Triggersignalauswahl über Angabe der Parameter-Identnummer
  - Interner Trigger oder externer Trigger
  - Externer Trigger mit Triggerversatzermittlung zur Synchronisierung von Mehrachsmessungen
  - Einheit der Triggerschwelle passt sich Triggersignalauswahl an
  - Triggerung auf interne Speicherinhalte mit Patchsignal möglich

Beteiligte Parameter

Steuerung/Status

- **P-0-0028, Oszilloskop: Steuerwort**
- **P-0-0029, Oszilloskop: Statuswort**
- **P-0-0031, Oszilloskop: Zeitauflösung**
- **P-0-0032, Oszilloskop: Speichertiefe**
- **P-0-0149, Oszilloskop: Signalauswahlliste**
- **P-0-0150, Oszilloskop: Anzahl gültiger Messwerte**

Messkanäle

- **P-0-0021, Oszilloskop: Messwertliste 1**
- **P-0-0022, Oszilloskop: Messwertliste 2**
- **P-0-0023, Oszilloskop: Signalauswahl 1**
- **P-0-0024, Oszilloskop: Signalauswahl 2**
- **P-0-0145, Oszilloskop: Messwertliste 3**
- **P-0-0146, Oszilloskop: Messwertliste 4**
- **P-0-0147, Oszilloskop: Signalauswahl 3**
- **P-0-0148, Oszilloskop: Signalauswahl 4**

Triggerfunktion

- **P-0-0025, Oszilloskop: Trigger-Maske**
- **P-0-0026, Oszilloskop: Triggersignalauswahl**
- **P-0-0027, Oszilloskop: Triggerschwelle**
- **P-0-0030, Oszilloskop: Triggerflanke**
- **P-0-0033, Oszilloskop: Anzahl der Messwerte nach Triggerereignis**
- **P-0-0035, Oszilloskop: Triggersteuerversatz**
- **P-0-0036, Oszilloskop: Externes Triggersignal**
- **P-0-0037, Oszilloskop: Internes Triggersignal**

Grundsätzliches zur Oszilloskopfunktion

Ablauf einer Messung/Zustandsdiagramm

Abb. 10-33: Zustandsdiagramm der Oszilloskopfunktion

Konfiguration der Messwertkanäle

Die Konfiguration eines Messwertkanals erfolgt durch die Eingabe der IDN des gewünschten Parameters in den entsprechenden Signalauswahl-Parameter:

- **P-0-0023, Oszilloskop: Signalauswahl 1**
- **P-0-0024, Oszilloskop: Signalauswahl 2**
- **P-0-0147, Oszilloskop: Signalauswahl 3**
- **P-0-0148, Oszilloskop: Signalauswahl 4**

Signalauswahlliste (P-0-0149)

Hierbei können alle Identnummern, die im Parameter **P-0-0149, Oszilloskop: Signalauswahlliste** enthalten sind, eingetragen werden.

Der Parameter P-0-0149 enthält alle Parameter, die als Triggersignal (P-0-0026) bzw. als Mess-Signal (P-0-0023, P-0-0024, P-0-0147, P-0-0148) geeignet sind. Durch Auslesen von P-0-0149 kann der Master erkennen, welche Signale im Antrieb aufgezeichnet werden können.

Hinweis: Derzeit sind alle zyklisch konfigurierbaren Parameter (> 100) in der Liste enthalten!

Beispiel für Signalauswahl

Beispiel für die Signalauswahl der Oszilloskopfunktion:

- als aufzuzeichnendes Signal wird S-0-0051, Lage-Istwert Geber 1 ausgewählt
- Lage-Istwert von Geber 1 (S-0-0051) wird in Parameter **P-0-0023, Oszilloskop: Signalauswahl 1** geschrieben

→ Lage-Istwert der Achse 1 wird mit Eintreten der Randbedingungen im Oszilloskop aufgezeichnet und an den Master übertragen

Abb. 10-34: Beispiel für Signalauswahl

Erweiterte Oszilloskopfunktion (Patchfunktion)

Der Antrieb bietet neben der Aufzeichnung von Parameterinhalten über die Oszilloskopfunktion auch die Möglichkeit, beliebige interne Signale (d.h. Speicheradressen) aufzuzeichnen (Patchfunktion).

Hinweis: Die Nutzung der Patchfunktion ist nur mit der Information über den Aufbau des internen Datenspeichers möglich, weshalb sie nur vom Entwicklungspersonal der IndraDrive-Firmware effektiv genutzt werden kann.

Um interne Signale (Speicheradressinhalte) aufzuzeichnen, sind **P-0-0485, Patch-Funktion 1, Anzeige** oder **P-0-0491, Patch-Funktion 2, Anzeige** in einen der Signalauswahl-Parameter (P-0-0023, P-0-0024, P-0-0147, P-0-0148) zu konfigurieren.

Hinweis: Die Parametrierung der Patchfunktion muss vor der Zuweisung als Trigger- bzw. Mess-Signal erfolgen.

Siehe auch "Erweiterte Diagnosemöglichkeiten: Patchfunktion" im gleichen Kapitel

Aktivieren der Oszilloskopfunktion

Die Aktivierung/Deaktivierung der Oszilloskopfunktion erfolgt über den Parameter **P-0-0028, Oszilloskop: Steuerwort**.

P-0-0028, Bit 0:

- Bit 0 = 1 → Starten einer Messung
- Bit 0 = 0 → Stoppen einer Messung

Durch Setzen von Bit 0 in P-0-0028 wird die Oszilloskopfunktion aktiviert, d.h. die Aufzeichnung von Messwerten des ausgewählten Signals beginnt. Dabei wartet die Oszilloskopfunktion auf das Auftreten der gewählten Triggerflanke bzw. Schwelle. Mit Erkennen einer gültige Flanke wird der Messwertspeicher weiter mit den Messwerten beschrieben, bis die im Parameter **P-0-0033, Oszilloskop: Anzahl der Messwerte nach Triggerereignis** festgelegt Zahl an Messwerten erreicht ist (Delay-Funktion).

Nach Aufzeichnung der festgelegten Zahl an Messwerten wird im Parameter **P-0-0029, Oszilloskop: Statuswort** das Bit "Delay-Funktion beendet" (Bit 4) gesetzt. Damit ist die Aufzeichnung komplett und wird automatisch beendet. Bit 0 im Parameter P-0-0028 wird rückgesetzt und die Messwertliste kann ausgelesen werden.

Hinweis: Abhängig von der Parametrierung der Speichertiefe, der Zeitauflösung, der Anzahl der Messwerte nach dem Triggerereignis und dem Zeitpunkt des Auftretens des Triggerereignisses wird nicht immer der gesamte Messwertspeicher für die aktuelle Messung beschrieben.

Dadurch ist es möglich, dass sich noch alte Messwerte im Speicher befinden, die für die aktuelle Messung nicht gültig sind!

Triggerfunktion

Der Antrieb bietet umfangreiche und flexible Triggermöglichkeiten.

Trigger-Signalauswahl

Triggerung auf Standardsignale

Die Auswahl des Triggersignals erfolgt im Parameter **P-0-0026, Oszilloskop: Triggersignalauswahl** durch direkte Eingabe von Parameter-Identnummern. Dabei sind nur Identnummern erlaubt, die in der Liste **P-0-0149, Oszilloskop: Signalauswahlliste** enthalten sind.

Hinweis: Sollte beim Aktivieren der Oszilloskopfunktion kein gültiges Triggersignal vorhanden sein, wird im Parameter **P-0-0029, Oszilloskop: Statuswort** Bit 7 für "Triggerfehler" gesetzt.

Der Parameter **P-0-0026, Oszilloskop: Triggersignalauswahl** bestimmt, welches Signal auf den parametrierten Flankenwechsel oder Schwellwert überwacht wird.

Triggerung auf beliebige Signale

Der Antrieb bietet neben der Triggerung von Parameterinhalten auch die Möglichkeit, beliebige interne Signale (d.h. Speicheradressen) aufzuzeichnen (Patchfunktion).

Hinweis: Die Nutzung der Patchfunktion ist nur mit der Information über den Aufbau des internen Datenspeichers möglich, weshalb sie nur vom Entwicklungspersonal der IndraDrive-Firmware effektiv genutzt werden kann.

Patchfunktion

Um auf interne Signale (Speicheradressinhalte) zu triggern, sind **P-0-0485, Patch-Funktion 1, Anzeige** oder **P-0-0491, Patch-Funktion 2, Anzeige** in P-0-0026 zu konfigurieren.

Siehe auch "Erweiterte Diagnosemöglichkeiten: Patchfunktion" im gleichen Kapitel

Interner oder externer Trigger

Im Parameter **P-0-0028, Oszilloskop: Steuerwort** kann die Triggerart ausgewählt werden.

P-0-0028, Bit 1:

- Bit 1 = 0 → interner Trigger ohne Versatzmessung
- Bit 1 = 1 → externer Trigger mit Versatzmessung

Triggerereignis

Das Triggerereignis ist der Zeitpunkt der Übereinstimmung von Triggersignal (P-0-0026) und Triggerschwelle (P-0-0027) unter Berücksichtigung der festgelegten Triggerflanke (P-0-0030). Mit Auftreten des Triggerereignisses wird der interne Trigger ausgelöst.

Interner Trigger (ohne Versatzmessung)

Bei Auswahl "Interner Trigger" (P-0-0028; Bit 1 = 0) wird die externe Triggerquelle (P-0-0036 Bit 0) nicht berücksichtigt. Bis zum Erreichen des Triggerereignisses wird in **P-0-0029, Oszilloskop: Statuswort** der aktuelle Zustand des Vergleichs "Signal/Triggerschwelle" angezeigt.

Mit dem Erreichen des Triggerereignisses wird das Bit "Internes Triggerereignis" im **P-0-0029, Oszilloskop: Statuswort** gesetzt und die Aufzeichnung bis Erreichen der festgelegten Anzahl der Messwerte nach Triggerereignis (P-0-0033) fortgesetzt. Erst dann wird das Bit "Delay-Funktion beendet" gesetzt (P-0-0029; Bit 4). Mit dem Setzen dieses Bits

ist die komplette Aufzeichnung abgeschlossen. Unabhängig von der Triggerquelle zeigt das Bit das Ende der Aufzeichnung an.

Das Statusbit "Triggerfunktion beendet" (P-0-0029 Bit 3) wird bei interner Triggerquelle mit dem Bit für "Internes Triggerereignis" (P-0-0029 Bit 2) gleichzeitig gesetzt (siehe Zustandsdiagramm).

Abb. 10-35: Interner Trigger ohne Versatzmessung (P-0-0028; Bit 1 = 0)

Hinweis: Durch Parametrierung von P-0-0036 (externes Triggersignal) in **P-0-0026, Oszilloskop: Triggersignalauswahl** ist es möglich, die interne Triggerfunktion durch den externen Triggereingang auszulösen.

Externer Trigger mit Versatzmessung

Bei Triggerart "Externer Trigger mit Versatzmessung" (P-0-0028; Bit 1 = 1) werden bei der Masterachse der interne und externe Trigger verwendet.

Das Verhalten bei Auswahl "Externer Trigger“ entspricht bis zum Erreichen des internen Triggerereignisses dem Verhalten bei Triggerquelle "Interner Trigger". Bis zum Eintreten des externen Triggersignals (P-0-0036; Bit 0) wird nun der Triggerversatz zwischen beiden Triggerereignissen bestimmt und im Parameter P-0-0035 abgebildet. Danach wird im Statuswort das Bit "Triggerfunktion beendet" gesetzt (P-0-0029; Bit 3). Der restliche Ablauf ist gleich dem bei interner Triggerquelle ohne Versatzmessung.

Abb. 10-36: Externer Trigger mit Versatzmessung (P-0-0028; Bit 1 = 1)

Hinweis: Die Anwendung der externen Triggerquelle mit Triggerversatzermittlung ist im Abschnitt "Synchronisation der Mess-Signale mehrerer Achsen" beschreiben (siehe unten).

Auswahl der Triggerflanken

Triggerflanke (P-0-0030)

Im Parameter **P-0-0030, Oszilloskop: Triggerflanke** kann eingestellt werden, bei welcher Flanke des Triggersignals der interne Trigger ausgelöst wird. Hierbei existieren folgende Möglichkeiten:

- Triggerung auf die **positive** Flanke
- Triggerung auf die **negative** Flanke
- Triggerung auf **beide** Flanken
- Triggerung auf **Gleichheit** von Signal und Schwelle

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0030, Oszilloskop: Triggerflanke"

Einstellung des Triggerdelays

Triggerdelay-Funktion

Über den Parameter **P-0-0033, Oszilloskop: Anzahl der Messwerte nach Triggerereignis** ist es möglich, unabhängig von der Vorgabe der Triggerquelle (extern/intern) ein Triggerdelay zu erreichen. Dazu wird im Parameter P-0-0033 die Anzahl der Messwerte festgelegt, die nach dem jeweiligen Triggerereignis aufgezeichnet werden soll.

Hinweis: Es besteht die Möglichkeit, auch Messwerte vor Auftreten des Triggerereignisses aufzuzeichnen (Triggerdelay-Funktion eines Oszilloskops).

Bei der Eingabe von "0" in P-0-0033 werden nur Daten aufgezeichnet, die vor dem Triggerereignis lagen.

Wird der Wert des Parameters P-0-0032 eingegeben, so werden nur Messwerte aufgezeichnet, die nach dem Triggerereignis lagen.

Abb. 10-37: Triggerdelay: Anzahl Messwerte nach Triggerereignis

Erweiterte Triggerfunktionen

Trigger-Maske (P-0-0025)

Mit dem Parameter **P-0-0025, Oszilloskop: Trigger-Maske** besteht die Möglichkeit, auf bestimmte Ereignisse gezielt triggern zu können. Bei Triggersignalen mit dem Anzeigeformat "Bin" und "Hex" kann eine Maskierung des Triggersignals und der Triggerschwelle erfolgen.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0025, Oszilloskop: Trigger-Maske"

Triggerschwelle (P-0-0027)

Die Triggerschwelle kann über den Parameter **P-0-0027, Oszilloskop: Triggerschwelle** frei eingestellt werden, wobei Attribut, Einheit usw. jeweils an das ausgewählte Triggersignal angepasst sind.

Siehe Parameterbeschreibung "P-0-0027, Oszilloskop: Triggerschwelle"

Synchronisation der Mess-Signale mehrerer Achsen

Der Parameter **P-0-0035, Oszilloskop: Triggersteuerversatz** enthält die Anzahl der Messwerte zwischen dem Eintreten des internen Triggerereignisses (P-0-0029; Bit 2) und dem externen Triggerereignis (P-0-0036; Bit 0).

Triggersteuerversatz (P-0-0035)

Durch die Übertragung des Triggerereignisses über den Master entsteht eine zeitliche Verschiebung zwischen dem Erkennen des Triggerereignisses und dem Auslösen des Triggers. Diese Verschiebung wird vom Antrieb 1 (Masterantrieb) gemessen und im Parameter **P-0-0035, Oszilloskop: Triggersteuerversatz** abgelegt. Durch Berücksichtigung dieses Parameters bei der Visualisierung der Messwerte kann eine zeitlich korrekte Darstellung der Signale mehrerer Antriebe gewährleistet werden.

Siehe auch oben "Interner oder externer Trigger"

Abb. 10-38: Anwendung für Triggerquelle "Extern" mit Triggerversatzermittlung

Hinweis: Der Wert im Parameter P-0-0035 kann vom Master zur Synchronisation der Mess-Signale mehrerer Achsen mit dem internen Triggerereignis der Masterachse verwendet werden.

Abb. 10-39: Triggersteuerversatz

Status des internen Triggers (P-0-0037)

Bei erfolgreichem Vergleich von Triggersignal und Triggerbedingung wird das Bit 0 im Parameter **P-0-0037, Oszilloskop: Internes Triggersignal** (Triggerstatus) gesetzt, der Trigger jedoch nicht ausgelöst. Dadurch erhält der Master die Möglichkeit, über die Echtzeit-Statusbits und Echtzeit-Steuerbits das Triggerereignis mehreren Antriebe gleichzeitig zu signalisieren und den Trigger auszulösen.

Externes Triggersignal (P-0-0036)

Der Parameter **P-0-0036, Oszilloskop: Externes Triggersignal** kann als Echtzeit-Steuerinformation sowohl in den Echtzeitkanal der Schnittstelle als auch als Hardware-Eingang parametriert werden. Dadurch ist es möglich, die Triggerung auf externe Signale durchzuführen, die über

- die Führungskommunikation des Masters

- oder -

- einen Analog- oder Digitaleingang

vorgegeben werden.

Parametrierung der Oszilloskopfunktion

Aufzeichnungsdauer

Die Aufzeichnungsdauer wird nach folgender Beziehung ermittelt:

$$\text{Aufzeichnungsdauer (in µs)} = \text{Zeitauflösung (P-0-0031)} \bullet \text{Speichertiefe (P-0-0032)}$$

Abb. 10-40: Ermittlung der Aufzeichnungsdauer

Parametrierung der Messwertauswahl

Für die Oszilloskopfunktion ist die Auswahl von 4 Signalen möglich, die über die Identnummer ihrer zugehörigen Parameter definiert und folgenden Parametern zugewiesen werden:

- **P-0-0023, Oszilloskop: Signalauswahl 1**
- **P-0-0024, Oszilloskop: Signalauswahl 2**
- **P-0-0147, Oszilloskop: Signalauswahl 3**
- **P-0-0148, Oszilloskop: Signalauswahl 4**

Dabei sind nur Parameter-Identnummern erlaubt, die im Listenparameter **P-0-0149, Oszilloskop, Signalauswahlliste** enthalten sind.

Hinweis: Das gewählte Signal (Parameter-Identnummer) definiert auch die Einheit der in der Messwertliste abgelegten Daten.

Parametrierung der Triggerfunktion

Siehe oben "Triggerfunktion"

Parametrierung der Zeitauflösung und der Speichertiefe

Der Aufzeichnungsbereich bzw. die Aufzeichnungsdauer kann über folgende Parameter an die Messanforderungen angepasst werden:

- **P-0-0031, Oszilloskop: Zeitauflösung**
- **P-0-0032, Oszilloskop: Speichertiefe**

Speichertiefe der Oszilloskop-Funktion

Über **P-0-0032, Oszilloskop: Speichertiefe** wird die Anzahl der Messwerte bestimmt. Bei Advanced-Ausführung können max. 8192 Messwerte und bei Basic-Ausführung max. 4096 Messwerte je Kanal aufgezeichnet werden.

Zeitauflösung der Oszilloskop-Funktion

Über **P-0-0031, Oszilloskop: Zeitauflösung** werden die Zeitabstände, in denen Messwerte aufgezeichnet werden, bestimmt (Abtastrate). Hierbei kann die Zeitauflösung im Zeitraster des Lagereglertaktes gewählt werden ($T_{Oszi} = N * T_{A_Lage}$; N = 1, 2, 3, 4, …).

Die Lageregler-Zykluszeit ist abhängig von der Regelungsperformance. Die Regelungsperformance ist wiederum abhängig von der Hardware-Ausführung des Reglers und der Einstellung in **P-0-0556, Achsregler-Steuerwort**.

Siehe "Funktionsübersicht: Performance-Angaben" im Kapitel "Systemübersicht"

Diagnose- und Statusmeldungen

Status der Oszilloskopfunktion

Der Parameter **P-0-0029, Oszilloskop: Statuswort** zeigt den aktuellen Zustand der Oszilloskopfunktion an.

Der Parameter P-0-0029 enthält z.B. Statusinformationen über:

- Start/Ende der Aufzeichnung
- Triggerfunktion
- Zustand Triggersignal
- Delay-Funktion

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0029, Oszilloskop: Statuswort"

Über Parameter **P-0-0037, Oszilloskop: Internes Triggersignal** wird dem Master der Status des internen Triggers mitgeteilt. Dieser Parameter kann als Echtzeit-Statusinformation sowohl in den Echtzeitkanal der Schnittstelle als auch als Hardware-Ausgang parametriert werden.

Anzeige der Anzahl gültiger Messwerte

Der Parameter **P-0-0150, Oszilloskop: Anzahl gültiger Messwerte** zeigt nach einer Messung die Anzahl der erfassten Messwerte im Ringspeicher an. Wurde der Ringspeicher mit der im Parameter **P-0-0032, Oszilloskop: Speichertiefe** festgelegten Länge komplett gefüllt, wird in diesem Parameter die Speichertiefe angezeigt.

Siehe auch Parameterbeschreibung "P-0-0150, Oszilloskop: Anzahl gültiger Messwerte"

10.11 Serielle Kommunikation

Übersicht serielle Kommunikation

Die serielle Schnittstelle des Antriebsregelgeräts dient als universelles Kommunikationsmedium für verschiedenste Dienste. Sie kann verwendet werden zur Führungskommunikation (zusätzlich zu SERCOS), zum Lesen und Schreiben von Parametern, zum Firmware-Tausch, zur Fehlersuche und für weitere Dienste. Die verwendeten physikalischen Standards sind RS232 und RS485.

Zur seriellen Kommunikation werden 2 Protokolle unterstützt:

- ASCII-basiertes Protokoll
- SIS-Protokoll (Rexroth-einheitliches serielles Binärprotokoll)

Hinweis: Das Protokoll wird automatisch vom Antrieb erkannt!

Folgende Funktionen werden über die serielle Schnittstelle ermöglicht:

- Lesen und Schreiben von Parametern über Terminal oder Inbetriebnahmetool parallel zur vorhandenen Führungskommunikation
- Anschluss eines Bedienterminals (BTV04)
- Firmware-Download über Programm "IndraWorks D"

Die maximale Baudrate beträgt 115 kB.

Beteiligte Parameter

- **P-0-4021, Baud-Rate RS-232/485**
- **P-0-4022, Antriebsadresse der seriellen Schnittstelle**
- **P-0-4050, Antwortverzögerung RS-232/485**
- **P-0-4095, RS-232/485 Parität**

Allgemeines zur Parameterstruktur

Alle Parameter des Antriebsregelgeräts sind in einer einheitlichen Parameterstruktur abgelegt. Jeder Parameter besteht aus 7 Elementen. Die unten stehende Tabelle beschreibt die einzelnen Elemente und die Zugriffsmöglichkeiten. Auf die hier dargestellte Parameterstruktur wird in den folgenden Abschnitten noch Bezug genommen.

Element-Nr.	Datenblockelement	Zugriffsmöglichkeit
1	Ident-Nummer	Lesen
2	Name	Lesen
3	Attribut	Lesen
4	Einheit	Lesen
5	min. Eingabewert	Lesen
6	max. Eingabewert	Lesen
7	Betriebsdatum	Lesen / Schreiben

Abb. 10-41: Parameterstruktur

Schnittstellenmodus

Die serielle Schnittstelle kann wahlweise im

- RS232-Modus oder
- RS485-Modus

betrieben werden.

Hinweis: Eine Kommunikation über RS485 ist nur in Verbindung mit einem externen RS232/RS485-Converter möglich.

Je nach Modus müssen unterschiedliche Kabel verwendet werden (siehe Projektierungsunterlagen).

Übertragungsprotokolle

Es werden antriebsseitig zwei verschiedene Protokolle unterstützt:

- ASCII-Protokoll
- SIS-Protokoll

Beim Einschalten der 24V-Versorgungsspannung wird beim Empfangen von Zeichen über die serielle Schnittstelle eine automatische Protokollerkennung aktiviert.

Sobald entweder

- eine gültige ASCII-Startsequenz

- oder -

- ein gültiges SIS-Telegramm

empfangen wurde, wird intern auf die jeweilige Protokollart umgeschaltet.

Eigenschaften ASCII-Protokoll

- Übertragungsraten 9600 und 19200 Baud
- 8-Bit-ASCII-Protokoll
- kein Paritätsbit
- ein Stoppbit

Hinweis: Es wird kein Telegrammrahmen verwendet, sondern eine Konvertierung und Interpretation der übertragenen ASCII-Zeichen durchgeführt. Lediglich eine bestimmte Reihenfolge ist einzuhalten.

Eigenschaften SIS-Protokoll

- binäres Protokoll
- Checksummenprüfung (höhere Hammingdistanz D)
- alle Telegramme durch eindeutiges Startzeichen ("0x02") gekennzeichnet
- definierter Aufbau des Telegrammrahmens
- Auslösung von Bewegungen möglich (z. B. Tippen)

Protokollunabhängige Funktionsweise

Grundzustand nach Anlegen der Steuerspannung

Nach dem Einschalten der Steuerspannung befindet sich die serielle Kommunikation im Antrieb im "Passiv-Modus". Im Passiv-Modus ist keine Kommunikation möglich.

Protokollfestlegung

Um die serielle Kommunikation mit dem Antrieb aufzunehmen, muss die Kommunikationsart (Protokoll) festgelegt werden durch

- ein CHANGE DRIVE-Kommando (bei ASCII-Protokoll)

- oder -

- ein gültiges SIS-Telegramm (bei SIS-Protokoll).

Einstellen der Antriebsadresse

Die Einstellung der Antriebsadresse der seriellen Schnittstelle erfolgt durch Beschreiben des Parameters **P-0-4022, Antriebsadresse der seriellen Schnittstelle**.

Dies kann z. B. mit Hilfe des Standard-Bedienfeldes oder des Inbetriebnahmetools "IndraWorks D" erfolgen.

Ausnahme:
Ist im Parameter P-0-4022 der Wert "256" eingetragen (Defaultwert), wird die im Parameter **P-0-4025, Antriebsadresse der Führungskommunikation** eingestellte Geräteadresse für die serielle Kommunikation verwendet.

RS232-Modus

In diesem Modus ist eine Einstellung der Antriebsadresse **nicht zwingend erforderlich**, da immer nur ein Teilnehmer angeschlossen wird (Peer-to-Peer-Verbindung).

Hinweis: Bei der Kommunikation mit dem SIS-Protokoll ist die Adresse "128" für eine Peer-to-Peer-Kommunikation vorgesehen. Die Adresse "128" ist unabhängig von der Einstellung im Parameter P-0-4022 immer gültig.

RS485-Modus

Eine Einstellung der Antriebsadresse ist im Falle der Kommunikation über den RS485-Bus zwingend erforderlich, da jeder Busteilnehmer über eine bestimmten Busadresse angesprochen wird.

Hinweis: Um Zugriffskonflikte zu vermeiden, darf jede Antriebsadresse nur einmal vergeben werden.

Kommunikation über RS232-Schnittstelle

Die RS232-Schnittstelle ist besonders zum Anschluss eines PCs mit installiertem Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" vorgesehen.

Merkmale

- Übertragungsraten von 9600 bis 115 200 Baud
- max. Übertragungsstrecke 15 m
- ASCII-Protokoll oder SIS-Protokoll (jeweils 8-Bit)
- Paritätsbit entsprechend Parameter **P-0-4095, RS-232/485 Parität**
- ein Stoppbit

Abb. 10-42: Kommunikation über RS232-Schnittstelle (Beispiel: IndraWorks D)

Kommunikation über RS485-Schnittstelle

Die Kommunikation über RS485-Schnittstelle ermöglicht die Realisierung eines seriellen Busses mit folgenden Daten:

Merkmale

- Verbindung von bis zu 31 Antrieben mit einem Busmaster möglich
- Übertragungsraten von 9600 bis 115 200 Baud
- max. Übertragungsstrecke 500 m
- Halbduplex-Betrieb über 2-Draht-Leitung
- ASCII-Protokoll oder SIS-Protokoll (jeweils 8-Bit)
- Paritätsbit entsprechend Parameter **P-0-4095, RS-232/485 Parität**
- ein Stoppbit

Hinweis: Eine Kommunikation über RS485 ist nur in Verbindung mit einem externen RS232/RS485-Converter möglich.

Betrieb von mehreren Antrieben mit IndraWorks D

Anwendungsvorteile

- Inbetriebnahme von mehreren Antriebsgeräten ohne Umstecken des Schnittstellenkabels (zentraler Parametrierungs- und Diagnoseanschluss)
- Realisierung einer zentralen PC-gestützten Visualisierungseinheit

Abb. 10-43: Betrieb von mehreren Antrieben mit IndraWorks D

Parametrierung und Diagnose über eine SPS

Anwendungsvorteile

- Veränderung von Parametern über SPS möglich (z. B. Anpassung von Positioniersätzen)
- Erweiterte Diagnosemöglichkeiten für die SPS durch Einlesen des Fehlercodes

Abb. 10-44: Parametrierung und Diagnose über eine SPS

Parametrierung und Diagnose von Antriebsgruppen durch eine Bedieneinheit

Anwendungsvorteile

- Realisierung einer zentralen Visualisierungseinheit

Abb. 10-45: Parametrierung und Diagnose von Antriebsgruppen durch eine Bedieneinheit

Anschlusstechnik

Siehe separate Dokumentation "Projektierung Steuerteile"

Fehlermeldungen bei serieller Kommunikation

Für die verschiedenen Fehler werden die in der Spezifikation für SERCOS interface definierten Fehlercodes verwendet (siehe "SERCOS interface Spezifikation", Abschnitt 4.3.2.3 "Fehlermeldungen im Service-Kanal"). Diese Codes werden auch bei fehlerhaften Zugriffen auf Steuerungs- und System-Parameter verwendet.

Fehlercode	Erläuterung
0x1001	IDN nicht vorhanden
0x1009	falscher Zugriff auf Element 1
0x2001	Name nicht vorhanden
0x2002	Name zu kurz übertragen
0x2003	Name zu lang übertragen
0x2004	Name nicht änderbar
0x2005	Name zur Zeit schreibgeschützt
0x3002	Attribut zu kurz übertragen
0x3003	Attribut zu lang übertragen
0x3004	Attribut nicht änderbar
0x3005	Attribut zur Zeit schreibgeschützt
0x4001	Einheit nicht vorhanden
0x4002	Einheit zu kurz übertragen
0x4003	Einheit zu lang übertragen
0x4004	Einheit nicht änderbar
0x4005	Einheit zur Zeit schreibgeschützt
0x5001	minimaler Eingabewert nicht vorhanden
0x5002	minimaler Eingabewert zu kurz übertragen
0x5003	minimaler Eingabewert zu lang übertragen
0x5004	minimaler Eingabewert nicht änderbar
0x5005	minimaler Eingabewert zur Zeit schreibgeschützt
0x6001	maximaler Eingabewert nicht vorhanden
0x6002	maximaler Eingabewert zu kurz übertragen
0x6003	maximaler Eingabewert zu lang übertragen
0x6004	maximaler Eingabewert nicht änderbar
0x6005	maximaler Eingabewert zur Zeit schreibgeschützt
0x7002	Datum zu kurz übertragen
0x7003	Datum zu lang übertragen
0x7004	Datum nicht änderbar
0x7005	Datum zur Zeit schreibgeschützt
0x7006	Datum kleiner als min. Eingabewert
0x7007	Datum größer als max. Eingabewert
0x7008	Datum nicht korrekt
0x7009	Datum passwortgeschützt
0x700A	Datum zur Zeit schreibgeschützt, da zyklisch im MDT konfiguriert
0x700B	ungültige Adressierung (z. B. im Datencontainer des Multiplexkanals)
0x700C	Datum zur Zeit schreibgeschützt aufgrund anderer Einstellungen (Parameter, Betriebsarten)

Abb. 10-46: Fehlerspezifikationen laut SERCOS

Kommunikation mit ASCII-Protokoll

Ansprechen eines bestimmten Busteilnehmers

Um die Kommunikation mit einem Busteilnehmer aufzunehmen, ist dieser durch ein CHANGE DRIVE-Kommando (CD-Kommando) unter Angabe der Antriebsadresse gezielt anzusprechen. Mit jedem CD-Kommando wird der über die angegebene Adresse angesprochene Antrieb aktiviert; alle anderen Antriebe werden dadurch in den Passiv-Modus geschaltet. Der angesprochene Antrieb meldet sich mit seinem Prompt. Ab jetzt findet die weitere Kommunikation mit dem aktivierten Antrieb solange statt, bis durch ein weiteres CD-Kommando auf einen anderen Antrieb umgeschaltet wird.

Abb. 10-47: Ansprechen eines Busteilnehmers

Schreibzugriff auf einen Parameter

Der Schreibzugriff auf Parameter geschieht grundsätzlich wie folgt:

Identnr. des Parameters, Datenblockelementnummer, w, Betriebsdatum (Carriage Return)

Nach ausgeführter Schreiboperation meldet sich der Antrieb wieder mit seinem Prompt.

Um z.B. auf den Parameterwert des Parameters P-0-4037 zuzugreifen, ist folgende Eingabe erforderlich:

Abb. 10-48: Schreibzugriff auf einen Parameter

Hinweis: Das eingegebene Datum muss dem im Attribut festgelegten Datentyp entsprechen (HEX, BIN oder DEZ).

Siehe auch Abschnitt "Fehlermeldungen bei serieller Kommunikation"

Lesezugriff auf einen Parameter

Der Lesezugriff auf Parameter geschieht grundsätzlich wie folgt:

Identnummer des Parameters, Datenblockelementnummer, r (Carriage Return)

Der Antrieb gibt dann den Inhalt des angesprochenen Datenblock-elements wieder.

Um z.B. auf das Betriebsdatum des Parameters P-0-4040 zuzugreifen, ist folgende Eingabe erforderlich:

Abb. 10-49: Lesezugriff auf einen Parameter

Schreibzugriff auf Listen-Parameter

Es gibt eine Anzahl von Listen-Parametern im Antrieb. Diese Parameter sind beim Schreiben in modifizierter Form anzusprechen:

Abb. 10-50: Schreibzugriff auf Listen-Parameter (Teil 1)

Abb. 10-51: Schreibzugriff auf Listen-Parameter (Teil 2)

Hinweis: Wichtig ist, dass die Eingabe mit dem "<"-Zeichen abgeschlossen wird, da nur dann die Daten in den Antrieb übernommen werden.

Lesezugriff auf Listen-Parameter

Der Lesezugriff auf Listen-Parameter geschieht in gleicher Weise wie bei anderen Parametern. Der Antrieb liefert jedoch als Antwort alle Listenelemente.

Abb. 10-52: Lesezugriff auf Listen-Parameter

Auslösen eines Kommandos

Im Antriebsregelgerät kann eine Reihe von Kommandos ausgelöst werden, deren Ausführung innerhalb des Regelgerätes selbsttätig erfolgt.

Folgende Kommando-Parameter sind vorhanden:

- Umschaltung zwischen Betriebs- und Parametriermodus:
  - **S-0-0127, C0100 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 3**
  - **S-0-0128, C0200 Umschaltvorbereitung auf Komm.-Phase 4**
  - **P-0-4023, C0400 Umschaltung auf Komm.-Phase 2**
- **S-0-0099, C0500 Reset Zustandsklasse 1**
- **S-0-0148, C0600 Kommando Antriebsgeführtes Referenzieren**
- **S-0-0262, C07_x Kommando Urladen**
- **P-0-0012, C0300 Kommando Absolutmaß setzen**

Über die serielle Schnittstelle kann die Ausführung eines Kommandos gestartet, unterbrochen und beendet werden. Darüber hinaus ist der Status der Kommandoausführung auslesbar.

Das Auslösen eines Kommandos geschieht folgendermaßen:

Abb. 10-53: Auslösen eines Kommandos, Teil 1

Abb. 10-54: Auslösen eines Kommandos, Teil 2

Abfragen des Kommandostatus

Der aktuelle Status eines Kommandos kann abgefragt werden. Über die Abfrage des Kommandostatus ist insbesondere sicherzustellen, dass die antriebsseitige Kommandoausführung abgeschlossen ist, bevor die angeschlossene Steuerung (oder der PC) das Kommando beendet.

Die Abfrage des Kommandostatus geschieht wie folgt:

Identnummer des Kommandos,1,w,0 (Carriage Return)

Der Antrieb meldet nach dem Beschreiben der Identnummer des Kommando-Parameters den aktuellen Kommandostatus.

Mögliche Statusmeldungen

0 h	Kommando im Antrieb nicht gesetzt.
1 h	Kommando im Antrieb gesetzt.
3 h	Kommando gesetzt, freigegeben und ordnungsgemäß ausgeführt.
5 h	Kommando im Antrieb gesetzt und freigegeben.
7 h	Kommando gesetzt und freigegeben, aber noch nicht ausgeführt.
F h	Kommando gesetzt und freigegeben, aber nicht ausgeführt, da Fehler.

Abb. 10-55: Statusmeldungen

Der Kommandostatus wird in Form einer Bitliste übertragen. Die Bedeutung der einzelnen Bits ist unten dargestellt.

Abb. 10-56: Kommandoquittung (Datenstatus)

Beenden eines Kommandos

Das Beenden eines Kommandos geschieht wie folgt:

Identnummer des Kommandos,7,w,0 (Carriage Return)

Anwendungsbeispiel (Ändern der Zuweisungsliste Signal-Statuswort)

Annahme: Mehrere Antriebe sind über eine RS485-Schnittstelle mit einer SPS verbunden. Der betrachtete Antrieb hat die Adresse "01".

Kommunikation mit betreffender Achse aufnehmen

BCD: 01 (CR) Kommando zum Umschalten auf Antrieb **A01:>**
Echo des angeschlossenen Antriebs. Alle anderen Antriebe verhalten sich passiv.

Hinweis: Es erfolgt kein zeichenweises Echo, sondern erst nach Empfang des "CR" sendet der Antrieb die eingegebene Sequenz komplett zurück.

Zuweisungsliste für Signal-Statuswort in den Antrieb schreiben

Die Zuweisung der relevanten Bits für das Signal-Statuswort (S-0-0144) ist in Form einer Liste im Parameter **S-0-0328, Zuweisungsliste Signal-Statuswort** abgelegt. Um einen oder mehrere Werte in dieser Liste zu ändern, sind stets alle relevanten Werte dieser Liste zu schreiben. Werden also vier Elemente genutzt, müssen auch alle 4 Bits geschrieben werden, auch wenn nur ein Element (Bit) verändert werden soll.

Eingabe:

S-0-0328,7,w,> (CR)
? 1 *(CR)* Bit 1
? *2 (CR)* Bit 2
usw.
? *<(CR)*
E01:>

Fehlermeldungen bei ASCII-Kommunikation

Folgende Fehlermeldungen treten speziell bei Kommunikation mit ASCII-Protokoll auf:

Fehlercode	Erläuterung
0x9001	fataler Fehler (Zeichen nicht identifizierbar)
0x9002	Parameter-Typ-Fehler
0x9003	ungültige Datensatz-Nummer
0x9004	Eingabe nicht identifizierbar
0x9005	Datenelement-Nummer nicht definiert
0x9006	Fehler in der Schreib-Lese-Kennung (r/w)
0x9007	unsinniges Zeichen im Datum

Abb. 10-57: Fehlermeldungen bei ASCII-Kommunikation

Kommunikation mit SIS-Protokoll

Telegrammaufbau, Telegrammrahmen

Ein SIS-Telegramm ist prinzipiell in 3 Blöcke unterteilt:

- Telegrammkopf
- Nutzdatenkopf
- Nutzdaten

Abb. 10-58: Aufbau eines SIS-Telegramms

Aufbau des Telegrammkopfs

Der SIS-Telegrammkopf besteht aus einem statischen und einem dynamischen Teil.

Statischer Teil des Telegrammkopfs

Der statische Teil des Telegrammkopfs enthält 8 Byte und ist in jedem SIS-Telegramm enthalten.

Byte	Name	Bedeutung der Bytes im statischen Teil des Telegrammkopfs
1	**StZ**	Startzeichen: STX (0x02)
2	**CS**	Checksummen-Byte Die Prüfsumme wird in drei Schritten gebildet: 1. Löschen des Bytes "CS" 2. Byteweises addieren aller Zeichen im Telegramm 3. Speichern der negierten Summe im Byte "CS" Die byteweise Addition aller Zeichen in einem SIS-Telegramm ergibt immer Null!
3	**DatL**	Datenlänge Das Byte "DatL" enthält die Länge des Telegramms ohne den statischen Telegrammkopf. **Die Gesamtlänge eines SIS-Telegramms ist auf 255 Byte begrenzt.** Daher können maximal 247 Byte Nutzdaten übertragen werden.
4	**DatLW**	Datenlängenwiederholung
5	**Ctrl**	Steuerbyte (Control) Im Steuerbyte wird der Telegrammtyp und der Aufbau des dynamischen Telegrammkopfs deklariert: Bit 0…2: Anzahl der Subadressen im dynamischen Teil des Telegrammkopfs Bit 3: Kennung, ob dynamischen Telegrammkopf das Byte "PaketN" (Paketnummer) enthält 0 -> ohne Paketnummer; 1 -> mit Paketnummer Bit 4: Festlegung des Telegrammtyps 0 -> Befehlstelegramm; 1 -> Reaktionstelegramm Bit 5: reserviert Bit 6: in Befehlstelegrammen reserviert in Reaktionstelegrammen signalisiert Bit 6 eine Systemwarnung im Slave Bit 7: in Befehlstelegrammen reserviert in Reaktionstelegrammen signalisiert Bit 7 einen Systemfehler im Slave
6	**Dienst**	SIS-Dienst Das Byte spezifiziert den SIS-Dienst der Telegramme. In einigen SIS-Diensten sind Subdienste definiert. In diesen Fällen ist der Subdienst im Nutzdatenkopf des Dienstes spezifiziert. Die Nutzdaten der Befehls- bzw. Reaktionstelegramme können für jeden SIS-Dienst und dessen Subdienst unterschiedlich definiert sein.
7	**AdrS**	Adresse des Senders in Befehlstelegrammen: Adresse des Masters, gültig von 0 bis 126 in Reaktionstelegrammen: Adresse des Slaves
8	**AdrE**	Adresse des Empfängers in Befehlstelegrammen: Adresse des Slaves, gültig von 0 bis 126 Adresse 128: Spezialadresse für eine Verbindung "Punkt zu Punkt" Jeder Slave reagiert auf die Spezialadresse unabhängig von seiner Stationsnummer. Adresse 254: Sammelmeldung an alle Slaves in der direkten Hierarchie-Ebene Adresse 255: Sammelmeldung an alle Slaves im SIS-Netzwerk unterhalb des Masters Sammelmeldungen werden von den Slaves nicht beantwortet. in Reaktionstelegrammen: Adresse des Masters

Abb. 10-59: SIS-Telegrammkopf, statischer Teil

Dynamischer Teil des Telegrammkopfs

Der dynamische Teil des Telegrammkopfs kann bis zu 8 Byte enthalten. Die Telegrammnummer (Byte ‘PaketN‘) ist, wenn sie im Steuerbyte deklariert wurde (Byte ‘Ctrl‘ im statischen Teil), immer an letzter Stelle im dynamischen Teil des Telegrammkopfs. Werden nicht alle Subadressen benötigt, entfallen sie im Telegramm. Beim Übergang eines Befehls-telegramms von einer Hierarchieebene in die darunter liegende Hierarchie-Ebene wird der Subadressblock um eine Adresse reduziert. Auf dem Rückweg wird der Subadressblock im Reaktionstelegramm um eine Adresse ergänzt.

Byte	Name	Bedeutung der Bytes im dynamischen Teil des Telegrammkopfs
9	**AdrES1**	Slave-Adresse in der 1. Subebene
10	**AdrES2**	Slave-Adresse in der 2. Subebene
11	**AdrES3**	Slave-Adresse in der 3. Subebene
12	**AdrES4**	Slave-Adresse in der 4. Subebene
13	**AdrES5**	Slave-Adresse in der 5. Subebene
14	**AdrES6**	Slave-Adresse in der 6. Subebene
15	**AdrES7**	Slave-Adresse in der 7. Subebene
16	**PaketN**	Paketnummer (wenn Bit 3 in Byte "Ctrl" gesetzt ist): - Bei der ersten Anforderung mit einer Paketnummer <>0 wird diese bearbeitet. Das Reaktionstelegramm wird vom Slave gespeichert und gesendet. - Bei einer Wiederholung der Anforderung (mit gleicher Paketnummer), wird diese nicht bearbeitet. Der Slave sendet das gespeicherte Reaktionstelegramm. - Bei einer weiteren Anforderung mit neuer Paketnummer <>0 oder geänderter Anforderung (statischer Telegrammkopf), wird diese bearbeitet. Das gespeicherte Reaktionstelegramm wird mit dem neuen Reaktionstelegramm überschrieben und das neue Reaktionstelegramm vom Slave gesendet. - Bei einer Anforderung mit Paketnummer = 0 wird diese immer bearbeitet. Das Reaktions-telegramm wird vom Slave gesendet jedoch nicht gespeichert. Eventuell noch gespeicherte Reaktionstelegramme werden gelöscht (Re-Initialisierung)! - Bei einer Anforderung ohne Paketnummer wird diese immer bearbeitet. Das Reaktions-telegramm wird vom Slave gesendet, jedoch nicht gespeichert. Eventuell gespeicherte Reaktionstelegramme bleiben erhalten! Nur mit der Paketüberwachung ist es möglich, einzelne fehlerhaft übertragene Folgetelegramme zu wiederholen ohne den laufenden Folgetelegrammzyklus abzubrechen!

Abb. 10-60: SIS-Telegrammkopf, dynamischer Teil

Aufbau des Nutzdatenkopfes

Hinweis: Der Aufbau des Nutzdatenkopfes ist abhängig von der Übertragungsrichtung. Die hier beschriebenen Nutzdatenköpfe gelten nur für die Dienste 0x80 … 0x8F.

Beim Aufbau des Nutzdatenkopfes unterscheidet man zwischen Befehls- und Reaktionstelegramm.

Befehlstelegramm

Befehlstelegramm ist das Telegramm, welches der Master (Antrieb) an den Slave schickt (Master → Slave).

Abb. 10-61: Aufbau des Nutzdatenkopfes im Befehlstelegramm

Bedeutung des Nutzdatenkopfs

Im Befehlstelegramm beschreibt der Nutzdatenkopf die Art einer Anforderung.

Steuerbyte

Im Steuerbyte wird das Parameterelement (Datum, Name, …), welches gelesen oder geschrieben werden soll, angegeben. Weiterhin wird dort angegeben, ob weitere Telegramme (Folgetelegramme) zum Lesen oder Schreiben erforderlich sind.

Geräteadresse

Dort muss die an den Adress-Schaltern eingestellte Geräteadresse eingetragen werden.

Parameter-Typ und -Nummer

Die Parameter-Nr. hat das in der Spezifikation für SERCOS interface festgelegte Format. Um auch Steuerungsparameter adressieren zu können, wird der Adresse ein Byte zur Kennzeichnung des Parametertyps vorangestellt.

Abb. 10-62: Aufbau des Steuerbytes

Abb. 10-63: Parametertyp und -nummer im Nutzdatenkopf

Reaktionstelegramm

Reaktionstelegramm ist das Telegramm, welches der Slave (Antrieb) an den Master schickt (Slave → Master).

Abb. 10-64: Aufbau des Nutzdatenkopfes im Reaktionstelegramm

Statusbyte Im Statusbyte wird gegebenenfalls ein Fehlercode zurückgeliefert. Bei einer fehlerfreien Übertragung wird im Statusbyte eine 0x00 zurückgeliefert.

Steuerbyte Im Steuerbyte wird vorgegeben, auf welches Datenblockelement eines Parameters zugegriffen wird. Mit Bit 2 wird die Übertragung von Folgetelegrammen (Schreiben von Listen in mehreren Schritten) gesteuert.

Geräteadresse Dort muss die im Parameter **P-0-4022, Antriebsadresse der seriellen Schnittstelle** eingestellte Geräteadresse eingetragen werden.

Aufbau des Nutzdatenfeldes In den Nutzdatenbytes können beliebige Werte eingetragen werden, die je nach Dienst unterschiedlich interpretiert werden. So werden z. B. beim Flash-Programmieren Binärzeichen in den Nutzdaten eingetragen und beim Schreiben eines Parameters der dezimale Zahlenwert.

Die Anzahl der Bytes im Nutzdatenfeld und des Nutzdatenkopfes werden in den Bytes DatL und DatLW eingetragen.

Statusmeldungen

Statusbyte	Beschreibung	Fehlerart
00h	Fehlerfreie Übertragung	ohne Fehler
01h	Bei der Ausführung des angeforderten Dienstes ist ein Fehler aufgetreten. Der **dienstspezifische Fehlercode** steht in den Nutzdaten des Reaktionstelegramms.	Ausführungsfehler
F0h	Der angeforderte Dienst wird vom adressierten Slave nicht unterstützt.	Telegrammfehler
F8h	Im Folgetelegramm haben sich Daten im Nutzdatenkopf, die Senderadresse oder der Dienst geändert.	Telegrammfehler
F9h	Das Befehlstelegramm enthält Sub-Adressen. Das Durchreichen von Telegrammen wird vom Slave nicht unterstützt.	Telegrammfehler
FAh	Im Befehlstelegramm fehlen Nutzdaten. Das Telegramm kann nicht ausgeführt werden.	Telegrammfehler
FBh	Der angeforderte Subdienst wird im adressierten Slave nicht unterstützt.	Telegrammfehler
FCh	Die angeforderte Komponente ist im adressierten Slave nicht vorhanden. Die Komponentenadresse ist ungültig.	Telegrammfehler

Abb. 10-65:Liste der definierten Telegrammzustände

Fehlercodes

Fehlercode	Dienst	Beschreibung
0700h	03h	nicht unterstützte Baudrate
0800h	03h	Nicht unterstützte Baudrate
800Ch	80h, 81h, 8Eh, 8Fh	Zugriff auf Parameter verweigert; der Parameter ist vom Folgetelegrammkanal belegt.
9002h	02h	Firmware wurde gelöscht
9004h	02h	Shutdown in Phase IV nicht erlaubt (In FWA MT01VRS anstelle von 9010h!)
9010h	02h	Shutdown im Betriebsmodus nicht erlaubt (Ab FWA MP02VRS!)
9102h	02h	Firmware wurde gelöscht
9104h	02h	Reboot in Phase IV nicht erlaubt (In FWA MT01VRS anstelle von 9110h!)
9110h	02h	Reboot im Betriebsmodus nicht erlaubt (Ab FWA MP02VRS!)
9200h	02h	Fehler beim Lesen
920Bh	02h	Die angeforderte Datenmenge überschreitet die max. Nutzdatenmenge im Reaktionstelegramm.
9400h	02h	Timeout während Löschvorgang
940Ah	02h	Löschen nur in Loader möglich
96E0h	02h	Verify-Fehler beim Programmieren des Flashs
96E1h	02h	Timeout beim Programmieren des Flashs
96FFh	02h	Fehler beim Schreiben ins Flash
9701h	02h	Additions-Checksumme fehlerhaft

9702h	02h	CRC32-Checksumme fehlerhaft
A001h	02h	Fehler beim Einlesen der Tabelle
A002h	02h	falscher Tabellentyp
A003h	02h	kein Backupmedium vorhanden
A201h	02h	Fehler beim Einlesen des Hex-Headers
A202h	02h	falsche Headernummer
A501h	02h	Fehler beim Schreiben
A502h	02h	Anlegen der Datei nicht erlaubt
A503h	02h	nicht genügend Speicherplatz
A601h	02h	Fehler beim Schreiben
A602h	02h	Zugriff auf die Datei nicht erlaubt

Abb. 10-66: Liste der definierten Fehlercodes

Kommunikation über SIS-Protokoll

Ansprechen eines Antriebes

Bei der Kommunikation mit SIS-Protokollen wird je nach Übertragungsrichtung zwischen Befehlstelegrammen und Reaktionstelegrammen unterschieden. Ein Teilnehmer kann nur unter Einhaltung eines bestimmten Telegrammformates (-rahmen) unter seiner Adresse (siehe Programm-Modul) angesprochen werden.

Hinweis: Erst wenn der Antrieb mindestens ein gültiges SIS-Telegramm empfangen hat, ist der SIS-Kanal für die weitere Kommunikation freigeschaltet.

Lesezugriff

Wird mit einem Befehlstelegramm das Auslesen eines Parameters gestartet, wird im Antrieb überprüft, ob ein Folgetelegramm notwendig ist. In diesem Fall wird im Steuerbyte des Reaktionstelegramms das Bit 2 (Laufende/Letzte Übertragung) solange auf "0" gehalten, bis das letzte Reaktionstelegramm gesendet wird. In diesem wird das Bit 2 auf "1" gesetzt.

Das Senden eines Folgereaktionstelegramms wird durch das erneute Senden des unveränderten Befehlstelegramms ausgelöst.

Folgetelegrammzugriff

Wurde im Antrieb das Schreiben oder Lesen eines Parameters mit Folgetelegrammen gestartet, so muss dieser Vorgang abgeschlossen oder abgebrochen werden, bevor ein anderer Dienst mit Folgetelegrammen gestartet werden kann. Wurde dennoch ein anderer Dienst gestartet, wird der Fehlercode "0x800C Unerlaubter Zugriff" im Reaktionstelegramm gesendet. Der zuvor gestartete Dienst mit Folgetelegramm kann dann mit dem nächsten Befehlstelegramm normal bearbeitet oder abgebrochen werden.

Unterstützte Dienste und Subdienste

SIS-Dienst	Beschreibung	Subdienste	Subdienst-Beschreibung	Bemerkung
0x00	**Teilnehmer-Identifizierung**	0x01	SIS-Version lesen	Subdienst ist implementiert, aber nicht aktiv
		0x02	Firmware-Version lesen	liefert Inhalt von S-0-0030
		0x03	Typ des Regelgerätes lesen	liefert Inhalt von S-0-0140
		0x04	unterstützte Baudraten lesen	9600 Baud, 19200 Baud, 38400 Baud, 57600 Baud, 115200 Baud
0x01	**Abbruch der Datenübertragung**	keine		
0x02	**Flash-Operationen**	0x90	Shutdown	schaltet Antriebsfirmware in den Lademodus
		0x91	Reboot	löst Neustart aus
		0x92	Read Flash	liest Inhalt des Flashs
		0x93	Find Header	liefert Header-Adresse des ersten IBF-Moduls
		0x94	Erase Flash	löscht Inhalt des Flashs
		0x96	Program Flash	programmiert Inhalt des Flashs
		0x97	Build Checksum	liefert CRC32-Prüfsumme des angegebenen IBF-Moduls
		0x9F	Fehler-Reset im Slave	löscht Fehler im Lademodus
		0xA0	Read Configuration	liefert die Konfigurationstabelle
		0xA2	Read Header	liest den Header des entsprechenden Moduls
		0xA5	Write File Info	erzeugt die entsprechende Datei
		0xA6	Write File Data	schreibt den Inhalt in die geöffnete Datei
0x03	**Initialisierung der SIS-Kommunikation**	0x01	Festlegung TrS	initialisiert max. Reaktionszeit im Slave
		0x02	Festlegung TzA	initialisiert max. Zeichen-abstandszeit am Bus
		0x03	Festlegung Tmas	Subdienst ist implementiert, aber nicht aktiv
		0x07	Festlegung der Baudrate	initialisiert die Baudrate der seriellen Übertragung
		0x08	Zeitgesteuerter Baudratentest	ermöglicht temporäre Änderung der Baudrate
		0xFF	Übernahme der festgelegten Werte	aktiviert die mit den Sub-diensten 0x01, 0x02 und 0x07 initialisierten Werte
0x10	**Parameter lesen**	keine		0x10 = 0x80
0x11	**Listensegment lesen**	keine		Segment-Angaben in Byte
0x1E	**Listensegment schreiben**	keine		Segment-Angaben in Byte
0x1F	**Parameter schreiben**	keine		0x1F = 0x8F
0x80	**Parameter lesen**	keine		0x80 = 0x10

0x81	**Listensegment lesen**	keine		Segment-Angaben in Wort
0x8E	**Listensegment schreiben**	keine		Segment-Angaben in Wort
0x8F	**Parameter schreiben**	keine		0x8F = 0x1F

Abb. 10-67: Unterstützte Dienste und Subdienste

Dienst 0x01 Abbruch einer Datenübertragung

Mit dem Dienst kann eine Folgetelegrammsequenz abgebrochen werden. Der Folgetelegrammkanal wird dann mit dem Dienst "Abbruch einer Datenübertragung" entriegelt, wenn die Geräteadresse und der abzubrechende Dienst mit denen in der Folgetelegrammsequenz übereinstimmen. Bei Übertragung des Befehlstelegramms ohne Angabe der Geräteadresse und ohne abzubrechenden Dienst wird dieser Dienst immer ausgeführt.

Befehlstelegramm

- Im Dienst des Telegrammkopfs ist 0x01 einzutragen.
- In den Nutzdaten ist der abzubrechende Dienst einzutragen.

Reaktionstelegramm

Liegt kein Fehler vor, so hat das Reaktionstelegramm folgenden Aufbau:

Telegrammkopf	**Nutzdatenkopf**

Abb. 10-68: Aufbau des Reaktionstelegramms

Im Fehlerfall werden Nutzdaten, die den Fehlercode enthalten, gesendet. Der Nutzdatenkopf entspricht der SIS-Spezifikation.

Telegrammkopf	**Nutzdatenkopf**	**Nutzdaten**

Abb. 10-69: Aufbau des Reaktionstelegramms im Fehlerfall

Hinweis: Wurden keine Folgetelegramme bearbeitet und dennoch dieser Dienst gesendet, wird kein Fehlerreaktionstelegramm gesendet!

Dienst 0x80 Lesen eines Parameters

Ein einmaliger Lesezugriff ist mit einem Übertragungsschritt abgeschlossen. Der Master trägt folgende Informationen in das Befehlstelegramm ein:

- Im Steuerbyte wird in den Bits 3 … 5 ("Element") das gewünschte Element selektiert. Das Bit 2 wird auf "1" (letzte Übertragung) gesetzt.
- Die Geräte-Adresse wird eingetragen.
- Parameter-Typ und Parameter-Nummer werden eingetragen.
- Es werden keine Nutzdaten übertragen.

Die Antwort auf einen Lesezugriff setzt sich wie folgt zusammen:

- Im Ctrl-Byte des Telegrammkopfs wird das Bit 4 auf "1" gesetzt, um zu kennzeichnen, dass es sich um ein Reaktionstelegramm handelt.
- Im Statusbyte des Nutzdatenkopfs wird gekennzeichnet, ob ein Fehler bei der Bearbeitung des Befehlstelegramms aufgetreten ist.
- Das Steuerbyte wird aus dem Befehlstelegramm gelesen und in das Reaktionstelegramm kopiert.

- Die Geräte-Adresse wird aus dem Befehlstelegramm gelesen und in das Reaktionstelegramm kopiert.
- Das angeforderte Datum wird in die Nutzdaten geschrieben.

Beispiel:

Lesen des Parameters **S-0-0044, Wichtungsart für Geschwindigkeitsdaten** aus dem Antrieb mit der Adresse "3". Der Parameter hat den Wert "0x0042".

Befehlstelegramm:

	3C	03	00	2C	00
Tel.-Kopf	Steuer-Byte	Geräte-Adresse	Param.-Typ	Parameter- Nr. (LSB)	(MSB)
	← Nutzdatenkopf →				

Ta0005f1.fh7

Abb. 10-70: Lesen des Parameters S-0-0044 (Befehlstelegramm)

Reaktionstelegramm:

	00	3C	03	42	00
Tel.-Kopf	Status-Byte	Steuer-Byte	Geräte-Adresse	Nutzdaten (LSB)	(MSB)
	← Nutzdatenkopf →				

Ta0006f1.fh7

Abb. 10-71: Lesen des Parameters S-0-0044 (Reaktionstelegramm)

Dienst 0x8F Schreiben eines Parameters

Hinweis: Über diesen Dienst können auch alle im Antrieb vorhandenen Kommandos gestartet werden.

Befehlstelegramm

- Im Dienst des Telegrammkopfs ist "0x8F" einzutragen.
- In den Bytes "Parametertyp" und "Parameter-Nr." des Nutzdatenkopfes ist der zu beschreibende Parameter einzutragen.
- In den Nutzdaten ist der zu schreibende Wert einzutragen.

Reaktionstelegramm

Hinweis: Über diesen Dienst können im Antrieb alle vorhandenen Kommandos gestartet werden.

Ein einmaliger Schreibzugriff ist mit einem Übertragungsschritt abgeschlossen.

Der Master trägt folgende Informationen in das Befehlstelegramm ein:

- Die Geräte-Adresse wird eingetragen.
- Im Steuerbyte wird in den Bits 3 … 5 ("Element") das Betriebsdatum selektiert. Das Bit 2 wird auf "1" (letzte Übertragung) gesetzt.
- Die Ident-Nummer des zu beschreibenden Parameters wird in die Parameter-Nummer geschrieben.

- Der Wert des Betriebsdatums wird in die Nutzdaten geladen.

Die Antwort auf einen Schreibzugriff setzt sich wie folgt zusammen:

- Im Ctrl-Byte des Telegrammkopfs wird das Bit 4 auf "1" gesetzt, um zu kennzeichnen, dass es sich um ein Reaktionstelegramm handelt.
- Im Statusbyte des Nutzdatenkopfs wird gekennzeichnet, ob ein Fehler bei der Bearbeitung des Befehlstelegramms aufgetreten ist.
- Das Steuerbyte wird aus dem Befehlstelegramm gelesen und in das Reaktionstelegramm kopiert.
- Die Geräte-Adresse wird aus dem Befehlstelegramm gelesen und in das Reaktionstelegramm kopiert.
- Es werden keine Nutzdaten übertragen.

Beispiel:

Übertragung des Parameters **S-0-0044, Wichtungsart für Geschwindigkeitsdaten** an den Antrieb mit der Adresse "3". Der Parameter wird mit dem Wert 0x0042 beschrieben.

Befehlstelegramm:

Abb. 10-72: Schreiben des Parameters S-0-0044 (Befehlstelegramm)

Reaktionstelegramm:

Abb. 10-73: Schreiben des Parameters S-0-0044 (Reaktionstelegramm)

Starten eines Kommandos

Mit dem **Dienst 0x8F "Schreiben eines Parameters"** können im Antrieb alle Kommandos über das SIS-Protokoll gestartet werden.

Abb. 10-74: Aufbau des Befehlstelegramms

- Im Dienst des Telegrammkopfs ist 0x8F einzutragen.
- In den Bytes "Parametertyp" und "Parameter-Nr." des Nutzdatenkopfs muss das auszulösende Kommando eingetragen werden.
- In dem Nutzdatenbyte ist die Vorgabe des Kommandos einzutragen.

Dienst 0x81 Lesen eines Listensegments

Befehlstelegramm

- Im Dienst des Telegrammkopfs ist 0x81 einzutragen.
- Parametertyp und Parameter-Nr. des auszulesenden Parameters in Nutzdatenkopf eintragen.
- In den Nutzdatenbytes 0 und 1 den Offset innerhalb der Liste als Wort (= 16 Bit) eintragen.
- In den Nutzdatenbytes 2 und 3 die Anzahl der auszulesenden Worte eintragen.

Reaktionstelegramm

- Im Steuerbyte des Reaktionstelegramms wird mit dem Bit 2 die laufende/letzte Übertragung gekennzeichnet.

Hinweis: Die Ausgabe eines Folgetelegramms wird durch das erneute Senden des unveränderten Befehlstelegramms gestartet.

Dienst 0x8E Schreiben eines Listensegments

Befehlstelegramm

- Im Dienst des Telegrammkopfs ist 0x8E einzutragen.
- Parametertyp und Parameter-Nr. des auszulesenden Parameters in Nutzdatenkopf eintragen.
- In den Nutzdatenbytes 0 und 1 den Offset innerhalb der Liste als Wort (=16 Bit) eintragen.
- In den Nutzdatenbytes 2 und 3 die Anzahl der zu schreibenden Worte eintragen.

Reaktionstelegramm

- Im Reaktionstelegramm wird in den Nutzdaten ein eventuell aufgetretener Fehler eingetragen.

Hinweis: Mit diesem Dienst können nur Listensegmente bearbeitet werden, die in der momentan vorhandenen Liste enthalten sind. Soll die Ist-Listenlänge geändert werden, muss diese gezielt beschrieben werden. Ein Betrieb im Folgetelegramm-Modus ist nicht möglich.

Anwendungsbeispiele (Folgetelegramme)

Dienst 0x8F Schreibzugriff (mit Folgetelegrammen)

Parameter oder Elemente, deren Länge 243 Byte überschreitet, werden in mehreren Schritten gelesen. Die Übertragung solcher Listen wird in mehreren Schritten durchgeführt. Das Bit 2 im Steuerbyte kennzeichnet den aktuellen Übertragungsschritt als laufende oder letzte Übertragung.

Nachstehend ist das Steuerwort für eine Übertragung in mehreren Schritten dargestellt.

1. Schritt:

Abb. 10-75: Schreiben mit Folge**befehl**stelegramm (Schritt1)

Abb. 10-76: Schreiben mit Folge**reaktion**stelegramm (Schritt1)

2. Schritt:

Abb. 10-77: Schreiben mit Folge**befehl**stelegramm (Schritt2)

Abb. 10-78: Schreiben mit Folge**reaktion**stelegramm (Schritt2)

Letzter Schritt:

Abb. 10-79: Schreiben mit Folge**befehl**stelegramm (Schritt3)

Abb. 10-80: Schreiben mit Folge**reaktion**stelegramm (Schritt3)

Dienst 0x80 Lesezugriff (mit Folgetelegrammen)

Parameter oder Elemente, deren Länge die max. Datenfeldlänge von 245 Byte überschreitet, werden in mehreren Schritten gelesen. Das Bit 2 im Steuerbyte des Reaktionstelegramms kennzeichnet den aktuellen Übertragungsschritt als laufende oder letzte Übertragung.

Nachstehend ist das Steuerwort für eine Übertragung in mehreren Schritten dargestellt.

1. Schritt:

Abb. 10-81: Folge**befehl**stelegramm1

Abb. 10-82: Folge**reaktion**stelegramm1

2. Schritt:

Abb. 10-83: Folge**befehl**stelegramm2

Abb. 10-84: Folge**reaktion**stelegramm2

Letzter Schritt:

Abb. 10-85: Folge**befehl**stelegramm3

Abb. 10-86: Folge**reaktion**stelegramm3

Fehler bei SIS-Kommunikation

Fehler bei der Parameter-Übertragung

Tritt bei der Parameter-Übertragung ein Fehler auf, so wird im Statusbyte ein "Fehler bei der Parameter-Übertragung" gemeldet.

In den ersten beiden Bytes der Nutzdaten wird ein Fehlercode übertragen, der die Art des Fehlers beschreibt.

Bei der Parameterübertragung können folgende Fehler auftreten:

Fehlercode	Erläuterung
0x0000	kein Fehler
0x0001	Servicekanal nicht geöffnet
0x0009	falscher Zugriff auf Element 0
0x8001	"Servicekanal zur Zeit belegt (BUSY)" Der gewünschte Zugriff ist zur Zeit nicht möglich, da der Servicekanal belegt ist.
0x8002	"Störung im Servicekanal" Auf den gewünschten Antrieb kann zur Zeit nicht zugegriffen werden.
0x800B	"Übertragung abgebrochen (höhere Priorität)"
0x800C	"unerlaubter Zugriff (Servicekanal noch aktiv)" Eine neue Anforderung wird gestartet, bevor die letzte Übertragung abgeschlossen wurde.

Abb. 10-87: Fehlermeldungen im seriellen Protokoll

Ausführungs- und Protokollquittung

Mit jedem Reaktionstelegramm wird ein Statusbyte übertragen. Das Statusbyte liefert das Ergebnis einer Übertragung in Form einer Code-Nummer.

Allgemein gilt:

Ergebnis der Übertragung	Code-Nummer im Statusbyte
Übertragung fehlerfrei	0x00
Protokollfehler	0xF0 … 0xFF
Ausführungsfehler	0x01 … 0xEF

Abb. 10-88: Definition des Statusbytes

Protokollfehler	Code-Nummer	Fehlerbeschreibung
Ungültiger Dienst	0xF0	Der angeforderte Dienst ist nicht spezifiziert oder wird vom adressierten Teilnehmer nicht unterstützt.

Abb. 10-89: Definition des Protokollfehlers

Ausführungsfehler	Code-Nummer	Fehlerbeschreibung
Fehler bei der Parameterübertragung	0x01	Beim Lesen oder Beschreiben eines Parameters trat ein Fehler auf.

Abb. 10-90: Definition des Ausführungsfehlers

Rexroth Bosch Group

Beispiel:

Schreibzugriff auf den schreibgeschützten Parameter **S-0-0106, Stromregler-Proportionalverstärkung 1**.

Der Master versucht, den Parameter mit dem Wert "0" zu beschreiben. Der Antrieb quittiert mit der Fehlermeldung "0x7004" ("Datum nicht änderbar").

Befehlstelegramm:

	3C	00	04	0B	00	00	00
Tel.-Kopf	Steuer-Byte	Geräte-Adresse	Param.-Typ	Parameter- Nr. (LSB)	(MSB)	Nutzdaten	

Nutzdatenkopf

Ta0003f1.fh7

Abb. 10-91: Schreiben des Parameters S-0-0106 (Befehlstelegramm)

Reaktionstelegramm:

	01	3C	00	04	70
Tel.-Kopf	Status-Byte	Steuer-Byte	Geräte-Adresse	Nutzdaten	

Nutzdatenkopf

Ta0004f1.fh7

Abb. 10-92: Lesen des Parameters S-0-0106 (Reaktionstelegramm)

11 Inbetriebnahme

11.1 Inbetriebnahme des Motors

Kontrolle der Installation/Montage

Kontrolle der Montage

Die Montage der IndraDrive-Regelgeräte und -Versorgsgeräte sowie der Motoren ist entsprechend den Angaben in der Produktdokumentation "Projektierung" auf korrekte Ausführung hin zu kontrollieren.

Kontrolle der Installation

Die Verdrahtung von Schaltschrank und Maschine ist entsprechend den Angaben in der Projektierungsdokumentation und den Empfehlungen in der Dokumentation "Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bei Antriebs- und Steuerungssystemen" auf korrekte Ausführung hin zu kontrollieren.

Erstinbetriebnahme/Serieninbetriebnahme

Kurzbeschreibung

Der Antrieb kann in Betrieb genommen werden, wenn Montage und Installation korrekt ausgeführt wurden.

Erstinbetriebnahme

Die Erstinbetriebnahme eines Antriebs unterscheidet sich von der Inbetriebnahme weiterer gleicher Antriebe (Serieninbetriebnahme).

Die Erstinbetriebnahme wird in folgenden Arbeitsschritten durchgeführt:

- Herstellung der Betriebsfähigkeit des Antriebs (einschließlich der erforderlichen Mess-Systeme)
- Anpassung des Antriebsverhaltens an die Erfordernisse der Anwendung
- Anpassung der Führungskommunikationsschnittstelle zwischen Master und Antrieb
- Integration von Antriebsfunktionalität in die Prozesse der Maschine

In jedem der genannten Arbeitsschritte werden Werte von jeweils relevanten Parametern an die vorhandenen Anforderungen angepasst. Das Ergebnis der Erstinbetriebnahme ist ein Antrieb, dessen Verhalten genau auf die Achse abgestimmt ist. Durch die Speicherung der Werte der Erstinbetriebnahme als Parametersatz ist das Antriebsverhalten reproduzierbar.

Serieninbetriebnahme

Für die Inbetriebnahme weiterer gleicher Achsantriebe an typgleichen Maschinen wird der bei der Erstinbetriebnahme ermittelte Satz von Parameterwerten in das jeweilige Regelgerät geladen (Serieninbetriebnahme). Dadurch ist es möglich,

- das Antriebsverhalten exakt zu reproduzieren

  - und -

- den Aufwand für die weitere Inbetriebnahme auf wenige Anpassungsarbeiten und ggf. Suche und Beseitigung von Fehlern in der Montage/Installation zu beschränken.

Möglichkeiten der Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme kann grundsätzlich erfolgen über

- das Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" von Bosch Rexroth, das mit dem Antrieb über SERCOS interface oder über eine serielle Schnittstelle verbunden ist,
- das Bedienfeld des Regelgeräts und digitale und analoge Eingangssignale,
- eine Steuerung, die mit dem Antrieb über eine Führungskommunikationsschnittstelle verbunden ist.

Zweistufige Inbetriebnahme

Grundsätzlich wird empfohlen, sowohl die Erst- als auch die Serieninbetriebnahme immer in zwei Stufen vorzunehmen:

- 1. Ziel: Erstanlauf des Motors
- 2. Ziel: Bereitstellung von Antriebsfunktionen für die Maschinenachse

Abb. 11-1: Zweistufige Antriebsinbetriebnahme, schematisch

Die zweistufige Vorgehensweise stellt im ersten Schritt die Betriebsfähigkeit des Antriebs sicher (1. Ziel bei Erst- und bei Serieninbetriebnahme). Im zweiten Schritt werden die für die Maschinenachse erforderlichen Antriebsfunktionen und vorteilhaft nutzbaren Eigenschaften in sinnvoller Reihenfolge einzeln auf die Maschinenachse angepasst (2. Ziel bei Erstinbetriebnahme) bzw. die erwartete Funktionsweise geprüft (2. Ziel bei Serieninbetriebnahme).

Hinweis: Grundsätzlich ist es vorteilhaft, die Betriebsfähigkeit eines Antriebs unabhängig von einem übergeordneten Steuerungssystem festzustellen. Darum sollte der Antrieb zunächst als in sich geschlossene Einheit über IndraWorks D oder im "Easy-Startup" in Betrieb gesetzt werden!

Siehe dazu folgende Abschnitte:

- "Erstanlauf im "Easy-Startup"-Modus"
- "Erstanlauf mit Inbetriebnahmetool"

Inbetriebnahmehinweise

Erstanlauf des Motors

Siehe "Erstanlauf im "Erstanlauf im "Easy-Startup"-Modus"

Siehe "Erstanlauf mit Inbetriebnahmetool"

Bereitstellung von Antriebsfunktionen

Siehe "Inbetriebnahme von Maschinenachsen"

Erstinbetriebnahme

Nach erfolgter Erstinbetriebnahme sind die nun festgelegten anwendungsspezifischen Parameterwerte zu sichern. Durch die gesicherten Parameterwerte wird die Reproduzierbarkeit des an der jeweiligen Maschinenachse erforderlichen Antriebsverhaltens ermöglicht.

Hinweis: Zum Sichern der Parameterwerte bietet der Antrieb Listen von Parametern, die das vollständige Abspeichern der relevanten Parameterwerte unterstützen.

Durch erneutes Laden der gesicherten Parameterwerte lässt sich der Ausgangszustand nach der Erstinbetriebnahme für den Achsantrieb wieder herstellen!

Siehe auch "Parameter, grundsätzliche Angaben: Laden, Speichern und Sichern von Parametern" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Achtung: Wiederherstellen des Ausgangszustands nach Erstinbetriebnahme bei Antrieben mit Absolutgebern!

VORSICHT

Sachschäden möglich bei Antrieben mit Absolutgebern durch fehlerhaften Lageistwert nach erneutem Laden der nach S-0-0192 gesicherten Parameterwerte!

⇒ Sichern der Parameterwerte über entsprechend modifizierte IDN-Liste des Parameters S-0-0270 (siehe unten)

Bei Antrieben mit Absolutwertgeber und Modulowichtung wird empfohlen, den Parametersatz zur Sicherung des Parameterwerte nach der Erstinbetriebnahme über eine kundenseitig modifizierte Liste von **S-0-0270, IDN-Liste der selektiv zu sichernden Betriebsdaten** festzulegen, damit beim erneuten Laden der gesicherten Parameterwerte in den gleichen Achsantrieb keine Lageistwertfehler entstehen können.

Hinweis: Dies ist nur über einen Steuerungs-Master möglich. MMC und IndraWorks D arbeiten nur mit der Liste aus S-0-0192!

Rexroth Bosch Group

Die Liste in S-0-0270 entspricht im Ausgangszustand zunächst der Liste von S-0-0192 und sollte folgendermaßen modifiziert werden:

- Entfernen der Identnummern P-0-0177 und P-0-0178

Diese Parameter enthalten Informationen über die aktuellen Lagedaten der Absolutgeber zum Zeitpunkt der Parametersicherung. Würden die aktuellen Daten von P-0-0177 und P-0-0178 beim Laden der gesicherten Parameterwerte mit Daten überschrieben, die sich auf eine, zum Zeitpunkt der Parametersicherung aktuelle, andere Achsposition beziehen, so entsprächen die Lageistwerte dann der anderen Achsposition! Die Lageistwerte blieben gültig (**S-0-0403, Status Lageistwerte**), da es sich nach wie vor um den gleichen Absolutwertgeber handelt.

Hinweis: Der in diesem Fall entstandene, fehlerhafte Lageistwert kann antriebsseitig nicht detektiert werden, da sonst im Servicefall bei Geräteaustausch unberechtigterweise Fehler generiert würden!

Siehe auch "Hinweise zum Gerätetausch" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Hinweis: Die wie beschrieben modifizierte Liste des Parameters S-0-0270 ist auch für das Sichern und Laden der Parameterwerte von Achsen mit relativen Mess-Systemen nutzbar, da P-0-0177 und P-0-0178 in diesem Fall keine relevanten Informationen beinhalten!

Hinweis: Die, ggf. modifiziere, Liste des Parameters S-0-0270 ist auch in der Liste von S-0-0192 enthalten! D.h. wenn über S-0-0192 gesichert wird, kann S-0-0270 aus der abgespeicherten Auflistung herausgelesen werden, um nur diese individuell selektierten Parameterwerte zu laden!

Serieninbetriebnahme

Die Serieninbetriebnahme von Achsantrieben typgleicher Maschinen wird durch den, nach der Erstinbetriebnahme gesicherten, anwendungsspezifischen Parametersatz des jeweiligen Achsantriebs unterstützt.

Bei der Serieninbetriebnahme werden die gesicherten Parametersätze in die Regelgeräte der jeweiligen Achsantriebe weiterer typgleicher Maschinen geladen. Hierdurch ist das Verhalten der Antriebe einer "Mustermaschine" in einfacher Weise reproduzierbar!

Nach dem Laden des anwendungsspezifischen Parametersatzes eines Achsantriebs sind nur noch wenige Anpassungen erforderlich:

- Einstellung der Antriebsadresse (siehe "Grundfunktionen der Führungskommunikation: Adresszuweisung" im Kapitel "Führungskommunikation")
- "Maßbezug herstellen" bei Achsen mit absolut auswertbarem Mess-Systemen (siehe "Herstellen des Maßbezuges: Maßbezug herstellen bei absoluten Mess-Systemen" im Kapitel "Antriebsfunktionen")

Siehe auch "Parameter, grundsätzliche Angaben: Laden, Speichern und Sichern von Parametern" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Erstanlauf im "Easy-Startup"-Modus

Kurzbeschreibung

Der sog. "Easy-Startup-Modus" ermöglicht das Verfahren eines Antriebes ohne angeschlossene bzw. aktive Steuerung (bzw. Führungskommunikationsmaster) oder externe Sollwertbox. Bei Einsatz eines Rexroth-Motors mit Geberdatenspeicher ist dies auch ohne Verwendung eines Inbetriebnahme-PC möglich, da alle Motor- und Reglerparameter im Geberdatenspeicher hinterlegt sind.

Hinweis: Damit eignet sich dieser Modus vor allem für die **Erst-inbetriebnahme** von einzelnen Achsen, sowie der Aufrechterhaltung eines **Notbetriebes** bei Ausfall der Steuerung.

Merkmale

- **Aktivierung** des "Easy-Startup"-Modus kann auf zwei Wegen erfolgen:
  - durch Aktivierung des Kommando-Parameters **P-0-4085, C4700 Kommando Easy-Startup-Modus aktivieren** über serielle Schnittstelle oder digitalen Eingang
  - über Bedienfeld des Regelgerätes (entsprechende Tastenfolge löst ebenfalls Aktivierung von P-0-4085 aus)
- Automatische **Deaktivierung** der Führungskommunikations-Schnittstelle (vgl. P-0-4077, S-0-0134) und Aktivierung von **P-0-4028, Geräte-Steuerwort**
- Bedienung der **Reglerfreigabe** (P-0-4028, Bit 15) über:
  - digitaler Eingang E2 → Defaultzustand
  - serielle Schnittstelle, wenn zuvor getroffene Konfiguration der digitalen Eingänge für "Easy-Startup"-Modus aufgehoben wurde
- Antrieb verfährt in Betriebsart "**Geschwindigkeitsregelung**" mit einem parametrierbaren Geschwindigkeitssollwert (vgl. P-0-1206) ohne externe Sollwertbox
- Auswahl der **Verfahr-Richtung** (positiv/negativ) über digitale Eingangssignale (vgl. **P-0-1200, Steuerwort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung**)

Abb. 11-2: Übersicht der Aktivierung des "Easy-Startup"-Modus

Beteiligte Parameter

- **S-0-0032, Hauptbetriebsart**
- **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**
- **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste**
- **P-0-0301, Digitale E/A, Bitnummern**
- **P-0-0302, Digitale E/A, Richtung**
- **P-0-1200, Steuerwort Betriebsart Geschwindigkeitsregelung**
- **P-0-1206, Speicher für Geschwindigkeits-Sollwerte**
- **P-0-4028, Geräte-Steuerwort**
- **P-0-4085, C4700 Kommando Easy-Startup-Modus aktivieren**
- **P-0-4086, Führungskommunikation Status**

Beteiligte Diagnosen

Für den "Easy-Startup"-Modus gibt es folgende Kommando-Diagnose:

- **C4700 Kommando Easy-Startup-Modus aktivieren**

Bei Nutzung des "Easy-Startup"-Modus werden über das Display des Bedienfeldes zusätzliche einfache Diagnosetexte in "Laufschrift" angezeigt:

- Bei aktivem "Easy-Startup"-Modus wechselt das Display zwischen der Anzeige der Antriebsadresse und der Meldung "CM" (Comissioning Mode).
- Während der Inbetriebnahme werden die jeweils relevanten Anzeigen im Display dargestellt (siehe Abb. unten "Aktivierung des "Easy-Startup"-Modus über das Bedienfeld").

Hardwareabhängigkeiten

Steuerteile BASIC SERCOS, BASIC PROFIBUS, BASIC UNIVERSAL und ADVANCED

Für die Nutzung des "Easy-Startup"-Modus müssen die digitalen Ein- und Ausgänge (X31,X32) wie folgt beschaltet werden:

- Spannungsversorgung 24V/0V auf entsprechende Klemmen legen
- X31/4: +24 V für die Aktivierung der Antriebsfreigabe
- X32/7 und X32/8: 0V/+24 V für die Aktivierung der positiven bzw. negativen Drehrichtung

Steuerteile BASIC OPENLOOP und BASIC ANALOG

Bei Antrieben mit diesen Steuerteilen ist der "Easy-Startup"-Modus eigentlich nicht erforderlich, da diese Antriebe ohnehin auf einfache Weise mit einem Analog-Sollwert verfahren werden können.

Siehe "Analog-Interface" im Kapitel "Führungskommunikation"

Funktionsbeschreibung

Voraussetzungen

Folgende Voraussetzungen und Bedingungen müssen für die Nutzung des "Easy-Startup"-Modus erfüllt sein:

- Die Verdrahtung des Antriebs ist komplett und korrekt.
- Bei Rexroth-Motoren mit Geberdatenspeicher ist kein Inbetriebnahme-PC erforderlich; andernfalls sind die Motorparameter bei der Inbetriebnahme zu setzen.
- Es sollte keine Führungskommunikation aktiv sein.

  Achtung: Der "Easy-Startup"-Modus schaltet eine evtl. aktive Führungskommunikation ab!
- Das Regelgerät muss mit Steuerspannung versorgt und Leistung zuschaltbar sein.
- Es darf keine Fehlermeldung anliegen.

Grundsätzliches zur Aktivierung

Die Aktivierung des "Easy-Startup"-Modus kann sowohl im Parametriermodus (Phase 2) und als auch im Betriebsmodus (Phase 4), durch Aktivierung von **P-0-4085, C4700 Kommando Easy-Startup-Modus aktivieren** erfolgen.

Hinweis: Falls sich der Antrieb bereits im "Easy-Startup"-Modus befindet und erneut dieser Modus aktiviert wird, zeigt das Display "Easy active" an!

Die Aktivierung des "Easy-Startup"-Modus kann auf folgenden Wegen geschehen:

- über das Bedienfeld des Regelgeräts
- über einen digitalen Eingang
- über die serielle Schnittstelle

Hinweis: Mit der Aktivierung des Parameters **P-0-4085, C4700 Kommando Easy-Startup-Modus aktivieren** schaltet der Antrieb automatisch in den Parametriermodus und konfiguriert die Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" mit Werten aus dem Festsollwertspeicher (P-0-1206).

Aktivierung über das Bedienfeld

Die folgende Abbildung zeigt die Aktivierung über das Bedienfeld der IndraDrive-Regelgeräte:

Abb. 11-3: Aktivierung des "Easy-Startup"-Modus über das Bedienfeld

Siehe auch "Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Aktivierung über digitalen Eingang

Bei Aktivierung des "Easy-Startup"-Modus“ über einen digitalen Eingang muss Bit 0 des Parameters P-0-4085 einem digitalen Eingang zugewiesen werden.

Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge: Konfiguration" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Aktivierung über die serielle Schnittstelle

Bei Aktivierung des "Easy-Startup"-Modus“ über die serielle Schnittstelle muss der Parameter P-0-4085 über SIS-Telegramme beschrieben werden.

Siehe auch "Serielle Kommunikation" im Kapitel "Handhabung, Diagnose und Servicefunktionen"

Hinweis: Der Parameter **P-0-4085, C4700 Kommando Easy-Startup-Modus aktivieren** kann auch direkt über die Führungskommunikation (z.B. SERCOS oder Feldbus) beschrieben werden, aber dann würde sich der Master selbst deaktivieren!

Quittierung des aktiven "Easy-Startup"-Modus

Die Quittierung des aktiven "Easy-Startup"-Modus“ erfolgt durch:

- Setzen von Bit 8 im Parameter **P-0-4086, Führungskommunikation Status**
- Wechsel der Anzeige im Display des Bedienfeldes zwischen "CM" (Comissioning Mode) und der Antriebsadresse

Beeinflusste Einstellungen und Parameter

Durch die Aktivierung des "Easy-Startup"-Modus werden folgende Einstellungen automatisch vorgenommen:

- Aktivierung der "flüchtigen Speicherung" von Parametern, sodaß die für den "Easy-Startup"-Modus vorgenommenen Parameteränderungen nicht gespeichert und durch Ausschalten der Steuerspannung wieder verloren gehen.
- Deaktivierung der Führungskommunikations-Schnittstelle und Aktivierung von **P-0-4028, Geräte-Steuerwort** zur Erteilung der "Antriebsfreigabe"
- Zuweisung der über das Bedienfeld gewählten Sollgeschwindigkeit in Prozent von **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** auf Element 1 und 2 von **P-0-1206, Speicher für Geschwindigkeits-Sollwerte** (mit positivem Vorzeichen auf Element 1, mit negativem Vorzeichen auf Element 2)

Hinweis: Der Inhalt des Parameters **P-0-1206, Speicher für Geschwindigkeits-Sollwerte** wird durch die Kommandoausführung nicht beeinflusst. Die Anpassung der Geschwindigkeitswerte kann entweder über das Bedienfeld oder die serielle Schnittstelle erfolgen.

- Zuweisung des Eingangs E3 (X31/5) auf das Bit "Antriebsfreigabe" (Bit 15) im Parameter **P-0-4028, Geräte-Steuerwort**
- Zuweisung von EA9 (X32/7) auf Bit 0 und von EA10 (X32,8) auf Bit 1 im Parameter **P-0-1200, Steuerwort Betriebsart Geschwindigkeits-regelung** zur Richtungsumkehr

---

Hinweis: Die Zuweisungen werden in **P-0-0300, Digitale E/A, Zuweisungsliste**, **P-0-0301, Digitale E/A, Bitnummern** und **P-0-0302, Digitale E/A, Richtung** getroffen.

Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

- Aktivierung der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" im Parameter **S-0-0032, Hauptbetriebsart** und Umschalten nach "bb"

"Basisparameter laden" bei unzulässigen Parameter-einstellungen

Nach Aktivierung des "Easy-Startup"-Modus ist der Antrieb im Normalfall betriebsbereit ("bb" oder "Ab" → Kommunikationsphase 4). Bleibt der Antrieb aufgrund unzulässiger Parameterwerte in Kommunikations-phase 3 stehen, können über das Bedienfeld gültige Basisparameter-werte geladen werden.

Siehe auch "Bedienfelder der IndraDrive-Regelgeräte" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Kontrolle des Antriebs

Je nach Führungskommunikation bzw. Einstellung der Geräteteuerung werden unterschiedliche Steuerworte wirksam. Intern werden jedoch immer alle relevanten Steuerbits im Parameter **P-0-0116, Geräte-steuerung: Steuerwort** angezeigt.

Abb. 11-4: Kontrolle des Antriebs im "Easy-Startup"-Modus

Hinweis: Bei temporärer Kontrolle der SPS wird bei SERCOS interface das Bit 14 (Antrieb Freigabe) dennoch aus dem Parameter **S-0-0134, Master-Steuerwort** entnommen! Lediglich bei autarker "Motion Control" hat die SPS auch Bit 14 unter Kontrolle. Bei Feldbussen wird Bit 14 intern bedient.

Siehe auch "Profiltypen (bei Feldbus-Schnittstellen)" im Kapitel "Führungskommunikation"

Der im "Easy-Startup"-Modus“ aktive Steuerparameter **P-0-4028, Geräte-Steuerwort** kann auf folgenden Wegen geändert bzw. beeinflusst werden:

- über digitale Eingänge, wenn diese zuvor entsprechend konfiguriert wurden
- über die serielle Schnittstelle durch unmittelbares Schreiben des Parameters P-0-4028
  → Dabei muss der Parameter jedoch mindestens alle 2 s aktiv beschrieben werden, sonst wird der Antrieb automatisch die Regler-feigabe löschen!

"Easy-Startup"-Modus beenden

Der "Easy-Startup"-Modus kann nur durch Ausschalten des Regelgeräts beendet werden!

Nach dem Beenden des "Easy-Startup"-Modus ist das Regelgerät zunächst wieder im Ausgangszustand und alle speziell für den Modus vorgenommenen Konfigurationen sind wieder rückgängig gemacht worden.

Nach erfolgreicher Kommandoausführung wird der Antrieb auch wieder automatisch in den Betriebsmodus geschaltet, falls er sich vor dem Kommandostart auch in Phase 4 befand!

Hinweis: Bei Bedarf muss der "Easy-Startup"-Modus erneut aktiviert werden.

Inbetriebnahmehinweise

Unzulässige Kommandos

Die Kommandos zum Sichern des Arbeitsspeichers (**C2200 Kommando Arbeitsspeicher sichern** und **C2400 Kommando Arbeitsspeicher selektiv sichern**) sollten im "Easy-Startup"-Modus nicht ausgelöst werden, da sonst die Einstellungen des "Easy-Startup"-Modus im nichtflüchtigen Speicher festgehalten und nach dem nächsten Einschalten des Antriebs wieder aktiv sind!

Erstinbetriebnahme

Die Erstinbetriebnahme von Rexroth-Motoren mit Geberdatenspeicher ist im "Easy-Startup"-Modus ohne Inbetriebnahmetool in einfacher Weise möglich, da die erforderlichen Parametereinstellungen für Motorregelung und Motorgeber über das Kommando "Urladen-Reglerparameter laden" automatisch erfolgen.

Zum "Urladen" siehe "Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb): Übersicht: Defaulteinstellungen im Motorgeber-Datenspeicher" im Kapitel "Antriebsregelung".

Die Erstinbetriebnahme von Rexroth-Motoren ohne Geberdatenspeicher oder von Fremdmotoren ist im "Easy-Startup"-Modus nur in Verbindung mit einem Inbetriebnahmetool (DriveTop oder IndraWorks D) möglich, um die Werte für Motorregelungs- und Motorgeberparameter laden bzw. eingeben zu können. Bei Synchronmotoren mit absolutem Mess-System muss der Kommutierungsoffset nur bei der Erstinbetriebnahme ermittelt werden. Bei Synchronmotoren mit relativem Mess-System wird der Kommutierungsoffset automatisch bei jedem ersten Setzen der Antriebsfreigabe nach Übergang "P2" → "P4" ermittelt.

Falls bei Synchronmotoren der Kommutierungsoffset nur über Bestromung ermittelt werden kann, ist dies nur im Betriebszustand "Ab" bei aktivem "Easy-Startup"-Modus möglich!

Siehe "Erstanlauf mit Inbetriebnahmetool" im gleichen Kapitel!

VORSICHT

Gefahr von Sachschäden bei Erstanlauf im "Easy-Startup"-Modus durch fehlerhafte Parameterwerte!

⇒ Bei Motoren ohne Geberdatenspeicher sind vor dem Erstanlauf im "Easy-Startup"-Modus die erforderlichen Motor- und Reglerparameter zu überprüfen!

Wiederinbetriebnahme

Die Wiederinbetriebnahme (nach bereits erfolgter Erstinbetriebnahme) von Antrieben ist im "Easy-Startup"-Modus problemlos möglich, da die korrekten Werte der Motorregelungs- und Motorgeberparameter bereits im Antrieb vorhanden sind.

Lediglich die Kommutierungseinstellung von Synchronmotoren mit relativem Mess-System wird nach jedem Übergang "P2" → "P4" bei erstmaligem Setzen der Antriebsfreigabe automatisch erneut ermittelt!

VORSICHT

Sachschäden durch Fehler in der Ansteuerung von Motoren möglich!

⇒ Das Anlegen der digitalen Eingangssignale muss mit entsprechender Vorsicht erfolgen!

Rexroth Bosch Group

Die folgende Darstellung fasst den Ablauf der Inbetriebnahme mit dem "Easy-Startup"-Modus zusammen:

Abb. 11-5: Ablauf der Inbetriebnahme mit "Easy-Startup"-Modus

Erstanlauf mit Inbetriebnahmetool

Kurzbeschreibung

Feststellung der Betriebsfähigkeit eines Antriebs

Nach vollständiger und korrekter Montage und Installation des Antriebs bzw. der Antriebe ist es ratsam, die Betriebsfähigkeit festzustellen. Dies geschieht in einfachster Weise durch Erstanlauf im "Easy-Startup"-Modus (geschwindigkeitsgeregelter Betrieb, Führungskommunikationsmaster ist nicht erforderlich), ggf. in Verbindung mit dem Rexroth-Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" oder über SERCOS interface in Verbindung mit dem Rexroth-Inbetriebnahmetool "DriveTop" und dem Rexroth-SERCOS-Master SYSDA02.2.

Je nach vorhandener Ausstattung wird die Erstinbetriebnahme des Motors wie folgt unterstützt:

- Falls **kein** Inbetriebnahmehilfsmittel (z.B. PC) vorhanden ist, können Rexroth-Motoren mit Geberdatenspeicher im "Easy-Startup"-Modus in einfacher Weise in Betrieb genommen werden. Deren Motorparameter und Motorregelungsparameter werden automatisch durch Einschalten der Steuerspannung aus dem Datenspeicher in das Regelgerät geladen.
- Falls ein PC mit Rexroth-Inbetriebnahmetool zur Verfügung steht, können die Motorparameter und Motorregelungsparameter von Motoren ohne Geberdatenspeicher aus der internen Datenbank des Inbetriebnahmetools über die serielle Schnittstelle in das Regelgerät geladen werden. Somit wird die Erstinbetriebnahme im "Easy-Startup"-Modus auch für diese Motoren möglich.
- Falls ein PC mit Inbetriebnahmetool "DriveTop" (Version 16VRS) und SYSDA02.2 vorhanden sind, können Antriebe mit SERCOS interface in komfortabler Weise in Betrieb genommen und über Sollwerte von SYSDA02.2 verfahren werden.

Verfügbare Inbetriebnahmetools

Bosch Rexroth bietet für IndraDrive-Antriebe folgende Inbetriebnahmetools (Software) an:

- DriveTop (Version 16VRS)

  - und -
- IndraWorks D

DriveTop

"DriveTop" ist ein Tool zur Parametrierung und Inbetriebnahme von Antrieben. Es unterstützt den Rexroth-SERCOS-Master SYSDA02.2, über den Antriebe mit SERCOS interface verfahren werden können. Die Kommunikation mit dem Antrieb bzw. mit SYSDA02.2 wird über die serielle Schnittstelle RS232/RS485 hergestellt.

IndraWorks D

"IndraWorks D" ist eine Komponente der Software-Familie "IndraWorks", welche die Parametrierung und Inbetriebnahme von Steuerungen und Antrieben von Bosch Rexroth unterstützt. IndraWorks D ist für das Zusammenwirken mit dem SERCOS-Master SYSDA03.0 (in Vorbereitung) ausgelegt. Der bisher verfügbare SERCOS-Master SYSDA02.2, über den Antriebe mit SERCOS interface verfahren werden können, wird von IndraWorks D nicht mehr unterstützt. Die Kommunikation mit dem Antrieb wird über die serielle Schnittstelle RS232/RS485 hergestellt.

Die Inbetriebnahmetools "DriveTop" und "IndraWorks D" bieten folgende Möglichkeiten und Vorteile:

- Die vom Antrieb bereitgestellten Funktionen und Merkmale werden strukturell visualisiert, die zugehörigen Parameterwerte werden im funktionalen Kontext angezeigt.
- Parameterwerte können direkt verändert und dadurch an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden.

- Die im Antrieb befindlichen Parameterwerte können als Gruppe (Parametersatz) antriebsextern, z.B. auf der PC-Festplatte, gesichert und von dort auch wieder geladen werden.
- Diagnosen und Betriebszustandsmeldungen werden übersichtlich dargestellt.

Das Inbetriebnahmetool "DriveTop" (Version 16VRS) bietet in Verbindung mit SYSDA02.2 weitere Möglichkeiten:

- Der Antrieb kann in Betrieb genommen und verfahren werden.
- Für Inbetriebnahmezwecke können Kommandos über DriveTop gestartet werden.

Funktionsbeschreibung

Für den Erstanlauf des Motors müssen folgende Schritte durchgeführt werden:

Abb. 11-6: Inbetriebnahmeschritte für den Erstanlauf eines Rexroth-Motors

Inbetriebnahmehinweise für den Einsatz von DriveTop und SYSDA02.2

Die in der Abbildung (oben) dargestellten Schritte zum Erstanlauf sind für den Fall eines Rexroth-Motors in Verbindung mit DriveTop und SYSDA02.2 (SERCOS interface) im Folgenden detailliert als Ablauf beschrieben:

Grundlegende Aktionen

1. Hardware "SYSDA02.2" entsprechend den Installationshinweisen anschließen:

   Spannungsversorgung muss vorhanden sein! Die serielle Kommunikation mit dem PC, der DriveTop bereitstellt, und SERCOS-Lichtwellenleiterverbindung mit dem Regelgerät herstellen (Tx → Rx beachten!) *(Siehe Technische Dokumentation von SYSDA02.2)*!

2. Versorgungsspannung der/des Regelgeräte/-gerätes einschalten:

   Das Display des/der Regelgerätes/-geräte zeigt zunächst die Bootphasen an. Anschließend wird die Antriebsadresse und die Kommunikationsphase "P-1" angezeigt.

3. Die am Display des/der Regelgeräts/-geräte angezeigte Antriebsadresse in DriveTop anmelden:

   Antriebsadresse bzw. -adressen in "Systemübersicht" eintragen *(Dialog "Systemübersicht" unter Menüpunkt "Inbetriebnahme" – "Grundkonfiguration SERCANS" öffnen)*!

4. Von Kommunikationsphase "P-1" in Parametermodus "P2" wechseln:

   "Parametriermodus" ("P2") aktivieren *(rechte Maustaste drücken, mit Mauszeiger aktivieren)*!

5. Nun den Antrieb im SERCOS-Ring auswählen, der in Betrieb genommen werden soll:

   Liste der durch den SERCOS-Ring verbundenen Antriebe anzeigen lassen und einen auswählen *(hierzu "Anlagenstatus" im Menüpunkt "Ansicht" aktivieren und einen Antrieb mit dem Mauszeiger auswählen)*!

   Der inbetriebzunehmende Antrieb ist nun über DriveTop ansprechbar.

6. Zunächst das Laden der Basisparameter der Firmware vorbereiten:

   Parameter **P-0-4090, Index für C07 Urladen** mit Wert "0x001" beschreiben *(Dialog "Antriebskommandos" unter Menüpunkt "Extras" auswählen. Rechte Maustaste drücken, mit Mauszeiger "Einzelparameter" auswählen, "p4090" aufrufen und beschreiben)*!

7. Nun das Laden der Basisparameter der Firmware ausführen:

   C0700 Kommando Urladen starten *(Kommando "S-0-0262, C07_x Kommando Urladen" mit dem Mauszeiger aus der Liste auswählen, mit der entsprechenden Schaltfläche starten)*!

   Nach der Kommando-Ausführungsmeldung sind die Basisparameterwerte der Firmware (Default-Parameterwerte) in die Antriebsparameter geladen, der Antrieb befindet sich nun in einem funktionsbereiten Ausgangszustand.

8. Von Kommunikationsphase "P2" in Phase "bb" (Betriebsmodus, P4) wechseln:

   "Betriebsmodus" aktivieren *(rechte Maustaste drücken, mit Mauszeiger auswählen)*!

   Falls das Regelgerät nun durch Blinken von "RL" zum Laden der Reglerparameterwerte auffordert, weiter mit Nr.9, falls eine andere Diagnose angezeigt wird, weiter mit Nr.11!

Rexroth-Motor mit Geberdatenspeicher

9. Wenn am Display "RL" blinkt, so ist ein Rexroth-Motor mit Geberdatenspeicher am Regelgerät angeschlossen. Regelgerät nun an den Motor anpassen:

   Kommando "Fehler löschen" starten *(rechte Maustaste drücken, mit Mauszeiger aktivieren oder "Esc" am Bedienfeld drücken)*!

   Nun ist der Antrieb betriebsbereit, das Display des von DriveTop angesprochenen Antriebs zeigt "bb".

   Falls sich weitere Antriebe im SERCOS-Ring befinden, Handlungsschritte ab Nr.5 wiederholen!

10. Weiter in der Ablaufkette bei Nr.16!

Rexroth-Motor mit Motorgeber ohne Datenspeicher

11. Wenn am Display des Regelgerät rechts neben der Antriebsadresse "RL" nicht blinkt, so erscheint in den meisten Fällen ein fünfstelliger Diagnosetext. In diesem Fall besitzt der Motor keinen Geberdatenspeicher. Es werden daher motorseitig keine motorspezifischen Parameterwerte bereitgestellt. Wenn der angeschlossene Motor ein Rexroth-Motor ist, können die motorspezifischen Parameterwerte jedoch über DriveTop in das Regelgerät geladen werden:

    "Parametermodus" aktivieren *(rechte Maustaste drücken, mit Mauszeiger auswählen)*!

    Das Display des Regelgeräts zeigt rechts neben der Antriebsadresse "P2".

12. Die motorspezifischen Parameterwerte laden:

    Rexroth-Motortyp im Dialog "Motorparameter" auswählen *(Dialog "Antriebsfunktionen – Motorparameter" öffnen. Registerkarte "Bausatzmotor" bzw. "ohne Feedback-Datenspeicher" auswählen. Typenbezeichnung des Stators und des Rotors eingeben. Dann ggf. "Motorparameter bearbeiten" aktivieren, anschließend "Motorparameter setzen" auslösen)*

    Nun werden die motorspezifischen Parameterwerte in den Antrieb geladen. Falls es sich um einen Rexroth-Gehäusemotor ohne Geberdatenspeicher handelt, in den Betriebsmodus wechseln (vgl. Nr.14, dann weiter bei Nr.16, bei Rexroth-Bausatzmotoren weiter bei Nr.13)!

Bei Rexroth-Bausatzmotor

13. Motorgeberparameter kontrollieren, ggf. an den verwendeten Geber anpassen:

    Im Dialog "Gebereinstellung" den verwendeten Motorgeber anwählen, Strichzahl, ggf. Negation und das verwendete Geberinterface einstellen *(Dialog "Antriebsfunktionen – Gebereinstellung" öffnen)*!

14. Von Kommunikationsphase "P2" in Phase "bb" (Betriebsmodus, P4) wechseln:

    "Betriebsmodus" aktivieren *(rechte Maustaste drücken, mit Mauszeiger auswählen)!*

    Nun ist der Antrieb betriebsbereit, das Display des von DriveTop angesprochenen Antriebs zeigt "bb".

15. Nun die Funktion des Motorgebers prüfen:

    Hierzu die Motorwelle bzw. den Linearmotorschlitten manuell in positive Richtung bewegen (siehe Bewegungsrichtungsvereinbarungen in der Projektierungsdokumentation des jeweiligen Motors!) *(hierzu "Antriebsstatus" im Menüpunkt "Ansicht" mit dem Mauszeiger auswählen)*!

    Wenn die Lageistwerte des Motors zunehmen und der zurückgelegte Weg der angezeigten Lageistwertdifferenz entspricht, ist die Auswertung des Motorgebers in Ordnung, wenn nicht zurück zu Nr.13 der Ablaufkette!

Zuschalten der Leistung

Wenn alle im SERCOS-Ring befindlichen Antriebe am Display "bb" anzeigen, kann die Leistung über das Versorgungsgerät zugeschaltet werden.

Wenn die Zwischenkreisspannung breitgestellt ist, zeigen die Displays der Regelgeräte "Ab" (Bereit zur Leistungsabgabe) an.

Konfiguration und Aktivierung der Sollwertbox

16. Jeder der im SERCOS-Ring befindlichen Antriebe kann einzeln über DriveTop mit Sollwerten angesprochen werden:

    Im Anlagenstatus den jeweiligen Antrieb auswählen *(hierzu "Anlagenstatus" im Menüpunkt "Ansicht" aktivieren und einen Antrieb mit dem Mauszeiger auswählen)*!

Hinweis: Bei Synchron-Bausatzmotoren muss zunächst die Kommutierungseinstellung erfolgen; siehe "Rexroth-Bausatzmotoren, synchron". Dieser Prozess wird auch von DriveTop unterstützt *(siehe Dialog "Antriebskommandos" unter Menüpunkt "Extras")*!

Die Sollwertbox von SYSDA02.2 über DriveTop konfigurieren *(über die Menüleiste "Extras" – "Sollwertbox" – "Sollwertbox-Auswahl" die Sollwert-Funktion "konfiguriert" und die gewünschte Betriebsart auswählen)*!

Hinweis: Beim Erstanlauf von Bausatzmotoren ist es wichtig, zunächst in Drehmoment-/ Kraftregelung die korrekte Bewegungsrichtung zu prüfen!

Zum Verfahren des Antriebs beim Erstanlauf ist eine geschwindigkeitsgeregelte Betriebsart sinnvoll.

Die Sollwertbox von SYSDA02.2 über DriveTop aktivieren *(über die Menüleiste von DriveTop "Extras" – "Sollwertbox" – "Sollwertbox-Einstellungen" das Verfahrprofil der gewählten Betriebsart einstellen)*!

Hinweis: Geschwindigkeits- und Drehmoment-/Kraftbegrenzung auf sichere Werte reduzieren!

Antrieb freigeben

17. Nun den Antrieb in Betrieb setzen:

VORSICHT

Beschädigungen möglich durch Fehler in der Ansteuerung von Motoren und bewegten Elementen!

⇒ Achse nur aus sicherer Ausgangsposition heraus freigeben! Not-Aus-Taster muss in gut erreichbarer Position vorhanden sein!

Antriebsfreigabe setzen *(die Schaltfläche "Freigabe" mit Mauszeiger aktivieren)*!

Den Warnungsdialog zu möglichen gefahrbringenden Bewegungen negativ quittieren, falls die Voraussetzungen für sichere Funktion des Antriebs nicht erfüllt sind *(die Schaltfläche "Abbruch" mit Mauszeiger aktivieren)*!

Den Warnungsdialog positiv quittieren, falls die Voraussetzungen für sichere Funktion des Antriebs erfüllt sind *(die Schaltfläche "OK" mit Mauszeiger aktivieren)*!

18. Das ordnungsgemäße Verfahren des Antriebs entsprechend der von DriveTop vorgegebenen Sollwerte bestätigt die Betriebsfähigkeit des Antriebs.

    Folgt der Antrieb den Sollwerten nicht, so ist er schnellstmöglich stillzusetzen *(Aktivierung der Schaltfläche "Antriebe AUS" mit dem Mauszeiger oder Drücken des Not-Aus-Tasters)*!

    Folgt der Antrieb den Sollwerten, ist die Basis für weitere Inbetriebnahmeschritte in Bezug auf Führungskommunikation über NC-Steuerung und weitere maschinenachsbezogene Funktionen geschaffen.

Hinweis: DriveTop bietet keine Dialoge für die Parametersatzumschaltung! Falls eine Umschaltung von Parametern benötigt wird, müssen die einzelnen Parameter aufgerufen (z.B. mit rechter Maustaste) und direkt beschrieben werden!

Inbetriebnahmehinweise für den Einsatz von IndraWorks D

Die in der Abbildung "Inbetriebnahmeschritte für den Erstanlauf eines Rexroth-Motors" (siehe oben) dargestellten Schritte sind für den Fall eines Rexroth-Motors ohne Geberdatenspeicher in Verbindung mit IndraWorks D (ohne SERCOS-Master) nur im "Easy-Startup"-Modus durchführbar (Erstanlauf ohne aktive Führungskommunikation)!

Mit IndraWorks D können über die serielle Schnittstelle des Regelgeräts die Werte für die Motor-, Motorregelungs- und Motorgeberparameter bei Motoren ohne Geberdatenspeicher aus der internen Datenbank des Inbetriebnahmetools geladen werden.

Hinweis: Bei Synchron-Bausatzmotoren muss zunächst die Kommutierungseinstellung erfolgen (siehe "Motorregelung: Kommutierungseinstellung" im Kapitel "Antriebsregelung"), wobei der dazu notwendige Ablauf von Kommandos unterstützt wird. Falls der Motor dabei bestromt werden muss, ist ein aktiver "Easy-Startup"-Modus erforderlich!

Siehe "Erstanlauf im Easy-Startup-Modus" im gleichen Kapitel

11.2 Inbetriebnahme von Maschinenachsen

Übersicht und praktische Hinweise

Kurzbeschreibung

Vor der Inbetriebnahme maschinenachsspezifischer Funktionen ist es sinnvoll, sich von der Betriebsfähigkeit des Antriebs, bestehend aus Regelgerät, Motor und Motorgeber, überzeugt zu haben. Dies geschieht praktischerweise durch Erstanlauf des Antriebs mit dem PC-basierten Inbetriebnahmetool "IndraWorks D" von Bosch Rexroth (siehe "Erstanlauf mit Inbetriebnahmetool").

Die Inbetriebnahme maschinenachsspezifischer Funktionen sollte, soweit möglich, ebenfalls über IndraWorks D durchgeführt werden. Dies hat den Vorteil, dass der ordnungsgemäße Ablauf einer achsspezifischen Funktion steuerungsunabhängig konfiguriert und sichergestellt werden kann. Die weitere Inbetriebnahme des weitgehend komplett konfigurierten Antriebs durch die Steuerung gestaltet sich dann einfacher.

Ablaufschema

Der Ablauf der Inbetriebnahme als Schrittfolge:

Abb. 11-7: Schritte der maschinenachsbezogenen Inbetriebnahme

Hinweise zu den Inbetriebnahmeschritten

Die Themen zu den einzelnen Inbetriebnahmeschritten werden in verschieden Kapiteln dieser Firmware-Dokumentation eingehend behandelt. Die Information in den Kapiteln grundsätzlich gegliedert in:

- Kurzbeschreibung
- Funktionsbeschreibung
- Inbetriebnahmehinweise

Zur Erklärung der einzelnen Inbetriebnahmeschritte wird, sofern möglich, auf die Inbetriebnahmehinweise zum jeweiligen Thema verwiesen.

Detaillierte Informationen zu den Parametern sind nur in der separaten Dokumentation "Rexroth IndraDrive, Parameterbeschreibung" (Referenzliste aller IndraDrive-Parameter) enthalten.

Konfiguration der Mess-Systeme

Regelgerät und Geber konfigurieren (ggf. Verfahrbereich einstellen)!

Siehe "Grundsätzliche Angaben zu Mess-Systemen, Auflösung: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Relative Geber

Lageanfangswert einstellen; Konfiguration abstandscodierter Mess-Systeme

Siehe "Relative Mess-Systeme: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Absolute Geber

Prüfen, ob Absolutgeberauswertung möglich ist (abhängig vom Verfahrbereich), Lageanfangswert einstellen

Siehe "Absolute Mess-Systeme: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Lageüberwachung

Lageüberwachungen einstellen:

- Achslageüberwachung (Einschaltlage) bei Absolutgebern
- Lagedifferenzüberwachung von Motor- und externem Geber
- Spindelgeberüberwachung konfigurieren

Siehe "Überwachung der Mess-Systeme: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Konfiguration der Achsmechanik

Abhängig von den mechanischen Gegebenheiten sind folgende Einstellungen vorzunehmen:

- Lastgetriebeübersetzung eingeben
- Vorschubkonstante eingeben
- Motorgeber-Getriebeübersetzung eingeben
- Getriebeübersetzung für externen Geber eingeben

Siehe "Mess-Systeme für Motor- und Achsregelung, Anordnung: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Festlegung der physikalischen Zustandsgrößen

Für Lage-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungs-, Drehmoment-/Kraftdaten und Temperaturdaten sind die Wichtungseinstellungen vorzunehmen.

Siehe "Wichtung physikalischer Daten: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Konfiguration der Haltebremse

Falls der anzusteuernde Motor mit einer Haltebremse ausgestattet ist oder das Regelgerät eine externe Haltebremse (ggf. bei Bausatzmotoren) ansteuern muss, sind folgende Einstellungen vorzunehmen:

- Maximale Wartezeit "Antrieb Aus" eingeben
- Daten der Haltebremse ggf. eingeben (externe Bremse)
- Ausführung, Funktionsweise und Überwachung der Bremse im Haltebremsen-Steuerwort konfigurieren

Siehe "Motorhaltebremse: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Motor, Achsmechanik, Mess-Systeme"

Einstellung der Regelkreisparameter

Die Regler- und Filterparameter für die Regelkreise einstellen:

- Geschwindigkeitsregelkreis
- Lageregelkreis

Siehe "Übersicht: Inbetriebnahmehinweise zur Regelkreiseinstellung im Kapitel "Antriebsregelung"

Einstellung der Begrenzungen

Das Regelgerät bietet die Möglichkeit, physikalische Zustandsgrößen des Antriebs zu begrenzen. Es sind anwendungsabhängig einstellbare Grenzwerte vorhanden für:

- Drehmoment-/Kraftsollwert
- Geschwindigkeitssollwert
- Lagesollwerte und Lageistwerte

Begrenzung von Drehmoment-/ Kraftsollwert

Anwenderseitig stehen Begrenzungen zur Verfügung für:

- Maximal zulässiges Drehmoment/Kraft (S-0-0092, P-0-0109)
- motorische und generatorische Last bei stationärer Geschwindigkeit (S-0-0082, S-0-0083)

Die aufgrund der anwenderseitigen Begrenzungseinstellungen aktuell wirksamen Grenzwerte werden angezeigt in:

- **P-0-0444, Istwert Spitzen-Drehmoment-Grenze**
- **P-0-0442, Istwert Drehmoment-Grenze positiv (stationär)**
- **P-0-0443, Istwert Drehmoment-Grenze negativ (stationär)**

Aktuelle Sollwerte werden angezeigt in:

- **P-0-0049, Wirksamer Momenten-/Kraft-Sollwert**
- **P-0-0038, Drehmomentbildender Strom, Sollwert**

Siehe Beschreibung des jeweiligen Parameters in der separaten Dokumentation "Rexroth IndraDrive, Parameterbeschreibung"

Neben den anwenderseitigen Begrenzungen sind im Drehmoment-/Kraft- bzw. Stromregelkreis noch weitere Begrenzungen wirksam:

- Absolute Stromgrenzwerte bedingt durch Regelgerät und Motor
- Auslastungsabhängige (dynamische), thermische Stromgrenzwerte

Siehe auch "Begrenzungen: Strom- und Momentenbegrenzung" im Kapitel "Antriebsregelung"

Begrenzung des Geschwindigkeitsistwertes

Anwenderseitig steht in der Betriebsart "Drehmoment-/Kraftregelung" die Begrenzung des Geschwindigkeitsistwerts auf den kleineren Wert von

- 1,125 * **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar** und
- **S-0-0113, Maximal-Geschwindigkeit des Motors**

zur Verfügung.

Siehe auch "Drehmoment-/Kraftregelung" im Kapitel "Betriebsarten"

Begrenzung des Geschwindigkeitssollwertes

Anwenderseitig steht in der Betriebsart "Geschwindigkeitsregelung" die Begrenzung des Geschwindigkeitssollwerts

- **S-0-0091, Geschwindigkeits-Grenzwert bipolar**

und in der Betriebsart "Lageregelung" die Begrenzung der

- Lagesollwertdifferenz auf S-0-0091 und S-0-0113

zur Verfügung.

Siehe auch "Geschwindigkeitsregelung" und "Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe" im Kapitel "Betriebsarten"

Begrenzung der Lage

Zur Begrenzung der Lage bestehen anwenderseitig folgende Möglichkeiten:

- Begrenzung des Lageistwerts (Firmware-"Endschalter")
- Begrenzung des Verfahrbereichs der Achse (Hardware-Grenzschalter)

Siehe auch "Begrenzungen: Lagebegrenzung/Fahrbereichs-Grenzschalter" im Kapitel "Antriebsregelung"

Herstellen des Maßbezuges

Absolut auswertbare Mess-Systeme

Bei absolut auswertbaren Mess-Systemen muss bei der Erstinbetriebnahme der Maßbezug einmalig hergestellt werden:

Siehe "Maßbezug herstellen bei absoluten Mess-Systemen: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Relative Mess-Systeme

Bei relativen Mess-Systemen müssen alle Einstellungen so vorgenommen werden, dass die Herstellung des Maßbezugs antriebsintern automatisch ablaufen kann (nach dem Einschalten der Maschine auf ein Kommando des Steuerungs-Masters an den jeweiligen Achsantrieb).

Siehe "Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen: Inbetriebnahmehinweise" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Konfiguration der Fehlerreaktion/E-Stop

Die erwünschte Reaktion des Antriebs auf antriebsseitig festgestellte Fehler ist einzustellen:

Siehe "Fehlerreaktionen" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Es ist einzustellen, ob ein Antrieb auf ein hardwareseitiges E-Stop-Signal hin eine Not-Aus-Reaktion ausführen soll und wie die Not-Aus-Reaktion des Antriebs erfolgen soll.

Siehe "E-Stop-Funktion" im Kapitel "Antriebsfunktionen"

Konfigurationen hinsichtlich Steuerung (Master)

Hinsichtlich des mastergeführten Betriebs des Antriebs sind folgende Einstellungen erforderlich:

- Voreinstellung der Betriebsarten (Haupt- und Nebenbetriebsarten)

  Siehe "Übersicht Betriebsarten: Betriebsarten-Handling" im Kapitel "Betriebsarten"
- Einstellungen zu den festgelegten Haupt- bzw. Nebenbetriebsarten

Siehe Beschreibung der jeweiligen Betriebsart im Kapitel "Betriebsarten"

Hinsichtlich der vom Steuerungs-Master genutzten Führungskommunikationsschnittstelle können Voreinstellungen getroffen werden für:

- SERCOS interface
  (Dies ist bei Verwendung des Inbetriebnahmetools "IndraWorks D" nur über serielle Kommunikation zweckmäßig!)
- PROFIBUS-DP
- Parallel-Interface
- Analog-Interface

Siehe Kapitel "Führungskommunikation"

Konfigurationen für die Diagnose von Zustandsgrößen

Falls während des Betriebs Zustandsgrößen des Antriebs ausgewertet werden sollen, können diese Zustandsgrößen in unterschiedlicher Weise an den Steuerungs-Master übertragen werden.

Diagnosemöglichkeiten mit SERCOS interface:

- Inhalt eines zyklisch aktualisierten und zyklisch übertragbaren Parameters, der den Wert der betreffende Zustandsgröße beinhaltet

  Siehe "SERCOS interface" im Kapitel "Führungskommunikation"
- Meldung, ob ein Schwellenwert der Zustandsgröße überschritten wurde, über **S-0-0144, Signal-Statuswort**

  Siehe "Steuermöglichkeiten/Zusatzfunktionen: Konfigurierbares Signal-Statuswort" im Kapitel "Führungskommunikation"
- Antriebsinterne Oszilloskopfunktion

  Siehe "Oszilloskopfunktion" im Kapitel "Handhabung, Diagnose- und Servicefunktionen"

Diagnosemöglichkeiten unabhängig von der Führungskommunikations-Schnittstelle:

- Analoge Ausgabe des Wertes der betreffenden Zustandsgröße als Spannungssignal

  Siehe "Analoge Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"
- Digitale Meldung, ob ein Schwellenwert der Zustandsgröße überschritten wurde, über Zuweisung von Bits aus **S-0-0144, Signal-Statuswort** auf digitale Ausgänge

  Siehe "Digitale Ein-/Ausgänge" im Kapitel "Erweiterte Antriebsfunktionen"

Konfiguration weiterer Antriebsfunktionen

Weitere konfigurierbare Funktionen des Antriebs sind:

- Antrieb Halt
- Reibmomentkompensation
- Markerposition erfassen
- Spindelpositionieren
- Messtaster
- Digitale und analoge Ein-/Ausgänge

Siehe Beschreibung der jeweiligen Funktion im Kapitel "Antriebsfunktionen" oder "Erweiterte Antriebsfunktionen"

12 Index

A

Abfragen des Kommandostatus 10-100
Absolute Positionierung 7-52
Absolutgeber-Emulation 9-20, 9-26
  Einschränkungen 9-30
Absolutmaß setzen *Siehe* Maßbezug herstellen bei absoluten Mess-Systemen
  Bei Absolutgeber-Emulation 9-28
Achsfehlerkorrektur 8-65
Achsmechanik 5-70
Achsregelung 6-2
  Automatische Einstellung 6-57
  Geschwindigkeitsregler 6-64
  Lageregler 6-74
  Übersicht 6-51
Achsregelung (Closed-Loop-Betrieb) 6-51
Achssteuerung 6-1, 6-49
Adresseinstellung
  Über Bedienfeld 4-1
  Über Parameter 4-3
Adresszuweisung 4-1
Advanced-Performance 1-19
Analogausgabe Siehe Analoge Ausgänge
Analoge Ausgänge 9-39
Analoge Eingänge 9-31
Analog-Interface 4-76
Antrieb Halt 8-1
Antriebsadresse 4-1, 4-42
Antriebs-Fehlerreaktion *Siehe* Fehlerreaktionen
Antriebs-Firmware, Übersicht 1-1
Antriebsfunktionen 8-1
  Erweiterte Antriebsfunktionen 9-1
  Übersicht 1-18
Antriebsgeführtes Pendeln 8-111
Antriebsgeführtes Positionieren
  Blockschaltbild 7-34
  Diagnosemeldungen und Überwachungen 7-44
  Inbetriebnahmehinweise 7-40
  Sollwertaufbereitung 7-36
Antriebsgeführtes Referenzieren 8-25 *Siehe* Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen
Antriebsintegrierte SPS *Siehe* IndraMotion MLD-S *Siehe* IndraMotion MLD-S
Antriebsinterne Interpolation
  Blockschaltbild 7-28
  Diagnosemeldungen und Überwachungen 7-32
  Inbetriebnahmehinweise 7-30
  Sollwertaufbereitung 7-29
Antriebsprofil 4-26
Antriebsregelgeräte
  Leistungsteile 1-11
  Steuerteile 1-12
  Übersicht 1-10
Antriebsregelung 6-1
Antriebs-Statuswort
  Aufbau 4-45
Antriebssteuerkommandos 1-4, 4-3
Anzeige der Diagnosenummer 10-24
ASCII-Protokoll
  Eigenschaften 10-86
  Kommunikation 10-92
Aufbau des Nutzdatenfeldes 10-106
Aufbau des Nutzdatenkopfes 10-105
Aufbau des Telegrammkopfs 10-103
Aufsynchronisieren, antriebsgeführtes 7-90, 7-91
Aufsynchronisier-Modus 7-97
Ausführungs- und Protokollquittung 10-117

Auslösen eines Kommandos 10-98

B

Basic-Performance 1-19
Bedienfelder 10-30
Beenden eines Kommandos 10-101
Begrenzungen 6-78
  Geschwindigkeitsbegrenzung 6-87
  Lagebegrenzung 6-88
  Strom- und Momentenbegrenzung (Closed-Loop) 6-80
  Strom- und Momentenbegrenzung (Open-Loop) 6-78
  Übersicht 6-78
Begriffserklärungen 1-2
Beschleunigungsvorsteuerung 7-20
Beschreibbarkeit (von Datenblock-Elementen eines Parameters) 10-2
Bestimmungsgemäßer Gebrauch
  Einleitung 2-1
  Einsatzfälle 2-2
Bestmögliche Stillsetzung 8-48
  Antriebsfehlerreaktionen 1-6
  SERCOS Schnittstellenfehler 4-47
Betriebsarten
  Antriebsgeführtes Positionieren 7-34
  Antriebsinterne Interpolation 7-28
  Auswahl der Betriebsart 7-1
  Drehmoment-/Kraftregelung 7-6
  Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse 7-115
  Elektronisches Bewegungsprofil mit realer/virtueller Leitachse 7-129
  Geschwindigkeitsregelung 7-10
  Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse 7-100
  Grundlagen 1-5
  Lageregelung mit zyklischer Sollwertvorgabe 7-22
  Positioniersatzbetrieb 7-46
  Synchronisations-Betriebsarten 7-80
  Übersicht 1-17, 7-1
  Wechsel der Betriebsart 7-3
  Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse 7-105
Betriebsarten-Handling 7-1
Betriebsmodus 4-12
Betriebsstundenzähler 10-20
Bezugstemperatur 8-72
Bremse *Siehe* Motorhaltebremse
Bremswiderstand 6-107

C

Closed-Loop-Betrieb 6-2

D

Datenblockaufbau 10-1
Datenspeicherung 1-2
Datenstatus 10-2
Diagnose
  Anzeige 10-24
  Aufbau 10-23
  Fehlernummer 10-25
  Klartext-Diagnose 10-24
  Liste Diagnosenummern 10-25
Diagnosearten 10-22
Diagnoseaufbau 10-23
Diagnosebildung, antriebsintern 10-22
Diagnosemöglichkeiten 10-22
Diagnosemöglichkeiten, erweiterte 10-65
Diagnosen des Antriebs 10-22
Diagnosenummer 10-25
Diagnosesystem 10-22
Dienst 0x01 Abbruch einer Datenübertragung 10-110
Dienst 0x81 Lesen eines Listensegments 10-113

Dienst 0x8E Schreiben eines Listensegments 10-113
Dienst 0x8F Schreiben eines Parameters 10-111
Digitale Ein-/Ausgänge 9-48
Dokumentation, Hinweise zum Gebrauch 1-7
Drehmoment-/Kraftregelung
  Blockschaltbild 7-6
  Diagnosemeldungen und Überwachungen 7-9
  Sollwertaufbereitung 7-7
DriveTop 11-13

E

Easy-Startup"-Modus 11-5
Echtzeitstatusbits 4-47
Echtzeitsteuerbits 4-47
Economy-Performance 1-19
Einmaliger Lesezugriff (Dienst 0x00) 10-110
Einzelsatzverarbeitung 7-48
Elektronische Getriebefunktion 7-85
Elektronische Kurvenscheibe mit realer/virtueller Leitachse 7-115
Elektronisches Bewegungsprofil mit realer/virtueller Leitachse 7-129
Endschalter *Siehe* Software-Endschalter
Erstanlauf im "Easy-Startup 11-5
Erstanlauf mit Inbetriebnahmetool 11-13
Erstinbetriebnahme 11-1
Erweiterte Antriebsfunktionen 9-1
Erweiterte Diagnosemöglichkeiten 10-65
  Logbuchfunktion 10-66
  Monitorfunktion 10-65
  Patchfunktion 10-68
E-Stop-Funktion 8-57
  Diagnose- und Statusmeldungen 8-59
  Fehlerreaktion 8-57
  Inbetriebnahmehinweise 8-58

F

Fahrbereichs-Grenzschalter 6-88, 6-90
Fahren auf Festanschlag 8-90
Fehler 1-5
  Antriebsfehlerreaktionen 1-6
  Fehlerzähler für Telegrammausfälle 4-47
Fehler bei der Parameter-Übertragung 10-117
Fehler bei SIS-Kommunikation 10-117
Fehlerklassen 1-6, 8-48
Fehlermeldung löschen 1-6
Fehlermeldungen
  Bei serieller Kommunikation 10-91
Fehlermeldungen bei ASCII-Kommunikation 10-102
Fehlernummer 10-25
Fehlerreaktion
  Antriebsfehlerreaktionen 1-6
  SERCOS-Schnittstellenfehler 4-47
Fehlerreaktionen 8-47
  Bestmögliche Stillsetzung 8-48
  NC-Reaktion 8-56
  Paketreaktion 8-54
Fehlerspeicher 1-7
  Leistungs- und Steuerteil 10-21
Feininterpolation
  Bei Geschwindigkeitsregelung 7-16
Feldorientierte Stromregelung 6-12
Feldschwächbetrieb 6-15
Festanschlag 8-90
Festsollwertspeicher 7-13
Filtermöglichkeiten
  Bei Geschwindigkeitsregelung 7-16
Firmware-Typen 1-25
Firmware-Update 10-52
  Mit IndraWorks D 10-53

Mit MultiMediaCard 10-46
Mit MultiMediaCard (MMC) 10-53
Firmware-Varianten 1-1
Folgesatzverarbeitung 7-64
Frei konfigurierbarer Modus 4-31
Freischaltung von Funktionspaketen 10-60
Fremdmotoren 5-28
Anforderungen 5-29
Ansteuerbare Fremdmotoren 5-31
Ansteuerung, Allgemeines 5-31
Bestimmung der Motorparameterwerte 5-32
Hardwareangaben 5-31
Richtlinien 5-29
Spannungsfestigkeit der Wicklung 5-29
Führungskommunikation 4-1
Analog-Interface 4-76
Parallel-Interface 4-69
PROFIBUS-DP 4-48
SERCOS interface 4-39
Übersicht 1-16
Funktionsbeschreibung, Hinweise zum Gebrauch 1-7
Funktionspakete 1-21
Additive Funktionspakete 1-32
Alternative Funktionspakete 1-30
Freischaltung 10-60
Grundpakete 1-27
Funktionspaketfreischaltung 10-60

G

Geberemulation 9-19
Geberkorrektur 8-62
Gebrauch *Siehe* Bestimmungsgemäßer Gebrauch *und siehe* Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch
Gebrauch dieser Dokumentation, Hinweise 1-7
Gerätekombinationsmöglichkeiten 6-97
Gerätekonfiguration 10-17
Gerätesteuerung 4-5
Gerätetausch 10-53
Antriebsregelgeräte 10-54
Störungsbericht 10-54, 10-55
Versorgungsgeräte 10-53
Geschwindigkeitsbegrenzung 6-87
Geschwindigkeitsmischung 7-20
Geschwindigkeitsregelkreis 7-16
Geschwindigkeitsregelung
Blockschaltbild 7-10
Diagnosemeldungen und Überwachungen 7-21
Sollwertausblendung 7-21
Geschwindigkeitsregler 6-64, 7-16
Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung 8-49
Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung mit Filter und Rampe 8-50
Geschwindigkeits-Suchlauf 6-10
Geschwindigkeitssynchronisation mit realer/virtueller Leitachse 7-100
Getriebefunktion, elektronische 7-85
Grenzschalter 6-88
Grundfunktionen der Führungskommunikation 4-1
Grundzustand nach dem Anlegen der Steuerspannung 10-87

H

Haltebremse 5-5
Hinweise zum Gebrauch dieser Dokumentation 1-7
Hybride Lageregelung *Siehe* Messradbetrieb/Hybride Lageregelung *Siehe* Messradbetrieb/Hybride Lageregelung

I

I/O-Modus 4-28
IDN-Liste aller Betriebsdaten 10-11

IDN-Liste aller Kommandos 10-12
IDN-Liste Betriebsdaten Kommunikationsphase 2 10-12
IDN-Liste Betriebsdaten Kommunikationsphase 3 10-12
IDN-Liste der passwortgeschützten Betriebsdaten 10-12
IDN-Liste der Prüfsummenparameter 10-12
IDN-Liste der selektiv zu sichernden Betriebsdaten 10-12
IDN-Liste der zu sichernden Betriebsdaten 10-11
IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 2 10-11
IDN-Liste ungültige Betriebsdaten Phase 3 10-11
IDN-Listen von Parametern 10-11
Inbetriebnahme 11-1
  Maschinenachsen 11-19
  Motor 11-1
Inbetriebnahmetool, Erstanlauf mit … 11-13
IndraMotion MLD-S 1-32, 8-114
IndraWorks D 10-53, 11-13
Inkrementalgeber-Emulation 9-20, 9-22
  Einschränkungen 9-29
Integrierte Sicherheitstechnik 1-33
IxR-Boost 6-9

K

Kippschutzregler 6-6
Kleinbedienterminal 10-32
Komfort-Bedienfeld 10-32
Kommandoarten 1-4, 4-3
Kommandoquittung 4-3
Kommandos 1-4
Kommandoverarbeitung 4-3
Kommandovorgabe 4-3
Kommunikation mit SIS-Protokoll 10-102, 10-108
Kommunikation über RS232-Schnittstelle 10-88
Kommunikation über RS485-Schnittstelle 10-89
Kommunikationsphasen 4-11
Kommutierungseinstellung 6-33
Kommutierungs-Offset
  Ermittling durch Berechnungsverfahren mit Hallsensor-Box 6-37
  Ermittling durch Messverfahren 6-37
  Ermittling durch Sättigungsverfahren 6-41
  Ermittling durch Sinusverfahren 6-45
Kompensationsfunktionen
  Achsfehlerkorrektur 8-65
  Reibmomentkompensation 8-60
Kompensationsfunktionen/Korrekturen 8-60
Kontrolle der Installation/Montage 11-1
Koordinatensystem setzen/verschieben *Siehe* Maßbezug verschieben
Korrekturen *Siehe* Kompensationsfunktionen/Korrekturen
Kundenpasswort 10-13

L

Laden von Parameterwerten, allgemein 1-3
Lagebegrenzung 6-88
Lagegrenzwerte 6-91
Lageregelung
  Blockschaltbild 7-22
  Diagnosemeldungen und Überwachungen 7-26
  Sollwertaufbereitung 7-24
Lageregler 6-74, 7-25
Leistungsteile, Übersicht 1-11
Leistungsversorgung 6-95
Leitachsauswertung 7-83
Leitachsgeber *Siehe* Messgeber
Leiterkartenkennung 10-18
Lesen eines Parameter (Dienst 0x80) 10-110
Lesezugriff auf einen Parameter 10-94
Lesezugriff auf Listen-Parameter 10-97
Lesezugriff mit Folgetelegrammen (Dienst 0x01) 10-115
Lichtwellenleiter

Anschluss an SERCOS interface 4-41
Prüfung 4-43
Liste aller IDN die nicht dem Defaultwert entsprechen 10-13
Liste Diagnosenummern 10-25
Logbuchfunktion 10-66

M

Markerposition erfassen 8-83
Maschinenachsen, Inbetriebnahme 11-19
Maßbezug herstellen 8-4
Bei absoluten Mess-Systemen 8-39
Bei relativen Mess-Systemen 8-7
Maßbezug verschieben 8-44
Masterpasswort 10-13
Master-Steuerwort
Aufbau 4-44
Messgeber 9-9
Messradbetrieb/Hybride Lageregelung 8-84
Mess-Systeme 5-48
Absolute Mess-Systeme 5-60
Anordnung 5-70
Relative Mess-Systeme 5-65
Überwachung 5-55
Unterstützte Mess-Systeme 1-15
Messtaster 9-1
MMC *Siehe* MultiMediaCard
MMC-Ordnerstruktur 10-41
Modulbus 6-100
Moduloformat 5-83
Modulowichtung 5-83
Momentenfreischaltung 8-51
Monitorfunktion 10-65
Monitorkommandos 1-4, 4-3
Motor
Inbetriebnahme des Motors 11-1
Motoren
Allgemeines 5-1
Fremdmotoren 5-28
Hardwareangaben 5-2
Rexroth-Gehäusemotoren mit Geberdatenspeicher 5-21
Rexroth-Gehäusemotoren ohne Geberdatenspeicher 5-23
Unterstützte Motoren 1-15
Motorgeber-Datenspeicher 6-56
Motorhaltebremse 5-5
Motorinduktivität 5-29
Motorparameter 5-2, 6-26
Motorparameterwerte, Bestimmung bei Fremdmotoren 5-32
Motorpotentiometer 7-13
Motorregelung 6-3
Automatische Einstellung der Parameter 6-23
Motorregelungsparameter 6-27
Motortemperaturüberwachung 5-2
MultiMediaCard 10-6, 10-40
Multiplexkanal 4-19

N

Nachlizenzierung 10-64
NC-geführtes Referenzieren 8-28
NC-Reaktion im Fehlerfall 8-56
Netzanschluss 6-97
Netzausfall-Erkennung 6-104
Nicht flüchtige Datenspeicher 1-2
Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch 2-2
Folgen, Haftungsausschluss 2-1
Nockenschaltwerk, dynamisches 9-59
Not-Halt *Siehe* Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung

O

Open-Loop-Betrieb 6-1
Optischer Pegel (Verzerrungsanzeige) 4-43
Oszilloskopfunktion 10-73
  Triggerereignis 10-78
  Triggerfunktion 10-78
  Versatzmessung 10-79

P

Paketreaktion im Fehlerfall 8-54
Parallel-Interface 4-69
Parameter
  Begriffserklärung 1-2
  Datenstatus 10-2
  Eigenschaften, Merkmale 10-1
  Grundsätzliche Angaben 10-1
  Laden, Speichern und Sichern 10-3
  Parameteraufbau 10-1
  Sprachumschaltung 10-2
Parameterhandling, allgemein 1-2
Parameterkanal 4-56
Parametersatzumschaltung 8-104
Parameterspeicher
  Im Antriebsregelgerät 10-5
  Im Motorgeber 10-5
Parametriermodus 4-12
Parametrierung und Diagnose über eine SPS 10-90
Parametrierung und Diagnose von Antriebsgruppen 10-90
Parkende Achse 8-113
Passiv-Modus 10-87
Passwort 10-13
Patchfunktion 10-68
Pendeldämpfung 6-9
Pendeln, antriebsgeführtes 8-111
Performance-Angaben 1-19
Positioniersatzbetrieb 7-46
  Einzelsatzverarbeitung 7-48
  Folgesatzverarbeitung 7-64
  Mindestwerte für Beschleunigung und Ruck 7-75
Präzisionsachsfehlerkorrektur 8-68
PROFIBUS-DP 4-48
PROFIdrive 4-60
Profiltypen 4-26
  Frei konfigurierbarer Modus 4-26
  I/O-Modus 4-26, 4-28
PROFIsafe 4-55
Protokollfestlegung 10-87
Prüfsumme 10-8
Prüfsumme von Parameterwerten 1-3, 10-4

Q

Quadrantenfehlerkorrektur 8-80
Quittierung der Reglerfreigabe 4-46

R

Rampengenerator
  Bei Geschwindigkeitsregelung 7-15
Referenzieren *Siehe* Maßbezug herstellen bei relativen Mess-Systemen
  Bei Inkrementalgeber-Emulation 9-26
Referenzmarken-Erfassung 8-83
Regelgeräte, Übersicht 1-10
Regelgeräteaufbau 10-17
Regelkreiseinstellung 6-55
Regelkreiseinstellung, automatische 6-58
Regelkreisgesamtstruktur (Grafik) 6-52
Regelkreis-Merkmale 6-52

Regelkreisstruktur 6-51
Reglerfreigabe 4-45
Reibmomentkompensation 8-60
Relative Positionierung
  Mit Restwegspeicherung 7-57
  Ohne Restwegspeicherung 7-54
Relative/Absolute Synchronisation 7-93
Relativer Positioniersatz mit Restwegspeicher nach Unterbrechung mit Tippbetrieb 7-60
Rexroth-Gehäusemotoren
  Mit Geberdatenspeicher 5-21
  Ohne Geberdatenspeicher 5-23
Rexroth-Motoren 5-20
Ruckbegrenzung
  Bei Geschwindigkeitsregelung 7-15
Rückzugsbewegung 8-52

S

Schlupfkompensation 6-8
Schnell-Halt *Siehe* Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung mit Filter und Rampe
Schnittstellenfehler
  SERCOS-Schnittstellenfehler 4-47
Schnittstellenmodus 10-86
Schnittstellenzustand
  Diagnose des Schnittstellenzustandes 4-47
Schreibzugriff 10-6
Schreibzugriff auf einen Parameter 10-93
Schreibzugriff auf Listen-Parameter 10-95
Schreibzugriff mit Folgetelegrammen (Dienst 0x8F) 10-114
SERCOS interface 4-39
  Anschluss der Lichtwellenleiter 4-41
  Antriebs-Statuswort 4-45
  Bedarfsdatenübertragung 4-46
  Inbetriebnahme der SERCOS-Schnittstelle 4-41
  Master-Steuerwort 4-44
  Ringstruktur 4-41
  Übertragungslänge 4-42
  Übertragungsrate 4-43
  Zyklische Datenübertragung 4-44
Serielle Kommunikation 10-85
  Einstellen der Antriebsadresse 10-87
  Fehlermeldungen 10-91
  Protokollunabhängige Funktionsweise 10-87
Serieninbetriebnahme 11-1
Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe 3-1
Sicherheitstechnik 1-33
Sichern von Parameterwerten, allgemein 1-3
Signal-Statuswort 4-17
Signal-Steuerwort 4-16
SIS-Protokoll 10-110
  Ansprechen eines Antriebes 10-108
  Eigenschaften 10-87
  Starten eines Kommandos 10-112
  Unterstützte Dienste 10-109
SIS-Telegrammaufbau 10-102
Skalierung der Antriebsfunktionalität 1-22
Softstart 6-102
Software-Endschalter 6-91
Sollwertaufbereitung
  Bei antriebsgeführtem Positionieren 7-36
  Bei antriebsinterner Interpolation 7-29
  Bei Drehmoment-/Kraftregelung 7-7
  Bei elektronischer Kurvenscheibe 7-120
  Bei Geschwindigkeitsregelung 7-12
  Bei Geschwindigkeitssynchronisation 7-103
  Bei Lageregelung 7-24
  Bei Winkelsynchronisation 7-110
Sollwertbegrenzung
  Bei Geschwindigkeitsregelung 7-15

Sollwertgenerator, antriebsintegrierter 8-97
Spannungsfestigkeit der Motorwicklung 5-29
Spindelpositionieren 8-92
Sprachumschaltung 10-25
SSI-Format 9-27
Standard-Bedienfeld 10-31, 10-32
Starten eines Kommandos über SIS-Protokoll 10-112
Statusanzeigen 10-29
Steuermöglichkeiten 4-16
Steuerparameter 10-30
Steuerteile, Übersicht 1-12
Steuerungspasswort 10-13
Stillsetzung, bestmöglich 8-48
Störungsbericht 10-54, 10-55
Strom- und Momentenbegrenzung (Closed-Loop) 6-80
Strom- und Momentenbegrenzung (Open-Loop) 6-78
Strombegrenzungsregler 6-10
Stromregelung, feldorientiert 6-12
Stromregler 7-9
Synchronisations-Betriebsarten 7-80
  Aufsynchronisieren 7-91
  Aufsynchronisieren bei Geschwindigkeitssynchronisation 7-90
  Elektronische Getriebefunktion 7-85
  Grundfunktionen 7-80
  Leitachsauswertung 7-83
Systemübersicht 1-1

T

Taktraten 1-19
Tippen 7-39
Triggerereignis 10-78
Triggerfunktion 10-78

U

U/f-Kennlinie 6-8
Übertragungsprotokolle der seriellen Kommunikation 10-86
Überwachungen
  Lagesollwerte 7-26
  Motortemperatur 5-2
Umkehrspannen-Korrektur 8-66
Umkehrspiel-Ermittlung 8-68
Umrichter 6-106
Umschaltvorbereitungskommandos 4-13
Update Siehe Firmware-Update
Urladen 6-56, 10-6, 10-8

V

Versatzmessung 10-79
Versorgung, grundlegende Angaben 6-102
Verwaltungskommandos 1-4, 4-3
Verzerrungsanzeige 4-43
Vorhaltezeit, bei Nockenschaltwerk 9-61

W

Warnungen 1-5
Warnungsklassen 1-5
Wechselrichter 6-105
Wichtung physikalischer Daten 5-77
Winkelsynchronisation mit realer/virtueller Leitachse 7-105

Z

Zustandsklassen 10-25
Zustandsmaschine 4-5, 4-27
Zykluszeiten 1-19

Notizen

13 Service & Support

13.1 Helpdesk

Unser Kundendienst-Helpdesk im Hauptwerk Lohr am Main steht Ihnen mit Rat und Tat zur Seite. Sie erreichen uns

Our service helpdesk at our headquarters in Lohr am Main, Germany can assist you in all kinds of inquiries. Contact us

- telefonisch - by phone: **+49 (0) 9352 40 50 60**
  über Service Call Entry Center Mo-Fr 07:00-18:00
  - via Service Call Entry Center Mo-Fr 7:00 am - 6:00 pm
- per Fax - by fax: **+49 (0) 9352 40 49 41**
- per e-Mail - by e-mail: **service.svc@boschrexroth.de**

13.2 Service-Hotline

Außerhalb der Helpdesk-Zeiten ist der Service direkt ansprechbar unter

After helpdesk hours, contact our service department directly at

+49 (0) 171 333 88 26

oder - or **+49 (0) 172 660 04 06**

13.3 Internet

Unter **www.boschrexroth.com** finden Sie ergänzende Hinweise zu Service, Reparatur und Training sowie die **aktuellen** Adressen *) unserer auf den folgenden Seiten aufgeführten Vertriebs- und Servicebüros.

- Verkaufsniederlassungen
- Niederlassungen mit Kundendienst

Außerhalb Deutschlands nehmen Sie bitte zuerst Kontakt mit unserem für Sie nächstgelegenen Ansprechpartner auf.

*) Die Angaben in der vorliegenden Dokumentation können seit Drucklegung überholt sein.

At **www.boschrexroth.com** you may find additional notes about service, repairs and training in the Internet, as well as the **actual** addresses *) of our sales- and service facilities figuring on the following pages.

- sales agencies
- offices providing service

Please contact our sales / service office in your area first.

*) Data in the present documentation may have become obsolete since printing.

13.4 Vor der Kontaktaufnahme... - Before contacting us...

Wir können Ihnen schnell und effizient helfen wenn Sie folgende Informationen bereithalten:

1. detaillierte Beschreibung der Störung und der Umstände.
2. Angaben auf dem Typenschild der betreffenden Produkte, insbesondere Typenschlüssel und Seriennummern.
3. Tel.-/Faxnummern und e-Mail-Adresse, unter denen Sie für Rückfragen zu erreichen sind.

For quick and efficient help, please have the following information ready:

1. Detailed description of the failure and circumstances.
2. Information on the type plate of the affected products, especially type codes and serial numbers.
3. Your phone/fax numbers and e-mail address, so we can contact you in case of questions.

13.5 Kundenbetreuungsstellen - Sales & Service Facilities

Deutschland – Germany

vom Ausland: (0) nach Landeskennziffer weglassen!
from abroad: don't dial (0) after country code!

Vertriebsgebiet Mitte Germany Centre	SERVICE AUTOMATION	SERVICE AUTOMATION	SERVICE AUTOMATION
Rexroth Indramat GmbH Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2 / Postf. 1357 97816 Lohr am Main / 97803 Lohr **Kompetenz-Zentrum Europa** Tel.: +49 (0)9352 40-0 Fax: +49 (0)9352 40-4885	CALL ENTRY CENTER Helpdesk MO – FR von 07:00 - 18:00 Uhr from 7 am – 6 pm **Tel. +49 (0) 9352 40 50 60** **Fax +49 (0) 9352 40 49 41** service.svc@boschrexroth.de	HOTLINE 24 / 7 / 365 außerhalb der Helpdesk-Zeit out of helpdesk hours **Tel.: +49 (0)172 660 04 06** oder / or **Tel.: +49 (0)171 333 88 26**	**ERSATZTEILE / SPARES** verlängerte Ansprechzeit - extended office time - ♦ nur an Werktagen - only on working days - ♦ von 07:00 - 18:00 Uhr - from 7 am - 6 pm - **Tel. +49 (0) 9352 40 42 22**
Vertriebsgebiet Süd Germany South	Vertriebsgebiet West Germany West	Gebiet Südwest Germany South-West	
Bosch Rexroth AG Landshuter Allee 8-10 80637 München Tel.: +49 (0)89 127 14-0 Fax: +49 (0)89 127 14-490	Bosch Rexroth AG Regionalzentrum West Borsigstrasse 15 40880 Ratingen Tel.: +49 (0)2102 409-0 Fax: +49 (0)2102 409-406 +49 (0)2102 409-430	Bosch Rexroth AG Service-Regionalzentrum Süd-West Siemensstr.1 70736 Fellbach Tel.: +49 (0)711 51046–0 Fax: +49 (0)711 51046–248	
Vertriebsgebiet Nord Germany North	Vertriebsgebiet Mitte Germany Centre	Vertriebsgebiet Ost Germany East	Vertriebsgebiet Ost Germany East
Bosch Rexroth AG Walsroder Str. 93 30853 Langenhagen Tel.: +49 (0) 511 72 66 57-0 Service: +49 (0) 511 72 66 57-256 Fax: +49 (0) 511 72 66 57-93 Service: +49 (0) 511 72 66 57-783	Bosch Rexroth AG Regionalzentrum Mitte Waldecker Straße 13 64546 Mörfelden-Walldorf Tel.: +49 (0) 61 05 702-3 Fax: +49 (0) 61 05 702-444	Bosch Rexroth AG Beckerstraße 31 09120 Chemnitz Tel.: +49 (0)371 35 55-0 Fax: +49 (0)371 35 55-333	Bosch Rexroth AG Regionalzentrum Ost Walter-Köhn-Str. 4d 04356 Leipzig Tel.: +49 (0)341 25 61-0 Fax: +49 (0)341 25 61-111

Europa (West) - Europe (West)

vom Ausland: (0) nach Landeskennziffer weglassen, Italien: 0 nach Landeskennziffer mitwählen
from abroad: don't dial (0) after country code, Italy: dial 0 after country code

Austria - Österreich Bosch Rexroth GmbH Electric Drives & Controls Stachegasse 13 1120 Wien Tel.: +43 (0)1 985 25 40 Fax: +43 (0)1 985 25 40-93	Austria – Österreich Bosch Rexroth GmbH Electric Drives & Controls Industriepark 18 4061 Pasching Tel.: +43 (0)7221 605-0 Fax: +43 (0)7221 605-21	Belgium - Belgien Bosch Rexroth NV/SA Henri Genessestraat 1 1070 Bruxelles Tel: +32 (0) 2 451 26 08 Fax: +32 (0) 2 451 27 90 info@boschrexroth.be service@boschrexroth.be	Denmark - Dänemark BEC A/S Zinkvej 6 8900 Randers Tel.: +45 (0)87 11 90 60 Fax: +45 (0)87 11 90 61
Great Britain – Großbritannien Bosch Rexroth Ltd. Electric Drives & Controls Broadway Lane, South Cerney Cirencester, Glos GL7 5UH Tel.: +44 (0)1285 863000 Fax: +44 (0)1285 863030 sales@boschrexroth.co.uk service@boschrexroth.co.uk	Finland - Finnland Bosch Rexroth Oy Electric Drives & Controls Ansatie 6 017 40 Vantaa Tel.: +358 (0)9 84 91-11 Fax: +358 (0)9 84 91-13 60	France - Frankreich Bosch Rexroth SAS Electric Drives & Controls Avenue de la Trentaine (BP. 74) 77503 Chelles Cedex Tel.: +33 (0)164 72-63 22 Fax: +33 (0)164 72-63 20 **Hotline: +33 (0)608 33 43 28**	France - Frankreich Bosch Rexroth SAS Electric Drives & Controls ZI de Thibaud, 20 bd. Thibaud (BP. 1751) 31084 Toulouse Tel.: +33 (0)5 61 43 61 87 Fax: +33 (0)5 61 43 94 12
France – Frankreich Bosch Rexroth SAS Electric Drives & Controls 91, Bd. Irène Joliot-Curie 69634 Vénissieux – Cedex Tel.: +33 (0)4 78 78 53 65 Fax: +33 (0)4 78 78 53 62	Italy - Italien Bosch Rexroth S.p.A. Via G. Di Vittorio, 1 20063 Cernusco S/N.MI **Hotline: +39 02 92 365 563** Tel.: +39 02 92 365 1 Service: +39 02 92 365 300 Fax: +39 02 92 365 500 Service: +39 02 92 365 516	Italy - Italien Bosch Rexroth S.p.A. Via Paolo Veronesi, 250 10148 Torino Tel.: +39 011 224 88 11 Fax: +39 011 224 88 30	Italy - Italien Bosch Rexroth S.p.A. Via Mascia, 1 80053 Castellamare di Stabia NA Tel.: +39 081 8 71 57 00 Fax: +39 081 8 71 68 85
Italy - Italien Bosch Rexroth S.p.A. Via del Progresso, 16 (Zona Ind.) 35020 Padova Tel.: +39 049 8 70 13 70 Fax: +39 049 8 70 13 77	Italy - Italien Bosch Rexroth S.p.A. Via Isonzo, 61 40033 Casalecchio di Reno (Bo) Tel.: +39 051 29 86 430 Fax: +39 051 29 86 490	Netherlands - Niederlande/Holland Bosch Rexroth Services B.V. Technical Services Kruisbroeksestraat 1 (P.O. Box 32) 5281 RV Boxtel Tel.: +31 (0) 411 65 19 51 Fax: +31 (0) 411 67 78 14 **Hotline: +31 (0) 411 65 19 51** services@boschrexroth.nl	Netherlands – Niederlande/Holland Bosch Rexroth B.V. Kruisbroeksestraat 1 (P.O. Box 32) 5281 RV Boxtel Tel.: +31 (0) 411 65 16 40 Fax: +31 (0) 411 65 14 83 www.boschrexroth.nl
Norway - Norwegen Bosch Rexroth AS Electric Drives & Controls Berghagan 1 or: Box 3007 1405 Ski-Langhus 1402 Ski Tel.: +47 (0) 64 86 41 00 Fax: +47 (0) 64 86 90 62 **Hotline: +47 (0)64 86 94 82** jul.ruud@rexroth.no	Spain - Spanien Bosch Rexroth S.A. Electric Drives & Controls Centro Industrial Santiga Obradors s/n 08130 Santa Perpetua de Mogoda Barcelona Tel.: +34 9 37 47 94 00 Fax: +34 9 37 47 94 01	Spain – Spanien Goimendi S.A. Electric Drives & Controls Parque Empresarial Zuatzu C/ Francisco Grandmontagne no.2 20018 San Sebastian Tel.: +34 9 43 31 84 21 - service: +34 9 43 31 84 56 Fax: +34 9 43 31 84 27 - service: +34 9 43 31 84 60 sat.indramat@goimendi.es	Sweden - Schweden Bosch Rexroth AB Electric Drives & Controls - Varuvägen 7 (Service: Konsumentvägen 4, Älfsjö) 125 81 Stockholm Tel.: +46 (0)8 727 92 00 Fax: +46 (0)8 647 32 77
Sweden - Schweden Bosch Rexroth AB Electric Drives & Controls Ekvändan 7 254 67 Helsingborg Tel.: +46 (0) 42 38 88 -50 Fax: +46 (0) 42 38 88 -74	Switzerland East - Schweiz Ost Bosch Rexroth Schweiz AG Electric Drives & Controls Hemrietstrasse 2 8863 Buttikon Tel. +41 (0) 55 46 46 111 Fax +41 (0) 55 46 46 222	Switzerland West - Schweiz West Bosch Rexroth Suisse SA Av. Général Guisan 26 1800 Vevey 1 Tel.: +41 (0)21 632 84 20 Fax: +41 (0)21 632 84 21	

Europa (Ost) - Europe (East)

vom Ausland: (0) nach Landeskennziffer weglassen
from abroad: don't dial (0) after country code

Czech Republic - Tschechien Bosch -Rexroth, spol.s.r.o. Hviezdoslavova 5 627 00 Brno Tel.: +420 (0)5 48 126 358 Fax: +420 (0)5 48 126 112	Czech Republic - Tschechien DEL a.s. Strojírenská 38 591 01 Zdar nad Sázavou Tel.: +420 566 64 3144 Fax: +420 566 62 1657	Hungary - Ungarn Bosch Rexroth Kft. Angol utca 34 1149 Budapest Tel.: +36 (1) 422 3200 Fax: +36 (1) 422 3201	Poland – Polen Bosch Rexroth Sp.zo.o. ul. Staszica 1 05-800 Pruszków Tel.: +48 22 738 18 00 – service: +48 22 738 18 46 Fax: +48 22 758 87 35 – service: +48 22 738 18 42
Poland – Polen Bosch Rexroth Sp.zo.o. Biuro Poznan ul. Dabrowskiego 81/85 60-529 Poznan Tel.: +48 061 847 64 62 /-63 Fax: +48 061 847 64 02	Romania - Rumänien East Electric S.R.L. Bdul Basarabia no.250, sector 3 73429 Bucuresti Tel./Fax:: +40 (0)21 255 35 07 +40 (0)21 255 77 13 Fax: +40 (0)21 725 61 21 eastel@rdsnet.ro	Romania - Rumänien Bosch Rexroth Sp.zo.o. Str. Drobety nr. 4-10, app. 14 70258 Bucuresti, Sector 2 Tel.: +40 (0)1 210 48 25 +40 (0)1 210 29 50 Fax: +40 (0)1 210 29 52	Russia - Russland Bosch Rexroth OOO Wjatskaja ul. 27/15 127015 Moskau Tel.: +7-095-785 74 78 +7-095 785 74 79 Fax: +7 095 785 74 77 laura.kanina@boschrexroth.ru
Russia Belarus - Weissrussland ELMIS 10, Internationalnaya 246640 Gomel, Belarus Tel.: +375/ 232 53 42 70 +375/ 232 53 21 69 Fax: +375/ 232 53 37 69 elmis_ltd@yahoo.com	Turkey - Türkei Bosch Rexroth Otomasyon San & Tic. A..S. Fevzi Cakmak Cad No. 3 34630 Sefaköy Istanbul Tel.: +90 212 413 34 00 Fax: +90 212 413 34 17 www.boschrexroth.com.tr	Turkey - Türkei Servo Kontrol Ltd. Sti. Perpa Ticaret Merkezi B Blok Kat: 11 No: 1609 80270 Okmeydani-Istanbul Tel: +90 212 320 30 80 Fax: +90 212 320 30 81 remzi.sali@servokontrol.com www.servokontrol.com	Slowenia - Slowenien DOMEL Otoki 21 64 228 Zelezniki Tel.: +386 5 5117 152 Fax: +386 5 5117 225 brane.ozebek@domel.si

Africa, Asia, Australia – incl. Pacific Rim

Australia - Australien AIMS - Australian Industrial Machinery Services Pty. Ltd. 28 Westside Drive Laverton North Vic 3026 Melbourne Tel.: +61 3 93 14 3321 Fax: +61 3 93 14 3329 **Hotlines: +61 3 93 14 3321** **+61 4 19 369 195** enquires@aimservices.com.au	Australia - Australien Bosch Rexroth Pty. Ltd. No. 7, Endeavour Way Braeside Victoria, 31 95 Melbourne Tel.: +61 3 95 80 39 33 Fax: +61 3 95 80 17 33 mel@rexroth.com.au	China Shanghai Bosch Rexroth Hydraulics & Automation Ltd. Waigaoqiao, Free Trade Zone No.122, Fu Te Dong Yi Road Shanghai 200131 - P.R.China Tel.: +86 21 58 66 30 30 Fax: +86 21 58 66 55 23 richard.yang_sh@boschrexroth.com.cn gf.zhu_sh@boschrexroth.com.cn	China Shanghai Bosch Rexroth Hydraulics & Automation Ltd. 4/f, Marine Tower No.1, Pudong Avenue Shanghai 200120 - P.R.China Tel: +86 21 68 86 15 88 Fax: +86 21 58 40 65 77
China Bosch Rexroth China Ltd. 15/F China World Trade Center 1, Jianguomenwai Avenue Beijing 100004, P.R.China Tel.: +86 10 65 05 03 80 Fax: +86 10 65 05 03 79	China Bosch Rexroth China Ltd. Guangzhou Repres. Office Room 1014-1016, Metro Plaza, Tian He District, 183 Tian He Bei Rd Guangzhou 510075, P.R.China Tel.: +86 20 8755-0030 +86 20 8755-0011 Fax: +86 20 8755-2387	China Bosch Rexroth (China) Ltd. A-5F., 123 Lian Shan Street Sha He Kou District Dalian 116 023, P.R.China Tel.: +86 411 46 78 930 Fax: +86 411 46 78 932	China Melchers GmbH BRC-SE, Tightening & Press-fit 13 Floor Est Ocean Centre No.588 Yanan Rd. East 65 Yanan Rd. West Shanghai 200001 Tel.: +86 21 6352 8848 Fax: +86 21 6351 3138
Hongkong Bosch Rexroth (China) Ltd. 6th Floor, Yeung Yiu Chung No.6 Ind Bldg. 19 Cheung Shun Street Cheung Sha Wan, Kowloon, Hongkong Tel.: +852 22 62 51 00 Fax: +852 27 41 33 44 alexis.siu@boschrexroth.com.hk	India - Indien Bosch Rexroth (India) Ltd. Electric Drives & Controls Plot. No.96, Phase III Peenya Industrial Area Bangalore – 560058 Tel.: +91 80 51 17 0-211...-218 Fax: +91 80 83 94 345 +91 80 83 97 374 mohanvelu.t@boschrexroth.co.in	India - Indien Bosch Rexroth (India) Ltd. Electric Drives & Controls Advance House, II Floor Ark Industrial Compound Narol Naka, Makwana Road Andheri (East), Mumbai - 400 059 Tel.: +91 22 28 56 32 90 +91 22 28 56 33 18 Fax: +91 22 28 56 32 93 singh.op@boschrexroth.co.in	India - Indien Bosch Rexroth (India) Ltd. S-10, Green Park Extension New Delhi – 110016 Tel.: +91 11 26 56 65 25 +91 11 26 56 65 27 Fax: +91 11 26 56 68 87 koul.rp@boschrexroth.co.in
Indonesia - Indonesien PT. Bosch Rexroth Building # 202, Cilandak Commercial Estate Jl. Cilandak KKO, Jakarta 12560 Tel.: +62 21 7891169 (5 lines) Fax: +62 21 7891170 - 71 rudy.karimun@boschrexroth.co.id	Japan Bosch Rexroth Automation Corp. Service Center Japan Yutakagaoka 1810, Meito-ku, NAGOYA 465-0035, Japan Tel.: +81 52 777 88 41 +81 52 777 88 53 +81 52 777 88 79 Fax: +81 52 777 89 01	Japan Bosch Rexroth Automation Corp. Electric Drives & Controls 2F, I.R. Building Nakamachidai 4-26-44, Tsuzuki-ku YOKOHAMA 224-0041, Japan Tel.: +81 45 942 72 10 Fax: +81 45 942 03 41	Korea Bosch Rexroth-Korea Ltd. Electric Drives and Controls Bongwoo Bldg. 7FL, 31-7, 1Ga Jangchoong-dong, Jung-gu Seoul, 100-391 Tel.: +82 234 061 813 Fax: +82 222 641 295
Korea Bosch Rexroth-Korea Ltd. 1515-14 Dadae-Dong, Saha-gu Electric Drives & Controls Pusan Metropolitan City, 604-050 Tel.: +82 51 26 00 741 Fax: +82 51 26 00 747 eunkyong.kim@boschrexroth.co.kr	Malaysia Bosch Rexroth Sdn.Bhd. 11, Jalan U8/82, Seksyen U8 40150 Shah Alam Selangor, Malaysia Tel.: +60 3 78 44 80 00 Fax: +60 3 78 45 48 00 hockhwa@hotmail.com rexroth1@tm.net.my	Singapore - Singapur Bosch Rexroth Pte Ltd 15D Tuas Road Singapore 638520 Tel.: +65 68 61 87 33 Fax: +65 68 61 18 25 sanjay.nemade @boschrexroth.com.sg	South Africa - Südafrika TECTRA Automation (Pty) Ltd. 71 Watt Street, Meadowdale Edenvale 1609 Tel.: +27 11 971 94 00 Fax: +27 11 971 94 40 **Hotline: +27 82 903 29 23** georgv@tectra.co.za
Taiwan Bosch Rexroth Co., Ltd. Taichung Industrial Area No.19, 38 Road Taichung, Taiwan 407, R.O.C. Tel : +886 - 4 -235 08 383 Fax: +886 - 4 -235 08 586 jim.lin@boschrexroth.com.tw david.lai@boschrexroth.com.tw	Taiwan Bosch Rexroth Co., Ltd. Tainan Branch No. 17, Alley 24, Lane 737 Chung Cheng N.Rd. Yungkang Tainan Hsien, Taiwan, R.O.C. Tel : +886 - 6 –253 6565 Fax: +886 - 6 –253 4754 charlie.chen@boschrexroth.com.tw	Thailand NC Advance Technology Co. Ltd. 59/76 Moo 9 Ramintra road 34 Tharang, Bangkhen, Bangkok 10230 Tel.: +66 2 943 70 62 +66 2 943 71 21 Fax: +66 2 509 23 62 Hotline +66 1 984 61 52 sonkawin@hotmail.com	

Rexroth
Bosch Group

Nordamerika – North America

USA Headquarters - Hauptniederlassung	USA Central Region - Mitte	USA Southeast Region - Südwest	USA SERVICE-HOTLINE
Bosch Rexroth Corporation Electric Drives & Controls 5150 Prairie Stone Parkway Hoffman Estates, IL 60192-3707 Tel.: +1 847 6 45 36 00 Fax: +1 847 6 45 62 01 servicebrc@boschrexroth-us.com repairbrc@boschrexroth-us.com	Bosch Rexroth Corporation Electric Drives & Controls Central Region Technical Center 1701 Harmon Road Auburn Hills, MI 48326 Tel.: +1 248 3 93 33 30 Fax: +1 248 3 93 29 06	Bosch Rexroth Corporation Electric Drives & Controls Southeastern Technical Center 3625 Swiftwater Park Drive Suwanee, Georgia 30124 Tel.: +1 770 9 32 32 00 Fax: +1 770 9 32 19 03	- 7 days x 24hrs - **+1-800-REX-ROTH** **+1 800 739 7684**
USA East Region – Ost	USA Northeast Region – Nordost	USA West Region – West	
Bosch Rexroth Corporation Electric Drives & Controls Charlotte Regional Sales Office 14001 South Lakes Drive Charlotte, North Carolina 28273 Tel.: +1 704 5 83 97 62 +1 704 5 83 14 86	Bosch Rexroth Corporation Electric Drives & Controls Northeastern Technical Center 99 Rainbow Road East Granby, Connecticut 06026 Tel.: +1 860 8 44 83 77 Fax: +1 860 8 44 85 95	Bosch Rexroth Corporation 7901 Stoneridge Drive, Suite 220 Pleasant Hill, California 94588 Tel.: +1 925 227 10 84 Fax: +1 925 227 10 81	
Canada East - Kanada Ost	Canada West - Kanada West	Mexico	Mexico
Bosch Rexroth Canada Corporation Burlington Division 3426 Mainway Drive Burlington, Ontario Canada L7M 1A8 Tel.: +1 905 335 5511 Fax: +1 905 335 4184 **Hotline: +1 905 335 5511** michael.moro@boschrexroth.ca	Bosch Rexroth Canada Corporation 5345 Goring St. Burnaby, British Columbia Canada V7J 1R1 Tel. +1 604 205 5777 Fax +1 604 205 6944 **Hotline: +1 604 205 5777** david.gunby@boschrexroth.ca	Bosch Rexroth Mexico S.A. de C.V. Calle Neptuno 72 Unidad Ind. Vallejo 07700 Mexico, D.F. Tel.: +52 55 57 54 17 11 Fax: +52 55 57 54 50 73 mariofelipe.hernandez@boschrexroth.com.mx	Bosch Rexroth S.A. de C.V. Calle Argentina No 3913 Fracc. las Torres 64930 Monterrey, N.L. Tel.: +52 81 83 65 22 53 +52 81 83 65 89 11 +52 81 83 49 80 91 Fax: +52 81 83 65 52 80 mario.quiroga@boschrexroth.com.mx

Südamerika – South America

Argentina - Argentinien	Argentina - Argentinien	Brazil - Brasilien	Brazil - Brasilien
Bosch Rexroth S.A.I.C. "The Drive & Control Company" Rosario 2302 B1606DLD Carapachay Provincia de Buenos Aires Tel.: +54 11 4756 01 40 +54 11 4756 02 40 +54 11 4756 03 40 +54 11 4756 04 40 Fax: +54 11 4756 01 36 +54 11 4721 91 53 victor.jabif@boschrexroth.com.ar	NAKASE Servicio Tecnico CNC Calle 49, No. 5764/66 B1653AOX Villa Balester Provincia de Buenos Aires Tel.: +54 11 4768 36 43 Fax: +54 11 4768 24 13 **Hotline: +54 11 155 307 6781** nakase@usa.net nakase@nakase.com gerencia@nakase.com (Service)	Bosch Rexroth Ltda. Av. Tégula, 888 Ponte Alta, Atibaia SP CEP 12942-440 Tel.: +55 11 4414 56 92 +55 11 4414 56 84 Fax sales: +55 11 4414 57 07 Fax serv.: +55 11 4414 56 86 alexandre.wittwer@rexroth.com.br	Bosch Rexroth Ltda. R. Dr.Humberto Pinheiro Vieira, 100 Distrito Industrial [Caixa Postal 1273] 89220-390 Joinville - SC Tel./Fax: +55 47 473 58 33 Mobil: +55 47 9974 6645 prochnow@zaz.com.br
Columbia - Kolumbien			
Reflutec de Colombia Ltda. Calle 37 No. 22-31 Santafé de Bogotá, D.C. Colombia Tel.: +57 1 368 82 67 +57 1 368 02 59 Fax: +57 1 268 97 37 reflutec@etb.net.co			

Rexroth
Bosch Group

Bosch Rexroth AG
Electric Drives and Controls
Postfach 13 57
97803 Lohr, Deutschland
Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2
97816 Lohr, Deutschland
Tel. +49 (0)93 52-40-50 60
Fax +49 (0)93 52-40-49 41
service.svc@boschrexroth.de
www.boschrexroth.com

R911308328

Printed in Germany
DOK-INDRV*-MP*-03VRS**-FK01-DE-P