Handbuch

HIMatrix®F

Sicherheitshandbuch

Alle in diesem Handbuch genannten HIMA Produkte sind mit dem Warenzeichen geschützt. Dies gilt ebenfalls, soweit nicht anders vermerkt, für weitere genannte Hersteller und deren Produkte.

HIQuad®, HIQuad®X, HIMax®, HIMatrix®, SILworX®, XMR®, HICore® und FlexSILon® sind eingetragene Warenzeichen der HIMA Paul Hildebrandt GmbH.

Alle technischen Angaben und Hinweise in diesem Handbuch wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen zusammengestellt. Bei Fragen bitte direkt an HIMA wenden. Für Anregungen, z. B. welche Informationen noch in das Handbuch aufgenommen werden sollen, ist HIMA dankbar.

Technische Änderungen vorbehalten. Ferner behält sich HIMA vor, Aktualisierungen des schriftlichen Materials ohne vorherige Ankündigungen vorzunehmen.

Alle aktuellen Handbücher können über die E-Mail-Adresse documentation@hima.com angefragt werden.

Kontakt

HIMA Paul Hildebrandt GmbH

Postfach 1261

68777 Brühl

Tel.: +49 6202 709-0

Fax: +49 6202 709-107

E-Mail: info@hima.com

Revisions-index	Änderungen	Art der Änderung	
		technisch	redaktionell
4.00	Gelöscht: Erläuterungen zu abgekünd. Komponenten (ELOP II Factory, ältere PES) Eingefügt: Einsatz in Zone 2, Cyber Security Geändert: Reaktionszeit, Kapitel 11	X	X
4.01	Geändert: Kapitel 3.5.2, Normenspiegel aktualisiert Gelöscht: F35 012; Eingefügt: 3.4.5	X	X
5.00	Aktualisierte Ausgabe zu SILworX V11 Neu: Kapitel MultiForcen	X	X
6.00	Aktualisierte Ausgabe zu SILworX V12 Neu: Kapitel API-Sicherheitsmaßnahmen	X	X

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Dieses Handbuch enthält Informationen für die bestimmungsgemäße Verwendung des sicherheitsbezogenen programmierbaren elektronischen Systems HIMatrix.

Voraussetzung für die risikolose Installation und Inbetriebnahme sowie für die Sicherheit bei Betrieb und Instandhaltung des Systems sind:

- Die Kenntnis von Vorschriften.
- Die technisch einwandfreie Umsetzung der in diesem Handbuch enthaltenen Sicherheitshinweise durch qualifiziertes Personal.

Durch Störungen oder Beeinträchtigungen von Sicherheitsfunktionen können in folgenden Fällen schwere Personen-, Sach- oder Umweltschäden eintreten, für die HIMA keine Haftung übernehmen kann:

- Bei nicht qualifizierten Eingriffen in die Systeme.
- Bei Abschalten oder Umgehen (Bypass) von Sicherheitsfunktionen.
- Bei Nichtbeachtung von Hinweisen dieses Handbuchs.

HIMA entwickelt, fertigt und prüft das System HIMatrix unter Beachtung der einschlägigen Sicherheitsnormen. Die Verwendung der Systeme ist nur zulässig, wenn die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die in den Beschreibungen vorgesehenen Einsatzfälle wurden eingehalten.
- Die spezifizierten Umgebungsbedingungen wurden eingehalten.
- Es sind nur zugelassene Fremdgeräte angeschlossen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit enthält dieses Handbuch nicht sämtliche Details aller Ausführungen des Systems.

Dieses Sicherheitshandbuch ist die Originalbetriebsanleitung im Sinne der Maschinenrichtlinie (Richtlinie 2006/42/EG).

Die Originaldokumentation für das HIMA System ist in deutscher Sprache verfasst. Es gelten die Aussagen der deutschsprachigen Dokumentation.

1.1 Gültigkeit und Aktualität

Dieses Sicherheitshandbuch ist für folgende Versionen erstellt:

- HIMatrix Betriebssysteme# gemäß Versionsliste.
- SILworX ab Version V12.

Für die Anwendung früherer Versionen von HIMatrix und SILworX sind die entsprechenden früheren Revisionen dieses Handbuchs zu beachten.

1.2 Zielgruppe

Dieses Dokument wendet sich an Planer, Projekteure, Programmierer und Personen, die zur Inbetriebnahme, zur Wartung und zum Betreiben von Automatisierungsanlagen berechtigt sind. Vorausgesetzt werden spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet der sicherheitsbezogenen Automatisierungssysteme.

1.3 Darstellungskonventionen

Zur besseren Lesbarkeit und zur Verdeutlichung gelten in diesem Dokument folgende Schreibweisen:

Fett	Hervorhebung wichtiger Textteile. Bezeichnungen von Schaltflächen, Menüpunkten und Registern im Programmierwerkzeug, die angeklickt werden können.
Kursiv	Parameter und Systemvariablen, Referenzen.
`Courier`	Wörtliche Benutzereingaben.
RUN	Bezeichnungen von Betriebszuständen (Großbuchstaben).
Kap. 1.2.3	Querverweise sind Hyperlinks, auch wenn sie nicht besonders gekennzeichnet sind. Im elektronischen Dokument (PDF): Wird der Mauszeiger auf einen Hyperlink positioniert, verändert er seine Gestalt. Bei einem Klick springt das Dokument zur betreffenden Stelle.

Sicherheits- und Gebrauchshinweise sind besonders gekennzeichnet.

1.3.1 Sicherheitshinweise

Um ein möglichst geringes Risiko zu gewährleisten, sind die Sicherheitshinweise unbedingt zu befolgen.

Die Sicherheitshinweise im Dokument sind wie folgt dargestellt.

- Signalwort: Warnung, Vorsicht, Hinweis.
- Art und Quelle des Risikos.
- Folgen bei Nichtbeachtung.
- Vermeidung des Risikos.

Die Bedeutung der Signalworte ist:

- Warnung: Bei Missachtung droht schwere Körperverletzung bis Tod.
- Vorsicht: Bei Missachtung droht leichte Körperverletzung.
- Hinweis: Bei Missachtung droht Sachschaden.

⚠ SIGNALWORT

Art und Quelle des Risikos!
Folgen bei Nichtbeachtung.
Vermeidung des Risikos.

HINWEIS

Art und Quelle des Schadens!
Vermeidung des Schadens.

1.3.2 Gebrauchshinweise

Zusatzinformationen sind nach folgendem Beispiel aufgebaut:

i An dieser Stelle steht der Text der Zusatzinformation.

Nützliche Tipps und Tricks erscheinen in der Form:

TIPP An dieser Stelle steht der Text des Tipps.

1.4 Safety Lifecycle Services

HIMA unterstützt Sie in allen Phasen des Sicherheitslebenszyklus einer Anlage: Von der Planung, der Projektierung, über die Inbetriebnahme, bis zur Aufrechterhaltung der Sicherheit.

Für Informationen und Fragen zu unseren Produkten, zu Funktionaler Sicherheit und zu Automation Security stehen Ihnen die Experten des HIMA Support zur Verfügung.

Für die geforderte Qualifizierung gemäß Sicherheitsstandards führt HIMA produkt- oder kundenspezifische Seminare in eigenen Trainingszentren oder bei Ihnen vor Ort durch. Das aktuelle Seminarangebot zu Funktionaler Sicherheit, Automation Security und zu HIMA Produkten finden Sie auf der HIMA Webseite.

Safety Lifecycle Services:	
Onsite+ / Vor-Ort-Engineering	In enger Abstimmung mit Ihnen führt HIMA vor Ort Änderungen oder Erweiterungen durch.
Startup+ / Vorbeugende Wartung	HIMA ist verantwortlich für die Planung und Durchführung der vorbeugenden Wartung. Wartungsarbeiten erfolgen gemäß der Herstellervorgabe und werden für den Kunden dokumentiert.
Lifecycle+ / Lifecycle-Management	Im Rahmen des Lifecycle-Managements analysiert HIMA den aktuellen Status aller installierten Systeme und erstellt konkrete Empfehlungen für Wartung, Upgrade und Migration.
Hotline+ / 24-h-Hotline	HIMA Sicherheitsingenieure stehen Ihnen für Problemlösung rund um die Uhr telefonisch zur Verfügung.
Standby+ / 24-h-Rufbereitschaft	Fehler, die nicht telefonisch gelöst werden können, werden von HIMA Spezialisten innerhalb vertraglich festgelegter Zeitfenster bearbeitet.
Logistic+/ 24-h-Ersatzteilservice	HIMA hält notwendige Ersatzteile vor und garantiert eine schnelle und langfristige Verfügbarkeit.

Ansprechpartner:	
Safety Lifecycle Services	https://www.hima.com/de/unternehmen/ansprechpartner-weltweit/
Technischer Support	https://www.hima.com/de/produkte-services/support/
Seminarangebot	https://www.hima.com/de/produkte-services/seminarangebot/

2 Einsatz des Systems HIMatrix

Die Sicherheitsinformationen, Hinweise und Anweisungen in diesem Handbuch unbedingt lesen. Das Produkt nur unter Beachtung aller Richtlinien und Sicherheitsrichtlinien einsetzen.

Dieses Produkt wird mit SELV oder PELV betrieben. Vom Produkt selbst geht kein Risiko aus. Der Einsatz im Ex-Bereich ist nur mit zusätzlichen Maßnahmen erlaubt.

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Kapitel beschreibt die bestimmungsgemäße Verwendung des sicherheitsbezogenen Automatisierungssystems HIMatrix.

Das Automatisierungssystem ist ausgelegt für den Prozessmarkt zum Steuern und Regeln von Prozessen, Schutzsystemen, Brennersteuerungen, Maschinensteuerungen und verfahrenstechnischen Anlagen, sowie für die Fabrikautomatisierung. Für die Programmierung, Konfiguration, Überwachung, Bedienung und Dokumentation des Systems HIMatrix wird das HIMA Programmierwerkzeug SILworX eingesetzt.

2.1.1 Anwendung im Ruhestromprinzip

Das HIMatrix System ist für das Ruhestromprinzip konzipiert.

Ein System, das nach dem Ruhestromprinzip funktioniert, schaltet z. B. einen Aktor aus, um seine Sicherheitsfunktion auszuführen (de-energize to trip).

2.1.2 Anwendung im Arbeitsstromprinzip

Das HIMatrix System kann in Arbeitsstrom-Anwendungen eingesetzt werden.

Ein System, das nach dem Arbeitsstromprinzip funktioniert, schaltet z. B. einen Aktor ein, um seine Sicherheitsfunktion auszuführen (energize to trip).

Bei der Konzeption des Automatisierungssystems sind die Anforderungen aus den Anwendungsnormen zu beachten, z. B. kann eine Leitungsüberwachung (LS/LB) der Eingänge und Ausgänge oder eine Rückmeldung der ausgelösten Sicherheitsfunktion erforderlich sein.

2.1.3 Einsatz in Brandmelderzentralen

HIMatrix Systeme mit Leitungsbruch- und Leitungsschlusserkennung sind für Brandmelderzentralen nach DIN EN 54-2 und NFPA 72 geprüft und zertifiziert. In diesen Systemen ist es gefordert, dass auf Anforderung der aktive Zustand zur Beherrschung des Risikos angenommen wird.

Die in diesem Handbuch aufgeführten Verwendungsbedingungen sind zu beachten, siehe Kapitel 10.

2.1.4 Explosionsschutz

Das Automatisierungssystem HIMatrix ist geeignet zum Einbau in die Zone 2.

Die in Kapitel 12 aufgeführten besonderen Bedingungen sind zu beachten!

2.2 Aufgaben der Maschinen- und Anlagenhersteller sowie des Betreibers

Die Maschinen- und Anlagenhersteller sowie der Betreiber sind dafür verantwortlich, dass die sichere Anwendung der HIMatrix Systeme in Automatisierungsanlagen und in Gesamtanlagen gewährleistet ist.

Die korrekte Programmierung der HIMatrix Systeme muss durch die Maschinen- und Anlagenhersteller ausreichend validiert werden.

2.2.1 Anschluss von Kommunikationspartnern

An die Kommunikationsschnittstellen dürfen nur Geräte angeschlossen werden, die eine sichere elektrische Trennung gewährleisten.

2.2.2 Verwendung der sicherheitsbezogenen Kommunikation

Bei der Verwendung der sicherheitsbezogenen Kommunikation zwischen verschiedenen Geräten muss beachtet werden, dass die Gesamtreaktionszeit des Systems nicht die Prozess-Sicherheitszeit überschreitet.

Die in Kapitel 9.3 und in den Handbüchern der Kommunikationsprotokolle aufgeführten Berechnungsgrundlagen sind anzuwenden.

2.3 ESD-Schutzmaßnahmen

Arbeiten am HIMatrix System muss von Personal durchgeführt werden, das Kenntnisse von ESD-Schutzmaßnahmen besitzt.

HINWEIS

Schäden am HIMatrix System durch elektrostatische Entladung!

- **Für die Arbeiten einen antistatisch gesicherten Arbeitsplatz benutzen und ein Erdungsband tragen.**
- **Module bei Nichtbenutzung elektrostatisch geschützt aufbewahren, z. B. in der Verpackung.**

2.4 Weitere Systemdokumentationen

Für die Projektierung der HIMatrix Systeme stehen außerdem noch folgende Dokumente zur Verfügung:

Name	Inhalt	Dokument-Nr.
HIMatrix Systemhandbuch	Hardwarebeschreibung des Systems	HI 800 140 D
Zertifikate	Prüfergebnisse	---
Versionsliste	TÜV-zertifizierte Versionen des Betriebssystems	---
Handbücher der Komponenten	Beschreibung der einzelnen Komponenten	---
Wartungshandbuch	Beschreibung wichtiger Tätigkeiten zum Betrieb und Wartung	HI 800 454 D
Kommunikationshandbuch	Beschreibung der **safe**ethernet Kommunikation und der verfügbaren Protokolle	HI 801 100 D
Automation Security Handbuch	Beschreibung von Automation Security Aspekten bei HIMA Systemen	HI 801 372 D
SILworX Erste Schritte Handbuch	Einführung in die Bedienung von SILworX bei Planung, Inbetriebnahme, Test und Betrieb	HI 801 102 D
SILworX Online-Hilfe (OLH)	SILworX Bedienung	---

Tabelle 1: Übersicht Systemdokumentation

Alle aktuellen Handbücher können über die E-Mail-Adresse documentation@hima.com angefragt werden. Für registrierte Kunden stehen die Produktdokumentationen im HIMA Extranet als Download zur Verfügung.

3 Sicherheitskonzept

Dieses Kapitel behandelt wichtige allgemeine Fragen der funktionalen Sicherheit des Systems HIMatrix:

- Sicherheit und Verfügbarkeit.
- Sicherheitsrelevante Zeiten.
- Wiederholungsprüfung.
- Sicherheitsauflagen.
- Automation-Security.
- Zertifizierung.
  - CE-Konformitätserklärung.
  - EG-Baumusterprüfbescheinigung.

3.1 Sicherheit und Verfügbarkeit

Das System HIMatrix ist für den Einsatz als sicherheitsbezogenes Automatisierungssystem bis zu einem Safety Integrity Level 3 (SIL 3) gemäß IEC 61508 zugelassen.

Vom sicherheitsbezogenen Automatisierungssystem HIMatrix selbst geht kein unmittelbares Risiko aus.

⚠ WARNUNG

Personenschaden möglich durch falsch angeschlossene oder falsch programmierte sicherheitsbezogene Automatisierungssysteme!

Anschlüsse vor Inbetriebnahme prüfen und Gesamtanlage auf Einhaltung der spezifizierten Sicherheitsanforderungen testen!

3.1.1 PFD- und PFH-Berechnungen

Für das System HIMatrix wurden gemäß IEC 61508 die PFD- (Probability of Failure on Demand) und PFH- (Probability of Failure per Hour) Berechnungen durchgeführt.

Die IEC 61508-1 legt für SIL 3 folgende Werte fest:

- PFD = 10^{-4} … 10^{-3}.
- PFH = 10^{-8} … 10^{-7} pro Stunde.

Die Werte für PFD, PFH und SFF können über die E-Mail-Adresse documentation@hima.com angefragt werden.

3.1.2 Selbst-Test und Fehlerdiagnose

Das Betriebssystem der Steuerungen führt beim Start und im laufenden Betrieb umfangreiche Selbsttests durch.

Getestet werden hauptsächlich:

- Die Prozessoren.
- Die Speicherbereiche (RAM, nichtflüchtiger Speicher).
- Der Watchdog.
- Die einzelnen E/A-Kanäle.
- Die Spannungsversorgung.

Wenn die Selbst-Tests Fehler feststellen, dann schaltet das Betriebssystem die defekte Steuerung, das defekte Modul, die defekte Remote I/O oder den defekten E/A-Kanal ab.

Bei einem System ohne Redundanz bedeutet dies, dass Teilfunktionen oder das gesamte PES abgeschaltet werden können.

Alle HIMatrix Steuerungen, Remote I/Os und Module verfügen jeweils über eigene LEDs zur Anzeige der entdeckten Fehler. Damit ist im Störungsfall eine schnelle Fehlerdiagnose über eine als fehlerhaft gemeldetes Gerät oder die externe Beschaltung möglich.

Zusätzlich kann das Anwenderprogramm verschiedene Systemvariable auswerten, die den Zustand der Geräte anzeigen, z. B. die Temperaturbereiche.

Eine umfangreiche diagnostische Aufzeichnung des Systemverhaltens und erkannter Fehler werden im Diagnosespeicher der Steuerungen abgelegt. Die Aufzeichnung kann auch nach einer Systemstörung oder Ausfall der Versorgungsspannung über das PADT ausgelesen werden.

Weitere Informationen über die Auswertung der Diagnosemeldungen finden Sie im HIMatrix Systemhandbuch HI 800 140 D.

Bei einem sehr kleinen Teil der Bauelement-Ausfälle, welche die Sicherheit nicht beeinflussen, erzeugt das HIMatrix System keine Diagnoseinformation.

3.1.3 PADT

Mit dem PADT konfiguriert der Anwender die Steuerung und erstellt das Anwenderprogramm. Das Sicherheitskonzept des PADT unterstützt den Anwender bei der korrekten Umsetzung der Steuerungsaufgabe. Das PADT führt zahlreiche Maßnahmen zur Prüfung der eingegebenen Informationen durch.

Das PADT ist ein Personalcomputer, auf dem das Programmierwerkzeug SILworX installiert ist.

3.1.4 Aufbau von Sicherheitssystemen nach dem Arbeitsstromprinzip

Sicherheitssysteme, die nach dem Arbeitsstromprinzip (energize to trip) wirken, haben folgende Funktion:

1. Der sicherere Zustand eines Moduls ist der energielose Zustand. Dieser Zustand wird z. B. bei einem Fehler innerhalb des Moduls eingenommen.
2. Auf Anforderung kann die Steuerung die Sicherheitsfunktion durch Einschalten eines Aktors auslösen.

3.1.4.1 Erkennen ausgefallener Komponenten

Das Sicherheitssystem erkennt durch die automatisch ablaufenden Tests, dass Module defekt sind.

3.1.4.2 Sicherheitsfunktion im Arbeitsstromprinzip

Die Ausführung der Sicherheitsfunktion besteht darin, dass das Sicherheitssystem einen oder mehrere Aktoren einschaltet (energize).

Anwenderseitig ist folgendes zu planen:

- Leitungsschluss- und Leitungsbruch-Überwachung bei Eingängen und Ausgängen. Diese Funktionen sind zu parametrieren.
- Die Funktion von Aktoren kann über eine Stellungsrückmeldung überwacht werden.

3.2 Sicherheitsrelevante Zeiten

Folgende Zeiten sind für die Sicherheitsbetrachtung der Steuerung zu beachten:

- Prozess-Sicherheitszeit.
- Sicherheitszeit (Ressource).
- Watchdog-Zeit (Ressource).
- Reaktionszeit.

i Mit Ressource wird die Abbildung der Steuerung (PES) im Programmierwerkzeug SILworX bezeichnet.

3.2.1 Prozess-Sicherheitszeit

Die Prozess-Sicherheitszeit ist gemäß IEC 61508-4 eine Zeitspanne zwischen dem Auftreten eines Ausfalls der EUC oder des EUC-Leit- oder Steuerungssystems mit dem Potenzial, einen gefährlichen Vorfall zu verursachen, und dem Zeitpunkt, bei dem die Reaktion in der EUC abgeschlossen sein muss, um das Auftreten des gefährlichen Vorfalls zu verhindern.

Innerhalb der Prozess-Sicherheitszeit kann der Prozess mit fehlerhaften Signalen beaufschlagt werden, ohne dass ein riskanter Zustand entsteht.

Eine sicherheitsbezogene Reaktion der Steuerung einschließlich aller Verzögerungen durch Sensoren, Aktoren, E/A-Module und der Prozessverzögerung (Reaktion der Anlage auf die Auslösung) muss innerhalb der Prozess-Sicherheitszeit erfolgen.

3.2.2 Parameter «Sicherheitszeit [ms]» Ressource

Die Reaktionszeit der Ressource $\mathbf{t}_{RR}$ wird durch den Parameter *Sicherheitszeit [ms] in den Eigenschaften der Ressource* $\mathbf{t}_{SR}$ wie folgt beeinflusst:

$\mathbf{t}_{RR} \quad \mathbf{\leq} \quad \mathbf{t}_{SR}$

$\mathbf{t}_{SR}$ Parameter *Sicherheitszeit [ms]*

Bei Einsatz der F60 AO 8 01 ist zusätzlich zu beachten:

Für die Reaktionszeit der analogen Ausgänge ist zur zweifachen Watchdog-Zeit (2 x $\mathbf{t}_{WD\ CPU}$) noch die zweifache Watchdog-Zeit der AO-CPU (2 x $\mathbf{t}_{WD\ AO\ \mu P}$) zu addieren.

$\mathbf{t}_{RR} \quad \mathbf{\leq} \quad \mathbf{t}_{SR} \quad \mathbf{+} \quad \mathbf{12\ ms}$

$\mathbf{t}_{SR}$ Parameter *Sicherheitszeit [ms]*

Folgende Faktoren verlängern die Reaktionszeit der Ressource und sind bei der Parametrierung zu beachten:

- Physikalische bedingte Verzögerungen, z. B. Schaltzeiten von externen Relais.
- Parametrierte Verzögerungen im Anwenderprogramm, z. B. durch Timer-Bausteine (TON, TOF).

Der Parameter *Sicherheitszeit [ms]* $\mathbf{t}_{SR}$ in den Eigenschaften der Ressource ist im Bereich von 20 … 22 500 ms in SILworX einstellbar.

Damit eine Fehlerreaktion innerhalb der parametrierten Sicherheitszeit gewährleistet ist, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Reaktion des Anwenderprogramms muss innerhalb eines RUN-Zyklus erfolgen.
- Keine programmierten Verzögerungen durch das Anwenderprogramm.

3.2.3 Watchdog-Zeit (Ressource)

Die Watchdog-Zeit t_{WD} ist die maximal zulässige Dauer eines RUN-Zyklus (Zykluszeit). Die Steuerung schaltet ab, wenn die Zykluszeit die Watchdog-Zeit überschreitet.

Die Watchdog-Zeit kann vom Anwender gemäß der sicherheitstechnischen Erfordernisse der Anwendung eingestellt werden.

Bedingung für die Sicherheit:

$t_{WD} \leq ½ \times t_{SR}$

t_{WD} Watchdog-Zeit (Ressource)

t_{SR} Parameter *Sicherheitszeit [ms]* (Ressource)

Die Watchdog-Zeit (Ressource) muss parametriert werden. Der Parameter *Watchdog-Zeit [ms]* ist im Bereich von 4 … 5000 ms einstellbar und wird in den Eigenschaften der Ressource eingegeben. Die Standardeinstellung ist 200 ms für alle Steuerungen und 100 ms für Remote I/Os.

Das PADT überprüft die Parameter *Sicherheitszeit [ms]* und *Watchdog-Zeit [ms]* und lehnt beim Generieren die Konfiguration ab, wenn die Watchdog-Zeit größer als ½ mal die Sicherheitszeit der Ressource eingestellt wurde.

Die Watchdog-Zeit kann durch Abschätzung bestimmt werden. Dabei ist der folgende Zeitbedarf zu berücksichtigen:

- Zyklusdauer der Anwenderprogramme (RUN-Zyklus der Ressource).
  - Einlesen der Daten.
  - Datenverarbeitung.
  - Prozessdaten-Kommunikation.
  - Ausgeben der Daten.
- Synchronisierung der Prozessormodule.
- Besonderer Zeitbedarf für Reloads.

HINWEIS

Der Anwender muss die genannten Restriktionen bei Online-Änderungen an der Steuerung berücksichtigen und einhalten!

Einstellungen vor jeder Online-Änderung genau prüfen!

3.2.4 Abschätzung der Watchdog-Zeit

HIMA empfiehlt für eine ausreichende Verfügbarkeit dringend folgende Einstellung:

$3 \times t_{WD} \leq t_{SR}$ **(Parameter** *Sicherheitszeit [ms]***)**

3.2.5 Watchdog-Zeit durch Test ermitteln

Die Watchdog-Zeit $\mathbf{t}_{WD}$ kann während der Inbetriebnahme durch Test ermittelt werden. Dazu muss das System im RUN-Betrieb unter Volllast betrieben werden. Alle projektierten Module müssen gesteckt und alle konfigurierten Kommunikationsverbindungen (z. B. safe**ethernet** und weitere Protokolle) müssen in Betrieb sein.

Voraussetzungen für den Test:

- Die HIMatrix Hardware ist vollständig aufgebaut, z. B. enthält das F60 Rack alle vorgesehenen Module.
- Kommunikationspartner einschließlich Remote I/Os sind vorhanden und verbunden.
- Die Anwenderprogramm-Logik ist vollständig vorhanden.
- Die *Sollzykluszeit [ms]* ist auf 0 eingestellt.
- *Max. CPU-Zyklen Programm* ist auf 1 eingestellt (Programm Eigenschaften).
- *Max. Dauer pro Zyklus [µs]* ist auf 0 eingestellt (Programm Eigenschaften).
- Die *Max. Kom.Zeitscheibe [ms]* ist auf einen geeigneten Wert eingestellt.
- Die *Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]* ist auf einen geeigneten Wert eingestellt.

Minimalen Wert für die Watchdog-Zeit ermitteln

1. System unter voller Last betreiben. Auch die Kommunikation sollte unter voller Last arbeiten.
2. Eingangsdaten so vorgeben, dass möglichst die längsten Programmpfade durchlaufen werden. Dazu können Sequenzen von Eingangswerten nötig sein.
3. Zykluszeit-Statistik im Control-Panel zurücksetzen.
4. Mehrmals Reload durchführen, wenn die Anwendung dies vorsieht.
5. Im Control-Panel die Maximalwerte der Zykluszeiten betrachten.
   ☑ $\mathbf{t}_{Zyklus}$ ist ermittelt.
6. Die maximale Abweichung der Gesamt-Ausführungsdauer des Anwenderprogramms zur mittleren Gesamt-Ausführungsdauer ermitteln.
   ☑ $\Delta\mathbf{t}_{Spitze}$ ist ermittelt.
7. Minimale Watchdog-Zeit $\mathbf{t}_{WD}$ berechnen aus:

$$\mathbf{t}_{WD} = \mathbf{t}_{Zyklus} + \mathbf{t}_{Reserve} + \mathbf{t}_{Komm} + \mathbf{t}_{Konfig} + \Delta\mathbf{t}_{Spitze}$$

$\mathbf{t}_{Zyklus}$	Beobachtete maximale Zykluszeit (Grundlast, enthält bereits Anteile von $\mathbf{t}_{Komm}$ und $\mathbf{t}_{Konfig}$)
$t_{Reserve}$	Sicherheitsreserve 6 ms.
t_{Komm}	In den Ressource-Eigenschaften eingestellter Systemparameter *Max. Kom.Zeitscheibe [ms]*.
t_{Konfig}	In den Ressource-Eigenschaften eingestellter Systemparameter *Maximale Dauer der Konfigurationsverbindung [ms].*
t_{Spitze}	Maximale Lastspitze der Zykluszeit (t_{Spitze}) abzüglich beobachteter Grundlast, siehe Schritt 6.

► Die eingestellte Watchdog-Zeit sollte sein: Ermittelter Minimalwert $\mathbf{t}_{WD}$ + Zuschlag für zukünftige Änderungen oder Erweiterungen.

Die maximalen Werte der Zykluszeit bei Reload sind von der eingestellten Watchdog-Zeit abhängig. Soll das PES auf eine möglichst niedrige Watchdog-Zeit optimiert werden, ist der Wert der **eingestellten** Watchdog-Zeit in einer Messreihe immer weiter zu verringern.

In folgenden Fällen ist der HIMA Support hinzuzuziehen:

- Falls die Voraussetzungen für obige Strategie zur Ermittlung der Watchdog-Zeit nicht eingehalten werden können.
- Falls das Ergebnis nicht befriedigend ist.

Das HIMatrix System lässt Einstellungen zu, die eine noch bessere Performance ermöglichen. Um diese Einstellungen zu ermitteln, sind tiefergehende Kenntnisse in verschiedenen Bereichen erforderlich.

3.2.6 Reaktionszeit

Die Reaktionszeit von zyklisch arbeitenden HIMatrix Steuerungen ist die doppelte Zykluszeit dieser Systeme im fehlerfreien Betrieb, wenn nicht durch Parametrierung oder durch die Logik des Anwenderprogramms eine Verzögerung erfolgt.

TIPP HIMA empfiehlt für eine konservative Berechnung der Reaktionszeit im fehlerfreien Betrieb, anstatt der Zykluszeit die parametrierte Watchdog-Zeit zu verwenden.

3.3 Wiederholungsprüfung (Proof-Test nach IEC 61508)

Ziel der Wiederholungsprüfung ist die Aufdeckung versteckter gefahrbringender Ausfälle in einem sicherheitsbezogenen System, so dass das System, wenn nötig, wieder in den Zustand gebracht werden kann, indem es seine geplante Funktion erfüllt. Danach ist der sichere Betrieb einschließlich der Sicherheitsfunktionen wieder gewährleistet.

Die Durchführung der Wiederholungsprüfung ist abhängig von:

- Der Beschaffenheit der Anlage (EUC = equipment under control).
- Dem Risikopotenzial der Anlage.
- Den Normen, die für den Betrieb der Anlage zur Anwendung kommen.
- Den Normen, die von der Prüfstelle als Grundlage für die Genehmigung der Anlage benutzt wurden.

Nach den Normen IEC 61508 1-7, IEC 61511 1-3, IEC 62061 und VDI/VDE 2180 Blatt 1 bis 4 hat bei sicherheitsbezogenen Systemen der Betreiber für eine Wiederholungsprüfung zu sorgen. Bei einer Wiederholungsprüfung müssen die kompletten Sicherheitsfunktionen des sicherheitsbezogenen HIMA Systems überprüft werden.

HIMA Sicherheitssysteme sind in regelmäßigen Abständen einer Wiederholungsprüfung zu unterziehen. Für HIMA Steuerungen muss die Wiederholungsprüfung in einem Intervall erfolgen, welches dem applikationsspezifisch notwendigen Safety Integrity Level (SIL) entspricht.

Die Durchführung der Wiederholungsprüfung ist im Wartungshandbuch HI 800 454 D beschrieben.

3.4 Sicherheitsauflagen

Für den Einsatz des sicherheitsbezogenen Automatisierungssystems HIMatrix gelten die folgenden Sicherheitsauflagen.

3.4.1 Produktunabhängige Auflagen der Hardware

Personen, welche HIMatrix Hardware projektieren, müssen die folgenden produktunabhängigen Sicherheitsauflagen beachten:

- Für den sicherheitsbezogenen Betrieb müssen dafür zugelassene fehlersichere Hardware-Komponenten und Software-Komponenten verwendet werden. Die zugelassenen Komponenten sind in der HIMatrix Versionsliste aufgeführt.
  Die jeweils aktuellen Versionsstände sind der Versionsliste zu entnehmen, die gemeinsam mit der Prüfstelle geführt wird.
- Die spezifizierten Verwendungsbedingungen bezüglich EMV, mechanischen, chemischen und klimatischen Einflüssen müssen eingehalten werden.
- Nicht fehlersichere, jedoch rückwirkungsfreie Hardware-Komponenten und Software-Komponenten können für die Verarbeitung nicht sicherheitsrelevanter Signale eingesetzt werden. Ein Einsatz von nicht fehlersicheren Komponenten für die Bearbeitung sicherheitsbezogener Aufgaben ist verboten.
- Bei allen extern an das System angeschlossenen Sicherheitsstromkreisen ist das Ruhestromprinzip einzuhalten.

3.4.2 Produktabhängige Auflagen der Hardware

Personen, welche HIMatrix Hardware projektieren, müssen die folgenden produktabhängigen Sicherheitsauflagen beachten:

- An ein System müssen Geräte angeschlossen werden, die eine sichere elektrische Trennung zum Netz aufweisen.
- Für die Bearbeitung sicherheitsbezogener Aufgaben sind nur sicherheitsbezogene Module einzusetzen.
- Die im Systemhandbuch genannten Verwendungsbedingungen sind einzuhalten, insbesondere hinsichtlich Versorgungsspannung und Klima.
- Die sichere elektrische Trennung der Stromversorgung muss in der 24-V-Versorgung des Systems erfolgen. Es dürfen nur Netzgeräte in den Ausführungen PELV oder SELV eingesetzt werden.
- Für die Spannungsversorgung über ein Stromnetz gelten die gleichen Auflagen wie für die Netzgeräte.

3.4.3 Produktunabhängige Auflagen der Programmierung

Personen, welche Anwenderprogramme erstellen, müssen die folgenden produktunabhängigen Sicherheitsauflagen beachten:

- In sicherheitsrelevanten Anwendungen ist auf eine zur Anwendung passenden Parametrierung der sicherheitsrelevanten Systemgrößen zu achten.
- Insbesondere ist die Festlegung von Systemkonfiguration, maximaler Zykluszeit und Sicherheitszeit zu beachten.

3.4.4 Produktabhängige Auflagen der Programmierung

Für die Programmierung von HIMatrix ist das Programmierwerkzeug SILworX zu verwenden. Folgende Auflagen für die Verwendung von SILworX sind zu beachten:

- Die in der Spezifikation beschriebene Applikation ist zu validieren, zu verifizieren und die korrekte Umsetzung ist zu dokumentieren. Es muss eine vollständige Prüfung der Logik durch Funktionstests erfolgen.
- Nach einer Änderung der Applikation müssen alle Teile der Logik geprüft werden, die von dieser Änderung betroffen sind.
- Für Fehler in den sicherheitsbezogenen Eingangs- und Ausgangsmodulen muss gemäß den anlagenspezifischen, sicherheitsbezogenen Bedingungen eine Fehlerreaktion des Systems festgelegt werden. Diese sind zum Beispiel Fehlerreaktionen im Anwenderprogramm und die Parametrierung von sicheren Initialwerten für Variablen.

3.4.5 Kommunikation

Folgende Auflagen für die Kommunikation von Daten und zu Systemen sind zu beachten:

- Bei Verwendung der sicherheitsbezogenen Kommunikation zwischen verschiedenen HIMA Systemen ist zu beachten, dass die Gesamtreaktionszeit eines Systems die zulässige maximale Reaktionszeit für safe**ethernet** oder HIPRO-S V2 nicht überschreitet. Die im Kapitel *Maximale Reaktionszeit für safeethernet* aufgeführten Berechnungsgrundlagen sind anzuwenden.
- Bei der Übertragung von (sicherheitsrelevanten) Daten sind IT-Sicherheitsregeln zu beachten.
- Eine Übertragung von sicherheitsrelevanten Daten über öffentliche oder öffentlich zugängliche Netze (z. B. Internet, WLAN) ist nur mit zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen, z. B. VPN-Tunnel und Firewall zulässig.
- Falls die Datenübertragung über firmen-/fabrikinterne Netze erfolgt, muss durch administrative und technische Maßnahmen dafür Sorge getragen werden, dass ausreichender Schutz vor Manipulation gegeben ist (z. B. Abschottung des sicherheitsrelevanten Teiles des Netzes von anderen Netzen mit einer Firewall).
- Standardprotokolle dürfen nicht für die Übertragung sicherheitsbezogener Daten eingesetzt werden.
- An Kommunikationsschnittstellen müssen Geräte angeschlossen werden, die eine sichere elektrische Trennung aufweisen.

3.4.6 Wartung

Die Wartung liegt in der Verantwortung des Betreibers. Der Betreiber muss geeignete Maßnahmen treffen, um den sicheren Betrieb während der Wartung zu gewährleisten.

Erforderlichenfalls muss der Betreiber in Absprache mit der für die Applikation zuständigen Prüfstelle durch administrative und technische Maßnahmen den Zugangsschutz zum System festlegen.

3.4.7 Überwachung der Temperatur

Die Temperatur wird durch eingebaute Sensoren gemessen und kann im Programmierwerkzeug SILworX angezeigt und verwendet werden. Weitere Details siehe Systemhandbuch HI 800 140 D.

i Die Temperatur kann im Anwenderprogramm z. B. als zusätzliches Abschaltkriterium verwendet werden, jedoch ist die Temperatur nicht sicherheitsbezogen erfasst.

Der Temperaturzustand darf als zusätzliches Abschaltkriterium benutzt werden.

3.4.8 Umgebungsbedingungen

Für den Einsatz des sicherheitsbezogenen Automatisierungssystems HIMatrix sind die folgenden allgemeinen Umgebungsbedingungen einzuhalten:

Allgemein	
Schutzklasse	Schutzklasse III nach IEC/EN 61131-2
Umgebungstemperatur	0 … +60 °C
Transport- und Lagertemperatur	-40 … +70 °C
Verschmutzung	Verschmutzungsgrad II nach IEC/EN 60664-1
Aufstellhöhe	< 2000 m
Gehäuse	Standard: IP20 Falls es die zutreffenden Applikationsnormen (z. B. EN 60204) fordern, muss das System in ein Gehäuse der geforderten Schutzart (z. B. IP54) eingebaut werden.
Eingangsspannung Netzteil	24 VDC

Tabelle 2: Umgebungsbedingungen

Mögliche Abweichungen sind dem entsprechenden Handbuch zu entnehmen.

3.5 Automation Security

HIMA unterscheidet zwischen den Begriffen *Safety* im Sinne der funktionalen Sicherheit und *Security* im Sinne von Schutz eines Systems vor Manipulationen.

Industrielle Steuerungen (PES) müssen gegen IT-typische Problemquellen geschützt werden, z. B.:

- Unzureichender Schutz von IT-Einrichtungen (z. B. offenes WLAN, veraltete Betriebssysteme).
- Fehlendes Bewusstsein für den richtigen Umgang mit Betriebsmitteln (z. B. USB-Stick).
- Direkte Zugänge zu schützenswerten Bereichen.
- Angreifer innerhalb von Betriebsgeländen.
- Angreifer über Kommunikations-Netzwerke innerhalb und außerhalb von Betriebsgeländen.

HIMA Safety-Systeme bestehen aus folgenden zu schützenden Teilen:

- Sicherheitsbezogenes Automatisierungssystem.
- PADT.
- Optionale X-OPC Server (auf einem Host-PC).
- Optionale Kommunikationsverbindungen zu externen Systemen.

3.5.1 Produkteigenschaften

HIMatrix Steuerungen erfüllen bereits in den Grundeinstellungen Anforderungen an Automation Security.

In Steuerungen und im Programmierwerkzeug sind Schutzmechanismen integriert, die versehentliche oder nicht genehmigte Veränderungen verhindern:

- Jede Änderung am Anwenderprogramm oder an der Konfiguration einer Steuerung führt zu einem neuen Konfigurations-CRC.
- In der Steuerung können Online-Änderungen der Sicherheitsparameter deaktiviert werden. Dadurch sind Änderungen der Sicherheitsparameter nur durch Download oder Reload möglich.
- Der Anwender kann eine Benutzerverwaltung einrichten, um die Security zu erhöhen. Hier werden Benutzergruppen, Benutzerkonten, Zugriffsrechte für das PADT und für die Steuerungen (PES) projektbezogen festgelegt. In einer Benutzerverwaltung kann der Anwender definieren, ob für das Öffnen des Projekts und für den Login in eine Steuerung eine Autorisierung erforderlich ist.
- Der Zugang zu Daten einer Steuerung ist nur dann möglich, wenn im PADT das gleiche Anwenderprojekt geladen wurde wie in der Steuerung. Die CRCs müssen identisch sein (Archiv-Pflege!).
- Eine physikalische Verbindung zwischen einem PADT und einer Steuerung (PES) ist im Betrieb nicht notwendig und muss aus Gründen der Security getrennt werden. Das PADT kann für Diagnose- und Wartungszwecke erneut mit der Steuerung verbunden werden.

Die Anforderungen der Normen für Safety und Security sind zu beachten. Die Autorisierung von Personal und die notwendigen Schutzmaßnahmen unterliegen der Verantwortung des Betreibers.

⚠ WARNUNG

Personenschaden durch unbefugte Manipulationen an Steuerungen möglich!

Steuerungen sind gegen unbefugte Zugriffe zu schützen:

- **Standardeinstellungen für Logins und Passworte sind zu ändern.**
- **Zugänge zu Steuerungen und PADTs sind zu kontrollieren!**
- **Weitere Schutzmaßnahmen entnehmen Sie dem Automation Security Handbuch (HI 801 372 D).**

3.5.2 Risikoanalyse und Planung

Security ist kein Produkt, sondern ein Prozess. So helfen z. B. gepflegte Netzwerkpläne sicherzustellen, dass sichere Netzwerke dauerhaft von öffentlichen Netzwerken getrennt sind. Sinnvollerweise sollte nur ein definierter Übergang über eine Firewall oder ein eigenständiges Subnetz bestehen.

Eine sorgfältige Planung nennt die erforderlichen Maßnahmen. Nach erfolgter Risikoanalyse sind die benötigten Maßnahmen zu ergreifen, wie z. B.:

- Zugriffsrechte für Benutzergruppen und Benutzerkonten gemäß den vorgesehenen Aufgaben zuweisen.
- Passwörter verwenden, die den Anforderungen an die Security entsprechen.

Ein regelmäßiges Review (z. B. jährlich) der Security-Maßnahmen ist erforderlich.

i **Die für eine Anlage geeignete Umsetzung der benötigten Maßnahmen liegt in der Verantwortung des Betreibers!**

Weitere Informationen finden Sie im HIMA Automation Security Handbuch HI 801 372 D.

3.6 Zertifizierung

Das programmierbare elektronische System HIMatrix erfüllt die in diesem Kapitel aufgelisteten Normen.

3.6.1 CE-Konformitätserklärung

Das Automatisierungssystem HIMatrix entspricht in Betriebsverhalten und Konstruktion den internationalen und europäischen Richtlinien sowie den ergänzenden nationalen Anforderungen. Die Konformität wurde mit der CE-Kennzeichnung nachgewiesen.

Die Konformitätserklärung des Automatisierungssystems kann auf der Webseite unter www.hima.com/de abgerufen oder über die E-Mail-Adresse documentation@hima.com angefordert werden.

3.6.2 EG-Baumusterprüfbescheinigung

Das Prüfinstitut TÜV Rheinland hat das sicherheitsbezogene Automatisierungssystem HIMatrix für Anwendungen gemäß den Normen zur Funktionalen Sicherheit geprüft und zertifiziert. Das sicherheitsbezogene Automatisierungssystem HIMatrix trägt das folgende Prüfzeichen:

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
Automation, Software und Informationstechnologie
Am Grauen Stein
51105 Köln

EG-Baumusterprüfbescheinigung
Sicherheitsbezogenes programmierbares System
HIMatrix

3.6.3 Normenspiegel

Das sicherheitsbezogene Automatisierungssystem HIMatrix ist gemäß den folgenden Normen für die funktionale Sicherheit geprüft und vom TÜV zertifiziert:

Internationale Normen	Sicherheitsstufe
IEC 61508, Teile 1-7:2010	SIL 3
IEC 61511-1:2016	SIL 3
EN ISO 13849-1:2015	PL e
EN 62061:2005 + AC:2010 + A1:2013 + A2:2015	SIL CL 3
EN 50156-1:2015	SIL 3
EN 12067-2:2004	---
EN 298:2012	---
EN 60079-0:2012 + A11:2013	---
EN 60079-11:2012	---
EN 60079-15:2010	---
EN 60079-29-1: 2007	---
NFPA 72:2016	---
NFPA 85:2015	---
NFPA 86:2015	---
EN 61131-2:2007	Zone C
EN 61131-6:2012	---
EN 61326-3-1:2017	---
EN IEC 61326-3-2:2018	---
EN 54-2:1997 + AC:1999 + A1:2006	---

Tabelle 3: Internationale Normen und Sicherheitsstufen

Das folgende Kapitel enthält eine detaillierte Aufstellung aller durchgeführten Umwelt- und EMV-Prüfungen.

3.6.4 Prüfbedingungen

Das HIMatrix System wurde auf die Einhaltung der Anforderungen folgender Normen für EMV, klimatische-, mechanische- und Spannungsprüfungen geprüft:

Norm	Inhalt
IEC/EN 61131-2 Zone C	Speicherprogrammierbare Steuerungen Teil 2: Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen
IEC/EN 61000-6-2	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Teil 6-2: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Industriebereiche.
IEC/EN 61000-6-4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Teil 6-4: Fachgrundnorm – Störaussendung für Industriebereiche.
EN 298	Feuerungsautomaten für Brenner und Brennstoffgeräte für gasförmige oder flüssige Brennstoffe.
EN 61326-1	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
EN 61326-3-1	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen Teil 3-1: Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme und für Geräte, die für sicherheitsbezogene Funktionen vorgesehen sind (Funktionale Sicherheit) - Allgemeine industrielle Anwendungen.
EN 50130-4	Alarmanlagen, Teil 4: Elektromagnetische Verträglichkeit - Produktfamiliennorm: Anforderungen an die Störfestigkeit von Anlageteilen für Brandmeldeanlagen, Einbruch- und Überfallmeldeanlagen, Video-Überwachungsanlagen, Zutrittskontrollanlagen sowie Personen-Hilferufanlagen.
EN 54-2	Brandmelderzentralen

Tabelle 4: Normen für EMV-, Klima- und Umweltanforderungen

Für sicherheitsbezogene Systeme werden erhöhte Pegel bei der Störbeeinflussung gefordert. HIMatrix Systeme erfüllen diese Anforderungen nach IEC 62061 und IEC 61326-3-1.

IEC/EN 61000-6-4	Prüfungen der Störaussendung
EN 55011 Klasse A	Störaussendung: gestrahlt, leitungsgebunden

Tabelle 5: Prüfungen der Störaussendung

3.6.4.1 Klimatische Prüfungen

Die wichtigsten Prüfungen und Grenzwerte für die klimatischen Bedingungen sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Norm	Klimaprüfungen
IEC/EN 61131-2	Trockene Wärme und Kälte; Beständigkeitsprüfungen: +70 °C / -40 °C, 16 h, +85 °C, 1 h Stromversorgung nicht angeschlossen.
	Temperaturwechsel; Beständigkeitsprüfung: Schneller Temperaturwechsel: -40 °C / +70 °C, Stromversorgung nicht angeschlossen.
	Unempfindlichkeitsprüfung: Langsamer Temperaturwechsel: -10 °C / +70 °C, Stromversorgung angeschlossen.
	Zyklen mit feuchter Wärme; Beständigkeitsprüfungen: +25 °C / +55 °C, 95 % relative Feuchte, Stromversorgung nicht angeschlossen.
EN 54-2	Feuchte Wärme: 93 % relative Feuchte, 40 °C, 4 Tage Steuerung in Betrieb. 93 % relative Feuchte, 40 °C, 21 Tage, Stromversorgung nicht angeschlossen.

Tabelle 6: Klimatische Prüfungen

Hiervon abweichende Einsatzbedingungen sind in den Handbüchern der Kompaktsteuerungen, der Remote I/Os oder der Module angegeben.

3.6.4.2 Mechanische Prüfungen

Die wichtigsten Prüfungen und Grenzwerte für die mechanischen Bedingungen sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Norm	Mechanische Prüfungen
IEC/EN 61131-2	Unempfindlichkeitsprüfung gegen Schwingungen: 5 … 8,4 Hz / 3,5 mm. 8,4 … 150 Hz / 1 g, Steuerung in Betrieb, 10 Zyklen pro Achse.
	Unempfindlichkeitsprüfung gegen Schocks: 15 g, 11 ms, HIMatrix in Betrieb, 3 Schocks pro Achse und Richtung (18 Schocks).

Tabelle 7: Mechanische Prüfungen

3.6.4.3 EMV-Prüfungen

Die Steuerung erfüllt die Anforderungen der EMV-Richtlinie der Europäischen Union, siehe die EU-Konformitätserklärung des Systems.

Alle Module der Steuerung erfüllen die Anforderungen der EMV-Richtlinie (2014/30/EU) der Europäischen Union und haben das CE-Zeichen.

Bei Störbeeinflussung über die angegebenen Grenzen hinaus reagiert die Steuerung sicherheitsbezogen.

3.6.4.4 Versorgungsspannung

Die wichtigsten Prüfungen und Grenzwerte für die Versorgungsspannung sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Norm	Nachprüfung der Gleichstromversorgungs-Eigenschaften
IEC/EN 61131-2	Die Spannungsversorgung muss mindestens eine der folgenden Normen oder Anforderungen erfüllen: ▪ IEC 61131-2. ▪ SELV (Safety Extra Low Voltage). ▪ PELV (Protective Extra Low Voltage).
	Die Absicherung des HIMatrix Systems muss gemäß den Angaben in den Datenblättern erfolgen.
	Prüfung des Spannungsbereichs: 24 VDC, -20 … +25 % (19,2 … 30,0 VDC).
	Prüfung auf Unempfindlichkeit gegen Kurzzeitunterbrechung der externen Stromversorgung: DC, PS 2: 10 ms.
	Polaritätsumkehr der Versorgungsspannung.

Tabelle 8: Nachprüfung der Gleichstromversorgungs-Eigenschaften

4 Zentrale Funktionen

Bei den Steuerungen und Remote I/Os der Typen F1 …, F2 …, F3 … handelt es sich um Kompaktsysteme, die nicht modifiziert werden können.

Bei den Steuerungen des Typs F60 handelt es sich um modulare Systeme. Bei diesen sind innerhalb einer Steuerung außer Stromversorgungsmodul und Prozessormodul bis zu sechs E/A-Module einsetzbar.

4.1 Stromversorgung

Ein Stromversorgungmodul gibt es nur bei F60. Bei den Kompaktsystemen ist diese Funktion im Gerät integriert und kann nicht modular betrachtet werden.

Das Stromversorgungmodul PS 01 bei F60 oder die integrierte Funktion wandelt die Versorgungsspannung 24 VDC in 3,3 VDC und 5 VDC (Verwendung für internen E/A-Bus).

4.2 Funktionsbeschreibung des Prozessorsystems

Das Prozessorsystem ist beim modularen System F60 auf einem eigenen Modul, bei den Kompaktsystemen innerhalb der Kompaktsteuerung enthalten.

Eigenschaften des Prozessormoduls CPU 03 der F60:

- 1oo2-Prozessorsystem.
- 2 taktsynchrone Mikroprozessoren mit je einem SDRAM.
- Testbarer Hardware-Vergleicher.
- Nichtflüchtiger Speicher:
  - Diagnosedaten
  - Retain-Daten
  - Betriebssystem
  - Anwenderprogramm.
- Mit Goldcap gepufferte Hardware-Uhr.
- Kommunikationsprozessor.
- Schnittstelle zum Datenaustausch zwischen Geräten, Steuerungen und dem PADT, basierend auf Ethernet.
- Optionale Schnittstelle(n) zum Datenaustausch per Feldbus.
- Signalisierung der Systemzustände durch LEDs.
- E/A-Bus-Logik zur Verbindung mit den E/A-Modulen.
- Sicherer Watchdog (WD).
- Überwachung der Systemspannungen.
- Überwachung der Temperatur.

4.3 Selbst-Tests

Das Betriebssystem des Prozessorsystems führt beim Start und im laufenden Betrieb umfangreiche Selbst-Tests durch. Entdeckt das Betriebssystem Einzelfehler, die zu einem riskanten Betriebszustand führen können, so werden die fehlerhaften Teile abgeschaltet. Dies ist der sichere Zustand und wird innerhalb der Sicherheitszeit ausgeführt.

Die für die Erfüllung der Sicherheitsnormen geforderten Diagnosemaßnahmen werden durch das sicherheitsbezogene Prozessorsystem durchgeführt.

Getestet werden hauptsächlich:

- Die Mikroprozessoren.
- Die Speicherbereiche (RAM, nicht-flüchtigen Speicher).
- Der Watchdog.
- Die E/A-Busses innerhalb der Steuerung.
- Die Spannungsversorgung.
- Die Temperaturbereiche.

4.4 Reaktionen auf Fehler im Prozessorsystem

Ein Hardware-Vergleicher innerhalb des Prozessorsystems vergleicht ständig, ob die Daten des Mikroprozessors 1 identisch sind mit den Daten des Mikroprozessors 2. Ist das nicht der Fall oder finden die Test-Routinen einen Fehler, schaltet das Watchdog-Signal ab. Das bedeutet, dass die Steuerung keine Eingangssignale mehr verarbeitet und die Ausgänge in den energielosen, abgeschalteten Zustand übergehen.

Beim ersten derartigen Fehler startet die Steuerung erneut (Reboot). Tritt innerhalb einer Minute nach dem Neustart ein weiterer Fehler auf, dann geht die Steuerung in den Zustand STOP/FEHLERHAFTE KONFIGURATION und bleibt in diesem Zustand.

4.5 Fehlerdiagnose

Alle Module der F60 verfügen jeweils über eine eigene LED zur Fehleranzeige bei Störungen des Modules oder der externen Beschaltung. Damit ist im Störungsfall eine schnelle Fehlerdiagnose über ein als fehlerhaft gemeldete Modul möglich.

Bei den Kompaktsystemen F1 …, F2 …, F3 … sind diese Fehleranzeigen zu einer Sammel-Fehlermeldung zusammengefasst.

Zusätzlich kann im Anwenderprogramm eine Auswertung von verschiedenen Systemvariablen der Eingänge und Ausgänge oder der Steuerung erfolgen.

Eine Fehlersignalisierung findet nur statt, wenn der Fehler die Kommunikation mit dem Prozessorsystem nicht behindert, d. h. eine Auswertung über das Prozessorsystem noch ermöglicht.

Die Logik im Anwenderprogramm kann die Fehlercodes aller Eingangssignale und Ausgangssignale und der Systemvariablen auswerten.

Eine umfangreiche diagnostische Aufzeichnung des Systemverhaltens und erkannter Fehler werden im Diagnosespeicher des Prozessor- und des Kommunikationssystems abgelegt. Die Aufzeichnung kann auch nach einer Störung oder Abschaltung des Systems über das PADT ausgelesen werden.

Weitere Informationen über die Auswertung der Diagnosemeldungen finden Sie im Systemhandbuch, HI 800 140 D.

5 Eingänge

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Eingangsmodule des HIMatrix Systems:

Kompaktsystem	Typ	Anzahl Eingänge	sicherheits-bezogen	rückwirkungs-frei	Galvanisch getrennt
Steuerung F30 03 [1)]	Digital	20	•	•	-
Steuerung F35 03 [1)]	Digital	24	•	•	-
	Zähler 24 Bit	2	•	•	-
	Analog	8	•	•	-
Remote I/O F1 DI 16 01	Digital	16	•	•	-
Remote I/O F3 DIO 8/8 01 [1)]	Digital	8	•	•	-
Remote I/O F3 DIO 16/8 01 [1)]	Digital	16	•	•	-
Remote I/O F3 AIO 8/4 01 [1)]	Analog	8	•	•	-
Remote I/O F3 DIO 20/8 02 [1)]	Digital	20	•	•	-
Modulares System F60	**Typ**	**Anzahl Eingänge**	**sicherheits-bezogen**	**rückwirkungs-frei**	**Galvanisch getrennt**
Modul DIO 24/16 01 [1)]	Digital	24	•	•	•
Modul DI 32 01 (Line Control konfigurierbar)	Digital	32	•	•	•
Modul DI 24 01 (110 V)	Digital	24	•	•	•
Modul CIO 2/4 01 [1)]	Zähler 24 Bit	2	•	•	•
Modul AI 8 01	Analog	8	•	•	•
Modul MI 24 01	Analog oder Digital	24	•	•	•
[1)] Zugehörige Ausgänge siehe Tabelle 13					

Tabelle 9: Übersicht über die Eingänge des HIMatrix Systems

5.1 Allgemein

Sicherheitsbezogene Eingänge dürfen sowohl für sicherheitsbezogene als auch für nicht sicherheitsbezogene Signale benutzt werden. Die nicht sicherheitsbezogenen Signale dürfen jedoch nicht für Sicherheitsfunktionen verwendet werden!

Die Steuerungen liefern Status- und Fehlerinformation auf folgende Weise:

- Durch Diagnose-LEDs.
- Durch Systemvariablen, die das Anwenderprogramm auswerten kann.
- Durch Einträge im Diagnosespeicher, die das PADT auslesen kann.

Sicherheitsbezogene Eingangsmodule werden während des Betriebes durch einen hochwertigen, zyklischen Selbst-Test überprüft. Diese Test-Routinen sind TÜV-geprüft und überwachen die sichere Funktion des jeweiligen Moduls.

Bei einem kleinen Teil der Bauelement-Ausfälle, welche die Sicherheit nicht beeinflussen, wird keine Diagnoseinformation erzeugt.

5.2 Reaktion im Fehlerfall

Wenn die Test-Routinen einen Fehler feststellen, verarbeitet das Anwenderprogramm den Initialwert der globalen Variable, die diesem Eingang zugewiesen ist. Ein Fehlercode wird erzeugt.

Der Fehlercode und weitere Systemvariablen können zur Programmierung von anwenderspezifischen Fehlerreaktionen verwendet werden. Einzelheiten sind dem Handbuch der jeweiligen Komponente zu entnehmen.

Im Fehlerfall aktiviert ein Kompaktsystem die LED *ERROR,* ein F60 Modul die LED *ERR*.

5.3 Sicherheit von Sensoren, Encodern und Transmittern

In einer sicherheitsbezogenen Anwendung müssen sowohl die Steuerung (PES) als auch die daran angeschlossenen Sensoren, Encoder und Transmitter den Sicherheitsanforderungen und dem spezifizierten SIL entsprechen. Hinweise zum Erreichen des notwendigen SIL für die Sensoren ist zum Beispiel in IEC 61511-1, Abschnitt 11.4 zu finden.

5.4 Sicherheitsbezogene digitale Eingänge

Die beschriebenen Eigenschaften gelten sowohl für die digitalen Eingangskanäle der F60 Module als auch für die digitalen Eingangskanäle aller Kompaktsysteme, sofern keine spezifischen Benennungen erfolgen.

5.4.1 Allgemein

Die digitalen Eingänge werden einmal in jedem Zyklus gelesen und intern gespeichert; sie werden zyklisch auf sichere Funktion getestet.

Eingangssignale, die kürzer als die Zeit zwischen zwei Abtastungen anstehen, werden unter Umständen nicht erfasst.

5.4.2 Test-Routinen

Die Test-Routinen prüfen, ob die Eingangskanäle in der Lage sind, unabhängig von den anstehenden Eingangssignalen beide Signalpegel (LOW und HIGH) durchzuschalten. Dieser Funktionstest wird vor jedem Lesen der Eingangssignale durchgeführt.

5.4.3 Surge auf digitalen Eingängen

Durch die kurze Zykluszeit der HIMatrix Systeme können digitale Eingänge einen Surge-Impuls nach EN 61000-4-5 als kurzzeitigen High-Pegel einlesen.

Bei Verwendung abgeschirmter Kabel für digitale Eingänge sind keine weiteren Maßnahmen zur Vorsorge gegen Surge erforderlich.

Folgende Maßnahmen vermeiden Fehlfunktionen in Umgebungen, in denen Surges auftreten können:

- Installation abgeschirmter Eingangsleitungen.
- Störaustastung im Anwenderprogramm programmieren. Ein Signal muss mindestens zwei Zyklen anstehen, bevor es ausgewertet wird. Die Fehlerreaktion erfolgt entsprechend verzögert.

i Auf obige Maßnahmen kann verzichtet werden, wenn durch die Auslegung der Anlage Surges im System ausgeschlossen werden können.

Zur Auslegung gehören insbesondere Schutzmaßnahmen betreffend Überspannung, Blitzschlag, Erdung und Anlagenverdrahtung auf Basis der Angaben im Systemhandbuch HI 800 140 D und der relevanten Normen.

5.4.4 Parametrierbare digitale Eingänge

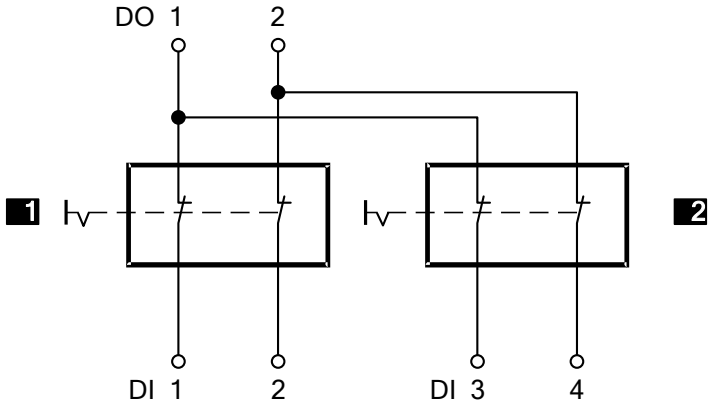
Die digitalen Eingänge der Steuerung F35 03 und des Moduls MI 24 01 arbeiten nach dem Prinzip analoger Eingänge, die durch Parametrierung von Schaltschwellen einen digitalen Wert liefern.

Für parametrierbare digitale Eingänge gelten die dieselben Test-Routinen und Sicherheitsfunktionen wie für analoge Eingänge, siehe Kapitel 5.5.

5.4.5 Line Control

Line Control ist eine Leitungsschluss- und Leitungsbruch-Erkennung zum Beispiel von NOT-AUS-Geräten, die bei HIMatrix Systemen mit digitalen Eingängen (nicht bei Steuerung F35 03 und Modul MI 24 01) konfiguriert werden kann.

Dazu werden die digitalen Ausgänge des Systems mit den digitalen Eingängen desselben Systems wie folgt verbunden (Beispiel):

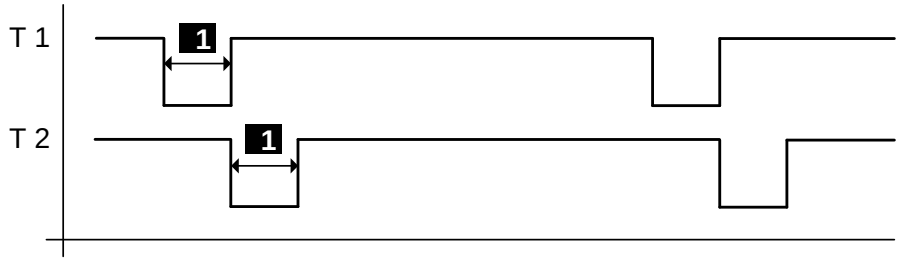


1 NOT-AUS 1
2 NOT-AUS 2

NOT-AUS-Schalter nach den Normen EN 60947-5-1 und EN 60947-5-5

Bild 1: Line Control

Die Steuerung taktet die digitalen Ausgänge, um Leitungsschluss und Leitungsbruch der Leitungen zu den digitalen Eingängen zu erkennen. Hierzu in SILworX die Systemvariable *Wert [BOOL] ->* parametrieren. Die Taktausgänge können beliebigen digitalen Eingängen zugeordnet werden.



1 Konfigurierbar 5 … 2000 µs

Bild 2: Taktsignale T1, T2

Ein (auswertbarer) Fehlercode wird erzeugt, wenn folgende Fehler auftreten:

- Querschluss zwischen zwei parallelen Leitungen.
- Vertauschung von zwei Leitungen (z. B. DO 2 an DI 3).
- Erdschluss einer der Leitungen (nur bei geerdetem Bezugspol).
- Leitungsbruch oder Öffnen der Kontakte.

Weitere Informationen und eine Beschreibung der Konfiguration von Line Control finden Sie im HIMatrix Systemhandbuch HI 800 140 D.

5.5 Sicherheitsbezogene analoge Eingänge (F35 03, F3 AIO 8/4 01 und F60)

Die analogen Eingangskanäle wandeln die gemessenen Eingangsströme in einen INTEGER-Wert um. Die Werte stehen dem Anwenderprogramm in Variablen zur Verfügung, die der Systemvariable *-> Wert [INT]* zugewiesen sind.

Die Wertebereiche der Eingänge sind abhängig von der Komponente.

Steuerung F35 03

Eingangskanäle	Messverfahren	Strom, Spannung	Wertebereich in der Anwendung	
			FS1000 [1]	FS2000 [1]
8	unipolar	0 … +10 V	0 … 1000	0 … 2000
8	unipolar	0 … 20 mA	0 … 500 [2] 0 … 1000 [3]	0 … 1000 [2] 0 … 2000 [3]

[1] Einstellbar über Typauswahl im PADT.

[2] Mit externem Shunt-Adapter 250 Ω.

[3] Mit externem Shunt-Adapter 500 Ω.

Tabelle 10: Analoge Eingänge der Steuerung F35 03

Remote I/O F3 AIO 8/4 01

Eingangskanäle	Messverfahren	Strom, Spannung	Wertebereich in der Anwendung
8	Unipolar	0 … +10 V	0 … 2000
8	Unipolar	0/4 … 20 mA	0 … 1000 [1] 0 … 2000 [2]

[1] Mit externem Shunt-Adapter 250 Ω.

[2] Mit externem Shunt-Adapter 500 Ω.

Tabelle 11: Analoge Eingänge der Remote I/O F3 AIO 8/4 01

F60 Module

Eingangskanäle	Messverfahren	Strom, Spannung	Wertebereich in der Anwendung	
			FS1000 [1]	FS2000 [1]
AI 8 01				
8	unipolar	-10 … +10 V	-1000 … 1000	-2000 … 2000
8	unipolar	0 … 20 mA	0 … 1000 [3]	0 … 2000 [3]
8	unipolar	0 … 20 mA	0 … 500 [2]	0 … 1000 [2]
4	bipolar	-10 … +10 V	-1000 … 1000	-2000 … 2000
MI 24 01				
24	unipolar	0 … 20 mA	0 … 2000 [4]	

[1] Einstellbar über Typauswahl im PADT (F60).

[2] Mit externem Mess-Shunt 250 Ω.

[3] Mit externem Mess-Shunt 500 Ω (Genauigkeit 0,05 %, 1 W). Bei HIMA nicht mehr verfügbar.

[4] Interne Mess-Shunts.

Tabelle 12: Analoge Eingänge der Steuerung F60

Das F60 Modul AI 8 01 kann im Anwenderprogramm auf acht unipolare oder vier bipolare Funktionen konfiguriert werden. Das Mischen der Funktionen auf einem Modul ist jedoch nicht zulässig.

Die analogen Eingänge der Steuerung F35 03, der Remote I/O F3 AIO 8/4 01 und des Moduls AI 8 01 arbeiten mit Spannungsmessung. Mit den analogen Eingängen der F35 03 und der F3 AIO 8/4 01 können digitale Ausgänge des eigenen Systems (F35 03) oder anderer HIMatrix Steuerungen auf Leitungsbruch überwacht werden. Weitere Informationen finden Sie in den Handbüchern der entsprechenden HIMatrix Steuerungen.

Erfolgt keine Leitungsüberwachung durch das System, werden bei Leitungsbruch an den hochohmigen Eingängen beliebige Eingangssignale verarbeitet. Der aus dieser schwebenden Eingangsspannung resultierende Wert ist nicht sicher; bei Spannungseingängen müssen die Kanäle mit einem Widerstand von 10 kΩ abgeschlossen werden. Der Innenwiderstand der Quelle ist dabei zu beachten.

Für eine Strommessung wird dem Eingang der Shunt parallel geschaltet; der Widerstand von 10 kΩ ist dann nicht erforderlich.

Die Eingänge des Moduls MI 24 01 funktionieren aufgrund der internen Mess-Shunts als Stromeingänge und können nicht als Spannungseingänge genutzt werden.

Der Messeingang von unbenutzten Eingängen muss mit dem Bezugspotenzial verbunden werden, um negative Einflüsse auf weitere Eingangskanäle bei Leitungsbruch (schwebende Spannungswerte) zu vermeiden. Darauf kann verzichten werden, wenn den unbenutzten Eingängen keine globale Variable zugewiesen wird.

5.5.1 Test-Routinen

Das analoge Eingangssignal wird über zwei Multiplexer und zwei Analog/Digital-Wandler (12 Bit Auflösung) parallel verarbeitet. Die Ergebnisse werden miteinander verglichen. Zusätzlich werden analoge Testwerte über Digital/Analog-Wandler aufgeschaltet, wieder zurückgewandelt und mit den Vorgabewerten verglichen.

5.6 Sicherheitsbezogene Zähler (F35 03 und F60)

Die aufgeführten Punkte gelten sowohl für das Zählermodul CIO 2/4 01 der F60 als auch für die Zähler der F35 03, sofern nicht anders beschrieben.

5.6.1 Allgemein

Ein Zählerkanal ist für den Betrieb als schneller Vorwärts-/Rückwärtszähler mit 24 Bit Auflösung oder als Decoder im Gray-Code parametrierbar.

Bei der Verwendung als schneller Vorwärts-/Rückwärtszähler sind die Signale des Impulseingangs und des Zählrichtungseingangs in der Anwendung zu verwenden. Ein Reset erfolgt nur im Anwenderprogramm.

Die Encoder der Zähler haben folgende Auflösungen:

- Die Zähler des F60 Moduls CIO 2/4 01 haben 4 oder 8 Bit Auflösung.
- Die Zähler der F35 03 haben 3 oder 6 Bit Auflösung.

Ein Reset ist möglich.

Die Verknüpfung von zwei unabhängigen 4-Bit-Eingängen zu einem 8-Bit-Eingang (Beispiel für F60) erfolgt ausschließlich per Anwenderprogramm. Eine Schaltmöglichkeit für diesen Zweck ist nicht vorgesehen.

Die Encoder-Funktion überwacht die Änderung der Bitmuster an den Eingangskanälen. Die Bitmuster an den Eingängen werden direkt an das Anwenderprogramm übergeben. Die Darstellung im PADT erfolgt in Form einer dem Bitmuster entsprechenden Dezimalzahl (*Zähler[0x].Wert*).

Je nach Anwendung kann diese Zahl, die dem Gray-Code-Bitmuster entspricht, z. B. in den zugehörigen Dezimalwert gewandelt werden.

5.7 Checklisten Eingänge

HIMA empfiehlt, die verfügbare Checkliste zur Projektierung, Programmierung und Inbetriebnahme von sicherheitsbezogenen Eingängen einzusetzen. Die Checkliste ist als Planungsunterlage einsetzbar und dient gleichzeitig als Nachweis für eine sorgfältig durchgeführte Planung.

Für jeden einzelnen der in einem System eingesetzten sicherheitsbezogenen Eingangskanäle ist im Rahmen der Projektierung und Inbetriebnahme eine eigene Checkliste zur Kontrolle der zu berücksichtigenden Anforderungen auszufüllen. Nur dann ist sichergestellt, dass die Anforderungen vollständig und übersichtlich erfasst sind. Die Checkliste ist auch eine Dokumentation über den Zusammenhang zwischen externer Verdrahtung und Anwenderprogramm.

Die aktuellen Checklisten können über die E-Mail-Adresse documentation@hima.com angefragt werden. Für registrierte Kunden stehen die Produktdokumentationen im HIMA Extranet als Download zur Verfügung.

6 Ausgänge

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Ausgangsmodule des HIMatrix Systems:

Kompaktsystem	Typ	Anzahl Ausgänge	sicherheits-bezogen	Galvanisch getrennt
Steuerung F30 03 (konfigurierbar für Line Control) [1]	Digital	8	•	-
Steuerung F35 03 [1]	Digital	8	•	-
Remote I/O F1 DI 16 01	Takt	4	-	-
Remote I/O F2 DO 4 01	Digital	4	•	-
Remote I/O F2 DO 8 01	Relais	8	•	•
Remote I/O F2 DO 16 01	Digital	16	•	-
Remote I/O F2 DO 16 02	Relais	16	•	•
Remote I/O F3 DIO 8/8 01 [1]	Digital 1-polig	8 [2]	•	-
	Digital 2-polig	2 [2]		
Remote I/O F3 DIO 16/8 01 [1]	Digital 1-polig	16 [2]	•	-
	Digital 2-polig	8 [2]		
Remote I/O F3 AIO 8/4 01 [1]	Analog	4	-	-
Remote I/O F3 DIO 20/8 01 und F3 DIO 20/8 02 (konfigurierbar für Line Control) [1]	Digital	8	•	-
Modulares System F60	**Typ**	**Anzahl Ausgänge**	**sicherheits-bezogen**	**Galvanisch getrennt**
Modul DIO 24/16 01 (konfigurierbar für Line Control) [1]	Digital	16	•	
Modul DO 8 01 (250 V)	Relais	8	•	•
Modul CIO 2/4 01 [1]	Digital	4	•	
Modul AO 8 01	Analog	8	•	paarweise

[1] Zugehörige Eingänge siehe Tabelle 9

[2] Zu Einzelheiten siehe das entsprechende Handbuch

Tabelle 13: Übersicht über die Ausgänge des HIMatrix Systems

6.1 Allgemein

Die Steuerung beschreibt die sicherheitsbezogenen Ausgänge einmal in jedem Zyklus, liest die Ausgangssignale zurück und vergleicht sie mit den vorgegebenen Ausgangsdaten.

Bei den Ausgängen ist der Wert *0* oder der geöffnete Relaiskontakt der sichere Zustand.

In den sicherheitsbezogenen Ausgangskanälen sind drei testbare Schalter in Serie integriert. Somit ist der sicherheitstechnisch erforderliche, unabhängige zweite Abschaltweg auf dem Ausgangsmodul integriert. Diese integrierte Sicherheitsabschaltung schaltet im Fehlerfall alle Kanäle des defekten Ausgangsmoduls sicher ab (energieloser Zustand).

Außerdem ist auch das Watchdog-Signal der CPU die zweite Möglichkeit der Sicherheitsabschaltung: Ein Wegfall des Watchdog-Signals bewirkt das sofortige Einnehmen des sicheren Zustandes aller Ausgangskanäle.

Diese Funktion ist nur wirksam für alle digitalen Ausgänge und Relaisausgänge der Steuerungen.

Die Verwendung des jeweiligen Fehlercodes bietet zusätzliche Möglichkeiten, Fehlerreaktionen im Anwenderprogramm zu konfigurieren.

6.2 Reaktion im Fehlerfall

Wenn die Test-Routinen einen Fehler feststellen, überführt die Steuerung den jeweiligen Ausgang in den sicheren Zustand. Ein Fehlercode wird erzeugt.

Der Fehlercode und weitere Systemvariablen können zur Programmierung von anwenderspezifischen Fehlerreaktionen verwendet werden. Einzelheiten sind dem Handbuch der jeweiligen Komponente zu entnehmen.

Im Fehlerfall aktiviert ein Kompaktsystem die LED *ERROR,* ein F60 Modul die LED *ERR*.

6.3 Sicherheit von Aktoren

In einer sicherheitsbezogenen Anwendung müssen sowohl die Steuerung (PES) als auch die daran angeschlossenen Aktoren den Sicherheitsanforderungen und dem spezifizierten SIL entsprechen. Hinweise zum Erreichen des notwendigen SIL für Aktoren zum Beispiel in IEC 61511-1, Abschnitt 11.4.

6.4 Sicherheitsbezogene digitale Ausgänge

Die aufgeführten Punkte gelten sowohl für die digitalen Ausgangskanäle der F60 Module als auch für die digitalen Ausgangskanäle der Kompaktsysteme. Ausgenommen sind in beiden Fällen die Relaismodule, außer diese werden spezifisch benannt.

6.4.1 Test-Routinen für digitale Ausgänge

Die Kompaktsysteme und Module werden automatisch während des Betriebes getestet. Die wesentlichen Testfunktionen sind:

- Rücklesen des Ausgangssignals des Schaltverstärkers. Die Schaltschwelle für einen rückgelesenen Low-Pegel ist 2 V. Die eingesetzten Dioden verhindern ein Rückspeisen von Signalen.
- Prüfen der integrierten zweifachen Sicherheitsabschaltung.
- Abschalttest der Ausgänge.

Das System überwacht seine Betriebsspannung und steuert alle Ausgänge bei einer Unterspannung < 13 V ab.

6.4.2 Verhalten bei externem Kurzschluss oder Überlast

Bei einem Kurzschluss des Ausgangs nach L- oder Überlast bleibt die Testbarkeit des Geräts erhalten. Eine Abschaltung über die Sicherheitsabschaltung ist nicht notwendig.

Die Steuerung überwacht die Gesamtstromaufnahme des Geräts und setzt bei Überschreiten der Schwelle alle Ausgangskanäle in den sicheren Zustand.

Die Ausgänge werden in diesem Zustand zyklisch im Abstand weniger Sekunden geprüft, ob die Überlast noch vorhanden ist. Bei Normalzustand werden die Ausgänge wieder zugeschaltet.

6.4.3 Line Control

Die Steuerung kann sicherheitsbezogene digitale Ausgänge oder spezielle Taktausgänge takten und zusammen mit sicherheitsbezogenen digitalen Eingängen des gleichen Systems (nicht mit digitalen Eingängen von F35 03 oder F60 MI 24 01) für eine Leitungsschluss- und Leitungsbruch-Erkennung verwenden, siehe Kapitel 5.4.5.

HINWEIS

Fehlfunktionen der angeschlossenen Aktoren möglich!

Taktausgänge dürfen nicht als sicherheitsbezogene Ausgänge verwendet werden, z. B. zur Ansteuerung von sicherheitsbezogenen Aktoren!

Relaisausgänge können nicht als Taktausgänge verwendet werden.

6.5 Sicherheitsbezogene 2-polige digitale Ausgänge

Die hier beschriebenen Eigenschaften beziehen sich auf 2-polige digitale Ausgänge der Remote I/Os F3 DIO 8/8 01 und F3 DIO 16/8 01.

Die Remote I/Os testen sich automatisch während des Betriebes. Die wesentlichen Testfunktionen sind:

- Rücklesen des Ausgangssignals des Schaltverstärkers. Die eingesetzten Dioden verhindern ein Rückspeisen von Signalen.
- Prüfen der integrierten (zweifachen) Sicherheitsabschaltung.
- Abschalttest der Ausgänge.
- Leitungsdiagnose bei 2-poligem Anschluss.

  F3 DIO 16/8 01:
  - Kurzschluss gegen L+, L-.
  - Kurzschluss zwischen 2-poligen Anschlüssen.
  - Leitungsbruch in einem der beiden 2-poligen Anschlüsse.

  F3 DIO 8/8 01:
  - Kurzschluss gegen L+, L-.

Das System überwacht seine Betriebsspannung und steuert alle Ausgänge bei einer Unterspannung < 13 V ab.

Bei einem 2-poligen Anschluss sind die folgenden Hinweise zu beachten:

i Unbeabsichtigtes Einschalten eines am Ausgang angeschlossenen Relais oder Aktors möglich!

Bei Anwendungen in der Maschinensicherheit sind bei Erkennen des Leitungsschlusses die Ausgänge DO+, DO- abzuschalten.

i Wenn die obigen Anforderungen nicht erfüllt werden können, ist folgender Fall zu beachten:

Bei einem Leitungsschluss von DO- nach L- kann ein Relais anziehen oder ein sonstiger Aktor in einen anderen Schaltzustand versetzt werden.

Grund: Während der für die Leitungsdiagnose laufenden Überwachungszeit liegt ein 24-V-Spannungspegel (DO+ Ausgang) am Verbraucher (Relais, schaltender Aktor) an, so dass dieser genügend elektrische Energie aufnehmen könnte, um in einen anderen Zustand zu schalten.

Die Überwachungszeit ist so zu parametrieren, dass ein Aktor vom Testimpuls für die Leitungsdiagnose nicht aktiviert werden kann.

i Störung der Leitungsbruch-Erkennung möglich!

Bei 2-poligem Anschluss darf kein DI Eingang mit einem DO Ausgang verbunden sein. Dies würde die Erkennung des Leitungsbruches verhindern.

6.5.1 Verhalten bei externem Kurzschluss oder Überlast

Bei einem Kurzschluss des Ausgangs nach L-, L+ oder Überlast bleibt die Testbarkeit der Remote I/O erhalten. Eine Abschaltung über die Sicherheitsabschaltung ist nicht notwendig.

Die Gesamtstromaufnahme der Remote I/O wird überwacht. Bei Überschreiten der Schwelle setzt die Remote I/O alle Kanäle in den sicheren Zustand.

Die Remote I/O prüft in diesem Zustand zyklisch im Abstand weniger Sekunden, ob die Überlast der Ausgänge noch vorhanden ist. Bei Normalzustand schaltet die Remote I/O die Ausgänge wieder zu.

6.6 Relaisausgänge

Die Relaisausgänge entsprechen funktional digitalen Ausgängen, bieten aber galvanische Trennung und höhere Spannungsfestigkeit.

6.6.1 Test-Routinen für Relaisausgänge

Das Relaismodul testet seine Ausgänge automatisch während des Betriebs. Die wesentlichen Testfunktionen sind:

- Rücklesen der Ausgangssignale der Schaltverstärker vor den Relais.
- Prüfen des Schaltens der Relais mit zwangsgeführten Kontakten.
- Prüfen der integrierten zweifachen Sicherheitsabschaltung.

Das System überwacht seine Betriebsspannung und steuert alle Ausgänge bei einer Unterspannung < 13 V ab.

Beim Modul DO 8 01 und den Remote I/Os F2 DO 8 01 und F2 DO 16 02 sind die Ausgänge mit drei Sicherheitsrelais ausgestattet:

- 2 Relais mit zwangsgeführten Kontakten.
- 1 Standardrelais.

Damit sind die Ausgänge für Sicherheitsabschaltungen verwendbar.

6.7 Sicherheitsbezogene analoge Ausgänge (F60)

Das Modul AO 8 01 hat ein eigenes sicherheitsbezogenes 1oo2-A/D-Mikroprozessorsystem mit sicherer Kommunikation. Es beschreibt die analogen Ausgänge einmal je Zyklus und speichert die Werte intern. Das Modul testet seine Funktion selbst.

DIP-Schalter auf den sicherheitsbezogenen analogen Ausgangsmodulen können die Ausgänge auf Spannungsausgang oder Stromausgang einstellen. Dabei ist sicherzustellen, dass deren Einstellungen mit der Verwendung im System und der Parametrierung im Anwenderprogramm übereinstimmen. Nichtbeachten führt zu fehlerhaftem Verhalten des Moduls.

HINWEIS

Fehlerhafte Funktion des Moduls

Vor dem Einsetzen des Moduls in das System überprüfen:

- **DIP-Schaltereinstellungen des Moduls.**
- **Parametrierung des Moduls im Anwenderprogramm.**

Je nach Auswahl des Gerätetyps (… FS1000, … FS2000) bei der Konfiguration sind in der Logik unterschiedliche Werte für die Ausgangssignale zu berücksichtigen, um gleiche Ausgangswerte zu erhalten, siehe z. B. Handbuch AO 8 01, HI 800 196 D.

Jeweils zwei analoge Ausgänge sind galvanisch miteinander verbunden:

- Ausgang 1 und 2.
- Ausgang 3 und 4.
- Ausgang 5 und 6.
- Ausgang 7 und 8.

Die analogen Ausgangskreise enthalten Strom- oder Spannungsüberwachung, Rücklese- und Testkanäle auch für parallele Ausgangskreise, sowie zwei zusätzliche Sicherheitsschalter zur sicheren Abschaltung der Ausgangsstromkreise im Fehlerfall. Dadurch wird der sichere Zustand (Stromausgang: 0 mA, Spannungsausgang: 0 V) erreicht.

6.7.1 Test-Routinen

Das Modul testet sich automatisch während des Betriebes. Die wesentlichen Testfunktionen sind:

- Doppeltes Rücklesen des Ausgangssignals.
- Test auf Übersprechen zwischen den Ausgängen.
- Prüfen der integrierten Sicherheitsabschaltung.

6.8 Analoge Ausgänge mit sicherheitsbezogener Abschaltung (F3 AIO 8/4 01)

Die Remote I/O beschreibt die analogen Ausgänge einmal je Zyklus und speichert die Werte intern.

Die Ausgänge sind nicht sicherheitsbezogen, sie können aber gemeinsam sicher abgeschaltet werden.

Zum Erreichen von SIL 3 sind die Ausgangswerte über sicherheitsbezogene analoge Eingänge zurückzulesen und im Anwenderprogramm auszuwerten. Im Anwenderprogramm sind auch Reaktionen auf fehlerhafte Ausgangswerte festzulegen.

6.8.1 Test-Routinen

Die Remote I/O testet die beiden Sicherheitsschalter für das Abschalten aller vier Ausgänge automatisch während des Betriebs.

6.9 Checklisten Ausgänge

HIMA empfiehlt, die verfügbare Checkliste zur Projektierung, Programmierung und Inbetriebnahme von sicherheitsbezogenen Ausgängen einzusetzen. Die Checkliste ist als Planungsunterlage einsetzbar und dient gleichzeitig als Nachweis für eine sorgfältig durchgeführte Planung.

Für jeden einzelnen der in einem System eingesetzten sicherheitsbezogenen Ausgangskanäle ist im Rahmen der Projektierung und Inbetriebnahme eine eigene Checkliste zur Kontrolle der zu berücksichtigenden Anforderungen auszufüllen. Nur dann ist sichergestellt, dass die Anforderungen vollständig und übersichtlich erfasst sind. Die Checkliste ist auch eine Dokumentation über den Zusammenhang zwischen externer Verdrahtung und Anwenderprogramm.

Die aktuellen Checklisten können über die E-Mail-Adresse documentation@hima.com angefragt werden. Für registrierte Kunden stehen die Produktdokumentationen im HIMA Extranet als Download zur Verfügung.

7 Software

Die Software für das sicherheitsbezogene Automatisierungssystem HIMatrix gliedert sich in die folgenden Teile:

- Programmierwerkzeug SILworX nach IEC 61131-3.
- Betriebssystem.
- Anwenderprogramm.

Mit dem Programmierwerkzeug wird das Anwenderprogramm erstellt, das die anlagenspezifischen Funktionen enthält, die das Automatisierungssystem ausführt. Das Programmierwerkzeug parametriert und bedient die Betriebssystemfunktionen der Hardware-Komponenten.

Der Codegenerator des Programmierwerkzeugs übersetzt das Anwenderprogramm in den Maschinencode. Das Programmierwerkzeug überträgt diesen Maschinencode über eine Ethernet-Schnittstelle in die Flash-EPROMs des Automatisierungssystems.

7.1 Sicherheitstechnische Aspekte von Betriebssystemen

Jedes zugelassene Betriebssystem ist eindeutig durch die Revisionsnummer und die CRC-Signatur gekennzeichnet. Die jeweils gültigen, vom TÜV für sicherheitsbezogene Automatisierungsgeräte zugelassenen Versionen des Betriebssystems und die dazugehörigen Signaturen (CRCs) unterliegen der Revisionskontrolle und werden in einer Versionsliste dokumentiert.

Die Versionsliste des HIMatrix Systems wird von der TÜV Rheinland GmbH und der HIMA Paul Hildebrandt GmbH gemeinsam erstellt und geführt.

Ein Auslesen der laufenden Betriebssystemversion ist nur mit dem Programmierwerkzeug SILworX möglich. Der Anwender muss prüfen, ob die in den Modulen geladenen Betriebssystemversionen gültig sind.

7.2 Arbeitsweise und Funktionen von Betriebssystemen

Das Betriebssystem arbeitet das Anwenderprogramm zyklisch ab. Dabei führt es in stark vereinfachter Form folgende Funktionen aus:

- Lesen der Eingangsdaten.
- Verarbeiten der Logikfunktionen, die gemäß IEC 61131-3 programmiert worden sind.
- Schreiben der Ausgangsdaten.

Hinzu kommen folgende wesentliche Funktionen:

- Umfangreiche Selbst-Tests.
- Tests der Eingänge und Ausgänge während des Betriebs.
- Datenübertragung.
- Diagnose.

7.3 Sicherheitstechnische Aspekte für die Programmierung

Bei der Erstellung oder Änderung eines Anwenderprogramms sind die in diesem Kapitel genannten Anforderungen zu beachten.

7.3.1 Sicherheitskonzept von SILworX

Das Sicherheitskonzept des Programmierwerkzeugs SILworX beinhaltet folgende Punkte:

- Bei der Installation von SILworX sichert eine CRC-Prüfsumme die Integrität des Programmierwerkzeugs auf dem Weg vom Hersteller zum Anwender.
- SILworX führt Plausibilitätsprüfungen durch, um Fehler bei der Eingabe zu verringern.
- SILworX führt eine doppelte Kompilierung mit anschließendem Vergleich der erzeugten Konfigurations-CRCs (Prüfsummen) durch. Dadurch ist sichergestellt, dass Verfälschungen an der Konfiguration durch temporäre Fehlfunktionen des benutzten PCs erkannt werden.
- SILworX und die in diesem Sicherheitshandbuch definierten Maßnahmen machen es hinreichend unwahrscheinlich, dass ein semantisch und syntaktisch korrekter Code erzeugt wird, der unerkannte systematische Fehler aus dem Prozess der Code-Erzeugung enthält.

Bei der ersten Inbetriebnahme einer sicherheitsbezogenen Steuerung ist die Sicherheit des gesamten Systems durch einen vollständigen Funktionstest vom Anwender zu prüfen.

- Prüfen, ob die Umsetzung der Steuerungsaufgabe anhand der Daten und Signalflüsse korrekt realisiert wurde.
- Prüfen der Logik aller Funktionen durch Erproben.

Nach Änderung an einem Anwenderprogramm sind mindestens diejenigen Programmteile zu testen, die von der Änderung betroffen sind. Mit dem sicheren Versionsvergleich von SILworX werden Änderungen gegenüber einer vorherigen Version ermittelt und nachgewiesen.

Bei jeder Inbetriebnahme einer sicherheitsbezogenen Steuerung sind die Anforderungen zur Verifikation und Validation bezüglich der Anwendungsnormen zu beachten!

7.3.2 Überprüfung der Konfiguration und der Anwenderprogramme

Um Anwenderprogramme auf Einhaltung der Sicherheitsfunktionen zu prüfen, muss der Anwender geeignete Testfälle erzeugen, welche die spezifizierten Sicherheitsfunktionen validieren.

In der Regel ist der unabhängige Test jedes einzelnen Loops (Eingang, Verarbeitung inklusive den anwenderseitigen Verknüpfungen, Ausgang) ausreichend.

Für die numerische Auswertung von Formeln sind geeignete Testfälle zu generieren. Die Auswertung kann z. B. mit Hilfe von Äquivalenzklassentests erfolgen. Die Testfälle müssen so gewählt werden, dass die Korrektheit der Berechnung nachgewiesen wird. Die notwendige Anzahl der Testfälle hängt von der verwendeten Formel ab und muss kritische Wertepaare umfassen.

HIMA empfiehlt, eine aktive Simulation mit Datenquellen durchzuführen. Damit ist eine korrekte Verdrahtung der Sensoren und Aktoren des Systems nachweisbar. Dies gilt ebenfalls für Sensoren und Aktoren, die über Remote I/Os am System angeschlossen sind.

SILworX ist als Prüfmittel verwendbar für:

- Prüfung von Eingängen.
- Forcen von Ausgängen.

Diese Vorgehensweise ist sowohl bei der Ersterstellung eines Anwenderprogramms als auch dessen Änderungen einzuhalten.

7.3.3 Archivierung eines Projekts

HIMA empfiehlt, nach jedem Download oder Reload das Projekt zu archivieren.

SILworX speichert alle Daten eines Projekts in einer einzigen Datei. HIMA empfiehlt aus Gründen der Datensicherheit das Projekt zusätzlich auf einem externen Medium zu speichern.

7.3.4 Identifizierung von Konfiguration und Programmen

Änderungen an Programmen haben Änderungen der Programm-CRCs zur Folge und somit Auswirkungen auf den Konfigurations-CRC.

Um Änderungen an der aktuellen Konfiguration festzustellen, wird das Projekt mit einer gespeicherten oder einer geladenen Konfiguration verglichen. Mit Hilfe des sicheren SILworX Versionsvergleichs können die Änderungen einzeln nachgewiesen werden.

7.4 Parameter der Ressource

Einige Parameter werden in SILworX für die zulässigen Aktionen im sicherheitsbezogenen Betrieb der Ressource festgelegt und als Sicherheitsparameter bezeichnet.

⚠ WARNUNG

Personenschaden durch fehlerhafte Konfiguration möglich!

Weder das Programmiersystem noch die Steuerung können projektspezifisch festgelegten Parameter überprüfen. Deshalb unbedingt die Sicherheitsparameter korrekt ins Programmierwerkzeug eintragen und den erfolgten Eintrag nach dem Laden in die Steuerung (PES) dort überprüfen.

Diese Parameter sind:

- **Rack-ID, siehe Systemhandbuch HI 800 140 D.**
- **Die in Tabelle 14 als sicherheitsbezogen gekennzeichneten Parameter.**

Die während des sicherheitsbezogenen Betriebs möglichen Festlegungen sind nicht starr an eine bestimmte Anforderungsklasse gebunden, sondern müssen für jeden Einsatz der Steuerung mit der zuständigen Prüfstelle abgestimmt werden.

7.4.1 Systemparameter der Ressource

Die Systemparameter der Ressource legen das Verhalten der Steuerung während des Betriebs fest. Die Systemparameter sind in SILworX im Dialog *Eigenschaften* der Ressource einstellbar.

Parameter	S [1)]	Beschreibung	Einstellung für sicheren Betrieb
Name	N	Name der Ressource	Beliebig
System-ID [SRS]	J	System-ID der Ressource Wertebereich: 1 … 65 535 Standardwert: 60 000 Es ist notwendig, der System-ID einen anderen Wert als den Standardwert zuweisen, sonst ist das Projekt nicht ablauffähig!	Eindeutiger Wert innerhalb des Netzwerks der Steuerungen. Das sind alle Steuerungen, die potentiell miteinander verbunden sind.
Sicherheitszeit [ms]	J	Sicherheitszeit der Ressource in Millisekunden, siehe Kapitel *Sicherheitsrelevante Zeiten* im Sicherheitshandbuch. Wertebereich: 20 … 22 500 ms. Standardwert: 600 ms bei Steuerungen, 400 ms bei Remote I/Os (online änderbar)	Applikations-spezifisch
Watchdog-Zeit [ms]	J	Watchdog-Zeit in Millisekunden, siehe Kapitel *Sicherheitsrelevante Zeiten* im Sicherheitshandbuch. Wertebereich: 4 … 5000 ms. Standardwert: 200 ms bei Steuerungen, 100 ms bei Remote I/Os (online änderbar)	Applikations-spezifisch
Sollzykluszeit [ms]	N	Gewünschte oder maximale Zykluszeit, siehe *Sollzykluszeit-Modus.* *Wertebereich*: 0 … 5000 ms. Standardwert: 0 ms (online änderbar) Die Sollzykluszeit darf höchstens so groß sein wie die eingestellte *Watchdog-Zeit [ms]* abzüglich des kleinsten einstellbarer Werts der *Watchdog-Zeit [ms]* (4 ms, s. o.), andernfalls wird die Eingabe abgelehnt. Ist der Standardwert 0 ms eingestellt, so wird die Sollzykluszeit nicht beachtet. Weitere Details, siehe nachfolgende Kapitel.	Applikations-spezifisch
Sollzykluszeit-Modus	N	Verwendung der *Sollzykluszeit [ms]*, siehe nachfolgende Kapitel. Die Standardeinstellung ist fest-tolerant (online änderbar).	Applikations-spezifisch
Multitasking-Modus	N	Mode 1 Die Länge eines Zyklus der CPU richtet sich nach der benötigten Ausführungsdauer aller Anwenderprogramme. Mode 2 Prozessor stellt von Anwenderprogrammen niederer Priorität nicht benötigte Ausführungszeit den Anwenderprogrammen hoher Priorität zur Verfügung. Betriebsart für hohe Verfügbarkeit. Mode 3 Prozessor wartet nicht benötige Ausführungszeit von Anwenderprogrammen ab und verlängert so den Zyklus. Standardwert: Mode 1.	Applikations-spezifisch
Max. Kom.-Zeitscheibe [ms]	N	Höchstwert in ms der Zeitscheibe, die innerhalb des Zyklus der Ressource für Kommunikation verwendet wird, siehe Kommunikationshandbuch HI 801 100 D. Wertebereich: 2 … 5000 ms Standardwert: 60 ms.	Applikations-spezifisch

Parameter	S [1)]	Beschreibung	Einstellung für sicheren Betrieb
Optimierte Nutzung Kom.-Zeitscheibe	N	Der Systemparameter verkürzt die Antwortzeiten für die Kommunikation über das oder die Prozessormodule. i Es kann sich die zeitliche Ausnutzung der *Max. Kom.-Zeitscheibe [ms]* und somit der Systemparameter *Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]* ändern, so dass diese stärker beansprucht werden können, z. B. beim Reload.	---
Max. Dauer Konfigurations-verbindungen [ms]	N	Definiert, wie viel Zeit innerhalb eines CPU-Zyklus für die Konfigurationsverbindungen zur Verfügung steht: Wertebereich: 2 … 3500 ms Standardwert: 20 ms Weitere Details siehe nachfolgende Kapitel.	Applikations-spezifisch
Maximale Systembus-Latenzzeit [µs]	N	Für HIMatrix Steuerungen nicht anwendbar! Standardwert: *System-Standardwerte*	---
Online-Einstellungen erlauben	J	TRUE: **Alle** unter FALSE genannten Schalter/Parameter sind online mit dem PADT änderbar. Dies gilt nur, wenn die Systemvariable *Read-only in RUN* den Wert FALSE hat. Standardwert: TRUE.	HIMA empfiehlt die Einstellung FALSE.
		FALSE: Folgende Parameter sind **nicht** online änderbar: ▪ *System-ID* ▪ *Autostart* ▪ *Globales Forcen erlaubt* ▪ *Globales MultiForcen erlaubt* ▪ *Globale Force-Timeout-Reaktion* ▪ *Laden erlaubt* ▪ *Reload erlaubt* ▪ *Start erlaubt* Wenn *Reload erlaubt* = TRUE ist, sind folgende Parameter online änderbar: ▪ *Watchdog-Zeit (der Ressource)* ▪ *Sicherheitszeit* ▪ *Sollzykluszeit* ▪ *Sollzykluszeit-Modus*	
		Bei gestoppter Steuerung und durch einen Reload ist es möglich, *Online-Einstellungen erlauben* = TRUE zu setzen.	

Parameter	S [1]	Beschreibung		Einstellung für sicheren Betrieb
Autostart	J	TRUE:	Wenn die Steuerung an die Versorgungsspannung angeschlossen wird, starten die Anwenderprogramme automatisch. Standardwert: TRUE.	Applikations-spezifisch
		FALSE:	Kein automatischer Start nach Zuschalten der Versorgungsspannung.	
		Einstellungen in den Programm-Eigenschaften der Ressource beachten!		
Start erlaubt	J	TRUE:	Kaltstart oder Warmstart durch PADT im Zustand RUN oder STOPP erlaubt. Standardwert: TRUE.	Applikations-spezifisch
		FALSE:	Kein Start erlaubt.	
Laden erlaubt	J	TRUE:	Download der Konfiguration erlaubt. Standardwert: TRUE.	Applikations-spezifisch
		FALSE:	Kein Start erlaubt.	
Reload erlaubt	J	TRUE:	Reload der Konfiguration erlaubt. Standardwert: TRUE.	Applikations-spezifisch
		FALSE:	Reload der Konfiguration nicht erlaubt. Ein laufender Reload-Prozess wird beim Umschalten auf FALSE nicht abgebrochen.	
Globales Forcen erlaubt	J	TRUE:	Globales Forcen für diese Ressource erlaubt. Standardwert: TRUE.	Applikations-spezifisch
		FALSE:	Globales Forcen für diese Ressource nicht erlaubt.	
Globale Force-Timeout-Reaktion	N	Legt fest, wie sich die Ressource beim Ablauf des globalen Force-Timeout verhält: ▪ Nur Forcen beenden. ▪ Forcen beenden und Ressource stoppen. Standardwert: Nur Forcen beenden.		Applikations-spezifisch
Globales MultiForcen erlaubt	J	TRUE:	Anwender mit MultiForcen-Zugriff können in einer Ressource Force-Daten (Force-Werte und Force-Einzelschalter) für globale Variablen schreiben, wenn die dafür erforderlichen, übergeordneten Bedingungen gegeben und Force-Freigaben erfolgt sind.	Applikations-spezifisch
		FALSE:	Anwender mit MultiForcen-Zugriff können keine globale Variablen forcen. Standardwert: FALSE (online änderbar).	
Minimale Konfigurations-version	N	Mit dieser Einstellung ist es möglich, Code zu generieren, der entsprechend den Projektanforderungen zu alten oder zu neuen Versionen des HIMatrix Betriebssystems kompatibel ist. Als Standardwert wird die installierte SILworX Version angezeigt.		Applikations-spezifisch
Schneller Hochlauf	J	Die Ressource fährt bei Zuschalten der Versorgungsspannung schneller hoch, < 10 s. Siehe Kapitel Parameter «Schneller Hochlauf». Standardwert: FALSE.		Applikations-spezifisch

[1] Systemparameter wird vom Betriebssystem sicherheitsbezogen behandelt, ja (J) oder nein (N).

Tabelle 14: Die Systemparameter der Ressource

7.4.1.1 Verwendung der Parameter *Sollzykluszeit* und *Sollzykluszeit-Modus*

Mit den Einstellungen im Systemparamater *Sollzykluszeit-Modus* kann die Zykluszeit möglichst konstant auf dem Wert der *Sollzykluszeit [ms]* gehalten werden. Dazu muss der Systemparameter auf einen Wert > 0 eingestellt sein.

HIMatrix begrenzt dabei den Reload soweit, dass die Sollzykluszeit eingehalten wird.

Die folgende Tabelle beschreibt die Einstellungen im Systemparameter *Sollzykluszeit-Modus*:

Einstellung	Beschreibung
fest	Ist ein CPU-Zyklus kürzer als die definierte Sollzykluszeit, wird der CPU-Zyklus bis zur Sollzykluszeit verlängert. Ist der CPU-Zyklus länger als die Sollzykluszeit, setzt die CPU den Zyklus ohne Verzögerung fort. i Ein Reload wird abgelehnt, wenn die Reservezeit (Sollzykluszeit minus tatsächliche Zykluszeit) nicht ausreicht.
fest-tolerant	Wie *fest*, jedoch mit folgendem Unterschied: Wenn erforderlich, wird beim Reload die Sollzykluszeit für 1 bis n (n = Anzahl der geänderten Anwenderprogramme) CPU-Zyklen nicht eingehalten, um den Reload erfolgreich durchführen zu können. Die Standardeinstellung ist *fest-tolerant*! i Nach dem 1. Reload-Aktivierungszyklus gelten Watchdog-Zeit, Sollzykluszeit und Sollzykluszeit-Modus gemäß der neuen Konfiguration. Höchstens jeder fünfte Zyklus kann während des Reload verlängert werden.
dynamisch	Die CPU führt jeden CPU-Zyklus so schnell wie möglich aus. Dies entspricht einer eingestellten Sollzykluszeit von 0 ms. i Ein Reload wird abgelehnt, wenn die Reservezeit (Sollzykluszeit minus tatsächliche Zykluszeit) nicht ausreicht. Höchstens jeder fünfte Zyklus kann während des Reload verlängert werden.
dynamsich-tolerant	Wie *dynamisch*, jedoch mit folgendem Unterschied: Wenn erforderlich, wird beim Reload die Sollzykluszeit für 1 bis n (n = Anzahl der geänderten Anwenderprogramme) CPU-Zyklen automatisch erhöht, um den Reload erfolgreich durchführen zu können. i Nach dem 1. Reload-Aktivierungszyklus gelten Watchdog-Zeit, Sollzykluszeit und Sollzykluszeit-Modus gemäß der neuen Konfiguration. Ein Reload wird abgelehnt, wenn die Reservezeit (Sollzykluszeit minus tatsächliche Zykluszeit) nicht ausreicht.

Tabelle 15: Einstellungen Sollzykluszeit-Modus

7.4.1.2 Maximale Kommunikationszeitscheibe

Die maximale Kommunikationszeitscheibe ist die zugeteilte Zeit in Millisekunden (ms) pro CPU-Zyklus, innerhalb welcher das Prozessormodul die Kommunikationsaufgaben abarbeitet.

Können nicht alle in einem CPU-Zyklus anstehenden Kommunikationsaufgaben ausgeführt werden, erfolgt die komplette Übertragung der Kommunikationsdaten über mehrere CPU-Zyklen (Anzahl der Kommunikationszeitscheiben > 1). Die sicherheitsrelevanten Überwachungen für alle Protokolle werden jedoch immer in jedem CPU-Zyklus durchgeführt.

Für die Berechnungen der zulässigen maximalen Reaktionszeiten gilt die Bedingung, dass die Anzahl der Kommunikationszeitscheiben = 1 ist.

Die Dauer der Kommunikationszeitscheibe ist so groß einzustellen, dass der CPU-Zyklus die vom Prozess vorgegebene Watchdog-Zeit nicht überschreiten kann, wenn der CPU-Zyklus die Kommunikationszeitscheibe ausnutzt.

7.4.1.3 Ermitteln der maximalen Dauer der Komunikationszeitscheibe

Für eine erste Abschätzung der maximalen Dauer der Kommunikationszeitscheibe müssen die folgenden Zeiten aufsummiert und das Ergebnis in den Systemparameter *Max. Kom.-Zeitscheibe [ms]* in den Eigenschaften der Ressource eingetragen werden:

- Pro Kommunikationsmodul (COM) 3 ms.
- Pro redundante safe**ethernet** Verbindung 1 ms.
- Pro nicht redundante safe**ethernet** Verbindung 0,5 ms.
- Pro kByte Nutzdaten bei nichtsicheren Protokollen (z. B. Modbus) 1 ms.

HIMA empfiehlt, den abgeschätzten Wert *Max. Kom.-Zeitscheibe [ms]* mit dem im Control Panel angezeigten Wert zu vergleichen und gegebenenfalls in den Eigenschaften der Ressource zu korrigieren. Dies kann z. B. in einem FAT (Factory Acceptance Test) oder SAT (Site Acceptance Test) durchgeführt werden.

Ermitteln der tatsächlichen Dauer der maximalen Kommunikationszeitscheibe

1. Das HIMatrix System unter voller Last betreiben (FAT, SAT):
   Alle Kommunikationsprotokolle sind in Betrieb (safe**ethernet** und Standardprotokolle).
2. Das **Control Panel** öffnen und im Strukturbaum das Verzeichnis **Kom.-Zeitscheibe** wählen.
3. Anzeige *Maximale Kom.-Zeitscheibe Dauer pro Zyklus [ms]* auslesen.
4. Anzeige *Maximale Anzahl benötigter Kom.-Zeitscheibe Zyklen* auslesen.

7.4.1.4 Berechnung der *Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]* t_{Konfig}

Der Systemparameter *Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]* entspricht dem erforderlichen Zeitbudget $\mathbf{t}_{Konfig}$ für die systeminternen Kommunikationsverbindungen (Tasks):

- PADT Online Verbindungen (z. B. Download/Reload, BS-Update, Online-Test, Diagnose).
- Remote I/O Status-Verbindungen (Start, Stopp und Diagnose).
- Konfiguration von Modulen (z. B. Laden ausgetauschter Module).

Können diese Tasks nicht in einem CPU-Zyklus abgeschlossen werden, werden die verbleibenden Tasks im nächsten CPU-Zyklus abgearbeitet. Dadurch können unerwartete Verzögerungen für diese Tasks entstehen.

i HIMA empfiehlt $\mathbf{t}_{Konfig}$ so zu dimensionieren, dass alle Tasks in einem CPU-Zyklus abgearbeitet werden können.

Für die Betriebssysteme HIMatrix CPU wird $\mathbf{t}_{Konfig}$ wie folgt berechnet:

HIMatrix CPU $\mathbf{t}_{Konfig} = (\mathbf{n}_{Com} + \mathbf{n}_{PADT} + \mathbf{n}_{RIO}) * 0{,}25\ ms + 4\ ms$

$t_{Konfig:}$	Systemparameter *Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]*
$n_{COM:}$	Anzahl Module mit Ethernet-Schnittstellen (CPU, COM)
$n_{PADT:}$	5, maximale Anzahl PADT-Verbindungen
$n_{RIO:}$	Anzahl konfigurierter Remote I/Os

Bei der Codegenerierung und bei der Projektkonvertierung wird im Logbuch des PADTs ein Hinweis ausgegeben, wenn $\mathbf{t}_{Konfig}$ kleiner ist, als nach obiger Formel errechnet.

i Wenn $\mathbf{t}_{Konfig}$ zu klein eingestellt wurde, kann sich die Performance von PADT Online Verbindungen (Tasks) extrem verschlechtern und die Verbindung zu Remote I/Os abgebrochen werden.

HIMA empfiehlt den berechneten Wert $\mathbf{t}_{Konfig}$ mit dem im Control Panel angezeigten Wert zu vergleichen und gegebenenfalls in den Eigenschaften der Ressource zu korrigieren. Dies kann z. B. in einem SAT (Site Acceptance Test) durchgeführt werden.

Zu Testzwecken kann $\mathbf{t}_{Konfig}$ im Control Panel auch online eingestellt werden.

Der eingestellte Wert von $\mathbf{t}_{Konfig}$ muss für die Dimensionierung der erforderlichen Watchdog-Zeit berücksichtigt werden, siehe Kapitel *Sicherheitsrelevante Zeiten*.

7.4.1.5 Parameter *Minimale Konfigurationsversion*

- Bei einem neu angelegten Projekt wird immer die höchste *Minimale Konfigurationsversion* ausgewählt. Prüfen Sie, ob diese Einstellung zur verwendeten Betriebssystem-Version passt!
- Bei einem älteren Projekt, das in die aktuelle SILworX Version konvertiert wurde, bleibt die ursprüngliche *Minimale Konfigurationsversion* erhalten. Dadurch ändert sich bei der Codegenerierung der Konfigurations-CRC gegenüber der Vorversion nicht, und die Konfiguration bleibt kompatibel zu den Betriebssystemen der Module.

  Bei konvertierten Projekten muss die *Minimale Konfigurationsversion* nur dann erhöht werden, wenn Sie zusätzliche Funktionen einer Steuerung nutzen möchten.
- SILworX erzeugt automatisch eine höhere als die eingestellte *Minimale Konfigurationsversion*, wenn im Projekt Fähigkeiten benutzt werden, die eine höhere Konfigurationsversion erfordern. Dies zeigt SILworX im Logbuch der Codegenerierung an. Module lehnen das Laden von Konfigurationen ab, wenn die Konfigurationsversion nicht zu ihren Betriebssystemen passt.

Mit dem sicheren Versionsvergleich von SILworX werden Änderungen an einem Projekt gegenüber einer vorherigen Projektversion ermittelt und nachgewiesen.

7.4.1.6 Parameter «Schneller Hochlauf»

Der Parameter *Schneller Hochlauf* existiert ab SILworX V7 und erfordert eine Ressource mit einem CPU-Betriebssystem ab V11 und einem COM-Betriebssystem ab V16. Außerdem muss die Ressource mit einem CPU-Boot-Loader ab V11.2 und einem COM-Boot-Loader ab V16.8 ausgestattet sein. Der Boot-Loader unterscheidet sich vom OS-Loader (Notfall-Lader) und ist nicht durch den Anwender austauschbar.

Der Parameter ist nur beim Zuschalten der Versorgungsspannung der PES wirksam. Ein Betrieb mit SIL 3 bleibt gewährleistet.

Der schnelle Hochlauf wird erreicht durch:

- Verkürzten Selbst-Test.
- Keine Prüfung auf doppelte IP-Adressen.

  Durch das Auslassen der Erkennung doppelter IP-Adressen können bei fehlerhafter Netzwerk-Konfiguration doppelte IP-Adressen im Netzwerk wirksam sein!

  Die Parametrierung muss sicherstellen, dass keine doppelten IP-Adressen im Netzwerk existieren!

Wird ein LED-Test beim Booten gewünscht, ist der Parameter *Schneller Hochlauf* auf FALSE zu setzen!

7.4.1.7 Systemvariablen der Hardware

Diese Systemvariablen dienen dazu, das Verhalten der Steuerung im laufenden Betrieb bei bestimmten Zuständen zu verändern. Diese Variablen sind einstellbar im Hardware-Editor von SILworX, in der Detailansicht der Hardware.

Systemvariable	S [1)]	Funktion	Einstellung für sicheren Betrieb
Force-Deaktivierung	J	Verhindert das Starten des Forcen-Vorgangs und beendet einen laufenden Force-Vorgang. Die Standardeinstellung ist FALSE.	Applikations-spezifisch
Leer 2 … Leer 21	N	Keine Funktion.	---
MultiForcen gesperrt	J	MultiForcen kann per Systemvariable MultiForcen gesperrt aktiviert und deaktiviert werden, so dass die damit verbundenen Funktionen vom Anwenderprogramm gesteuert werden können. Für globales MultiForcen muss die Systemvariable FALSE sein. Die Standardeinstellung ist FALSE.	Applikations-spezifisch
Notaus 1 … Notaus 4	J	Schaltet die Steuerung in vom Anwenderprogramm erkannten Störfällen ab. Die Standardeinstellung ist FALSE.	Applikations-spezifisch
Read-only in RUN	J	Nach dem Starten der Steuerung sind die Zugriffsrechte auf die Zugriffsart *Lesen* herabgestuft. Ausnahmen sind Forcen und Reload. Die Standardeinstellung ist FALSE.	Applikations-spezifisch
Relaiskontakt 1 … Relaiskontakt 4	N	Nur anwendbar für F60! ODER-verknüpfte Systemvariablen, die das Relais des FAULT-Kontakts auf der F60 PS 01 ansteuern. Das Relais ist ein Wechsler mit dem gemeinsamen Kontakt 2, dem Ruhekontakt 3 und dem Arbeitskontakt 1. ▪ Ist die F60 im Zustand RUN und sind die Systemvariablen *Relaiskontakt 1 … 4* FALSE, ist der Kontakt 1-2 geschlossen (Kontakt 2-3 offen). ▪ Ist die F60 im Zustand RUN und sind den Systemvariablen *Relaiskontakt 1 … 4* keine globalen Variablen zugeordnet, ist der Kontakt 1-2 geschlossen (Kontakt 2-3 offen). ▪ Ist die F60 im Zustand RUN und ist mindestens eine der Systemvariablen *Relaiskontakt 1 … 4* TRUE, ist der Kontakt 1-2 offen (Kontakt 2-3 geschlossen). ▪ Ist die F60 nicht im Zustand RUN, ist der Kontakt 1-2 offen (Kontakt 2-3 geschlossen). ▪ Ist die F60 im spannungslosen Zustand, ist der Kontakt 1-2 offen (Kontakt 2-3 geschlossen).	Applikations-spezifisch
Reload-Deaktivierung	J	Sperrt die Durchführung von Reload. Die Standardeinstellung ist FALSE.	Applikations-spezifisch
User LED 1, User LED 2	N	Nur anwendbar für spezielle Steuerungen! Steuert die entsprechende LED an, sofern vorhanden. Die Standardeinstellung ist 0.	---
[1)] Systemvariable wird vom Betriebssystem sicherheitsbezogen behandelt, ja (J) oder nein (N).			

Tabelle 16: Die Systemvariablen der Hardware

Diesen Systemvariablen lassen sich globale Variablen zuweisen, deren Wert durch einen physikalischen Eingang oder die Logik des Anwenderprogramms verändert wird.

7.4.2 Abschließen und Aufschließen der Steuerung

Abschließen der Steuerung bedeutet das Verriegeln von Eingriffsmöglichkeiten des Anwenders während des Betriebs. Eine unbefugte Manipulation des Anwenderprogramms wird damit verhindert.

Aufschließen der Steuerung bedeutet das Entfernen der aktiven Verriegelung, zum Beispiel zur Durchführung von Maßnahmen an der Steuerung.

Zum Verriegeln dienen die Systemvariablen *Read-only in RUN*, *Reload-Deaktivierung*, *Force-Deaktivierung* und *MultiForcen gesperrt*.

Wenn alle der oben genannten Systemvariablen TRUE sind, dann ist kein Zugriff auf die Steuerung mehr möglich. In diesem Fall kann die Steuerung nur durch Neustart aller Prozessormodule in den Zustand STOP versetzt werden. Erst dann ist ein Neuladen eines Anwenderprogramms möglich. Das Beispiel beschreibt den einfachen Fall, dass mit einem Schlüsselschalter alle Eingriffe in die Ressource gesperrt oder zugelassen werden.

Beispiel: Steuerung abschließbar machen

1. Globale Variablen vom Typ BOOL definieren, Initialwerte auf FALSE setzen.
2. Globale Variablen den oben genannten Systemvariablen als Ausgangsvariable zuweisen.
3. Globale Variable dem Kanalwert eines digitalen Eingangs zuweisen.
4. Schlüsselschalter an den digitalen Eingang anschließen.
5. Programm kompilieren, auf die Steuerung laden und starten.

► Der Besitzer eines passenden Schlüsselschalters kann die Steuerung ab- und aufschließen. Bei einem Fehler im entsprechenden digitalen Eingangsmodul wird die Steuerung automatisch aufgeschlossen.

Dieses einfache Beispiel lässt sich durch die Verwendung von mehreren globalen Variablen, digitalen Eingängen und Schlüsselschaltern abwandeln. Die Berechtigungen für Forcen, Reload, MultiForcen und weiteren Bedienfunktionen können auf unterschiedliche Schlüssel und Personen verteilt werden.

7.5 Forcen

Unter Forcen versteht man das manuelle Beschreiben von Variablen mit Werten, die sich nicht aus dem Prozess ergeben, sondern vom Anwender vorgegeben werden, während die Steuerung das Anwenderprogramm abarbeitet.

In einem System existieren verschiedene Arten von global force-baren Datenquellen:

- Alle Eingangs und Statusinformationen von Modulen (z. B. E/A-Module) und Kommunikationsprotokollen.
- Alle nicht beschriebenen, aber gelesenen globalen Variablen (VAR_EXTERNAL).
- Alle von einem Anwenderprogramm beschriebenen globalen Variablen (VAR_EXTERNAL).

Neben den global force-baren Datenquellen existieren in einem System auch verschiedene Arten von lokal (im Anwenderprogramm) force-baren Datenquellen:

- Alle nicht beschriebenen, aber gelesenen Anwenderprogramm-Variablen (VAR).
- Alle von einem Anwenderprogramm beschriebenen Variablen (VAR).

i Beim Forcen einer Variable wird immer ihre Datenquelle geforct! Eine geforcte Variable ist vom Prozess unabhängig, da der Wert vom Anwender vorgegeben wird.

7.5.1 Verwendung von Forcen

Forcen unterstützt den Anwender bei folgenden Aufgaben, z. B:

- Zum Testen des Anwenderprogramms für Fälle, die im Normalbetrieb nicht oder nur selten eintreten und somit nur bedingt prüfbar sind.
- Zur Simulation von Sensorwerten, z. B. nicht verbundener Sensoren.
- Zu Service- und Reparaturarbeiten.
- Zur allgemeinen Fehlersuche.

⚠ WARNUNG

Personenschäden durch geforcte Werte möglich!

- **Werte nur nach Absprache mit dem Anlagenverantwortlichen und bei Inbetriebnahme mit der Prüfstelle forcen.**
- **Einschränkungen des Forcens nur nach Absprache mit Anlagenverantwortlichen und bei Inbetriebnahme mit der Prüfstelle aufheben.**

Während des Forcens muss der Verantwortliche die sicherheitstechnisch ausreichende Überwachung des Prozesses durch andere technische und organisatorische Maßnahmen gewährleisten. Es wird empfohlen, das Forcen zeitlich zu begrenzen, siehe Kapitel 7.5.3.

⚠ WARNUNG

Störung des sicherheitsbezogenen Betriebs durch geforcte Werte möglich!

- **Geforcte Werte können zu unerwarteten Ausgangswerten führen.**
- **Forcen verlängert die Zykluszeit. Dadurch kann die Watchdog-Zeit überschritten werden.**

Forcen kann in zwei Geltungsbereichen erfolgen:

- Globales Forcen: Globale Variable werden für alle Verwendungen geforct.
- Lokales Forcen: Lokalen Variablen werden innerhalb eines Anwenderprogramms geforct.

7.5.2 Per Reload geänderte Zuweisung einer Datenquelle

Das Ändern von Zuweisungen von Variablen zu einer anderen Datenquelle per Reload kann bei folgenden Eingängen zu einem unerwarteten Ergebnis führen:

- Hardware.
- Kommunikationsprotokolle.
- Systemvariablen.

Folgende per Reload durchgeführte Änderungen führen zu geänderten Force-Zuständen:

1. Eine globale Variable A ist einer geforcten Datenquelle zugewiesen und ist damit geforct.
2. Die Zuweisung der globalen Variable A wird per Reload entfernt. Die Datenquelle behält die Eigenschaft *geforct*. Die globale Variable A ist jetzt nicht mehr geforct.
3. Die geforcte Datenquelle wird einer anderen globalen Variable B zugeordnet.
4. Beim nächsten Reload ist dann die globale Variable B geforct, obwohl dies nicht beabsichtigt war.

Konsequenz

Um dies zu vermeiden, beenden Sie zuerst das Forcen einer Variable, bevor die Datenquelle geändert wird. Dazu den Force-Einzelschalter deaktivieren.

Welche Kanäle geforct sind, ist im Register *Eingänge* des Force-Editors erkennbar.

i Globale Variablen, deren Datenquelle das Anwenderprogramm ist, behalten die Eigenschaft *geforct* auch dann bei, wenn die Zuweisung geändert wird.

7.5.3 Zeitbegrenzung

Für das globale wie für das lokale Forcen sind unterschiedliche Zeitbegrenzungen einstellbar. Nach Ablauf der eingestellten Zeit beendet die Steuerung das Forcen.

Das Verhalten des HIMatrix Systems nach dem Ablauf der Zeitbegrenzung ist einstellbar:

- Beim globalen Forcen sind folgende Einstellungen wählbar:
  - *Ressource stoppen.*
  - *Nur Forcen beenden*, d. h. die Ressource läuft weiter.
- Beim lokalen Forcen sind folgende Einstellungen wählbar:
  - *Programm stoppen.*
  - *Nur Forcen beenden*, d. h. das Anwenderprogramm läuft weiter.

Forcen ist auch ohne Zeitbegrenzung möglich. In diesem Fall ist das Forcen manuell zu beenden.

Der für das Forcen Verantwortliche muss klären, welche Auswirkungen das Beenden des Forcens auf die Gesamtanlage hat!

7.5.4 Einschränkung des Forcens

Der Anwender hat die Möglichkeit die Benutzung des Forcens einzuschränken, eventuelle Störungen des Betriebs durch das Forcen sind zu vermeiden. In der Konfiguration können folgende Maßnahmen dafür getroffen werden:

- Die Einrichtung unterschiedlicher Benutzerkonten mit und ohne Force-Rechten.
- Das Forcen für eine Ressource (PES) explizit erlauben.
- Die Einrichtung von MultiForce-Benutzerkonten in der PES-Benutzerverwaltung.
- Das lokale Forcen für ein Anwenderprogramm explizit erlauben.
- Die Wirkung des Forcens kann über die Systemvariable *Force-Deaktivierung* per Schlüsselschalter unmittelbar abgeschaltet werden.
- Zusätzlich kann über die Systemvariable *MultiForcen gesperrt* MultiForcen unterbunden werden.

7.5.5 MultiForcen

Anwender mit MultiForcen-Zugriff können in einer Ressource Force-Daten (Force-Werte und Force-Einzelschalter) für globale Variablen schreiben, wenn die dafür erforderlichen, übergeordneten Bedingungen gegeben und Force-Freigaben erfolgt sind. Auf alle anderen Funktionen einer Ressource kann der Anwender nur lesend zugreifen. Das Starten, Stoppen oder Zurücksetzen eines Force-Vorgangs ist nicht möglich.

Das MultiForcen ist auf bis zu 5 Benutzer gleichzeitig begrenzt. Die Benutzer können räumlich voneinander entfernt sein und auch zeitlich unabhängig voneinander arbeiten. Die Abgrenzung der Aufgaben der einzelnen Benutzer ist durch organisatorische Maßnahmen des Betreibers sicherzustellen.

⚠ WARNUNG

Nicht steuerbares Verhalten durch den Anwender möglich!

Der Betreiber muss dafür sorgen, dass verschiedene Force-User nicht gleichzeitig dieselben Variablen forcen und es nicht zu zeitlichen Überschneidungen kommt. Schreiben mehrere Force-User auf dieselben Variablen, setzen sich diejenigen Force-Werte und Force-Einzelschalter durch, die von der Firmware zuletzt geschrieben wurden. Da Force-Daten in mehreren Blöcken übertragen werden, können auf einer einzelnen Steuerung anderenfalls auch Einstellungen unterschiedlicher Force-User wirksam werden. Dieses Verhalten ist für den Anwender nicht steuerbar!

⚠ WARNUNG

***MultiForcen gesperrt* = TRUE, bestehende Force-Daten werden nicht deaktiviert!**

Wenn *MultiForcen gesperrt* = TRUE ist, können Anwender mit MultiForcen-Zugriff keine Veränderungen an den Force-Werten und den Force-Einzelschaltern vornehmen. Bestehende Force-Daten werden nicht deaktiviert, wenn MultiForcen gesperrt = TRUE ist! Globales Forcen ist, wenn erlaubt, dann nur für einen einzigen Benutzer mit mindestens Bedienerrechten möglich.

Näheres zum Forcen im Systemhandbuch HI 800 140 D und in der SILworX Online-Hilfe.

7.5.5.1 Ziele von MultiForcen

Für die Inbetriebnahme sind im Rahmen der Site Acceptance Tests normativ und funktional Loop-Tests vorgeschrieben, wobei ein Loop den Weg vom Sensor zum Aktor darstellt. MultiForcen ermöglicht es, die anfallenden Aufgaben auf bis zu 5 PADTs zu verteilen und damit effizient abzuarbeiten.

Anhand von Loop-Tests wird der nominale Betriebsbereich geprüft, ebenso wie die Reaktionen bei Leitungsbruch und Leitungsschluss. Da häufig zahlreiche Loops getestet werden müssen, ist die Dauer von Site Acceptance Tests ein wesentlicher Kostenfaktor. MultiForcen kann helfen, diese Aufgaben zu optimieren.

- Das Verhalten von Aktoren und verknüpften Informationen (z. B. Endlagenrückmeldung) wird durch Forcen getestet. Die Ausgangssignale werden direkt geforct. Dadurch wird die Verdrahtung und externe Schaltung geprüft.
- In einer Anlage, die sich im Teilbetrieb befindet, werden Sensoren durch Forcen so getestet, dass die Tests keine Auswirkung auf die Aktoren haben. Diese Variante kann auch bei der Fehlersuche im Zusammenhang mit Sensoren zur Anwendung kommen.

7.5.5.2 Globales MultiForcen

Globales MultiForcen ist das gleichzeitige Schreiben von Force-Daten (Force-Werte und Force-Einzelschalter) für globale Variablen durch mehr als einen Benutzer (Force-User).

Ein Force-User ist eine Person, die entweder mit MultiForcen-Rechten, Bedienerrechten, Schreibrechten oder mit Administratorrechten in einer Steuerung eingeloggt ist. Jeder Force-User kann neben dem Lesen von Daten mindestens auch Force-Daten schreiben. Pro Steuerung können maximal 5 Force-User eingeloggt sein. Die Anzahl der aktuellen Force-User wird in der SILworX -Statuszeile angezeigt.

Um die durch Force-User mit MultiForcen-Zugriff eingestellten Force-Werte und Force-Einzelschalter wirksam werden zu lassen ist ein Anwender erforderlich, der mit mindestens Bedienerrechten in der Steuerung eingeloggt ist. Nur dieser Anwender kann Forcen starten und stoppen.

i Um globales MultiForcen durchführen zu können, muss auch globales Forcen erlaubt sein! Die Einstellungen werden online angezeigt.

7.6 Sicherer Versionsvergleich

Bei der Codegenerierung werden durch SILworX verschiedene Dateien erzeugt. Dieser Datensatz wird als die Ressource-Konfiguration bezeichnet. Beim Download oder Reload wird immer die komplette Ressource-Konfiguration in die Ressource geladen.

Beim sicheren Versionsvergleich werden verschiedene Ressource-Konfigurationen miteinander verglichen und die Unterschiede zwischen den einzelnen Dateien angezeigt.

Im Wesentlichen gibt es drei Typen von Ressource-Konfigurationen:

1. Die erzeugte Ressource-Konfiguration ist das Ergebnis der letzten Codegenerierung.
2. Die geladene Ressource-Konfiguration ist die durch einen Download oder Reload in die Steuerung geladene Ressource-Konfiguration.
3. Eine unbekannte Ressource-Konfiguration, die exportiert und gesichert wurde. Diese stellt einen beliebigen Stand einer Ressource-Konfiguration dar.

Zur Prüfung von Programmänderungen ist der sichere Versionsvergleich **vor** dem Laden in die Steuerung einzusetzen.

Der Versionsvergleich bestimmt genau die geänderten Teile der Ressource-Konfiguration. Dies erleichtert die Prüfung und die Eingrenzung der zu testenden Änderungen. Das Ergebnis hat SIL 3-Qualität und dient als Nachweis gegenüber Prüfstellen.

Strukturierte Programmierung und eine Verwendung von aussagekräftigen Namen, von der ersten Ressource-Konfiguration an, helfen beim Verstehen des Vergleichsergebnisses.

Weitere Informationen zum sicheren Versionsvergleich finden Sie im Handbuch Versionsvergleich HI 801 285 D.

7.7 Application Programming Interface (API) Sicherheitsmaßnahmen

Das SILworX Application Programming Interface (SILworX API) unterstützt folgende Sicherheitsmaßnahmen:

- Die Benutzung der SILworX API erfordert eine Lizenz.
- Die SILworX API muss explizit in der *settings.ini* aktiviert werden.
- Zugriffe auf die SILworX API sind ausschließlich über SSL (TLS 1.2) möglich. Hierzu ist die Installation von OpenSSL und ein gültiges Zertifikat nötig.
- Zugriffe über die SILworX API auf Projekte benötigen die gleichen Benutzerrechte wie beim manuellen Arbeiten.
- Konfigurierbare Timeouts bei der Benutzung der SILworX API-Zugriffe sorgen dafür, dass Projekte automatisch geschlossen werden, wenn bis zum Timeout keine weitere API-Anfragen gesendet werden.
- SILworX API-Aktivitäten werden in der Statusleiste angezeigt.
- Alle Aktionen werden im SILworX Logbuch protokolliert. Dies gilt sowohl für das manuelle Arbeiten, als auch für API-Zugriffe.

i **Wichtig:**

Der Anwender muss für seine SILworX API-Anwendung eine Tool-Klassifikation durchführen und entsprechend qualifizieren.

Im Unterordner …\c3\openapi des SILworX Installationsverzeichnisses befindet sich die API-Dokumentation in HTLM-Format und ein C# Anwendungsbeispiel.

8 Sicherheitstechnische Aspekte für Anwenderprogramme

In diesem Kapitel werden sicherheitstechnische Aspekte für Anwenderprogramme behandelt.

Ziele bei der Programmierung eines Anwenderprogramms:

- Verständlich.
- Nachvollziehbar.
- Testbar.
- Leicht zu ändern.

8.1 Sicherheitsbezogener Einsatz

Die Anwenderprogramme müssen mit dem Programmierwerkzeug SILworX erstellt werden.

SILworX kann nur auf einem Personal Computer mit Microsoft Windows Betriebssystem installiert werden. Die Mindestanforderungen an den Rechner für den Betrieb von SILworX sind auf der jeweiligen Installations-DVD angegeben.

Das Programmierwerkzeug SILworX enthält im Wesentlichen:

- Globaler Variablen Editor (Anlegen von globalen Variablen mit symbolischen Namen und Datentyp).
- Hardware-Editor (Zuordnung der Steuerungen des Systems HIMatrix).
- Programm-Editor (Zur Erstellung des Anwenderprogramms).
- Codegenerator (Übersetzen des Anwenderprogramms in den Maschinencode).
- Konfiguration der Kommunikation.
- Überwachung und Dokumentation.

Die in diesem Handbuch beschriebenen Sicherheitsauflagen müssen beachtet werden, siehe Kapitel 3.4!

8.1.1 Basis der Programmierung

Die Steuerungsaufgabe muss in Form einer Spezifikation oder eines Pflichtenheftes vorliegen. Diese Dokumentation ist die Basis zur Überprüfung der korrekten Umsetzung in das Anwenderprogramm.

Die Dokumentation richtet sich nach der Steuerungsaufgabe und kann auf zwei Arten dargestellt werden.

Kombinatorische Logik:

- Ursache/Wirkungs-Schema (cause/effect diagram).
- Logik der Verknüpfung mit Funktionen und Funktionsbausteinen.
- Funktionsblöcke mit spezifizierten Eigenschaften.

Sequentielle Steuerungen (Ablauf-Steuerungen):

- Verbale Beschreibung der Schritte mit Fortschalt-Bedingungen und der zu steuernden Aktoren.
- Ablaufpläne.
- Matrix- oder Tabellenform der Fortschalt-Bedingungen und der zu steuernden Aktoren.
- Definition der Randbedingungen, z. B. Betriebsarten, NOT-AUS.

8.1.1.1 E/A-Konzept

Das E/A-Konzept der Anlage muss die Analyse der Feldkreise enthalten, d. h. die Art der Sensoren und Aktoren.

Digitale und analoge Sensoren:

- Signal im Normalbetrieb (Ruhestromprinzip bei digitalen Sensoren, life-zero bei analogen Sensoren).
- Signal im Fehlerfall.
- Festlegung von sicherheitstechnisch erforderlichen Redundanzen (1oo2, 2oo3).
- Diskrepanz-Überwachung und Reaktion.

Aktoren:

- Stellung und Ansteuerung im Normalbetrieb.
- Sichere Reaktion/Stellung bei Abschaltung oder Energieausfall.

8.1.2 Schritte der Programmierung

Die Programmierung von HIMatrix Systemen für sicherheitstechnische Anwendungen ist in folgenden Schritten durchzuführen:

1. Steuerungsfunktionen spezifizieren.
2. Anwenderprogramme schreiben.
3. Anwenderprogramme mit dem C-Code-Generator kompilieren.
   - Die Anwenderprogramme sind fehlerfrei erzeugt und lauffähig.
4. Anwenderprogramme verifizieren und validieren (FAT, SAT).
5. Anwenderprogramme testen.

Danach sind die Anwenderprogramme bereit für den sicherheitsbezogenen Betrieb.

8.1.3 Funktionen der Anwenderprogramme

Die Funktionen der Anwenderprogramme sind frei programmierbar.

- Innerhalb der Logik werden ausschließlich Elemente nach IEC 61131-3 mit ihren jeweiligen Funktionsbedingungen verwendet.
- Die physikalischen Eingänge und Ausgänge arbeiten generell im Ruhestromprinzip, d. h. ihr sicherer Zustand ist „0“.
- Die Anwenderprogramme werden aus logischen und/oder arithmetischen Funktionen ohne Rücksicht auf das Ruhestromprinzip der physikalischen Eingänge und Ausgänge erstellt.
- Die Logik muss übersichtlich konzipiert und verständlich dokumentiert sein, um die Fehlersuche zu erleichtern. Das schließt die Verwendung von Funktionsdiagrammen ein.
- Zur Vereinfachung der Logik können die Eingänge und Ausgänge aller Funktionsbausteine und Variablen beliebig invertiert werden.
- Fehlersignale von Eingängen und Ausgängen oder aus Logik-Bausteinen müssen vom Programmierer ausgewertet werden.

Empfehlenswert ist die Kapselung von Funktionen in selbst erstellten Funktionsbausteinen und Funktionen, die aus Standardfunktionen aufgebaut sind. Dadurch können Anwenderprogramme in Modulen (Funktionen, Funktionsbausteine) klar strukturiert werden. Jedes Modul kann für sich einzeln betrachtet und getestet werden. Durch das Zusammenschalten der Module zu einem größeren Modul und zu einem Anwenderprogramm ergibt sich eine fertige, komplexe Funktion.

8.1.4 Systemparameter der Anwenderprogramme

Die folgenden Parameter von Anwenderprogrammen lassen sich im Dialogfenster *Eigenschaften* des Anwenderprogramms einstellen:

Systemparameter	S [1)]	Beschreibung		Einstellung für sicheren Betrieb
Name	N	Name des Anwenderprogramms. Der Name muss innerhalb der Ressource eindeutig sein.		Beliebig
Programm ID	J	ID für die Identifizierung des Programms bei der Anzeige in SILworX. Wertebereich: 0 … 4 294 967 295 Standardwert: 0 Bei Einstellung von *Codegenerierung Kompatibilität* auf *SILworX V2* ist nur der Wert 1 zulässig.		Applikations-spezifisch
Priorität	J	Priorität des Anwenderprogramms. Wertebereich: 0 … 31 Standardwert: 0 (maximale Priorität) Einstellung nur nötig bei Verwendung mehrerer APs!		Applikations-spezifisch
Maximale CPU-Zyklen Programm	J	Maximale Anzahl an CPU-Zyklen, die ein Zyklus des Anwenderprogramms dauern darf. Wertebereich: 1 … 4 294 967 295 Standardwert: 1 Einstellung nur nötig bei Verwendung mehrerer APs!		Applikations-spezifisch
Max. Dauer pro Zyklus [µs]	N	Maximale Ausführungsdauer pro Zyklus des Prozessormoduls für ein Anwenderprogramm. Wertebereich:0 … 4 294 967 295 Standardwert: 0 (keine Begrenzung) Die sicherheitsbezogene Reaktion wird über den Watchdog gewährleistet. Einstellung nur nötig bei Verwendung mehrerer APs!		Applikations-spezifisch
Watchdog-Zeit [ms] (berechnet)	---	Überwachungszeit des Anwenderprogramms, berechnet aus dem Produkt der Watchdog-Zeit der Ressource und der parametrierten maximaler Anzahl von CPU-Zyklen. Nicht änderbar!		
Klassifikation	N	Einstufung des Anwenderprogramms in *sicherheitsgerichtet* oder *standard*, dient nur zur Dokumentation und hat keinen Einfluss auf die Funktion des Programms. Die Standardeinstellung ist sicherheitsgerichtet		Applikations-spezifisch
Online-Einstellungen erlauben	J	Wenn *Online-Einstellungen erlauben* ausgeschaltet ist, können die Einstellungen der anderen Programmschalter nicht per Online-Zugriff (Control Panel) verändert werden. Wirkt nur, wenn *Online-Einstellungen erlauben* der Ressource TRUE ist! Standardwert: TRUE.		
Autostart	J	Freigegebene Art des Autostarts: Kaltstart, Warmstart, Aus. Die Standardeinstellung ist Warmstart.		Applikations-spezifisch
Start erlaubt	J	TRUE:	Start des Anwenderprogramms durch das PADT erlaubt. Standardwert: TRUE.	Applikations-spezifisch
		FALSE:	Start des Anwenderprogramms durch das PADT nicht erlaubt.	

Systemparameter	S [1]	Beschreibung		Einstellung für sicheren Betrieb
Testmodus erlaubt	J	TRUE:	Testmodus für das Anwenderprogramm ist erlaubt.	Applikations-spezifisch [2]
		FALSE:	Testmodus für das Anwenderprogramm ist nicht erlaubt. Standardwert: FALSE.	
Reload erlaubt	J	TRUE:	Reload des Anwenderprogramms ist erlaubt. Standardwert: TRUE.	Applikations-spezifisch
		FALSE:	Reload des Anwenderprogramms ist nicht erlaubt.	
		Einstellungen in den Ressource-Eigenschaften beachten!		
Lokales Forcen erlaubt	J	TRUE:	Forcen auf Programmebene erlaubt.	FALSE empfohlen
		FALSE:	Forcen auf Programmebene nicht erlaubt. Standardwert: FALSE.	
Lokale Force-Timeout-Reaktion	J	Verhalten des Anwenderprogramms nach Ablauf der Force-Zeit: ▪ Nur Forcen beenden. ▪ Programm stoppen. Die Standardeinstellung ist *Nur Forcen beenden.*		
Codegenerierung Kompatibilität	-	Die Codegenerierung arbeitet kompatibel zu früheren Versionen von SILworX.		Applikations-spezifisch
		SILworX V2	Codegenerierung arbeitet kompatibel zu SILworX V2.	
		SILworX V3	Codegenerierung arbeitet kompatibel zu SILworX V3.	
		SILworX V4 – V6b	Codegenerierung arbeitet kompatibel zu SILworX V4 bis SILworX V6b.	
		ab SILworX V7	Codegenerierung arbeitet kompatibel zu SILworX V7.	
		Die Standardeinstellung ist bei allen neuen Projekten *ab SILworX V7*.		

[1] Systemparameter wird vom Betriebssystem sicherheitsbezogen behandelt, ja (J) oder nein (N)

[2] Nach Ende des Testbetriebs muss ein Kaltstart des Programms durchgeführt werden, bevor ein sicherheitsbezogen Betrieb aufgenommen wird!

Tabelle 17: Systemparameter des Anwenderprogramms

8.1.5 Hinweise zum Parameter *Codegenerierung Kompatibilität*

Für den Parameter *Codegenerierung Kompatibilität* folgende Punkte beachten:

- Bei einem neu angelegten Projekt wählt SILworX die aktuellste Einstellung für *Codegenerierung Kompatibilität* aus. Damit werden die aktuellen, optimierten Einstellungen aktiviert und die aktuellsten Versionen von Modulen und Betriebssystemen unterstützt. Prüfen Sie, ob diese Einstellung zur verwendeten Hardware passt!
- Bei einem älteren Projekt, das in die aktuelle SILworX Version konvertiert wurde, bleibt die ursprünglichen *Codegenerierung Kompatibilität* erhalten. Dadurch ändert sich bei der Codegenerierung der Konfigurations-CRC gegenüber der Vorversion nicht, und die Konfiguration bleibt kompatibel zu den Betriebssystemen der Module.
  Bei konvertierten Projekten muss die *Codegenerierung Kompatibilität nur dann geändert werden, wenn Sie zusätzliche Funktionen einer Steuerung nutzen möchten.*

- Wenn in der Eigenschaft der Ressource eine *Minimale Konfigurationsversion* von *SILworX V4* oder höher eingestellt ist, dann muss in jedem Anwenderprogramm der Parameter *Codegenerierung Kompatibilität* auf *ab SILworX V7* eingestellt werden.

8.1.6 Code-Erzeugung

Nach der Fertigstellung der Anwenderprogramme und der Konfiguration der Ressource erzeugt der Codegenerator einen Code mit einem typischen Konfigurations-CRC.

Der Konfigurations-CRC ist eine Signatur aller konfigurierten Elemente und wird als Hex-Code im 32-Bit-Format ausgegeben.

Für den sicherheitsbezogenen Betrieb muss das Anwenderprogramm zweimal kompiliert werden. Die beiden beim Kompilieren erzeugten Prüfsummen müssen identisch sein!

Durch das zweimalige Kompilieren mit Vergleich der Prüfsummen lassen sich mögliche Verfälschungen der Anwenderprogramme entdecken, die durch zufällige Fehler in der Hardware oder im Betriebssystem des verwendeten PC verursacht wurden.

Das Ergebnis des CRC-Vergleichs wird im Logbuch angezeigt.

8.1.7 Laden und Starten des Anwenderprogramms

Der Download einer Ressource-Konfiguration in eine Steuerung ist nur möglich, wenn die Steuerung in STOPP ist.

Nach dem erfolgreichen Download einer Ressource-Konfiguration können die Anwenderprogramme gestartet werden.

i

Das PADT kann die Steuerung nur dann bedienen, z. B. Reload und Forcen durchführen, wenn in SILworX das zur Ressource-Konfiguration passende Projekt geöffnet ist.

HIMA empfiehlt, nach jedem Download oder Reload das Projekt zu archivieren.

SILworX speichert alle Daten eines Projekts in einer einzigen Datei. HIMA empfiehlt aus Gründen der Datensicherheit das Projekt zusätzlich auf einem externen Medium zu speichern.

Das Backup gewährleistet, dass die zur Ressource-Konfiguration passenden Projektdaten weiterhin verfügbar sind, auch wenn das PADT ausfällt.

8.1.8 Reload

Wenn Änderungen an einem Projekt vorgenommen werden, dann können diese im laufenden Betrieb durch einen Reload auf die Steuerung übertragen werden. Nach Prüfungen durch das Betriebssystem wird dann das geänderte Projekt aktiviert und übernimmt die Steuerungsaufgabe.

Reload ist nur möglich, wenn der Systemparameter *Reload erlaubt* auf TRUE und die Systemvariable *Reload-Deaktivierung* auf FALSE eingestellt ist.

i

Reload ist nur nach Rücksprache mit der für die Anlagenabnahme zuständigen Prüfstelle zulässig. Während des gesamten Reload-Prozesses muss der für den Reload Verantwortliche die sicherheitstechnisch ausreichende Überwachung des Prozesses durch andere technische und organisatorische Maßnahmen sicherstellen.

Beim Reload von Schrittketten ist zu beachten:

Die Reload-Information für Schrittketten berücksichtigt nicht den aktuellen Status der Kette. Daher ist es möglich, dass durch Reload die Schrittkette geändert und durch diese Änderung die Schrittkette in einen undefinierten Zustand versetzt wird. Die Verantwortung für den fehlerfreien Reload liegt beim Anwender.

Beispiele:

- Löschen eines aktiven Schritts hat zur Folge, dass alle Schritte der Schrittkette den Zustand *aktiv* verlieren.
- Umbenennen eines Initialschritts, während ein anderer Schritt aktiv ist, führt zu einer Schrittkette mit zwei aktiven Schritten!

Beim Reload von Actions ist zu beachten:

Reload lädt Actions mit ihren kompletten Daten. Die Konsequenzen daraus sind vor dem Reload sorgfältig zu überdenken.

Beispiele:

- Entfernen eines Timer-Bestimmungszeichens durch den Reload führt dazu, dass der Timer sofort abgelaufen ist. Dadurch kann der Ausgang *Q* in Abhängigkeit von der restlichen Belegung auf TRUE wechseln.
- Entfernen eines Bestimmungszeichens bei haftenden Elementen (z. B. Bestimmungszeichen *S*), die gesetzt waren, führt dazu, dass die Elemente gesetzt bleiben.
- Entfernen eines Bestimmungszeichens *P0*, das TRUE gesetzt war, löst den Trigger aus.

Vor der Ausführung eines Reload prüft das Betriebssystem, ob die notwendigen Zusatzaufgaben die Zykluszeit der laufenden Anwenderprogramme so stark erhöhen würden, dass die festgelegte Watchdog-Zeit überschritten würde. In diesem Fall wird der Reload mit einer Fehlermeldung abgebrochen und die Steuerung läuft mit der bisherigen Ressource-Konfiguration weiter.

Die Steuerung kann einen Reload abbrechen.

Um Reload erfolgreich durchzuführen, ist bei der Festlegung der Watchdog-Zeit eine Reserve für den Reload einzuplanen oder die Watchdog-Zeit der Steuerung vorübergehend um eine Reserve zu erhöhen.

Die vorübergehende Erhöhung der Watchdog-Zeit ist mit der zuständigen Prüfstelle abzustimmen.

Eine Überschreitung der Sollzykluszeit kann ebenfalls zum Abbruch eines Reload führen.

Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, bei der Bemessung der Watchdog-Zeit Reserven einzuplanen. Diese sollen die folgenden Situationen beherrschbar machen:

- Schwankungen bei der Zykluszeit des Anwenderprogramms.
- Plötzliche, starke Belastungen des Zyklus, z. B. durch Kommunikation.
- Ablauf von Zeitgrenzen bei der Kommunikation.

8.1.9 Online-Test

Es ist zulässig, in der Logik des Anwenderprogramms Online-Test-Felder (OLT-Felder) zur Anzeige von Variablen während des Betriebs der Steuerung zu verwenden.

Weitere Informationen zur Verwendung von OLT-Feldern finden Sie unter dem Stichwort OLT-Feld in der Online-Hilfe von SILworX und im Erste-Schritte-Handbuch HI 801 102 D.

8.1.10 Testmodus

Zur punktuellen Fehlersuche bietet SILworX einen Testmodus an. Im Testmodus kann das Anwenderprogramm in Einzelschritten, d. h., Zyklus für Zyklus, ausgeführt werden. Jeder Zyklus wird durch ein Kommando vom PADT ausgelöst. In der Zeit zwischen 2 Zyklen sind die von diesem Anwenderprogramm beschriebenen globalen Variablen **eingefroren**. Dadurch reagieren die zugeordneten physikalischen Ausgänge und Kommunikationsdaten nicht mehr auf Änderungen im Prozess.

Der Testmodus kann über den Parameter *Testmodus erlaubt* für jedes Anwenderprogramm einzeln aktiviert/deaktiviert werden.

Testmodus erlaubt	Beschreibung
Deaktiviert	Testmodus deaktiviert (Standardeinstellung).
Aktiviert	Testmodus aktiviert.

Tabelle 18: Anwenderprogramm-Parameter *Testmodus erlaubt*

HINWEIS

Störung des sicherheitsbezogenen Betriebs möglich!

Wenn ein Anwenderprogramm im Testmodus gestoppt ist, kann das Anwenderprogramm nicht auf Änderungen an den Eingängen sicherheitsbezogen reagieren und die Ausgänge nicht ansteuern!

Daher ist im sicherheitsbezogenen Betrieb der Testmodus nicht zulässig!

Für den sicherheitsbezogenen Betrieb muss der Parameter *Testmodus erlaubt* deaktiviert sein!

8.1.11 Online-Änderung von Systemparametern

Es ist möglich, die Systemparameter der Tabelle 19 online in der Steuerung zu ändern.

Ein typischer Anwendungsfall ist die vorübergehende Erhöhung der Watchdog-Zeit, um ein Reload durchführen zu können.

Vor dem Setzen der Parameter durch ein Online-Kommando ist zu bedenken, ob diese Parameteränderung zu einem riskanten Zustand der Anlage führen kann. Falls nötig, sind organisatorische und/oder technische Maßnahmen zu treffen, um einen Schadensfall auszuschließen. Die Anwendungsnormen sind zu beachten!

Die Werte der Sicherheitszeit und Watchdog-Zeit sind gegen die von der Anwendung geforderte Sicherheitszeit und gegen die tatsächliche Zykluszeit zu prüfen. Diese Werte können von der Steuerung nicht verifiziert werden!

Die Steuerung verhindert die Einstellung der Watchdog-Zeit auf einen Wert, der kleiner ist als die Watchdog-Zeit der in der Steuerung geladenen Konfiguration.

Parameter	Änderbar im Zustand der Steuerung
System-ID	STOPP
Watchdog-Zeit (der Ressource)	RUN, STOPP/GÜLTIGE_KONFIGURATION
Sicherheitszeit	RUN, STOPP/GÜLTIGE_KONFIGURATION
Sollzykluszeit	RUN, STOPP/GÜLTIGE_KONFIGURATION
Sollzykluszeit-Modus	RUN, STOPP/GÜLTIGE_KONFIGURATION
Online-Einstellungen erlauben	TRUE -> FALSE: Alle FALSE -> TRUE: STOPP
Autostart	Alle
Start erlaubt	Alle
Laden erlaubt	Alle
Reload erlaubt	Alle
Globales Forcen erlaubt	Alle
Globale Force Timeout-Reaktion	Alle
Globales MultiForcen erlaubt	Alle

Tabelle 19: Online änderbare Parameter

8.1.12 Projekt-Dokumentation für sicherheitsbezogene Anwendungen

Das Programmierwerkzeug SILworX ermöglicht den automatischen Ausdruck der Dokumentation eines Projektes. Die wichtigsten Dokumentationsarten sind:

- Schnittstellendeklaration.
- Signalliste.
- Logik.
- Beschreibung der Datentypen.
- Konfigurationen für System, Module und Systemparameter.
- Konfiguration des Netzwerks.
- Signal-Querverweisliste.

Die Dokumentation ist Bestandteil der Funktionsabnahme einer genehmigungspflichtigen Anlage durch eine Prüfstelle, z. B. TÜV.

8.1.13 Multitasking

Multitasking bezeichnet die Fähigkeit des HIMatrix Systems, bis zu 32 Anwenderprogramme innerhalb des Prozessormoduls abzuarbeiten.

Die einzelnen Anwenderprogramme lassen sich unabhängig voneinander starten und stoppen.

Der Zyklus eines Anwenderprogramms kann mehrere Zyklen des Prozessormoduls dauern. Dies ist durch Parameter der Ressource und des Anwenderprogramms steuerbar. Aus diesen Parametern errechnet SILworX die Watchdog-Zeit des Anwenderprogramms zu:

Watchdog-Zeit$_{\text{Anwenderprogramm}}$ **= Watchdog-Zeit**$_{\text{Prozessormodul}}$ **x Maximale Zyklenanzahl**

Die einzelnen Anwenderprogramme laufen generell rückwirkungsfrei voneinander ab. Gegenseitige Beeinflussung ist jedoch möglich durch:

- Verwendung derselben globalen Variablen in mehreren Anwenderprogrammen.
- Unvorhersehbar lange Laufzeiten bei einzelnen Anwenderprogrammen, falls keine Limitierung durch *Max Dauer pro Zyklus* parametriert ist.
- Die Verteilung der Anwenderprogramm-Zyklen auf Prozessormodul-Zyklen beeinflusst die Reaktionszeit des Anwenderprogramms und der vom Anwenderprogramm beschriebenen Variablen!
- Ein Anwenderprogramm wertet globale Variablen, die ein anderes Anwenderprogramm beschrieben hat, frühestens einen CPU-Zyklus später aus. Abhängig von der Einstellung *Maximale CPU-Zyklen Programm* in den Programmeigenschaften kann sich das Auswerten um eine größere Anzahl von CPU-Zyklen verzögern, was auch die Reaktion verzögert!

Weitere Informationen zum Multitasking finden Sie im Systemhandbuch HI 800 140 D.

8.1.14 Abnahme durch Genehmigungsbehörden

HIMA empfiehlt, bei der Projektierung einer abnahmepflichtigen Anlage so früh wie möglich die Genehmigungsbehörden einzuschalten.

Die Abnahme bezieht sich nur auf die Anwenderfunktion, nicht aber auf die sicherheitsbezogenen Module und Automatisierungsgeräte des Systems HIMatrix, die bereits baumustergeprüft sind.

8.2 Checkliste zur Erstellung eines Anwenderprogramms

HIMA empfiehlt, die verfügbare Checkliste zur Einhaltung sicherheitstechnischer Aspekte bei der Programmierung, vor und nach dem Laden des neuen oder geänderten Programms einzusetzen. Die Checkliste ist als Planungsunterlage einsetzbar, dient aber gleichzeitig auch als Nachweis für eine sorgfältig durchgeführte Planung.

Die aktuellen Checklisten können über die E-Mail-Adresse documentation@hima.com angefragt werden. Für registrierte Kunden stehen die Produktdokumentationen im HIMA Extranet als Download zur Verfügung.

9 Konfiguration der Kommunikation

Neben den physikalischen Eingangs- und Ausgangsvariablen können Variablenwerte auch über eine Datenverbindung mit einem anderen System ausgetauscht werden. Hierzu werden die Variablen mit dem Programmierwerkzeug SILworX im Bereich Protokolle der jeweiligen Ressource deklariert.

9.1 Standardprotokolle

Eine Reihe von Kommunikationsprotokollen erlaubt nur eine nicht sicherheitsbezogene Übertragung von Daten. Diese können für nicht sicherheitsbezogene Teile einer Automatisierungsaufgabe verwendet werden.

⚠ WARNUNG

Personenschaden durch Verwendung unsicherer Importdaten möglich!

Aus nicht sicheren Quellen importierte Daten nicht für die Sicherheitsfunktionen des Anwenderprogramms verwenden!

Für HIMatrix stehen die im Kommunikationshandbuch aufgelisteten Standardprotokolle zur Verfügung.

9.2 Sicherheitsbezogenes Protokoll safeethernet

Die sicherheitsbezogene Kommunikation über safe**ethernet** ist bis SIL 3 zertifiziert.

Die Überwachung der sicherheitsbezogenen Kommunikation ist im safe**ethernet**-Editor zu parametrieren.

Weitere Einzelheiten zu safe**ethernet** sind dem Kommunikationshandbuch HI 801 100 D zu entnehmen.

i **Unbeabsichtigter Übergang in den sicheren Zustand möglich!**

***ReceiveTMO* und *Production Rate* sind sicherheitsbezogene Parameter!**

ReceiveTMO ist die Überwachungszeit, innerhalb der eine korrekte Antwort von der anderen Steuerung empfangen werden muss.

Trifft innerhalb der *ReceiveTMO* keine korrekte Antwort des Kommunikationspartners ein, schließt HIMatrix die sicherheitsbezogene Kommunikation. Die Input-Variablen dieser safe**ethernet** Verbindung verhalten sich gemäß dem eingestellten Parameter *Freeze-Daten bei Verbindungsverlust [ms]*. Für sicherheitsbezogene Funktionen, die über safe**ethernet** realisiert werden, muss die Einstellung **Initialwert verwenden** benutzt werden.

Es ist möglich, in den folgenden Berechnungen der maximalen Reaktionszeit (*Worst Case Reaction Time*) die *Sollzykluszeit* an Stelle der *Watchdog-Zeit* einzusetzen, wenn gewährleistet ist, dass das Prozessormodul die Sollzykluszeit einhält, auch bei Reload.

In diesem Fall gelten für die Einstellung des *Sollzykluszeit-Modus* auf *fest-tolerant* oder *dynamisch-tolerant* die folgenden Voraussetzungen:

1. **Watchdog-Zeit ≥ 1,5 x Sollzykluszeit**
2. **ReceiveTMO ≥ 5 x Sollzykluszeit + 4 x Latenz**

   Latenz ist die Verzögerung auf der Übertragungsstrecke.
3. Bei Reload gibt es entweder nur ein Anwenderprogramm oder mehrere Anwenderprogramme, deren Zyklus sich auf einen Zyklus des Prozessormoduls beschränkt.

9.2.1 ResponseTime

Die *ResponseTime* ist die Zeit in Millisekunden (ms), die verstreicht, bis der Absender einer Nachricht die Empfangsbestätigung des Empfängers erhält.

Für die Parametrierung unter Verwendung eines safe**ethernet** Profils muss eine durch die physikalischen Gegebenheiten der Übertragungsstrecke erwartete *ResponseTime* vorgegeben werden.

Die vorgegebene *ResponseTime* hat Einfluss auf die Konfiguration aller Parameter der safe**ethernet** Verbindung, die wie folgt zu berechnen sind:

ResponseTime ≤ ReceiveTMO / n

n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 …

Das Verhältnis der *ReceiveTMO* und der *ResponseTime* beeinflusst die Fähigkeit zur Fehlertoleranz, z. B. bei Paketverlusten (Wiederholung von verloren gegangenen Datenpaketen) oder Verzögerungen auf dem Übertragungsweg.

In einem Netzwerk, in dem es zu Paketverlusten kommen kann, muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

min. Response Time ≤ ReceiveTMO / 2 ≥ 2 * Delay + 2,5 * max. Zykluszeit

Ist diese Bedingung erfüllt, kann der Verlust wenigstens eines Datenpaketes abgefangen werden, ohne dass die safe**ethernet** Verbindung unterbrochen wird.

i Ist diese Bedingung nicht erfüllt, kann die Verfügbarkeit einer safe**ethernet** Verbindung nur in einem kollisions- und störungsfreien Netzwerk garantiert werden. Dies bedeutet jedoch kein Sicherheitsproblem für das Prozessormodul!

i Es ist sicherzustellen, dass das Kommunikationssystem die parametrierte Response-Time einhält!

Für Fälle, in denen dies nicht immer garantieren werden kann, steht zur Überwachung der Response-Time eine entsprechende Systemvariable der Verbindung zur Verfügung. Kommt es nicht nur in seltenen Einzelfällen zu einer Überschreitung der gemessenen Response-Time über die halbe ReceiveTMO, muss die parametrierte Response Time erhöht werden.

Die Receive Timeout ist der neu parametrierten Response Time anzupassen.

HINWEIS

In den folgenden Beispielen gelten die Formeln für die Berechnung der maximalen Reaktionszeit im Fall einer Verbindung mit HIMatrix Steuerungen nur dann, wenn auf diesen die

Sicherheitszeit = 2 x Watchdog-Zeit, eingestellt ist.

9.3 Maximale Reaktionszeit für safeethernet

In den folgenden Beispielen gelten die Formeln für die Berechnung der maximalen Reaktionszeit im Fall einer Verbindung mit HIMatrix Steuerungen nur dann, wenn auf diesen keine Störaustastung programmiert wurde. Für HIMax und HIQuad X Steuerungen gelten diese Formeln immer.

i Die zulässige maximale Reaktionszeit ist abhängig vom Prozess und ist mit der abnehmenden Prüfstelle abzustimmen.

Die folgende Tabelle beschreibt die in SILworX für die Berechnung der maximalen Reaktionszeit zu berücksichtigenden Parameter und Bedingungen:

Begriffe	Beschreibung
ReceiveTMO	Überwachungszeit in der Steuerung 1 (PES 1), in der eine gültige Antwort von der Steuerung 2 (PES 2) empfangen werden muss. Nach Ablauf der Zeit wird die sicherheitsbezogene Kommunikation andernfalls geschlossen.
Production Rate	Mindestabstand zwischen zwei Datensendungen.
Watchdog-Zeit	Maximal erlaubte Dauer eines RUN-Zyklus in einer Steuerung. Die Dauer des RUN-Zyklus hängt von der Komplexität des Anwenderprogramms und der Anzahl der safe**ethernet** Verbindungen ab. Die Watchdog-Zeit ist in den Eigenschaften der Ressource einzutragen.
Worst Case Reaction Time	Maximale Reaktionszeit für die Übertragung einer Signaländerung am physikalischen Eingang (In) eines PES 1 bis zur Signaländerung am physikalischen Ausgang (Out) eines PES 2.
Reaktionszeit der HIMatrix Steuerung	Für weitere Informationen zur Reaktionszeit der HIMatrix Steuerung (Ressource) t_{RR}, siehe Kapitel *Sicherheitsrelevante Zeiten*.
Delay	Verzögerung einer Übertragungsstrecke z. B. bei Modem- oder Satellitenverbindung. Bei direkter Verbindung kann zunächst eine Verzögerung von 2 ms angenommen werden. Die tatsächliche Verzögerung der Übertragungsstrecke kann von dem zuständigen Netzwerkadministrator ausgemessen werden.

Tabelle 20: Beschreibung safe**ethernet** Parameter und Bedingungen

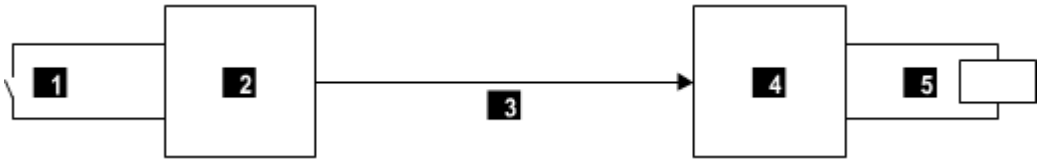
Für die folgenden Berechnungen der zulässigen maximalen Reaktionszeiten gelten folgende Bedingungen:

- Die Signale, die mit safe**ethernet** übertragenen werden, müssen in den jeweiligen Steuerungen innerhalb eines CPU-Zyklus verarbeitet werden.
- Die Reaktionszeiten der Sensoren und Aktoren sind zusätzlich zu addieren.

Die Berechnungen gelten auch für Signale in umgekehrter Richtung.

9.3.1 Berechnung der maximalen Reaktionszeit

Die maximale Reaktionszeit T_R (*Worst Case*) vom Wechsel eines Eingangs der Steuerung 1 bis zur Reaktion des Ausgangs der Steuerung 2 kann wie folgt berechnet werden:



1 Eingang
2 HIMatrix Steuerung 1
3 Sicherheitsbezogenes Protokoll
4 HIMatrix Steuerung 2
5 Ausgang

Bild 3: Reaktionszeit bei Verbindung zweier HIMatrix Steuerungen

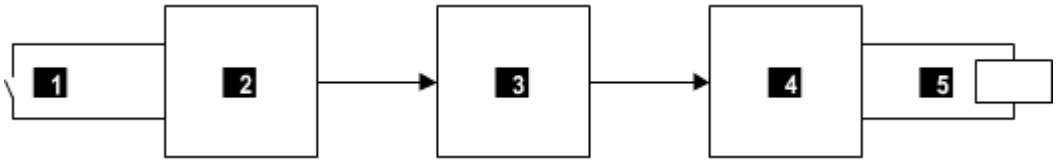
$$T_R = t_1 + t_2 + t_3$$

T_R Worst Case Reaction Time
t_1 2 * Watchdog-Zeit der HIMatrix-Steuerung 1
t_2 ReceiveTMO
t_3 2 * Watchdog-Zeit der HIMatrix-Steuerung 2

Die maximal zulässige Reaktionszeit ist abhängig vom Prozess und mit der abnehmenden Prüfstelle abzustimmen.

9.3.2 Berechnung der max. Reaktionszeit mit zwei Remote I/Os

Die maximale Reaktionszeit T_R vom Wechsel eines Eingangs der ersten HIMatrix Steuerung oder Remote I/O (z. B. F3 DIO 20/8 01) bis zur Reaktion des Ausgangs der zweiten HIMatrix Steuerung oder Remote I/O kann wie folgt berechnet werden:



1 Eingang
2 Remote I/O 1
3 HIMatrix Steuerung
4 Remote I/O 2
5 Ausgang

Bild 4: Reaktionszeit mit Remote I/Os

$$T_R = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

T_R Worst Case Reaction Time
t_1 2 * Watchdog-Zeit der Remote I/O 1
t_2 $ReceiveTMO_1$
t_3 2 * Watchdog-Zeit der HIMatrix-Steuerung
t_4 $ReceiveTMO_2$
t_5 2 * Watchdog-Zeit der Remote I/O 2

Anmerkung: Die beiden Remote I/Os 1 und 2 können auch identisch sein. Die Zeiten gelten auch dann, wenn statt eines oder beider Remote I/Os eine oder zwei HIMatrix Steuerungen eingesetzt werden.

9.3.3 Verbindungen zu HIMax Steuerungen

Verbindungen zwischen HIMatrix und HIMax Steuerungen sind im Sicherheitshandbuch HIMax HI 801 002 D und im Kommunikationshandbuch HI 801 100 D beschrieben.

9.4 Sicherheitsbezogenes Protokoll HIPRO-S V2

Das HIPRO-S V2 Protokoll wird zur sicherheitsbezogenen Kommunikation gemäß SIL 3 zwischen HIQuad Steuerungen und HIQuad X, HIMax oder HIMatrix Steuerungen verwendet.

Für weitere Informationen, siehe HIPRO-S V2 Handbuch HI 800 722 D.

- Für HIMax Steuerungen eine Betriebssystem-Version ab V8.
- Für HIQuad X Steuerungen.
- Für HIQuad Steuerungen mit Betriebssystem-Ausgabe ab BS41q/51q V7.0-8 (08.xx).
- Für HIMatrix 03 Steuerungen mit Betriebssystem-Version ab V12 (CPU) / V16.10 (COM).

Das HIPRO-S V2 Protokoll darf nur für Verbindungen zwischen HIQuad Steuerungen oder zu HIMax Steuerungen verwendet werden. Verbindungen zwischen HIMax Steuerungen untereinander und mit HIMatrix Steuerungen müssen mit safe**ethernet** aufgebaut werden!

Für weitere Informationen, siehe HIPRO-S V2 Handbuch HI 800 722 D.

9.5 Sicherheitsbezogenes Protokoll PROFIsafe

Einzelheiten zu PROFIsafe sind dem Kommunikationshandbuch HI 801 100 D zu entnehmen.

9.6 Sicherheitsbezogenes Protokoll ISOFAST

Einzelheiten zu ISOFAST sind dem ISOFAST Handbuch HI 801 464 D zu entnehmen.

10 Einsatz in Brandmelderzentralen

Die HIMatrix Systeme sind für Brandmelderzentralen nach DIN EN 54-2 und NFPA 72 einsetzbar, wenn für die Eingänge und Ausgänge Leitungsüberwachung parametriert ist.

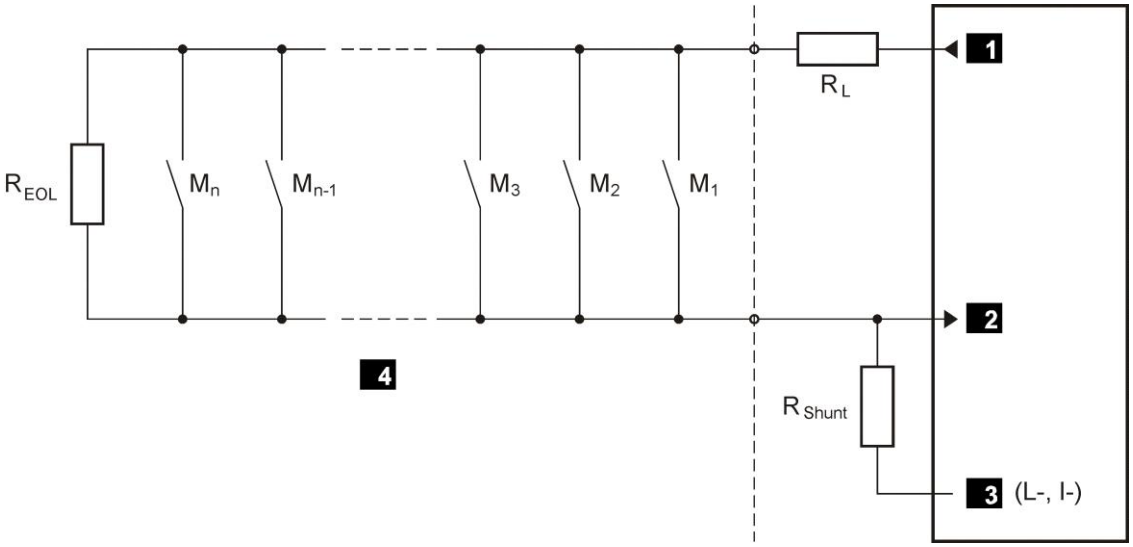
Hierzu ist es erforderlich, dass das Anwenderprogramm die Funktionalitäten für Brandmelderzentralen nach den genannten Normen erfüllt.

DIN EN 54-2 fordert 10 s als maximale Zykluszeit für Brandmelderzentralen. Dieser maximale Wert kann mit den HIMA Systemen leicht erfüllt werden, da die Zykluszeiten dieser Systeme im Bereich von Millisekunden liegen. Dies gilt ebenso für die gegebenenfalls geforderte Sicherheitszeit von 1 s (Fehlerreaktionszeit).

Nach DIN EN 54-2 muss die Brandmeldezentrale den Störungsmeldezustand innerhalb von 100 s nach Empfang der Störungsmeldung im HIMatrix-System einnehmen.

Der Anschluss der Brandmelder erfolgt im Arbeitsstromprinzip mit Leitungsüberwachung auf Leitungsschluss und Leitungsbruch. Hierzu sind folgende Geräte verwendbar:

- Die digitalen und analogen Eingänge der Steuerung F35 03.
- Die analogen Eingänge der Remote I/O F3 AIO 8/4 01.
- Die digitalen Ein-und Ausgänge der Remote I/Os F3 DIO 16/8 01 und F3 DIO 8/8 01
- Die Eingangsmodule AI 8 01 und MI 24 01 der Steuerung F60



1 Sensorspeisung
2 Analoger Eingang
3 Bezugspotenzial
4 Meldeschleife

M Brandmelder
R_{EOL} Abschlusswiderstand am letzten Sensor der Schleife
R_L Begrenzung des maximal zulässigen Stroms der Schleife
R_{Shunt} Messwiderstand

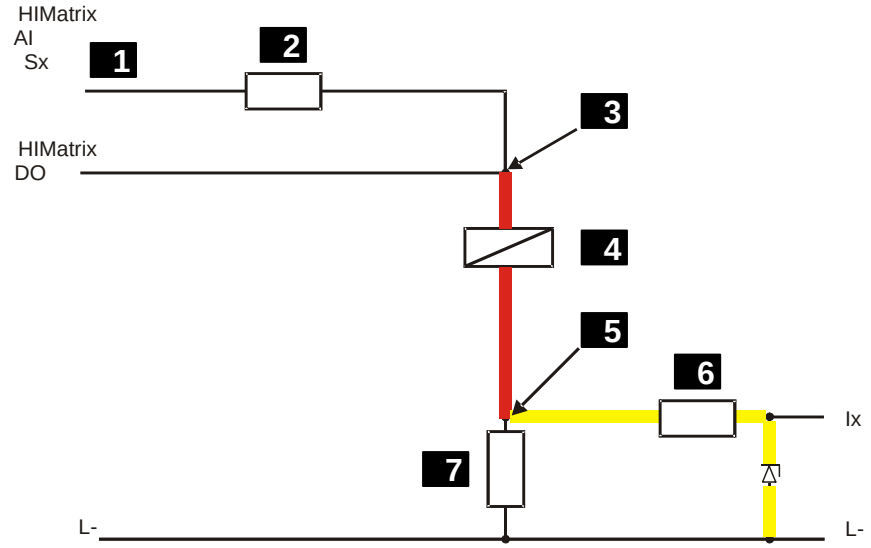
Bild 5: Verschaltung von Brandmeldern

Für die Applikation sind die Widerstände R_{EOL}, R_L und R_{Shunt} abhängig von den eingesetzten Sensoren und der Anzahl der Sensoren pro Meldeschleife zu berechnen. Die dafür notwendigen Daten sind dem jeweiligen Datenblatt des Sensorherstellers zu entnehmen.

Die Alarmausgänge zur Ansteuerung von Lampen, Sirenen, Hupen usw. werden im Arbeitsstromprinzip betrieben. Diese Ausgänge sind auf Leitungsbruch und Leitungsschluss zu überwachen. Das kann durch Rückführung der Ausgangssignale direkt vom Aktor auf Eingänge erfolgen.

Der Strom im Aktorkreis kann über einen analogen Eingang mit einem geeigneten Shunt überwacht werden. Eine Reihenschaltung von Z-Diode und Vorwiderstand schützt den Eingang vor Überspannungen im Fall des Leitungsschlusses.

Für eine eindeutige Leitungsbrucherkennung (bei abgesteuerten Ausgängen DO) ist zusätzlich zu den analogen Eingängen eine Transmitterspeisung notwendig (siehe Skizze unten):



1 Transmitterspannung 26,4 V
2 Vorwiderstand ($R_{Vorwiderstand}$)
3 Feldanschlussklemme
4 Aktor
5 Feldanschlussklemme
6 Vorwiderstand (R_{Diode})
7 Messwiderstand (R_{Shunt})

Bild 6: Beispiel für Leitungsbruch- und Leitungsschluss-Überwachung von digitalen Ausgängen

Bereich der Leitungsbruch-/Leitungsschluss-Überwachung

Schutzschaltung bei Leitungsschluss

Ein Parametrierungsbeispiel für die Leitungsschlussüberwachung mit zusätzlicher Leitungsbruchüberwachung von Aktoren mittels analogen Eingängen findet sich im HIMatrix F35 03 Handbuch HI 800 476 D.

Ein entsprechend angepasstes Anwenderprogramm kann die Ansteuerung von Visualisierungssystemen, Leuchtmeldetableaus, LED-Anzeigen, alphanumerischen Displays, akustischen Alarmen usw. realisieren.

Die Weiterleitung von Störungsmeldungen über Eingangs- und Ausgangskanäle oder zu Übertragungseinrichtungen für Störungsmeldungen muss im Ruhestromprinzip erfolgen.

Die Übertragung von Brandmeldungen von einem HIMatrix System zu einem Fremdsystem kann mit dem vorhandenen Kommunikationsstandard Ethernet (OPC) realisiert werden. Der Ausfall der Kommunikation ist zu melden.

HIMatrix Systeme, die als Brandmelderzentrale eingesetzt werden, müssen eine redundante Stromversorgung haben. Zusätzlich müssen Vorkehrungen gegen einen Ausfall der Energieversorgung getroffen werden, z. B. Einsatz einer batteriebetriebenen Hupe. Die Umschaltung zwischen Netzversorgung und der Ersatzstromversorgung muss einen unterbrechungsfreien Betrieb gewährleisten. Spannungseinbrüche bis zu einer Dauer von 10 ms sind zulässig.

Bei Störungen des Systems beschreibt das Betriebssystem die im Anwenderprogramm zugewiesenen Systemvariablen. Somit ist eine Fehlersignalisierung auf die vom System erkannten Fehler programmierbar. Das HIMatrix System schaltet im Fehlerfall sicherheitsbezogene Eingänge und Ausgänge ab, mit folgenden Auswirkungen:

- Verarbeitung des Low-Pegels in allen Kanälen der fehlerhaften Eingänge.
- Abschaltung aller Kanäle der fehlerhaften Ausgänge.

Bei Brandmelderanlagen nach EN 54-2 und NFPA 72 ist eine Erdschlussüberwachung einzusetzen.

11 ATEX-konformer Einsatz als Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtung

Die HIMatrix Steuerung F35 03 und die Remote I/O F3 AIO 8/4 01 sind geeignet für den bestimmungsgemäßen Einsatz zur Detektion und Messung von brennbaren Gasen.

Die genannten HIMatrix Geräte sind nach folgenden Normen geprüft:

- EN 50271:2010
- EN 50495:2010
- IEC / EN 60079-0:2012 + A11:2013
- IEC / EN 60079-29-1:2008

Die genannten Geräte erfüllen die Anforderungen der Richtlinie 2014/34/EU und sind Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen gemäß ATEX Richtlinie.

Die genannten Geräte sind geeignet zur Überwachung von Zündgefährdungen in explosionsgefährdeten Bereichen als zugehörige Betriebsmittel, oder als ortsfeste Gaswarnzentralen zur Detektion und Messung von brennbaren Gasen.

Die Hardware und Software der Geräte ist auf Einhaltung der Anforderungen gemäß EN 60079-29-1 und EN 50271 geprüft.

An den 4 … 20 mA Signaleingängen sind Gassensoren anzuschließen, die den Anforderungen der EN 60079-29-1 genügen. Die Anschaltung der Gassensoren muss unter Beachtung der Dokumentationen und der EU-Baumusterprüfbescheinigungen durchgeführt werden.

Die Erstellung des sicherheitsrelevanten Applikationsprogramms muss unter Beachtung des Sicherheitshandbuchs mit dem Programmiertool SILworX erfolgen.

Die sicherheitstechnische Funktion ist durch Verifikation und Validation nachzuweisen.

Für die herzustellende Sicherheitseinrichtung oder Gaswarnanlage ist eine zugehörige Sicherheitsinformation und Betriebsanleitung nach 2014/34/EU, Anhang II, Absatz 1.0.6 zu erstellen. In einem weiteren Konformitätsbewertungsverfahren ist für die Sicherheitseinrichtung oder Gaswarnanlage eine vollständige EU-Baumusterprüfbescheinigung zu erstellen, unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Punkte.

12 Einsatz von HIMatrix Geräten in Zone 2

HIMatrix Geräte (Kompaktsteuerungen, die modulare Steuerung F60 und Remote I/Os) sind zum Einbau in den explosionsgefährdeten Bereich der Zone 2 geeignet. Dazu sind, neben den besonderen Bedingungen, die Montage- und Installationsangaben in den Gerätehandbüchern und dem Systemhandbuch zu beachten.

Die Konformitätserklärung für die HIMatrix Geräte ist auf den HIMA Webseiten www.hima.com/de zu finden.

HIMatrix Geräte erfüllen die Anforderungen folgender Richtlinien und Normen:

Richtlinie	Norm	Beschreibung
IECEx	IEC 60079-0:2011	Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel Allgemeine Anforderungen
ATEX 2014/34/EU	EN 60079-0:2012 + A11:2013	
IECEx	IEC 60079-15:2010	Explosionsgefährdete Atmosphäre – Teil 15: Geräteschutz durch Zündschutzart «n»
ATEX 2014/34/EU	EN 60079-15:2010	

Tabelle 21: Normen für HIMatrix Geräte in Zone 2

Die HIMatrix Geräte sind mit einer der folgenden Ex-Kennzeichnungen versehen:

 II 3G Ex nA IIC T4 Gc

 II 3G Ex nA nC IIC T4 Gc

Kennzeichnung	Beschreibung
	Ex-Kennzeichen nach Richtlinie
II	Gerätegruppe, für alle explosionsgefährdeten Bereiche außer schlagwettergefährdete Grubenbaue.
3G	Gerätekategorie, Bereich mit normalerweise keinem, oder nur kurzfristig auftretendem brennbarem Gasgemisch.
Ex	Ex-Kennzeichen nach Norm
nA	Zündschutzart für nicht funkende Einrichtung
nC	Zündschutzart für funkende, abgedichtete Einrichtung
IIC	Zündgruppe des Gases, typisches Gas ist Wasserstoff
T4	Temperaturklasse T4, mit einer maximalen Oberflächentemperatur von 135 °C
Gc	Geräteschutzniveau, entspricht der ATEX-Gerätekategorie 3G

Tabelle 22: Beschreibung Ex-Kennzeichnung HIMatrix Geräte

Besondere Bedingungen

1. HIMatrix Geräte sind in ein Gehäuse einzubauen, das die Anforderungen der IEC 60079-15/EN 60079-15 mit einer Schutzart IP54 oder besser erfüllt.
2. Das Gehäuse muss mit folgendem Aufkleber versehen sein:

   Arbeiten nur im spannungslosen Zustand zulässig

   Ausnahme:

   Ist sichergestellt, dass keine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist, darf auch unter Spannung gearbeitet werden.
3. Die HIMatrix Geräte sind für den Betrieb mit maximalem Verschmutzungsgrad 2 ausgelegt.
4. Das verwendete Gehäuse muss die entstehende Verlustleistung sicher abführen können. Die Verlustleistung der HIMatrix Geräte ist den entsprechenden Gerätehandbüchern zu entnehmen.
5. Die Spannungsversorgung 24 VDC muss aus einem Netzgerät mit sicherer Trennung erfolgen. Nur Netzgeräte in den Ausführungen PELV oder SELV einsetzen.
6. HIMatrix Geräte sind mit Sicherungen, wie in den Gerätehandbüchern beschrieben, abzusichern.
7. Die in den Gerätehandbüchern aufgeführten Bedingungen sind ebenfalls zu beachten.

Anwendbare Normen:

IEC 60079-14: 2013	Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen.
EN 60079-14: 2014	

Anforderungen für die Zündschutzart «n» sind zu beachten.

Anhang

Glossar

Begriff	Beschreibung
AI	Analog Input: Analoger Eingang
AO	Analog Output: Analoger Ausgang
ARP	Address Resolution Protocol: Netzwerkprotokoll zur Zuordnung von Netzwerkadressen zu Hardware-Adressen
COM	Kommunikation (-modul)
CRC	Cyclic Redundancy Check: Prüfsumme
DI	Digital Input: Digitaler Eingang
DO	Digital Output: Digitaler Ausgang
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Normen
ESD	Electrostatic Discharge: Elektrostatische Entladung
FB	Feldbus
FBS	Funktionsbausteinsprache
HW	Hardware
ICMP	Internet Control Message Protocol: Netzwerkprotokoll für Status- und Fehlermeldungen
IEC	Internationale Normen für die Elektrotechnik
LS/LB	Leitungsschluss/Leitungsbruch
MAC	Media Access Control: Hardware-Adresse eines Netzwerkanschlusses
PADT	Programming and Debugging Tool (nach IEC 61131-3), PC mit SILworX
PE	Protective Earth: Schutzerde
PELV	Protective Extra Low Voltage: Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung
PES	Programmierbares Elektronisches System
R	Read, Auslesen einer Variablen
rückwirkungsfrei	Eingänge sind für rückwirkungsfreien Betrieb ausgelegt und können in Schaltungen mit Sicherheitsfunktionen eingesetzt werden.
R/W	Read/Write (Spaltenüberschrift für Art von Systemvariable)
SELV	Safety Extra Low Voltage: Schutzkleinspannung
SFF	Safe Failure Fraction: Anteil der sicher beherrschbaren Fehler
SIL	Safety Integrity Level (nach IEC 61508)
SILworX	Programmierwerkzeug
SNTP	Simple Network Time Protocol (RFC 1769)
SRS	System.Rack.Slot: Adressierung eines Moduls
SSL	Secure Sockets Layer, siehe TLS
SW	Software
TLS	Transport Layer Security: Hybrides Verschlüsslungsprotokoll
TMO	Timeout
W	Write: Variable wird mit Wert versorgt, z. B. vom Anwenderprogramm
WD	Watchdog: Funktionsüberwachung für Systeme. Signal für fehlerfreien Prozess
WDZ	Watchdog-Zeit
w_S	Scheitelwert der Gesamt-Wechselspannungskomponente

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Index

HANDBUCH

HIMatrix Sicherheitshandbuch

HI 800 022 D

Für weitere Informationen kontaktieren Sie:

HIMA Paul Hildebrandt GmbH
Albert-Bassermann-Str. 28
68782 Brühl, Germany

Telefon +49 6202 709-0
Fax +49 6202 709-107
E-Mail info@hima.com

Erfahren Sie online mehr über HIMatrix:

www.hima.com/de/produkte-services/himatrix/

www.hima.com