

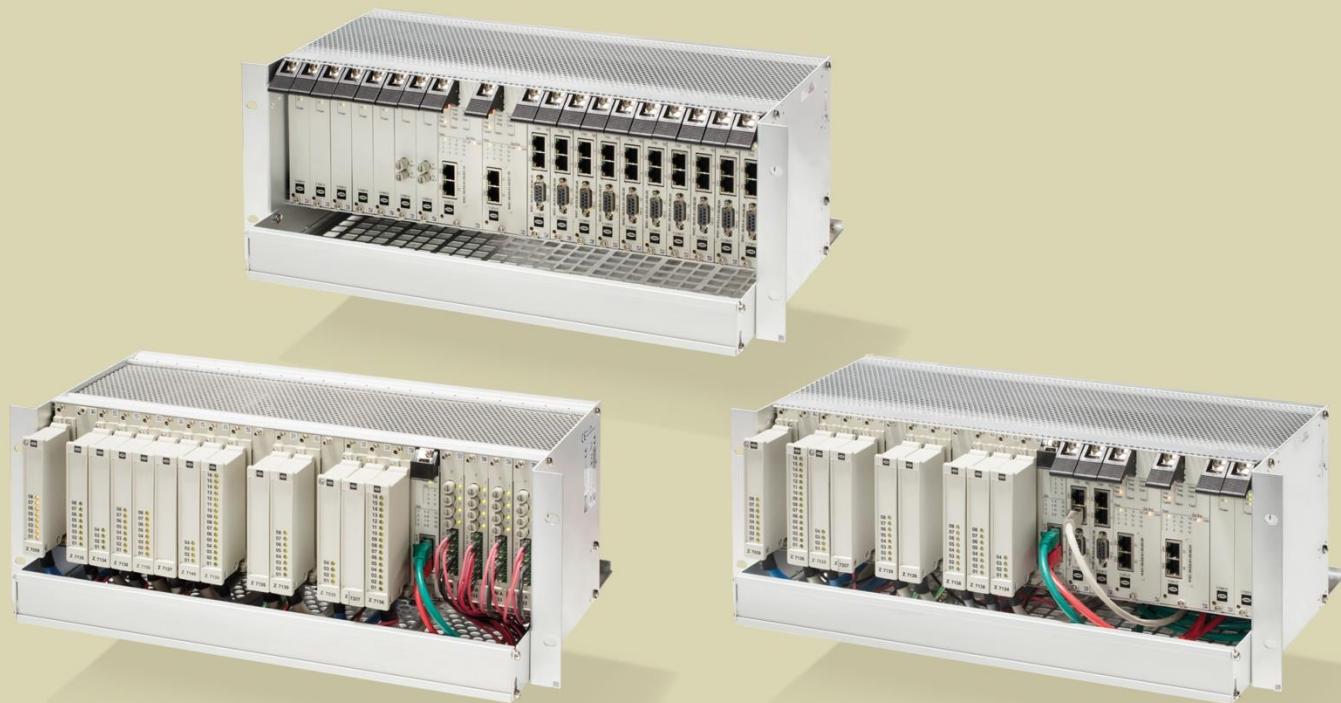


SMART  
SAFETY.

Handbuch

# HIQuad®X

## Systemhandbuch



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](mailto:documentation@hima.com) angefragt werden.

© Copyright 2020, HIMA Paul Hildebrandt GmbH

Alle Rechte vorbehalten.

## Kontakt

HIMA Paul Hildebrandt GmbH

Postfach 1261

68777 Brühl

Tel.: +49 6202 709-0

Fax: +49 6202 709-107

E-Mail: [info@hima.com](mailto:info@hima.com)

Revisions-index	Änderungen	Art der Änderung	
		technisch	redaktionell
1.00	Erstausgabe		
1.01	Geändert: Kapitel Spannungsversorgung	X	X
2.00	Geändert: Kapitel Benutzerverwaltung, Kapitel Forcen Neu: Kapitel MultiForcen	X	X
2.01	Geändert: Kapitel Systembus Neu: Application Programming Interface (API)		

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>9</b>
1.1	Aufbau und Gebrauch der Dokumentation	9
1.2	Zielgruppe	9
1.3	Darstellungskonventionen	10
1.3.1	Sicherheitshinweise	10
1.3.2	Gebrauchshinweise	11
1.4	<b>Safety Lifecycle Services</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>13</b>
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	13
2.1.1	Anwendung im Ruhestromprinzip	13
2.1.2	Anwendung im Arbeitsstromprinzip	13
2.1.3	Einsatz in Brandmelderzentralen	13
2.1.4	Explosionsschutz	13
2.2	<b>ESD-Schutzmaßnahmen</b>	<b>14</b>
2.3	<b>Restrisiken</b>	<b>14</b>
2.4	<b>Sicherheitsvorkehrungen</b>	<b>14</b>
2.5	<b>Notfallinformationen</b>	<b>14</b>
2.6	<b>Automation Security</b>	<b>15</b>
2.6.1	Produkteigenschaften	15
2.6.2	Risikoanalyse und Planung	16
<b>3</b>	<b>Konzept HIQuad X</b>	<b>17</b>
3.1	<b>Sicherheit und Verfügbarkeit</b>	<b>17</b>
3.2	<b>Konzept HIQuad H51X</b>	<b>18</b>
3.2.1	Mono-System H51X	19
3.2.2	Redundanz-System H51X	21
3.3	<b>Konzept HIQuad H41X</b>	<b>24</b>
3.3.1	Mono-System H41X	25
3.3.2	Redundanz-System H41X	27
3.4	<b>Erweiterungs-Rack</b>	<b>29</b>
3.5	<b>Lüftungskonzept</b>	<b>30</b>
3.5.1	Maßnahmen zur Temperaturreduzierung	30
3.5.2	Projektierungshilfen	30
3.5.2.1	Aufbau des HIQuad X Systems im Schaltschrank	30
3.5.2.2	Wärmeabfuhr	32
3.5.2.3	Aufstellungsart	32
3.5.2.4	Eigenkonvektion	32
3.5.2.5	Normhinweis	32
<b>4</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>33</b>
4.1	<b>Rückwandbus</b>	<b>33</b>
4.2	<b>19-Zoll-Rahmen</b>	<b>33</b>
4.2.1	Rückwandbus H51X	35
4.2.1.1	Einspeisung Basis-Rack H51X	35
4.2.1.2	Gepufferte Spannung LS1+ und LS2+ der Puffermodule F-PWR 02	36
4.2.1.3	5-V-Spannungsversorgung für Erweiterungs-Racks	36

4.2.1.4	Melderelais Puffermodule F-PWR 02, XG6.	36
4.2.2	Rückwandbus H41X	37
4.2.2.1	Einspeisung Basis-Rack H41X	37
4.2.2.2	5-V-Spannungsversorgung für das Erweiterungs-Rack	38
4.2.2.3	24-V-Hilfsspannungen für E/A-Module und E/A-Verarbeitungsmodul	39
4.2.3	Rückwandbus Erweiterungs-Rack	40
4.2.4	Temperaturüberwachung	41
<b>4.3</b>	<b>Spannungsversorgung</b>	<b>42</b>
4.3.1	Basis-Rack H51X (24 VDC) Mono	45
4.3.2	Basis-Rack H51X (24 VDC) Redundant	46
4.3.3	Basis-Rack H51X und E/A-Ebene (24 VDC) Redundant	47
4.3.4	Basis-Rack H51X (24 VDC) E/A-Ebene über Puffermodule F-PWR 02 (optional)	48
4.3.5	Basis-Rack H41X (24 VDC) Mono	49
4.3.6	Basis-Rack H41X (24 VDC) Redundant	50
4.3.7	HIQuad X Verteilung 24 VDC	51
4.3.8	HIQuad X Verteilung 5 VDC	53
4.3.8.1	H51X Verteilung 5 VDC	53
4.3.8.2	H41X Verteilung 5 VDC	55
4.3.9	H51X Zusatzstromversorgung 5 VDC	56
<b>4.4</b>	<b>Systembus</b>	<b>56</b>
<b>4.5</b>	<b>E/A-Bus</b>	<b>57</b>
<b>4.6</b>	<b>E/A-Watchdog (WD)</b>	<b>57</b>
<b>4.7</b>	<b>Module</b>	<b>58</b>
<b>4.8</b>	<b>Prozessormodul F-CPU 01</b>	<b>58</b>
4.8.1	Betriebssystem	58
4.8.1.1	Genereller Ablauf des Zyklus	58
4.8.1.2	Zustände des Betriebssystems	58
4.8.2	Verhalten bei Fehlern	60
<b>4.9</b>	<b>E/A-Verarbeitungsmodul F-IOP 01</b>	<b>61</b>
<b>4.10</b>	<b>Kommunikationsmodul F-COM 01</b>	<b>61</b>
<b>4.11</b>	<b>E/A-Module</b>	<b>62</b>
4.11.1	Anwendungsbereich E/A-Module	62
4.11.2	Typenschild der E/A-Module	63
4.11.3	Einbaulage	63
<b>4.12</b>	<b>Störaustastung</b>	<b>64</b>
4.12.1	Wirkung der Störaustastung	64
4.12.2	Einstellung der Störaustastung	64
4.12.3	Ablauf der Störaustastung	65
4.12.4	Wirkrichtungen der Störaustastung	67
4.12.4.1	Wirkrichtung vom Eingangsmodul zu Prozessormodul (3)	67
4.12.4.2	Wirkrichtung vom Prozessormodul zum Ausgangsmodul (4)	67
4.12.4.3	Wirkrichtung vom Ausgangsmodul zu Prozessormodul (7)	67
<b>4.13</b>	<b>Kommunikation</b>	<b>68</b>
4.13.1	Lizenierung Protokolle	68
<b>4.14</b>	<b>PADT mit dem System verbinden</b>	<b>68</b>
<b>4.15</b>	<b>Lizenzierung</b>	<b>69</b>
<b>5</b>	<b>Redundanz</b>	<b>70</b>
<b>5.1</b>	<b>Prozessormodul-Redundanz</b>	<b>70</b>

5.1.1	Verminderung der Redundanz	70
5.1.2	Redundanzauführung	70
<b>5.2</b>	<b>Redundanz von E/A-Modulen</b>	<b>70</b>
5.2.1	Modulredundanz	71
5.2.2	Kanalredundanz	71
<b>5.3</b>	<b>Systembus-Redundanz</b>	<b>71</b>
<b>5.4</b>	<b>Kommunikations-Redundanz</b>	<b>71</b>
5.4.1	safeethernet	71
5.4.2	Standardprotokolle	71
<b>6</b>	<b>Programmierung</b>	<b>72</b>
<b>6.1</b>	<b>Anschluss des Programmierwerkzeugs</b>	<b>72</b>
6.1.1	Verwendung der Ethernet-Schnittstellen	72
<b>6.2</b>	<b>Verwendung von Variablen in einem Projekt</b>	<b>72</b>
6.2.1	Variablentypen	73
6.2.2	Initialwert	74
6.2.3	Systemvariablen und Systemparameter	74
6.2.4	Systemparameter der Ressource	75
6.2.4.1	Hinweise zum Parameter <i>Minimale Konfigurationsversion</i>	78
6.2.4.2	Verwendung der Parameter <i>Sollzykluszeit</i> und <i>Sollzykluszeit-Modus</i>	79
6.2.4.3	Maximale Kommunikationszeitscheibe	80
6.2.4.4	Ermitteln der maximalen Dauer der Kommunikationszeitscheibe	80
6.2.4.5	Berechnung der <i>Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]</i> $t_{\text{Konfig}}$	81
6.2.5	Systemvariablen eines Racks	82
6.2.5.1	Eingangsvariablen zum Auslesen von Parametern	82
6.2.5.2	Abschließen und Aufschließen der Ressource	87
6.2.6	Systemparameter der Anwenderprogramme	88
6.2.7	Hinweise zum Parameter <i>Codegenerierung Kompatibilität</i>	89
6.2.8	Die lokalen Systemvariablen des Anwenderprogramms	90
6.2.9	Zuordnung zu E/A-Kanälen	91
6.2.9.1	Verwendung digitaler Eingänge	91
6.2.9.2	Verwendung analoger Eingänge	92
6.2.9.3	Verwendung sicherheitsbezogener Zählereingänge	92
6.2.9.4	Verwendung digitaler Ausgänge	93
6.2.9.5	Verwendung analoger Ausgänge	93
6.2.10	Zuordnung zu Kommunikationsverbindungen	93
<b>6.3</b>	<b>Forcen</b>	<b>94</b>
6.3.1	Verwendung von Forcen	94
6.3.2	Per Reload geänderte Zuweisung einer Datenquelle	95
6.3.3	Zeitbegrenzung	95
6.3.4	Einschränkung des Forcens	95
6.3.5	Force-Editor	96
6.3.6	Automatisches Zurücksetzen des Forcens	96
6.3.7	Forcen und skalare Ereignisse	97
6.3.8	MultiForcen	97
6.3.8.1	Ziele von MultiForcen	98
6.3.8.2	Globales MultiForcen	98
<b>6.4</b>	<b>Ablauf des Zyklus</b>	<b>98</b>
<b>6.5</b>	<b>Laden von Anwenderprogrammen</b>	<b>99</b>
6.5.1	Download	99

6.5.2	Reload	99
6.5.2.1	Bedingungen für die Verwendung von Reload	101
6.5.2.2	Cold Reload	103
6.5.2.3	Grenzen für Reload	103
<b>6.6</b>	<b>Benutzerverwaltung</b>	<b>104</b>
6.6.1	Standard-Zugriffsrechte	105
6.6.1.1	Benutzergruppe «Sicherheitsadministratoren»	105
6.6.2	Zugriffsarten und Berechtigungen	105
6.6.2.1	Zugriffsarten der PADT-Benutzerverwaltung	106
6.6.2.2	Zugriffsarten der PES-Benutzerverwaltung	107
6.6.3	PADT-Benutzerverwaltung anlegen	108
6.6.4	PES-Benutzerverwaltung anlegen	108
<b>6.7</b>	<b>Application Programming Interface (API)</b>	<b>109</b>
<b>7</b>	<b>Diagnose</b>	<b>110</b>
7.1	Leuchtdioden (LEDs)	110
7.2	Diagnosehistorie	110
7.2.1	Diagnosemeldungen	111
7.3	Online-Diagnose	113
<b>8</b>	<b>Produktdaten, Dimensionierung</b>	<b>115</b>
8.1	Umgebungsbedingungen	115
8.2	Dimensionierung	116
<b>9</b>	<b>Lebenszyklus</b>	<b>117</b>
<b>9.1</b>	<b>Installation</b>	<b>117</b>
9.1.1	Mechanischer Aufbau	117
9.1.2	Feldebene anschließen	117
9.1.3	Erdung	117
9.1.3.1	CE-konformer Schaltschrankaufbau	118
9.1.3.2	Surge auf digitalen Eingängen	118
9.1.4	Erdungsverbindungen	119
9.1.5	Erdung- und Schirmkonzept eines HIMA Schaltschranks	121
9.1.6	Erdanschluss mehrerer Schaltschränke	122
9.1.7	Erdfreier Betrieb	122
9.1.8	Geerdeter Betrieb	122
9.1.9	Schirmung im Ein-Ausgangsbereich	123
9.1.10	Blitzschutz für Datenleitungen in HIMA Kommunikationssystemen	123
9.1.11	Kabelfarben	123
9.1.12	Anschluss der Versorgungsspannung	123
<b>9.2</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>124</b>
9.2.1	Schaltschrank in Betrieb nehmen	124
9.2.1.1	Alle Eingänge und Ausgänge prüfen	124
9.2.1.2	Spannungszuschaltung	124
9.2.2	PES mit Prozessormodulen (F-CPU 01) in Betrieb nehmen	124
9.2.3	Start mit nur einem responsible Prozessormodul	125
9.2.3.1	Fehlerfälle	126
<b>9.3</b>	<b>Wartung und Instandhaltung</b>	<b>126</b>
9.3.1	Zuschalten der Spannungsversorgung nach Betriebsunterbrechung	126
9.3.2	Anschließen einer redundanten Spannungsversorgung	126

---

9.3.3	Laden von Betriebssystemen	127
<b>10</b>	<b>HIQuad X Dokumentation</b>	<b>128</b>
	<b>Anhang</b>	<b>129</b>
	<b>Glossar</b>	<b>129</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>130</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>131</b>
	<b>Index</b>	<b>133</b>



## 1 Einleitung

Das Systemhandbuch beschreibt den Aufbau und die Wirkungsweise des sicherheitsbezogenen programmierbaren elektronischen Systems HIQuad X. Das System ist für sicherheitsbezogene Anwendungen bis SIL 3 (IEC 61508), PL e (EN 13849) und für hohe Verfügbarkeit ausgelegt.

HIQuad X ist für unterschiedliche Steuerungsaufgaben in der Prozess- und Fabrikautomatisierung einsetzbar, vorzugsweise in verfahrenstechnischen Anlagen.

### 1.1 Aufbau und Gebrauch der Dokumentation

Dieses Systemhandbuch enthält folgende Hauptkapitel:

Einleitung	Führt in das Handbuch ein.
Sicherheit	Informationen zum sicheren Einsatz des HIQuad X Systems.
Konzept HIQuad X	Konzept des innovativen hochperformanten HIQuad X Systems.
Produktbeschreibung	Aufbau des HIQuad X Systems.
Redundanz	Möglichkeiten zur Erhöhung der Verfügbarkeit.
Programmierung	Wichtige Hinweise zur Erstellung eines Anwenderprogramms.
Diagnose	Zusammenfassende Darstellung der Diagnosemöglichkeiten.
Produktdaten und Dimensionierung	Daten, die das gesamte System betreffen. Daten einzelner Komponenten im jeweiligen Handbuch.
Lebenszyklus	Phasen des Lebenszyklus eines HIQuad X Systems: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Installation.</li><li>▪ Inbetriebnahme.</li><li>▪ Wartung und Instandhaltung.</li></ul>
HIQuad X Dokumentation	Überblick über die Dokumentation:
Anhang	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Glossar.</li><li>▪ Bild- und Tabellenverzeichnis.</li><li>▪ Index.</li></ul>

### 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.

Jedes Fachpersonal (Planung, Montage, Inbetriebnahme) muss über die Risiken und deren mögliche Folgen unterrichtet sein, die im Falle einer Manipulation von einem sicherheitsbezogenen Automatisierungssystem ausgehen können.

Planer und Projekteure müssen zusätzlich Kenntnisse in Auswahl und Verwendung elektrischer und elektronischer Sicherheitssysteme in Anlagen der Automatisierungstechnik haben, um z. B. falsche Anschlüsse oder falsche Programmierung zu vermeiden.

Der Anlagenbetreiber ist für die Qualifikation und Sicherheitseinweisung des Bedien- und Wartungspersonals verantwortlich.

Änderungen oder Erweiterungen an der Verdrahtung des Systems ist nur durch Personal zulässig, das Kenntnisse von Steuer- und Regelungstechnik, Elektrotechnik, Elektronik, Einsatz von PES und ESD-Schutzmaßnahmen hat.

## 1.3 Darstellungskonventionen

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

<b>Fett</b>	Hervorhebung wichtiger Textteile.
	Bezeichnungen von Schaltflächen, Menüpunkten und Registern im Programmierwerkzeug, die angeklickt werden können.
<i>Kursiv</i>	Parameter und Systemvariablen, Referenzen.
<i>Courier</i>	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:



An dieser Stelle steht der Text der Zusatzinformation.

---

Nützliche Tipps und Tricks erscheinen in der Form:



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:

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

### Ansprechpartner:

<b>Safety Lifecycle Services</b>	<a href="https://www.hima.com/de/unternehmen/ansprechpartner-weltweit/">https://www.hima.com/de/unternehmen/ansprechpartner-weltweit/</a>
<b>Technischer Support</b>	<a href="https://www.hima.com/de/produkte-services/support/">https://www.hima.com/de/produkte-services/support/</a>
<b>Seminarangebot</b>	<a href="https://www.hima.com/de/produkte-services/seminarangebot/">https://www.hima.com/de/produkte-services/seminarangebot/</a>

## 2 Sicherheit

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

Zum Thema Sicherheit muss das HIQuad X Sicherheitshandbuch HI 803 208 D beachtet werden.

### 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Kapitel beschreibt die bestimmungsgemäße Verwendung des sicherheitsbezogenen Automatisierungssystems HIQuad X.

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

#### 2.1.1 Anwendung im Ruhestromprinzip

Das HIQuad X 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 HIQuad X 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 Leitungüberwachung (LS/LB) der Eingänge und Ausgänge oder eine Rückmeldung der ausgelösten Sicherheitsfunktion erforderlich sein.

Bei Bauteildefekten im System wird im Ruhe- und Arbeitsstromprinzip der energielose Zustand angenommen.

#### 2.1.3 Einsatz in Brandmelderzentralen

HIQuad X Systeme mit analogen Eingängen sind für Brandmelderzentralen nach DIN EN 54-2 und NFPA 72 geprüft und zertifiziert.

Die im Sicherheitshandbuch HI 803 208 D aufgeführten Verwendungsbedingungen sind zu beachten.

#### 2.1.4 Explosionsschutz

Das Automatisierungssystem HIQuad X ist geeignet zum Einbau in die Zone 2.



Die im HIQuad X Sicherheitshandbuch HI 803 208 D aufgeführten besonderen Bedingungen sind zu beachten!

## 2.2 ESD-Schutzmaßnahmen

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

### HINWEIS



Schäden am HIQuad X 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.

## 2.3 Restrisiken

Von einem HIMA System selbst geht kein Risiko aus.

Restrisiken können ausgehen von:

- Fehlern in der Projektierung.
- Fehlern im Anwenderprogramm.
- Fehlern in der Verdrahtung.

## 2.4 Sicherheitsvorkehrungen

Am Einsatzort geltende Sicherheitsbestimmungen beachten und vorgeschriebene Schutzausrüstung tragen.

## 2.5 Notfallinformationen

Ein HIMA System ist Teil der Sicherheitstechnik einer Anlage. Der Ausfall einer Steuerung bringt die Anlage in den sicheren Zustand.

Im Notfall ist jeder Eingriff, der die Sicherheitsfunktion des HIMA Systems verhindert, verboten.

## 2.6 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.

### 2.6.1 Produkteigenschaften

HIQuad X 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).

## 2.6.2 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.



**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 Konzept HIQuad X

HIQuad X ist ein innovatives hochperformantes Automatisierungssystem, das auf dem bestehenden HIQuad System aufbaut. Für die Programmierung, Konfiguration, Überwachung, Bedienung und Dokumentation wird SILworX, das bewährte HIMA Programmierwerkzeug eingesetzt. Alle programmierbaren Systeme von HIMA werden damit zukunftssicher mit nur einem Programmierwerkzeug konfiguriert.

Die HIQuad X Systemfamilien H51X und H41X können mit identischen Modulen bestückt werden und unterscheiden sich wie folgt:

	HIQuad H51X	HIQuad H41X
Struktur	Modular	Modular
Basis-Rack	1 (ohne E/A-Module)	1 (mit maximal 12 E/A-Modulen)
Erweiterungs-Rack	Maximal 16	Maximal 1
Prozessormodul (F-CPU 01)	1 oder 2	1 oder 2
E/A-Verarbeitungsmodul (F-IOP 01)	1 je Erweiterungs-Rack	1 im Basis-Rack 1 im Erweiterungs-Rack
Kommunikationsmodul (F-COM 01)	Maximal 10 im Basis-Rack	Maximal 2 im Basis-Rack
E/A-Module pro Erweiterungs-Rack	16	16
E/A-Module gesamt	Maximal 256	Maximal 28

Tabelle 1: Unterschiede HIQuad H51X zu H41X

Die Systemfamilien H51X und H41X können mit digitalen und analogen E/A-Modulen ausgerüstet werden. Details hierzu finden Sie im Kapitel 4.9.

Das E/A-Verarbeitungsmodul (F-IOP 01) verbindet die E/A-Module innerhalb eines Racks über den E/A-Bus. Die sichere Kommunikation der F-IOP 01 mit den Prozessormodulen erfolgt über einen oder beide Systembusse, siehe Bild 2 und Bild 4.

#### 3.1 Sicherheit und Verfügbarkeit

Die HIQuad X Systeme sind für sicherheitsbezogene Anwendungen im Ruhestrom- und Arbeitsstromprinzip bis zum Safety Integrity Level 3 (SIL 3) gemäß IEC 61508 ausgelegt. Darüber hinaus erfüllt das HIQuad X System die in den Zertifikaten aufgeführten Normen.

Die Normen, nach denen das HIQuad X System geprüft ist, können den Zertifikaten und dem HIQuad X Sicherheitshandbuch HI 803 208 D entnommen werden.

Für die sicherheitsbezogene Anwendung bis zu SIL 3 werden die Basis-Racks mit den sicherheitsbezogenen Prozessormodulen (F-CPU 01) bestückt. Das sicherheitsbezogene Prozessormodul (F-CPU 01) zeichnet sich durch ein 1oo2-Prozessorsystem aus. Das 1oo2-Prozessorsystem besteht aus zwei Mikroprozessoren, die kontinuierlich einen Abgleich der Daten durchführen.

Für den Anschluss der Feldebene stehen sicherheitsbezogene HIQuad E/A-Module zur Verfügung, siehe Kapitel 4.9. Der Datenaustausch zwischen den E/A-Modulen und den Prozessormodulen erfolgt über sicherheitsbezogene E/A-Verarbeitungsmodule (F-IOP 01) mit integriertem 1oo2-Prozessorsystem.

Für nicht sicherheitsbezogene Anwendungen stehen zusätzliche nicht sichere E/A-Module zur Verfügung.

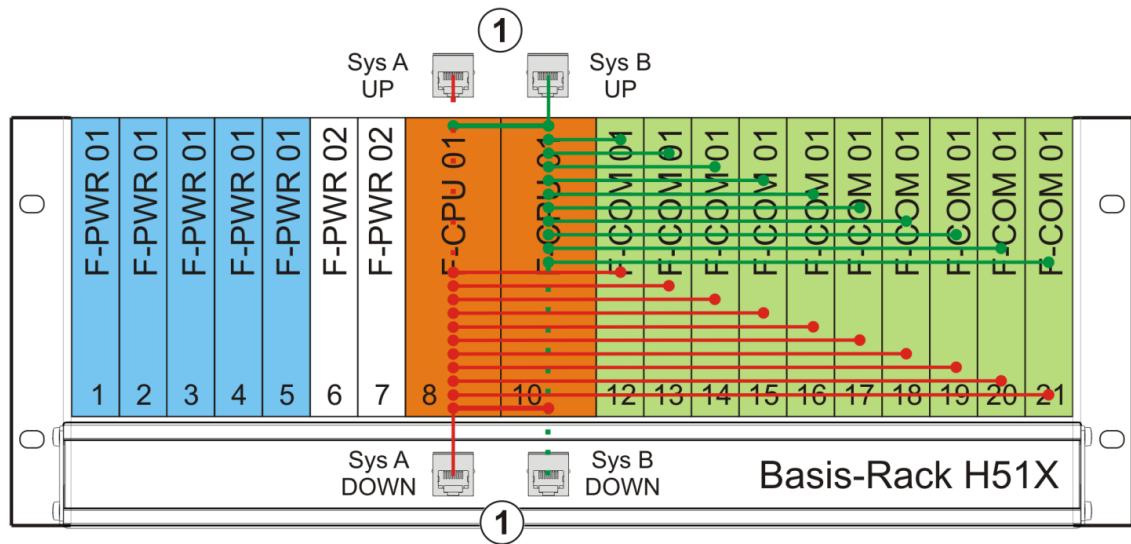
Je nach geforderter Sicherheit und Verfügbarkeit können die Systemfamilien H51X und H41X als Mono- oder Redundanz-System aufgebaut werden, siehe nachfolgende Kapitel.

### 3.2 Konzept HIQuad H51X

Die Systemfamilie H51X ist modular aufgebaut und besteht aus einem Basis-Rack H51X und bis zu 16 Erweiterungs-Racks. Das Basis-Rack H51X (F-BASE RACK 01) kann, wie in Bild 1 dargestellt bestückt werden.

Die Kommunikationsmodule werden in einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung über beide Systembusse (A und B) mit den Prozessormodulen verbunden. Das Prozessormodul in Steckplatz acht steuert und überwacht dabei den Systembus A und das Prozessormodul in Steckplatz zehn den Systembus B. Die beiden Prozessormodule gleichen bei redundantem Betrieb die Informationen miteinander ab.

Über die RJ-45-Schnittstellen auf der Rückseite des Basis-Racks werden die Erweiterungs-Racks mit den Prozessormodulen verbunden. Für die Verbindung der Systembusse mit dem E/A-Bus ist ein E/A-Verarbeitungsmodul (F-IOP 01) im Erweiterungs-Rack nötig, siehe Bild 2 und Bild 4.



**1** Systembus-Schnittstellen auf der Rückseite des Basis-Racks

Bild 1: Basis-Rack H51X mit voller Bestückung

### 3.2.1 Mono-System H51X

Das HIQuad H51X System gewährleistet bereits im Mono-Betrieb durch den Einsatz von sicherheitsbezogenen Modulen (Eingangs- und Ausgangs-Modulen, dem E/A-Verarbeitungsmodul und einem Prozessormodul) eine sichere Signalverarbeitung gemäß SIL 3, siehe Bild 2.

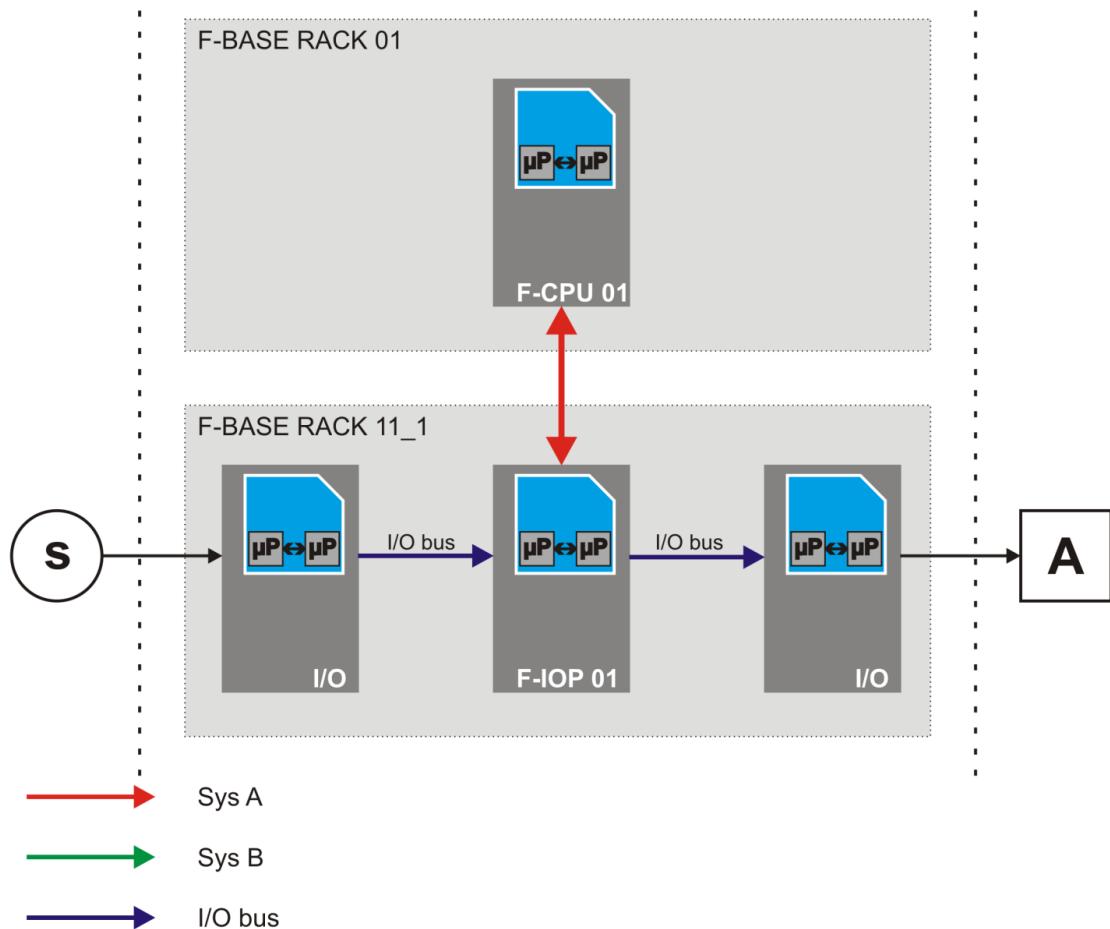


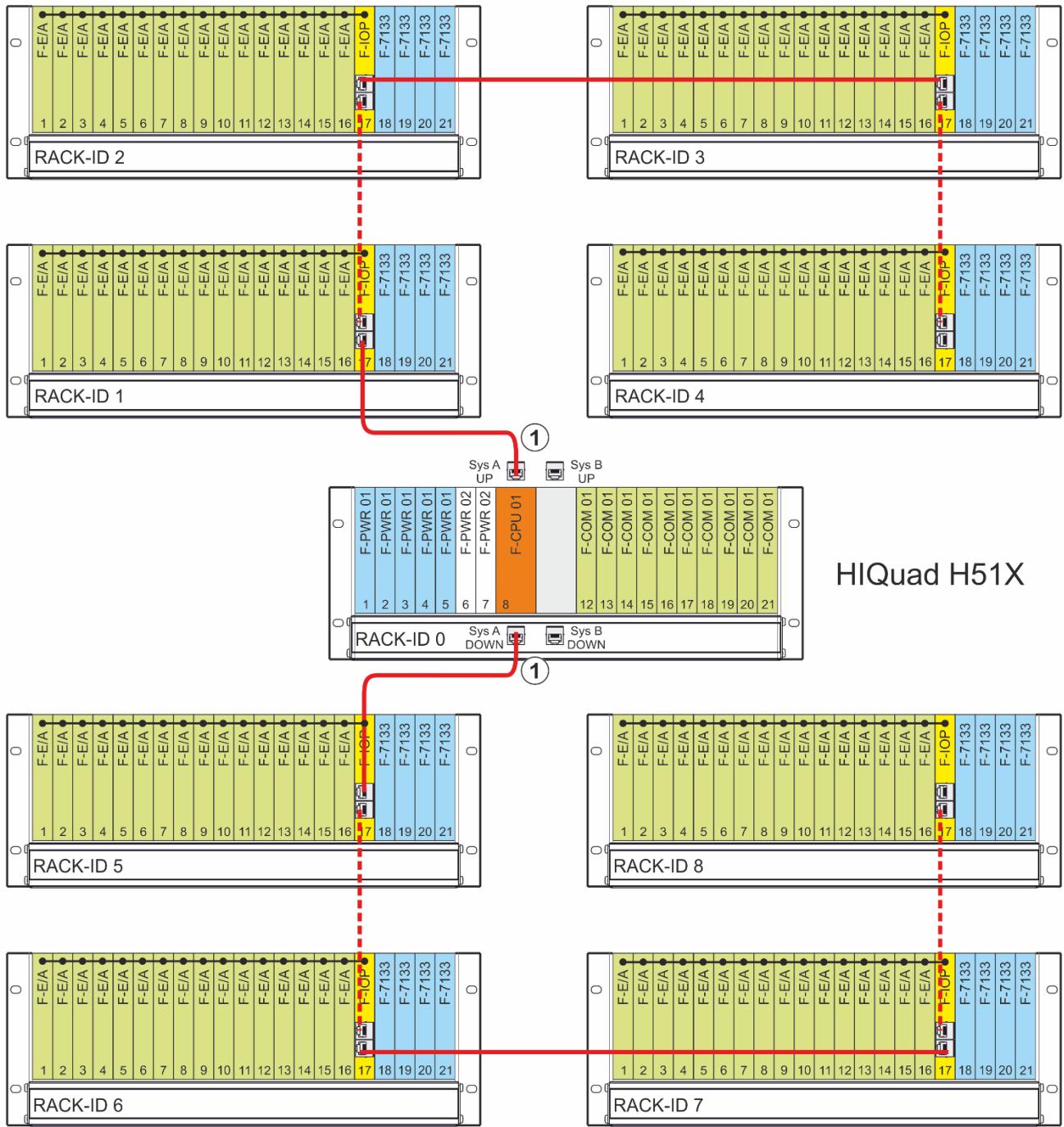
Bild 2: Beispiel sicherer Mono-Betrieb H51X (1oo2)

Im HIQuad H51X System nehmen die Eingangsmodule Messwerte von Sensoren sicherheitsbezogen auf. Der Datenaustausch mit dem Prozessormodul erfolgt über das E/A-Verarbeitungsmodul. Die Messwerte werden zyklisch vom Prozessormodul abgefragt und vom Anwenderprogramm verarbeitet. Die Ergebnisse aus dem Anwenderprogramm werden an das E/A-Verarbeitungsmodul gesendet und von diesem in die Ausgangsmodule geschrieben. Die Ausgangsmodule steuern damit die Feldebene z. B. Aktoren an.

Im Mono-Betrieb erfolgt die Signalweiterleitung über den Systembus A durch das Prozessormodul in Steckplatz acht.

Bild 3 zeigt exemplarisch den Aufbau eines Mono-Systems H51X mit dem Systembus A. An den Systembus können bis zu 16 Erweiterungs-Racks in einer UP-Schleife, einer DOWN-Schleife oder in UP- und DOWN-Schleifen beliebig angeschlossen werden. Die Erweiterungs-Racks untereinander sind mit dem Systembus A über das E/A-Verarbeitungsmodul verbunden, siehe Handbuch HI 803 218 D.

Bei einem Mono-System stehen bei Unterbrechung einer Systembusverbindung alle E/A-Module ab der Unterbrechungsstelle nicht mehr zur Verfügung. Ab der Unterbrechungsstelle nehmen alle Ausgangsmodule den sicheren, energielosen Zustand ein. Für die Eingangsmodule werden die sicheren Initialwerte im Prozessormodul verarbeitet.



## 1 Systembus-Schnittstellen auf der Rückseite des Basis-Racks

Bild 3: Beispiel für Mono-System H51X

Die Rack-IDs müssen nicht zwingend in der oben dargestellten Weise angeordnet werden, sondern müssen lediglich eindeutig sein.

HIMA empfiehlt bezüglich der Übersichtlichkeit:

- Anordnung der Rack-IDs nach Bild 3.
- Verwendung roter Patchkabel für den Systembus A, wenn nur Systembus A verwendet wird.

### 3.2.2 Redundanz-System H51X

Im Redundanz-Betrieb mit zwei Prozessormodulen erfolgt die Signalverarbeitung über beide Systembusse. Diese Variante erhöht die Verfügbarkeit des Systems durch die redundanten Prozessormodule und Systembusse, siehe Bild 4. Im Fehlerfall eines Prozessormoduls wird dieses automatisch in den sicheren Zustand gebracht und das redundante Prozessormodul hält den sicheren Betrieb aufrecht. Das defekte Prozessormodul muss zur Beibehaltung der Verfügbarkeit ausgetauscht werden. Der Austausch kann während des Systembetriebs erfolgen.

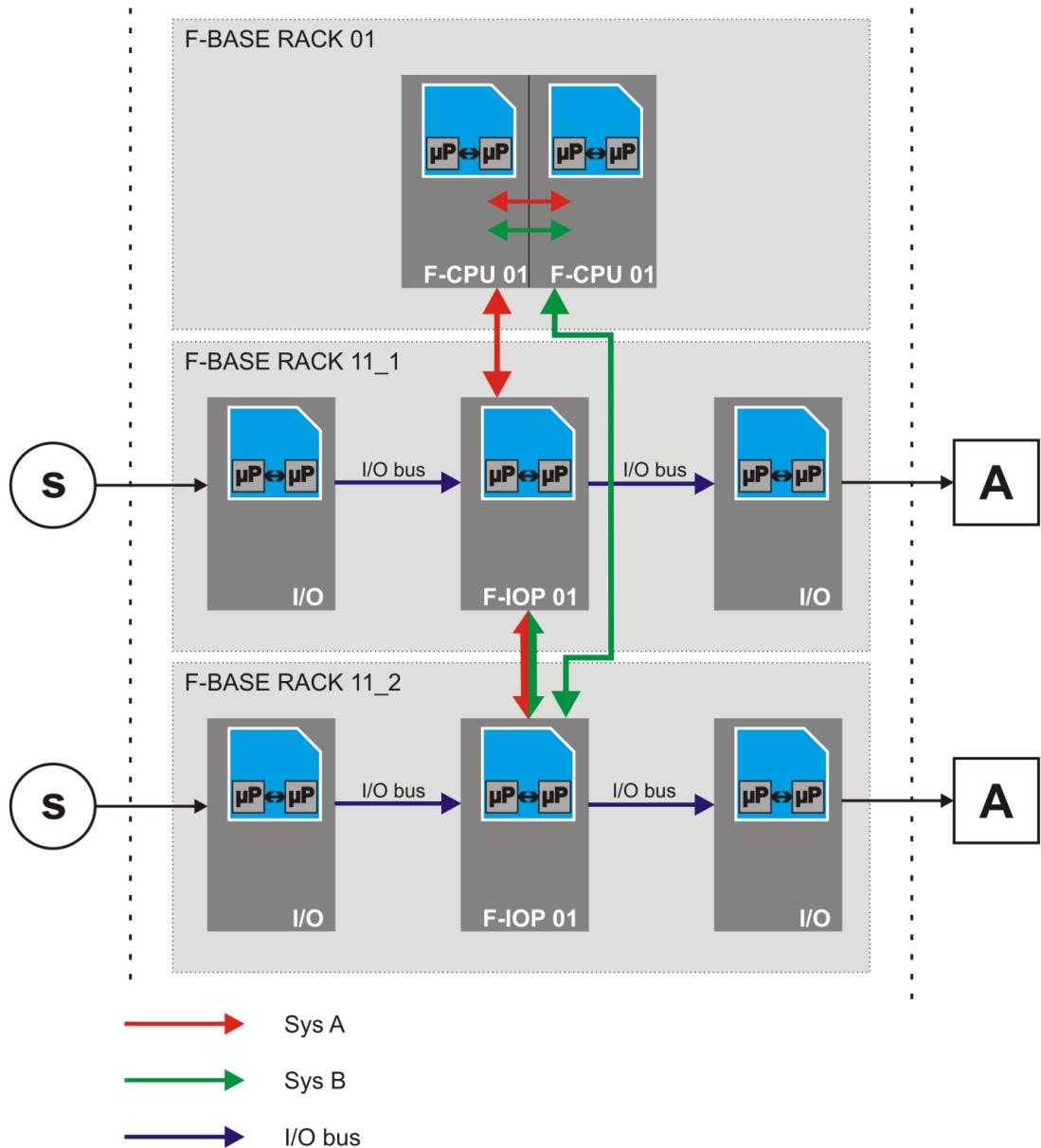


Bild 4: Beispiel sicherer Redundanz-Betrieb H51X (1oo2)

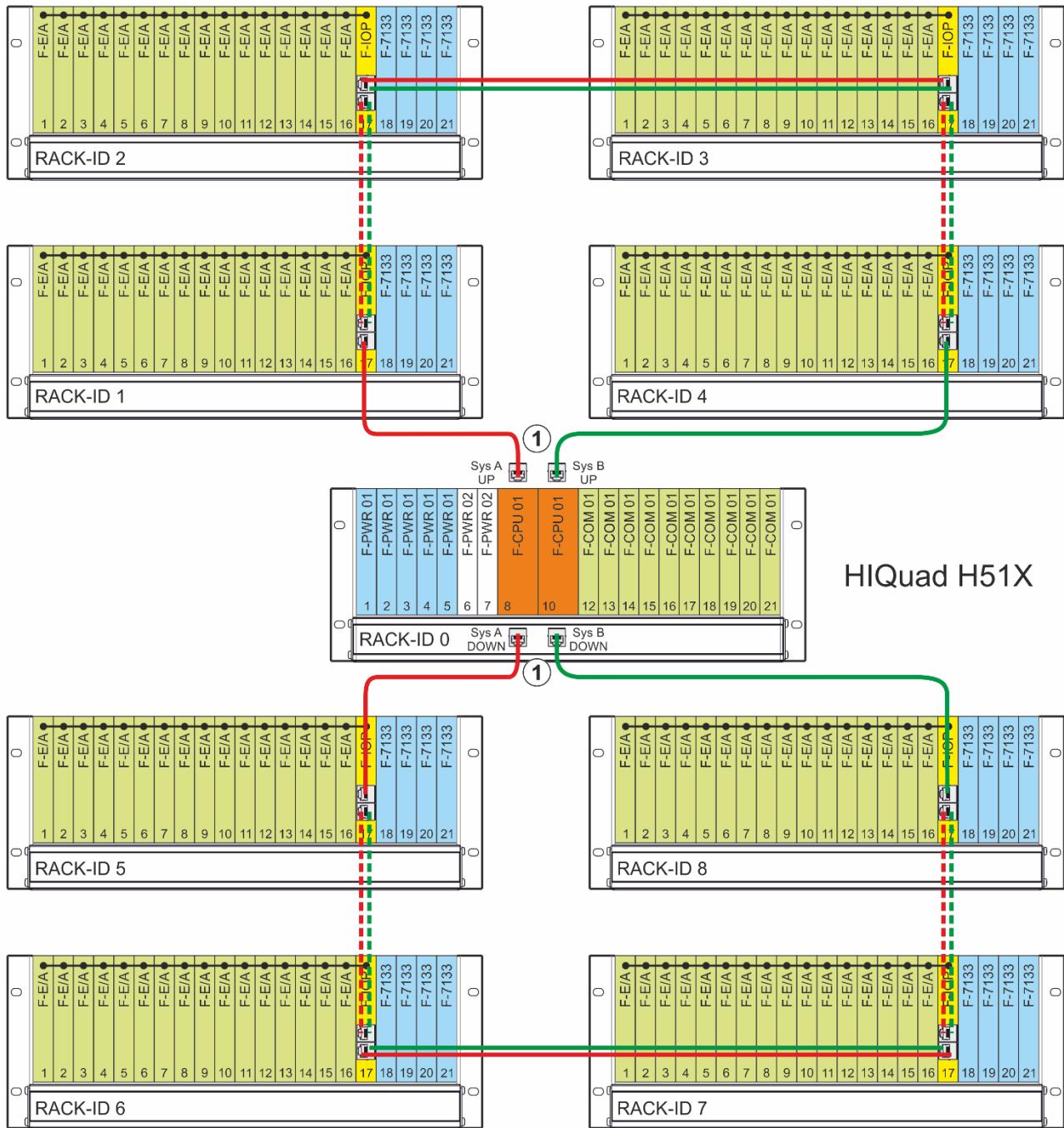
Im Unterschied zum Mono-Betrieb ist im Redundanz-Betrieb alles auf Verfügbarkeit ausgelegt. Redundante Eingangsmodule nehmen Messwerte von redundanten Sensoren sicherheitsbezogen auf. Der Datenaustausch mit den Prozessormodulen erfolgt über die E/A-Verarbeitungsmodule. Die Messwerte werden zyklisch von den redundanten Prozessormodulen abgefragt und verglichen, um dann vom Anwenderprogramm verarbeitet zu werden. Die Ergebnisse aus dem Anwenderprogramm werden an das E/A-Verarbeitungsmodul gesendet und von diesem in die redundanten Ausgangsmodule geschrieben. Die

Ausgangsmodule steuern damit die Feldebene z. B. Aktoren an. Im Beispiel in Bild 4 sind die Feldebene und die Erweiterungs-Racks redundant aufgebaut.

Im Redundanz-Betrieb erfolgt die Signalverarbeitung über beide Systembusse A und B. Zwischen den E/A-Verarbeitungsmodulen sind die Systembusse A und B in einem Patchkabel realisiert.

Bild 5 zeigt exemplarisch den Aufbau eines Redundanz-Systems H51 X mit den Systembussen A und B. An die Systembusse können bis zu 16 Erweiterungs-Racks in einer UP-Schleife, einer DOWN-Schleife oder in UP- und DOWN-Schleifen beliebig angeschlossen werden. Die Erweiterungs-Racks untereinander sind mit den Systembussen A und B über das E/A-Verarbeitungsmodul verbunden, siehe Handbuch HI 803 218 D.

Das Redundanz-System hat den Vorteil, dass bei Unterbrechung einer Systembusverbindung der Betrieb des Systems über den redundanten Systembus ohne Unterbrechung weiter läuft. Bei Ausfall eines E/A-Verarbeitungsmoduls nehmen alle Ausgangsmodule in dem betroffenen Rack den sicheren, energielosen Zustand ein. Für die Eingangsmodule werden die sicheren Standardwerte übertragen.



## 1 Systembus-Schnittstellen auf der Rückseite des Basis-Racks

Bild 5: Beispiel Redundanz-System H51X

Die Rack-IDs müssen nicht zwingend in der oben dargestellten Weise angeordnet werden, sondern müssen lediglich eindeutig sein.

HIMA empfiehlt bezüglich der Übersichtlichkeit:

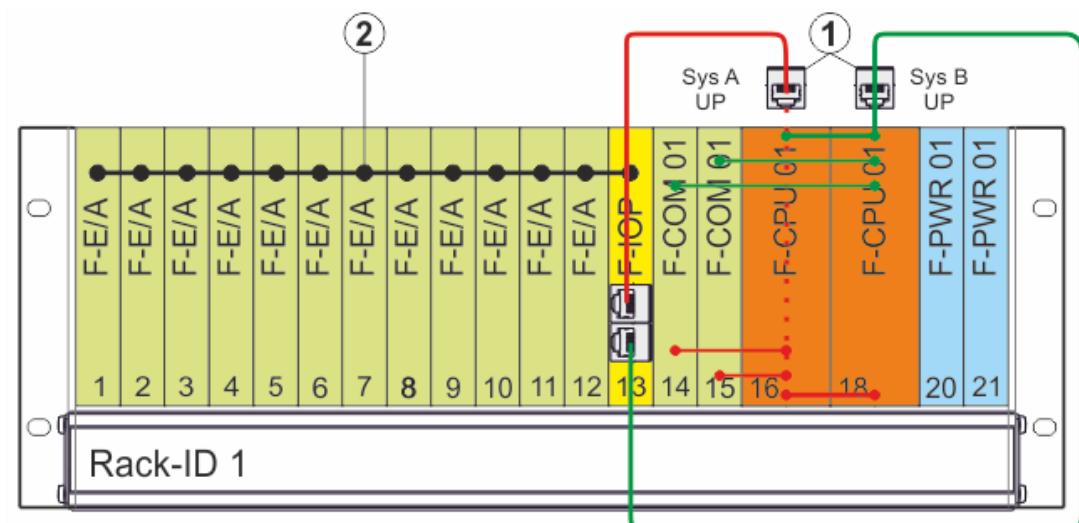
- Anordnung der Rack-IDs nach Bild 5.
- Verwendung roter Patchkabel für den Systembus A, vom Basis-Rack zur ersten F-IOP.
- Verwendung grüner Patchkabel für den Systembus B, vom Basis-Rack zur ersten F-IOP.

### 3.3 Konzept HIQuad H41X

Die Systemfamilie H41X ist modular aufgebaut und besteht aus einem Basis-Rack H41X und kann zusätzlich mit einem Erweiterungs-Rack ausgerüstet werden. Das zusätzliche Erweiterungs-Rack kann zum Aufbau einer redundanten E/A-Struktur genutzt werden. Das Basis-Rack H41X (F-BASE RACK 02) kann, wie in Bild 6 dargestellt bestückt werden.

Die Kommunikationsmodule werden in einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung über beide Systembusse (A und B) mit den Prozessormodulen verbunden. Das Prozessormodul in Steckplatz 16 steuert und überwacht dabei den Systembus A und das Prozessormodul in Steckplatz 18 den Systembus B. Die beiden Prozessormodule gleichen bei redundantem Betrieb die Informationen miteinander ab.

Über die RJ-45-Schnittstellen der Systembusse auf der Rückseite des Basis-Racks werden die E/A-Module im Basis-Rack H41X mit den Prozessormodulen verbunden. Für die Verbindung des E/A-Busses mit den Systembussen ist ein E/A-Verarbeitungsmodul (F-IOP 01) im Basis-Rack H41X nötig. An das Basis-Rack H41X kann ein weiteres Erweiterung-Rack in die Systembus-Verbindung integriert werden, damit kann eine redundante E/A-Ebene zu der im Basis-Rack aufgebaut werden.



**1** Systembus-Verbindung auf der Rückseite des Basis-Racks    **2** E/A-Bus des Basis-Racks

Bild 6: Basis-Rack H41X mit voller Bestückung

Die Rack-IDs sind für das HIQuad H41X System fest vorgegeben.

HIMA empfiehlt bezüglich der Übersichtlichkeit:

- Verwendung roter Patchkabel für den Systembus A, vom Basis-Rack zur ersten F-IOP.
- Verwendung grüner Patchkabel für den Systembus B, vom Basis-Rack zur ersten F-IOP.

### 3.3.1 Mono-System H41X

Das HIQuad H41X System gewährleistet bereits im Mono-Betrieb durch den Einsatz von sicherheitsbezogenen Modulen (Eingangs- und Ausgangs-Modulen, dem E/A-Verarbeitungsmodul und einem Prozessormodul) eine sichere Signalverarbeitung gemäß SIL 3, siehe Bild 7.

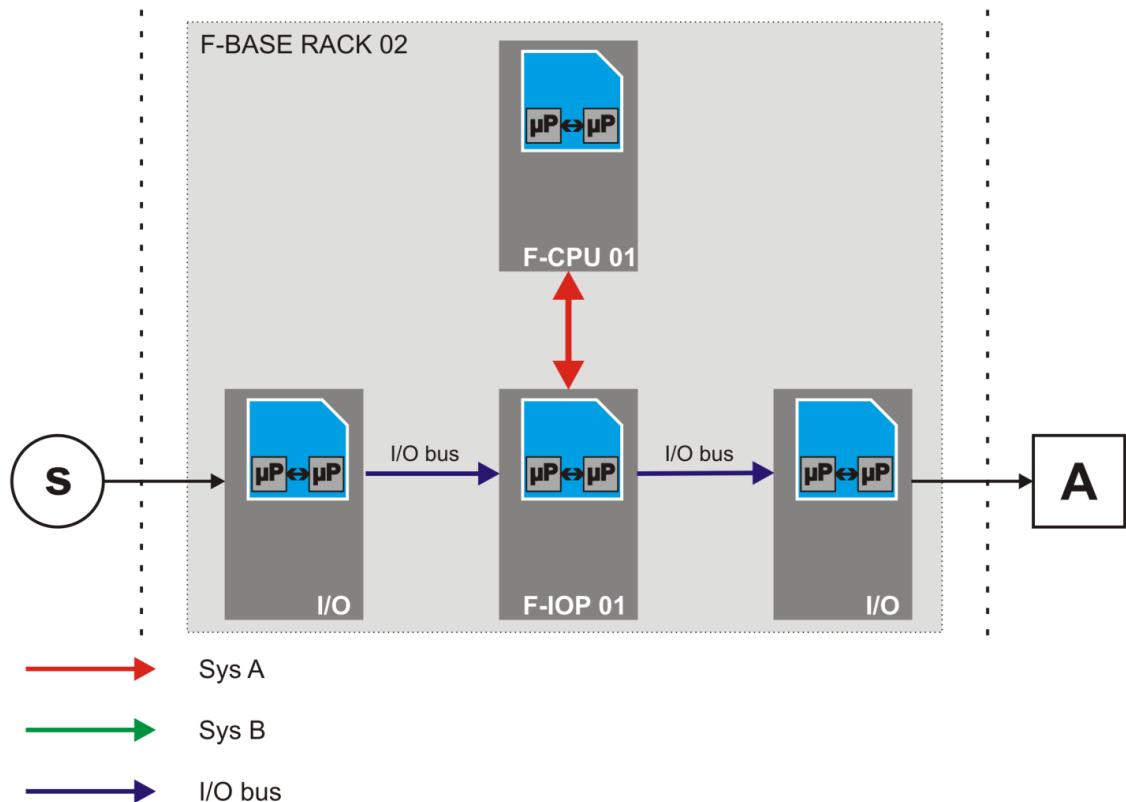


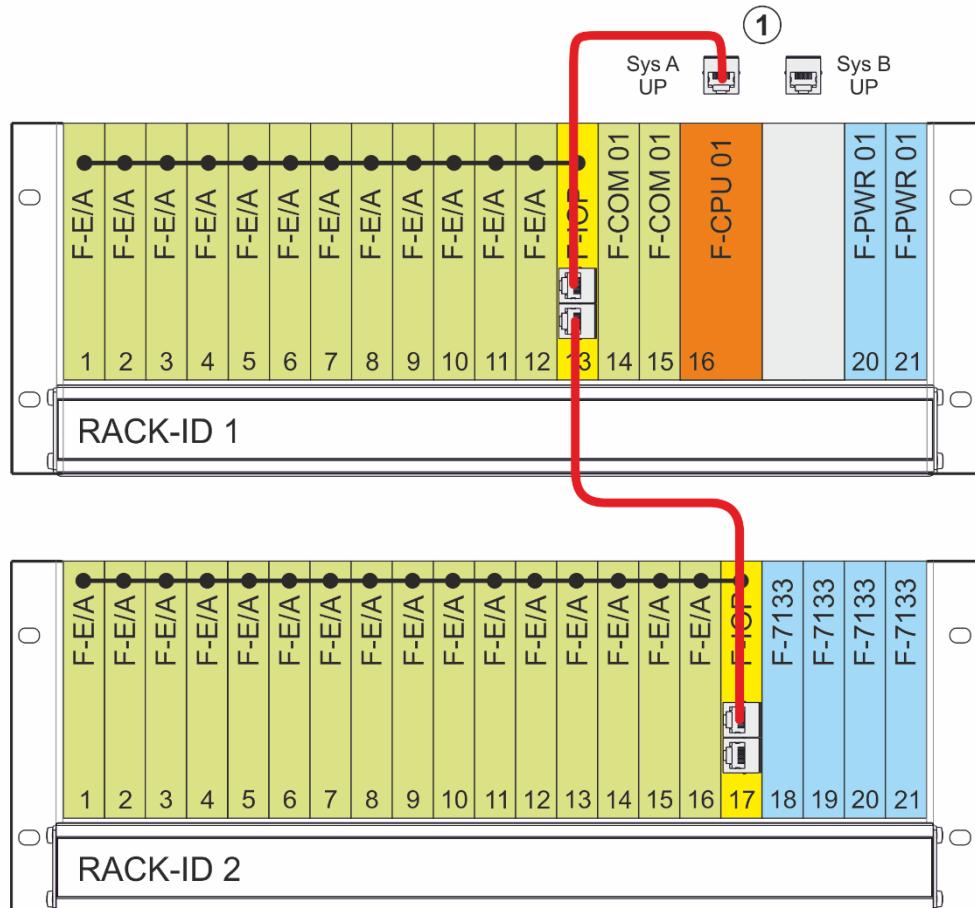
Bild 7: Beispiel sicherer Mono-Betrieb H41X (1oo2)

Im HIQuad H41X System nehmen die Eingangsmodule Messwerte von Sensoren sicherheitsbezogen auf. Der Datenaustausch mit dem Prozessormodul erfolgt über das E/A-Verarbeitungsmodul. Die Messwerte werden zyklisch vom Prozessormodul abgefragt und vom Anwenderprogramm verarbeitet. Die Ergebnisse aus dem Anwenderprogramm werden an das E/A-Verarbeitungsmodul gesendet und von diesem in die Ausgangsmodule geschrieben. Die Ausgangsmodule steuern damit die Feldebene z. B. Aktoren an.

Im Mono-Betrieb erfolgt die Signalweiterleitung über den Systembus A durch das Prozessormodul in Steckplatz 16.

Bild 8 zeigt exemplarisch den Aufbau eines Mono-Systems H41X mit Systembus A. An den Systembus A kann ein weiteres Erweiterungs-Rack angeschlossen werden. Das Erweiterungs-Rack ist mit dem Basis-Rack H41X über das E/A-Verarbeitungsmodul und dem Systembus A verbunden, siehe Handbuch HI 803 218 D.

Bei einem Mono-System stehen bei Unterbrechung einer Systembusverbindung alle E/A-Module ab der Unterbrechungsstelle nicht mehr zur Verfügung. Ab der Unterbrechungsstelle nehmen alle Ausgangsmodule den sicheren, energielosen Zustand ein. Für die Eingangsmodule werden die sicheren Initialwerte im Prozessormodul verarbeitet.



**1** Systembus-Schnittstellen auf der Rückseite des Basis-Racks

Bild 8: Beispiel für Mono-System H41X

Die Rack-IDs sind für das HIQuad H41X System fest vorgegeben.

Wenn nur Systembus A verwendet wird, empfiehlt HIMA nur rote Patchkabel für diesen einzusetzen.

### 3.3.2 Redundanz-System H41X

Im Redundanz-Betrieb mit zwei Prozessormodulen erfolgt die Signalverarbeitung über beide Systembusse. Diese Variante erhöht die Verfügbarkeit des Systems durch die redundanten Prozessormodule und Systembusse, siehe Bild 9. Im Fehlerfall eines Prozessormoduls wird dieses automatisch in den sicheren Zustand gebracht und das redundante Prozessormodul hält den sicheren Betrieb aufrecht. Das defekte Prozessormodul muss zur Beibehaltung der Verfügbarkeit ausgetauscht werden. Der Austausch kann während des Systembetriebs erfolgen.

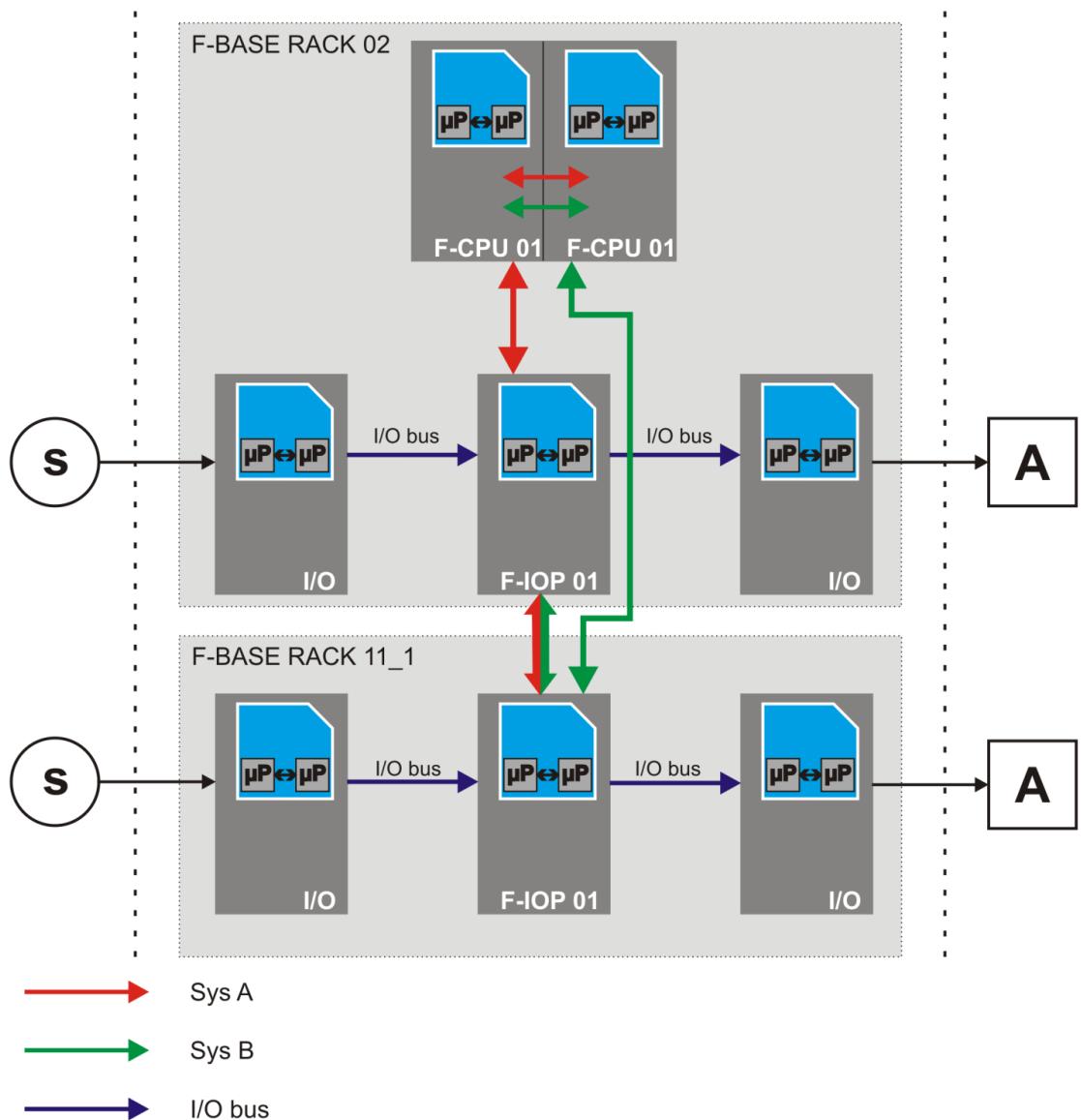


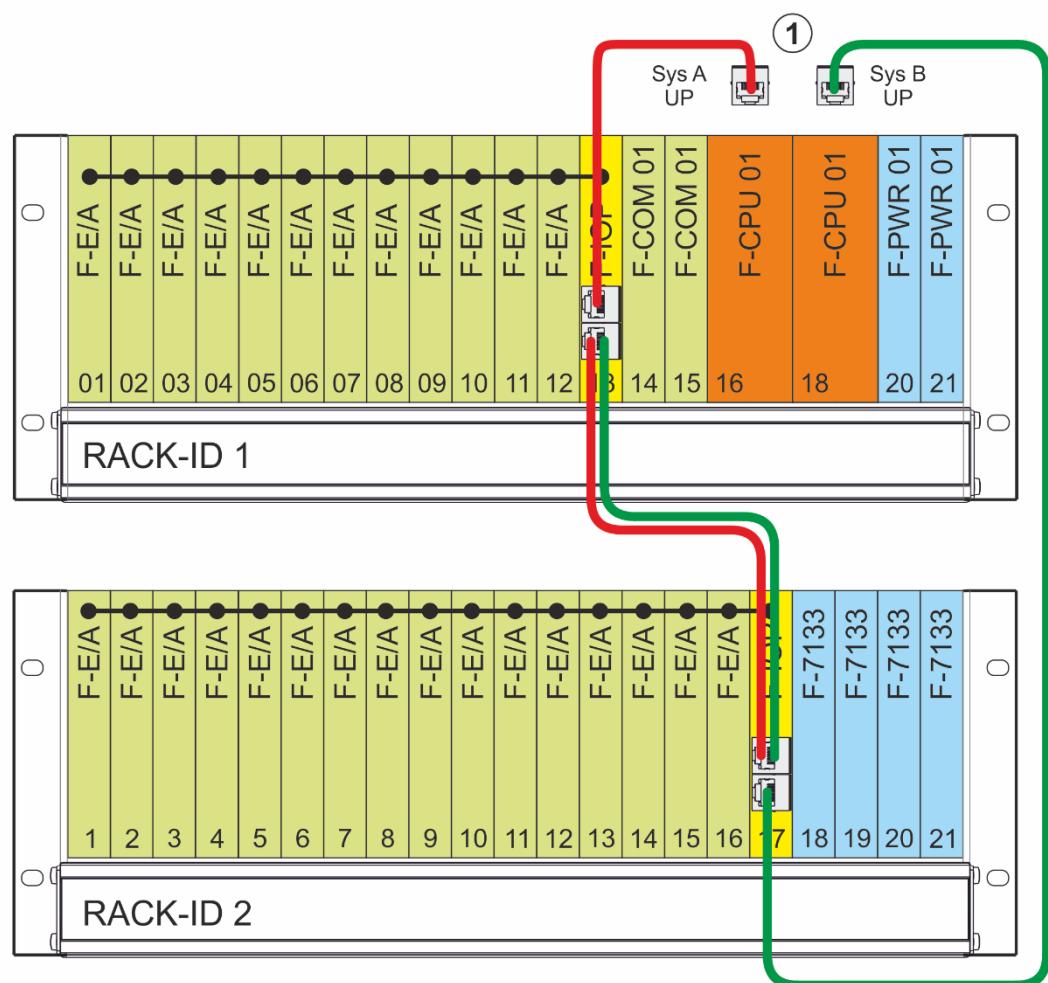
Bild 9: Beispiel sicherer Redundanz-Betrieb H41X (1oo2)

Im Unterschied zum Mono-Betrieb ist im Redundanz-Betrieb alles auf Verfügbarkeit ausgelegt. Redundante Eingangsmodule nehmen Messwerte von redundanten Sensoren sicherheitsbezogen auf. Der Datenaustausch mit den Prozessormodulen erfolgt über die E/A-Verarbeitungsmodule. Die Messwerte werden zyklisch von den redundanten Prozessormodulen abgefragt und verglichen, um dann vom Anwenderprogramm verarbeitet zu werden. Die Ergebnisse aus dem Anwenderprogramm werden an das E/A-Verarbeitungsmodul gesendet und von diesem in die redundanten Ausgangsmodule geschrieben. Die Ausgangsmodule steuern damit die Feldebene z. B. Aktoren an. Im Beispiel in Bild 9 sind die Feldebene und das Erweiterungs-Rack redundant aufgebaut.

Im Redundanz-Betrieb erfolgt die Signalverarbeitung über beide Systembusse A und B. Zwischen den E/A-Verarbeitungsmodulen sind die Systembusse A und B in einem Patchkabel realisiert.

Bild 10 zeigt exemplarisch den Aufbau eines Redundanz-Systems H41 X mit den Systembussen A und B. An die Systembusse kann ein weiteres Erweiterungs-Rack angeschlossen werden. Das Erweiterungs-Rack ist mit dem Basis-Rack H41X über das E/A-Verarbeitungsmodul und den Systembusse A und B verbunden, siehe Handbuch HI 803 218 D.

Das Redundanz-System hat den Vorteil, dass bei Unterbrechung einer Systembusverbindung der Betrieb des Systems über den redundanten Systembus weiter läuft. Bei Ausfall eines E/A-Verarbeitungsmoduls werden die E/A-Module innerhalb des vom Ausfall betroffenen Racks in den sicheren Zustand gebracht, das anderen Rack bleibt von diesem Ausfall unberührt.



### ■ 1 Systembus-Schnittstellen auf der Rückseite des Basis-Racks

Bild 10: Beispiel Redundanz-System H41X

Die Rack-IDs sind für das HIQuad H41X System fest vorgegeben.

HIMA empfiehlt bezüglich der Übersichtlichkeit:

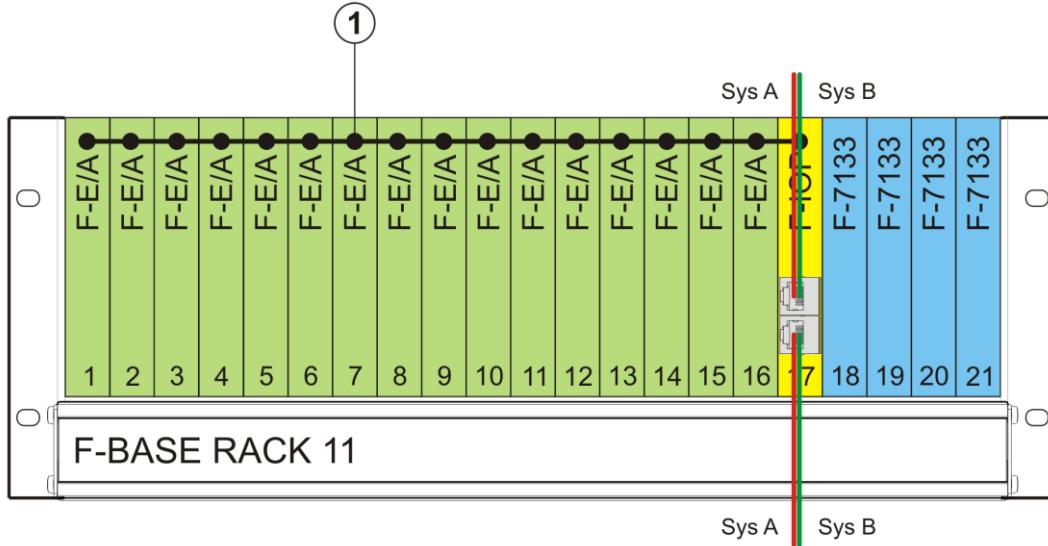
- Verwendung roter Patchkabel für den Systembus A, von Sys A UP zur F-IOP.
- Verwendung grüner Patchkabel für den Systembus B, von Sys B UP zur F-IOP.

### 3.4 Erweiterungs-Rack

Mit den Erweiterungs-Racks (F-BASE RACK 11) kann das HIQuad X System mit bis zu 265 E/A-Module ausgestattet werden. Das Erweiterungs-Rack kann mit maximal 16 E/A-Module auf den Steckplätzen 1 ... 16 bestückt werden. Das E/A-Verarbeitungsmodul verbindet dabei die Systembusse mit dem E/A-Bus.

Die Stromverteiler-Module (F 7133) dienen der Absicherung und Verteilung von L+ und L- für die E/A-Module. Die Stromverteiler-Module sind rückwirkungsfrei. Sie haben eine Sicherungsüberwachung und signalisieren eine ausgefallene Sicherung über Kontakt und LED.

Bild 11 zeigt die Vollbestückung eines Erweiterungs-Racks.



**1** E/A-Bus

Bild 11: Erweiterungs-Rack

### 3.5 Lüftungskonzept

Der hohe Integrationsgrad elektronischer Bauelemente verursacht Verlustwärme, die zudem von der externen Belastung des HIQuad X Systems abhängig ist. Daher ist die Luftverteilung innerhalb des Schaltschranks zu beachten. Eine geringere Umgebungstemperatur erhöht die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit der eingebauten Komponenten.

#### 3.5.1 Maßnahmen zur Temperaturreduzierung

Eine geringere Umgebungstemperatur erhöht die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit der eingebauten Komponenten. Um die Temperatur innerhalb von Schaltschränken zu reduzieren rüstet HIMA seine Standardschränke mit folgenden Komponenten aus:

- Lufteintrittsfilter SK 3162 S für Luftzufuhr ins Schrankinnere über Tür. Um Verunreinigungen aus dem Schrank zu halten, sollte das Luftteintrittsfilter verwendet werden.
- Luftabzug über Dachausschnitte.
- HIMA-Schranklüfter K 9202B zum Anbau an die Schaltschrankschrankdach-Innenseite.
- Lüftungswanne M 7200/M 7202 für die Luftleitung zwischen den einzelnen Racks.
- Einschublüfter K 9203A zur Zwangskonvektion der Luft aus den Racks.

#### 3.5.2 Projektierungshilfen

Zur Bestimmung der Lüftungskomponenten sind Verlustleistung und Schrankbauteile maßgebend. Es wird von einer gleichmäßigen Verteilung der Wärmeverteilung ausgegangen, die maximale Temperaturerhöhung beträgt 25 °C.

Die durchschnittliche Wärmeabfuhr eines HIMA Standardschranks nur durch Konvektion, d. h. ohne Hilfsmittel, beträgt 300 W. Dabei wird von mehreren nebeneinander und mit der Rückseite an der Wand stehenden Schränken ausgegangen, so dass eine Wärmeabfuhr nur über das Dach stattfinden kann.

Der Einsatz des Schranklüfters K 9202B ermöglicht einen Luftdurchsatz von 200 m<sup>3</sup> pro Stunde durch Zwangskonvektion. Damit sind folgende Gesamtverlustleistungen abzuführen:

Typ des Standardschranks	Verlustleistung
M 1511	1000 W
M 1512	1000 W
M 1513	1000 W
M 1514	800 W

Tabelle 2: Verlustleistung von Standardschränken

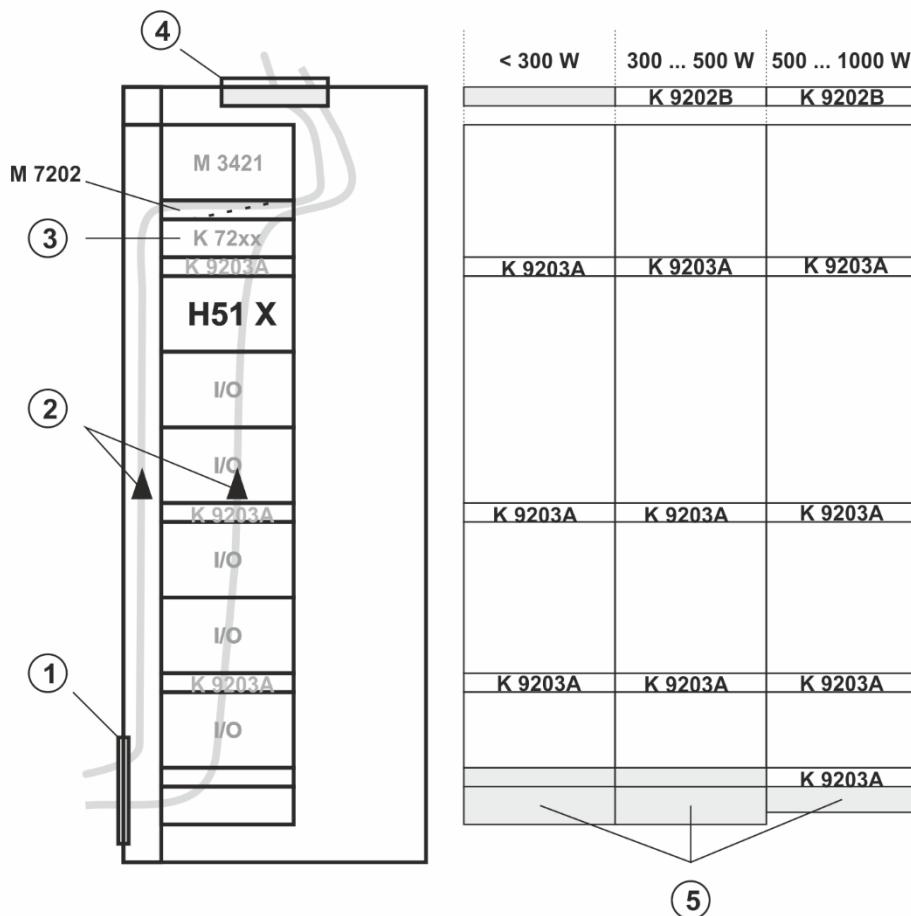
Die Zuluft gelangt in den Schaltschrank durch den Luftteintrittsfilter in der Schranktür. Zur optimalen Luftableitung, müssen unten im Schwenkrahmen 2 HE frei bleiben. Ist als unterster Einbau ein Lüftereinschub K 9203A eingesetzt, muss unten nur 1 HE frei bleiben.

#### 3.5.2.1 Aufbau des HIQuad X Systems im Schaltschrank

Beim Aufbau eines HIQuad X Systems im Schaltschrank (Schwenkrahmen) ist für das Lüfterkonzept folgendes zu beachten:

- Oberhalb eines Basis-Racks ist ein Einschublüfter K 9203A zwingend vorgeschrieben.
- Es sind maximal zwei Erweiterungs-Racks direkt untereinander erlaubt. Zwischen zwei aufeinander folgenden Blöcken zweier Erweiterungs-Rack muss jeweils 1 HE Zwischenraum frei bleiben, um einen Einschublüfter K 9203A einzubauen zu können.
- Ab 300 W Verlustleistung muss in den Schaltschrank ein Dachlüfter eingebaut werden.

Das folgende Bild zeigt die Seitenansicht eines Schaltschranks mit eingebauten Komponenten. Hier wird der Verlauf der Luftströmung innerhalb des Schranks und der Zusammenhang zwischen maximaler Verlustleistung und den einzusetzenden Lüfterkomponenten dargestellt.



- 1 Lufteintrittsfilter Schaltschranktür.
- 2 Luftstrom.
- 3 Sicherungs- und Stromverteiler K 7205, K 7206, K 7212, K 7213 oder K 7214.
- 4 Luftabzug durch Schranklüfter K 9202B zum Anbau an die Schaltschrankdach-Innenseite.
- 5 Benötigter Freiraum Zuluft und Luftableitung.

Bild 12: Lüfterkonzept im Schaltschrank

Gesamtverlustleistung	Maximale Verlustleistung je Erweiterungs-Rack	Lüfterkomponenten
< 300 W	< 50 W	3 x K 9203A
300 ... 500 W	< 50 W	3 x K 9203A + K 9202B
500 ... 1000 W	< 100 W	3 x K 9203A + K 9202B

Tabelle 3: Lüfterkomponenten in Abhängigkeit der Verlustleistung



Beim Einbau von E/A-Modulen unbedingt die besonderen Hinweise in den jeweiligen Datenblättern beachten, z. B. können je nach Modultyp zusätzliche Lüfter notwendig werden.

Wenn Prozessormodule, E/A-Verarbeitungsmodule oder Kommunikationsmodule über einen längeren Zeitraum das Überschreiten von Temperaturgrenzen melden, ist das bestehende Lüftungskonzept zu überprüfen.

### 3.5.2.2 Wärmeabfuhr

Zur Bestimmung der Verlustleistung kann auch die folgende Betrachtung herangezogen werden. Es wird von einer gleichmäßigen Verteilung der Wärmebelastung und einer ungestörten Eigenkonvektion ausgegangen.

Größe	Beschreibung	Einheit
<b>P<sub>v</sub></b>	Verlustleistung (Wärmeleistung) der im Gehäuse eingebauten elektronischen Komponenten	W
<b>A</b>	Effektive Gehäuseoberfläche (siehe unten)	m <sup>2</sup>
<b>B</b>	Gehäusebreite	m
<b>H</b>	Gehäusehöhe	m
<b>T</b>	Gehäusetiefe	m
<b>k</b>	Wärmedurchgangskoeffizient des Gehäuses Beispiel Stahlblech	W/m <sup>2</sup> K Ca. 5,5 W/m <sup>2</sup> K

Tabelle 4: Definitionen zur Berechnung der Verlustleistung

### 3.5.2.3 Aufstellungsart

Die effektive Gehäuseoberfläche A in Abhängigkeit von der Montage oder Aufstellungsart wie folgt ermitteln:

Gehäuseaufstellung nach VDE 0660 Teil 5	Berechnung der Gehäuseoberfläche A
	Einzelgehäuse allseitig freistehend $A = 1,8 \times H \times (B + T) + 1,4 \times B \times T$
	Einzelgehäuse für Wandanbau $A = 1,4 \times B \times (H + T) + 1,8 \times H \times T$
	Endgehäuse freistehend $A = 1,4 \times T \times (B + H) + 1,8 \times B \times H$
	Endgehäuse für Wandanbau $A = 1,4 \times H \times (B + T) + 1,4 \times B \times T$
	Mittelgehäuse freistehend $A = 1,8 \times B \times H + 1,4 \times B \times T + H \times T$
	Mittelgehäuse für Wandanbau $A = 1,4 \times B \times (H + T) + H \times T$
	Mittelgehäuse für Wandanbau, Dachfläche abgedeckt $A = 1,4 \times B \times H + 0,7 \times B \times T + H \times T$

Tabelle 5: Aufstellungsarten von Schaltschränken

### 3.5.2.4 Eigenkonvektion

Bei der Eigenkonvektion wird die Verlustwärme über die Wände des Gehäuses nach außen abgeführt. Voraussetzung: Umgebungstemperatur niedriger als die Temperatur innerhalb des Gehäuses.

Die maximale Temperaturerhöhung  $\Delta T_{max}$  aller elektronischen Geräte im Gehäuse berechnet sich wie folgt:

$$\Delta T_{max} = P_v / k \times A$$

Die Verlustleistung  $P_v$  lässt sich aus den elektrischen Leistungen der Steuerung sowie deren Eingängen und Ausgängen anhand der technischen Daten berechnen.

### 3.5.2.5 Normhinweis

Die Berechnung der Temperatur in einem Gehäuse kann auch nach VDE 0660 Teil 507 (HD 528 S2) erfolgen.



Bei der Wärmebetrachtung alle Komponenten in einem Schrank oder Gehäuse berücksichtigen, auch solche, die nicht Teil des HIQuad X Systems sind!

## 4 Produktbeschreibung

HIQuad X ist ein 19-Zoll-System bestehend aus einem Basis-Rack und einem oder mehreren Erweiterungs-Racks.

### 4.1 Rückwandbus

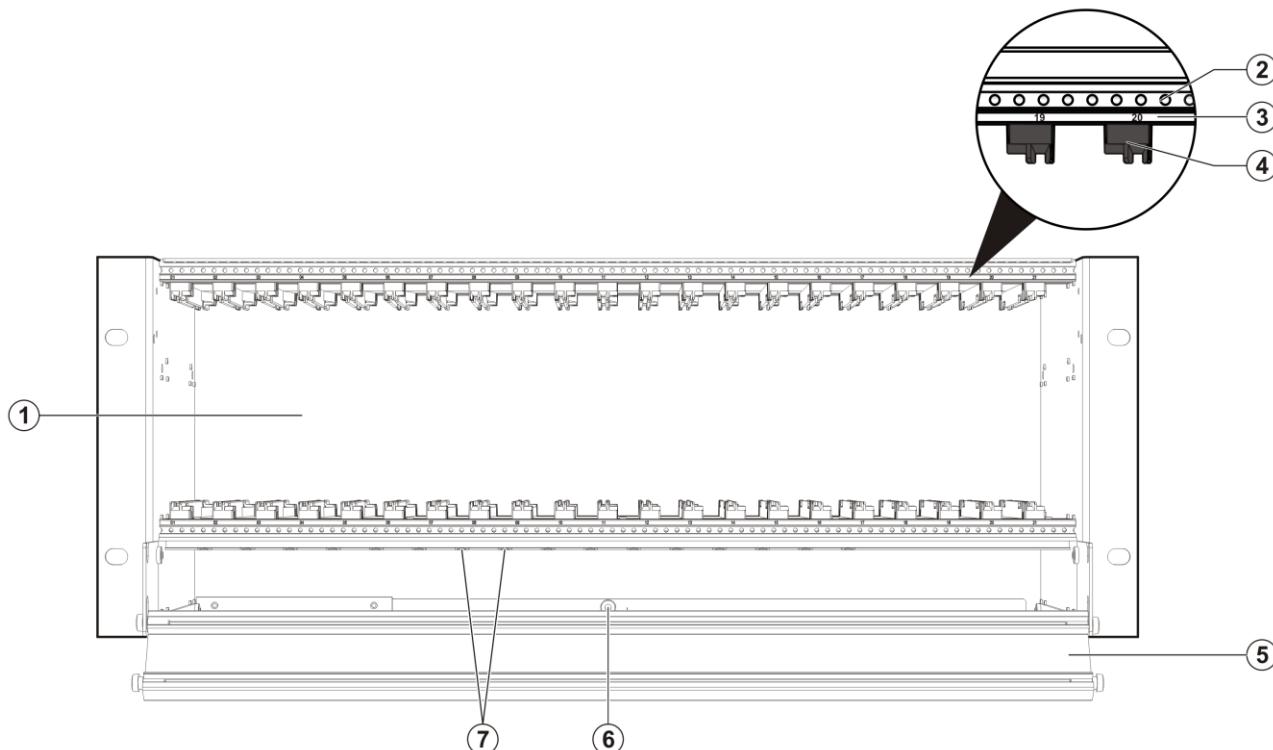
Die unterschiedlichen Rückwandbusse (RWB) sind mit dem 19-Zoll-Rahmen fest verschraubt und bilden die folgenden Racks:

Basis-Rack H51X	Basis-Rack H41X	Erweiterungs-Rack
Rückwandbus H51X	Rückwandbus H41X	Rückwandbus Erweiterungs-Rack

Tabelle 6: Rückwandbusse der Racks

### 4.2 19-Zoll-Rahmen

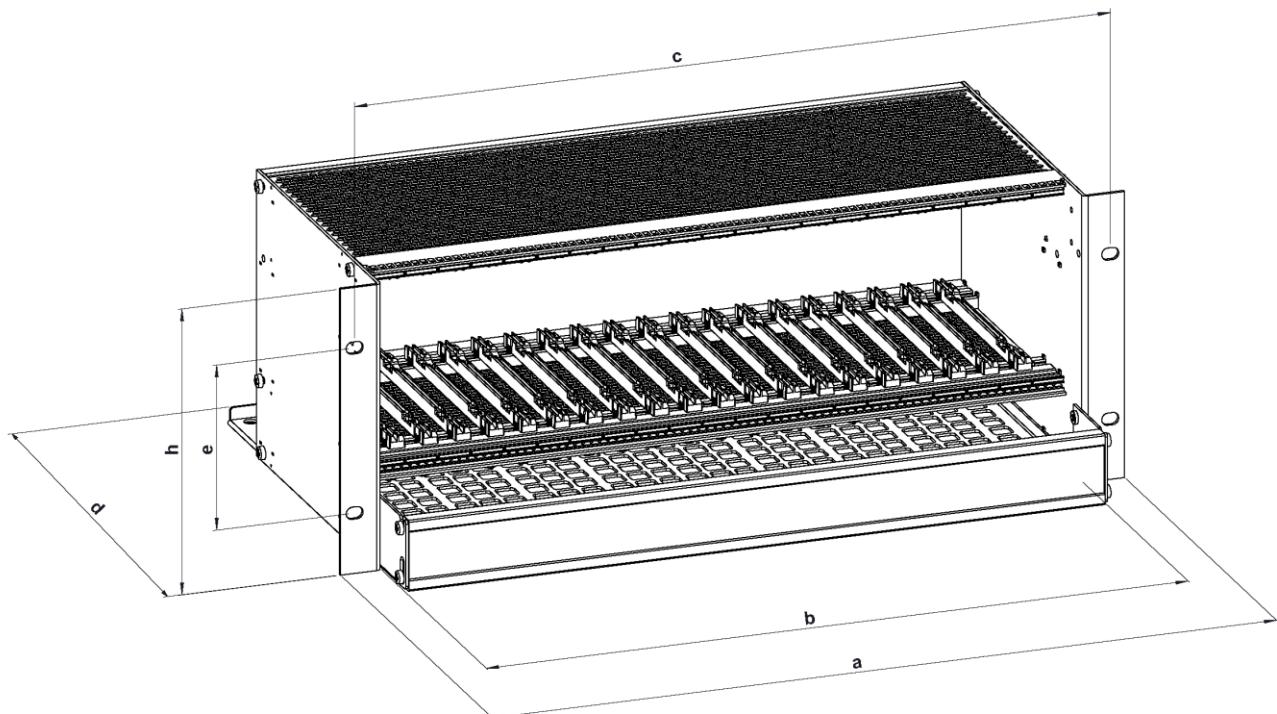
Der 19-Zoll-Rahmen ist das mechanische Grundgehäuse des HIQuad X Systems. Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau des 19-Zoll-Rahmens:



- |          |  |          |   |
|----------|--|----------|---|
| <b>1</b> | 19-Zoll-Rahmen mit integrierter Kabelwanne | <b>5</b> | Klappbares Beschriftungsprofil  |
| <b>2</b> | Gewindestreifen                            | <b>6</b> | Allgemeiner Erdanschluss M4 auf der Rückseite.  |
| <b>3</b> | Nummerierung der Steckplätze               | <b>7</b> | Erdungsschiene (Funktionserde), je ein Faston-Flachstecker 6,3 x 0,8 mm für die Steckplätze 1 ... 16. |
| <b>4</b> | Einschuhhilfen für Module                  |          |   |

Bild 13: 19-Zoll-Rahmen

Die folgende Abbildung zeigt die Abmessungen des 19-Zoll-Rahmens:

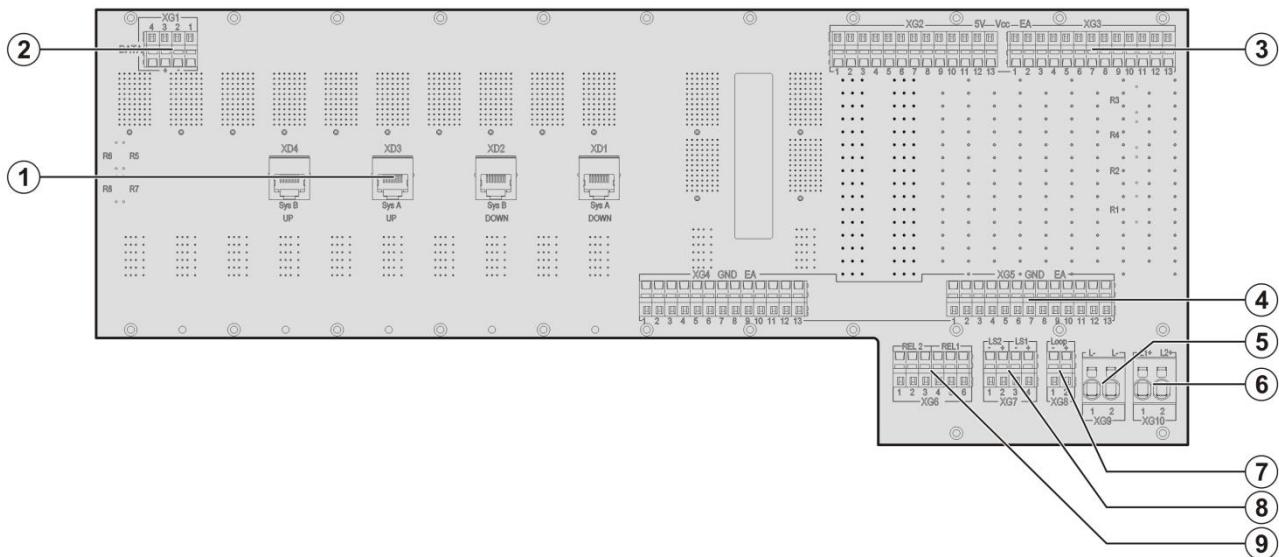


- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| a Außenmaß = 482,6 mm               | e Befestigungslochabstand = 101,6 mm |
| b Einbauraum (84 TE) = 84 x 5,08 mm | f ---                                |
| c Befestigungslochabstand = 465 mm  | g ---                                |
| d Einbautiefe = 263 mm              | h Höheneinheit (4 HE) = 4 x 44,45 mm |

Bild 14: Abmessungen 19-Zoll-Rahmen

#### 4.2.1 Rückwandbus H51X

Die folgenden Abbildungen zeigen die Rückseite des Rückwandbusses H51X:



- 1** Systembus-Verbindungen  
Sys. A DOWN (XD1),  
Sys. B DOWN (XD2)  
Sys. A UP (XD3),  
Sys. B UP (XD4)
- 2** XG1 (DATA). Nicht anwendbar (zukünftig!).
- 3** 5-V-Spannungsversorgungen für Erweiterungs-Racks XG2 und XG3.
- 4** Bezugspotenzial GND für Erweiterungs-Racks XG4 und XG5.
- 5** Anschluss Bezugspotenzial 24 Versorgung L-, XG9.

- 6** Einspeiseklemme redundanter 24-V-Spannungsversorgung, XG10.
- 7** Schaltschrank-Diagnose für zukünftige Anwendungen, XG8 (Loop). Nicht anwendbar (zukünftig!).
- 8** 24-V-Spannungsversorgung (LS1, LS2) für die F-IOP 01 in den Erweiterungs-Racks, XG7. (Puffermodul in Slot 6 liefert LS1 und Puffermodul in Slot 7 liefert LS2)
- 9** Kontakte Melderelais für Puffermodule F-PWR 02, XG6.

Bild 15: Rückseite Rückwandbus H51X

##### 4.2.1.1 Einspeisung Basis-Rack H51X

Für die Einspeisung und Stromverteilung empfiehlt HIMA folgende Komponenten:

- K 7205: Redundante Einspeisung bis maximal 63 A Summenstrom, mit Absicherung von bis zu 18 Einzelstromkreisen mit Sicherungsautomaten.
- K 7212: Redundante Einspeisung bis maximal 35 A Summenstrom mit 2 Entkopplungsdioden und 2 Netzfiltern, mit Absicherung von bis zu 12 Einzelstromkreisen mit Sicherungsautomaten.
- K 7213: Redundante Einspeisung bis maximal 35 A Summenstrom, mit Absicherung von bis zu 12 Einzelstromkreisen mit Sicherungsautomaten.
- K 7214: Redundante Einspeisung bis maximal 150 A Summenstrom, mit Absicherung von bis zu 18 Einzelstromkreisen mit Sicherungsautomaten.

Der Anschluss der 24-V-Spannungsversorgung erfolgt an folgenden Klemmen:

Federklemme	Querschnitt und Farbe	Sicherung
XG10.1./2 (L1+, L2+)	2,5 mm <sup>2</sup> RD	Maximal 16 A gL
XG9.1./2 (L-)	2,5 mm <sup>2</sup> BK	

Tabelle 7: Anschluss der 24-V-Spannungsversorgung

#### 4.2.1.2 Gepufferte Spannung LS1+ und LS2+ der Puffermodule F-PWR 02

Der Anschluss der gepufferten Spannung LS1+ und LS2+ für die Erweiterungs-Racks erfolgt an folgenden Klemmen:

Federklemme	Querschnitt und Farbe
XG7.1 (LS2-)	2,5 mm <sup>2</sup> BK
XG7.2 (LS2+)	2,5 mm <sup>2</sup> RD
XG7.3 (LS1-)	2,5 mm <sup>2</sup> BK
XG7.4 (LS1+)	2,5 mm <sup>2</sup> RD

Tabelle 8: Federklemmen gepufferte Spannung

#### 4.2.1.3 5-V-Spannungsversorgung für Erweiterungs-Racks

Der Anschluss der 5-V-Spannungsversorgung für Erweiterungs-Racks erfolgt an folgenden Klemmen:

Federklemme	Querschnitt und Farbe
XG2.1 ... XG2.13 (Vcc)	2,5 mm <sup>2</sup> YE
XG3.1 ... XG3.13 (Vcc)	2,5 mm <sup>2</sup> YE
XG4.1 ... XG4.13 (GND)	2,5 mm <sup>2</sup> GN
XG5.1 ... XG5.13 (GND)	2,5 mm <sup>2</sup> GN

Tabelle 9: Federklemmen 5-V-Spannungsversorgung

#### 4.2.1.4 Melderelais Puffermodule F-PWR 02, XG6.

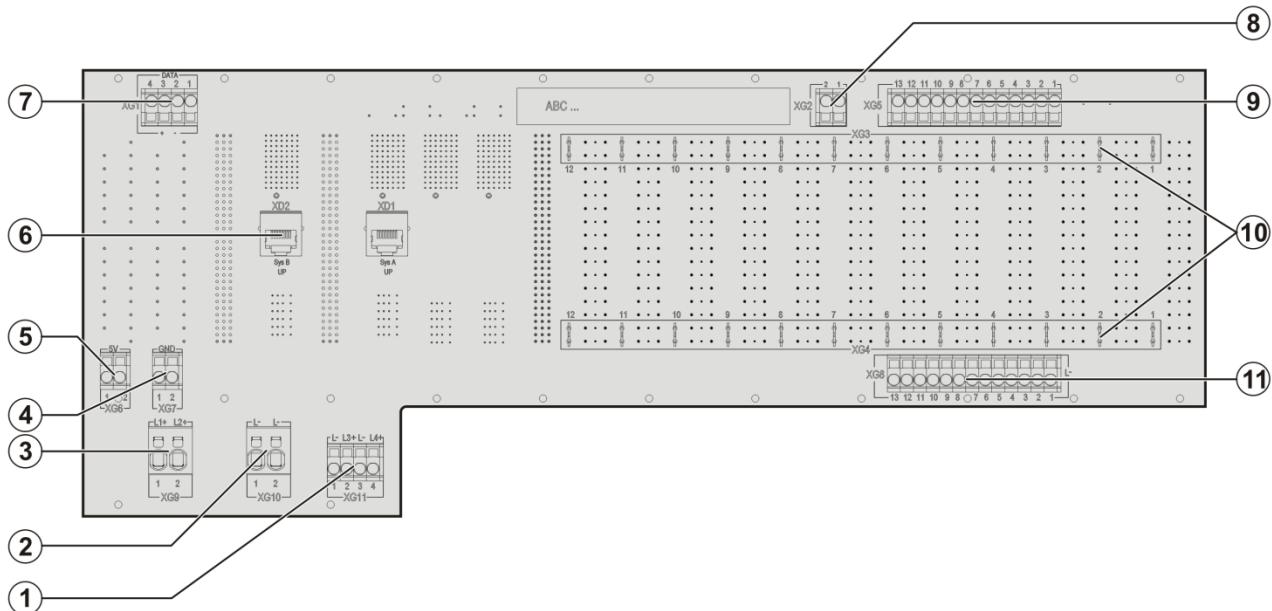
Der Anschluss der Melderelais der Puffermodule erfolgt an folgenden Klemmen:

Federklemme	Querschnitt und Farbe
XG6.1 ... XG6.3 (REL2)	2,5 mm <sup>2</sup> GR
XG6.4 ... XG6.6 (REL1)	2,5 mm <sup>2</sup> GR

Tabelle 10: Federklemmen 5 Melderelais Puffermodule

#### 4.2.2 Rückwandbus H41X

Die folgenden Abbildungen zeigen die Rückseite des Rückwandbusses H41X:



- 1**: 24-V-Spannungsversorgung für Steckplätze 14 ... 18, XG11. Nicht anwendbar (zukünftig!).
- 2**: Anschluss Bezugspotenzial 24 Versorgung L-, XG10.
- 3**: Anschluss redundante 24-V-Spannungsversorgung für F-PWR 01, XG9.
- 4**: Bezugspotenzial GND für Erweiterungs-Rack XG7.
- 5**: 5-V-Spannungsversorgung für Erweiterungs-Rack XG6

- 6**: Systembus-Verbindungen, Sys. A (XD1) und Sys. B (XD2).
- 7**: XG1 (DATA). Nicht anwendbar (zukünftig!).
- 8**: Speisung Watchdog-Signal, XG2. Nicht anwendbar (zukünftig!).
- 9**: Anschluss Hilfsspannung 24 VDC für Slot 1 ... 13, XG5.
- 10**: Kabelsteckerversorgung LS1+ ... LS12+, Slot 1 ... Slot 12; XG3 LS-, Slot 1 ... Slot 12; XG4
- 11**: Bezugspotenzial LS- Hilfsspannung (24 VDC), XG8.

Bild 16: Rückseite Rückwandbus H41X

##### 4.2.2.1 Einspeisung Basis-Rack H41X

Für die Einspeisung und Stromverteilung empfiehlt HIMA folgende Komponenten:

- K 7205: Redundante Einspeisung bis maximal 63 A Summenstrom, mit Absicherung von bis zu 18 Einzelstromkreisen mit Sicherungsautomaten.
- K 7212: Redundante Einspeisung bis maximal 35 A Summenstrom mit 2 Entkopplungsdioden und 2 Netzfiltern, mit Absicherung von bis zu 12 Einzelstromkreisen mit Sicherungsautomaten.
- K 7213: Redundante Einspeisung bis maximal 35 A Summenstrom, mit Absicherung von bis zu 12 Einzelstromkreisen mit Sicherungsautomaten.
- K 7214: Redundante Einspeisung bis maximal 150 A Summenstrom, mit Absicherung von bis zu 18 Einzelstromkreisen mit Sicherungsautomaten.

Der Anschluss der 24-V-Spannungsversorgung erfolgt an folgenden Klemmen:

Federklemme	Querschnitt und Farbe	Sicherung
XG9.1/.2 (L1+, L2+)	2,5 mm <sup>2</sup> RD	Maximal 16 A gL
XG.10.1/.2 (L-)	2,5 mm <sup>2</sup> BK	

Tabelle 11: Anschluss der 24-V-Spannungsversorgung

#### 4.2.2.2 5-V-Spannungsversorgung für das Erweiterungs-Rack

Der Anschluss der 5-V-Spannungsversorgung für das Erweiterungs-Rack erfolgt an folgenden Klemmen:

Federklemme	Querschnitt und Farbe
XG6.1/.2 (5 V)	2,5 mm <sup>2</sup> YE
XG7.1/.2 (GND)	2,5 mm <sup>2</sup> GN

Tabelle 12: Federklemmen 5-V-Spannungsversorgung

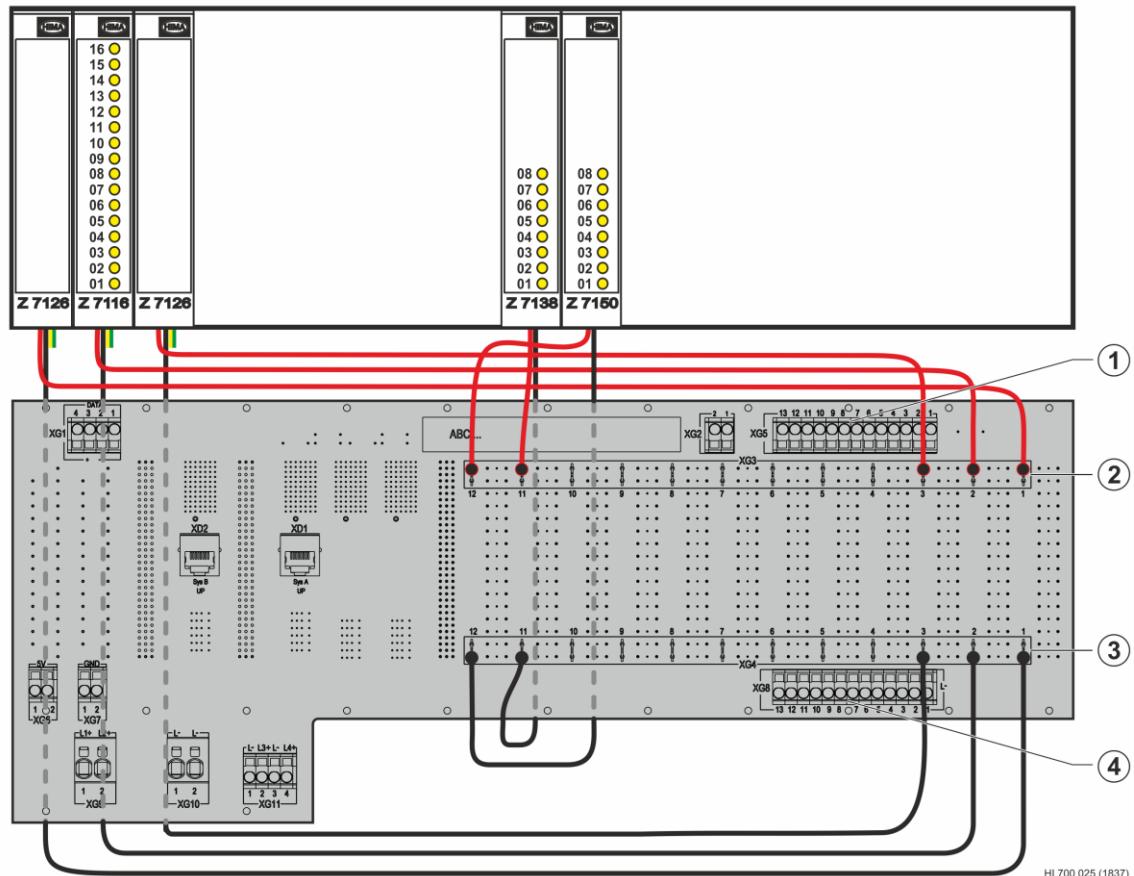
#### 4.2.2.3 24-V-Hilfsspannungen für E/A-Module und E/A-Verarbeitungsmodul

Der Anschluss der 24-V-Hilfsspannungen für die Kabelstecker der E/A-Module und das E/A-Verarbeitungsmodul erfolgt an folgenden Klemmen:

Federklemme	Querschnitt und Farbe
XG5.1 ... XG5.13	2,5 mm <sup>2</sup> RD
XG8.1 ... XG8.13 (L-)	2,5 mm <sup>2</sup> BK

Tabelle 13: Federklemmen 24-V-Hilfsspannungen für E/A-Module

Der Anschluss für die 24-V-Spannungsversorgung der Kabelstecker erfolgt wie in Bild 17 gezeigt. Die Versorgung der Faston-Flachstecker XG3 und XG4 erfolgt über die Feldklemmen XG5 und XG8, entsprechend der jeweiligen Steckplatznummern zugeordnet.

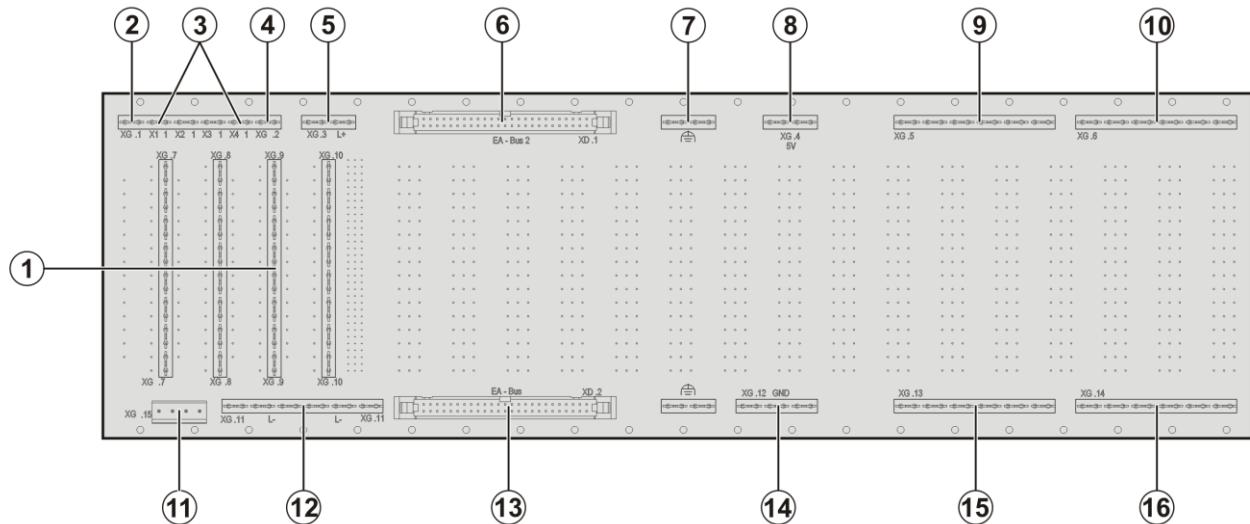


- 1 XG5: Anschluss 24-V-Hilfsspannung für Slot 1 ... 13, Zuordnung nach Steckplatznummer.
- 2 XG3: Faston-Flachstecker zur Versorgung der E/A-Kabelstecker.
- 3 XG4: Faston-Flachstecker für GND der E/A-Kabelstecker.
- 4 XG8: Bezugspotenzial LS- Hilfsspannung (24 VDC).

Bild 17: Anschluss 24-V-Spannungsversorgung der Kabelstecker (H41X)

#### 4.2.3 Rückwandbus Erweiterungs-Rack

Die folgenden Abbildungen zeigen die Rückseite des Rückwandbusses des Erweiterungs-Racks:



- 1** Einspeisung 24 VDC (L+) für die Stromverteiler-Module Steckplatz 18 ... 21, XG.7 ... XG.10.  
**2** Sicherungsüberwachung Stromverteiler-Module, XG.1.  
**3** Jumper X1 ... X4 (Sicherungsüberwachung).  
**4** Sicherungsüberwachung Stromverteiler-Module, XG.2.  
**5** Einspeisung 24 VDC für E/A-Verarbeitungsmodul, XG.3.  
**6** Für HIQuad X nicht verwenden!  
**7** PE-Anschluss.  
**8** Spannung 5 VDC, XG.4.  
**9** Potenzialverteiler zur freien Verfügung XG.5.  
**10** Potenzialverteiler zur freien Verfügung XG.6.  
**11** Für HIQuad X nicht verwenden!  
**12** L- (24 VDC) XG.11.  
**13** Für HIQuad X nicht verwenden!  
**14** GND (+ 5 VDC), XG.12.  
**15** Potenzialverteiler zur freien Verfügung XG.13.  
**16** Potenzialverteiler zur freien Verfügung XG.14.

Bild 18: Rückansicht Rückwandbus Erweiterungs-Rack

#### ⚠️ WARNUNG



Bei HIQuad X dürfen die Steckverbinder Pos. 11 XG15, Pos. 6 XD1 und Pos 13 XD2 nicht beschaltet werden. Die Steckverbinder müssen mit Blindabdeckungen versehen werden (im Lieferumfang der F-IOP).

Eine Missachtung kann zu kritischen Zuständen in der Anlage führen.

Durch die Auswahl geeigneter Module lässt sich die HIQuad X Steuerung auf die konkrete Anwendung zuschneiden.

Die Steuerung lässt sich späteren Erweiterungen des zu steuernden Prozesses leicht anpassen, z. B. durch Hinzufügen von Modulen oder von Erweiterungs-Racks mit Modulen bei H51X.

#### 4.2.4 Temperaturüberwachung

Das HIQuad X System ist für den Betrieb bis zu einer maximalen Umgebungstemperatur von 60 °C ausgelegt. Der Temperaturzustand von Prozessormodulen, E/A-Verarbeitungsmodulen und Kommunikationsmodulen wird von Sensoren an besonders temperaturrelevanten Stellen innerhalb der Module kontinuierlich erfasst. Der Temperaturzustand dieser Module wird zentral von den Prozessormodulen (F-CPU 01) überwacht und ausgewertet.

Die Temperaturzustände lassen sich im Anwenderprogramm über die Systemparameter *Temperaturzustand [1]* und *[2]* für jedes Prozessormodul auswerten, siehe Kapitel 6.2.2.

Die Systemparameter *Temperaturzustand [1]* und *[2]* signalisieren die gemessenen Temperaturen wie folgt:

Temperaturschwelle	Temperaturzustand	<i>Temperaturzustand [X] [BYTE]</i>
≤ 40 °C	Normal	0x00
> 40 °C	<b>Warnung:</b> Schwelle 1 überschritten.	0x01
> 60 °C	<b>Fehler:</b> Schwelle 2 überschritten.	0x03

Tabelle 14: Temperaturschwellen der Temperaturzustände

Wenn eine der Temperaturschwellen über- oder unterschritten wird, wechselt der Temperaturzustand.

Der Übergang in den Zustand *Schwelle 1 überschritten* oder *Schwelle 2 überschritten* bedeutet **nicht**, dass die Sicherheit des Systems beeinträchtigt ist.

Der Anwender hat durch geeignete Maßnahmen sicher zu stellen, dass die für das System spezifizierten Grenzen für die Umgebungstemperatur eingehalten werden.



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

Der Temperaturzustand darf als zusätzliches Abschaltkriterium benutzt werden.

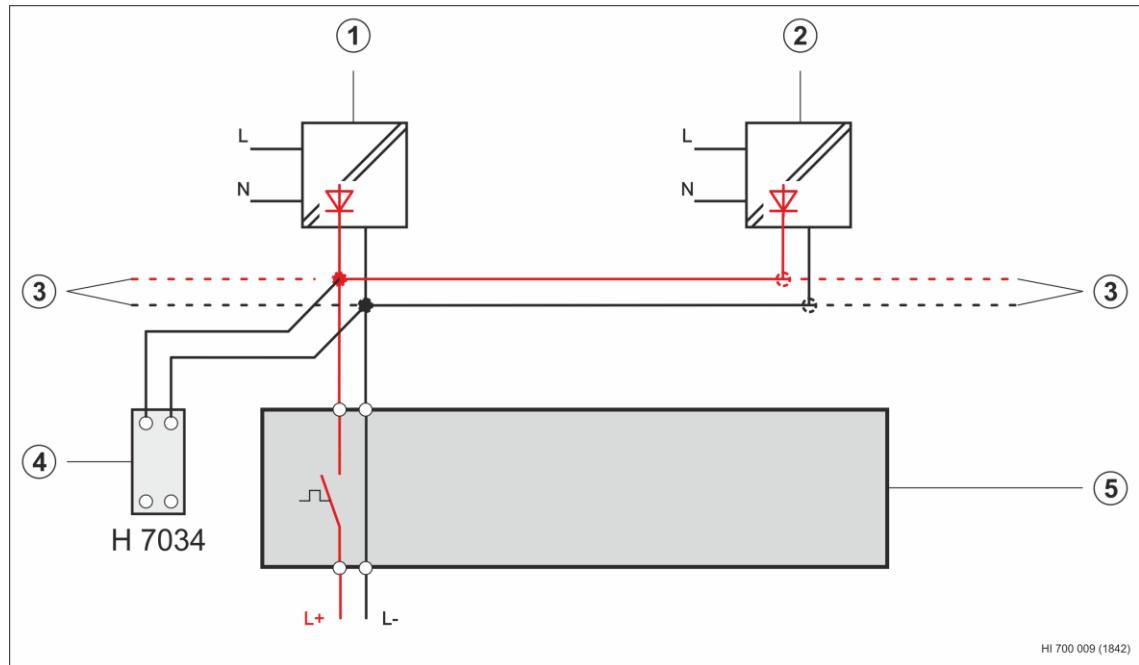
Im SILworX Hardware-Editor ist für jedes Rack mit den Systemparametern *Temperaturzustand* einstellbar, ob eine Überschreitung einer Temperaturschwelle zu einer Meldung führen soll oder nicht.

#### 4.3 Spannungsversorgung

HIQuad X benötigt eine 24-V-Spannungsversorgung, die wie folgt angeschlossen werden kann:

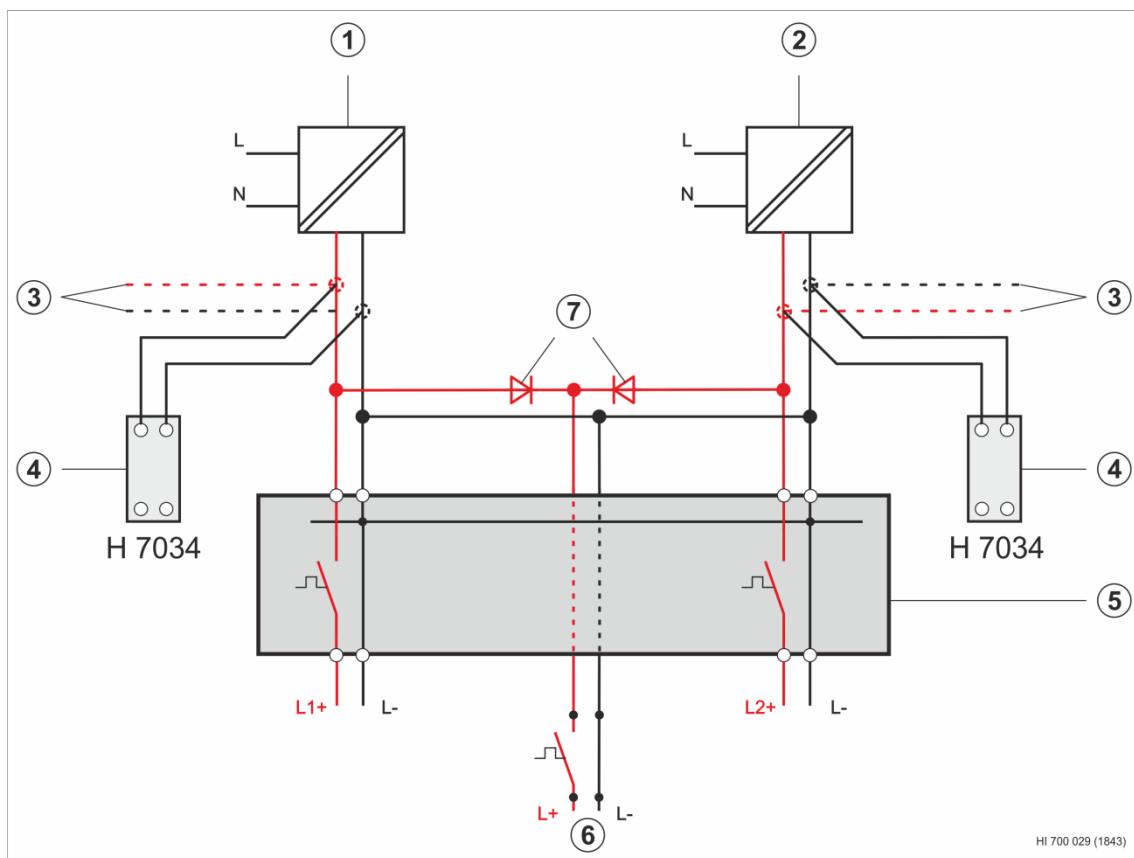
- Mono mit einem oder redundanten Netzgeräten, siehe Bild 19.
- Redundant mit redundanten Netzgeräten, siehe Bild 20.

HIMA verwendet rote Kabel für positive Potenziale (L+) und schwarze Kabel für negative Potenziale (L-).



- |          |  |          |  |
|----------|--|----------|--|
| <b>1</b> | Netzgerät SELV/PELV entkoppelt.              | <b>4</b> | Netzfilter H 7034.                                 |
| <b>2</b> | Redundantes Netzgerät SELV/PELV, entkoppelt. | <b>5</b> | Sicherungs- und Stromverteiler (siehe Tabelle 41). |
| <b>3</b> | Alternativ: 24-VDC-Netze.                    |          |  |

Bild 19: 24-V-Spannungsversorgung Mono



- |   |  |
|---|--|
| <b>1</b> Netzgerät SELV/PELV.             | <b>5</b> Sicherungs- und Stromverteiler<br>(siehe Tabelle 41).             |
| <b>2</b> Redundantes Netzgerät SELV/PELV. | <b>6</b> Alternativ: Anschluss für Mono-Komponenten, Entkopplung beachten! |
| <b>3</b> Alternativ: 24-VDC-Netz.         | <b>7</b> Entkopplungsdiode, falls nicht in den Netzgeräten enthalten!      |
| <b>4</b> Netzfilter H 7034.               |  |

Bild 20: 24-V-Spannungsversorgung Redundant

Die verwendeten Netzgeräte müssen die Anforderungen gemäß SELV oder PELV erfüllen. Die Netzgeräte müssen Netzspannungs-Ausfälle bis zu einer Dauer von 20 ms überbrücken. HIMA Netzgeräte der PS 1000-Serie sind dafür geeignet und für eine mittlere Betriebsdauer (MTTF) von 30 Jahren ausgelegt. Netzgeräte anderer Hersteller sind auf die Einhaltung der genannten Voraussetzungen zu prüfen. Für ein 24-VDC-Netz gelten die gleichen Anforderungen, wie für die Versorgung über Netzgeräte.

HIMA empfiehlt die 24-V-Spannungsversorgungen immer mit einem Netzfilter H 7034 vor transienten Störgrößen zu schützen. Das Netzfilter ist nahe der 24-V-Einspeisung anzubringen, um Störungen direkt an der Einspeisung zu unterdrücken.

Zum Anschluss redundanter Netzgeräte sind die Basis-Racks mit redundanten Klemmen L1+ und L2+ ausgestattet, siehe Bild 15 und Bild 16. Die sichere Trennung der Netzgeräte muss dabei gewährleistet sein.

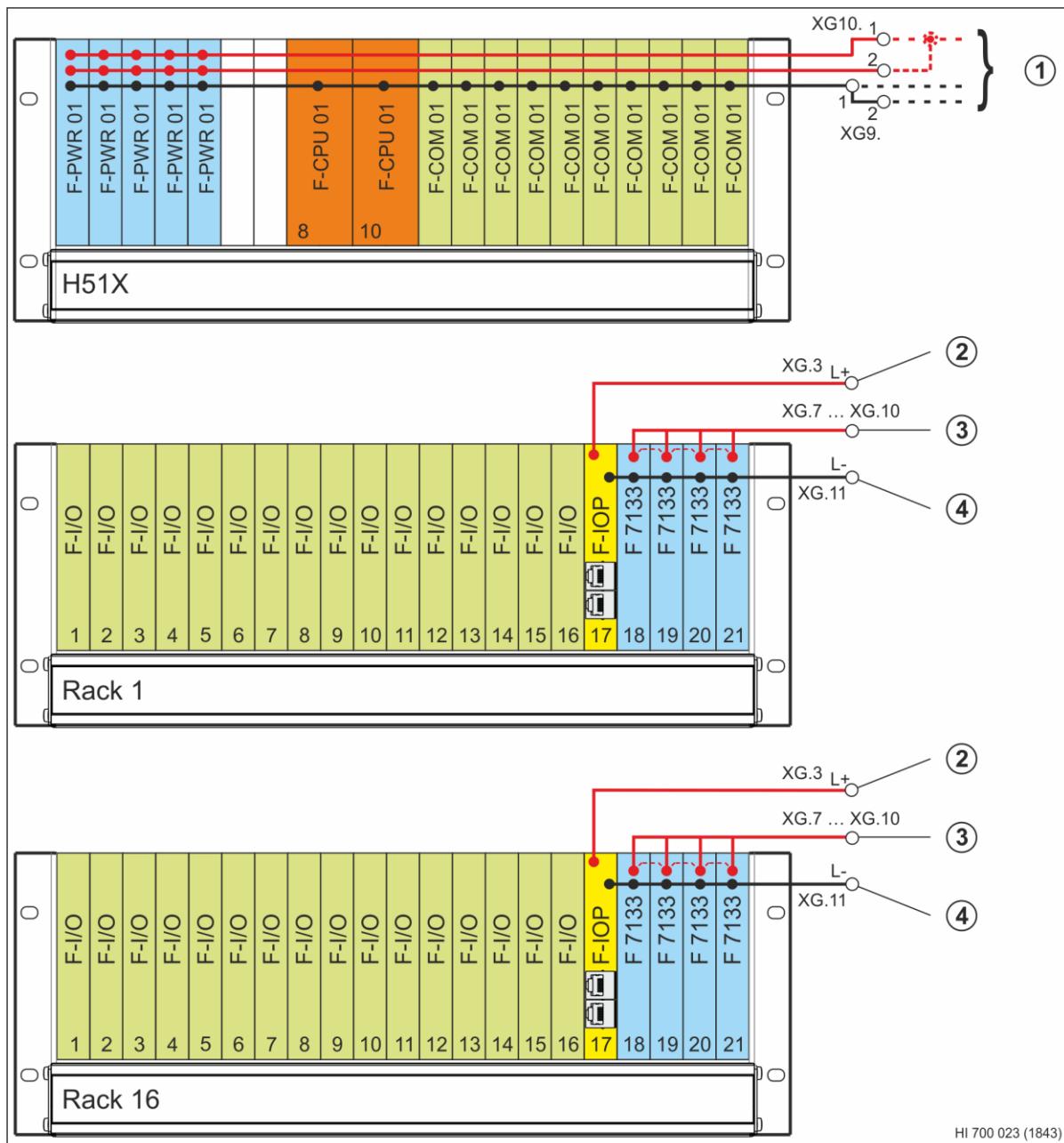
Zur Sicherstellung einer hohen Verfügbarkeit sind die HIQuad X Systeme wie folgt zu betreiben:

- Redundante Spannungsversorgungen verwenden.
- Die Netzgeräte oder die 24–VDC-Netze müssen gewährleisten, dass im Fehlerfall keine Ausgangsspannung > 31 V abgegeben wird.
- Die maximale Stromaufnahme ist auf 16 A pro Basis-Rack, durch geeignete Sicherungen im Sicherungs- und Stromverteiler, zu begrenzen.
- Der Anwender muss durch externe Maßnahmen gewährleisten, dass die Spannungsversorgung den Wert von  $0,8 \times U_N$  (= 19,2 VDC) nicht unterschreitet. Das System reagiert mit Ausfall einzelner Komponenten oder des gesamten Systems, falls keine redundante Spannungsversorgung zur Verfügung steht.

Die Stromverteiler K 7205, K 7212, K 7213 und K 7214 enthalten Komponenten zur Absicherung von bis zu 18 Einzelstromkreisen mit Sicherungsautomaten. Der Bausatz K 7212 ist zusätzlich mit Entkopplungsdioden und Netzfiltern mit Überwachungsrelais ausgestattet.

#### 4.3.1 Basis-Rack H51X (24 VDC) Mono

Die 24-V-Spannungsversorgung Mono erfolgt für das Basis-Rack H51X und den E/A-Verarbeitungsmodulen mit dem Anschluss von einem oder redundanten Netzgeräten, siehe Bild 19.



- 1** Anschluss von einem oder redundanten Netzgeräten, siehe Bild 19.
- 2** Anschluss 24 VDC für die E/A-Verarbeitungsmodule aus derselben Quelle wie das Basis-Rack H51X.
- 3** Redundante Einspeisung der Stromverteiler-Module F 7133, Steckbrücken gemäß Anwendung stecken.
- 4** Bezugspotenzial L-.

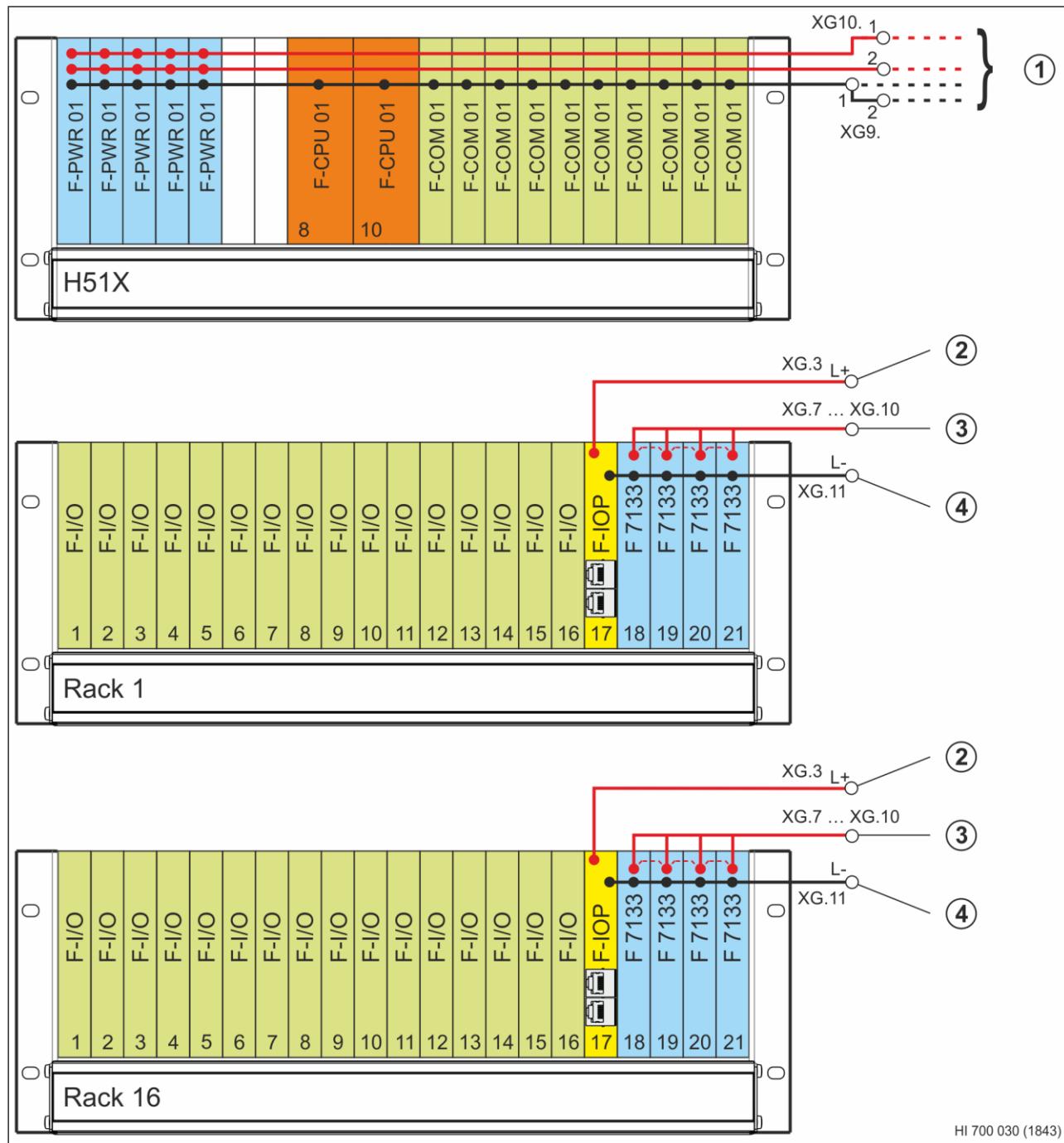
Bild 21: Mono-Anschluss Basis-Rack H51X (24 VDC)



HIMA empfiehlt für die redundante Einspeisung den Stromverteiler K 7212 mit Entkopplungsdioden zu verwenden.

#### 4.3.2 Basis-Rack H51X (24 VDC) Redundant

Die 24-V-Spannungsversorgung Redundant erfolgt für das Basis-Rack H51X mit redundanten Netzgeräten und für die E/A-Ebene am Anschluss für Mono-Komponenten, siehe Bild 20.



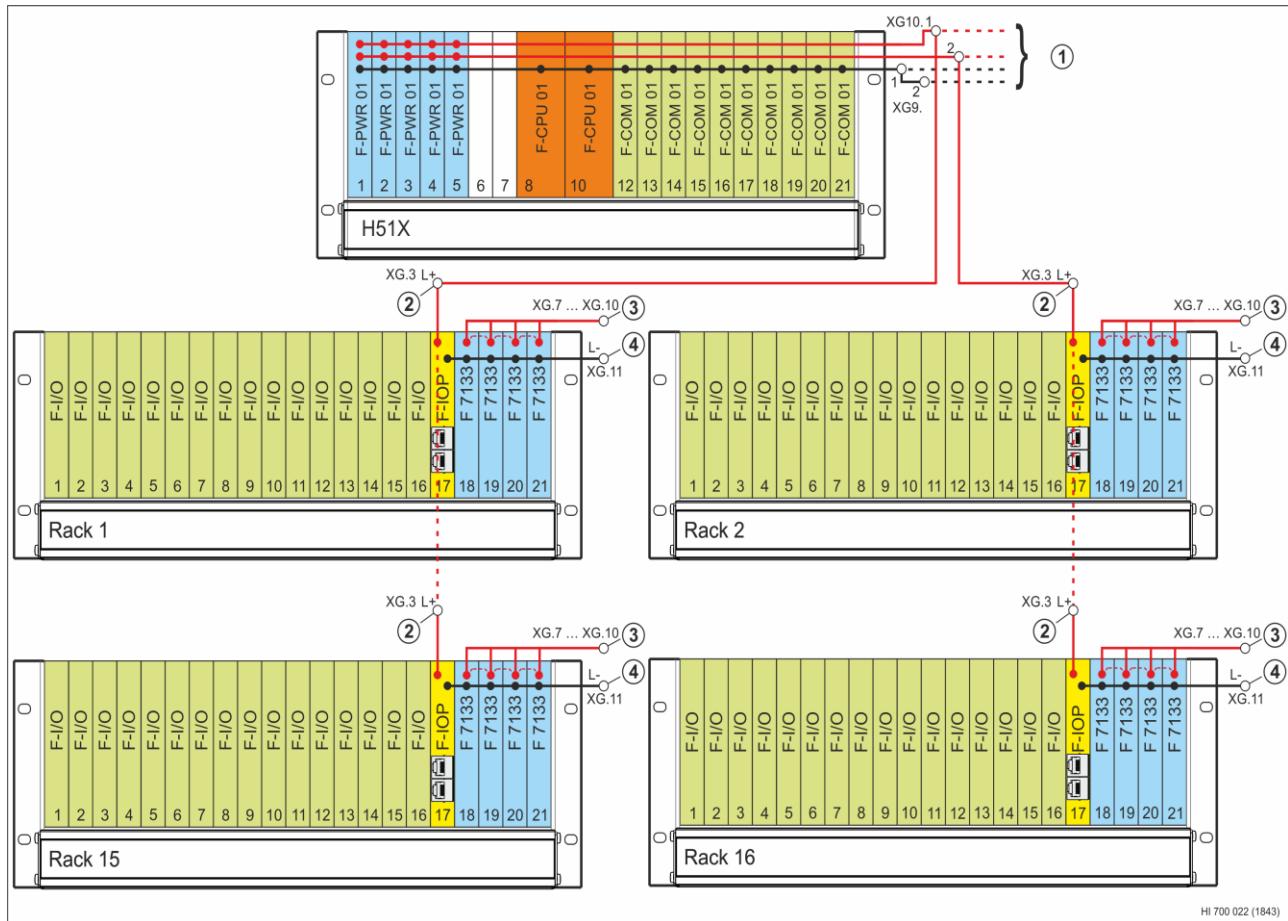
- 1** Anschluss von redundanten Netzgeräten, siehe Bild 20.
- 2** Mit dem Anschluss für Mono-Komponenten verbinden, siehe Bild 20.
- 3** Redundante Einspeisung der Stromverteiler-Module F 7133, Steckbrücken gemäß Anwendung stecken.
- 4** Bezugspotenzial L-.

Bild 22: Redundanter Anschluss Basis-Rack H51X (24 VDC)

### 4.3.3 Basis-Rack H51X und E/A-Ebene (24 VDC) Redundant

Zur Sicherstellung einer erhöhten Verfügbarkeit kann die Redundanz der E/A-Verarbeitungsmodule und damit die der E/A-Ebene individuell vom Anwender ausgeführt werden. Die 24-V-Spannungsversorgung erfolgt für das Basis-Rack H51X mit redundanten Netzgeräten, siehe Bild 20. Die E/A-Ebene wird je nach Anwendung redundant versorgt wie z. B. in Bild 22 gezeigt.

Die Erweiterungs-Racks mit ungeraden Rack-IDs werden im Beispiel unten von einem Netzgerät (L1+) versorgt, während die geraden von einem redundanten Netzgerät (L2+) versorgt werden. In diesem Beispiel ist die Redundanz der E/A-Ebene anhand der Rack-IDs aufgeteilt, so dass bei Ausfall eines Netzgerätes immer der Betrieb gewährleistet ist.



- 1** Anschluss von redundanten Netzgeräten, siehe Bild 20.
- 2** Klemme XG.3 (L+) für Anschluss 24 VDC entsprechend redundanter Anwendung.
- 3** Redundante Einspeisung der Stromverteiler-Module F 7133, Steckbrücken gemäß Anwendung stecken.
- 4** Bezugspotenzial L-.

Bild 23: Redundanter Anschluss Basis-Rack H51X (24 VDC) und redundanter E/A-Ebene

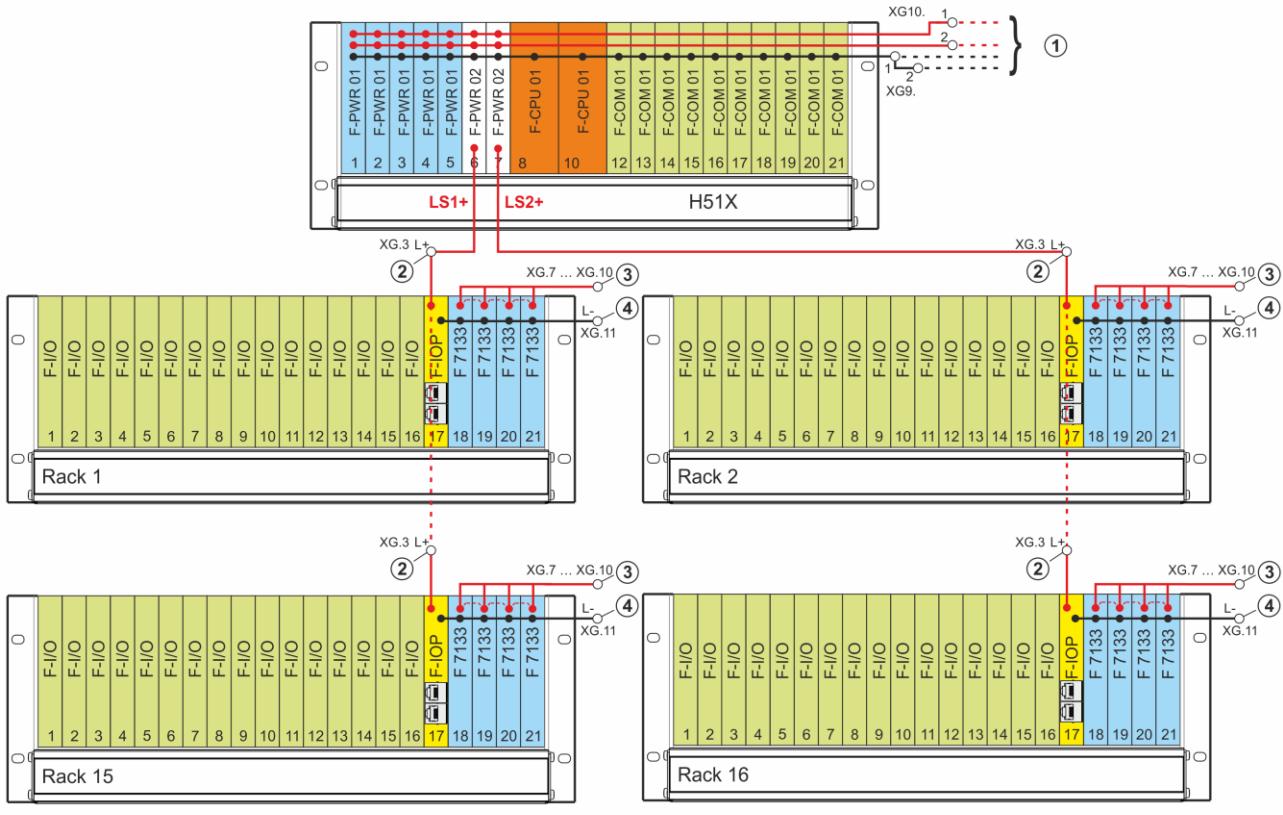


HIMA empfiehlt für die redundante Einspeisung den Stromverteiler K 7212 mit Entkopplungsdioden zu verwenden.

#### 4.3.4 Basis-Rack H51X (24 VDC) E/A-Ebene über Puffermodule F-PWR 02 (optional)

Wenn die Netzgeräte die Forderungen bezüglich sicherer Trennung und Überbrückung von Netzspannungs-Ausfällen bis 20 ms aus Kapitel 4.3 nicht erfüllen oder die Anforderungen > 20 ms sind, können die E/A-Verarbeitungsmodule optional über die Puffermodule F-PWR 02 mit Spannung (24 VDC) versorgt werden.

Im folgenden Beispiel überbrückt das Puffermodul in Steckplatz 6 Spannungsausfälle für die E/A-Verarbeitungsmodule in den Erweiterungs-Racks mit ungeraden Rack-IDs. Das Puffermodul in Steckplatz 7 überbrückt Spannungsausfälle für die Erweiterungs-Racks mit geraden Rack-IDs. Damit ist es möglich, redundante E/A-Ebenen anhand der Rack-IDs aufzubauen. Beim Ausfall eines Puffermoduls ist der Betrieb redundanter Racks über das verbleibende Modul gewährleistet. Das ausgefallene Puffermodul muss umgehend ausgetauscht werden, um die ursprüngliche Verfügbarkeit wiederherzustellen. Dieser Aufbau entspricht dem HIQuad HRS-System.

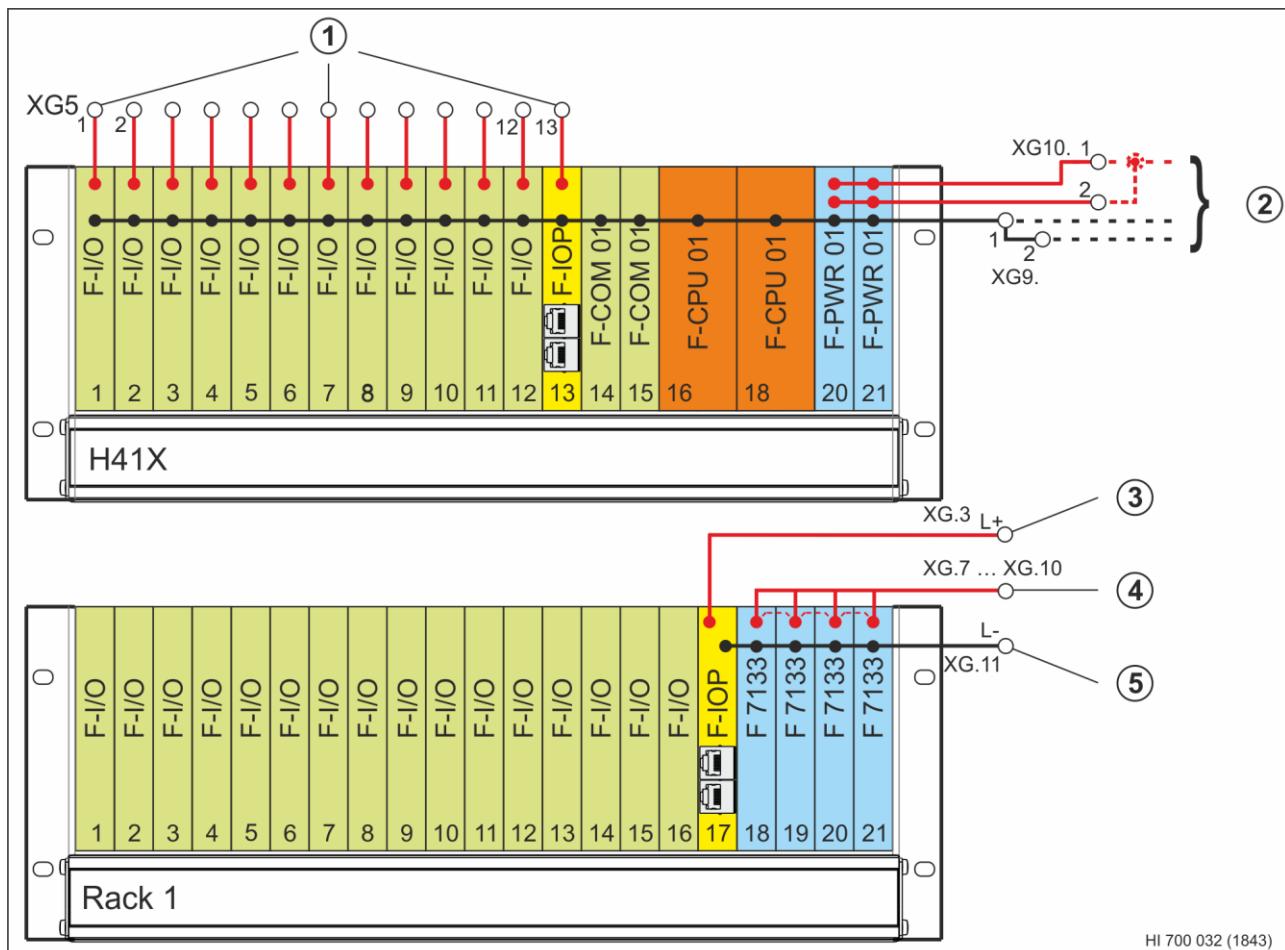


- 1** Anschluss von redundanten Netzgeräten, siehe Bild 20.
- 2** Anschluss an die Spannungsversorgung LS1+/LS2+ der Puffermodule F-PWR 02, entsprechend dem gewünschten redundanten Aufbau der E/A-Ebene.
- 3** Redundante Einspeisung der Stromverteiler-Module F 7133, Steckbrücken gemäß Anwendung stecken.
- 4** Bezugspotenzial L-.

Bild 24: Mono-Anschluss Basis-Rack H51X (24 VDC)

#### 4.3.5 Basis-Rack H41X (24 VDC) Mono

Die 24-V-Spannungsversorgung Mono erfolgt für das Basis-Rack H41X und den E/A-Verarbeitungsmodulen mit dem Anschluss von einem oder redundanten Netzgeräten siehe Bild 19.

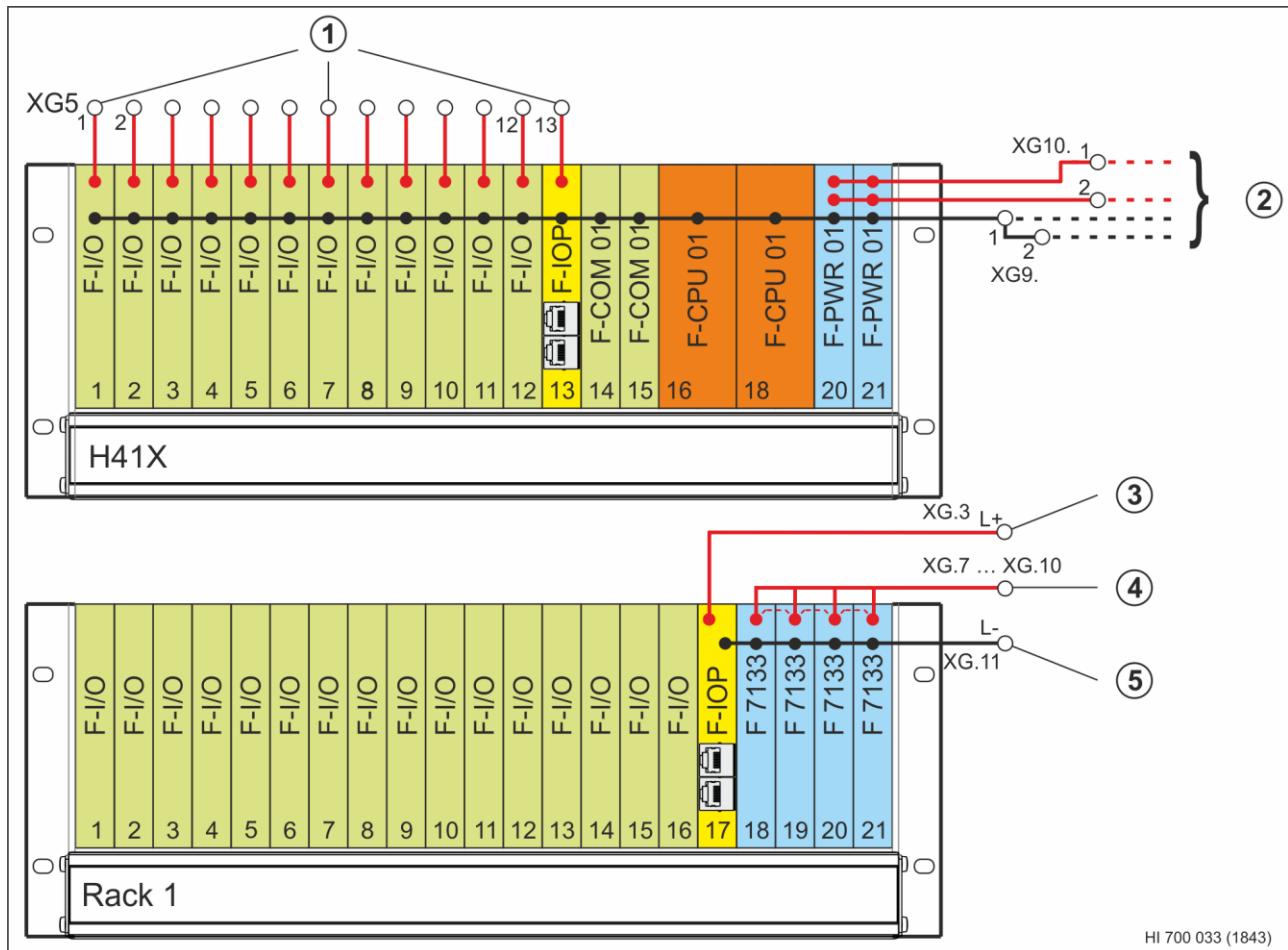


- 1** Reihenklemmen XG5.1 ... 13 zur 24-V-Spannungsversorgung, XG5.13: Anschluss für das E/A-Verarbeitungsmodul.
- 2** Anschluss von einem oder redundanten Netzgeräten, siehe Bild 19.
- 3** Anschluss 24 VDC für das E/A-Verarbeitungsmodul aus derselben Quelle wie das Basis-Rack H41X.
- 4** Redundante Einspeisung der Stromverteiler-Module F 7133, Steckbrücken gemäß Anwendung stecken.
- 5** Bezugspotenzial L-.

Bild 25: Mono Anschluss Basis-Rack H41X

#### 4.3.6 Basis-Rack H41X (24 VDC) Redundant

Um redundante E/A-Ebenen in HIQuad H41X Systemen zu realisieren, muss das E/A-Verarbeitungsmodul im Basis-Rack H41X und das im Erweiterungs-Rack aus unterschiedlichen Netzgeräten versorgt werden. Dazu kann zum Beispiel das E/A-Verarbeitungsmodul im Basis-Rack H41X (Klemme XG5.13) an L+ und das E/A-Verarbeitungsmodul im Erweiterungs-Rack (Klemme XG.3, L+) angeschlossen werden, siehe Bild 20. Die Netzgeräte müssen eine Spannungsunterbrechung bis 20 ms überbrücken können.



- 1** Reihenklemmen XG5.1 ... 13 zur 24-V-Spannungsversorgung, XG5.13 Anschluss für das E/A-Verarbeitungsmodul im Basis-Rack H41X.
- 2** Anschluss von redundanten Netzgeräten, siehe Bild 20.
- 3** Klemme XG.3 (L+) für Anschluss 24 VDC für das E/A-Verarbeitungsmodul im Erweiterungs-Rack 1.
- 4** Redundante Spannungsversorgung der Stromverteiler-Module F 7133, Steckbrücken gemäß Anwendung stecken.
- 5** Bezugspotenzial L-.

Bild 26: Redundanter Anschluss Basis-Rack H41X und Erweiterungs-Rack 1

#### 4.3.7 HIQuad X Verteilung 24 VDC

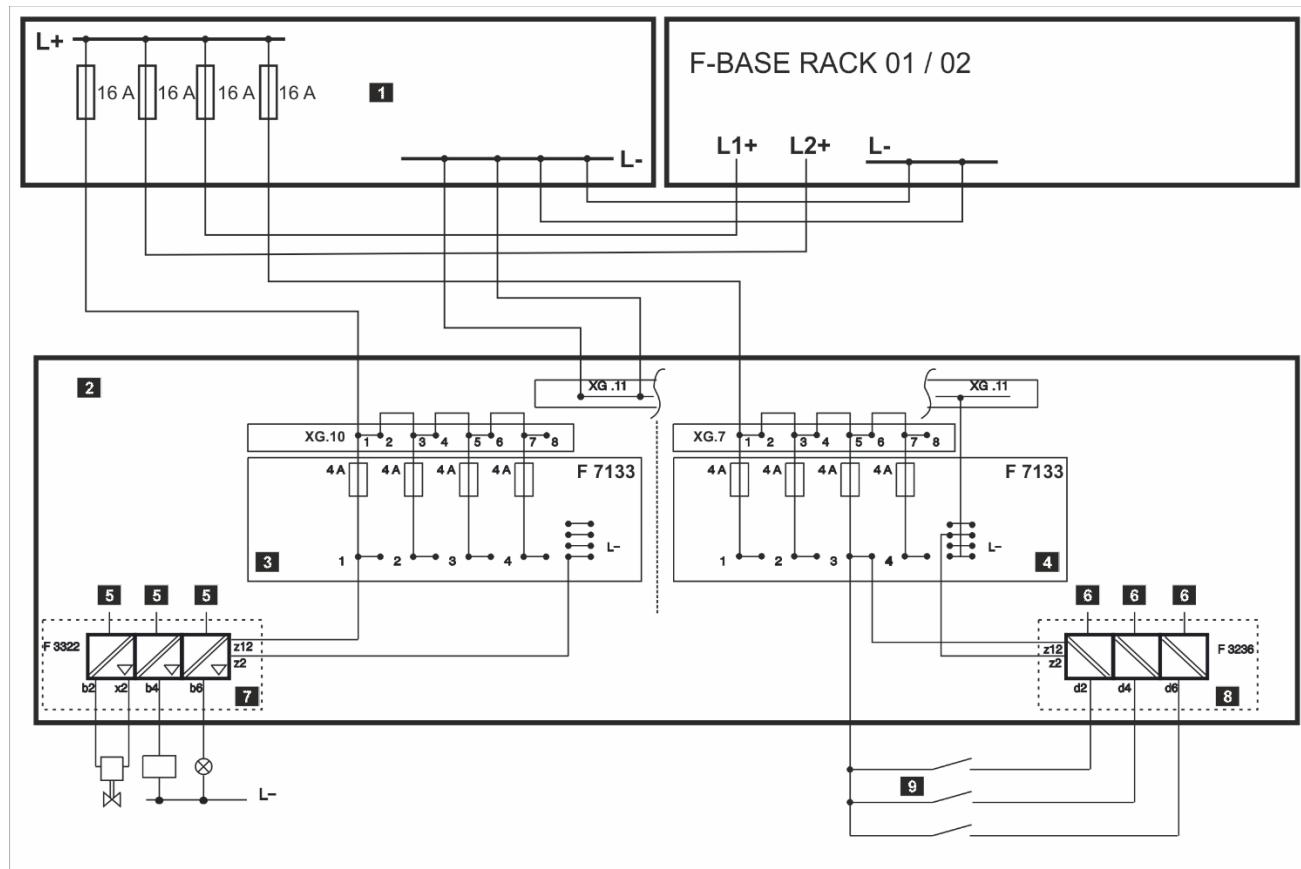
Die Verteilung der 24-V-Spannungsversorgung erfolgt über einen Sicherungs- und Stromverteiler, mit denen die Basis-Racks und die Erweiterungs-Racks verbunden werden.

Jedes Erweiterungs-Rack kann mit maximal 4 Stromverteiler-Modulen F 7133 ausgerüstet werden. Für jede F 7133 ist im Sicherungs- und Stromverteiler eine Vorsicherung (16 A) zu verwenden.

Jedes E/A-Modul im Erweiterungs-Rack ist genau durch eine Sicherung auf einem Stromverteiler-Modul F 7133 geschützt. Jede F 7133 sichert 4 Steckplätze mit 4 A pro Steckplatz. Die Zuordnung der Stromverteiler-Module zu den Steckplätzen der E/A-Module ist wie folgt:

Stromverteiler-Modul F 7133	Versorgt E/A-Module in
Steckplatz 18	Steckplatz 1 ... 4
Steckplatz 19	Steckplatz 5 ... 8
Steckplatz 20	Steckplatz 9 ... 12
Steckplatz 21	Steckplatz 13 ... 16

Tabelle 15: Zuordnung Stromverteiler-Modul F 7133 zu Steckplätzen der E/A-Module



- 1** Sicherungs- und Stromverteiler (siehe Tabelle 41).
- 2** Erweiterungs-Rack (F-BASE RACK 11)
- 3** Stromverteiler-Modul F 7133, Steckplatz 18
- 4** Stromverteiler-Modul F 7133, Steckplatz 21
- 5** Ausgangssignale
- 6** Eingangssignale
- 7** Ausgangsmodul in Steckplatz 1 (Beispiel)
- 8** Eingangsmodul in Steckplatz 15 (Beispiel)
- 9** Transmitter 1 ... 3

Bild 27: HIQuad X Verteilung 24 VDC

Die E/A-Module werden entweder über den frontseitigen Kabelstecker oder über den Rückwandbus mit Spannung versorgt. Der Potenzialverteiler XG.11 wird an L- des Sicherungs- und Stromverteilers angeschlossen. Alle Stromverteiler-Module F 7133 sind intern mit L- des Potenzialverteilers verbunden. Über die Frontseite des Stromverteiler-Moduls wird L- über die Kabelstecker den E/A-Modulen zugeführt.

Im Bild 27 wird die Spannungsversorgung für die Transmitterkreise frontseitig am Stromverteiler-Modul F 7133 abgegriffen. Die Transmitter werden durch die gleiche Sicherung geschützt wie das Eingangsmodul **8**.

#### 4.3.8 HIQuad X Verteilung 5 VDC

Zur Erzeugung der 5-V-Spannungsversorgung kann ein Basis-Rack H51X (F-BASE RACK 01) mit bis zu 5 parallel geschalteten Netzgeräten F-PWR 01 bestückt werden, ein Basis-Rack H41X (F-BASE RACK 02) mit 2 F PWR 01. Die 5-V-Spannungsversorgung wird über den Rückwandbus an jeden Steckplatz verteilt. Die 5-V-Spannungsversorgung wird von den Netzgeräten überwacht und deren Status an die Prozessormodule übermittelt. Die Prozessormodule regeln den Lastausgleich, der im gleichen Rack befindlichen Netzgeräte F-PWR 01. Der Status der Netzgeräte kann im SILworX Control Panel oder im Anwenderprogramm anhand von Systemvariablen ausgewertet werden.

##### 4.3.8.1 H51X Verteilung 5 VDC

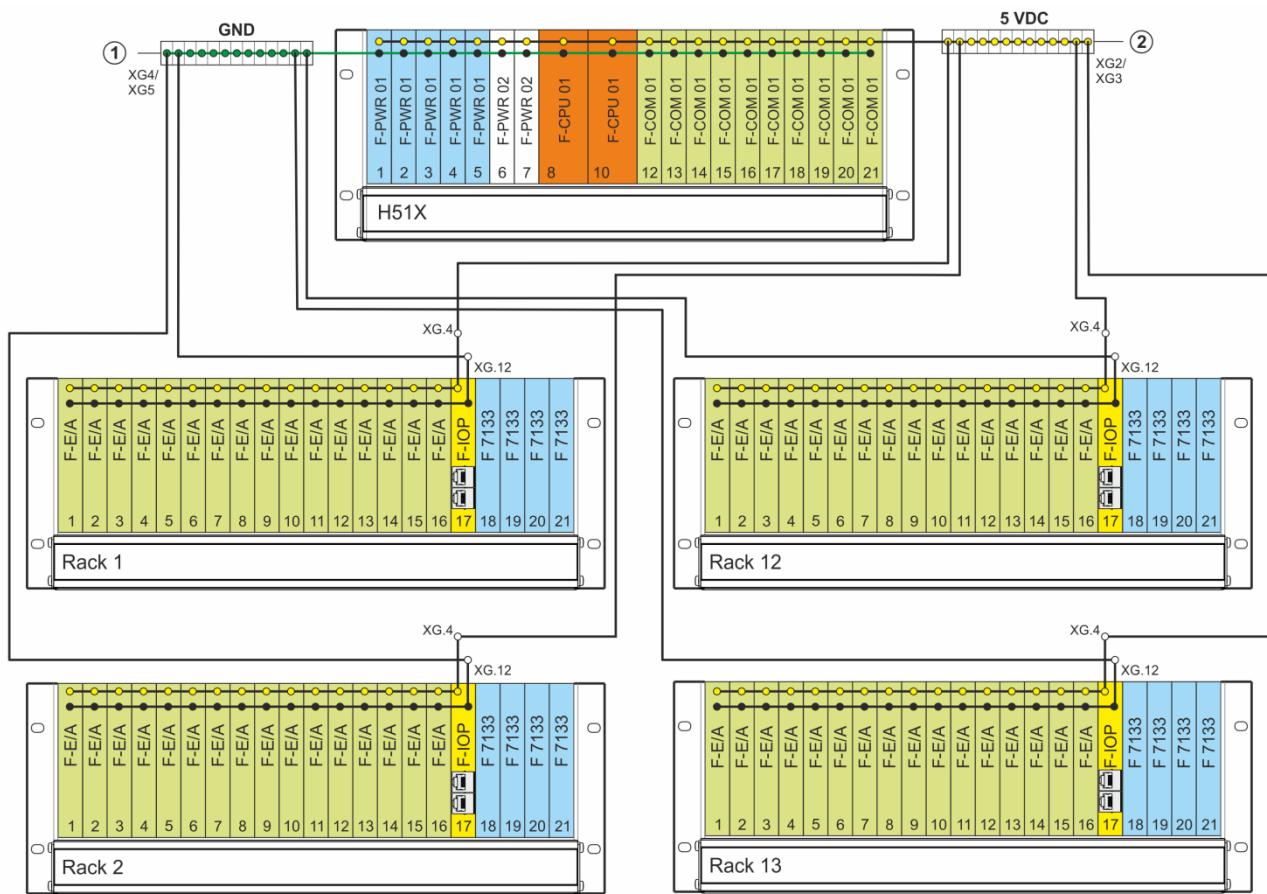
Für die Verteilung der 5-V-Spannungsversorgung stehen 26 Klemmstellen über die Klemmleisten XG2 und XG3 für 5V, XG4 und XG5 für GND zur Verfügung. Die Verteilung erfolgt sternförmig, siehe Bild 25. Der Leitungswiderstand einer 5-V-Versorgungsleitung, vom Basis-Rack H51X zu einem Erweiterungs-Rack, muss bei einer maximalen Länge von  $12\text{ m} \leq 40\text{ m}\Omega$  betragen. HIMA empfiehlt ab einer Leitungslänge größer 3 m, die Leitung zum Schutz vor transienten Störungen geschirmt auszuführen (LIY-CY) und den Schirm beidseitig möglichst flächig aufzulegen.

Für den Anschluss von Leitungsquerschnitten größer  $2,5\text{ mm}^2$  können Stiftkabelschuhe mit einem Stiftdurchmesser  $< 2\text{ mm}$  oder andere geeignete Übergabeklemmen verwendet werden.

E/A-Verarbeitungsmodule (F-IOP 01) überwachen die 5-V-Spannungsversorgung der Racks, auf denen sie gesteckt sind. Bei Unterschreitung der Mindestspannung schalten E/A-Verarbeitungsmodule die E/A-Ebene des eigenen Racks ab.

HIMA verwendet für 5 V gelbe und für GND grüne Leitungen. Wenn das HIQuad H51X System auf mehrere Schaltschränke verteilt ist, so muss die 5-V-Spannungsversorgung in Schaltschränken nur mit Erweiterungs-Racks aus einem Basis-Rack (F-BASE RACK 01) erfolgen, bestückt nur mit F-PWR 01 Modulen, siehe Kapitel 4.3.9.

An den Erweiterungs-Racks werden die Leitungen an den Flachsteckern XG.4 (5 V) und XG.12 (GND) angeschlossen und der Schirm wird auf den PE-Anschluss gelegt. Die Verteilung der Spannung zu den E/A-Modulen erfolgt über den Rückwandbus.



HI 700 019 (1823)

**1** GND-Anschluss XG4 und XG5 auf der Rückseite des Racks.

**2** 5-VDC-Anschluss XG2 und XG3 auf der Rückseite des Racks.

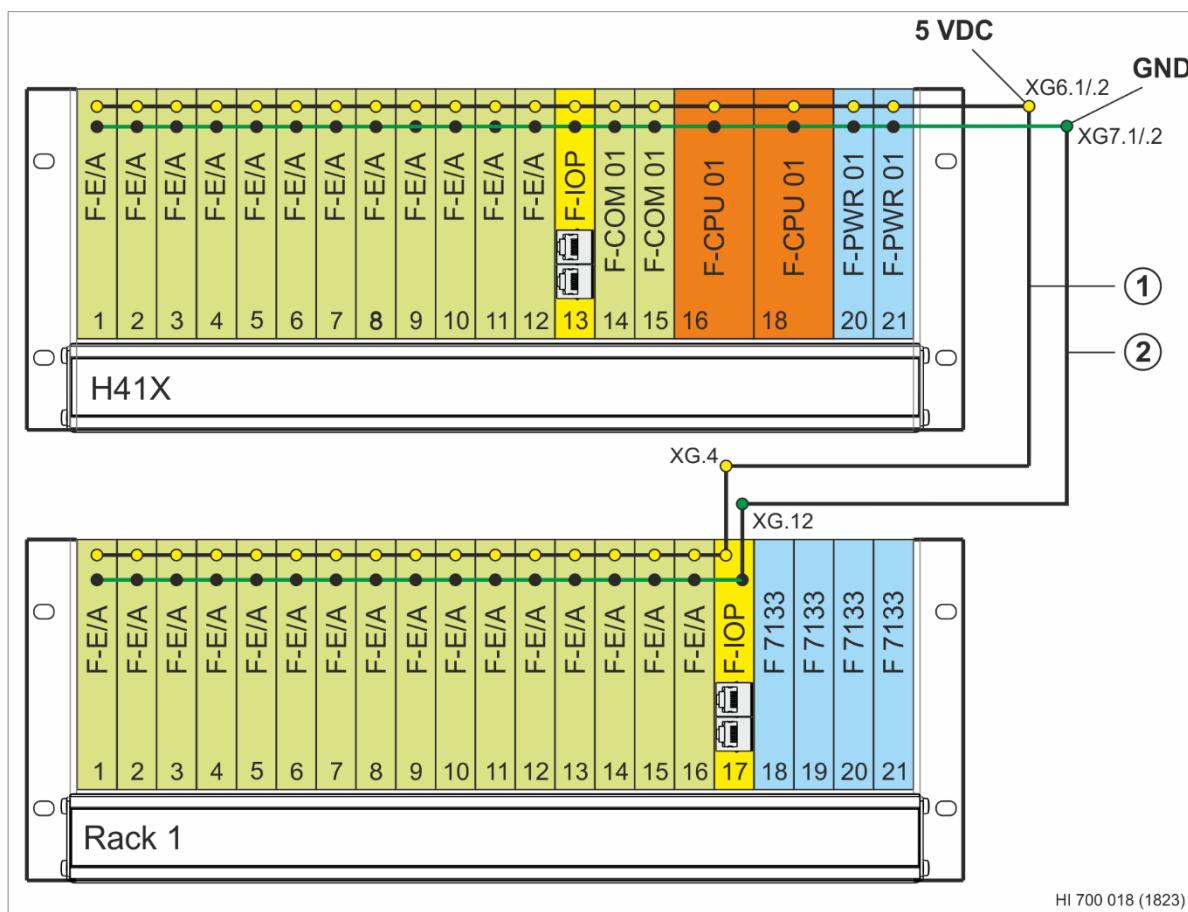
Bild 28: Prinzipieller Anschluss von Erweiterungs-Racks an 5 VDC (H51X)

#### 4.3.8.2 H41X Verteilung 5 VDC

Die Verteilung der 5-V-Spannungsversorgung zum Erweiterungs-Rack erfolgt über die Klemmleisten XG6 für 5 V und XG7 für GND. Das Erweiterungs-Rack muss mit je 2 parallelen Leitungen ( $2,5 \text{ mm}^2$ ) für 5 V und für GND sternförmig angeschlossen werden, damit die 5-V-Spannungsversorgung auf den E/A-Verarbeitungsmodulen in ausreichend hoher Spannung anliegt. Der Leitungswiderstand einer 5-V-Versorgungsleitung, vom Basis-Rack H41X zu einem Erweiterungs-Rack, muss bei einer maximalen Länge von  $12 \text{ m} \leq 40 \text{ m}\Omega$  betragen. HIMA empfiehlt ab einer Leitungslänge größer 3 m, die Leitung zum Schutz vor transienten Störungen geschirmt auszuführen (LIY-CY) und den Schirm beidseitig möglichst flächig aufzulegen.

HIMA verwendet für die 5 V gelbe und für GND grüne Leitungen. Wenn das HIQuad H41X System auf zwei Schaltschränke verteilt ist, gelten die gleichen Regeln wie für die H51X, siehe Kapitel 4.3.9.

An das Erweiterungs-Rack werden die Leitungen an den Flachsteckern XG.4 (5 V) und XG.12 (GND) angeschlossen. Die Verteilung der Spannung zu den E/A-Modulen erfolgt über den Rückwandbus.



- 1** 5 VDC-Anschluss XG6.1/.2 (Basis-Rack), XG.4 (Erweiterungs-Rack).
- 2** GND-Anschluss XG7.1/.2 (Basis-Rack), XG.12 (Erweiterungs-Rack).

Bild 29: Prinzipieller Anschluss Erweiterungs-Rack an 5 VDC (H41X)

Bei der Auslegung der 5-V-Spannungsversorgung muss die Stromaufnahme aller E/A-Module und der Module im Basis-Rack berücksichtigt werden. Die Stromaufnahme der einzelnen Module ist den Modulhandbüchern zu entnehmen.

Für HIQuad H51X:

Anzahl Netzgeräte F-PWR 01	Maximal zulässige Stromaufnahme	Verfügbarkeits-Auslegung (Ausfall eines Netzgeräts wird toleriert!)
1	10 A	---
2	20 A	10 A
3	30 A	20 A
4	40 A	30 A
5	40 A	40 A

Tabelle 16: Zulässige Stromaufnahme im Verhältnis zur Anzahl der Netzgeräte

Für HIQuad H41X:

Anzahl Netzgeräte F-PWR 01	Maximal zulässige Stromaufnahme	Verfügbarkeits-Auslegung (Ausfall eines Netzgeräts wird toleriert!)
1	10 A	---
2	10 A	10 A

Tabelle 17: Zulässige Stromaufnahme im Verhältnis zur Anzahl der Netzgeräte

#### 4.3.9 H51X Zusatzstromversorgung 5 VDC

Die 5-VDC-Spannungsversorgung kann um eine Zusatzstromversorgung H51X, bestehend aus F-BASE RACK 01 nur bestückt mit F-PWR 01 Modulen, erweitert werden.

### 4.4 Systembus

Das HIQuad X System basiert auf den redundanten Systembussen, A und B. Jeder Systembus wird dabei von jeweils einem Prozessormodul im Basis-Rack gesteuert und überwacht. Für den redundanten Betrieb muss das System mit zwei Prozessormodulen betrieben werden. Im redundanten Betrieb läuft die Kommunikation gleichzeitig über beide Systembusse. Ist im Basis-Rack nur ein Prozessormodul gesteckt, arbeitet das System im Mono-Betrieb mit nur einem Systembus.

Im Redundanz-Betrieb ist gewährleistet, dass bei Ausfall eines Prozessormoduls das redundante Prozessormodul die Kommunikation über einen Systembus aufrechterhält. Um die Redundanz wieder zu gewährleisten ist das defekte Prozessormodul umgehend auszutauschen.

Es ist unzulässig, die Systembusse mehrerer HIQuad X Systeme miteinander zu verbinden!

Es dürfen keine aktiven Elemente (z. B Switches) an den Systembus angeschlossen werden.

#### HINWEIS

**Betriebsstörung möglich!**

**Bei Verwendung der Systembus-Verbindungen XD1 ... XD4 auf der Rückseite des Rückwandbusses als normale Ethernet-Verbindungen kann es zu Betriebsstörungen des Systems kommen.**

- **Die Systembus-Verbindungen XD1 ... XD4 ausschließlich für die Verbindung mit den E/A-Verarbeitungsmodulen (F-IOP 01) verwenden.**
- **Systembus A und Systembus B nicht miteinander verbinden oder kreuzen.**



Die Systembusse verbinden die E/A-Ebene mit den Prozessormodulen über die E/A-Verarbeitungsmodule (F-IOP 01). Dazu müssen die RJ-45-Schnittstellen auf der Rückseite der Basis-Racks mit den E/A-Verarbeitungsmodulen verbunden werden, siehe Kapitel 3.2. Die maximale Länge der Patchkabel zwischen zwei Systembus-Teilnehmern beträgt 50 m. In Abhängigkeit der Kabellänge ist der Durchmesser zu berücksichtigen. Die Patchkabel für die Systembusse müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Mindestens Cat 5e (gemäß IEEE 802.3) für 1 Gbit/s für industrielle Anwendung.
- Industrietaugliche RJ-45-Stecker an beiden Seiten.
- Die Schirmung des Kabels muss mindestens Class D gemäß ISO/IEC 11801 erfüllen.
- Durch Auto-Crossover sind sowohl Kabel mit gekreuzten, als auch mit durchverbundenen Adern zulässig.

Geeignete Patchkabel mit Industriestecker sind bei HIMA in Standardlängen erhältlich.

### HINWEIS



**Kommunikationsstörung möglich!**

**Patchkabel nach Industriestandard Cat 5e oder besser verwenden!**

**Qualitativ minderwertige Patchkabel können in rauen Umgebungsbedingungen (z. B. Temperaturwechsel, EMV-Belastungen) zu Ausfällen bei der Kommunikation führen!**

Für Systembus-Verbindungen, die innerhalb eines Schaltschrankes verlaufen, muss der Leiterquerschnitt des Patchkabels mindestens 0,2 mm<sup>2</sup> betragen.

Für Systembus-Verbindungen, die außerhalb eines Schaltschrankes verlaufen, muss der Leiterquerschnitt des Patchkabels mindestens 0,5 mm<sup>2</sup> betragen. Gegebenenfalls muss hierfür ein Patchkabel mit starren Adern anstelle eines mit flexiblen Adern verwendet werden.

Für HIQuad X Systeme ist die Einstellung der Systembus-Latenzzeit nicht vorgesehen. Die Standardeinstellung *System-Standardwerte* des Systemparameters *Maximale Systembus-Latenzzeit [μs]* in den Eigenschaften der Ressource muss beibehalten werden, so dass das System die maximale Systembus-Latenzzeit bestimmt.

## 4.5 E/A-Bus

Alle E/A-Module sind über den E/A-Bus mit dem E/A-Verarbeitungsmodul verbunden. Das E/A-Verarbeitungsmodul im Basis-Rack H41X (Steckplatz 13) und im Erweiterungs-Rack (Steckplatz 17) verbindet den E/A-Bus mit den Systembussen des Systems.

## 4.6 E/A-Watchdog (WD)

In sicherheitsbezogenen Systemen ist ein unabhängiger zweiter Abschaltweg erforderlich. Dieser wird durch ein E/A-Watchdog-Signal (24 V) gewährleistet. Der E/A-Watchdog wird von dem oder den E/A-Verarbeitungsmodulen gesteuert, überwacht und an den Ausgangsmodulen angelegt. Die Ausgangsmodule funktionieren nur bei anliegendem Watchdog-Signal (High-Pegel). Wenn das E/A-Watchdog-Signal abgeschaltet wird, werden die Ausgangsmodule sicher in den energielosen Zustand gebracht.

## 4.7 Module

Das HIQuad X System ist ein modulares System und wird mit unterschiedlichen Modulen bestückt. Für das System stehen folgende Module zur Verfügung:

- Prozessormodul F-CPU 01
- E/A-Verarbeitungsmodul F-IOP 01
- Kommunikationsmodul F-COM 01
- E/A-Module, siehe Kapitel 4.11
- Netzgerät F-PWR 01 (24/5 V)
- Puffermodul F-PWR 02

## 4.8 Prozessormodul F-CPU 01

Im Prozessormodul laufen Anwenderprogramme unter der Kontrolle des CPU-Betriebssystems ab.

### 4.8.1 Betriebssystem

Aufgaben:

- Steuert den zyklischen Ablauf der Anwenderprogramme.
- Führt Selbst-Tests des Moduls durch.
- Steuert die sicherheitsbezogene Kommunikation über safeethernet.
- Verwaltet die Redundanz der Prozessormodulen (Synchronisierung).

#### 4.8.1.1 Genereller Ablauf des Zyklus

Phasen:

1. Lesen der Eingangsdaten.
2. Bearbeiten der Anwenderprogramme.
3. Schreiben der Ausgangsdaten.
4. Sonstige Aktivitäten, z. B. Bearbeitung von Reload.

#### 4.8.1.2 Zustände des Betriebssystems

Für den Anwender erkennbare Zustände:

- LOCKED
- STOPP/GÜLTIGE KONFIGURATION
- STOPP/FEHLERHAFTE KONFIGURATION
- STOPP/BS WIRD GELADEN
- RUN
- RUN/AP STOPP

Die Zustände der Module sind an den Leuchtdioden erkennbar. Alle LEDs sind zu beachten, siehe Modulhandbücher.

SILworX zeigt die Zustände in der Online-Ansicht an.

Die Tabelle 18 gibt einen Überblick über die Zustände des Betriebssystems und nennt die Bedingungen, unter denen sie erreicht werden.

Zustand	Beschreibung	Zustand wird erreicht durch:
LOCKED	Prozessormodul nimmt Fabrikeinstellungen für SRS, Netzwerkeinstellungen, usw. an.	Anlegen der Versorgungsspannung an das Prozessormodul bei Stellung des Mode-Schalter <i>Init</i> .
STOPP/GÜLTIGE KONFIGURATION	Prozessormodul gestoppt, gültige Konfiguration im Speicher.	Stoppen des Prozessormoduls mittels SILworX.
		Anlegen der Versorgungsspannung: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autostart durch Projektkonfiguration verboten.</li> <li>▪ Mode-Schalter in Stellung <i>Stop</i> und Prozessormodul startet allein.</li> </ul>
		Auftreten eines Fehlers.
STOPP/FEHLERHAFTE KONFIGURATION	Prozessormodul gestoppt, keine gültige Konfiguration im Speicher.	Laden mit Fehler.
STOPP/BS WIRD GELADEN	Prozessormodul gestoppt, Betriebssystem wird in den nichtflüchtigen Speicher geladen.	Laden des Betriebssystems mittels SILworX.
RUN	Anwenderprogramm läuft.	Aus dem Zustand STOPP/GÜLTIGE KONFIGURATION: Kommando von SILworX.
		Anlegen der Versorgungsspannung, die folgenden Voraussetzungen müssen erfüllt sein: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gültige Projektkonfiguration geladen.</li> <li>▪ Autostart durch Projektkonfiguration erlaubt.</li> <li>▪ Mode-Schalter nicht in Stellung <i>Init</i>.</li> <li>▪ Mode-Schalter in Stellung <i>Run</i>, wenn das Prozessormodul allein startet.</li> </ul>
RUN/AP STOPP	Das Anwenderprogramm läuft nicht. Dieser Zustand dient zum Test der Ein- und Ausgänge und der Kommunikation.	Aus dem Zustand STOPP/GÜLTIGE KONFIGURATION durch Kommando von SILworX.

Tabelle 18: Zustände des Betriebssystems, Erreichen der Zustände

Die Tabelle 19 nennt die Eingriffsmöglichkeiten des Anwenders im jeweiligen Zustand.

Zustand	Mögliche Eingriffe durch den Anwender:
LOCKED	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fabrikeinstellungen ändern.</li> <li>▪ Durch PADT-Kommando stoppen (Zustand STOPP).</li> <li>▪ Durch PADT-Kommando starten (Zustand RUN).</li> </ul>
STOPP/GÜLTIGE KONFIGURATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anwendungsprogramm laden.</li> <li>▪ Anwendungsprogramm starten.</li> <li>▪ Betriebssystem laden.</li> <li>▪ Variablen vorbereiten.</li> </ul>
STOPP / FEHLERHAFTE KONFIGURATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anwendungsprogramm laden.</li> <li>▪ Betriebssystem laden.</li> </ul>
STOPP/ BS WIRD GELADEN	Keine. Nach Ende des Ladevorgangs wird das Prozessormodul gestoppt (Zustand STOPP).
RUN	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anwendungsprogramm stoppen.</li> <li>▪ Variablen forcieren.</li> <li>▪ Online-Test durchführen.</li> </ul>
RUN/AP STOPP	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durch PADT-Kommando stoppen (Zustand STOPP).</li> </ul>

Tabelle 19: Zustände des Betriebssystems, Eingriffe durch den Anwender



- Die Zykluszeit erhöht sich mit der Anzahl der im System vorhandenen Module. Dies gilt unabhängig davon, ob die Module in der Konfiguration enthalten sind oder nicht.
- **Dies kann zum Überschreiten der Watchdog-Zeit führen, wenn im RUN-Betrieb zusätzliche Erweiterungs-Racks mit mehreren Modulen angeschlossen werden!**

#### 4.8.2 Verhalten bei Fehlern

Bei Fehlern geht das Prozessormodul in den Fehlerstopp und versucht einen Neustart. Dabei macht es einen ausführlichen Selbst-Test, der erneut einen Fehlerstopp zur Folge haben kann.

Liegt immer noch ein Fehler an, findet ein Neustart mit eingeschränkter Funktionalität statt um Dauer-Reboot zu verhindern.

Wenn das Prozessormodul eine Minute normal gelaufen ist, gilt ein folgender Fehlerstopp wieder als erster Fehlerstopp, bei dem ein Neustart versucht wird.



- Zur Fehlersuche und Beseitigung der Fehlerursache das PADT benutzen!

**4.9 E/A-Verarbeitungsmodul F-IOP 01**

Das E/A-Verarbeitungsmodul verwaltet den E/A-Bus des Basis-Racks H41X und der Erweiterungs-Racks. Über den E/A-Bus werden die Prozessdaten zwischen den E/A-Modulen und dem E/A-Verarbeitungsmodul ausgetauscht. Zu den Aufgaben des Moduls gehört der Datenaustausch mit den Prozessormodulen und Bereitstellung des Watchdog-Signals für die Ausgangsmodule über die Systembusse A und B.

**4.10 Kommunikationsmodul F-COM 01**

Mit dem Kommunikationsmodul kann das HIQuad X System Kommunikation mit externen Systemen herstellen und ist dazu mit zwei Ethernet-Schnittstellen und einer Feldbus-Schnittstelle ausgerüstet. Das Modul ist für den Einsatz im sicherheitsbezogenen HIQuad X System zugelassen und ist für den Transport sicherheitsbezogener Protokolle einsetzbar.

## 4.11 E/A-Module

Nachfolgende Tabelle listet die für HIQuad X einsetzbaren E/A-Module auf:

Modul	Kabelstecker	Kanäle	SIL	Typ	HI-Nummer Datenblatt
F 3221	Z 7116 / 3221	16	---	DI	HI 803 028 D
F 3224A	Z 7114 / 3224	4	---	DI; (Ex)i	HI 803 029 D
F 3236	Z 7116 / 3236	16	3	DI	HI 803 030 D
F 3237	Z 7108 / 3237	8	3	DI	HI 803 031 D
F 3238	Z 7008 / 3238	8	3	DI; (Ex)i	HI 803 032 D
F 3240	Z 7130 / 3240	16	3	DI 110 VDC	HI 803 033 D
F 3248	Z 7130 / 3248	16	3	DI 48 VDC	HI 803 034 D
F 3322	Z 7136 / 3322	16	---	DO 0,5 A	HI 803 035 D
F 3325	Z 7025 / 3325	6	---	Speisemodul	HI 803 036 D
F 3330	Z 7138 / 3330	8	3	DO 0,5 A	HI 803 037 D
F 3331	Z 7138 / 3331	8	3	DO 0,5 A	HI 803 058 D
F 3333	Z 7134 / 3333	4	3	DO 2 A	HI 803 059 D
F 3334	Z 7134 / 3334	4	3	DO 2 A	HI 803 060 D
F 3335	Z 7035 / 3335	4	3	DO; (Ex)i	HI 803 061 D
F 3349	Z 7150 / 3349	8	3	DO 0,5 A	HI 803 062 D
F 3422	Z 7139 / 3422	8	---	Relais 60 VDC	HI 803 063 D
F 3430	Z 7149 / 3430	4	3	Relais 110 VDC	HI 803 064 D
F 5220	Z 7152 / 5220	2	3	Zähler	HI 803 065 D
F 6215	Z 7127 / 6215	8	---	AI	HI 803 066 D
F 6217	Z 7127 / 6217	8	3	AI	HI 803 067 D
F 6220	Z 7062 / 6220	8	3	Thermoelement; (Ex)i	HI 803 068 D
F 6221	Z 7063 / 6221	8	3	AI; (Ex)i	HI 803 069 D
F 6705	Z 7126 / 6705	2	3	AO	HI 803 070 D
F 6706	Z 7126 / 6706	2	---	AO	HI 803 071 D

Tabelle 20: Einsetzbare E/A-Module

### 4.11.1 Anwendungsbereich E/A-Module

Die Normen, nach denen die E/A-Module zertifiziert sind, sind dem Normenspiegel im Sicherheitshandbuch HI 803 208 D zu entnehmen.

#### 4.11.2 Typenschild der E/A-Module

Das Typenschild enthält folgende wichtige Angaben:

- Produktnname
- Prüfzeichen
- Teilenummer
- Hardware-Revisionsindex (HW-Rev.)
- Ex-Angaben (wenn zutreffend)
- Produktionsjahr (Prod-Year:)

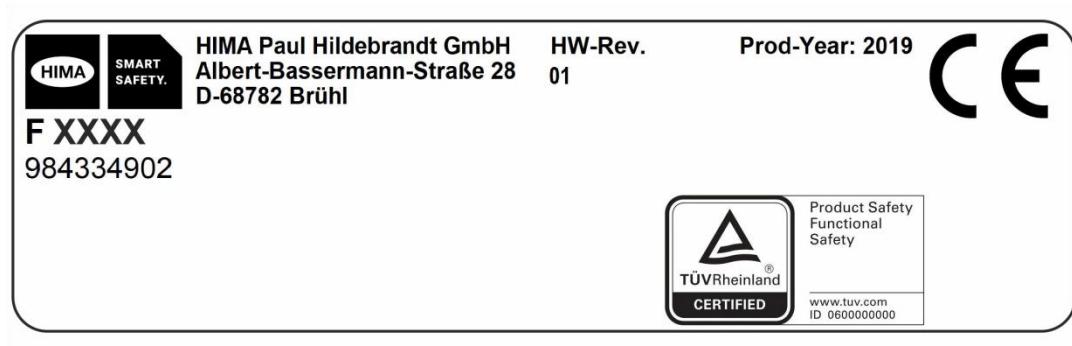


Bild 30: Typenschild exemplarisch

#### 4.11.3 Einbaulage

Die Einbaulage der E/A-Module ist senkrecht. Die senkrechte Einbaulage ergibt sich automatisch aus der waagrechten Einbaulage des Racks in einem Schaltschrank.

## 4.12 Störaustastung

Dieses Kapitel beschreibt die Funktionsweise der Störaustastung von E/A-Modulen im System HIQuad X.

### 4.12.1 Wirkung der Störaustastung

Die Störaustastung unterdrückt transiente Störungen, um die Verfügbarkeit des Systems zu erhöhen. Dabei ist sichergestellt, dass das System auf anstehende Störungen innerhalb der parametrierten Sicherheitszeit sicherheitsbezogen reagiert.

Die Störaustastung ist für E/A-Module aktivierbar, siehe SILworX Hardware-Editor und die Modulhandbücher.

Wird eine Störung ausgetastet, verarbeitet das System automatisch die letzten gültigen Ein- und Ausgangswerte anstatt der aktuell gestörten Werte. Die Zeit, in der Störungen ausgetastet werden können, wird begrenzt durch die Sicherheitszeit, Watchdog-Zeit und die Zykluszeit.

Die maximale Störaustastzeit kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$\text{Maximale Störaustastzeit} = \text{Sicherheitszeit} - (2 \times \text{Watchdog-Zeit})$$

Je länger die Störaustastzeit ist, desto länger kann eine Störung ausgetastet werden. Da eine Störung bis zu einem Zyklus anstehen kann, bis sie beim Einlesen erkannt wird, muss zur Berechnung der minimalen Störaustastzeit vom Maximalwert ein Zyklus abgezogen werden.

$$\text{Minimale Störaustastzeit} = \text{Maximale Störaustastzeit} - \text{Zykluszeit}$$

Die Störaustastung ist wirksam, wenn die Zykluszeit kleiner als die Störaustastzeit ist.

### 4.12.2 Einstellung der Störaustastung

Um eine möglichst große Anzahl an Zyklen austasten zu können, muss die Sicherheitszeit unter Berücksichtigung der Prozess-Sicherheitszeit möglichst groß sein. Gleichzeitig sollte für die Watchdog-Zeit ein möglichst kleiner Wert eingestellt werden. Dieser muss aber ausreichend groß sein, um Reload und die Synchronisation eines weiteren Prozessormoduls zu zulassen. Details zu den unterschiedlichen Zeiten und deren Anwendung sind im Sicherheitshandbuch (HI 803 208 D) beschrieben.

Einstellung der Störaustastung an folgenden Beispielen:

Beispiel	1 <sup>1)</sup>	2	3 <sup>2)</sup>
Sicherheitszeit [ms]	600	2000	1000
Watchdog-Zeit [ms]	200	500	500
Sollzykluszeit [ms]	100	200	200
Maximale Störaustastzeit [ms]	200	1000	0
Minimale Störaustastzeit [ms]	100	800	0

<sup>1)</sup> Standardeinstellung in SILworX.

<sup>2)</sup> Bei Beispiel 3 ist keine Störaustastung möglich, da die Störaustastzeit < Zykluszeit ist.

Tabelle 21: Beispiele zur Berechnung von minimaler und maximaler Störaustastzeit

#### 4.12.3 Ablauf der Störaustastung

Der Ablauf der Störaustastung wird verdeutlicht durch folgende Beispiele:

- Eine transiente Störung wird erfolgreich ausgetastet.
- Eine länger als die maximale Störaustastzeit anstehende Störung führt zur sicheren Reaktion.

**Beispiel 1: Transiente Störung wird erfolgreich unterdrückt**

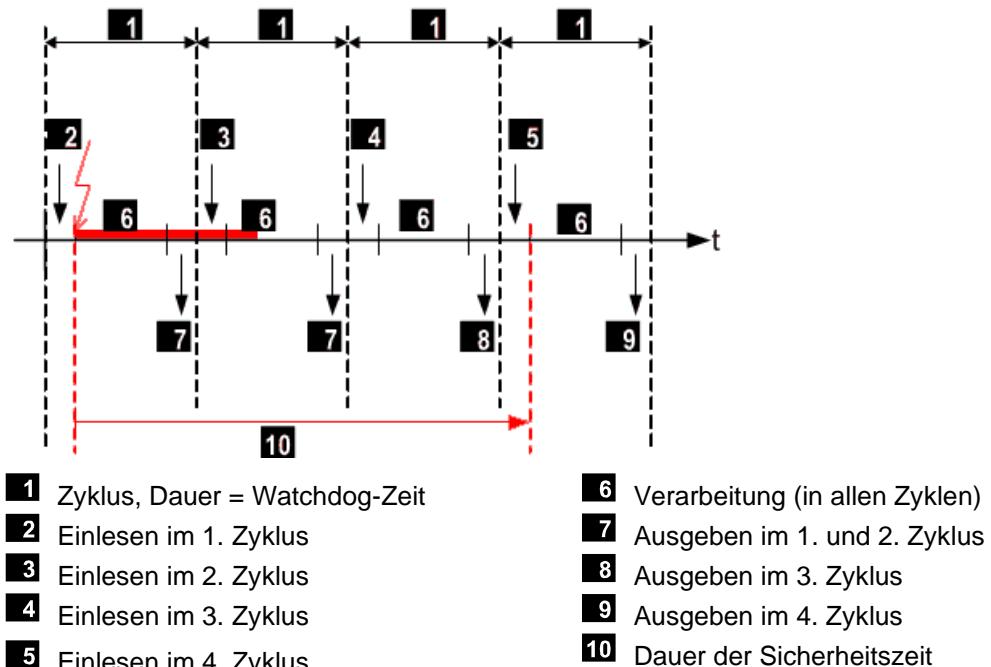


Bild 31: Transiente Störung

Im Beispiel 1 werden in einem Zyklus gültige Eingangswerte **2** eingelesen. Das System verarbeitet für diesen Zyklus die gültigen Eingangswerte, obwohl direkt nach Abschluss des Einlesevorgangs eine Störung erfolgt.

Steht die Störung während des Einlesens **3** im folgenden Zyklus noch an, wird die Störung vom Modul erkannt und das System entscheidet nach folgender Regel, ob eine Störaustastung zu diesem Zeitpunkt möglich ist:

##### Sicherheitszeit - abgelaufene Zeit - (2 x Watchdog-Zeit) > 0

Abgelaufene Zeit = Zeit zwischen Einlesen letzter gültiger Werte und Erkennung der Störung.

In diesem Beispiel ist die Störaustastung möglich, da die Störung weniger als ein Zyklus (= abgelaufene Zeit) ansteht und noch zwei weitere Zyklen (2 x Watchdog-Zeit) für eine sichere Reaktion zur Verfügung stehen. Das System verarbeitet für diesen Zyklus die letzten gültigen Eingangswerte vom Zeitpunkt **2**, ohne dass Fehlerreaktionen ausgelöst werden. Die transiente Störung wurde erfolgreich unterdrückt.

Steht die Störung bei **4** nicht mehr an, werden neue gültige Werte eingelesen und verarbeitet.

Bei deaktivierter Störaustastung löst das System beim Einlesen **3** sofort die definierten Fehlerreaktionen aus.

### Beispiel 2: Auslösen einer sicheren Reaktion bei anstehender Störung

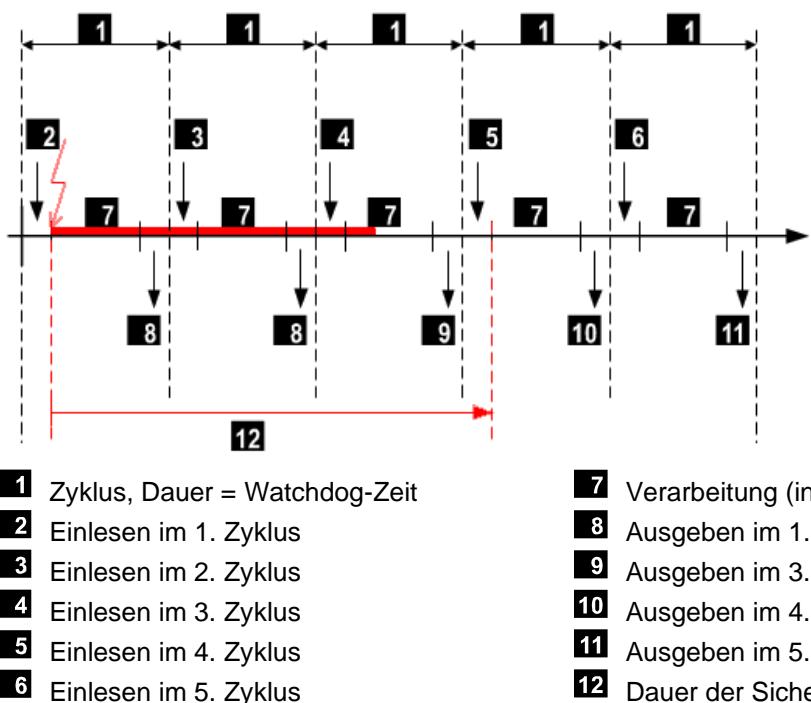


Bild 32: Anstehende Störung führt zu einer sicheren Reaktion

Im Beispiel 2 werden in einem Zyklus gültige Eingangswerte **2** eingelesen. Das System verarbeitet für diesen Zyklus die gültigen Eingangswerte, obwohl direkt nach Abschluss des Einlesevorgangs eine Störung erfolgt.

Steht die Störung während des Einlesens **3** im folgenden Zyklus noch an, wird die Störung vom Modul erkannt und das System entscheidet nach folgender Regel, ob eine Störaustastung zu diesem Zeitpunkt möglich ist:

#### Sicherheitszeit - abgelaufene Zeit - (2 x Watchdog-Zeit) > 0

Die Störaustastung ist im 1. und 2. Zyklus möglich, da die Störung weniger als ein Zyklus (= abgelaufene Zeit) ansteht und noch zwei (ein) weitere Zyklen (2 x Watchdog-Zeit) für eine sichere Reaktion zur Verfügung stehen. Das System verarbeitet für diesen Zyklus die letzten gültigen Eingangswerte von **2**, ohne dass definierte Fehlerreaktionen ausgelöst werden. Die transiente Störung wurde erfolgreich unterdrückt.

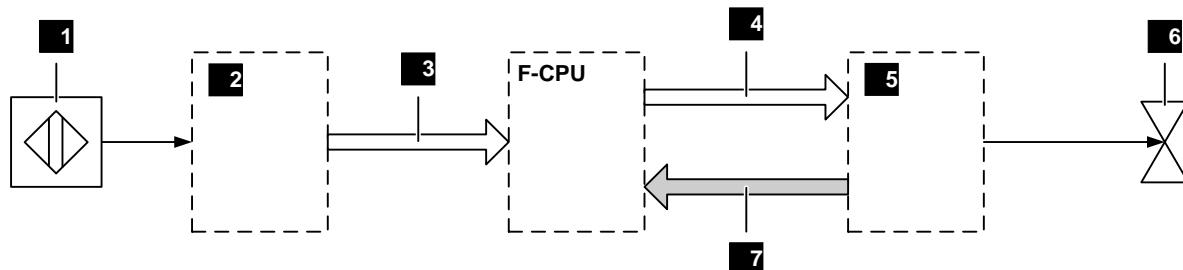
Bei einem Verhältnis von Sicherheitszeit/Watchdog-Zeit = 3/1 wie im Beispiel 2, stehen für die sichere Reaktion noch 2 Zyklen zur Verfügung.

Steht beim nächsten Einlesen **4** die Störung weiterhin an, muss die Fehlerreaktion in diesem Zyklus erfolgen. Der letztmögliche Zeitpunkt der Fehlerreaktion ist das Schreiben der Ausgänge **9**. Zum nächsten Ausgabe-Zeitpunkt **10** ist die Sicherheitszeit bereits abgelaufen.

Bei deaktivierter Störaustastung löst das System beim Einlesen **3** sofort die definierten Fehlerreaktionen aus.

#### 4.12.4 Wirkrichtungen der Störaustastung

Für die Betrachtung der Störaustastung und der Ausgangs-Störaustastung ist deren Wirkrichtung zu beachten, siehe Bild 33 und folgende Kapitel.



- |          |   |          |   |
|----------|---|----------|---|
| <b>1</b> | Sensor.   | <b>5</b> | Ausgangsmodul.                                |
| <b>2</b> | Eingangsmodul.                                    | <b>6</b> | Aktor.  |
| <b>3</b> | Wirkrichtung Eingangsmodul zum Prozessormodul.    | <b>7</b> | Wirkrichtung Ausgangsmodul zum Prozessormodul |
| <b>4</b> | Wirkrichtung vom Prozessormodul zum Ausgangsmodul |          |   |

Bild 33: Wirkrichtungen bei der Störaustastung und der Ausgangs-Störaustastung

##### 4.12.4.1 Wirkrichtung vom Eingangsmodul zu Prozessormodul (3)

Die Störaustastung mit der Wirkrichtung vom Eingangsmodul zum Prozessormodul wird vom Prozessormodul ausgeführt. Die Störaustastung unterdrückt dabei die transienten Störungen auf dem Eingangsmodul und auf den Bussen (Systembus und E/A-Bus). Die Störaustastung auf dem Eingangsmodul kann in den Eigenschaften (SILworX) deaktiviert werden (Standard = aktiviert), siehe Handbücher der Eingangsmodule. Die Unterdrückung von transienten Störungen auf den Bussen ist immer aktiv und kann in SILworX nicht deaktiviert werden.

##### 4.12.4.2 Wirkrichtung vom Prozessormodul zum Ausgangsmodul (4)

Die Störaustastung mit der Wirkrichtung vom Prozessormodul zum Ausgangsmodul wird vom Ausgangsmodul ausgeführt und ist immer aktiv. Die Störaustastung unterdrückt dabei die transienten Störungen auf den Bussen.

##### 4.12.4.3 Wirkrichtung vom Ausgangsmodul zu Prozessormodul (7)

Die Störaustastung mit der Wirkrichtung vom Ausgangsmodul zum Prozessormodul auf dem Systembus wird vom Prozessormodul ausgeführt. Die Störaustastung unterdrückt dabei Status-Rückmeldungen des Ausgangsmoduls, wie z. B. die LS/LB-Erkennung. Die Störaustastung auf dem Ausgangsmodul kann in den Eigenschaften (SILworX) deaktiviert werden (Standard = aktiviert), siehe Handbücher der Ausgangsmodule.

## 4.13 Kommunikation

Die Kommunikation mit anderen HIMA Systemen oder mit Fremdsystemen erfolgt über Kommunikationsmodule. HIQuad X unterstützt folgende Kommunikationsprotokolle:

- **safeethernet** (sicherheitsbezogen)
- Standardprotokolle

Einzelheiten zur Kommunikation und zu unterstützten Standardprotokolle können dem Kommunikationshandbuch HI 801 100 D entnommen werden.

### 4.13.1 Lizensierung Protokolle

Die Standardprotokolle sind nur dann dauerhaft ablauffähig, wenn eine gültige Lizenz besteht. Einige Protokolle benötigen eine Aktivierung durch einen Software-Freischaltcode. Zur Freischaltung siehe Kapitel 4.15.



Rechtzeitig einen Software-Freischaltcode bestellen!

Nach Ablauf von 5000 Betriebsstunden läuft die Kommunikation weiter, bis die Steuerung gestoppt wird. Danach lässt sich das Anwenderprogramm ohne gültigen Software-Freischaltcode für die projektierten Protokolle nicht mehr starten (fehlerhafte Konfiguration).

---

## 4.14 PADT mit dem System verbinden

Die physikalische Verbindung zwischen dem PADT und einem HIQuad X System wird hergestellt, indem die Ethernet-Schnittstelle eines PC mit einer RJ-45-Buchse (X1, X2) eines Prozessormoduls angeschlossen wird. Ein PADT (Programming and Debugging Tool) ist ein Personal Computer (PC) auf dem das Programmierwerkzeug SILworX installiert ist.

Für die Verbindung wird ein Patchkabel Cat 5e oder besser eingesetzt, das mit einer freien Netzwerkkarte des PCs verbunden wird.

Es ist möglich, dass ein HIQuad X System gleichzeitig mit bis zu 5 PADTs kommuniziert. Dabei kann jedoch nur ein Programmierwerkzeug schreibend auf die Steuerung zugreifen. Alle übrigen PADTs können nur Informationen auslesen. Bei jedem weiteren Versuch, eine schreibende Verbindung aufzubauen, erteilt die Steuerung nur einen lesenden Zugriff.

## 4.15 Lizenzierung

Für den Einsatz einiger Kommunikationsprotokolle des Systems HIQuad X wird eine Lizenz benötigt, siehe Kommunikationshandbuch HI 801 100 D.

Die Lizenzen können von HIMA kostenpflichtig bezogen werden. Zur Aktivierung der Funktion ist ein Freischalt-Code von HIMA nötig, der dann mit dem PADT in die Konfiguration eingetragen werden kann. Der Freischalt-Code ist dabei an die System-ID des PES gebunden.

Die Generierung des Freischalt-Codes erfolgt auf der HIMA Webseite [www.hima.com/de](http://www.hima.com/de) unter Produkte & Services -> Produkt-Registrierung. Die Einzelheiten sind auf der entsprechenden Unterseite beschrieben.

### Eine Funktion durch einen Freischaltcode aktivieren

1. Den Software-Freischaltcode auf der HIMA Webseite [www.hima.com/de](http://www.hima.com/de) mit der System-ID (z. B. 10 000) der Steuerung und den von HIMA erhaltenen Lizenznummern generieren.  
Dazu den Anweisungen auf der HIMA Webseite folgen!



Der Software-Freischaltcode ist untrennbar mit dieser System-ID verbunden. Eine Lizenz kann nur einmalig für eine bestimmte System-ID genutzt werden. Deshalb sollte die Freischaltung erst durchgeführt werden, wenn die System-ID eindeutig feststeht.

2. In SILworX für die Ressource eine Lizenzverwaltung anlegen, falls noch keine existiert.
3. In der Lizenzverwaltung einen Lizenzschlüssel anlegen und den Freischaltcode eintragen.
4. Das Projekt kompilieren und auf die Steuerung laden.

► Die Funktion ist freigeschaltet.

## 5 Redundanz

Das HIQuad X System ist als hochverfügbares System konzipiert. Zu diesem Zweck lassen sich alle Systembestandteile redundant betreiben. Dieses Kapitel beschreibt die Redundanz für die verschiedenen Systembestandteile.

- 
- i** Ein Redundanz-System erhöht ausschließlich die Verfügbarkeit, nicht den Sicherheitsintegritätslevel (SIL)!
- 

### 5.1 Prozessormodul-Redundanz

Ein HIQuad X System kann als Mono-System mit nur einem Prozessormodul oder als hochverfügbares Redundanz-System mit 2 redundanten Prozessormodulen aufgebaut werden.

Prozessormodule arbeiten nur redundant, wenn im Hardware-Editor (SILworX) die Prozessormodule im digitalen Abbild der Steuerung vorhanden sind und die Konfiguration mit diesen Einstellungen kompiliert wird.

#### 5.1.1 Verminderung der Redundanz

Bei einem HIQuad X System mit redundanten Prozessormodulen läuft der sicherheitsbezogene Betrieb auch dann weiter, wenn ein redundantes Prozessormodul nicht mehr verfügbar ist, z. B. durch Ausfall oder Ziehen des Moduls. Auch bei Ausfall eines der beiden redundanten Prozessormodule bleibt der sicherheitsbezogene Betrieb gewährleistet.

#### 5.1.2 Redundanzauführung

Ein zu einem laufenden HIQuad X System hinzugefügtes Prozessormodul synchronisiert sich automatisch mit der Konfiguration des vorhandenen Prozessormoduls. Der sicherheitsbezogene Betrieb bleibt gewährleistet.

Voraussetzungen:

- Das vom Prozessormodul ausgeführte Anwenderprogramm ist redundant parametriert (Standard-Einstellung).
- Der redundante Steckplatz für das Prozessormodul ist noch frei.
- Mindestens ein Systembus ist in Betrieb.
- Der Mode-Schalter des hinzugefügten Prozessormoduls steht in Stellung *Stop* oder *Run*.
- Die Betriebssystem-Version des hinzugefügten Prozessormoduls ist entweder dieselbe Version wie bei dem vorhandenen Prozessormodul oder eine höhere Version.

### 5.2 Redundanz von E/A-Modulen

Bei der Redundanz von Eingangs- und Ausgangsmodulen sind die beiden folgenden Fälle zu unterscheiden:

- Modulredundanz.
- Kanalredundanz.

HIMA empfiehlt die Modulredundanz vor der Kanalredundanz festzulegen. HIQuad X unterstützt die zweifache Redundanz von Eingangsmodulen und Ausgangsmodulen. Höhere Redundanzstufen sind mit Hilfe entsprechender Programmlogik möglich. Bei der Redundanz-Verschaltung eines Sensors oder Aktors auf mehrere E/A-Module sind die zulässigen Eingangs- und Ausgangswerte der E/A-Module zu beachten.

### 5.2.1 Modulredundanz

Zwei E/A-Module gleichen Typs können im SILworX Hardware-Editor zu einer Redundanzgruppe zusammengefügt werden. Die E/A-Module der Redundanzgruppe müssen dabei in unterschiedliche Racks gesteckt werden, damit bei HIQuad X die gewünschte Erhöhung der Verfügbarkeit sichergestellt ist.



Redundante E/A-Module müssen zur Erhöhung der Verfügbarkeit bei HIQuad X in unterschiedliche Racks gesteckt werden.

---

### 5.2.2 Kanalredundanz

Eine Kanalredundanz ist nur innerhalb einer Redundanzgruppe möglich, dabei können nur Kanäle mit der gleichen Kanalnummer redundant angelegt werden. In diesem Fall ordnet das Programmierwerkzeug eine globale Variable, die einem Kanal (einer Kanalnummer) zugeordnet ist, automatisch beiden Kanälen der redundanten Module zu. Weitere Informationen sind der SILworX Online-Hilfe Kapitel Hardware-Editor zu entnehmen.

## 5.3 Systembus-Redundanz

Das HIQuad X System kann mit redundanten Systembussen A und B betrieben werden, siehe Kapitel 2.6 Konzept HIQuad X.

Voraussetzungen für einen redundanten Betrieb:

- Einsatz von zwei Prozessormodulen je Basis-Rack.
- Geeignete Konfiguration im Programmierwerkzeug.
- Verbindung der Racks einer Steuerung, siehe Kapitel 2.6.

## 5.4 Kommunikations-Redundanz

Zu Einzelheiten siehe die Online-Hilfe von SILworX oder das Kommunikationshandbuch HI 801 100 D.

### 5.4.1 safeethernet

Die Redundanz ist im **safeethernet** Editor in SILworX zu konfigurieren. Eine Kommunikationsverbindung ist redundant, wenn zwei gleiche physikalische Übertragungswege existieren.

### 5.4.2 Standardprotokolle

Bei Standardprotokollen muss das Anwenderprogramm die Redundanz verwalten, ausgenommen bei Modbus Slave.

## 6 Programmierung

Die Anwenderprogramme für das HIQuad X System sind mit Hilfe eines PADTs zu erstellen, das aus einem PC mit dem Programmierwerkzeug SILworX besteht. Ein Anwenderprogramm besteht aus Standard-Funktionsbausteinen gemäß IEC 61131-3, aus benutzerdefinierten Funktionsbausteinen und aus Variablen und Konnektoren. Der FBS-Editor von SILworX dient dazu, die Elemente zu platzieren und sie grafisch miteinander zu verbinden. Aus dieser grafischen Darstellung erzeugt SILworX ein ablauffähiges Programm, das in die Steuerung geladen werden kann.

Einzelheiten des Programmierwerkzeugs in der Online-Hilfe von SILworX.

### 6.1 Anschluss des Programmierwerkzeugs

Der PC mit dem Programmierwerkzeug SILworX (PADT) wird über Ethernet mit dem HIQuad X System verbunden. Folgende Schnittstellen stehen zur Verfügung:

- Die Ethernet-Schnittstellen der Kommunikationsmodule (F-COM).
- Die Ethernet-Schnittstellen der Prozessormodule (F-CPU).

#### 6.1.1 Verwendung der Ethernet-Schnittstellen

Aus Gründen der Automation Security sind die Ethernet-Schnittstellen, in Abhängigkeit vom Systemaufbau, in folgender Reihenfolge zu verwenden:

1. Ethernet-Schnittstelle einer F-COM.
2. Ethernet-Schnittstelle einer F-CPU.

### 6.2 Verwendung von Variablen in einem Projekt

Eine Variable ist ein Platzhalter für einen Wert innerhalb der Programmlogik. Über den Variablennamen wird der Speicherplatz mit dem gespeicherten Wert symbolisch adressiert.

Die Verwendung von symbolischen Namen an Stelle der physikalischen Adresse hat zwei wesentliche Vorteile:

- Im Anwenderprogramm sind die im Prozess verwendeten Bezeichnungen von Eingängen und Ausgängen verwendbar.
- Änderungen der Zuordnung der Variable zu den Eingangs- und Ausgangskanälen haben keinen Einfluss auf das Anwenderprogramm.

Es gibt lokale und globale Variable. Die lokalen Variablen gelten nur in einem eng abgegrenzten Bereich des Projekts, einem Anwenderprogramm oder Funktionsbaustein. Die globalen Variablen gelten in mehreren Bausteinen oder Programmen und können Daten zwischen den Bausteinen austauschen.

Globale Variable können auf verschiedenen Ebenen des Projektbaums erstellt werden. Die globalen Variablen gelten für alle zum Geltungsbereich gehörenden untergeordneten Ebenen.

Beispiel: Ist ein Projekt aus mehreren Ressourcen aufgebaut, so gelten die unter einer Ressource angelegten globalen Variablen ausschließlich unterhalb dieser Ressource.

Hierarchie der Ebenen, auf denen globale Variable definierbar sind:

1. Projekt.
2. Konfiguration.
3. Ressource.

Globale Daten dürfen nur an einer Stelle im Programm mit Werten beschrieben werden! Die möglichen Quellen sind:

- Logik in einem Anwenderprogramm.
- Eingänge (sicherheitsbezogene).
- Systemvariable.
- Kommunikationsprotokolle (sicherheitsbezogene).

Das Beschreiben globaler Variablen an mehreren Stellen im Programm kann zu unbeabsichtigten Resultaten führen!

Mit der Funktion *Querverweis in Spalte* im Globale-Variablen-Editor ist die Verwendung globaler Daten zu prüfen.

### 6.2.1 Variablentypen

SILworX unterstützt folgende Variablentypen:

- VAR, eine Variable innerhalb einer Logik (lesen und schreiben).
- VAR mit Attribut CONST, eine Variable wurde als Konstante definiert und kann nicht geändert werden.
- VAR mit Attribut RETAIN, eine Variable verliert ihren Wert nach einem Stromausfall nicht.
- VAR\_EXTERNAL, Verweis auf Globale Variablen (lesen und schreiben).
- VAR\_GLOBAL, Globale Variable (lesen und schreiben) zum Austausch von Werten zwischen Programmen und untergeordneten Funktionen und Funktionsbausteinen.
- VAR\_INPUT, Eingangsvariable (lesen) einer POE. Wird auch in der Schnittstellenanzeige angezeigt.
- VAR\_OUTPUT, Ausgangsvariable (schreiben) einer POE. Wird auch in der Schnittstellenanzeige angezeigt.
- VAR\_TEMP, temporäre Variable (lesen und schreiben).
- VAR\_ACTION, Aktionsdeklaration (lesen und schreiben).

Der einer Variable zuweisbare Variablentyp ist abhängig von der Hierarchie der Variable im Strukturbau. Die nachfolgende Tabelle zeigt die erlaubten Variablentypen in Abhängigkeit der Strukturbau-Knoten.

Typ	Projekt	Konfiguration	Ressource	Programm-Typ	FB-Typ	Funktions-Typ
VAR				X		
VAR_EXTERNAL				X		
VAR_GLOBAL	X	X	X	(1)		
VAR_INPUT				(1)	X	X
VAR_OUTPUT				(1)	X	X
VAR_TEMP				(2)	X	
VAR_ACTION				(2)	X	
(1) Abweichend von der Norm wird diese Funktion nicht unterstützt.						
(2) VAR_ACTION wird abweichend von der Norm unterstützt.						

Tabelle 22: Unterstützte Variablentypen

## 6.2.2 Initialwert

Jeder Variable lässt sich ein Initialwert zuweisen. Diesen Wert nimmt die Variable in den Fällen an, in denen das Programm ihr keinen Wert zugewiesen hat:

- Beim Programmstart.
- Bei einem Fehler der Quelle, von der die Variable ihren Wert übernimmt z. B.:
  - Physikalischer Eingang.
  - Kommunikationsschnittstelle.
  - Anwenderprogramm im Zustand STOP.

Initialwerte werden wie folgt angegeben:

- Es gilt der Initialwert gemäß der Datentypdeklaration. Für elementare Datentypen gelten die Initialwerte gemäß IEC 61131-3, Tabelle *Wertebereiche und Initialisierungswerte* der Datentypen. Dieser Initialwert hat die niedrigste Priorität.
- Es gilt der Initialwert, der vom Anwender für einen abgeleitet Datentyp angegeben wurde. Es wird nicht mehr der Initialwert des Basistyps geerbt.
- Es gilt der Initialwert, der vom Anwender bei der Variablen Deklaration explizit für eine Variable angegeben wurde.
- Es gilt der instanzspezifische Initialwert, welcher zum Zeitpunkt der Initialisierung bereits definiert ist. Dieser Initialwert hat die höchste Priorität.

Bei **safeethernet** und bei Kommunikationsprotokollen ist einstellbar, welchen Wert die angeschlossene Variable bei Fehlern annehmen soll.



In sicheren Anwendungen muss für alle Variablen, die ihren Wert von einem physikalischen Eingang oder aus der Kommunikation erhalten, ein sicherer Wert als Initialwert angegeben werden!

## 6.2.3 Systemvariablen und Systemparameter

*Systemvariable* sind vordefinierte Variable zur Verarbeitung von Eigenschaften und Zuständen des HIQuad X Systems im Anwenderprogramm. Zu diesem Zweck sind den Systemvariablen globale Variable zuzuweisen, die im Anwenderprogramm verwendet werden.

Über *Systemparameter* sind Eigenschaften der Steuerung einstellbar (nur mit SILworX möglich). Systemparameter, die nur die Werte TRUE und FALSE haben können, werden auch als Schalter bezeichnet.

Systemvariable und Systemparameter sind auf verschiedenen Ebenen des Projekts definiert. Das Einstellen der Systemvariablen und Systemparameter erfolgt in SILworX, entweder im Eigenschaftsdialog des entsprechenden Zweigs im Strukturaum oder in einer Detailansicht im Hardware-Editor.

Projektebene	Beschreibung der Systemvariablen und Systemparameter
Ressource	Siehe Tabelle 24.
Hardware allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Systemvariable zum Einstellen der Steuerung siehe Tabelle 24.</li> <li>▪ Systemvariable, die Informationen liefern, siehe Tabelle 26 und Tabelle 27.</li> </ul>
Hardware: Module	Siehe Handbuch des jeweiligen Modultyps. Einstellung der Systemvariablen und Systemparameter im Hardware-Editor, in der Detailansicht des Moduls
Anwenderprogramm	Siehe Kapitel 6.2.6.

Tabelle 23: Systemvariable auf unterschiedlichen Projektebenen

## 6.2.4 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 <sup>1)</sup>	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 potenziell miteinander verbunden sind.
Sicherheitszeit [ms]	J	Sicherheitszeit der Ressource in Millisekunden, siehe Kapitel <i>Sicherheitsrelevante Zeiten</i> im Sicherheitshandbuch. Wertebereich: 20 ... 22 500 ms. Standardwert: 600 ms (online änderbar)	Applikations-spezifisch
Watchdog-Zeit [ms]	J	Watchdog-Zeit in Millisekunden, siehe Kapitel <i>Sicherheitsrelevante Zeiten</i> im Sicherheitshandbuch. Wertebereich: 6 ... 7500 ms. Standardwert: 200 ms (online änderbar)	Applikations-spezifisch
Sollzykluszeit [ms]	N	Gewünschte oder maximale Zykluszeit, siehe <i>Sollzykluszeit-Modus</i> . Wertebereich: 0 ... 7500 ms. Standardwert: 0 ms (online änderbar)  Die Sollzykluszeit darf höchstens so groß sein wie die eingestellte <i>Watchdog-Zeit [ms]</i> abzüglich des kleinsten einstellbarer Werts der <i>Watchdog-Zeit [ms]</i> (6 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 <i>Sollzykluszeit [ms]</i> , 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 Ausführungsduer aller Anwenderprogramme.  Mode 2 Prozessor stellt von Anwenderprogrammen niedriger Priorität nicht benötigte Ausführungszeit den Anwenderprogrammen hoher Priorität zur Verfügung. Betriebsart für hohe Verfügbarkeit.  Mode 3 Prozessor wartet nicht benötigte 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 <sup>1)</sup>	Beschreibung	Einstellung für sicheren Betrieb
Optimierte Nutzung Kom.-Zeitscheibe	N	<p>Der Systemparameter verkürzt die Antwortzeiten für die Kommunikation über das oder die Prozessormodule.</p> <p><b>i</b> Es kann sich die zeitliche Ausnutzung der <i>Max. Kom.-Zeitscheibe [ms]</i> und somit der Systemparameter <i>Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]</i> ändern, so dass diese stärker beansprucht werden können, z. B. beim Reload.</p>	---
Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]	N	<p>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.</p>	Applikations-spezifisch
Maximale Systembus-Latenzzeit [μs]	N	<p>Maximale Verzögerung einer Nachricht zwischen einem E/A-Verarbeitungsmodul und einem Prozessormodul. Einstellung: System-Standardwerte oder 100 ... 50 000 μs Standardwert: <i>System-Standardwerte</i></p> <p><b>i</b> Für die Einstellung der maximalen Systembuslatenz auf einen Wert ≠ <i>System-Standardwerte</i> ist eine Lizenz erforderlich.</p>	---
Online-Einstellungen erlauben	J	<p>TRUE: <b>Alle</b> unter FALSE genannten Schalter/Parameter sind online mit dem PADT änderbar. Dies gilt nur, wenn die Systemvariable <i>Read-only in RUN</i> den Wert FALSE hat. Standartwert: TRUE.</p> <p>FALSE: Folgende Parameter sind <b>nicht</b> online änderbar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>System-ID</i></li> <li>▪ <i>Autostart</i></li> <li>▪ <i>Globales Forcen erlaubt</i></li> <li>▪ <i>Globales MultiForcen erlaubt</i></li> <li>▪ <i>Globale Force-Timeout-Reaktion</i></li> <li>▪ <i>Laden erlaubt</i></li> <li>▪ <i>Reload erlaubt</i></li> <li>▪ <i>Start erlaubt</i></li> </ul> <p>Wenn <i>Reload erlaubt</i> = TRUE ist, sind folgende Parameter online änderbar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Watchdog-Zeit (der Ressource)</i></li> <li>▪ <i>Sicherheitszeit</i></li> <li>▪ <i>Sollzykluszeit</i></li> <li>▪ <i>Sollzykluszeit-Modus</i></li> </ul> <p>Bei gestoppter Steuerung und durch einen Reload ist es möglich, <i>Online-Einstellungen erlauben</i> = TRUE zu setzen.</p>	HIMA empfiehlt die Einstellung FALSE.

Parameter	S <sup>1)</sup>	Beschreibung			Einstellung für sicheren Betrieb
Autostart	J	TRUE:	Wenn die Steuerung an die Versorgungsspannung angeschlossen wird, starten die Anwenderprogramme automatisch. Standartwert: 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. Standartwert: TRUE.	Applikations-spezifisch	
		FALSE:	Kein Start erlaubt.		
Laden erlaubt	J	TRUE:	Download der Konfiguration erlaubt. Standartwert: TRUE.	Applikations-spezifisch	
		FALSE:	Kein Start erlaubt.		
Reload erlaubt	J	TRUE:	Reload der Konfiguration erlaubt. Standartwert: 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. Standartwert: 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: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nur Forcen beenden.</li> <li>▪ Forcen beenden und Ressource stoppen.</li> </ul> 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. Standartwert: FALSE (online änderbar).		

Parameter	S <sup>1)</sup>	Beschreibung	Einstellung für sicheren Betrieb
Minimale Konfigurationsversion	N	Mit dieser Einstellung ist es möglich, Code zu generieren, der entsprechend den Projektanforderungen zu alten oder zu neuen Versionen des HIQuad X Betriebssystems kompatibel ist. Als Standardwert wird die installierte SILworX Version angezeigt. HIQuad X wird erst ab SILworX V10 unterstützt. Die Einstellung auf eine SILworX Version vor V10 wird für HIQuad X abgelehnt. Im Logbuch erscheint eine Fehlermeldung! Weitere Details siehe Kapitel Parameter <i>Minimale Konfigurationsversion</i> .	Applikations-spezifisch
Schneller Hochlauf	J	Für HIQuad X nicht anwendbar.	---

<sup>1)</sup> Systemparameter wird vom Betriebssystem sicherheitsbezogen behandelt, ja (J) oder nein (N).

Tabelle 24: Die Systemparameter der Ressource

#### 6.2.4.1 Hinweise zum Parameter *Minimale Konfigurationsversion*

Für den Parameter *Minimale Konfigurationsversion* gelten folgende Hinweise:

- 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.
- Für HIQuad X ist die *Minimale Konfigurationsversion* auf *SILworX V10* oder höher einzustellen.

### 6.2.4.2 Verwendung der Parameter *Sollzykluszeit* und *Sollzykluszeit-Modus*

Mit den Einstellungen im Systemparameter *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.

HIQuad X begrenzt dabei den Reload und die Synchronisierung redundanter Prozessormodule soweit, dass die Sollzykluszeit eingehalten wird.

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

Einstellung	Beschreibung
fest	<p>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.</p> <p><b>i</b> Ein Reload oder eine Aufsynchronisation wird abgelehnt, wenn die Reservezeit (Sollzykluszeit minus tatsächliche Zykluszeit) nicht ausreicht.</p>
fest-tolerant	<p>Wie <i>fest</i>, jedoch mit den folgenden Unterschieden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Wenn erforderlich wird bei der Aufsynchronisation die Sollzykluszeit für einen CPU-Zyklus nicht eingehalten, um die Aufsynchronisation erfolgreich durchführen zu können.</li> <li>Wenn erforderlich wird beim Reload die Sollzykluszeit für 1 bis n (n = Anzahl der geänderten Anwendungsprogramme) CPU-Zyklen nicht eingehalten, um den Reload erfolgreich durchführen zu können.</li> </ol> <p>Die Standardeinstellung ist <i>fest-tolerant</i>!</p> <p><b>i</b> 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. Ein einziger Zyklus kann während der Synchronisation verlängert werden.</p>
dynamisch	<p>Die CPU führt jeden CPU-Zyklus so schnell wie möglich aus. Dies entspricht einer eingestellten Sollzykluszeit von 0 ms.</p> <p><b>i</b> Ein Reload oder eine Aufsynchronisation wird abgelehnt, wenn die Reservezeit (Sollzykluszeit minus tatsächliche Zykluszeit) nicht ausreicht. Höchstens jeder fünfte Zyklus kann während des Reload verlängert werden. Ein einziger Zyklus kann während der Synchronisation verlängert werden.</p>
dynamisch-tolerant	<p>Wie <i>dynamisch</i>, jedoch mit den folgenden Unterschieden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Wenn erforderlich wird bei der Aufsynchronisation die Sollzykluszeit für einen CPU-Zyklus automatisch erhöht, um die Aufsynchronisation erfolgreich durchführen zu können.</li> <li>Wenn erforderlich wird beim Reload die Sollzykluszeit für 1 bis n (n = Anzahl der geänderten Anwendungsprogramme) CPU-Zyklen automatisch erhöht, um den Reload erfolgreich durchführen zu können.</li> </ol> <p><b>i</b> Nach dem 1. Reload-Aktivierungszyklus gelten Watchdog-Zeit, Sollzykluszeit und Sollzykluszeit-Modus gemäß der neuen Konfiguration. Ein Reload oder eine Aufsynchronisation wird abgelehnt, wenn die Reservezeit (Sollzykluszeit minus tatsächliche Zykluszeit) nicht ausreicht.</p>

Tabelle 25: Einstellungen Sollzykluszeit-Modus

#### 6.2.4.3 Maximale Kommunikationszeitscheibe

Die maximale Kommunikationszeitscheibe ist die zugeteilte Zeit in Millisekunden (ms) pro CPU-Zyklus, innerhalb welcher das Prozessormodul die Kommunikationsaufgaben abarbeitet. Auch wenn die Protokollverarbeitung innerhalb der Dauer einer Kommunikationszeitscheibe nicht beendet werden konnte, führt das Prozessormodul dennoch die sicherheitsrelevanten Überwachungen für alle Protokolle in einem CPU-Zyklus aus.



Können nicht alle in einem CPU-Zyklus anstehenden Kommunikationsaufgaben ausgeführt werden, erfolgt die komplette Übertragung der Kommunikationsdaten über mehrere CPU-Zyklen. Die Anzahl der Kommunikationszeitscheiben ist dann größer 1.

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

#### 6.2.4.4 Ermitteln der maximalen Dauer der Kommunikationszeitscheibe

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 (F-COM 01) 3 ms.
- Pro redundante safeEthernet Verbindung 1 ms.
- Pro nicht redundante safeEthernet 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 HIQuad System unter voller Last betreiben (FAT, SAT):  
Alle Kommunikationsprotokolle sind in Betrieb (safeEthernet und Standardprotokolle).
2. Das **Control Panel** öffnen und im Strukturabaum das Verzeichnis **Kom.-Zeitscheibe** wählen.
3. Anzeige *Maximale Kom.-Zeitscheibe Dauer pro Zyklus [ms]* auslesen.
4. Anzeige *Maximale Anzahl benötigter Kom.-Zeitscheibe Zyklen* auslesen.

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

#### 6.2.4.5 Berechnung der *Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]* $t_{\text{Konfig}}$

Der Systemparameter *Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]* entspricht dem erforderlichen Zeitbudget  $t_{\text{Konfig}}$  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  $t_{\text{Konfig}}$  so zu dimensionieren, dass alle Tasks in einem CPU-Zyklus abgearbeitet werden können.
- 

Für die Prozessormodule F-CPU 01 wird  $t_{\text{Konfig}}$  wie folgt berechnet:

$$\text{F-CPU 01: } t_{\text{Konfig}} = (n_{\text{Com}} + n_{\text{PADT}}) * 1 \text{ ms} + n_{\text{RIO}} * 0,25 \text{ ms} + 4 \text{ ms} + 4 * (t_{\text{Latenz}} * 2 + 0,8 \text{ ms})$$

$t_{\text{Konfig}}$ :	Systemparameter <i>Max. Dauer Konfigurationsverbindungen [ms]</i>
$n_{\text{COM}}$ :	Anzahl Module mit Ethernet-Schnittstellen (F-CPU, F-COM)
$n_{\text{PADT}}$ :	5, maximale Anzahl PADT-Verbindungen
$n_{\text{RIO}}$ :	Anzahl konfigurierter Remote I/Os
$t_{\text{Latenz}}$ :	Aktive <i>maximale Systembus-Latenzzeit einsetzen, siehe nachfolgende Beschreibungen</i> . Wenn der Wert der maximalen Systembus-Latenzzeit in $\mu\text{s}$ angegeben ist, dann muss dieser vor der Berechnung durch 1000 dividiert werden, um den Wert in ms zu erhalten.

Ist für den Parameter *Maximale Systembus-Latenzzeit [ $\mu\text{s}$ ]* die Einstellung System-Standardwerte ausgewählt, so ist der Wert 2,2 ms in die obere Formel einzusetzen. Ist für  $t_{\text{Latenz}}$  ein Wert von 100 ... 50 000  $\mu\text{s}$  manuell eingetragen, dann ist dieser Wert in die obere Formel einzusetzen.

- 
- TIPP** Die aktuelle Systembus-Latenzzeit wird im Control Panel angezeigt!
- 

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

- 
- i** Wenn  $t_{\text{Konfig}}$  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  $t_{\text{Konfig}}$  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  $t_{\text{Konfig}}$  im Control Panel auch online eingestellt werden.
- 

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

## 6.2.5 Systemvariablen eines Racks

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 des Racks, Register *System*.

Systemvariable	S <sup>1)</sup>	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
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 <i>Lesen</i> herabgestuft. Ausnahmen sind Forcen und Reload. Die Standardeinstellung ist FALSE.	Applikations-spezifisch
Reload-Deaktivierung	J	Sperrt die Durchführung von Reload. Die Standardeinstellung ist FALSE.	Applikations-spezifisch

<sup>1)</sup> Sicherheitsbezogener Systemparameter ja/nein (J/N)

Tabelle 26: Systemvariablen des Racks

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

### 6.2.5.1 Eingangsvariablen zum Auslesen von Parametern

Die Eingangsvariablen können im Hardware-Editor von SILworX, in der Detailansicht des Racks, Register *System* ausgelesen und einer globalen Variable zugewiesen werden.

In der Spalte *Eingangsvariable* sind die Eingangsvariablen dadurch gekennzeichnet, dass ein Häkchen gesetzt ist.

Systemvariable	S <sup>1)</sup>	Beschreibung	Datentyp
Anzahl Feldfehler	N	Anzahl aktueller Feldfehler	UDINT
Anzahl Feldfehler historisch	N	Aufsummierte Anzahl Feldfehler (Zähler rücksetzbar)	UDINT
Anzahl Feldwarnungen	N	Anzahl aktueller Feldwarnungen	UDINT
Anzahl Feldwarnungen historisch	N	Aufsummierte Anzahl Feldwarnungen (Zähler rücksetzbar)	UDINT
Anzahl Kommunikationsfehler	N	Anzahl aktueller Kommunikationsfehler	UDINT
Anzahl Kommunikationsfehler historisch	N	Aufsummierte Anzahl Kommunikationsfehler (Zähler rücksetzbar)	UDINT
Anzahl Kommunikationswarnungen	N	Anzahl aktueller Kommunikationswarnungen	UDINT
Anzahl Kommunikationswarnungen historisch	N	Aufsummierte Anzahl Kommunikationswarnungen (Zähler rücksetzbar)	UDINT
Anzahl Systemfehler	N	Anzahl aktueller Systemfehler	UDINT

Systemvariable	S <sup>1)</sup>	Beschreibung		Datentyp	
Anzahl Systemfehler historisch	N	Aufsummierte Anzahl Systemfehler (Zähler rücksetzbar)		UDINT	
Anzahl Systemwarnungen	N	Anzahl aktueller Systemwarnungen		UDINT	
Anzahl Systemwarnungen historisch	N	Aufsummierte Anzahl Systemwarnungen (Zähler rücksetzbar)		UDINT	
Autostart	J	TRUE	Das Prozessormodul startet beim Anlegen der Versorgungsspannung das Anwenderprogramm automatisch.		
		FALSE	Das Prozessormodul geht beim Anlegen der Versorgungsspannung in den Zustand STOP.		
BS Major [1] ... [2] BS Minor [1] ... [2]	J	Version des Betriebssystems für jedes Prozessormodul. Die Anzahl redundanter Prozessormodule und die Werte sind abhängig vom Steuerungstyp.		UINT	
CRC	J	Prüfsumme der Ressource-Konfiguration.		UDINT	
Datum/Uhrzeit [ms-Anteil] Datum/Uhrzeit [Sek.-Anteil]	N	Systemdatum und Systemzeit in Millisekunden und Sekunden seit 01.01.1970: 0 ... 999 ms, 0 ... 4 294 967 295 s.		UDINT	
Force-Deaktivierung	J	TRUE	Forcen ist deaktiviert.		
		FALSE	Forcen ist möglich.		
Forcen aktiv	J	TRUE	Globales oder lokales Forcen ist aktiv.		
		FALSE	Globales und lokales Forcen sind nicht aktiv.		
Force-Schalterzustand	N	Information über gesetzte Force-Schalter:		UDINT	
		0xFFFF FFFE	Kein Force-Schalter gesetzt.		
Globales Forcen gestartet	J	0xFFFF FFFF	Mindestens ein Force-Schalter gesetzt.		
		TRUE	Globales Forcen ist aktiv.		
Letzte Feldwarnung [ms] Letzte Feldwarnung [s]	N	Datum und Uhrzeit der letzten Feldwarnung in Millisekunden und Sekunden seit 01.01.1970: 0 ... 999 ms, 0 ... 4 294 967 295 s.		UDINT	
Letzte Kommunikationswarnung [ms] Letzte Kommunikationswarnung [s]	N	Datum und Uhrzeit der letzten Kommunikationswarnung in Millisekunden und Sekunden seit 01.01.1970: 0 ... 999 ms, 0 ... 4 294 967 295 s.		UDINT	
Letzte Systemwarnung [ms] Letzte Systemwarnung [s]	N	Datum und Uhrzeit der letzten Systemwarnung in Millisekunden und Sekunden seit 01.01.1970: 0 ... 999 ms, 0 ... 4 294 967 295 s.		UDINT	
Letzter Feldfehler [ms] Letzter Feldfehler [s]	N	Datum und Uhrzeit des letzten Feldfehlers in Millisekunden und Sekunden seit 01.01.1970: 0 ... 999 ms, 0 ... 4 294 967 295 s.		UDINT	
Letzter Kommunikationsfehler [ms] Letzter Kommunikationsfehler [s]	N	Datum und Uhrzeit des letzten Kommunikationsfehlers in Millisekunden und Sekunden seit 01.01.1970: 0 ... 999 ms, 0 ... 4 294 967 295 s.		UDINT	
Letzter Systemfehler [ms] Letzter Systemfehler [s]	N	Datum und Uhrzeit des letzten Systemfehlers in Millisekunden und Sekunden seit 01.01.1970: 0 ... 999 ms, 0 ... 4 294 967 295 s.		UDINT	
Lüfterzustand	N	Abhängig vom Steuerungstyp, siehe Dokumentation. 0xFF= Nicht vorhanden		BYTE	

Systemvariable	S <sup>1)</sup>	Beschreibung		Datentyp											
Mono Startup Release	J	Freigabe für nicht-redundanten Betrieb. Die Systemvariable existiert abhängig von der Steuerungsfamilie.		BOOL											
		<table border="1"> <tr> <td>TRUE</td><td>Ein einzelnes Prozessormodul in Rack 0, Steckplatz 08/10 (H51X) darf mit nur einem Systembus starten. Ein einzelnes Prozessormodul in Rack 0, Steckplatz 16/18 (H41X) darf mit nur einem Systembus starten.</td></tr> <tr> <td>FALSE</td><td>Auch für ein einzelnes Prozessormodul sind beide Systembusse erforderlich.</td></tr> </table>		TRUE	Ein einzelnes Prozessormodul in Rack 0, Steckplatz 08/10 (H51X) darf mit nur einem Systembus starten. Ein einzelnes Prozessormodul in Rack 0, Steckplatz 16/18 (H41X) darf mit nur einem Systembus starten.	FALSE	Auch für ein einzelnes Prozessormodul sind beide Systembusse erforderlich.								
TRUE	Ein einzelnes Prozessormodul in Rack 0, Steckplatz 08/10 (H51X) darf mit nur einem Systembus starten. Ein einzelnes Prozessormodul in Rack 0, Steckplatz 16/18 (H41X) darf mit nur einem Systembus starten.														
FALSE	Auch für ein einzelnes Prozessormodul sind beide Systembusse erforderlich.														
MultiForcen gesperrt	J	<table border="1"> <tr> <td>TRUE</td><td>MultiForcen ist gesperrt.</td></tr> <tr> <td>FALSE</td><td>MultiForcen ist möglich.</td></tr> </table>		TRUE	MultiForcen ist gesperrt.	FALSE	MultiForcen ist möglich.	BOOL							
TRUE	MultiForcen ist gesperrt.														
FALSE	MultiForcen ist möglich.														
Netzteil-Eingangsspannung 1 ... 5	Wert der Eingangsspannung in mV am jeweiligen Netzgerät F-PWR 01.														
Netzteil-Status	N	Status der Netzgeräte F-PWR 01. Je Netzgerät sind drei benachbarte Bits codiert.		WORD											
		<table border="1"> <tr> <th>Bit Nr.</th><th>Beschreibung</th></tr> <tr> <td>Bit 0 ... 2</td><td>Status Netzgerät 1</td></tr> <tr> <td>Bit 3 ... 5</td><td>Status Netzgerät 2</td></tr> <tr> <td>Bit 6 ... 8</td><td>Status Netzgerät 3</td></tr> <tr> <td>Bit 9 ... 11</td><td>Status Netzgerät 4</td></tr> <tr> <td>Bit 12 ... 14</td><td>Status Netzgerät 5</td></tr> </table> <p>Für jedes Netzgerät gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Das niederwertigste Bit ist 1, wenn das Netzgerät erkannt wurde. Sonst ist das Bit 0.</li> <li>Das mittlere Bit ist 1, wenn für das Netzgerät mindestens eine Warnung vorliegt. Sonst ist das Bit 0.</li> <li>Das höchstwertige Bit ist 1, wenn für das Netzgerät mindestens ein Fehler vorliegt. Sonst ist das Bit 0.</li> </ul>			Bit Nr.	Beschreibung	Bit 0 ... 2	Status Netzgerät 1	Bit 3 ... 5	Status Netzgerät 2	Bit 6 ... 8	Status Netzgerät 3	Bit 9 ... 11	Status Netzgerät 4	Bit 12 ... 14
Bit Nr.	Beschreibung														
Bit 0 ... 2	Status Netzgerät 1														
Bit 3 ... 5	Status Netzgerät 2														
Bit 6 ... 8	Status Netzgerät 3														
Bit 9 ... 11	Status Netzgerät 4														
Bit 12 ... 14	Status Netzgerät 5														
Online-Einstellungen erlauben	J	Haupt-Freigabeschalter des Prozessormoduls.		BOOL											
		<table border="1"> <tr> <td>TRUE</td><td>Die untergeordneten Freigabeschalter können verändert werden.</td></tr> <tr> <td>FALSE</td><td>Die untergeordneten Freigabeschalter können nicht verändert werden.</td></tr> </table>		TRUE	Die untergeordneten Freigabeschalter können verändert werden.	FALSE	Die untergeordneten Freigabeschalter können nicht verändert werden.								
TRUE	Die untergeordneten Freigabeschalter können verändert werden.														
FALSE	Die untergeordneten Freigabeschalter können nicht verändert werden.														
Read-only in RUN	J	<table border="1"> <tr> <td>TRUE</td><td>Die Bedienfunktionen Stopp, Start, Download sind gesperrt.</td></tr> <tr> <td>FALSE</td><td>Die Bedienfunktionen Stopp, Start, Download sind nicht gesperrt.</td></tr> </table>		TRUE	Die Bedienfunktionen Stopp, Start, Download sind gesperrt.	FALSE	Die Bedienfunktionen Stopp, Start, Download sind nicht gesperrt.	BOOL							
TRUE	Die Bedienfunktionen Stopp, Start, Download sind gesperrt.														
FALSE	Die Bedienfunktionen Stopp, Start, Download sind nicht gesperrt.														
Redundanz-Info	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Bitcodierter Redundanzzustand der Prozessormodule.</td></tr> <tr> <td>Bit Nr.</td><td>Prozessormodule</td></tr> <tr> <td>0</td><td>F-CPU 01 in Steckplatz 08 (H51X), 16 (H41X)</td></tr> <tr> <td>1</td><td>F-CPU 01 in Steckplatz 10 (H51X), 18 (H41X)</td></tr> <tr> <td>2 ... 31</td><td>Nicht belegt!</td></tr> </table> <p>Bit = 0: Prozessormodul nicht in Redundanz Bit = 1: Prozessormodul in Redundanz Alle übrigen Bits haben den Wert = 0.</p>		Bitcodierter Redundanzzustand der Prozessormodule.		Bit Nr.	Prozessormodule	0	F-CPU 01 in Steckplatz 08 (H51X), 16 (H41X)	1	F-CPU 01 in Steckplatz 10 (H51X), 18 (H41X)	2 ... 31	Nicht belegt!			
Bitcodierter Redundanzzustand der Prozessormodule.															
Bit Nr.	Prozessormodule														
0	F-CPU 01 in Steckplatz 08 (H51X), 16 (H41X)														
1	F-CPU 01 in Steckplatz 10 (H51X), 18 (H41X)														
2 ... 31	Nicht belegt!														
Reload erlaubt	J	<table border="1"> <tr> <td>TRUE</td><td>Laden der Steuerung mittels Reload ist möglich.</td></tr> <tr> <td>FALSE</td><td>Laden der Steuerung mittels Reload ist gesperrt.</td></tr> </table>			TRUE	Laden der Steuerung mittels Reload ist möglich.	FALSE	Laden der Steuerung mittels Reload ist gesperrt.							
TRUE	Laden der Steuerung mittels Reload ist möglich.														
FALSE	Laden der Steuerung mittels Reload ist gesperrt.														
Reload-Deaktivierung	<table border="1"> <tr> <td>TRUE</td><td>Laden mittels Reload ist gesperrt.</td></tr> <tr> <td>FALSE</td><td>Laden mittels Reload ist möglich.</td></tr> </table>		TRUE	Laden mittels Reload ist gesperrt.	FALSE	Laden mittels Reload ist möglich.	BOOL								
TRUE	Laden mittels Reload ist gesperrt.														
FALSE	Laden mittels Reload ist möglich.														

Systemvariable	S <sup>1)</sup>	Beschreibung		Datentyp
Reload-Zyklus	J	TRUE	Der aktuelle Zyklus ist der erste Zyklus nach einem Reload.	BOOL
		FALSE	Sonst.	
Responsible Module Essential	J	Essential-Zustand redundanter Prozessormodule. Die Variable existiert abhängig von der Steuerungsfamilie.		BYTE
		Bit Nr.	Zustand bei Bit = 1	
		0	Keine F-CPU 01 mit Status <i>Responsible</i> ist Essential d. h., Bus A und B funktionieren. Eines der Module darf entfernt werden.	
		1	Das F-CPU 01 mit Status <i>Responsible</i> für den Systembus A ist Essential. Das Systembusmodul darf nicht entfernt werden, da Systembus B nicht aktiv.	
		2	Das F-CPU 01 mit Status <i>Responsible</i> für den Systembus B ist Essential. Das Systembusmodul darf nicht entfernt werden, da Systembus A nicht aktiv.	
		3	Die Organisation des Systembetriebs ist gestört und eine weitere Diagnose des Problem ist nicht möglich. Nach ca. 10 Minuten in diesem Zustand geht HIQuad X zu einem der Zustände 1 oder 2 über.	
		Falls einer der Zustände 1, 2 oder 3 einen transienten Fehler als Ursache hatte, kehrt HIQuad X nach Zustand 0 zurück, wenn dieser Fehler nicht mehr ansteht.		
Sicherheitszeit [ms]	J	Für die Ressource eingestellte Sicherheitszeit in ms.		UDINT
Start erlaubt	J	TRUE	Das Starten des Prozessormoduls durch das PADT ist erlaubt.	BOOL
		FALSE	Das Starten des Prozessormoduls durch das PADT ist nicht erlaubt.	
Start-Zyklus	J	TRUE	Der aktuelle Zyklus ist der erste Zyklus nach dem Start.	BOOL
		FALSE	Sonst.	
Stromversorgungszustand [1] ... [2]	N	Bitcodierter Zustand der Spannungsversorgung der Prozessormodule 1 ... 2.		BYTE
		Bit Nr.	Zustand bei Bit = 1	
		0	Versorgungsspannung Schiene 1 (L1) fehlerhaft	
		1	Versorgungsspannung Schiene 2 (L2) fehlerhaft	
		2	Über-/Unterspannung bei intern erzeugter Spannung	
		3	Ungültige Abgleichdaten der intern erzeugten Spannungen	
		4	Spannungsquelle für V <sub>CC</sub> hat Unterspannung	
		5	Spannungsquelle für V <sub>CC</sub> hat Überspannung	
System-ID [SRS]	J	System-ID der Steuerung, 1 ... 65 535.		UINT
Systemtick HIGH Systemtick LOW	J	Umlaufender Millisekundenzähler (64 bit).		UDINT

Systemvariable	S <sup>1)</sup>	Beschreibung	Datentyp								
Temperaturzustand [1] ... [2]	N	Bitcodierter Temperaturzustand der Prozessormodule 1 ... 2: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <th>Bit Nr.</th> <th>Zustand bei gesetztem Bit</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Temperaturschwelle 1 überschritten.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Temperaturschwelle 2 überschritten.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Fehlerhafter Temperaturwert.</td> </tr> </table>	Bit Nr.	Zustand bei gesetztem Bit	0	Temperaturschwelle 1 überschritten.	1	Temperaturschwelle 2 überschritten.	2	Fehlerhafter Temperaturwert.	BYTE
Bit Nr.	Zustand bei gesetztem Bit										
0	Temperaturschwelle 1 überschritten.										
1	Temperaturschwelle 2 überschritten.										
2	Fehlerhafter Temperaturwert.										
Verbleibende globale Force-Dauer [ms]	J	Zeit in Millisekunden bis zum Ablaufen der globalen Force-Zeitbegrenzung.	DINT								
Watchdog-Zeit [ms]	J	Höchste zulässige Dauer eines RUN-Zyklus in Millisekunden (abhängig von der Steuerungsfamilie).	UDINT								
Zykluszeit, letzte [ms]	J	Aktuelle Zykluszeit.	UDINT								
Zykluszeit, max [ms]	N	Maximale Zykluszeit in Millisekunden.	UDINT								
Zykluszeit, min [ms]	N	Minimale Zykluszeit in Millisekunden.	UDINT								
Zykluszeit, mittlere [ms]	N	Mittlere Zykluszeit in Millisekunden.	UDINT								

<sup>1)</sup> Systemparameter wird vom Betriebssystem sicherheitsbezogen behandelt, ja (J) oder nein (N)

Tabelle 27: Eingangsvariablen

### 6.2.5.2 Abschließen und Aufschließen der Ressource

**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*, siehe Tabelle 26.

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 mit dem Mode-Schalter in Stellung *Init* wieder in den Zustand STOP versetzt werden. 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.

#### Steuerung abschließbar machen

1. Globale Variablen vom Typ BOOL definieren, Initialwerte auf FALSE setzen.
  2. Globale Variable den oben genannten Systemvariablen als Ausgangsvariable zuweisen.
  3. Globale Variablen 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 ist die Steuerung aufgeschlossen.

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

## 6.2.6 Systemparameter der Anwenderprogramme

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

Systemparameter	S <sup>1)</sup>	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 <i>Codegenerierung Kompatibilität</i> auf <i>SILworX V2</i> 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 Ausführungszeit 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 maximalen Anzahl von CPU-Zyklen. Nicht änderbar!	
Klassifikation	N	Einstufung des Anwenderprogramms in <i>sicherheitsgerichtet</i> oder <i>standard</i> , dient nur zur Dokumentation und hat keinen Einfluss auf die Funktion des Programms. Die Standardeinstellung ist sicherheitsgerichtet	Applikations-spezifisch
Online-Einstellungen erlauben	J	Wenn <i>Online-Einstellungen erlauben</i> ausgeschaltet ist, können die Einstellungen der anderen Programmschalter nicht per Online-Zugriff (Control Panel) verändert werden. Wirkt nur, wenn <i>Online-Einstellungen erlauben</i> 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.  FALSE: Start des Anwenderprogramms durch das PADT nicht erlaubt.	Applikations-spezifisch

Systemparameter	S <sup>1)</sup>	Beschreibung		Einstellung für sicheren Betrieb
Testmodus erlaubt	J	TRUE:	Testmodus für das Anwenderprogramm ist erlaubt.	Applikations-spezifisch <sup>2)</sup>
		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: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Nur Forcen beenden.</li><li>▪ Programm stoppen.</li></ul> Die Standardeinstellung ist <i>Nur Forcen beenden</i> .		
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: <i>ab SILworX V7</i> .		

<sup>1)</sup> Systemparameter wird vom Betriebssystem sicherheitsbezogen behandelt, ja (J) oder nein (N)

<sup>2)</sup> Nach Ende des Testbetriebs muss ein Kaltstart des Programms durchgeführt werden, bevor ein sicherheitsbezogen Betrieb aufgenommen wird!

Tabelle 28: Systemparameter des Anwenderprogramms

### 6.2.7 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.

### 6.2.8 Die lokalen Systemvariablen des Anwenderprogramms

Die lokalen Systemvariablen liefern zur Laufzeit Informationen zu den Betriebsbedingungen des Anwenderprogramms. Nicht alle lokalen Systemvariablen dürfen für die Programmierung sicherheitsbezogener Reaktionen verwendet werden.

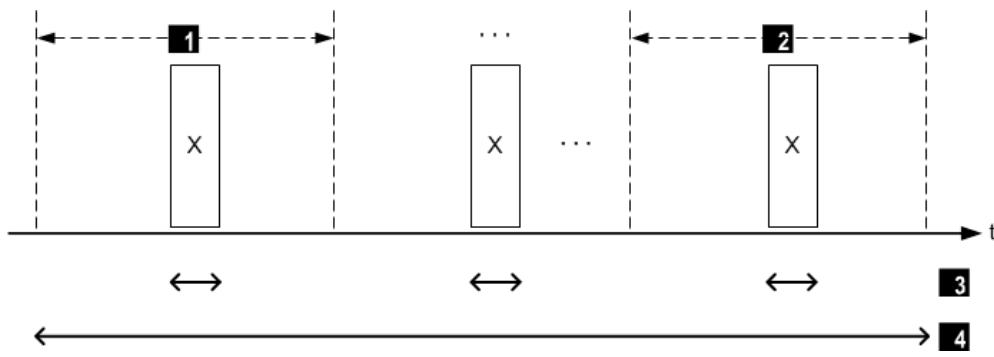
Variable	S <sup>1)</sup>	Beschreibung	Datentyp
Program_CRC	X	Prüfsumme über das Anwenderprogramm, durch die Verfälschungen erkennbar werden.	LWORD
Program_CycleDuration		Dauer aller Zyklen des Prozessormoduls, die für die Ausführung eines Anwenderprogramm-Zyklus benötigt wurden, in $\mu$ s, siehe Bild 34. Gemessen wurde die Dauer des vorherigen Anwenderprogramm-Zyklus. Im ersten Zyklus nach dem Start des Anwenderprogramms hat <i>Program_CycleDuration</i> den Wert 0.	UDINT
Program_ExecutionCycles		Anzahl Zyklen des Prozessormoduls, die für die vollständige Ausführung eines Zyklus des Anwenderprogramms benötigt werden. Gemessen wurde die Anzahl Prozessormodul-Zyklen des vorherigen Anwenderprogramm-Zyklus.	UDINT
Program_ExecutionDuration		Verarbeitungszeit eines Zyklus des Anwenderprogramms in $\mu$ s, siehe Bild 34. Gemessen wurde die Verarbeitungszeit des vorherigen Zyklus. Im ersten Zyklus nach dem Start des Anwenderprogramms hat <i>Program_ExecutionDuration</i> den Wert 0.	UDINT
Program_ForceSwitch	X	TRUE: Die Bedingungen für das lokale Forcen sind erfüllt. FALSE: Die Bedingungen für das lokale Forcen sind nicht erfüllt.	BOOL
Program_ID		Vom Anwender vergebene Identifikation des Programms. Die <i>Program_ID</i> identifiziert das Anwenderprogramm in Anzeigefunktionen wie im Control Panel.	UDINT
Program_ReloadCycle	X	TRUE: Im ersten Zyklus nach einem Reload Ausnahme: Der Reload ändert nur Parameter des Anwenderprogramms FALSE: In allen anderen Zyklen, auch bei Reload, der nur Parameter von Anwenderprogrammen ändert.	BOOL
Program_StartCycle	X	TRUE: Im ersten Zyklus nach dem Start des Anwenderprogramms FALSE: In allen anderen Zyklen	BOOL

<sup>1)</sup> Nur die in Spalte S markierten Systemvariablen sind für Sicherheitsfunktionen verwendbar!  
Die anderen Systemvariablen dürfen **nicht** zur Programmierung von Sicherheitsfunktionen verwendet werden!

Tabelle 29: Die lokalen Systemvariablen des Anwenderprogramms

### *Program\_CycleDuration und Program\_ExecutionDuration*

Das folgende Bild zeigt den Ablauf eines Zyklus des Anwenderprogramms X, der mehrere Zyklen des Prozessormoduls dauert. Der erste betrachtete Zyklus des Prozessormoduls enthält den Anfang des Anwenderprogramm-Zyklus, der letzte betrachtete Zyklus des Prozessormoduls das Ende.



- |   |  |
|---|--|
| <b>1</b> Erster betrachteter Zyklus des Prozessormoduls<br><b>2</b> Letzter betrachteter Zyklus des Prozessormoduls | <b>3</b> <i>Program_ExecutionDuration</i><br><b>4</b> <i>Program_CycleDuration</i> |
|---|--|

Bild 34: *Program\_CycleDuration und Program\_ExecutionDuration*

*Program\_CycleDuration* ist die Dauer aller Zyklen des Prozessormoduls für einen Zyklus des Anwenderprogramms, entspricht im Bild 34 dem großen Doppelpfeil **4**.

*Program\_ExecutionDuration* ist der Anteil des Anwenderprogramms X an der Verarbeitungszeit in allen betrachteten Zyklen des Prozessormoduls. *Program\_ExecutionDuration* entspricht im Bild 34 der Summe aller kleinen Doppelpfeile **3**.

*Program\_ExecutionCycles* ist die Anzahl der Zyklen vom ersten **1** bis zum letzten **2** betrachteten Zyklus des Prozessormoduls.

#### 6.2.9 Zuordnung zu E/A-Kanälen

Im Hardware-Editor von SILworX ist es möglich, eine globale Variable einem E/A-Kanal zu zuweisen. Dazu lässt sich in der Detailansicht eines E/A-Moduls die globale Variable per Drag&Drop aus der Objektauswahl in die Kanalliste des E/A-Moduls ziehen.

Dadurch lassen sich der Wert und die Statusinformationen des Kanals im Anwenderprogramm verfügbar machen.

##### 6.2.9.1 Verwendung digitaler Eingänge

**Folgende Schritte sind notwendig, um den Wert eines digitalen Eingangs im Anwenderprogramm zu verwenden**

1. Eine globale Variable vom Typ BOOL definieren.
  2. Bei der Definition als Initialwert den sicheren Wert angeben.
  3. Die globale Variable dem Kanalwert des Eingangs zuweisen.
- Die globale Variable liefert einen sicheren Wert ins Anwenderprogramm.

Für digitale Initiator-Eingangsmodule, die intern analog arbeiten, ist es auch möglich, den Rohwert zu benutzen und im Anwenderprogramm den Wert zu berechnen. Näheres siehe unten.

Durch Zuweisen globaler Variable auf *Kanal OK* und auf weitere Diagnosestatus bieten sich zusätzliche Möglichkeiten, die externe Beschaltung zu diagnostizieren und Fehlerreaktionen im

Anwenderprogramm zu programmieren. Einzelheiten zu den Diagnosestatus wie Leitungsschluss und Leitungsbruch im Handbuch des jeweiligen Moduls.

### 6.2.9.2 Verwendung analoger Eingänge

Analoge Eingangskanäle wandeln die gemessenen Eingangsströme in einen Wert vom Typ DINT (double integer) um. Dieser Wert steht dann dem Anwenderprogramm als *Rohwert* zur Verfügung. Dabei entspricht 1 mA einem Wert von 10 000, der Wertebereich ist 0 ... 240 000.

In vielen Fällen ist es einfacher, anstelle des Rohwertes den *Prozesswert* vom Datentyp REAL zu verwenden. Diesen berechnet HIQuad X aus dem Rohwert und der Skalierung auf 4 und 20 mA. Näheres siehe Handbuch des Moduls.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Werte analoger Eingänge im Anwenderprogramm zu verwenden:

- Verwendung des Prozesswerts  
Der Prozesswert eines analogen Eingangs liefert den Wert einschließlich der sicheren Fehlerreaktion, sofern er korrekt konfiguriert ist.
- Verwendung des Rohwerts  
Der Rohwert ist der Messwert ohne die sichere Fehlerreaktion. Es ist notwendig, diese projektspezifisch zu programmieren.

**Folgende Schritte sind notwendig, um den Prozesswert zu verwenden:**

1. Globale Variable vom Typ REAL definieren.
2. Bei der Definition als Initialwert den sicheren Wert angeben.
3. Die globale Variable dem Prozesswert des Eingangs zuweisen.
4. Den Messbereich des Kanals durch Angabe je eines REAL-Werts für 4 mA und für 20 mA festlegen.  
► Die globale Variable liefert einen sicheren Wert ins Anwenderprogramm.

**Folgende Schritte sind notwendig, um den Rohwert zu verwenden:**

1. Globale Variable vom Typ DINT definieren.
2. Globale Variable von einem im Anwenderprogramm benötigten Typ definieren.
3. Im Anwenderprogramm eine geeignete Umrechnungsfunktion programmieren, um den Rohwert in einen dort verwendeten Typ umzuwandeln. Dabei den Messbereich des Datentyps berücksichtigen.
4. Im Anwenderprogramm eine sicherheitsbezogene Fehlerreaktion unter Verwendung der Status *Kanal OK, LS, LB* (ggfs. weiterer) programmieren.  
► Das Anwenderprogramm kann den Messwert sicher verarbeiten.

Wenn bei einem Kanal der Wert 0 im gültigen Messbereich liegt, muss das Anwenderprogramm zusätzlich zum Prozesswert mindestens den Parameter *Kanal OK* auswerten.

Durch Zuweisen globaler Variable auf *Kanal OK, Submodul OK, Modul OK* und auf weitere Diagnosestatus bieten sich zusätzliche Möglichkeiten, die externe Beschaltung zu diagnostizieren und Fehlerreaktionen im Anwenderprogramm zu programmieren. Einzelheiten zu den Diagnosestatus wie Leitungsschluss und Leitungsbruch im Handbuch des jeweiligen Moduls.

### 6.2.9.3 Verwendung sicherheitsbezogener Zählereingänge

Es ist möglich, den Zählerstand oder die Drehzahl/Frequenz als ganzzahligen Wert oder als skalierten Gleitkommawert zu verwenden.

**Folgende Schritte sind notwendig, um den ganzzahligen Wert zu verwenden:**

1. Globale Variable vom Typ UDINT definieren.
2. Bei der Definition als Initialwert den sicheren Wert angeben.

3. Die globale Variable dem ganzzahligen Wert des Eingangs zuweisen.  
► Die globale Variable liefert einen sicheren Wert ins Anwenderprogramm.

**Folgende Schritte sind notwendig, um den skalierten Gleitkommawert zu verwenden:**

1. Globale Variable vom Typ REAL definieren.
2. Bei der Definition als Initialwert den sicheren Wert angeben.
3. Die globale Variable dem skalierten Gleitkommawert des Eingangs zuweisen.
4. Den Skalierungswert des Kanals durch Angabe eines REAL-Werts festlegen.  
► Die globale Variable liefert einen sicheren Wert ins Anwenderprogramm.

#### 6.2.9.4 Verwendung digitaler Ausgänge

**Folgende Schritte sind notwendig, um einen Wert im Anwenderprogramm auf einen digitalen Ausgang zu schreiben:**

1. Eine globale Variable vom Typ BOOL definieren.
2. Bei der Definition als Initialwert den sicheren Wert angeben.
3. Die globale Variable dem Kanalwert des Ausgangs zuweisen.  
► Die globale Variable liefert einen sicheren Wert auf den digitalen Ausgang.

Durch Zuweisen globaler Variable auf *Kanal OK* und auf weitere Diagnosestatus bieten sich zusätzliche Möglichkeiten, die externe Beschaltung zu diagnostizieren und Fehlerreaktionen im Anwenderprogramm zu programmieren. Einzelheiten zu den Diagnosestatus wie Leitungsschluss und Leitungsbruch im Handbuch des jeweiligen Moduls.

#### 6.2.9.5 Verwendung analoger Ausgänge

**Folgende Schritte sind notwendig, um einen Wert im Anwenderprogramm auf einen analogen Ausgang zu schreiben:**

1. Eine globale Variable vom Typ REAL definieren.
2. Bei der Definition als Initialwert den sicheren Wert angeben.
3. Globale Variable dem Kanalwert des Ausgangs zuweisen.
4. Bei den Parametern *4 mA* und *20 mA* des Ausgangskanals die zugehörigen REAL-Werte entsprechend dem genutzten Bereich der globalen Variable angeben.  
► Die globale Variable liefert einen sicheren Wert auf den analogen Ausgang.



Bei nicht (mehr) genutzten Ausgangskanälen müssen die Parameter *4 mA* und *20 mA* auf die Standardeinstellungen *4.0* und *20.0* eingestellt sein.

---

Durch Zuweisen globaler Variable auf *Kanal OK* und auf weitere Diagnosestatus bieten sich zusätzliche Möglichkeiten, die externe Beschaltung zu diagnostizieren und Fehlerreaktionen im Anwenderprogramm zu programmieren. Einzelheiten zu den Diagnosestatus wie Leitungsschluss und Leitungsbruch im Handbuch des jeweiligen Moduls.

#### 6.2.10 Zuordnung zu Kommunikationsverbindungen

Die Werte globaler Variable lassen sich über Kommunikationsverbindungen versenden oder von diesen empfangen. Dazu den Editor des verwendeten Kommunikationsprotokolls öffnen und die globale Variable per Drag&Drop aus der Objektauswahl in den Arbeitsbereich ziehen.

Einzelheiten zu Kommunikationsprotokollen im Kommunikationshandbuch HI 801 100 D und die Bedienung der Editoren für die Kommunikationsprotokolle in der Online-Hilfe von SILworX.

## 6.3 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 geforce Variable ist vom Prozess unabhängig, da der Wert vom Anwender vorgegeben wird.
- 

### 6.3.1 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 geforce 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 6.3.3.

#### **⚠️ WARNUNG**

**Störung des sicherheitsbezogenen Betriebs durch geforce Werte möglich!**

- **Geforce 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.

### 6.3.2 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.



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

### 6.3.3 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 HIQuad X 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!

### 6.3.4 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 Forceens kann über die Systemvariable *Force-Deaktivierung* per Schlüsselschalter unmittelbar abgeschaltet werden.
- Zusätzlich kann über die Systemvariable *MultiForcen gesperrt* MultiForcen unterbunden werden.

### 6.3.5 Force-Editor

Der Force-Editor von SILworX zeigt alle Variablen an, getrennt nach globalen und lokalen Variablen.

Für jede Variable ist folgendes einstellbar:

- Force-Werte.
- Ein Force-Einzelschalter, um das Forcen der Variable vorzubereiten.

Das Forcen lässt sich jeweils für globale und lokale Variable starten und stoppen.

Das Forcen erfolgt für eine festgelegte Zeitdauer oder für unbegrenzte Zeit. Nach dem Starten des Forceens, werden alle Variablen, deren Force-Einzelschalter eingeschaltet sind, auf ihren Force-Wert gesetzt.

Beim Stopp des Forceens - manuell oder durch die Zeitbegrenzung - erhalten die Variablen wieder die Werte vom Prozess.

Bei einem erneuten Start des Forceens ersetzen die vorher eingestellten Force-Werte wieder die Werte aus dem Prozess!

Weitere Einzelheiten zum Forceen und zum Force-Editor finden Sie in der Online-Hilfe von SILworX.

Das Kopieren aktueller Daten aus dem Force-Editor in die Zwischenablage erfasst nur den sichtbaren Bereich im Force-Editor. Daten, die sich außerhalb des sichtbaren Bereichs befinden, werden nicht regelmäßig aktualisiert und können einen Wert haben, der vor Minuten oder Stunden von der Ressource gelesen wurde! Die Tastenkombination **STRG-A** wählt auch Daten außerhalb des sichtbaren Bereichs zum Kopieren aus.

### 6.3.6 Automatisches Zurücksetzen des Forceens

Das Betriebssystem setzt in folgenden Fällen das Forceen zurück:

- Bei Neustart der Ressource, z. B. nach Zuschalten der Versorgungsspannung.
- Beim Stoppen der Ressource.
- Beim Laden einer neuen Konfiguration per Download.
- Beim Stoppen eines Anwenderprogramms: Rücksetzen des lokalen Forceens für dieses Anwenderprogramm

Beim Reload bleiben die lokalen und globalen Force-Werte und Force-Einzelschalter weiterhin gültig, ebenso die Force-Zeiten und Force-Timeout-Reaktionen.

#### **⚠️ WARNUNG**

**Störung des sicherheitsbezogenen Betriebs durch geforcezte Werte möglich!**

- Bei gestoppter Ressource ist es möglich, globale Force-Werte und Force-Einzelschalter einzustellen. Diese werden nach dem Start der Ressource und des Forceens gültig.
- Bei gestopptem Anwenderprogramm ist es möglich, lokale Force-Werte und Force-Einzelschalter einzustellen. Diese werden nach dem Start des Anwenderprogramms und des Forceens gültig.

### 6.3.7 Forcen und skalare Ereignisse

Beim Forcen einer globalen Variable, die zur Bildung von skalaren Ereignissen verwendet wird, ist folgendes zu beachten:

- Ereignisse werden entsprechend dem Force-Wert gebildet.
- Die Werte der von dieser Variable abhängigen Statusvariablen werden dem Force-Wert nicht nachgeführt!

In einem solchen Fall auch die abhängigen Statusvariablen forcen!

### 6.3.8 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.

### 6.3.8.1 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.

### 6.3.8.2 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.



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

## 6.4 Ablauf des Zyklus

Der Zyklus eines Prozessormoduls (CPU-Zyklus) für nur ein Anwenderprogramm besteht - vereinfacht dargestellt - aus folgenden Phasen:

1. Verarbeitung der Eingabedaten.
2. Abarbeitung des Anwenderprogramms.
3. Bereitstellung der Ausgabedaten.

Nicht dargestellt sind besondere Aufgaben, die gegebenenfalls innerhalb des CPU-Zyklus durchgeführt werden, etwa Reload.

Die erste Phase stellt die globalen Variablen, Ergebnisse von Funktionsbausteinen und andere Daten als Eingabedaten für die zweite Phase bereit. Die erste Phase muss nicht mit dem Anfang des Zyklus beginnen, sondern kann sich verschieben. Daher führt der Versuch, die Zykluszeit im Anwenderprogramm mit Hilfe von Timer-Funktionsbausteinen zu bestimmen, zu ungenauen Ergebnissen, bis hin zu Zykluszeiten, die größer als die Watchdog-Zeit sind.

Die dritte Phase gibt die Ergebnisse des Anwenderprogramms für die Verarbeitung in folgenden Zyklen und für die Ausgangskanäle weiter.

## 6.5 Laden von Anwenderprogrammen

Mit SILworX lässt sich die Projektkonfiguration mit den Anwenderprogrammen in die Steuerung laden. Es gibt zwei Varianten des Ladens:

- Download  
Laden einer neuen Projektkonfiguration mit Unterbrechung des sicherheitsbezogenen Betriebs.
- Reload  
Laden einer geänderten Projektkonfiguration ohne Unterbrechung des sicherheitsbezogenen Betriebs.

- 
- i** HIMA empfiehlt, nach jedem Laden eines Anwenderprogramms in die Steuerung die Projektkonfiguration zu sichern, z. B. auf einen Wechseldatenträger.  
Damit soll gewährleistet werden, dass die zur Konfiguration auf der Steuerung passenden Projektdaten weiterhin verfügbar sind, auch wenn das PADT ausfällt.  
HIMA empfiehlt eine regelmäßige Datensicherung auch unabhängig vom Laden des Anwenderprogramms.
- 

### 6.5.1 Download

Voraussetzungen für Download:

- Steuerung im Zustand STOPP.
- Ressource-Freigabeschalter „Laden erlaubt“ gesetzt.

Nach dem Download das Anwenderprogramm durch SILworX starten, um den sicherheitsbezogenen Betrieb aufzunehmen.

Die Funktion Download ist zu benutzen, um ein neues Programm in eine Steuerung zu laden, oder wenn eine der im nächsten Abschnitt genannten Bedingungen die Verwendung des Reload ausschließt.

### 6.5.2 Reload

Voraussetzungen für Reload:

- Die Steuerung im Zustand RUN.
- Freigabeschalter „Reload erlaubt“ ist TRUE.
- Systemvariable „Reload-Deaktivierung“ ist FALSE.

- 
- i** Reload kann mit einem oder mehreren Prozessormodulen durchgeführt werden.  
Während eines Reloads ist kein weiterer Zugriff vom PADT auf die Steuerung möglich!  
Ausnahmen:  
Ein Abbruch des Reloads ist möglich, ebenso die Änderung der Watchdog-Zeit und der Sollzykluszeit, um Reload zu ermöglichen.
- 

HQuad X erlaubt es, nach dem Ändern eines Anwenderprogramms, das bereits in einer Steuerung läuft, die geänderte Version mit Reload in die Steuerung zu laden. Während die alte Version des Anwenderprogramms noch läuft, wird die neue Version in den Speicher der Steuerung übertragen, geprüft und mit den Variablenwerten versorgt. Sind diese Vorbereitungen abgeschlossen, schaltet die Steuerung auf die neue Version des Anwenderprogramms um und führt den sicherheitsbezogenen Betrieb nahtlos fort.

Die globalen und lokalen Variablen erhalten beim Reload jeweils die Werte der gleichnamigen Variablen des vorhergehenden Projektstands. Die Namen lokaler Variablen enthalten den Instanznamen der POE.

Diese Vorgehensweise hat folgende Auswirkungen, wenn Namen geändert und mittels Reload auf die Steuerung geladen werden:

- Umbenennen einer Variablen wirkt wie Löschen und neu Einfügen, d. h. führt zum Initialisieren, auch bei Retain-Variablen. Dadurch verlieren diese ihren aktuellen Wert.
- Umbenennen einer Funktionsbaustein-Instanz führt zum Initialisieren aller Variablen, auch der Retain-Variablen, und aller enthaltenen Funktionsbaustein-Instanzen.
- Umbenennen eines Programms führt zum Initialisieren aller enthaltenen Variablen und Funktionsbaustein-Instanzen.

Ebenso wirkt sich das Verschieben von Teilen der Programmlogik von einem Anwenderprogramm in ein anderes wie ein Löschen und Einfügen aus.

**Dieses Verhalten kann unbeabsichtigte Auswirkungen auf ein oder mehrere Anwenderprogramme und damit auf die zu steuernde Anlage haben!**

Folgende Faktoren beschränken die Möglichkeit, ein geändertes Programm mit Reload auf die Steuerung zu laden:

- Die in Kapitel 6.5.2.1 beschriebenen Einschränkungen.
- Der Zeitbedarf für die Ausführung des Reload.

Da die zusätzlichen Aufgaben beim Reload Zeit benötigen, verlängert sich der Zyklus. Um zu verhindern, dass der Watchdog anspricht und die Steuerung in FEHLERSTOPP geht, prüfen sowohl SILworX als auch die Steuerung vor einem Reload den zusätzlichen Zeitbedarf. Ist dieser zu hoch, dann wird der Reload abgelehnt.

---

**i**

Bei Watchdog-Zeit und Sollzykluszeit ausreichende Zeitreserve für Reload einplanen.  
HIMA empfiehlt die im Sicherheitshandbuch HI 801 002 D angegebene Vorgehensweise zur Bestimmung der Watchdog-Zeit.

---

Es ist möglich, die Watchdog-Zeit und die Sollzykluszeit für die Dauer des Reloads zu erhöhen, näheres siehe die Online-Hilfe von SILworX. Dies kann dann erforderlich sein, wenn die Zeitreserve zu gering bemessen ist, so dass Reload in der Phase "Cleanup" blockiert.

Mit der Online-Funktion ist es nur möglich, die Watchdog-Zeit und Sollzykluszeit zu erhöhen, aber nicht, sie unter den im Projekt eingestellten Wert zu verkleinern.

---

**i****Beim Reload von Schrittketten zu beachten:**

Die Reload-Information für Schrittketten berücksichtigt nicht den aktuellen Status der Kette. Daher ist es möglich, durch Reload einer entsprechenden Änderung der Schrittfolge diese in einen undefinierten Zustand zu versetzen. Die Verantwortung hierfür liegt beim Anwender.

Beispiele:

- Löschen des aktiven Schritts. Danach hat kein Schritt der Schrittfolge den Zustand aktiv.
  - Umbenennen des Initialschritts, während ein anderer Schritt aktiv ist. Dies führt zu einer Schrittfolge mit zwei aktiven Schritten!
-

**i****Beim Reload von Actions 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 gehen.
- Entfernen des 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.

---

#### 6.5.2.1 Bedingungen für die Verwendung von Reload

Die folgenden Projekt-Änderungen sind mit Reload in die Steuerung übertragbar:

- Änderungen an den Parametern des Anwenderprogramms.
- Änderungen an der Logik in Programm, Funktionsbausteinen, Funktionen.
- Änderungen, bei denen gemäß Tabelle 30 Reload möglich ist.

Änderungen bei	Art der Änderung			
	Hinzufügen	Löschen	Initialwert ändern	Andere Variable zuweisen
Zuweisungen globaler Variablen zu				
Anwenderprogrammen	•	•	•	•
Systemvariablen	•	•	•	•
E/A-Kanälen	•	•	•	•
Kommunikationsprotokollen <sup>3)</sup>	•	•	•	•
safeethernet <sup>1)</sup>	•	•	•	•
Rack mit E/A-Verarbeitungsmodul und E/A-Modulen	•	•	n. a.	n. a.
Modulen (E/A-Verarbeitungsmodul, E/A-Module, Prozessormodule)	•	•*	n. a.	n. a.
Kommunikationsprotokollen <sup>3)</sup>	•	•	n. a.	n. a.
Anwenderprogrammen	•	•**	n. a.	n. a.
Ereignisdefinitionen <sup>2)</sup>	•	•	n. a.	• (Ereigniszustände)
Änderungen bei	Änderungen			
Namen von Racks	• <sup>3)</sup>			
Namen von Modulen	•, Systembusmodule und Kommunikationsmodule: • <sup>3)</sup>			
System-ID, Rack-ID	-			
safeethernet-Zieladressen (IP-Adressen)	• <sup>1)</sup>			
Benutzerkonten und Lizenzen	•			
Prozessormodulen:	• <sup>3)</sup>			
▪ IP-Konfiguration				
▪ Routings				
▪ Switch-Konfiguration				
▪ Kommunikationsprotokolle hinzufügen, ändern, löschen				
E/A-Verarbeitungsmodule	• <sup>3)</sup>			
▪ IP-Konfiguration				
▪ Routings				
▪ Spannungsversorgung und Temperaturüberwachung				
▪ Einstellung <i>Minimale Konfigurationsversion</i>				
▪ Modulname				
Kommunikationsmodulen	Siehe Kommunikationshandbuch HI 801 100 D			
• Reload möglich				
- Reload nicht möglich				
* Reload möglich, außer bei Systembusmodulen mit gesetztem Attribut <i>Responsible</i>				
** Reload möglich, aber in der Steuerung muss mindestens ein Anwenderprogramm verbleiben.				
n. a. nicht anwendbar				
1) Einzelheiten zum Reload von Änderungen bei safeethernet im Kommunikationshandbuch HI 801 100 D				
2) Die Ereignisquelle einer Ereignisdefinition ist nicht per Reload änderbar, d. h., die Identifikationsnummer kann nicht durch Reload neu verwendet werden.				
3) Durch Cold Reload, d. h. mit Neustart des Moduls				

Tabelle 30: Reload nach Änderungen

Reload ist nur nach Änderungen gemäß obigen Bedingungen möglich, andernfalls die Steuerung stoppen und Download verwenden.

### 6.5.2.2 Cold Reload

In bestimmten Fällen ist ein Reload für ein einzelnes Modul nicht durchführbar:

- Die in der Tabelle 30 mit «<sup>3)</sup>» gekennzeichneten Bedingungen.
- Konfigurationsänderungen von Kommunikationsmodulen und E/A-Verarbeitungsmodulen.
- Ein Kommunikationsmodul arbeitet mit nicht reloadfähigen Standardprotokollen.

In diesen Fällen wird Cold Reload angewendet. Das betreffende Modul muss während des Reloads in den Zustand STOPP gebracht werden («cold») und danach neu gestartet werden:

- Kommunikationsmodule und E/A-Verarbeitungsmodule kann der Reload-Vorgang selbstständig stoppen und neu starten.
- Bei Prozessormodulen zeigt der Reload-Vorgang eine Aufforderung an den Anwender an, das Modul zu stoppen und zu starten.

Der Anwender behält in jedem Fall die Kontrolle über den Reload-Vorgang und wird über dessen Ablauf informiert. Der Anwender kann den Vorgang gegebenenfalls abbrechen.

Vor der Durchführung eines Cold Reload ist folgendes zu bedenken:

- Welche Module werden gestoppt?
- Gibt es dafür redundante Module oder kann auf die von den Modulen erfüllten Aufgaben vorübergehend verzichtet werden?

#### TIPP

Auf folgende Weise lässt sich Cold Reload in Fällen vermeiden, in denen Zuweisungen globaler Variablen hinzugefügt werden:

- Bereits beim Erstellen der Konfiguration den Standardprotokollen unbenutzte globale Variable zuweisen.
- Den unbenutzten globalen Variablen einen sicheren Wert als Initialwert zuweisen.

Auf diese Weise ist es später nur notwendig, die Namen der Variablen zu ändern, und keine Variablen hinzuzufügen, so dass ein Reload möglich ist.

### 6.5.2.3 Grenzen für Reload

Die folgenden Bedingungen können dazu führen, dass Reload eines Anwenderprogramms nicht möglich ist:

- Die Anzahl der Instanzen von Funktionen und Funktionsbausteinen (POEs) in SILworX ist auf 21 845 beschränkt. Ein Anwenderprogramm, das mehr Instanzen enthält, kann nicht durch Reload geladen werden.
- Große Arrays, deren Elemente benutzerdefinierte Strukturen sind, können bei Änderung des Aufbaus der Struktur möglicherweise nicht mehr durch Reload geladen werden.

Beispiel: Bei einem Struktur-Datentyp ein Strukturelement hinzufügen oder löschen.

In beiden Fällen zeigt SILworX an, dass die maximale Anzahl Transferoperationen (65 536) überschritten wird.

#### Abhilfe

Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl Transferoperationen beim Reload zu verringern:

- Vermeiden von zu starker Strukturierung des Programms, d. h. Verringerung der Anzahl POEs.
- Vermeiden von großen Struktur-Datentypen und von großen Arrays von Strukturen.
- Auf einfache Weise kann dadurch Abhilfe geschaffen werden, dass in den POEs mit vielen Instanzen auf VAR verzichtet wird.

Ersetzen aller VAR einer POE durch VAR\_OUTPUT reduziert die Anzahl der Transferoperationen, hat aber folgende Auswirkungen:

- Die Anzahl der Ausgänge der POE erhöht sich.
- Forcen der Variablen ist nicht möglich.

## 6.6 Benutzerverwaltung

Die Benutzerverwaltung dient der projektbezogenen Verwaltung von Benutzergruppen, Benutzerkonten, Zugriffsrechten für das PADT und Zugriffsrechten für die Steuerungen (PES).

Eine Benutzergruppe besteht aus ein oder mehreren Benutzerkonten. Das Öffnen von Projekten in SILworX kann eine Anmeldung mit den Daten eines Benutzerkontos erfordern. Zusätzlich kann der Benutzergruppe der Zugriff auf Ressourcen erlaubt werden.

Sie können in einem Projekt genau eine Benutzerverwaltung anlegen. Die Benutzerverwaltung gilt für dieses Projekt und wird im Projekt verschlüsselt gespeichert. Der Name *Benutzerverwaltung* wird von SILworX vorgegeben und ist sprachabhängig.

Eine Benutzergruppe ist eine Sammlung von Benutzern mit identischen Zugriffsrechten für die PADT-Bedienung oder für die Zugriffe auf Steuerungen.

PADT-Benutzerverwaltung: Regelt den Zugang zum SILworX Projekt.

PES-Benutzerverwaltung: Verwaltet die PES-bezogenen Zugriffsrechte. Die PES-Benutzerverwaltung basiert auf den Daten der PADT-Benutzerverwaltung.

### ⚠️ WARNUNG



**Bei nicht eingerichteter Benutzerverwaltung sind Manipulationen jeglicher Art am Projekt oder der Ressource möglich!**

**Für den sicheren Betrieb einer Anlage muss ein Projekt eine Benutzerverwaltung mit mehreren Benutzergruppen und unterschiedlichen Zugriffsarten enthalten. In den Benutzergruppen müssen mehrere Benutzerkonten definiert sein.**

**Andernfalls kann jeder das Projekt in SILworX öffnen und sich als Standardbenutzer in Ressourcen einloggen.**

Ein Projekt wird ohne Login-Dialog geöffnet, wenn keine Benutzerverwaltung vorhanden ist. Ansonsten wird ein Dialogfenster zur PADT-Benutzerabfrage angezeigt, und es erfolgt eine Aufforderung einen Benutzernamen und ein Passwort einzugeben.

Falls das Projekt mit einer früheren Version von SILworX erstellt wurde und eine Projektkonvertierung erforderlich ist, wird diese nur ausgeführt, wenn der angemeldete Benutzer mindestens über Schreibrechte verfügt. Andernfalls wird das Projekt nicht konvertiert und nicht geöffnet.

Mit dem Anlegen der Benutzerverwaltung wird automatisch auch ein erster Sicherheitsadministrator zur PADT-Benutzerverwaltung hinzugefügt und parametriert. Danach können Änderungen an der Benutzerverwaltung nur noch von diesem oder einem anderen Sicherheitsadministrator durchgeführt werden.

## 6.6.1 Standard-Zugriffsrechte

Solange für ein Projekt keine Benutzerverwaltung angelegt wurde, wird im Strukturabaum kein Element *Benutzerverwaltung* angezeigt. Sowohl für das in SILworX geöffnete Projekt, als auch für die Ressourcen gelten die werkseitig festgelegten Zugriffsrechte.

	PADT	Ressource (Steuerung)
Anzahl der Benutzer	1	1
Benutzerkennung	Sicherheitsadministrator	Administrator
Passwort	Ohne	Ohne
Zugriffsrecht	Sicherheitsadministrator	Administrator

Tabelle 31: Werkseitige Zugriffsrechte für PADT und PES



Die werkseitig festgelegten Zugriffsrechte werden außer Kraft gesetzt, wenn im Projekt eine Benutzerverwaltung angelegt wird.

### 6.6.1.1 Benutzergruppe «Sicherheitsadministratoren»

Sicherheitsadministratoren verfügen über alle Zugriffsrechte. Sobald eine Benutzerverwaltung angelegt wird, erstellt SILworX automatisch eine Benutzergruppe mit der Zugriffsart *Sicherheitsadministrator*. Diese Benutzergruppe enthält standardmäßig ein (1) Benutzerkonto, weitere Benutzerkonten können hinzugefügt werden.

Damit ist sichergestellt, dass in der Benutzerverwaltung immer mindestens ein Sicherheitsadministrator existiert.

Sowohl das standardmäßig erstellte Benutzerkonto, als auch alle später hinzugefügten Benutzerkonten dieser Benutzergruppe, verfügen über die Zugriffsart *Sicherheitsadministrator*.

Diese Zugriffsart gilt nur für die Bearbeitung des Projekts in SILworX. In der *PES-Benutzerverwaltung* kann die Benutzergruppe der Sicherheitsadministratoren auch eine andere Zugriffsart mit reduzierten Privilegien haben.



Sicherheitsadministratoren haben vollen Zugriff auf alle Benutzerkonten. Sie können z. B. auch deren Passworte ändern, ohne das aktuelle Passwort des Benutzerkontos zu kennen. Dies kann erforderlich werden, wenn ein Benutzer sein Passwort vergessen hat.

## 6.6.2 Zugriffsarten und Berechtigungen

Abhängig von der definierten Zugriffsart und den vorhandenen Lizzenzen hat ein Anwender mehr oder weniger Berechtigungen, Funktionen in SILworX oder auf einer Ressource auszuführen.

Unabhängig vom angemeldeten Benutzer können die Zugriffsrechte auch über Lizzenzen eingeschränkt werden. Hierzu gibt es die Lizenz-Option *Wartung*, welche die wirksamen Rechte für jeden Benutzer auf *Lesen* reduziert.

### 6.6.2.1 Zugriffsarten der PADT-Benutzerverwaltung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Zugriffsarten zusammengefasst, die in der PADT-Benutzerverwaltung verwendet werden können.

Zugriffsart	Beschreibung
Sicherheitsadministrator	Mit der Zugriffsart <i>Sicherheitsadministrator</i> kann der Anwender alle Funktionen in SILworX ausführen, die von den vorhandenen Lizenzen abgedeckt sind.
Lesen + Schreiben	Mit der Zugriffsart <i>Lesen + Schreiben</i> kann der Anwender alle Funktionen in SILworX ausführen, die nicht explizit an das Recht <i>Sicherheitsadministrator</i> gebunden und von den vorhandenen Lizenzen abgedeckt sind.
Lesen	Anwender mit dieser Zugriffsart können auf Funktionen nur lesend zugreifen. So ist z. B. auch Archivieren nicht erlaubt. Manche Informationen werden nicht angezeigt (z. B. Details der Benutzerverwaltung).

Tabelle 32: Zugriffsarten der PADT-Benutzerverwaltung

### 6.6.2.2 Zugriffsarten der PES-Benutzerverwaltung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Zugriffsarten zusammengefasst, die in der PES-Benutzerverwaltung verwendet werden können. An einer Steuerung können maximal 5 PES-Benutzer gleichzeitig eingeloggt sein.

Zugriffsart	Beschreibung
Administrator	<p><b>Tätigkeit:</b> Neues System in Betrieb nehmen. Administratoren verfügen im Geltungsbereich der Ressourcen über alle Berechtigungen, die von den vorhandenen Lizzenzen abgedeckt sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktionen, welche erforderlich sind, um Module oder Systeme in Betrieb zu nehmen.</li> <li>- Einrichten einer ersetzen Steuerung.</li> <li>- Inbetriebnahme von Sicherheitseinrichtungen.</li> </ul>
Lesen + Schreiben	<p><b>Tätigkeit:</b> Ein bestehendes System ändern. Mit der Zugriffsart <i>Lesen + Schreiben</i> kann der Anwender alle Funktionen auf einer Ressource ausführen, die erforderlich sind, um Änderungen durchzuführen und die von den vorhandenen Lizzenzen abgedeckt sind. Anwender können die zum Verändern freigegebenen Online-Einstellungen anpassen, jedoch nicht die Einstellung des Parameter <i>Online-Einstellungen</i> erlauben selbst.</p>
Lesen + Bediener	<p><b>Tätigkeit:</b> Ein laufendes System in Betrieb halten. Mit der Zugriffsart <i>Lesen + Bediener</i> kann der Anwender alle Aktionen durchführen, die erforderlich sind, um ein laufendes System zu warten. Änderungen an den programmierten Funktionen sind nicht möglich. Die Berechtigungen sind gegenüber <i>Lesen + Schreiben</i> nochmals reduziert und beschränken sich im Wesentlichen auf folgende Tätigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle Aktionen, welche zur Diagnose erforderlich sind.</li> <li>- Aktionen, die erforderlich sind, um ein System zu starten und zu forcen.</li> </ul>
MultiForcen	<p><b>Tätigkeit:</b> Forcen durch mehrere Benutzer gleichzeitig. Anwender mit <i>MultiForcen</i>-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. Auch das Verwenden vorkonfigurierter Watchpages ist möglich. Auf alle anderen Funktionen einer Ressource können Anwender nur lesend zugreifen. Das Starten, Stoppen oder Zurücksetzen eines Force-Vorgangs ist nicht möglich. Damit Anwender Watchpages verändern und im Projekt speichern können, benötigen sie im PADT die Zugriffsrechte (<i>Lesen + Schreiben</i> oder <i>Sicherheitsadministrator</i>).</p>
Lesen	<p><b>Tätigkeit:</b> Lesen der Diagnose. Anwender mit dieser Zugriffsart können ausschließlich lesend auf Funktionen zugreifen. Die Zugriffsart <i>Lesen</i> wird bei einem System-Login in eine Ressource automatisch vergeben, wenn bereits ein anderer Benutzer mit Schreibrechten eingeloggt ist.</p>
Kein Zugriff	<p><b>Tätigkeit:</b> Keine, das Einloggen ist gesperrt. Dies ist die Standardeinstellung für alle Benutzergruppen, für die in der Zuordnungstabelle nicht explizit eine Zugriffsart eingestellt wurde. Für <i>Kein Zugriff</i> wird eine leere Tabellenzelle angezeigt.</p>

Tabelle 33: Zugriffsarten der PES-Benutzerverwaltung

### 6.6.3 PADT-Benutzerverwaltung anlegen

Das Anlegen der PADT-Benutzerverwaltung ist in der SILworX Online-Hilfe beschrieben.

### 6.6.4 PES-Benutzerverwaltung anlegen

Die PES-Benutzerverwaltung zeigt die Benutzergruppen aus der PADT-Benutzerverwaltung automatisch an. Den Ressourcen können in der PES-Benutzerverwaltung Zugriffsrechte für die angelegten Benutzergruppen zugewiesen werden, siehe SILworX Online-Hilfe.

Die PES-Benutzerverwaltung kann Benutzerkonten für maximal 10 Benutzergruppen pro Steuerung verwalten. Sobald das Projekt per Download auf die Steuerung übertragen wurde, stehen diese Informationen für Logins zur Verfügung. Die Benutzerkonten sind in der Steuerung abgelegt und bleiben auch nach dem Ausschalten der Betriebsspannung erhalten. Die Benutzerkonten einer Steuerung gelten auch für angeschlossen Remote I/Os.

Die Benutzer identifizieren sich beim Login auf der Steuerung mit der Benutzergruppe und dem Passwort der Benutzergruppe. Für die PES-Benutzergruppe und das Passwort sind die mit dem letzten Laden auf das PES übertragenen Werte gültig, nicht die aktuell im Projekt eingetragenen Werte!

## 6.7 Application Programming Interface (API)

Das SILworX Application Programming Interface (SILworX API) bietet zahlreiche Funktionen zum Steuern von SILworX. Mittels Bibliotheken (z. B. für Python und C#) können Anwender API-Aufrufe in ihre Automatisierungsumgebung einbinden.

Unter anderem stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

- Projekte erzeugen.
- Projekte öffnen, auch solche mit Benutzerverwaltung.
- Projekte schließen.
- SILworX schließen.
- SILworX Status auslesen, z. B. die Version und die Lizenzen.
- Knoten im *Projekt*-Strukturabaum erstellen.
- Strukturabaum auslesen.
- Im Strukturabaum Validierungen vornehmen.
- Projekte oder individuelle Strukturabaum-Knoten archivieren.
- Projekte oder individuelle Strukturabaum-Knoten wiederherstellen.
- Code generieren, für Download oder Reload).
- Ressourcen verbinden und trennen.
- Modul-Login durchführen.
- Ressourcen starten und stoppen.
- CPU-Systembetrieb starten und stoppen, Module starten und stoppen.
- Konfigurationen per Download in Ressourcen laden.
- Online-Werte lesen auf System- und Modulebene, einzeln oder gruppiert.
- Diagnoseeinträge von Modulen abfragen.
- Betriebssysteme per Downloads laden.
- Globales Forcen starten und stoppen.
- Globale Force-Variablen lesen und schreiben.



### 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.

## 7 Diagnose

Diagnose-LEDs verschaffen einen ersten, schnellen Überblick über den Systemzustand. Detailliertere Informationen beim Auslesen der Diagnosehistorie mit SILworX.

### 7.1 Leuchtdioden (LEDs)

LEDs auf der Frontseite zeigen den Zustand eines Moduls an. Dabei sind alle LEDs im Zusammenhang zu betrachten. Eine einzelne LED reicht für die Beurteilung des Modulzustandes nicht unbedingt aus.

Die Bedeutung der LEDs ist in den Modulhandbüchern beschrieben.

Nach dem Zuschalten der Versorgungsspannung erfolgt immer ein LED-Test, bei dem alle LEDs für mindestens 2 s leuchten. Bei zweifarbigen LEDs erfolgt während des Tests einmalig ein Farbwechsel.

#### Definition der Blinkfrequenzen

In der folgenden Tabelle sind die Blinkfrequenzen definiert:

Definition	Blinkfrequenz
Blinken1	Lang (600 ms) an, lang (600 ms) aus.
Blinken2	Kurz (200 ms) an, kurz (200 ms) aus, kurz (200 ms) an, lang (600 ms) aus.
Blinken-x	Ethernet-Kommunikation: Aufblitzen im Takt der Datenübertragung.

Tabelle 34: Blinkfrequenzen der LEDs

Einige LEDs signalisieren Warnungen (Ein) und Fehler (Blinken1). Die Anzeige von Fehlern hat Priorität gegenüber der Anzeige von Warnungen. Bei der Anzeige von Fehlern können Warnungen nicht angezeigt werden.

### 7.2 Diagnosehistorie

Die Module F-CPU, F-IOP und F-COM führen über die aufgetretenen Störungen und Ereignisse eine Historie in chronologischer Reihenfolge. Die Historie ist als Ringspeicher organisiert.

Die Diagnosehistorie besteht aus einer Kurzzeit- und Langzeitdiagnose:

- Kurzzeitdiagnose:  
Wenn die maximale Anzahl der Einträge erreicht ist, wird für jeden neuen Eintrag der älteste Eintrag gelöscht.
- Langzeitdiagnose:  
Die Langzeitdiagnose speichert hauptsächlich Aktionen und Konfigurationsänderungen des Anwenders.  
Wenn die maximale Anzahl der Einträge erreicht ist, wird für jeden neuen Eintrag der älteste Eintrag nur dann gelöscht, wenn er älter ist als drei Tage.  
Gibt es nur Einträge, die jünger als drei Tage sind, dann wird der neue Eintrag verworfen.  
Ein besonderer Eintrag kennzeichnet das Verwerfen.

Die Anzahl der Ereignisse, die gespeichert werden können, hängt vom Typ des Moduls ab:

Modultyp	Max. Anzahl Ereignisse Langzeitdiagnose	Max. Anzahl Ereignisse Kurzzeitdiagnose
F-CPU 01	2500	1500
F-IOP 01	400	500
F-COM 01	300	700

Tabelle 35: In der Diagnosehistorie maximal gespeicherte Einträge pro Modultyp

- 
- i** Bei Stromausfall kann es vorkommen, dass Diagnoseeinträge verloren gehen, wenn sie gerade noch nicht im nicht-flüchtigen Speicher abgelegt sind.
- 

Es ist möglich, die Historien der einzelnen Module mit SILworX auszulesen und so darzustellen, dass die zur Analyse eines Problems notwendigen Informationen zur Verfügung stehen:

Beispiel:

- Mischen der Historien aus verschiedenen Quellen.
- Filtern nach Zeitbereich.
- Ausdrucken der bearbeiteten Historie.
- Abspeichern der bearbeiteten Historie.

Weitere Funktionen sind in der Online-Hilfe von SILworX beschrieben.

### 7.2.1 Diagnosemeldungen

Eine Diagnosemeldung für ein E/A-Modul ist folgendermaßen aufgebaut:

IO-Fehler >> Steckplatz S E/A-Modultyp MMMM Status[Bg: mm Aus: AAAA Ein: EEEE]  
Kanal[Aus:aaaa Ein:eeee] <<

Die folgende Tabelle beschreibt die Bedeutung der Datenfelder innerhalb der Meldung.

Datenfeld	Format	Beschreibung
S	Dezimal	Steckplatznummer des E/A-Moduls
MMMM	Hexadezimal	Modultyp, siehe Tabelle 37.
mm	Hexadezimal	Status des Moduls
AAAA	Hexadezimal	Fehlercode für Fehler bei Ausgängen des Moduls
EEEE	Hexadezimal	Fehlercode für Fehler bei Eingängen des Moduls
aaaa	Hexadezimal	Fehlercode für Kanalfehler bei Ausgangskanälen
eeee	Hexadezimal	Fehlercode für Kanalfehler bei Eingangskanälen

Tabelle 36: Datenfelder einer Diagnosemeldung

Die Einzelheiten der Fehlercodes sind den jeweiligen Handbüchern zu entnehmen. Sind mehrere Kanäle fehlerhaft, enthält das Datenfeld aaaa/eeee eine ODER-Verknüpfung mit 0x8000, d. h., zusätzlich zum Fehlercode ist das höchstwertige Bit auf 1 gesetzt.

Der E/A-Modultyp kann in der folgenden Tabelle oder im Hardware-Editor ermittelt werden:

Wert	Format	E/A-Modultyp
0x01	Hexadezimal	F 3221
0x03	Hexadezimal	F 3224A
0x04	Hexadezimal	F 3236
0x05	Hexadezimal	F 3237
0x06	Hexadezimal	F 3238
0x07	Hexadezimal	F 3240
0x08	Hexadezimal	F 3248
0x09	Hexadezimal	F 3322
0x0B	Hexadezimal	F 3330
0x0C	Hexadezimal	F 3331
0x0D	Hexadezimal	F 3333
0x0E	Hexadezimal	F 3334
0x0F	Hexadezimal	F 3335
0x11	Hexadezimal	F 3349
0x12	Hexadezimal	F 3422
0x13	Hexadezimal	F 3430
0x14	Hexadezimal	F 5220
0x15	Hexadezimal	F 6215
0x16	Hexadezimal	F 6217
0x17	Hexadezimal	F 6220
0x18	Hexadezimal	F 6221
0x19	Hexadezimal	F 6705
0x1A	Hexadezimal	F 6706

Tabelle 37: Modulkennung E/A-Module

### 7.3 Online-Diagnose

Die Online-Ansicht des SILworX Hardware-Editors dient zur Diagnose von Störungen der HIQuad X Module. Gestörte Module sind durch einen Farbumschlag gekennzeichnet:

- Rot kennzeichnet schwere Störungen, z. B. Modul nicht gesteckt.
- Gelb kennzeichnet weniger schwere Störungen, z. B. Temperaturgrenze überschritten.

Beim Positionieren der Maus auf einem Modul zeigt SILworX einen Tooltip an, der die folgenden Zustandsinformationen über das Modul enthält:

Information	Darstellung	Wertebereich	Beschreibung										
SRS:	Dezimalzahlen	System: 0 ... 65 535 Rack: 0 ... 16 Slot: 1 ... 18	Identifikation des Moduls (System, Rack, Slot).										
Name:	Text		Bezeichnung der Information, hier immer : <i>Online-MODUL-Information</i> .										
Zustand des Moduls:	Text	RUN, STOPP, NICHT VERBUNDEN, Unknown, ...	Betriebszustand in dem sich das E/A-Verarbeitungsmodul befindet.										
Gesteckter Modultyp:	Text	Zulässige Modultypen	Typ des Moduls, welches im Rack gesteckt ist.										
Konfigurierter Modultyp:	Text	Zulässige Modultypen	Typ des Moduls, welches in der Steuerung konfiguriert und geladenen ist.										
Modultyp im Projekt:	Text	Zulässige Modultypen	Typ des Moduls, welches als digitales Abbild projektiert wurde.										
Verbindungsstatus des Protokolls:	Hexadezimal-Wert	16#00 ... 0F	Status der Verbindung zwischen jedem der maximal 2 Prozessormodule und dem E/A-Verarbeitungsmoduls. Jedes der Bits 0 ... 3 zeigt die Verbindung zum Prozessormodul mit dem korrespondierenden Index an. Bit x = 0: Nicht verbunden. Bit x = 1: Verbunden.										
Sendestatus der Schnittstelle:	Hexadezimal-Wert	16#0000 ... FF FF	Je zwei Bits stellen den Zustand einer Schnittstelle dar, die durch einen Index 0 ... 16 identifiziert ist. Bits 0 und 1 gelten für Schnittstelle 0, usw. <table border="1" style="margin-left: 10px;"> <tr> <th>Wert</th><th>Beschreibung</th></tr> <tr> <td>00</td><td>Noch keine Meldung empfangen/gesendet, Status unbekannt.</td></tr> <tr> <td>01</td><td>OK, keine Fehler.</td></tr> <tr> <td>10</td><td>Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerhaft.</td></tr> <tr> <td>11</td><td>Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerfrei, davor ist ein Fehler aufgetreten.</td></tr> </table>	Wert	Beschreibung	00	Noch keine Meldung empfangen/gesendet, Status unbekannt.	01	OK, keine Fehler.	10	Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerhaft.	11	Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerfrei, davor ist ein Fehler aufgetreten.
Wert	Beschreibung												
00	Noch keine Meldung empfangen/gesendet, Status unbekannt.												
01	OK, keine Fehler.												
10	Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerhaft.												
11	Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerfrei, davor ist ein Fehler aufgetreten.												
Empfangsstatus der Schnittstelle:	Hexadezimal-Wert	16#0000 ... FF FF	Je zwei Bits stellen den Zustand einer Schnittstelle dar, die durch einen Index 0 ... 16 identifiziert ist. Bits 0 und 1 gelten für Schnittstelle 0, usw. <table border="1" style="margin-left: 10px;"> <tr> <th>Wert</th><th>Beschreibung</th></tr> <tr> <td>00</td><td>Noch keine Meldung empfangen/gesendet, Status unbekannt.</td></tr> <tr> <td>01</td><td>OK, keine Fehler.</td></tr> <tr> <td>10</td><td>Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerhaft.</td></tr> <tr> <td>11</td><td>Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerfrei, davor ist ein Fehler aufgetreten.</td></tr> </table>	Wert	Beschreibung	00	Noch keine Meldung empfangen/gesendet, Status unbekannt.	01	OK, keine Fehler.	10	Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerhaft.	11	Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerfrei, davor ist ein Fehler aufgetreten.
Wert	Beschreibung												
00	Noch keine Meldung empfangen/gesendet, Status unbekannt.												
01	OK, keine Fehler.												
10	Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerhaft.												
11	Letzte/r Empfang/Sendung war fehlerfrei, davor ist ein Fehler aufgetreten.												

Information	Darstellung	Wertebereich	Beschreibung																		
Fehlerstatus des Moduls	Hexadezimal-Wert	16#00 ... 3F	<p>Bitcodierter Status des E/A-Verarbeitungsmoduls:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit</th><th>Beschreibung bei Wert = 1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>Warnung bei externer Kommunikation.</td></tr> <tr><td>1</td><td>Warnung bei Feldanschluss.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Systemwarnung.</td></tr> <tr><td>3</td><td>Fehler bei externer Kommunikation.</td></tr> <tr><td>4</td><td>Fehler bei Feldanschluss.</td></tr> <tr><td>5</td><td>Systemfehler.</td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Nicht benutzt.</td></tr> </tbody> </table>	Bit	Beschreibung bei Wert = 1	0	Warnung bei externer Kommunikation.	1	Warnung bei Feldanschluss.	2	Systemwarnung.	3	Fehler bei externer Kommunikation.	4	Fehler bei Feldanschluss.	5	Systemfehler.	6		7	Nicht benutzt.
Bit	Beschreibung bei Wert = 1																				
0	Warnung bei externer Kommunikation.																				
1	Warnung bei Feldanschluss.																				
2	Systemwarnung.																				
3	Fehler bei externer Kommunikation.																				
4	Fehler bei Feldanschluss.																				
5	Systemfehler.																				
6																					
7	Nicht benutzt.																				
SBA-Verbindungsstatus	Hexadezimal-Wert	16#0 ... 3	<p>Status der Schnittstelle zu Systembus A:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th><th>Beschreibung</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>Die Schnittstelle ist OK</td></tr> <tr><td>1</td><td>Die Schnittstelle hat beim letzten Empfang einen Fehler erkannt, ist jetzt OK</td></tr> <tr><td>2</td><td>Die Schnittstelle hat einen Fehler</td></tr> <tr><td>3</td><td>Die Schnittstelle ist abgeschaltet</td></tr> </tbody> </table>	Wert	Beschreibung	0	Die Schnittstelle ist OK	1	Die Schnittstelle hat beim letzten Empfang einen Fehler erkannt, ist jetzt OK	2	Die Schnittstelle hat einen Fehler	3	Die Schnittstelle ist abgeschaltet								
Wert	Beschreibung																				
0	Die Schnittstelle ist OK																				
1	Die Schnittstelle hat beim letzten Empfang einen Fehler erkannt, ist jetzt OK																				
2	Die Schnittstelle hat einen Fehler																				
3	Die Schnittstelle ist abgeschaltet																				
SBB-Verbindungsstatus	Hexadezimal-Wert	16#0 ... 3	<p>Status der Schnittstelle zu Systembus B:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th><th>Beschreibung</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>Die Schnittstelle ist OK</td></tr> <tr><td>1</td><td>Die Schnittstelle hat beim letzten Empfang einen Fehler erkannt, ist jetzt OK</td></tr> <tr><td>2</td><td>Die Schnittstelle hat einen Fehler</td></tr> <tr><td>3</td><td>Die Schnittstelle ist abgeschaltet</td></tr> </tbody> </table>	Wert	Beschreibung	0	Die Schnittstelle ist OK	1	Die Schnittstelle hat beim letzten Empfang einen Fehler erkannt, ist jetzt OK	2	Die Schnittstelle hat einen Fehler	3	Die Schnittstelle ist abgeschaltet								
Wert	Beschreibung																				
0	Die Schnittstelle ist OK																				
1	Die Schnittstelle hat beim letzten Empfang einen Fehler erkannt, ist jetzt OK																				
2	Die Schnittstelle hat einen Fehler																				
3	Die Schnittstelle ist abgeschaltet																				

Tabelle 38: Diagnoseinformationen in der Online-Ansicht des Hardware-Editors

Das Zeitverhalten des Betriebssystems kann dazu führen, dass die Diagnose keine Sicherheitsparameter anzeigt. Die folgende Vorgehensweise beim Öffnen der Diagnose führt dazu, dass die Diagnose die Sicherheitsparameter mit anzeigt:

1. Control Panel öffnen und abwarten, bis darin alle Anzeigefelder aktualisiert sind.
2. Die Diagnose über das Kontextmenü in der Online-Ansicht des Hardware-Editors öffnen, nicht über eine Detailansicht!

Vor dem Öffnen der Diagnose keine Detailansicht und möglichst wenige Online-Ansichten (z. B. Force-Editor, Online-Test) öffnen!

## 8 Produktdaten, Dimensionierung

Das Kapitel gibt die Umgebungsbedingungen und die Dimensionierung an.

### 8.1 Umgebungsbedingungen

Andere als die genannten Umgebungsbedingungen können zu Betriebsstörungen des HIQuad X Systems führen. Zusätzlich sind die Angaben in den Modulhandbüchern zu beachten:

Allgemein	
Schutzklasse	Schutzklasse II 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, -15...+20 %, $w_s \leq 5 \%$ , SELV, PELV

Tabelle 39: Umgebungsbedingungen

Andere als die genannten Umgebungsbedingungen können zu Betriebsstörungen des HIQuad X Systems führen.

## 8.2 Dimensionierung

Detaillierte technische Daten sind den Handbüchern der einzelnen Komponenten und dem Kommunikationshandbuch HI 801 100 D zu entnehmen.

Je Ressource	Wert
Anzahl Racks	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ H51X: 1 Basis-Rack und max. 16 Erweiterungs-Racks.</li> <li>▪ H41X: 1 Basis-Rack und max. 1 Erweiterungs-Rack.</li> </ul>
Anzahl E/A-Module	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ H51X: 256</li> <li>▪ H41X: 28 (mit Erweiterungs-Rack)</li> </ul>
Anzahl E/A-Punkte	Abhängig vom Modultyp <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ H51X: 4096</li> <li>▪ H41X: 224</li> </ul>
Anzahl Prozessormodule	2
Gesamter Programm- und Datenspeicher für alle Anwenderprogramme	5 MB, abzügl. 64 kB für CRCs
Speicher für Retain-Variablen	32
Anzahl E/A-Verarbeitungsmodule je Rack	1 (Keines im Basis-Rack H51X)
Maximale Länge der Systembusse	Maximale 50 m zwischen zwei Teilnehmern.
Anzahl Kommunikationsmodule	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ H51X: 0 ... 10</li> <li>▪ H41X: 0 ... 2</li> </ul>
Puffergröße für Verbindung zum OPC-Server	
Anzahl PES-Benutzergruppen	1 ... 10
Anzahl Anwenderprogramme	1 ... 32
Anzahl Ereignisdefinitionen	0 ... 5000
Größe des nichtflüchtigen Ereignispuffers	1000 Ereignisse

Tabelle 40: Dimensionierung einer HIQuad X Steuerung

## 9 Lebenszyklus

Dieses Kapitel beschreibt die folgenden Phasen des Lebenszyklus:

- Installation.
- Inbetriebnahme.
- Wartung und Instandhaltung.

Hinweise zu Außerbetriebnahme und Entsorgung in den Handbüchern der einzelnen Komponenten.

### 9.1 Installation

Dieses Kapitel beschreibt den Aufbau und den Anschluss vom HIQuad X System.

#### 9.1.1 Mechanischer Aufbau

Beim Aufbau vom HIQuad X System die Verwendungsbedingungen im Kapitel 2.1 beachten, damit ein störungsfreier Betrieb sichergestellt werden kann.

Hinweise zur Montage von Basis-Racks und anderen Komponenten in den jeweiligen Handbüchern beachten.

#### 9.1.2 Feldebene anschließen

Der Anschluss der Feldebene erfolgt über die Kabelstecker der E/A-Module. Die Leitungen der Kabelstecker sind auf Klemmen aufzulegen.

#### 9.1.3 Erdung

Die Bestimmungen der Niederspannungsrichtlinie SELV (Safety Extra Low Voltage) oder PELV (Protective Extra Low Voltage) sind zu beachten.

Zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) ist eine Funktionserde vorgesehen. Diese Funktionserde ist im Schaltschrank großflächig aufzulegen.

HIQuad X Systeme sind wie in den folgenden Kapiteln beschrieben zu erden.

### 9.1.3.1 CE-konformer Schaltschrankschrankaufbau

Gemäß der EU-Ratsrichtlinie 89/336/EWG, umgesetzt in das EMV-Gesetz für die Bundesrepublik Deutschland, müssen seit dem 1. Januar 1996 elektrische Betriebsmittel innerhalb der Europäischen Union das CE-Kennzeichen für elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) tragen.

Alle Module des HIQuad X Systems sind mit dem CE-Kennzeichen versehen.

Um beim Aufbau von Steuerungen in Schaltschränken und Gestellen EMV-Probleme zu vermeiden, sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Das Netzfilter H 7034 ist nahe der 24-V-Einspeisung anzubringen, um Störungen direkt an der Einspeisung zu unterdrücken.
- Auf sachgerechte und störungssarme Elektroinstallation in der Umgebung der Steuerungen achten, z. B. keine Starkstromleitungen zusammen mit den 24-V-Speiseleitungen und Feldleitungen verlegen. Weitere Informationen hierzu im Kapitel 9.1.3.2.
- Hinweise dieses Handbuchs bezüglich Erdung, Schirmung und Kabelverlegung zu Sensoren und Aktoren beachten.

### 9.1.3.2 Surge auf digitalen Eingängen

Digitale Eingänge können – bedingt durch die kurze Zykluszeit der HIQuad X Systeme – einen Surge-Impuls nach EN 61000-4-5 als kurzzeitiges H-Signal einlesen.

Um Fehlfunktionen zu vermeiden, ist für die Applikation eine der folgenden Maßnahmen zu ergreifen:

- Installation abgeschirmter Eingangsleitungen zur Verhinderung von Surges im System,
- Störaustastung im Anwenderprogramm: ein Signal muss mindestens zwei Zyklen anstehen, bevor es ausgewertet wird.

Achtung: Dadurch verlängert sich die Reaktionszeit des Systems!



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 Herstellerangaben und der relevanten Normen.

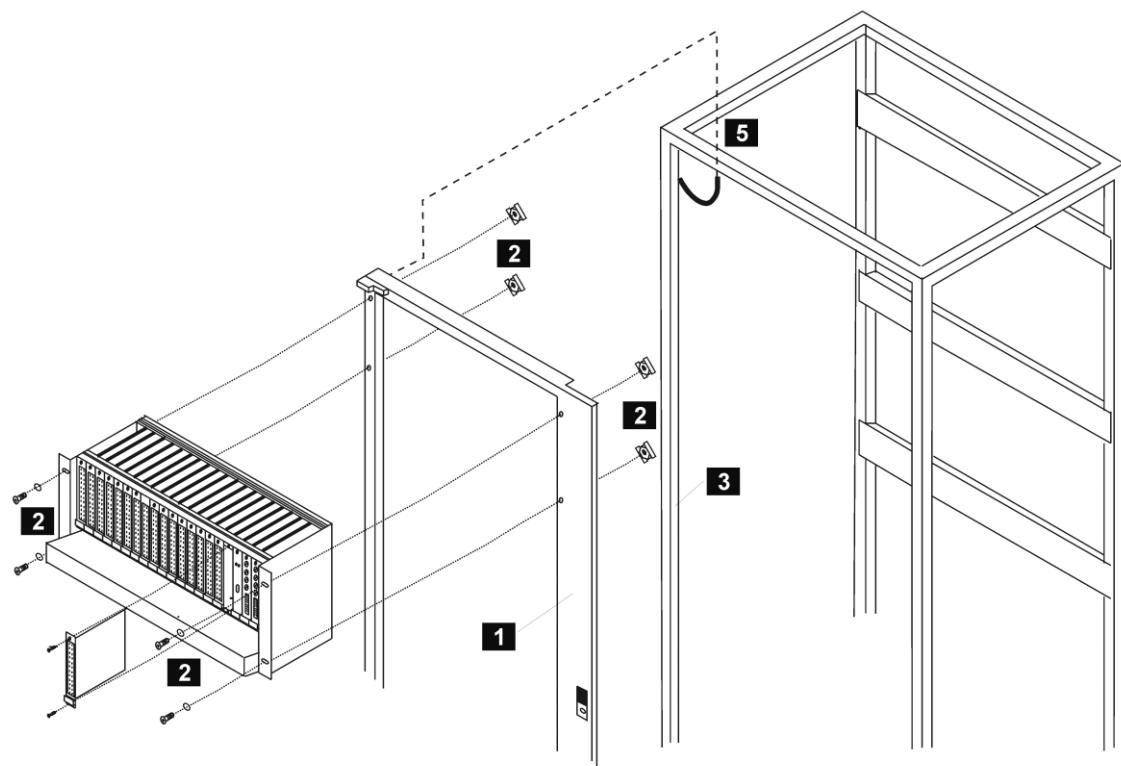
---

### 9.1.4 Erdungsverbindungen

Alle berührbaren Flächen der 19-Zoll-Komponenten von HIMA (z. B. Basis-Racks, Erweiterungs-Racks und Blindplatten) sind aus ESD-Schutz Gründen elektrisch leitfähig chromatiert.

Die sichere elektrische Verbindung zwischen Einbauteilen und dem Schaltschrank erfolgt durch den Einsatz von Käfigmuttern mit Krallen. Die Krallen durchdringen die Oberfläche des Schwenkrahmens [1] und gewährleisten eine sichere elektrische Kontaktgabe. Die dabei verwendeten Schrauben und Unterlegscheiben sind zur Vermeidung einer elektrischen Korrosion in Edelstahl ausgeführt [2].

Die Teile des Schrankgerüsts [3] sind miteinander verschweißt und gelten damit als ein elektrisch leitfähiges Konstruktionsteil. Über kurze Erdungsbänder [5] mit Querschnitten von 16 mm<sup>2</sup> oder 25 mm<sup>2</sup> werden Schwenkrahmen, Tür, Tragschienen und Montageplatten leitfähig mit dem Schrankgerüst verbunden.



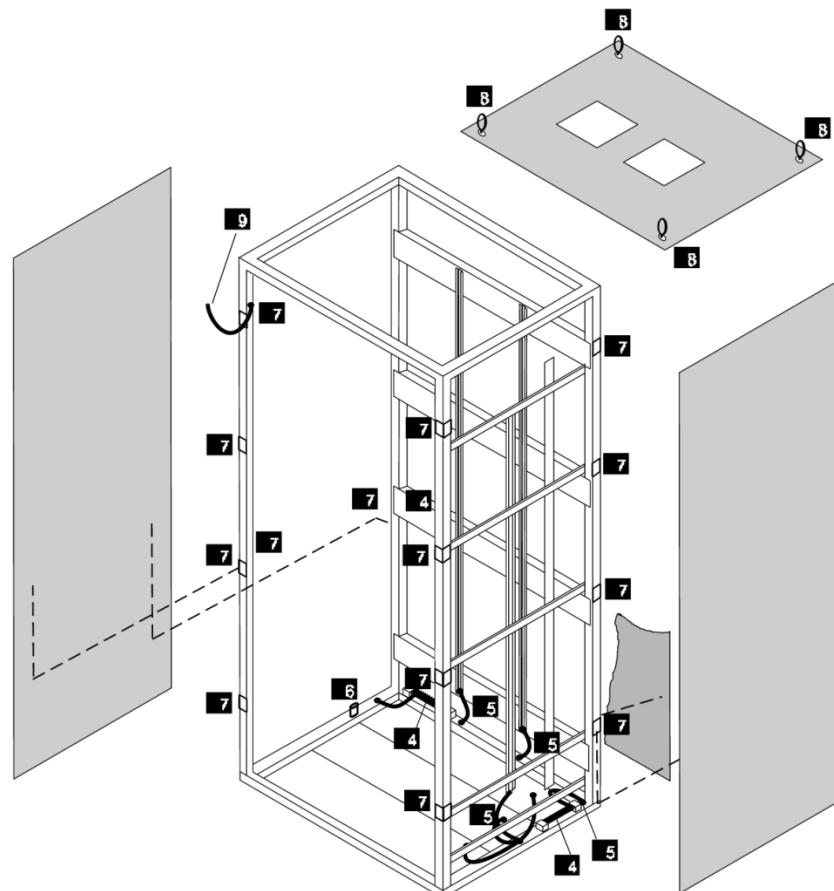
- 1** Schwenkrahmen.
- 2** Schrauben, U-Scheiben und Käfigmuttern.
- 3** Schrankgerüst.
- 4** 2 x Sammelschienen M 2500, siehe Bild 36.
- 5** Erdungsband 16 oder 25 mm<sup>2</sup>.

Bild 35: Erdungsverbindungen für Racks

Das Dachblech ist über vier Trageösen [8] (siehe Abbildung x) mit dem Schrankgerüst verschraubt. Seitenwände und Rückwand sind über Erdungskrallen [7], das Bodenblech über Schrauben mit dem Schrankgerüst leitend verbunden.

Zwei Sammelschienen M 2500 [4] sind standardmäßig im Schaltschrank eingebaut und mit Erdungsbändern 25 mm<sup>2</sup> [5] mit dem Schrankgerüst verbunden. Die Sammelschienen können auch als getrenntes Potenzial (z. B. für den Anschluss der Abschirmung von Feldkabeln) verwendet werden, wenn die Erdungsbänder zwischen Sammelschienen und Schaltschrank entfernt sind.

Zum kundenseitigen Anschluss des Schutzleiters befindet sich ein Schraubbolzen M8 am Schrankgerüst [6].

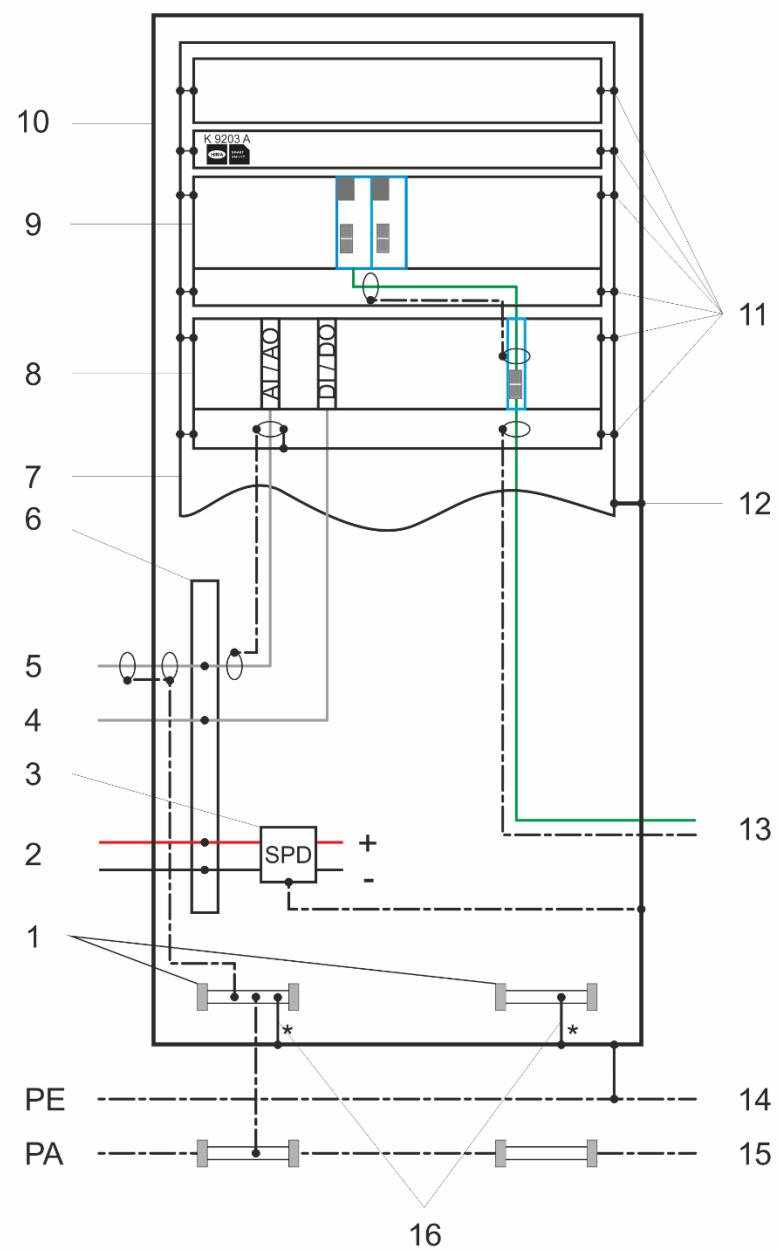


- 4** 2 x Sammelschienen M 2500.
- 5** DIN-Profilschienen mit Erdungsband 16 mm<sup>2</sup> geerdet.
- 6** Zentraler Erdungspunkt des Schrankprofilrahmens (Gewindegelenk M8).
- 7** Mechanischen Teile sind durch Standardbefestigungen am Schrankgerüst geerdet.
- 8** Dachblech mit 4 Trageösen und Lüfterauslass für Lüftereinsätze.

Bild 36: Erdungsverbindungen im Schaltschrank

### 9.1.5 Erdung- und Schirmkonzept eines HIMA Schaltschranks

Die folgende Abbildung zeigt das Erdung- und Schirmkonzept eines HIMA Schaltschranks:



- |          |                                       |           |   |
|----------|---------------------------------------|-----------|---|
| <b>1</b> | Sammelschien M 2500.                  | <b>9</b>  | Basis-Rack.   |
| <b>2</b> | Einspeisung 24 VDC.                   | <b>10</b> | Schrankgerüst.  |
| <b>3</b> | Netzfilter (Surge Protective Device). | <b>11</b> | Käfigmuttern und Käfigkrallen.  |
| <b>4</b> | Digitale Signale.                     | <b>12</b> | Erdungsverbindung 25 mm.  |
| <b>5</b> | Analoge Signale geschirmt.            | <b>13</b> | Geschirmtes Buskabel.   |
| <b>6</b> | Reihenklemmen.                        | <b>14</b> | Schutzerde.   |
| <b>7</b> | Schwenk- oder fester Rahmen.          | <b>15</b> | Potenzialausgleich.   |
| <b>8</b> | Erweiterungs-Rack.                    | <b>16</b> | Standardverbindung bei HIMA<br>Schaltschränken, bei PA-Verwendung<br>entfernen. |

Bild 37: Erdung und Schirmungskonzept HIMA Standardschrank

### 9.1.6 Erdanschluss mehrerer Schaltschränke

Mehrere Schaltschränke mit einer zentralen störungsfreien Erde verbinden, eventuell eigene Erde für Schaltschränke einer Steuerung errichten.

Die Verbindung zwischen den zentralen Erdungspunkten der Schaltschränke und der gemeinsamen zentralen Erde mit mindestens  $16 \text{ mm}^2$  Querschnitt ausführen.

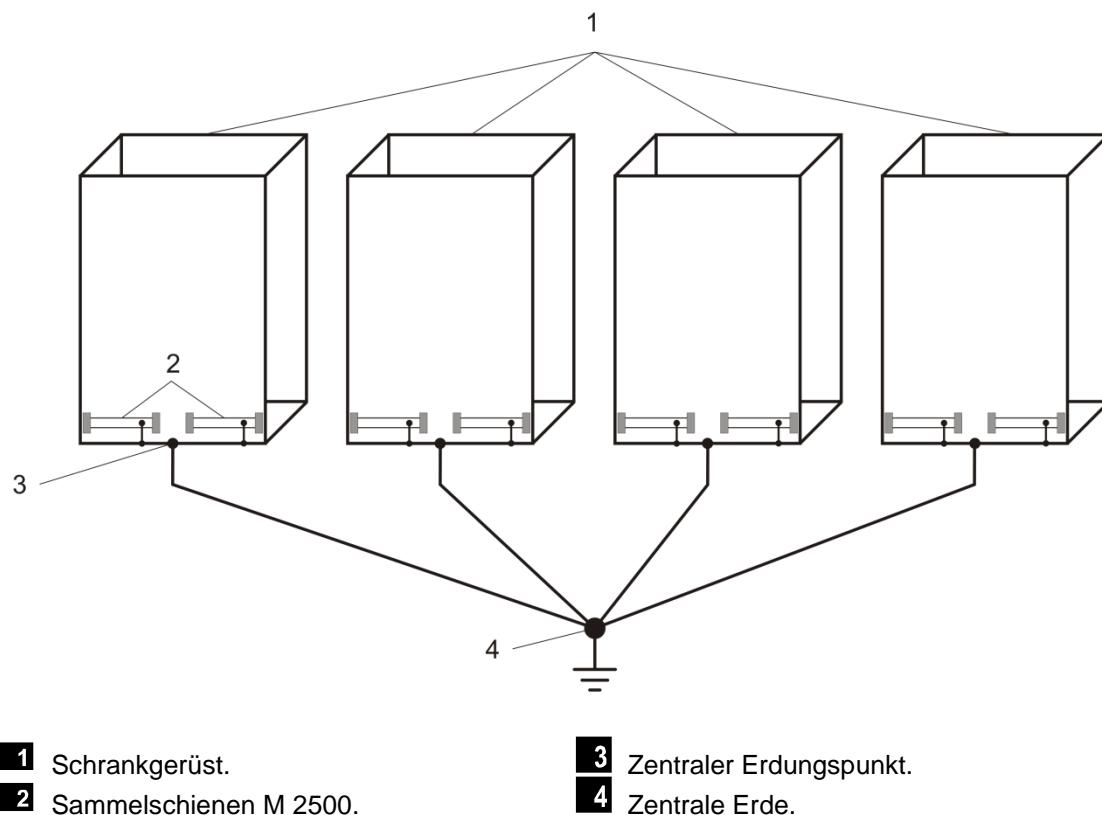


Bild 38: Schaltschränke mit zentraler Erde

### 9.1.7 Erdfreier Betrieb

Beim erdfreien Betrieb hat ein einziger Erdschluss keine Auswirkungen auf die Sicherheit und Verfügbarkeit der Steuerung.

Bei mehreren unentdeckten Erdschlägen können fehlerhafte Steuersignale ausgelöst werden, deshalb empfiehlt es sich, bei erdfreiem Betrieb eine Erdschlussüberwachung einzusetzen. Bei einigen Anwendungsnormen ist eine Erdschlussüberwachung vorgeschrieben, z. B. DIN EN 50156-1:2005. Nur von HIMA zugelassene Erdschlussüberwachungsgeräte einsetzen.

### 9.1.8 Geerdeter Betrieb

Es wird vorausgesetzt, dass einwandfreie Erdungsverhältnisse vorhanden sind und eine möglichst separate Erdverbindung besteht, über die keine Fremdströme fließen. Es ist nur die Erdung des Minuspols L- zulässig. Die Erdung des Pluspols L+ ist unzulässig, da ein eventuell auftretender Erdschluss auf der Geberleitung den betreffenden Geber überbrückt.

Die Erdung von L- darf nur an einer Stelle innerhalb des Systems erfolgen. Üblicherweise wird L- direkt hinter dem Netzgerät geerdet (z. B. auf der Sammelschiene). Die Erdung soll gut zugänglich und trennbar sein. Der Erdungswiderstand muss  $\leq 2 \Omega$  sein.

### 9.1.9 Schirmung im Ein-Ausgangsbereich

Die Feldkabel für Sensoren und Aktoren getrennt von Stromversorgungsleitungen und in ausreichender Entfernung von elektromagnetisch aktiven Geräten (Elektromotoren, Transformatoren) verlegen.

Um Störeinflüsse beim Anschluss von Feldkabeln zu vermeiden ist auf eine durchgehende Schirmung zu achten. Dazu den Schirm von Feldkabeln grundsätzlich an beiden Enden auflegen, dies gilt insbesondere für Feldkabel analoger Eingänge und Initiatoren. Ausnahme: Bei der F 6217 ist der Schirm nur am Rack aufzulegen.

In Fällen, bei denen hohe Ausgleichsströme erwartet werden, ist der Schirm mindestens auf einer Seite aufzulegen. Zusätzlich sind weitere Maßnahmen zu ergreifen, um Ausgleichsströme zu vermeiden, z. B. durch galvanische Trennung. Zusätzlich die Anforderungen in den Modulhandbüchern beachten.

### 9.1.10 Blitzschutz für Datenleitungen in HIMA Kommunikationssystemen

Blitzschutz für Datenleitungen kann mit folgenden Maßnahmen verbessert werden:

- Die Feldverdrahtung von HIMA Kommunikationssystemen komplett abgeschirmt ausführen.
- Die Systemerdung korrekt ausführen.

In exponierten Lagen außerhalb von Gebäuden kann es sinnvoll sein, Blitzschutzgeräte zu installieren.

### 9.1.11 Kabelfarben

Die Kabelfarben bei HIQuad X Systemen folgen international üblichen Normen.

Es ist möglich, abweichend vom HIMA Standard auf Grund nationaler normativer Anforderungen auch andere Kabelfarben bei der Verdrahtung zu verwenden. In diesem Fall sind die Abweichungen zu dokumentieren und zu verifizieren.

### 9.1.12 Anschluss der Versorgungsspannung

Die Zuleitungen für die Versorgungsspannung an die Einspeiseklemmen (L1+, L2+, L1-, L2-) der Basis-Racks anschließen.

Die Zuleitungen für die Versorgungsspannung des Systemlüfters an dessen Schraubklemmen befestigen.

## 9.2 Inbetriebnahme

HIQuad X System erst nach vollständigem Aufbau der Hardware und Anschluss aller Kabel hochfahren. Zunächst den Schaltschrank, danach das PES selbst in Betrieb nehmen.

### 9.2.1 Schaltschrank in Betrieb nehmen

Vor dem Zuschalten der Versorgungsspannung prüfen, ob alle Kabel korrekt angeschlossen sind und somit kein Risiko für Steuerung und Anlage besteht.

#### 9.2.1.1 Alle Eingänge und Ausgänge prüfen

Unzulässige Fremdspannungen (insbesondere z. B. 230 VAC gegen Erde oder L-) lassen sich mit einem Universal-Messinstrument messen.

HIMA empfiehlt, jeden einzelnen Anschluss auf unzulässige Fremdspannung zu prüfen.

Bei der Prüfung der externen Kabel auf Isolationswiderstand, Schluss und Bruch dürfen die Kabel beidseitig nicht angeschlossen sein, um Defekte oder Zerstörungen der Module durch zu hohe Spannungen zu vermeiden.

Zur Prüfung auf Erdschluss Spannungsanschlüsse der Kabelstecker auf den Potenzialverteilern abziehen, Speisespannungen für die Sensoren und Minuspol an den Aktoren aufzutrennen.

Ist der Minuspol während des Betriebs geerdet, ist die Erdverbindung während der Dauer der Überprüfung auf Erdschluss zu unterbrechen. Dies gilt auch für die Erdverbindung einer evtl. vorhandenen Erdschlussmesseinrichtung.

Zur Prüfung jedes Anschlusses gegen Erde ist ein Widerstandsmesser oder eine spezielle Messeinrichtung zu verwenden.

#### 9.2.1.2 Spannungszuschaltung

Alle HIQuad X Module in den Racks sind gesteckt und die Kabelstecker sind auf den E/A-Modulen angeschraubt. Die 24-V-Versorgungsspannung auf richtige Polarität, Höhe und Welligkeit prüfen.

### 9.2.2 PES mit Prozessormodulen (F-CPU 01) in Betrieb nehmen

Voraussetzungen für die Inbetriebnahme:

- Hardware installiert.
- Racks sind untereinander verbunden.
- Der Netzwerkanschluss des PADT ist so konfiguriert, dass die Module des HIQuad X Basisträgers erreichbar sind. Falls nötig, für die benutzte Schnittstellenkarte ein Routing eintragen.
- Ein geeignetes Projekt mit der Konfiguration der Rack-IDs, IP-Adressen und System-ID ist vorhanden.

#### Steuerung mit Prozessormodulen (F-CPU 01) in Betrieb nehmen

1. Versorgungsspannung zuschalten.
2. System ID und IP-Adresse des linken Prozessormoduls F-CPU 01 einstellen:
  - Direkte physikalische Verbindung zwischen PADT und Prozessormodul herstellen.
  - Im Strukturaum Ressource, **Hardware** anklicken, dann **Online** in der Aktionsleiste klicken.  
Register *Online Hardware* und Fenster *System-Login* öffnen sich.
  - Schaltfläche **Zum Modul-Login** klicken.

- In *Online Hardware* auf dem Prozessormodul einloggen (Doppelklick auf das Prozessormodul, Modul-Login-Fenster öffnet sich). MAC-Adresse (siehe Aufkleber auf dem Modul) benutzen, um die IP-Adresse und die SRS auszulesen (Schaltfläche **Suchen...** im Login-Fenster).
  - Über die Schaltfläche **Ändern** im Fenster *Suchen per MAC* das Fenster *Schreiben per MAC* öffnen. In diesem Fenster können System ID und IP-Adresse auf dem Prozessormodul eingestellt werden.
3. Das Basis-Rack muss mit den Erweiterungs-Racks über Patchkabel verbunden sein, wie in den Kapiteln 3.2 und Kapiteln 3.3 dargestellt.
    - Die LEDs *UP* und *DOWN* und die LEDs *Red* der entsprechenden Prozessormodule und E/A-Verarbeitungsmodule leuchten, siehe F-CPU 01 HI 803 214 D und F-IOP 01 HI 803 218 D.
  4. Linkes Prozessormodul vorbereiten:
    - Auf Prozessormodul einloggen: Doppelklick auf die Darstellung des Prozessormoduls im Online-Abbild.



Wenn eine gültige Konfiguration auf einem Prozessormodul geladen ist und die Bedingungen für den Systembetrieb erfüllt sind, werden alle Einstellungen wie SRS und IP-Adressen aus der gültigen Konfiguration wirksam. Besonders beachten bei Verwendung eines Prozessormoduls mit Vorgeschichte bei einer Erstinbetriebnahme.

HIMA empfiehlt, Prozessormodule mit unbekannter Vorgeschichte auf Werkseinstellungen zurückzusetzen (Urlöschen).

- Prozessormodul auf Werkseinstellungen zurücksetzen (Urlöschen).
  - Bei Mono-System (ein Prozessormodul) Monobetrieb einstellen. Dazu im Menü *Online ->Inbetriebnahme* den Punkt **Mono-/Redundanzbetrieb einstellen** wählen. Die Einstellung ist nur wirksam, wenn ein Mono-Projekt geladen wird. Andernfalls setzt das System den Schalter automatisch zurück.
5. Mode-Schalter des linken Prozessormoduls auf *Stop* einstellen und warten, bis das Prozessormodul anzeigt, Systembetrieb erreicht zu haben.
    - Die LED *Stop* leuchtet oder blinkt, die LED *Init* ist aus.
  6. Ins System einloggen.
  7. Mode-Schalter des rechten Prozessormoduls in Stellung *Stop* bringen.
    - Das rechte Prozessormodul geht in den redundanten Betrieb. Die LED *Stop* leuchtet und die LED *Init* ist aus.
  8. Vorhandene Konfiguration mittels **Download** auf die Prozessormodule laden (Menü **Online -> Ressource Download**).
    - Die Prozessormodule gehen in STOPP / GÜLTIGE KONFIGURATION.
  9. Mode-Schalter aller Prozessormodule auf *Run* einstellen.
  10. Kaltstart der Ressource durchführen.
    - Das System, das heißt, alle Module, sind im Zustand RUN (oder im Zustand RUN / AP STOPP, falls das Anwenderprogramm nicht gestartet wurde).

Eine detaillierte Beschreibung der Inbetriebnahme befindet sich im Erste-Schritte-Handbuch HI 801 102 D.

### 9.2.3

#### Start mit nur einem responsible Prozessormodul

Ein redundant konfiguriertes System läuft nach dem Einschalten der Versorgungsspannung nicht an, wenn nicht beide responsible Prozessormodule (F-CPU 01) erreichbar und funktionsfähig sind.

Vor dem Start muss diese Einschränkung der Verfügbarkeit beseitigt werden, z. B. durch Austausch des defekten Moduls.

*Notfall-Mono-Systembetrieb starten* dient dazu, ein System im Ausnahmefall mit nur einem responsible Modul zu starten. Den Mono-Systembetrieb durch das Setzen des *Mono-Startup-*

Schalters oder durch Notfall-Mono-Systembetrieb starten für ein Prozessormodul zu starten ist nur erlaubt, wenn sich kein Prozessormodul im Systembetrieb befindet und wenn kein anderes als das ausgewählte Prozessormodul bereit ist, Systembetrieb aufzunehmen. Im anderen Fall ist nicht garantiert, dass das ausgewählte Prozessormodul den Systembetrieb zuerst startet.

Weitere Details siehe SILworX Online-Hilfe.

### 9.2.3.1 Fehlerfälle

- Ein Prozessormodul nimmt nicht den redundanten Betrieb auf oder verlässt diesen wieder, wenn es gestört ist.
- Das System geht in den Zustand STOPP / FEHLERHAFTE KONFIGURATION, wenn das Projekt in SILworX nicht zur Hardware passt.

## 9.3 Wartung und Instandhaltung

HIMA empfiehlt, die Lüfter der Steuerung in regelmäßigen Abständen zu wechseln.



Bei einer sicherheitsbezogenen Anwendung muss die Steuerung in regelmäßigen Abständen einer Wiederholungsprüfung unterzogen werden. Näheres siehe Sicherheitshandbuch HI 803 208 D.

### HINWEIS



**Fehlfunktionen durch Elektrostatische Entladung!**

**Schaden an der Steuerung oder an angeschlossenen elektronischen Geräten!**

**Wartungsarbeiten an Versorgungs-, Signal- und Datenleitungen nur durch qualifiziertes Personal. ESD-Schutzmaßnahmen beachten. Vor jedem Kontakt mit den Versorgungs- oder Signalleitungen muss das Personal elektrostatisch entladen sein!**

### 9.3.1 Zuschalten der Spannungsversorgung nach Betriebsunterbrechung

Nach Spannungszuschaltung starten die Module des HIQuad X Systems in zufälliger Reihenfolge. Dies gilt sowohl für die HIQuad X Module als auch für angeschlossenen Remote I/Os.

### 9.3.2 Anschließen einer redundanten Spannungsversorgung

Beim Anschließen einer redundanten Spannungsversorgung während des Betriebs ist wegen der möglichen hohen Stromstärken besondere Vorsicht geboten.

### ⚠ WARNUNG



**Personenschaden durch Überhitzung beim Anschluss einer redundanten Spannungsquelle möglich!**

**Vor dem Anschließen einer redundanten Spannungsquelle während des Betriebs unbedingt die Polarität prüfen!**

### 9.3.3 Laden von Betriebssystemen

Das Laden von Betriebssystemen ist in den Release-Notes zur jeweiligen Betriebssystemversion beschrieben.

Die Module F-CPU 01 und die F-IOP 01 des HIQuad X Systems enthalten Prozessoren und ein Betriebssystem, das das Modul steuert. Das Betriebssystem wird zusammen mit dem Modul geliefert. Im Zuge der Produktpflege entwickelt HIMA Verbesserungen der Betriebssysteme. Diese verbesserten Versionen lassen sich mit Hilfe von SILworX in die Module laden.

## 10 HIQuad X Dokumentation

Folgende Dokumentationen stehen zur Verfügung:

Dokument	Dokumentennummer	Thema HIQuad X	Datei-Format
Systemhandbuch	HI 803 210 D	Beschreibung des Systems	PDF
Sicherheitshandbuch	HI 803 208 D	Sicherer Einsatz des HIQuad X Systems	PDF
F-CPU 01	HI 803 214 D	Prozessormodul, SIL 3	PDF
F-COM 01	HI 803 222 D	Kommunikationsmodul	PDF
F-IOP 01	HI 803 218 D	E/A-Verarbeitungsmodul, SIL 3	PDF
F-PWR 01	HI 803 224 D	Netzgerät 24 VDC / 5 VDC, 50 W	PDF
F-PWR 02	HI 803 226 D	Puffermodul	PDF
F-FAN 01		Beschreibung des Systemlüfters	
SILworX Erste-Schritte-Handbuch	HI 801 102 D	Einführung in die Planung von HIMA Steuerungen mit SILworX.	PDF
SILworX Online-Hilfe	-		CHM
Kommunikationshandbuch	HI 801 100 D	Kommunikationsprotokolle und ihre Anwendung	PDF
HIPRO-S V2 Handbuch	HI 800 722 D	Sicherheitsbezogenes Kommunikationsprotokoll HIPRO-S V2	PDF
Dokument	Dokumentennummer	Thema Sicherungs- und Stromverteiler	Datei-Format
K 7205	HI 800 272 D	63 A, 18 Sicherungsautomaten, für SELV/PELV.	PDF
K 7206	HI 800 274 D	63 A, Einspeisung mit Entkopplung für SELV/PELV.	PDF
K 7207	HI 800 276 D	Diode auf Kühlkörper, 25 A, für SELV/PELV.	PDF
K 7212	HI 800 286 D	35 A, 12 Sicherungsautomaten, mit Entkopplung, für SELV/PELV.	PDF
K 7213	HI 800 288 D	35 A, 12 Sicherungsautomaten, für SELV/PELV.	PDF
K 7214	HI 800 290 D	150 A, 18 Sicherungsautomaten, für SELV/PELV.	PDF

Tabelle 41: Übersicht über die HIQuad X Dokumentation

## Anhang

### Glossar

Begriff	Beschreibung
AI	Analog Input: Analoger Eingang
AO	Analog Output: Analoger Ausgang
ARP	Address Resolution Protocol: Netzwerkprotokoll zur Zuordnung von Netzwerkadressen zu Hardwareadressen
COM	Kommunikationsmodul
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
EUC	Equipment under Control: Überwachte Steuerung
FAT	Factory Acceptance Test: Abnahme eines Produkts beim Hersteller
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
PELV	Protective Extra Low Voltage: Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung
PES	Programmable Electronic System: Programmierbares Elektronisches System
R	Read: Auslesen einer Variablen
Rack-ID	Identifikation eines Racks (Nummer)
rückwirkungsfrei	Rückwirkungsfrei meint in diesem Zusammenhang, dass sichere und nicht sichere Module, sofern als rückwirkungsfrei gekennzeichnet, in einen Rack betrieben werden dürfen. Das nicht sichere Modul hat im Sinne der Funktionalen Sicherheit keine Rückwirkung auf die sicheren Module.
R/W	Read/Write: Spaltenüberschrift für Art von Systemvariable
SAT	Site Acceptance Test: Abnahme einer Steuerung an ihrem Aufstellungsplatz
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 Verschlüsselungsprotokoll
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
Ws	Scheitelwert der Gesamt-Wechselspannungskomponente

## Abbildungsverzeichnis

Bild 1:	Basis-Rack H51X mit voller Bestückung	18
Bild 2:	Beispiel sicherer Mono-Betrieb H51X (1oo2)	19
Bild 3:	Beispiel für Mono-System H51X	20
Bild 4:	Beispiel sicherer Redundanz-Betrieb H51X (1oo2)	21
Bild 5:	Beispiel Redundanz-System H51X	23
Bild 6:	Basis-Rack H41X mit voller Bestückung	24
Bild 7:	Beispiel sicherer Mono-Betrieb H41X (1oo2)	25
Bild 8:	Beispiel für Mono-System H41X	26
Bild 9:	Beispiel sicherer Redundanz-Betrieb H41X (1oo2)	27
Bild 10:	Beispiel Redundanz-System H41X	28
Bild 11:	Erweiterungs-Rack	29
Bild 12:	Lüfterkonzept im Schaltschrank	31
Bild 13:	19-Zoll-Rahmen	33
Bild 14:	Abmessungen 19-Zoll-Rahmen	34
Bild 15:	Rückseite Rückwandbus H51X	35
Bild 16:	Rückseite Rückwandbus H41X	37
Bild 17:	Anschluss 24-V-Spannungsversorgung der Kabelstecker (H41X)	39
Bild 18:	Rückansicht Rückwandbus Erweiterungs-Rack	40
Bild 19:	24-V-Spannungsversorgung Mono	42
Bild 20:	24-V-Spannungsversorgung Redundant	43
Bild 21:	Mono-Anschluss Basis-Rack H51X (24 VDC)	45
Bild 22:	Redundanter Anschluss Basis-Rack H51X (24 VDC)	46
Bild 23:	Redundanter Anschluss Basis-Rack H51X (24 VDC) und redundanter E/A-Ebene	47
Bild 24:	Mono-Anschluss Basis-Rack H51X (24 VDC)	48
Bild 25:	Mono Anschluss Basis-Rack H41X	49
Bild 26:	Redundanter Anschluss Basis-Rack H41X und Erweiterungs-Rack 1	50
Bild 27:	HQuad X Verteilung 24 VDC	51
Bild 28:	Prinzipieller Anschluss von Erweiterungs-Racks an 5 VDC (H51X)	54
Bild 29:	Prinzipieller Anschluss Erweiterungs-Rack an 5 VDC (H41X)	55
Bild 30:	Typenschild exemplarisch	63
Bild 31:	Transiente Störung	65
Bild 32:	Anstehende Störung führt zu einer sicheren Reaktion	66
Bild 33:	Wirkrichtungen bei der Störaustastung und der Ausgangs-Störaustastung	67
Bild 34:	<i>Program_CycleDuration</i> und <i>Program_ExecutionDuration</i>	91
Bild 35:	Erdungsverbindungen für Racks	119
Bild 36:	Erdungsverbindungen im Schaltschrank	120
Bild 37:	Erdung und Schirmungskonzept HIMA Standardschrank	121
Bild 38:	Schaltschränke mit zentraler Erde	122

**Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b> Unterschiede HIQuad H51X zu H41X	17
<b>Tabelle 2:</b> Verlustleistung von Standardschränken	30
<b>Tabelle 3:</b> Lüfterkomponenten in Abhängigkeit der Verlustleistung	31
<b>Tabelle 4:</b> Definitionen zur Berechnung der Verlustleistung	32
<b>Tabelle 5:</b> Aufstellungsarten von Schaltschränken	32
<b>Tabelle 6:</b> Rückwandbusse der Racks	33
<b>Tabelle 7:</b> Anschluss der 24-V-Spannungsversorgung	35
<b>Tabelle 8:</b> Federklemmen gepufferte Spannung	36
<b>Tabelle 9:</b> Federklemmen 5-V-Spannungsversorgung	36
<b>Tabelle 10:</b> Federklemmen 5 Melderelais Puffermodule	36
<b>Tabelle 11:</b> Anschluss der 24-V-Spannungsversorgung	38
<b>Tabelle 12:</b> Federklemmen 5-V-Spannungsversorgung	38
<b>Tabelle 13:</b> Federklemmen 24-V-Hilfsspannungen für E/A-Module	39
<b>Tabelle 14:</b> Temperaturschwellen der Temperaturzustände	41
<b>Tabelle 15:</b> Zuordnung Stromverteiler-Modul F 7133 zu Steckplätzen der E/A-Module	51
<b>Tabelle 16:</b> Zulässige Stromaufnahme im Verhältnis zur Anzahl der Netzgeräte	56
<b>Tabelle 17:</b> Zulässige Stromaufnahme im Verhältnis zur Anzahl der Netzgeräte	56
<b>Tabelle 18:</b> Zustände des Betriebssystems, Erreichen der Zustände	59
<b>Tabelle 19:</b> Zustände des Betriebssystems, Eingriffe durch den Anwender	60
<b>Tabelle 20:</b> Einsetzbare E/A-Module	62
<b>Tabelle 21:</b> Beispiele zur Berechnung von minimaler und maximaler Störaustastzeit	64
<b>Tabelle 22:</b> Unterstützte Variabtentypen	73
<b>Tabelle 23:</b> Systemvariable auf unterschiedlichen Projektebenen	74
<b>Tabelle 24:</b> Die Systemparameter der Ressource	78
<b>Tabelle 25:</b> Einstellungen Sollzykluszeit-Modus	79
<b>Tabelle 26:</b> Systemvariablen des Racks	82
<b>Tabelle 27:</b> Eingangsvariablen	86
<b>Tabelle 28:</b> Systemparameter des Anwenderprogramms	89
<b>Tabelle 29:</b> Die lokalen Systemvariablen des Anwenderprogramms	90
<b>Tabelle 30:</b> Reload nach Änderungen	102
<b>Tabelle 31:</b> Werkseitige Zugriffsrechte für PADT und PES	105
<b>Tabelle 32:</b> Zugriffsarten der PADT-Benutzerverwaltung	106
<b>Tabelle 33:</b> Zugriffsarten der PES-Benutzerverwaltung	107
<b>Tabelle 34:</b> Blinkfrequenzen der LEDs	110
<b>Tabelle 35:</b> In der Diagnosehistorie maximal gespeicherte Einträge pro Modultyp	110
<b>Tabelle 36:</b> Datenfelder einer Diagnosemeldung	111
<b>Tabelle 37:</b> Modulkennung E/A-Module	112
<b>Tabelle 38:</b> Diagnoseinformationen in der Online-Ansicht des Hardware-Editors	114
<b>Tabelle 39:</b> Umgebungsbedingungen	115

<b>Tabelle 40: Dimensionierung einer HIQuad X Steuerung</b>	<b>116</b>
<b>Tabelle 41: Übersicht über die HIQuad X Dokumentation</b>	<b>128</b>

**Index**

analoge Ausgänge	
Verwendung .....	93
analoge Eingänge	
Verwendung .....	92
Arbeitsstromprinzip .....	13
Automation Security .....	15
Betriebssystem laden .....	127
Diagnose .....	110
Historie .....	110
Diagnosemeldung	
E/A-Modul .....	111
digitale Ausgänge	
Verwendung .....	93
digitale Eingänge	
Verwendung .....	91
ESD-Schutz .....	14
Hardware-Editor .....	82
Kommunikationszeitscheibe .....	80
Konfiguration laden	
Download .....	99
Reload .....	99
Programmierung .....	72
Ruhestromprinzip .....	13
sicherheitsbezogene Protokolle .....	61
SILworX .....	72
Steuerung abschließbar machen .....	87
Systembus .....	56
Technische Daten .....	115
Zählereingänge	
Verwendung .....	92

HANDBUCH  
**HIQuad X Systemhandbuch**

---

**HI 803 210 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 HIQuad X:

 [www.hima.com/de//](http://www.hima.com/de//)



[www.hima.com](http://www.hima.com)