

Installationshandbuch für Baureihe SMX100



Installationsanleitung für Basisgeräte

- SMX100-1 (/4x, /5x)
- SMX100-2 (/4x, /5x)
- SMX100-4 (/4x, /5x)

der Baureihe SMX100 und deren Erweiterungsbaugruppen

- SMX121
- SMX121-2
- SMX122
- SMX122A
- SMX122-2
- SMX122-2A
- SMX131
- SMX131R

Optionen:

- /5x - Standard-Feldbus
- /4x - Standard-Feldbus und Safety-Protokoll
- A - Sichere, analoge Eingänge
- R - Relais

Hinweis:

Die deutsche Version ist die Originalausführung der Installationsanleitung

Stand: 07/2022

Gültig ab FW-Release 2.0.2.46

Technische Änderungen vorbehalten.

Der Inhalt unserer Dokumentation wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt und entspricht unserem derzeitigen Informationsstand.

Dennoch weisen wir darauf hin, dass die Aktualisierung dieses Dokuments nicht immer zeitgleich mit der technischen Weiterentwicklung unserer Produkte durchgeführt werden kann.

Informationen und Spezifikationen können jederzeit geändert werden. Bitte informieren Sie sich unter www.bbh-products.de über die aktuelle Version.

Geräte der Firma

BBH Products GmbH
Böttgerstraße 40
92637 Weiden

Inhalt

1	WICHTIGE HINWEISE	7
1.1	Begriffsbestimmungen	7
1.2	Mit geltende Dokumente.....	8
1.3	Verwendete Abkürzungen	9
2	SICHERHEITSHINWEISE	10
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	10
2.2	Verwendung in Regionen mit UL/CSA-Anforderung.....	10
2.3	Allgemeine Sicherheitshinweise	11
2.4	Betrieb und Service.....	12
2.5	Transport/Einlagerung.....	12
3	GERÄTETYPEN	13
3.1	Baugruppenübersicht	15
3.2	Gerätekenndaten	16
3.2.1	Basisbaugruppen	16
3.2.2	Zentrale Erweiterungsbaugruppen.....	25
3.2.3	Optional Integriertes Kommunikationsinterface.....	37
3.3	Kennzeichnung	42
3.3.1	Typenschild.....	42
3.3.2	Lieferumfang	43
4	SICHERHEITSTECHNISCHE MERKMALE	44
4.1	Allgemeiner Aufbau, sicherheitstechnische Architektur und Kenndaten	44
4.2	Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung für angeschlossene Sensorik	48
4.2.1	Digitale Sensoren	48
4.2.2	Sensoren für Geschwindigkeits- und/oder Positionserfassung	61
4.2.3	Analogsensoren	72
4.3	Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung der Ausgänge	75
4.3.1	Charakteristik der Ausgangselemente.....	75
4.3.2	Diagnosen im Abschaltkreis.....	76
4.3.3	Zulässige kapazitive und induktive Last an sicheren Ausgängen	77
4.3.4	Digitale Ausgänge	78
4.3.5	Konfigurierbare I/Os als Ausgänge (EAAx).....	88
5	ANSCHLUSS UND INSTALLATION	96
5.1	Allgemeine Installationshinweise	96
5.2	Einbau und Montage SMX100-Baugruppe	97
5.3	Montage Rückwandbus	97
5.3.1	Anordnungsbeispiele	98
5.4	Montage der Baugruppen.....	99
5.4.1	Montage auf C-Schiene	99
5.4.2	Montage auf Rückwandbus	100
5.5	Installation und Konfiguration I/O-Erweiterung SMX131.....	102
5.5.1	Anmeldung SMX131 an Basisbaugruppe.....	102
5.5.2	Konfiguration der I/O-Belegung SMX131	103
5.5.3	Logische Adresskonfiguration SMX131	103
5.5.4	Physikalische Adresskonfiguration Slave-Baugruppen SMX12x und 13x	104
5.6	Klemmenbelegung.....	105
5.6.1	Klemmenbelegung SMX 100-1	105
5.6.2	Klemmenbelegung SMX 100-2	107
5.6.3	Klemmenbelegung SMX 100-4	110
5.6.4	Klemmenbelegung SMX 121.....	114
5.6.5	Klemmenbelegung SMX 121-2	115
5.6.6	Klemmenbelegung SMX 122.....	117
5.6.7	Klemmenbelegung SMX 122A	119
5.6.8	Klemmenbelegung SMX 122-2	121
5.6.9	Klemmenbelegung SMX 122-2A	124
5.6.10	Klemmenbelegung SMX 131	127

5.6.11	Klemmenbelegung SMX 131R	129
5.6.12	Klemmenbelegung SMX1xx/5x	132
5.6.13	Klemmenbelegung SMX1xx/4x	132
5.7	Externe 24 VDC – Spannungsversorgung.....	133
5.8	Anschluss der externen Geberversorgung	135
5.8.1	Inkremental, HTL, SIN/COS, SSI	135
5.8.2	Resolver	135
5.9	Anschluss der Digitaleingänge	137
5.10	Anschluss Analogeingänge.....	138
5.11	Anschluss der Positions- und Geschwindigkeitssensoren.....	139
5.11.1	Allgemeine Hinweise	139
5.11.2	Belegung der Encoderschnittstellen	141
5.11.3	Anschlussvarianten	142
5.12	Konfiguration der Messstrecken	151
5.12.1	Allgemeine Beschreibung der Geberkonfiguration	151
6	SENSORTYP	152
6.1	Absolutencoder:	152
6.2	Inkrementalgeber:.....	154
6.3	SinusCosinus Geber – Standard Mode	154
6.3.1	SinusCosinus Geber – High Resolution Mode:.....	154
6.4	Proxi – Switch	155
6.5	Erweiterte Überwachung Proxi – Switch / Proxi - Switch	156
6.6	HTL - Sensor.....	157
6.7	Resolver.....	157
7	REAKTIONSZEITEN DER SMX.....	158
7.1	Reaktionszeiten im Standardbetrieb.....	158
7.2	Reaktionszeiten für FAST_CHANNEL	159
7.3	Reaktionszeiten für Fehlerdistanzüberwachung	160
7.4	Reaktionszeiten bei Verwendung der Ein- und Ausgänge an den Erweiterungsbaugruppen	162
8	INBETRIEBNAHME.....	164
8.1	Vorgehensweise	164
8.2	Einschaltsequenzen	164
8.3	Reset-Verhalten.....	166
8.3.1	Resettypen und auslösendes Element.....	166
8.3.2	Reset-Timing.....	167
8.3.3	Reset-Funktion	167
8.4	LED Anzeige	172
8.5	Parametrierung	173
8.6	Funktionsprüfung	173
8.7	Validierung	173
9	SICHERHEITSTECHNISCHE PRÜFUNG	174
10	WARTUNG	175
10.1	Modifikation / Umgang mit Änderungen am Gerät	175
10.2	Tausch einer Baugruppe	175
10.3	Wartungsintervalle.....	175
11	TECHNISCHE DATEN	176
11.1	Umweltbedingungen	176
11.2	Sicherheitstechnische Kenndaten	176
12	FEHLERBEHEBUNG	177
12.1	Fehlerarten SMX.....	177
12.2	Fehleranzeige	178
12.2.1	SMX100-x ohne Erweiterungsbaugruppen	178
12.2.2	SMX100 mit Erweiterungsbaugruppen	178
13	SCHALTERTYPEN	179
14	HINWEISE FÜR ENTWURF, PROGRAMMIEREN, VALIDIEREN UND TESTEN VON SICHERHEITSTECHNISCHEN APPLIKATIONEN.....	184

14.1	Risikobetrachtung.....	184
14.2	Erforderliche technische Unterlagen.....	186
14.3	Erforderliche Schritte zu Entwurf, Realisierung und Prüfung	187
14.3.1	Phasen des V-Modells:	188
14.3.2	Spezifikation der Sicherheitsanforderungen (Gliederungsschema)	189
14.3.3	Spezifikation des funktionalen Sicherheitssystems	193
14.3.4	Softwarespezifikation	196
14.3.5	Hardwarespezifikation	198
14.3.6	Hard- und Softwaredesign	201
14.3.7	Prüfung des HW-Designs.....	201
14.3.8	Verifikation Software (Programm) und Parameter	205
14.3.9	Durchführung der Systemtests / FIT (fault injection test).....	210
ANHANG	211
Anhang A	– Einstufung der Schaltertypen	211
Anhang B	– CE-Erklärungen	214
Anhang C	– Produktliste.....	218

1 Wichtige Hinweise

Definition der einzelnen Zielgruppen

Projektanten sicherer Antriebssysteme:
Ingenieure und Techniker

Montage, Elektroinstallation, Wartung und Gerätetausch:
Betriebselektriker und Servicetechniker

Inbetriebnahme, Bedienung und Konfiguration:
Techniker und Ingenieure

1.1 Begriffsbestimmungen

Die Bezeichnung SMX100 wird als Oberbegriff für alle Derivate der SMX100-Produktlinie gebraucht. Wird in der Beschreibung auf ein bestimmtes Derivat Bezug genommen, so wird jeweils die vollständige Bezeichnung verwendet.

Der nachfolgend verwendete Begriff „sicher“ bezieht sich jeweils auf die Einordnung als sichere Funktion zur Anwendung bis PL e nach EN ISO 13849-1 bzw. SIL3 nach IEC 61508:2010.

Die Systemsoftware „SafePLC“, dient zur Konfiguration und Programmierung der SMX100 Baugruppen.

Intern sind die Baugruppen der Serie SMX100 aus zwei unabhängigen Verarbeitungseinheiten aufgebaut. Diese werden nachfolgend auch als System A und System B bezeichnet.

1.2 Mit geltende Dokumente

Beschreibung	Referenz
Konfiguration der SMX100 Baugruppe für Standalone-Anwendungen ohne Feldbusanschaltung mit dem Programm „SafePLC“	SafePLC Programmierhandbuch (System CD)
Validierungsreport der implementierten Parametrierung und des PLC-Programms	Sicherheitstechnische Prüfung mit Abnahmeprotokoll
Abnahme für allgemeine sicherheitstechnische Applikationen	Zertifikat zur Typprüfung für Sicherheitssteuerung nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG für die Produktbaugruppen SMX100-1(/4x, /5x) SMX100-2(/4x, /5x) SMX100-4(/4x, /5x) SMX131 SMX131R SMX121 SMX121-2 SMX122 SMX122A SMX122-2 SMX122-2A

Optionen:

- /5x - Standard-Feldbus
- /4x - Standard-Feldbus und Safety-Protokoll
- A - Sichere, analoge Eingänge
- R - Relais

Hinweis:

- Lesen Sie Handbücher sorgfältig durch, bevor Sie mit der Installation und der Inbetriebnahme der SMX100 Baugruppe beginnen.
- Die Beachtung der Dokumentation ist die Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb und die Erfüllung eventueller Garantieansprüche.

1.3 Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AC	Wechselspannung
AWL	Anweisungsliste
BG	Berufsgenossenschaft
CLK	Clock (Takt)
CPU	Central Processing Unit
DC	Gleichspannung
DI1..DI14	Digital Input (Digitaler Eingang)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DO	Digital Output (Digitaler Ausgang)
EMU	Emergency Monitoring Unit
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ELC	Emergency Limit Control
EN	Europäische Norm
HISIDE	Nach Plus schaltender Ausgang mit 24VDC Nominalpegel
IP20	Schutzart für Gehäuse
ISO	International Organisation for Standardisation
LED	Light Emitting Diode
LOSIDE	Nach Bezugspotential schaltender Ausgang
OLC	Operational Limit Control
PAA	Prozessabbild der Ausgänge
PAE	Prozessabbild der Eingänge
P1,P2	Pulsausgänge
PLC	Programmable Logic Controller
POR	Power on Reset
PSC	Position Supervision Control
SDDC	Safe Device To Device Communication
SELV	Safety Extra Low Voltage
SSI	Synchron Serielles Interface
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e. V.

2 Sicherheitshinweise

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Geräte der Baureihe SMX100 sind programmierbare Sicherheitssteuerungen zur Herstellung von Sicherheitsabschaltungen und –funktionen. Die Geräte sind bestimmt zum Einsatz

- in NOT-AUS-Einrichtungen,
- als Sicherheitsbauteil im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG,
- als PES für zur Risikoreduzierung im Sinne der IEC 61508,
- in Sicherheitsstromkreisen nach EN 60204-1 u. EN 60204-32,
- als PES für funktionale Sicherheit im Sinne der EN 62061,
- als SRP/CS im Sinne der EN ISO 13849-1,
- als Gerät zur Herstellung der Sicherheitsfunktionen nach EN 61800-5-2,
- als Logikeinheit zur Signalwandlung und –verarbeitung in Zweihandschaltung nach EN 574.



Die Geräte der Baureihe SMX100 incl. der zugehörigen Erweiterungsbaugruppen sind Sicherheitsbauteile gemäß Anhang IV EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG . Sie wurden entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung mit der o.g. Richtlinie sowie der EG-Richtlinie EG-EMV-Richtlinie 2014/30/EU

Anhang B – CE-Erklärungen

2.2 Verwendung in Regionen mit UL/CSA-Anforderung

Bei Baugruppen der SMX-Serie die keine UL/CSA-Zulassung haben, kann unter Beachtung folgender Randbedingungen in den USA und Kanada eingesetzt werden:

- die Schaltspannung der Ausgangsrelais ist auf max. 24 V zu begrenzen.
- die Spannungsversorgung der SMX Baugruppen und deren Ein- und Ausgänge muss mit einem Netzteil erfolgen, welches der Anforderung SELV/PELV entspricht.

Unter diesen Voraussetzungen ist eine UL/CSA-Zulassung nicht notwendig und die SMX-Serie kann in Schaltanlagen gemäß der UL 61010 eingesetzt werden.

2.3 Allgemeine Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweis:

- Zur Vermeidung von Personen- und Sachschäden darf nur qualifiziertes Personal an dem Gerät arbeiten. Qualifiziertes Personal ist Personal, das eine elektrotechnische Ausbildung besitzt und mit den gültigen Regeln und Normen der Elektrotechnik vertraut ist.

Die qualifizierte Person muss sich mit der Betriebsanleitung vertraut machen (vgl. IEC364, DIN VDE 0100).

- Die qualifizierte Person muss mindestens vertiefte Kenntnis der nationalen Unfallverhütungsvorschriften besitzen
- Die Verwendung der Geräte ist auf deren bestimmungsgemäßen Gebrauch gemäß vorstehender Auflistung einzuschränken. Die Werte der im Abschnitt „3.2 Gerätekenndaten“ gelisteten Daten sind weiter zu beachten.
- Der Inhalt dieser Installationsanleitung ist auf die Grundfunktion der Geräte bzw. deren Installation beschränkt. Die Programmierung und Neuparametrierung der Geräte wird im „Programmierhandbuch SMX100“ weitergehend beschrieben. Deren genaue Kenntnis und Verständnis ist zwingende Voraussetzung für eine Neuinstallation bzw. Modifikation der Gerätefunktion oder Geräteparameter.
- Die Inbetriebnahme (d. h. die Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebes) ist nur bei Einhaltung der EMV-Richtlinie erlaubt. Es werden die EMV-Prüfvorschriften EN55011:2009 + A2:2010 und EN 61000-6-2:2005 zugrunde gelegt.
- Für Lagerung und Transport sind die Bedingungen nach EN 60068-2-6 in Bezug auf die unter „Techn. Kenndaten“ genannten Werte einzuhalten
- Die Verdrahtungs- und Anschlusshinweise aus Kapitel „Anschluss und Installation“ sind zwingend zu beachten.
- Es sind die geltenden VDE – Vorschriften, sowie weitere besondere Sicherheitsvorschriften für die gegenständliche Applikation zu beachten.
- Die konfigurierten Überwachungsfunktionen sowie deren Parameter und Verknüpfungen sind über einen Validierungsreport nachzuweisen.
- Die Implementierung der Baugruppe ist mit den Forderungen der zuständigen Abnahmestelle (z.B. TÜV oder BG) abzustimmen.
- Niemals beschädigte Produkte installieren oder in Betrieb nehmen. Beschädigungen bitte umgehend beim Transportunternehmen reklamieren.
- Niemals das Gehäuse öffnen und/oder eigenmächtige Umbauten vornehmen
- Ein- und Ausgänge für Standardfunktionen, bzw. die per Kommunikationsbaugruppen übertragenen Digital- und Analogdaten dürfen nicht für sicherheitsgerichtete Anwendungen verwendet werden.

WARNUNG:

**Eine Verwendung unserer Geräte entgegen den hier aufgeführter Regeln und Bedingungen kann Verletzungen oder Tod von Personen, sowie Schäden an angeschlossenen Geräten und Maschinen zur Folge haben!
Ebenso führt dies zum Verlust jeglicher Garantie- oder Schadensersatzansprüche gegen die Fa. BBH.**

2.4 Betrieb und Service

Vor dem Ein- und Ausbau der Baugruppe, oder dem Trennen von Signalleitungen, ist die Baugruppe spannungsfrei zu schalten. Dazu sind sämtliche spannungsführenden Zuleitungen zum Gerät abzuschalten und auf Spannungsfreiheit zu prüfen.

Während des Ein- und Ausbaus der Baugruppe sind durch entsprechende Maßnahmen elektrostatische Entladungen auf die nach außen geführten Klemmen- und Steckverbindungen zu vermeiden. Ein Kontakt mit diesen Klemmen sollte dazu auf ein Minimum beschränkt bleiben und vorher und während dessen sollte eine Erdung durch z.B. Erdungsarmband erfolgen.

2.5 Transport/Einlagerung

Die Hinweise für Transport, Lagerung und sachgemäße Handhabung sind zu beachten. Die Klimatischen Vorgaben sind gemäß Kap. "Technische Daten" einzuhalten.

3 Gerätetypen

Die Baureihe SMX100 besteht aus

- den Basisgeräten SMX100-1, SMX100-2, SMX100-4
 - o optional mit integrierten Kommunikationsmodulen
 - Standard-Feldbus SMX100-x(/5) oder
 - Sicherem Feldbus SMX100-x(/4)
- den zentralen I/O-Erweiterungsbaugruppen SMX131, SMX131R
- den zentralen Achs-Erweiterungsbaugruppen SMX121, SMX121-2, SMX122 oder SMX122A, und SMX122-2 oder SMX122-2A

Basisgeräte

Bei der Baureihe SMX100 handelt es sich um eine modulare Sicherheitssteuerung. Das Gerät ist frei programmierbar zur sicheren Verarbeitung sowohl von NOT -AUS Taster, Zweihandbedienung, Lichtgitter, Betriebsartenwahlschalter, etc. als auch von antriebsbezogenen Sicherheitsfunktionen. Für eine Vielzahl von Eingabegeräten stehen für die sicherheitsrelevante Signalvorverarbeitung vorkonfigurierte Bausteine zu Verfügung. Gleiches gilt auch für Sicherheitsfunktionen zur Antriebsüberwachung. Details sind dem Programmierhandbuch zu entnehmen.

Das Gerät verfügt in der Basisausführung über 14 sichere Eingänge und 3 Abschaltkanäle welche auf max. 130 Eingänge, davon 65 sichere I/O erweitert werden können.

Zur sicheren Geschwindigkeits- und/oder Positionserfassung werden 1-Geberlösungen (Inc.-TTL/HTL, SIN/COS, Proxi-Sw.) und auch 2-Geberlösungen (z.B. 2 x Inc.-TTL oder SSI und Inc.-HTL) unterstützt.

Erweiterungsbaugruppen:

Es können maximal 8 Erweiterungsbaugruppen an ein System angeschlossen werden, wovon 6 Achsen-Erweiterungsbaugruppen verwendet werden können.

Die Erweiterungsbaugruppe verfügt über 12 sichere Eingänge, 10 sichere, wahlweise als Eingang oder Ausgang konfigurierbare I/O und 2 Meldeausgänge.

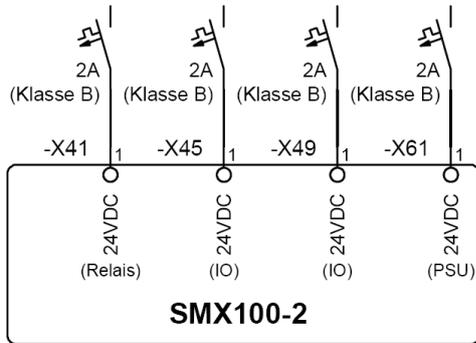
Erweiterungsbaugruppe zur Übertragung von Diagnose- und Statusdaten an eine übergeordnete Steuerung mittels Standard-Feldbus.

Integrierte Kommunikationsschnittstelle (/4x, /5x)

Das Kommunikationsinterface verfügt über eine bidirektionale Datenübertragung von und zu einer übergeordneten Steuerung mittels Standard-Feldbus oder sicherem Standard-Feldbus.

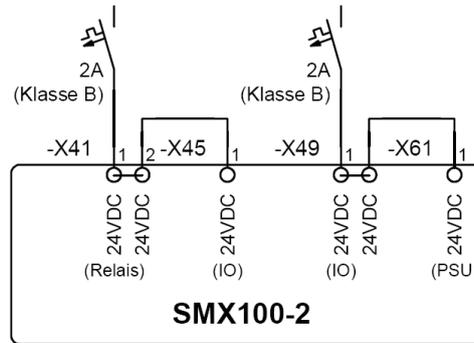
⚠️ Sicherheitshinweis:

- Die 24V-DC-Versorgungs-Anschlüsse der SMX-Baugruppe sind mit einer externen Vorsicherung von 2A (24VDC) abzusichern.
Empfohlener Sicherungstyp:
2A-Leistungsschutzschalter (Klasse B) oder Schmelzsicherung (flick).
- Je nach Strombedarf kann die Absicherung in Summe oder je I/O-Gruppe erfolgen.



Anschlussbeispiel mit getrennter IO-Versorgung !
(bei Anschluß von IO's mit hohem Stromverbrauch)

oder



Anschlussbeispiel mit gemeinsamer IO-Versorgung !
(bei Anschluß von IO's mit niedrigem Stromverbrauch)

3.1 Baugruppenübersicht

Basisbaugruppen				Erweiterungsbaugruppen				
Bezeichnung	SMX 100-1 (/4x)	SMX 100-2 (/4x)	SMX 100-4 (/4x)	SMX 121	SMX 121-2	SMX 122/122A	SMX 122-2/122-2A	SMX 131/131R
Allgemeine Daten								
Max. Anzahl Erweiterungsbaugruppen	8*	8*	8*	-	-	-	-	-
Sichere digitale I	14	14	14	12	12	12	12	12
Sichere digitale I/O	-	20	40	-	-	-	-	10/2
Sichere digitale Out (DOx H/L)	2	2	2	-	-	-	-	-/2
Sichere Analog In	-	-	-	-	-	2*	2*	-
Sichere Relaisausgänge	1	1	1	-	-	-	-	-/4
Meldeaengänge	2	6	10	-	-	-	-	-/2
Pulsausgänge	2	2	2	-	-	-	-	-/2
Integriertes Kommunikationsinterface	Optional (/4x): PROFIBUS / PROFINET / DeviceNet / CAN 2.0 / CANopen / EtherCAT			-	-	-	-	-
	Optional (/5x): CAN 2.0, PROFIBUS, PROFINET, CANopen, EtherCAT, DeviceNet							
Achsüberwachung	-			1**	1**	max. 2***	max. 2**	-
Geberschnittstellen	-			1 SSI SIN/COS Inkr. TTL Proxi-SW.	2 SSI SIN/COS Inkr. TTL Inkr. HTL Resolver Proxi-Sw.	2 SSI SIN/COS Inkr. TTL Proxi-SW.	4 SSI SIN/COS Inkr. TTL Inkr. HTL Resolver Proxi-Sw.	-
Versorgungsspannung	24 VDC/2A			Versorgung über Basisbaugruppe				
Nennspannung digitale I/O	24VDC			-				
Max. Eingangsspannung/Strom analog (optional)	-			-	-	-10 - +10V / 4-20mA	-10 - +10V / 4-20mA	-
Max. Belastung digitale O	0,25 A							
Max. Belastung Relais	24 VDC/2A 230 VAC/2A			-				24 VDC/2A 230 VAC/2A
Größe(HxTxB [mm])	100x115x90	100x115x135	100x115x180	100x115x22,5	100x115x45	100x115x45	100x115x90	100x115x45
Technische Daten								
Siehe Technische Kenndaten der jeweiligen Baugruppe								

*) Davon maximal 6 Achsbaugruppen

**) Ein SSI in Kombination mit anderer Gebertechnologie

***) Baugruppe kann für 1-Achsantrieb (beliebige Gebertechnologie) oder 2-Achsantrieb (nur 1 SSI pro Achse) parametrisiert werden

3.2 Gerätekenndaten

3.2.1 Basisbaugruppen

3.2.1.1 Systembaugruppe SMX100-1 (/4x, /5x)

Typenbezeichnung	Geräteausführung
 <p>The image shows the front panel of the SMX 100 control unit. It features a black plastic housing with yellow terminal blocks at the top and bottom. The top terminals are labeled X41, X42, X61, X62, X65, and X66. The bottom terminals are labeled X43, X44, X63, X64, X67, and X68. The front panel includes a 'Function' button, a 'Start' button, a 'STOP' button, a 'COM1' port, a 'PROFIBUS' port, and a '7-Segment-Anzeige' (7-segment display). The unit is labeled 'SMX 100' and 'PROFIBUS'.</p>	<p>Ausführung der Baugruppe mit folgender Peripherie:</p> <ul style="list-style-type: none"> 14 digitale Eingänge 2 Pulsausgänge 2 Relaisausgänge 2 LOSIDE 2 HISIDE 2 Meldeausgänge 1 Diagnose- und Konfigurationsschnittstelle 1 Funktionstaster 1 7-Segmentanzeige 1 Status-LED 14 Status-LEDs für Eingänge 2 Status-LEDs für Pulsausgänge 2 Status-LEDs für Relaisausgänge 2 Status-LEDs für HISIDE 1 Rückwandbusschnittstelle 1 Optional: Kommunikationsinterface (/4x, 5x)

Eigenschaften der Baugruppe:

- Logikverarbeitung bis zu PL e nach EN ISO 13849-1 oder SIL 3 nach IEC 61508
- 14 sichere Eingänge, 3 Abschaltkanäle, hiervon 1 sicherer Relaisausgang und 2 Meldeausgänge im Grundgerät enthalten
- Erweiterbar auf max. 130 sichere I/O und/oder 12 sichere Achsen mittels integriertem Backplane-Bus (Verbinder in Hutschiene einschnappbar)
- Funktionsplanorientierte Programmierung
- Umfangreiche Bibliothek für vorkonfigurierte Sicherheitssensoren und –Befehlsgeräte
- Vollständige geschwindigkeits- und positionsbezogene Sicherheitsfunktionen zur Antriebsüberwachung gemäß DIN EN 61800 in Firmware integriert
 - Räumliche Funktionen für sichere Geschwindigkeits- und Bereichsüberwachungen möglich
- Parameterverwaltung für Erweiterungsbaugruppen im Grundgerät
- Querschlussüberwachung
- Kontaktvervielfachung oder Kontaktverstärkung durch externe Schütze in Verbindung mit integrierter Überwachung möglich
- Umfangreiche Diagnosefunktionen in FW integriert
- Codierte Statusanzeige über frontseitige 7-Segment-Anzeige und Status-LED's
- Multifunktions-taster (Quit-/Start-/Reset) frontseitig bedienbar
- Optional: Kommunikationsschnittstelle (/4x, /5x), mit Anbindung an übergeordneten Master mittels

- Standard-Feldbuskommunikation (/4x) über CAN-Bus 2.0 Schnittstelle, CANopen, PROFIBUS, PROFINET, EtherCAT, DeviceNet oder
- sichere Feldbuskommunikation (/5x) mittels PROFIsafe V 2.0 oder FSoE mit einer übergeordneten Steuerung.

siehe Kapitel 3.2.3 Optional Integriertes Kommunikationsinterface

- Montage auf Hutschiene

Techn. Kenndaten SMX100-1 (/4x, /5x)

Sicherheitstechnische Kenndaten		
	PL nach EN ISO 13849-1	PL e
	PFH/Architektur	$1,4 \cdot 10^{-9}$ / Kat 4 **
	MTTF _d	147 Jahre **
	SIL nach IEC 61508	SIL 3
	Proof-Test-Intervall	20 Jahre = max. Einsatzdauer
Allgemeine Daten		
	Max. Anzahl Erweiterungsbaugruppen	8*
	Schnittstelle f. Erweiterungsbaugruppen	T-Busverbinder, in Hutschiene steckbar
	Anzahl sichere digitale Eingänge	14 inkl. 8 OSSD
	Anzahl sichere digitale I/O	-
	Anzahl sichere digitale Ausgänge (DO0.x H/L)	2
	Anzahl sichere analoge Eingänge	-
	Anzahl sichere Relaisausgänge	1
	Anzahl nicht-sichere Ausgänge (DO0.x)	2
	Anzahl Pulsausgänge	2
	Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
Elektrische Daten		
	Versorgungsspannung (Toleranz)	24 VDC; 2A (-15%, +20%)
	Absicherung der Versorgungsspannung	Min. 30 VDC, max. 3,15A
	Leistungsaufnahme (Logik)	
	SMX100-1	2,4 W
	SMX100-1 (/4x, /5x)	3 W
	Nennspannung digitale Eingänge	24 VDC; 20 mA, Typ1 nach EN 61131-2
	Nennspannung digitale Ausgänge	
	pn-schaltend	24 VDC; 250 mA
	Hilfsausgänge	24 VDC; 250 mA
	Pulsausgänge	24 VDC; max. 250 mA
	Nennspannung Relais	Schließer DC13 24 VDC/2A AC15 230 VAC/2A
	Nennspannung analoge Eingänge	-
Umweltdaten		
	Temperatur	0°C ... +50°C Betrieb -20°C ... +70°C Lagerung, Transport
	Schutzklasse	IP 20
	Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721
	Min-, Maximal relative Luftfeuchtigkeit (keine Kondensation)	5% - 85%
	EMV	Entsprechend EN 55011 und EN 61000-6-2
Mechanische Daten		
	Größe (HxTxB [mm])	SMX100-1 = 100x115x67,5 SMX100-1 (/4x, /5x) = 100x115x90
	Gewicht (g)	SMX100-1 = 460 g SMX100-1/4x = 560 g SMX100-1/5x = 560 g
	Befestigung	Auf Normschiene aufschraubbar
	Anzahl T-Bus	
	SMX100-1	3
	SMX100-1/4x	4
	SMX100-1/5x	4
	Max. Anschlussquerschnitt	1,5 mm ²

(*) Maximal 6 Achs-Erweiterungsmodule

(**) siehe Kapitel 4 „Sicherheitstechnische Merkmale“

3.2.1.2 Systembaugruppe SMX100–2 (/4x, /5x)

Typenbezeichnung	Geräteausführung
	<p>Ausführung der Baugruppe mit folgender Peripherie:</p> <ul style="list-style-type: none"> 14 digitale Eingänge 2 Pulsausgänge 20 Digitale I/O's 2 Relaisausgänge 2 LOSIDE 2 HISIDE 2 Meldeausgänge 1 Diagnose- und Konfigurationsschnittstelle 1 Funktionstaster 1 7-Segmentanzeige 1 Status-LED 14 Status-LEDs für Eingänge 2 Status-LEDs für Pulsausgänge 2 Status-LEDs für Relaisausgänge 2 Status-LEDs für HISIDE 20 Status-LEDs für I/O's 1 Rückwandbusschnittstelle 1 Optional: Kommunikationsinterface (/4x, 5x)

Eigenschaften der Baugruppe:

- Logikverarbeitung bis zu PL e nach EN ISO 13849-1 oder SIL 3 nach IEC 61508
- 20 sichere I/O – als Ein- oder Ausgang konfigurierbar, 14 sichere Eingänge, 3 Abschaltkanäle, hiervon 1 sicherer Relaisausgang und 6 Meldeausgänge im Grundgerät enthalten
- Erweiterbar auf max. 130 sichere I/O und/oder 12 sichere Achsen mittels integriertem Backplane-Bus (Verbinder in Hutschiene einschnappbar)
- Funktionsplanorientierte Programmierung
- Umfangreiche Bibliothek für vorkonfigurierte Sicherheitssensoren und -Befehlsgeräte
- Vollständige geschwindigkeits- und positionsbezogene Sicherheitsfunktionen zur Antriebsüberwachung gemäß DIN EN 61800 in Firmware integriert
 - Räumliche Funktionen für sichere Geschwindigkeits- und Bereichsüberwachungen möglich
- Parameterverwaltung für Erweiterungsbaugruppen im Grundgerät
- Querschlussüberwachung
- Kontaktvervielfachung oder Kontaktverstärkung durch externe Schütze in Verbindung mit integrierter Überwachung möglich
- Umfangreiche Diagnosefunktionen in FW integriert
- Codierte Statusanzeige über frontseitige 7-Segment-Anzeige und Status-LED's
- Multifunktions-taster (Quit-/Start-/Reset) frontseitig bedienbar
- Optional: Kommunikationsschnittstelle (/4x, /5x), mit Anbindung an übergeordneten Master mittels

- Standard-Feldbuskommunikation (/4x) über CAN-Bus 2.0 Schnittstelle, CANopen, PROFIBUS, PROFINET, EtherCAT, DeviceNet, oder
- sichere Feldbuskommunikation (/5x) mittels PROFIsafe V 2.0 oder FSoE mit einer übergeordneten Steuerung.

siehe Kapitel 3.2.3 Optional Integriertes Kommunikationsinterface

- Montage auf Hutschiene

Techn. Kenndaten SMX100-2 (/4x, /5x)

Sicherheitstechnische Kenndaten		
	PL nach EN ISO 13849-1	PL e
	PFH/Architektur	1,6 * 10 ⁻⁹ / Kat 4 **
	MTTF _d	96 Jahre **
	SIL nach EN 61508	SIL 3
	Proof-Test-Intervall	20 Jahre = max. Einsatzdauer
Allgemeine Daten		
	Max. Anzahl Erweiterungsbaugruppen	8 *
	Schnittstelle f. Erweiterungsbaugruppen	T-Busverbinder, in Hutschiene steckbar
	Anzahl sichere digitale Eingänge	14 incl. 8 OSSD
	Anzahl sichere digitale I/O	20
	Anzahl sichere digitale Ausgänge (DO0.x H/L)	2
	Anzahl sichere analoge Eingänge	-
	Anzahl sichere Relaisausgänge	1
	Anzahl nicht-sichere Ausgänge (DO0.x)	6
	Anzahl Pulsausgänge	2
	Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
Elektrische Daten		
	Versorgungsspannung (Toleranz)	24 VDC/2A (-15%, +20%)
	Absicherung der Versorgungsspannung	X41.1, X45.1, X49.1, X61.1
	Leistungsaufnahme (Logik)	Max. 3,2 W
		SMX100-2
		SMX100-2(/4x, 5x)
	SMX100-2	2,9 W
	SMX100-2(/4x, 5x)	3,5 W
	Nenndaten digitale Eingänge	24 VDC; 20 mA, Typ1 nach EN61131-2
	Nenndaten digitale Ausgänge	24 VDC; 250 mA
		Pn-schaltend
		Hilfsausgänge
		Pulsausgänge (Taktausgänge)
		24 VDC; 250 mA
	Nenndaten Relaisausgänge	Schließer DC13
		AC15
		24 VDC; 2A
		230 VAC; 2A
	Nenndaten sichere digitale I/O	24 VDC; 250 mA
	Nenndaten analoge Eingänge	-
Umweltdaten		
	Temperatur	0°C ... +50°C Betrieb -20°C ... +70°C Lagerung, Transport
	Schutzklasse	IP 20
	Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721
	Min-, Maximal relative Luftfeuchtigkeit (keine Kondensation)	5% - 85%
	EMV	Entsprechend EN 55011 und EN 61000-6-2
Mechanische Daten		
	Größe (HxTxB [mm])	SMX100-2 = 100x115x112,5 SMX100-2(/4x, /5x) = 100x115x135
	Gewicht	SMX100-2 = 690 g SMX100-2/4x = 790 g SMX100-2/5x = 790 g
	Befestigung	Auf Normschiene aufschraubbar
	Anzahl T-Bus	
		SMX100-2
		SMX100-2/4x, SMX100-2/5x
		5
		6
	Max. Anschlussquerschnitt	1,5 mm ²

(*) maximal 6 Achs-Erweiterungsbaugruppen

(**) siehe Kapitel 4 „Sicherheitstechnische Merkmale“

3.2.1.3 Systembaugruppe SMX100–4 (/4x, /5x)

Typenbezeichnung	Geräteausführung
	<p>Ausführung der Baugruppe mit folgender Peripherie:</p> <ul style="list-style-type: none"> 14 digitale Eingänge 2 Pulsausgänge 40 Digitale I/O's 2 Relaisausgänge 2 LOSIDE 2 HISIDE 2 Meldeausgänge 1 Diagnose- und Konfigurationsschnittstelle 1 Funktionstaster 1 7-Segmentanzeige 1 Status-LED 14 Status-LEDs für Eingänge 2 Status-LEDs für Pulsausgänge 2 Status-LEDs für Relaisausgänge 2 Status-LEDs für HISIDE 40 Status-LEDs für I/O's 1 Rückwandbusschnittstelle 1 Optional: Kommunikationsinterface (/4x, 5x)

Eigenschaften der Baugruppe:

- Logikverarbeitung bis zu PL e nach EN ISO 13849-1 oder SIL 3 nach IEC 61508
- 40 sichere I/O – als Ein- oder Ausgang konfigurierbar, 14 sichere Eingänge, 3 Abschaltkanäle, hiervon 1 sicherer Relaisausgang und 10 Meldeausgänge im Grundgerät enthalten
- Erweiterbar auf max. 130 sichere I/O und/oder 12 sichere Achsen mittels integriertem Backplane-Bus (Verbinder in Hutschiene einschnappbar)
- Funktionsplanorientierte Programmierung mittels SafePLC
- Umfangreiche Bibliothek für vorkonfigurierte Sicherheitssensoren und -Befehlsgeräte
- Vollständige geschwindigkeits- und positionsbezogene Sicherheitsfunktionen zur Antriebsüberwachung gemäß DIN EN 61800 in Firmware integriert
 - Räumliche Funktionen für sichere Geschwindigkeits- und Bereichsüberwachungen möglich
- Parameterverwaltung für Erweiterungsbaugruppen im Grundgerät
- Querschlossüberwachung
- Kontaktvervielfachung oder Kontaktverstärkung durch externe Schütze in Verbindung mit integrierter Überwachung möglich
- Umfangreiche Diagnosefunktionen in FW integriert
- Codierte Statusanzeige über frontseitige 7-Segment-Anzeige und Status-LED's
- Multifunktionstaster (Quit-/Start-/Reset) frontseitig bedienbar
- Optional: Kommunikationsschnittstelle (/4x, /5x), mit Anbindung an übergeordneten Master mittels

- Standard-Feldbuskommunikation (/4x) über CAN-Bus 2.0 Schnittstelle, CANopen, PROFIBUS, PROFINET, EtherCAT, DeviceNet, oder
- sichere Feldbuskommunikation (/5x) mittels PROFI-safe V 2.0 oder FSoE mit einer übergeordneten Steuerung.

siehe Kapitel 3.2.3 Optional Integriertes Kommunikationsinterface

- Montage auf Hutschiene

Techn. Kenndaten SMX100-4 (/4x, /5x)

Sicherheitstechnische Kenndaten		
	PL nach EN ISO 13849-1	PL e
	PFH/Architektur	$1,7 \cdot 10^{-9}$ / Kat 4 **
	MTTF _d	71 Jahre **
	SIL nach IEC 61508	SIL 3
	Proof-Test-Intervall	20 Jahre = max. Einsatzdauer
Allgemeine Daten		
	Max. Anzahl Erweiterungsbaugruppen	8*
	Schnittstelle f. Erweiterungsbaugruppen	T-Busverbinder, in Hutschiene steckbar
	Anzahl sichere digitale Eingänge	14 incl. 8 OSSD
	Anzahl sichere digitale I/O	40
	Anzahl sichere digitale Ausgänge (DO0.x H/L)	
	pn-schaltend	2
	Anzahl sichere analoge Eingänge	-
	Anzahl sichere Relaisausgänge	1
	Anzahl nicht-sichere Ausgänge (DO0.x)	10
	Anzahl Pulsausgänge	2
	Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
Elektrische Daten		
	Versorgungsspannung (Toleranz)	24 VDC/2A (-15%, +20%)
	Absicherung der Versorgungsspannung	X41.1, X45.1, X49.1, X53.1, X57.1, X61.1
	Leistungsaufnahme (Eigenverbrauch)	Max. 3,2 W
		SMX100-4 = 3,4 W
		SMX100-4 (/4x, 5x) = 3,9 W
	Nennraten digitale Eingänge	24 VDC; 20 mA, Typ1 nach EN61131-2
	Nennraten digitale Ausgänge	
	pn-schaltend	24 VDC; 250 mA
	Hilfsausgänge	24 VDC; 250 mA
	Pulsausgänge (Taktausgänge)	24 VDC; 250 mA
	Nennraten Relais	Schließer DC13 = 24 VDC; 2A AC15 = 230 VAC; 2A
	Nennraten sichere digitale I/O	24 VDC; 250 mA
	Nennraten analoge Eingänge	-
Umweltdaten		
	Temperatur	0°C ... +50°C Betrieb -20°C ... +70°C Lagerung, Transport
	Schutzklasse	IP 20
	Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721
	Min-, Maximal relative Luftfeuchtigkeit (keine Kondensation)	5% - 85%
	EMV	Entsprechend EN 55011 und EN 61000-6-2
Mechanische Daten		
	Größe (HxTxB [mm])	SMX100-4 = 100x115x157,5 SMX100-4(/4x, /5x) = 100x115x180
	Gewicht	SMX100-4 = 920 g SMX100-4/4x = 1020 g SMX100-4/5x = 1020 g
	Befestigung	Auf Normschiene aufschnappbar
	Anzahl T-Bus	
		SMX100-4 = 7
		SMX100-4/4x = 8
		SMX100-4/5x = 8
	Max. Anschlussquerschnitt	1,5 mm ²

(*) Maximal 6 Achs-Erweiterungsbaugruppen

(**) siehe Kapitel 4 „Sicherheitstechnische Merkmale“

3.2.2 Zentrale Erweiterungsbaugruppen

3.2.2.1 Erweiterungsbaugruppe SMX121

Typenbezeichnung	Geräteausführung
 <p>The image shows a black SMX 121 expansion module. It features a top terminal block with yellow terminals labeled X13 and X14. A 'RUN' indicator light is visible. Below it is a D-sub connector labeled 'SERVOANWENDE' and another terminal block labeled X23 and X24. The model name 'SMX 121' is printed at the bottom.</p>	<p>Ausführung der Baugruppe mit folgender Peripherie:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Sensorschnittstelle 12 digitale Eingänge, alternativ 4 Zähleringänge 1 Status-LED 12 Status-LEDs für Eingänge 1 Rückwandbusschnittstelle

Eigenschaften der Baugruppe:

- Logikverarbeitung bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Bewegungsüberwachung einer Achse bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Geschwindigkeitsüberwachung:
- Drehzahlüberwachung
- Stillstandsüberwachung
- Drehrichtungsüberwachung
- Sicheres Schrittmaß
- Not-Stopp Überwachung
- Positionsüberwachung
- Positionsbereichsüberwachung
- Verlaufsereichsüberwachung
- Zielpositionsüberwachung
- Freiprogrammierbare Kleinststeuerung für bis zu 800 AWL Anweisungen
- Funktionsplanorientierte Programmierung
- Zähleringänge alternativ zu den digitalen Eingängen
- Sicherheitsfunktion Externe Kontaktüberwachung angeschlossener Schaltgeräte
- Montage auf Hutschiene

Techn. Kenndaten SMX121

Sicherheitstechnische Kenndaten	
PL nach EN ISO 13849-1	PL e
PFH / Architektur	$1,2 \cdot 10^{-9} / \text{KAT 4}^{**}$
MTTF _d	174 Jahre **
SIL nach IEC 61508	SIL 3
Proof-Test-Intervall	20 Jahre = max. Einsatzdauer
Allgemeine Daten	
Max. Anzahl Erweiterungsbaugruppen	-
Verbindungsschnittstelle zum Master	T-Busverbinder, in Hutschiene steckbar
Anzahl sichere digitale Eingänge	12 incl. 8 OSSD
Anzahl sichere digitale I/O	-
Anzahl sichere digitale Ausgänge (DOx H/L)	-
Anzahl sichere analoge Eingänge	-
Anzahl sichere Relaisausgänge	-
Anzahl nicht-sichere Ausgänge (DO0.1/2)	-
Anzahl Pulsausgänge (Taktausgänge)	-
Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
Achsüberwachung	1 Achse
Geberschnittstelle (D-Sub / Technologie)	1* / SSI; SIN/COS; Inkr.-TTL, Proxy
Max. Frequenz SIN/COS, Inkr.-TTL	200 kHz
Taktfrequenz/Mode SSI	Master Mode 150 kHz / Slave Mode max. 250 kHz
Anschlussart	D-SUB 9pol
Geberschnittstelle (Klemmen Anzahl / Technologie)	1* / Proxi-Sw.; Inkr.-HTL
Max. Frequenz Proxi	10 kHz
Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
Elektrische Daten	
Versorgungsspannung	Über Rückwandbus
Absicherung der Versorgungsspannung	-
Leistungsaufnahme	-
Nenndaten digitale Eingänge	24 VDC; 20 mA, Typ1 nach EN61131-2
Nenndaten digitale Ausgänge	-
Nenndaten analoge Eingänge	-
Nenndaten Relais	-
Pulsausgänge	-
Nenndaten Hilfsausgänge	-
Umweltdaten	
Temperatur	0°C ... 50°C Betrieb -25°C ... +70 °C Lagerung, Transport
Schutzklasse	IP 20
Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721
Min-, Maximal relative Luftfeuchtigkeit (keine Kondensation)	5% - 85%
EMV	Entsprechend EN 55011 und EN 61000-6-2
Mechanische Daten	
Größe (HxTxB [mm])	SMX121 = 100x115x22,5
Gewicht (g)	SMX121 = 239
Befestigung	Auf Normschiene aufsnapbar
Anzahl T-Bus	1
Max. Anschlussquerschnitt	1,5 mm ²

(*) Maximum 2 Encoder / Achse

(**) siehe 4 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

3.2.2.2 Erweiterungsbaugruppe SMX121-2

Typenbezeichnung	Geräteausführung										
	<p>Ausführung der Baugruppe mit folgender Peripherie:</p> <table> <tr> <td>2</td> <td>Sensorschnittstellen</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>digitale Eingänge, alternativ 4 Zählergänge</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Status-LED</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Status-LEDs für Eingänge</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Rückwandbusschnittstelle</td> </tr> </table>	2	Sensorschnittstellen	12	digitale Eingänge, alternativ 4 Zählergänge	1	Status-LED	12	Status-LEDs für Eingänge	1	Rückwandbusschnittstelle
2	Sensorschnittstellen										
12	digitale Eingänge, alternativ 4 Zählergänge										
1	Status-LED										
12	Status-LEDs für Eingänge										
1	Rückwandbusschnittstelle										

Eigenschaften der Baugruppe:

- Logikverarbeitung bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Bewegungsüberwachung einer Achse bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Geschwindigkeitsüberwachung:
- Drehzahlüberwachung
- Stillstandsüberwachung
- Drehrichtungsüberwachung
- Sicheres Schrittmaß
- Not-Stopp Überwachung
- Positionsüberwachung
- Positionsbereichsüberwachung
- Verlaufsereichsüberwachung
- Zielpositionsüberwachung
- Freiprogrammierbare Kleinststeuerung für bis zu 800 AWL Anweisungen
- Funktionsplanorientierte Programmierung
- Zählergänge alternativ zu den digitalen Eingängen
- Sicherheitsfunktion Externe Kontaktüberwachung angeschlossener Schaltgeräte
- Montage auf Hutschiene
- Erweiterte Funktionalität:
 - ermöglicht den Anschluss von 2 Drehgebern pro Achse (SSI, Sin/Cos, TTL, Proxi)
 - Die 2. Encoder-Schnittstelle unterstützt auch HTL (200 kHz), Sin/Cos High-Resolution und Resolver

Techn. Kenndaten SMX121-2

Sicherheitstechnische Kenndaten		
PL nach EN ISO 13849-1		PL e
PFH / Architektur		1,2 * 10 ⁻⁹ / KAT 4 **
MTTF _d		174 Jahre **
SIL nach IEC 61508		SIL 3
Proof-Test-Intervall		20 Jahre = max. Einsatzdauer
Allgemeine Daten		
Max. Anzahl Erweiterungsbaugruppen		-
Verbindungsschnittstelle zum Master		2x T-Busverbinder, in Hutschiene steckbar
Anzahl sichere digitale Eingänge		12 incl. 8 OSSD
Anzahl sichere digitale I/O		-
Anzahl sichere digitale Ausgänge (DOx H/L)		-
Anzahl sichere analoge Eingänge		-
Anzahl sichere Relaisausgänge		-
Anzahl nicht-sichere Ausgänge (DOO. 1/2)		-
Anzahl Pulsausgänge		-
Anschlussart		Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
Achsüberwachung		1 Achse
Geberschnittstelle Front (D-Sub / Technologie)		2 * / SSI; Inkremental (SIN/COS /TTL); HTL; Resolver*
	Anschlussart	D-SUB 9pol
Max. Frequenz Inkremental (SIN/COS, TTL)	SMX	200 kHz
	Encoder Ext. Board	250 kHz
Taktfrequenz/Mode SSI	SMX	Master Mode 150 kHz / Slave Mode max. 250 kHz
	Encoder Ext. Board	Master Mode 150 kHz / Slave Mode 150-350 kHz
Resolver (Encoder Ext. Board)	Messsignal	Sin/Cos – Spur mit 90° Phasendifferenz
	Signalfrequenz	max. 600 Hz (900Hz Tiefpass)
	Eingangsspannung	max. 8 Vss (an 4,7 kΩ)
	Auflösung	9 Bit / Pol
	Unterstützte Pole	2 - 16
	Referenzfrequenz (Listener)	4 kHz – 16 kHz
	Referenzfrequenz (Master)	8 kHz
	Referenzamplitude	8 Vss – 28 Vss
	Referenzsignalform	Sinus, Dreieck, Rechteck
	Übersetzungsverhältnis	2:1; 3:2; 4:1
Phasenfehler	max. 8°	
Geberschnittstelle (Klemmen Anzahl / Technologie)		2x2 / Proxi-Sw.;
	Anschlussart	Steckklemmen
Max. Frequenz HTL	SMX (Proxi-Input)	10 kHz
	Encoder Ext. Board	200 kHz
Elektrische Daten		
Versorgungsspannung (Toleranz)		Über Rückwandbus
Absicherung der Versorgungsspannung		-
Leistungsaufnahme (Logik)		-
Nennaten digitale Eingänge		24 VDC; 20 mA, Typ1 nach EN61131-2
Nennaten digitale Ausgänge		-
Nennaten Relais		-
Pulsausgänge		-
Nennaten Hilfsausgänge		-
Umweltdaten		
Temperatur		0°C ... +50°C Betrieb -25°C ... +70°C Lagerung, Transport
Schutzklasse		IP 20
Klimaklasse		3k3 nach DIN 60 721
Min-, Maximal relative Luftfeuchtigkeit (keine Kondensation)		5% - 85%
EMV		EN 55011 und EN 61000-6-2
Mechanische Daten		
Größe (HxTxB [mm])		100x115x45
Gewicht (g)		390
Befestigung		Auf Normschiene aufschnappbar
Anzahl T-Bus		2
Max. Anschlussquerschnitt		1,5 mm ²

(*) Maximum 2 Encoder / Achse

(**) siehe 4 "Sicherheitstechnische Merkmale Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden."

3.2.2.3 Erweiterungsbaugruppe SMX122/122A

Typenbezeichnung	Geräteausführung
 <p>The image shows a black SMX122 extension module. It features a top terminal block with terminals X13, X14, X15, and X16. The front panel includes a 'RUN' indicator, two status LEDs, and two 2x2 analog input ports labeled X23, X24, X25, and X26. The model number 'SMX122' is printed at the bottom.</p>	<p>Ausführung der Baugruppe mit folgender Peripherie:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2 Sensorschnittstellen 12 digitale Eingänge, alternativ 4 Zählergänge 1 2x2 Analogeingänge (Variante A) 1 Status-LED 12 Status-LEDs für Eingänge 1 Rückwandbusschnittstelle

Eigenschaften der Baugruppe:

- Logikverarbeitung bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Bewegungsüberwachung einer oder zwei Achsen bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Geschwindigkeitsüberwachung
- Drehzahlüberwachung
- Stillstandsüberwachung
- Drehrichtungsüberwachung
- Sicheres Schrittmaß
- Not-Stopp Überwachung
- Positionsüberwachung
- Positionsbereichsüberwachung
- Verlaufsereichsüberwachung
- Zielpositionsüberwachung
- Funktionsplanorientierte Programmierung
- Zählergänge alternativ zu den digitalen Eingängen
- Sicherheitsfunktion: Externe Kontaktüberwachung angeschlossener Schaltgeräte
- Montage auf Hutschiene
- SMX122A – Variante A (Analog) – mit 2x2 Analogen Eingängen

Techn. Kenndaten SMX122/122A

Sicherheitstechnische Kenndaten		
	PL nach EN 13849-1	PL e
	PFH / Architektur	$1,2 \cdot 10^{-9} / \text{KAT 4}^{**}$
	MTTF _d	174 Jahre ^{**}
	SIL nach IEC 61508	SIL 3
	Proof-Test-Intervall	20 Jahre = max. Einsatzdauer
Allgemeine Daten		
	Max. Anzahl Erweiterungsbaugruppen	-
	Verbindungsschnittelle zum Master	2x T-Busverbinder, in Hutschiene steckbar
	Anzahl sichere digitale Eingänge	12 incl. 8 OSSD
	Anzahl sichere digitale I/O	-
	Anzahl sichere digitale Ausgänge (DOx H/L)	-
	Anzahl sichere analoge Eingänge	-
	SMX122A	2 x 2 Variante A ^{***}
	Anzahl sichere Relaisausgänge	-
	Anzahl nicht-sichere Ausgänge (DO0. 1/2)	-
	Anzahl Pulsausgänge	-
	Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
	Achsüberwachung	1 Achse / 2 Achse
	Geberschnittstelle (D-Sub / Klemmen)	2 / 2 *
	Geberschnittstelle Front (D-SUB)	2 * / SSI; SIN/COS; Inkr.-TTL
	Anzahl / Technologie	
	Anschlussart	D-SUB 9pol
	Max. Frequenz SIN/COS, Inkr. TTL	200 kHz
	Taktfrequenz / Mode SSI	Master Mode 150 kHz / Slave Mode max. 250 kHz
	Geberschnittstelle Klemmen	2 * / Proxi-Sw.; Inkr.-HTL
	Anzahl / Technologie	
	Anschlussart	Steckklemmen
	Max. Frequenz Proxi	10 kHz
Elektrische Daten		
	Versorgungsspannung (Toleranz)	Über Rückwandbus
	Absicherung der Versorgungsspannung	-
	Leistungsaufnahme	-
	Nennaten digitale Eingänge	24 VDC; 20 mA, Typ1 nach EN61131-2
	Nennaten digitale Ausgänge	-
	Nennaten Relais	-
	Pulsausgänge	-
	Sichere Analoge Eingänge	
	SMX122A	-10 ... +10 V 4 ... 20 mA
	Nennaten Hilfsausgänge	-
Umweltdaten		
	Temperatur	0°C ... 50°C Betrieb -25°C ... +70°C Lagerung, Transport
	Schutzklasse	IP 20
	Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721
	Min-, Maximal relative Luftfeuchtigkeit (keine Kondensation)	5% - 85%
	EMV	EN 55011 und EN 61000-6-2
Mechanische Daten		
	Größe (HxTxB [mm])	SMX122/122A = 100x115x45
	Gewicht (g)	SMX122/122A = 390
	Befestigung	Auf Normschiene aufschnappbar
	Anzahl T-Bus	2
	Max. Anschlussquerschnitt	1,5 mm ²

(*) Maximum 2 Encoder / Achse

(**) siehe Kapitel 4 „Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.“

(***) Analoge Strom-, Spannungseingänge optional erhältlich

z.B.: SMX122A-U Spannungseingänge
SMX122A-I Stromeingänge
SMX122A Spannungs- und Stromeingänge

3.2.2.4 Erweiterungsbaugruppe SMX122-2/122-2A

Typenbezeichnung	Geräteausführung
	<p>Ausführung der Baugruppe mit folgender Peripherie:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2x2 Sensorschnittstellen 12 digitale Eingänge, alternativ 4 Zählengänge 1 2x2 Analog Eingänge (Variante A) 1 Status-LED 12 Status-LEDs für Eingänge 1 Rückwandbusschnittstelle

Eigenschaften der Baugruppe

- Logikverarbeitung bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Bewegungsüberwachung einer oder zwei Achsen bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Geschwindigkeitsüberwachung
- Drehzahlüberwachung
- Stillstandsüberwachung
- Drehrichtungsüberwachung
- Sicheres Schrittmaß
- Not-Stopp Überwachung
- Positionsüberwachung
- Positionsbereichsüberwachung
- Verlaufsereichsüberwachung
- Zielpositionsüberwachung
- Funktionsplanorientierte Programmierung
- Zählengänge alternativ zu den digitalen Eingängen
- Sicherheitsfunktion Externe Kontaktüberwachung angeschlossener Schaltgeräte
- Montage auf Hutschiene
- Erweiterte Funktionalität:
 - ermöglicht den Anschluss von 2 Drehgebern pro Achse (SSI, Sin/Cos, TTL, Proxi)
 - Die 2. Encoder-Schnittstelle unterstützt auch HTL (200 kHz), Sin/Cos High-Resolution und Resolver
- SMX 122-2A – Variante A (Analog) – mit 2x2 Analogen Eingängen

Techn. Kenndaten SMX122–2/122-2A

Sicherheitstechnische Kenndaten

	PL nach EN 13849-1	PL e
	PFH / Architektur	1,2 * 10-9 / KAT 4 **
	MTTF _d	174 Jahre **
	SIL nach IEC 61508	SIL 3
	Proof-Test-Intervall	20 Jahre = max. Einsatzdauer
Allgemeine Daten		
	Max. Anzahl Erweiterungsbaugruppen	-
	Verbindungsschnittelle zum Master	4x T-Busverbinder, in Hutschiene steckbar
	Anzahl sichere digitale Eingänge	12 incl. 8 OSSD
	Anzahl sichere digitale Ausgänge (DOx H/L)	-
	Anzahl sichere digitale I/O	-
	Anzahl sichere Relaisausgänge	-
	Anzahl sichere analoge Eingänge	-
	SMX122-2A	2 x 2 Variante A ***
	Anzahl nicht-sichere Ausgänge (DO0. 1/2)	-
	Anzahl Pulsausgänge	-
	Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
	Achsüberwachung	2 Achsen
	Geberschnittstelle (D-Sub / Klemmen)	4 / 4 *
	Geberschnittstelle Front (D-SUB / Technologie)	1. Encoder: SSI, SinCos, Incr.-TTL, Proxi, 2. Encoder: HTL (200 kHz), SinCos (HiRes), Resolver
	Anschlussart	D-SUB 9pol
	Max. Frequenz Inkremental (SIN/COS, TTL)	SMX Encoder Ext. Board 200 kHz 250 kHz
	Taktfrequenz/Mode SSI	SMX Encoder Ext. Board Master Mode 150 kHz / Slave Mode max. 250 kHz Master Mode 150 kHz / Slave Mode 150-350 kHz
	Resolver (Encoder Ext. Board)	Messsignal Signalfrequenz Eingangsspannung Auflösung Unterstützte Pole Referenzfrequenz (Listener) Referenzfrequenz (Master) Referenzamplitude Referenzsignalform Übersetzungsverhältnis Phasenfehler Sin/Cos – Spur mit 90° Phasendifferenz max. 600 Hz (900Hz Tiefpass) max. 8 Vss (an 4,7 kΩ) 9 Bit / Pol 2 - 16 4 kHz – 16 kHz 8 kHz 8 Vss – 28 Vss Sinus, Dreieck, Rechteck 2:1; 3:2; 4:1 max. 8°
	Geberschnittstelle (Klemmen Anzahl / Technologie)	2 / Proxi-Sw.; Inkr.-HTL
	Anschlussart	Steckklemmen
	Max. Frequenz HTL	SMX (Proxi-Input) Encoder Ext. Board 10 kHz 200 kHz
Elektrische Daten		
	Versorgungsspannung (Toleranz)	Über Rückwandbus
	Sicherung	-
	Leistungsaufnahme (Logik)	-
	Nennaten digitale Eingänge	24 VDC; 20 mA, Typ1 nach EN 61131-2
	Nennaten digitale Ausgänge	-
	Nennaten Relais	-
	Sichere Analoge Eingänge	-
	SMX122-2A	-10 ... +10 V 4 ... 20 mA
Umweltdaten		
	Temperatur	0°C ... 50°C Betrieb -25°C ... +70 °C Lagerung, Transport.
	Schutzklasse	IP 20
	Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721
	Min-, Maximal relative Luftfeuchtigkeit (keine Kondensation)	5% - 85%
	EMV	EN 55011 und EN 61000-6-2
Mechanische Daten		
	Größe (HxTxB [mm])	SMX122/122A = 100x115x90
	Gewicht (g)	SMX122/122A = 520
	Befestigung	Auf Normschiene aufschnappbar
	Anzahl T-Bus	4
	Max. Anschlussquerschnitt	1,5 mm ²

- (*) Maximum 2 Encoder / Achse
- (**) siehe 4 „Sicherheitstechnische Merkmale“
- (***) Analoge Strom-, Spannungseingänge optional erhältlich
 - z.B.: SMX122-2A-U Spannungseingänge
 - SMX122-2A-I Stromeingänge
 - SMX122-2A Spannungs- und Stromeingänge

3.2.2.5 Erweiterungsbaugruppe SMX131/131R

Typenbezeichnung	Geräteausführung
 <p>The image shows a black SMX 131 extension module mounted on a rail. It features a top terminal block with yellow covers labeled X11, X12, X13, and X14. The front panel has a 'RUN' indicator, several status LEDs, and labels for I/O channels. The bottom terminal block is labeled X21, X22, X23, and X24. The model number 'SMX 131' is printed at the bottom.</p>	<p>Ausführung der Baugruppe mit folgender Peripherie:</p> <ul style="list-style-type: none"> 12 digitale Eingänge 10/2 I/O wahlweise als Eingang oder Ausgang Konfigurierbar oder (Variante R) nur 2 I/O's 2 Pulsausgänge 2 Meldeausgänge 8 Relaisausgänge (Variante R) 1 Status-LED 12 Status-LEDs für Eingänge 2 Status-LEDs für Pulsausgänge 10 Status-LEDs für I/O 1 Rückwandbusschnittstelle

Eigenschaften der Baugruppe:

- 12 sichere Eingänge, hiervon 8 OSSD fähig
- 10 sichere I/O - als Ein- oder Ausgang konfigurierbar,
- Querschlossüberwachung
- Kontaktvervielfachung oder Kontaktverstärkung durch externe Schütze in Verbindung mit integrierter Überwachung möglich
- Umfangreiche Diagnosefunktionen in FW integriert
- Spannungsversorgung über Basisbaugruppe
- Montage auf Hutschiene
- SMX131 – mit gesamt 10 I/O's
- SMX 131R – Variante R (Relais) – mit gesamt 8 Relaisausgängen und nur noch 2 I/O's
- Der Mechanische Aufbau der Variante R weicht von der Abbildung ab. (siehe Mechanische Daten)

Techn. Kenndaten SMX131/131R

Sicherheitstechnische Kenndaten	
PL nach EN 13849	PL e
PFH / Architektur	2,2 * 10 ⁻⁹ / KAT 4 ** + bei SMX131R 1-kanalig pro Rel 2,0 * 10 ⁻⁹ max. 8 2-kanalig pro Rel 1,0 * 10 ⁻⁹ max. 4
MTTF _d	213 Jahre **
SIL nach EN 61508	SIL 3
Proof-Test-Intervall	20 Jahre = max. Einsatzdauer
Allgemeine Daten	
Verbindungsschnittstelle zu Master	2/4 x T-Busverbinder, in Hutschiene steckbar
Sichere digitale Eingänge	12 incl. 8 OSSD
Sichere digitale I/O	
	SMX131 10
	SMX131R 2
Sichere digitale Ausgänge (DOx H/L)	-
Sichere Analog-In	-
Sichere Relaisausgänge	
	SMX131R 8
Nicht-sichere Ausgänge (DO0. 1/2)	2
Pulsausgänge	2
Anschlussart	Steckklemmen
Elektrische Daten	
Leistungsaufnahme	Max. 3,8 W
Nennaten digitale Eingänge	24 VDC; 20 mA, Typ1 nach EN61131-2
Nennaten digitale Ausgänge	24VDC; 250 mA
	Pulsausgänge Max. 250 mA
	Hilfsausgänge 24VDC; 250 mA
	Digitale I/O 24VDC; 250 mA
Nennaten Relaisausgänge	Schließer
	DC13 24 VDC; 2A
	AC15 230 VAC; 2A
	Öffner DC13 24 VDC; 2A
	(Rücklesekontakt)
Umweltdaten	
Temperatur	0°C ... 50°C Betrieb -25°C ... +70 °C Lagerung, Transport.
Schutzklasse	IP 20
Klimaklasse	3k3 nach DIN 60721
Min-, Maximal relative Luftfeuchtigkeit (keine Kondensation)	5% - 85%
EMV	Entsprechend EN 55011 und EN 61000-6-2
Mechanische Daten	
Größe (HxTxB [mm])	SMX131 = 100x115x45 SMX131R = 100x115x90
Gewicht (g)	SMX131 = 300 SMX131R = 545
Befestigung	Auf Normschiene aufschnappbar
Anzahl T-Bus	
	SMX131 2
	SMX131R 4
Max. Anschlussquerschnitt	1,5 mm ²

(**) siehe 4 „Sicherheitstechnische Merkmale“

3.2.3 Optional Integriertes Kommunikationsinterface

3.2.3.1 SMX1xx/5x

Typenbezeichnung	Geräteausführung
<p>SMX1xx/51 SMX1xx/52 SMX1xx/53 SMX1xx/54 SMX1xx/55 SMX1xx/57</p> 	<p>Ausführungen der Baugruppen mit folgender Peripherie:</p> <p>1 SMX51 CAN 2.0 oder SMX52 PROFIBUS oder SMX53 PROFINET oder SMX54 CANopen oder SMX55 EtherCAT oder SMX57 DeviceNet</p> <p>1 Rückwandbusschnittstelle 1 Status LED für den Betriebszustand 1 Status LED CAN-Kommunikation</p>

Eigenschaften der Baugruppe:

- Kommunikationsmodul CAN oder PROFIBUS oder PROFINET oder CANopen oder EtherCAT oder DeviceNet
- 2x 8 Byte Prozessausgangsabbild (PAA) mit freier Zuordnung
- 32 Bit Prozesseingangsabbild (PAE)
- Genauere Informationen bitte den Installationshandbüchern der jeweiligen Feldbusbaugruppen entnehmen.

Muss bei der Bestellung der Basisbaugruppe mit angegeben werden!!

Techn. Kenndaten: SMX5x

Sicherheitstechnische Kenndaten	
PL nach EN ISO 13849-1	n.a.
PFH / Architektur	n.a.
SIL nach IEC 61508	n.a.
Proof-Test-Intervall	n.a.
Allgemeine Daten	
Feldbusinterface	1
Anschlussart	Standard nach Feldbustyp
Max. Größe PAA	2x64 Bit
Max. Größe PAE	32 Bit
Typ. Updatezeit für Daten	16 ms
Elektrische Daten	
Leistungsaufnahme	Max. 0,5 W
Nennaten Feldbus	Standard nach Feldbustyp
Umweltdaten	
Temperatur	0°C ... +50°C Betrieb -25°C ... +70°C Lagerung, Transport
Schutzklasse	IP 20
Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721-3
Min-, Maximal relative Luftfeuchte (keine Betauung)	5% - 85%
EMV	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-6-7, EN 61800-3, EN 61326-3, EN 62061
Betriebsmitteleinsatz	2000m
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Mechanische Daten	
Größe (HxTxB [mm])	100x115x22,5
Gewicht (g)	110
Befestigung	Auf Normschiene aufschnappbar

3.2.3.2 SMX1xx/4x

Typenbezeichnung	Geräteausführung
<p>SMX1xx/43 SMX1xx/45</p> 	<p>Ausführungen der Baugruppen mit folgender Peripherie:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 SMX1xx/43 PROFIsafe über PROFINET oder 1 SMX1xx/45 FSoE (Fail Safe over EtherCAT) 1 Status LED für den Betriebszustand 1 Status LED interne SPI-Kommunikation 1 Status LED-Feldbus

Eigenschaften der Baugruppe:

- Kommunikationsmodul PROFISAFE über PROFINET oder FSoE FailSafe over EtherCAT
- Genauere Informationen bitte den Installationshandbüchern der jeweiligen Feldbusbaugruppen entnehmen.

Muss bei der Bestellung der Basisbaugruppe mit angegeben werden!!

Techn. Kenndaten: SMX1xx/4x

Sicherheitstechnische Kenndaten	
PL nach EN ISO 13849-1	n.a.
PFH / Architektur	n.a.
SIL nach IEC 61508	n.a.
Proof-Test-Intervall	n.a.
Allgemeine Daten	
Feldbusinterface	1
Anschlussart	Standard nach Feldbustyp
Max. Größe PAA (Standard)	2x64 Bit
Max. Größe PAE (Standard)	32 Bit
Max. Größe PAA PAE (Safe)	12 Byte
Typ. Updatezeit für Daten	16 ms
Elektrische Daten	
Leistungsaufnahme	Max. 0,5W
Nennaten Feldbus	Standard nach Feldbustyp
Umweltdaten	
Temperatur	0°C ... +50°C Betrieb -25°C ... +70°C Lagerung, Transport
Schutzklasse	IP 20
Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721-3
Min-, Maximal relative Luftfeuchte (keine Betauung)	5% - 85%
EMV	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-6-7, EN 61800-3, EN 61326-3, EN 62061
Betriebsmitteleinsatz	2000m
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Mechanische Daten	
Größe (HxTxB [mm])	100x115x22,5
Gewicht (g)	110
Befestigung	Auf Normschiene aufschraubbar

3.2.3.3 Encoderspezifikationen

Inkremental-TTL		
	Physical Layer	RS-422 kompatibel
	Messsignal A/B	Spur mit 90 Grad Phasendifferenz
	Max. Frequenz der Eingangstakte (X31, X32 / X33, X34)	200 kHz / 250 kHz
	Anschlussart	D-SUB 9pol
Sin / Cos		
	Physical Layer	RS-422 kompatibel
	Messsignal A/B	Spur mit 90 Grad Phasendifferenz
	Standard Mode	
	Max. Frequenz der Eingangstakte (X31, X32 / X33, X34)	200 kHz / 250 kHz
	High Resolution Mode	
	Max. Frequenz der Eingangstakte (X33, X34)	15 kHz
	Anschlussart	D-SUB 9pol
SSI-Absolut		
	Dateninterface	Serial Synchron Interface (SSI) mit variabler Datenlänge von 12 – 28 Bit
	Datenformat	Binär-, Graycode
	Physical Layer	RS-422 kompatibel
	SSI-Master-Betrieb	
	Taktrate	150 kHz
	SSI-Listener-Betrieb (Slavebetrieb)	
	Taktrate (X31, X32 / X33, X34)	250 kHz / 350 kHz
	Min. Taktpausenzzeit	150 µsec
	Max. Taktpausenzzeit	1 msec
	Anschlussart	D-SUB 9pol
Resolver		
	Messsignal	Sin/Cos – Spur mit 90° Phasendifferenz
	Signalfrequenz	max. 600 Hz (900Hz Tiefpass)
	Eingangsspannung	max. 8 Vss (an 4,7 kΩ)
	Auflösung	9 Bit / Pol
	Unterstützte Polzahlzahl	2 - 16
	Referenzfrequenz (Listener)	4 kHz – 16 kHz
	Referenzfrequenz (Master)	8 kHz
	Referenzamplitude	8 Vss – 28 Vss
	Referenzsignalform	Sinus, Dreieck, Rechteck
	Übersetzungsverhältnis	2:1; 3:2; 4:1
	Phasenfehler	max. 8°
	Anschlussart (X33, X34)	D-SUB 9pol
Inkremental-HTL		
	Signal Pegel	24V / 0V
	Physical Layer	PUSH / PULL
	Max. Zählpulsfrequenz	200 kHz
	Anschlussart (X27, X28, X29, X30)	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
Proxi		
	Signalpegel	24V / 0V
	Max. Zählpulsfrequenz (Schaltlogik entprellt)	10 kHz
	Pulsbreite	50 µsec
	Anschlussart (X23)	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss
Proxi – Erweiterte Überwachung		
	Signalpegel	24V / 0V
	Max. Zählpulsfrequenz (Schaltlogik entprellt)	4 kHz
	Physical Layer	PUSH / PULL
	Messsignal A/B	Spur mit 90 Grad Phasendifferenz
	Anschlussart (X23)	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss

3.3 Kennzeichnung

Das Typenschild ist auf der linken Seitenwand der Baugruppe angebracht und enthält folgende Informationen:

3.3.1 Typenschild

Typenbezeichnung
 Sachnummer
 Seriennummer
 Hardware Release Kennzeichnung
 Software Release Kennzeichnung
 Sicherheitskategorie
 Eigenschaften der Eingänge
 Eigenschaften der Ausgänge
 Herstellungsdatum (KW/Jahr)

P/N  S/N  03101003 000111		Typ SMX 100.4 	
HW-Release  07-06-06-06-06-02-07-00-00-00		02/12	
SW-Release  02-01-00-08		Cat. 4 und Pl e nach EN ISO 13849-1 SIL3 nach IEC 61508/IEC 62061 EN 50178	
 D-92637 Weiden www.bbh-products.de	Supply U = 24 V DC +20% -15% I = 3A DC T = 0...50°C	Input Digital Input Type1/ EN61131-2 U = 24V DC I _{max} = 20mA	Output Safety Relay U = 24V DC I = 2A U = 230V AC I = 2A Digital Output I = 250mA Auxiliary Output I = 100mA
	Reaktionszeit siehe Installationshandbuch		

Typenschild SMX100 (Bild vergrößert)

3.3.2 Lieferumfang

Im Lieferumfang enthalten ist:

SMX Baugruppe:

- Stecker für alle Signalklemmen ohne Geberanschluss

Nicht im Lieferumfang enthalten sind:

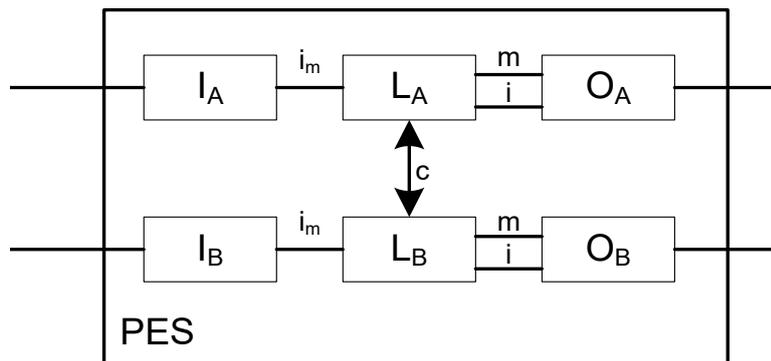
- SafePLC-Konfigurationssoftware-CD mit
 - Installationshandbuch
 - Programmierhandbuch
 - Treiber für Programmieradapter
- Programmieradapter SMX91
- Lizenzkey (USB-Dongle) für SafePLC
- System-CD mit Handbüchern
- Rückwandbusstecker SX0000-9 (SMX12x; SMX13x und Verwendung Kommunikationsschnittstellen SMX5x)

4 Sicherheitstechnische Merkmale

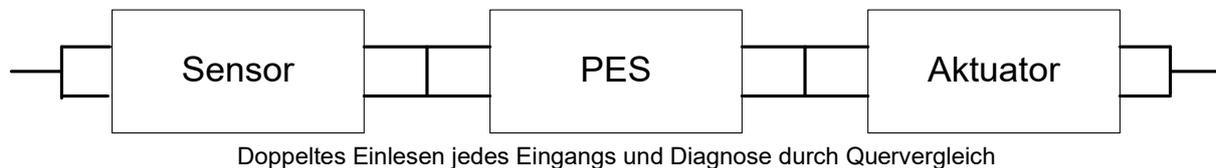
4.1 Allgemeiner Aufbau, sicherheitstechnische Architektur und Kenndaten

Der innere Aufbau aller Baugruppen der SMX100-Baureihe mit Ausnahme der Kommunikationsbaugruppen besteht aus zwei getrennten Kanälen mit gegenseitigem Ergebnisvergleich. In jedem der beiden Kanäle werden hochwertige Diagnosen zur Fehlererkennung ausgeführt.

Der Aufbau entspricht in Architektur und Funktionsweise der Kategorie 4 der EN ISO 13849-1.



Die Gesamtarchitektur der Basisbaugruppen SMX100-1, -2, -4 zeigt damit folgendem Aufbau:

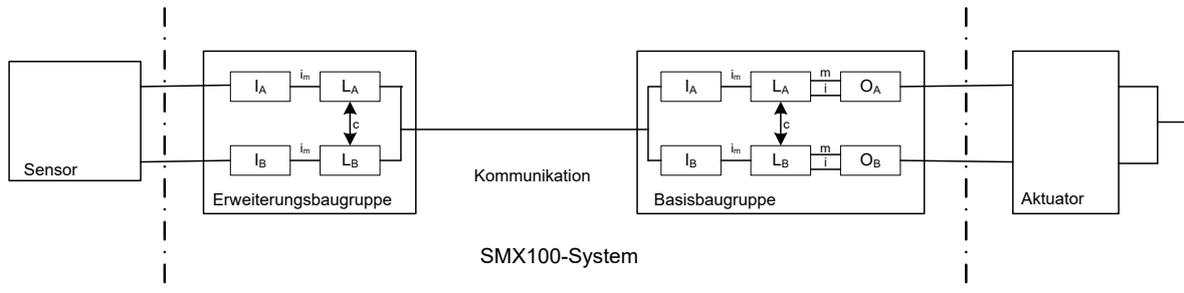


Die spezifischen sicherheitstechnischen Kenndaten der jeweiligen Baugruppen sind den techn. Kenndaten aus Kapitel 3 zu entnehmen.

In Verbindung mit den Erweiterungsbaugruppen ergibt sich ein komplexerer Aufbau. Hierbei ist neben den Strukturen der Erweiterungsbaugruppen auch die Buskommunikation zu berücksichtigen. Das sicherheitstechnische Ersatzschaltbild / Architektur ist in Bezug auf den applikativen Aufbau jeweils zu ermitteln.

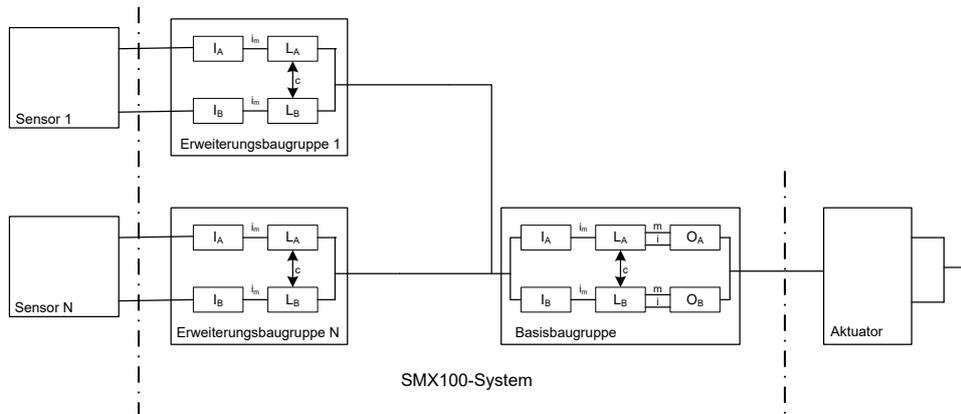
Im Einzelnen sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- a) Achsbaugruppe mit Sicherheitsfunktionen bezogen auf eine Achse oder Verwendung sicherer Eingänge an einer Erweiterungsbaugruppe und Abschaltkanal über Ausgänge der Basisbaugruppe



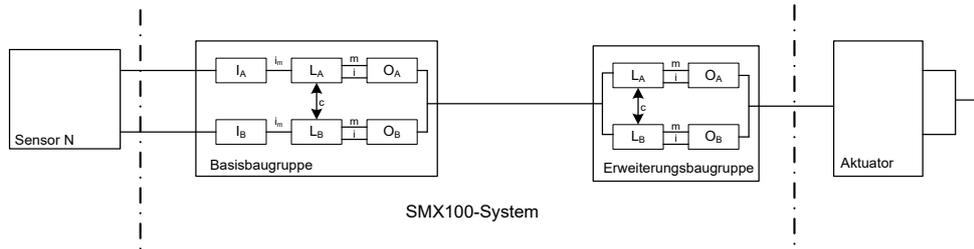
$$PFH_{SMX100} = PFH_{SMX100-X} + PFH_{SMX1XX_IN}$$

- b) 1..N Achsbaugruppen mit Sicherheitsfunktionen für achsübergreifende Funktionalität (z.B. X-/Y-Bereichsabsicherung) oder Verwendung sicherer Eingänge an mehreren Erweiterungsbaugruppe mit Wirkung auf eine einzelne Sicherheitsfunktion und Abschaltkanal über Ausgänge der Basisbaugruppe



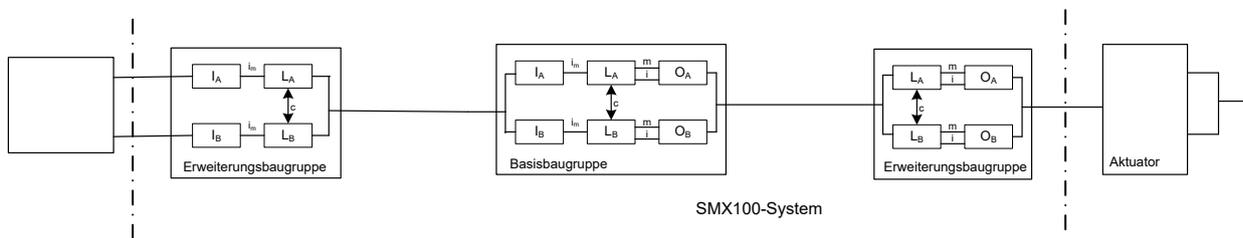
$$PFH_{SMX100} = PFH_{SMX100-X} + N * PFH_{SMX1XX_IN}$$

- c) Eingänge an Basisbaugruppe und Abschaltkanal über Ausgänge einer Erweiterungsbaugruppe



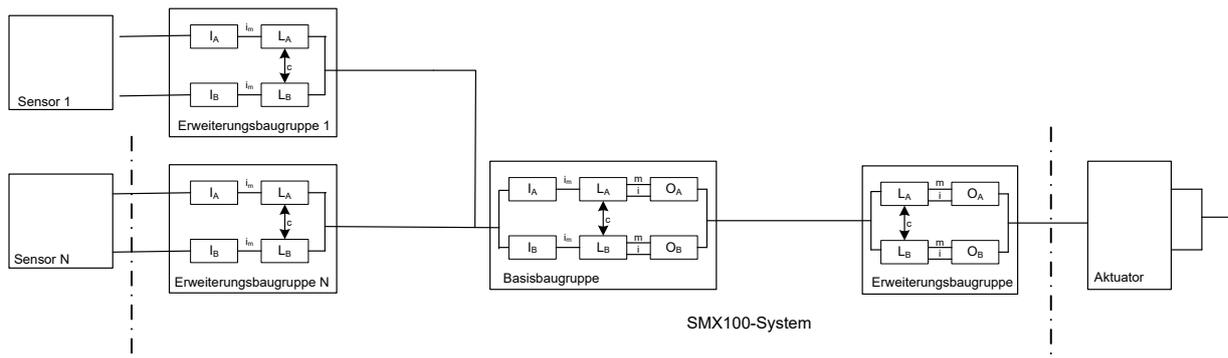
$$PFH_{SMX100} = PFH_{SMX100-X} + PFH_{SMX1XX_OUT}$$

- d) Achsbaugruppe mit Sicherheitsfunktionen bezogen auf eine Achse oder Verwendung sicherer Eingänge an einer Erweiterungsbaugruppe und Abschaltkanal über Ausgänge einer Erweiterungsbaugruppe



$$PFH_{SMX100} = PFH_{SMX100-X} + PFH_{SMX1XX_IN} + PFH_{SMX1XX_OUT}$$

- e) 1..N Achsbaugruppen mit Sicherheitsfunktionen für achsübergreifende Funktionalität (z.B. X-/Y-Bereichsabsicherung) oder Verwendung sicherer Eingänge an mehreren Erweiterungsbaugruppe mit Wirkung auf eine einzelne Sicherheitsfunktion und Abschaltkanal über Ausgänge einer Erweiterungsbaugruppe



$$PFH_{SMX100} = PFH_{SMX100-X} + N * PFH_{SMX1XX_IN} + PFH_{SMX1XX_OUT}$$

Für die Ermittlung des PFH_{SMX100} für das SMX100-System sind für die Teilsysteme $PFH_{SMX100-X}$, PFH_{SMX1XX_IN} , PFH_{SMX1XX_OUT} die in Kapitel 3.2 angegebenen Kenndaten anzusetzen.

Kenndaten:

Siehe 11.2. [Sicherheitstechnische Kenndaten](#)

Sicherheitshinweis:

- Die spezifischen sicherheitstechnischen Kenndaten der jeweiligen Baugruppen sind den techn. Kenndaten aus Kapitel 3 zu entnehmen.
- Bei Verwendung von mehreren Sensoren unterschiedlicher Funktion (z.B. Stellungsanzeige Zugangstür + Geschwindigkeitserfassung) für eine Sicherheitsfunktion (z.B. sicher reduzierte Geschwindigkeit bei geöffneter Zugangstür) sind diese für die sicherheitstechnische Beurteilung des Gesamtsystems als Reihenschaltung aufzufassen. Siehe hierzu Berechnungsbeispiel im Anhang.
- Die Sicherheitsvorschriften und EMV-Richtlinien müssen beachtet werden.
- In Bezug auf die getroffenen Fehlerausschlüsse ist auf die Tabellen unter D im Anhang der EN ISO 13849-2 verwiesen.
- Für die sicherheitstechnische Beurteilung des Gesamtsystems können die im Kapitel 3 angegebenen Kenndaten für das Teilsystem PES angesetzt werden (z.B. PL e und PFH-Wert nach Tabelle für Nachweis gemäß EN ISO 13849-1)

Die im folgendem dargestellten Beispiele und deren charakteristische Architektur sind maßgeblich verantwortlich für die Zuordnung in eine Kategorie nach EN ISO 13849-1.

Die sich daraus ergebenden maximal möglichen Performance Levels nach EN ISO 13849-1 sind weiterhin abhängig von folgenden Faktoren der externen Bauteile:

- Struktur (einfach oder redundant)
- Erkennung von Fehlern gemeinsamer Ursache (CCF)
- Diagnosedeckungsgrad bei Anforderung (DC_{avg})
- Zeit bis zum gefährlichen Ausfall eines Kanals ($MTTF_D$)

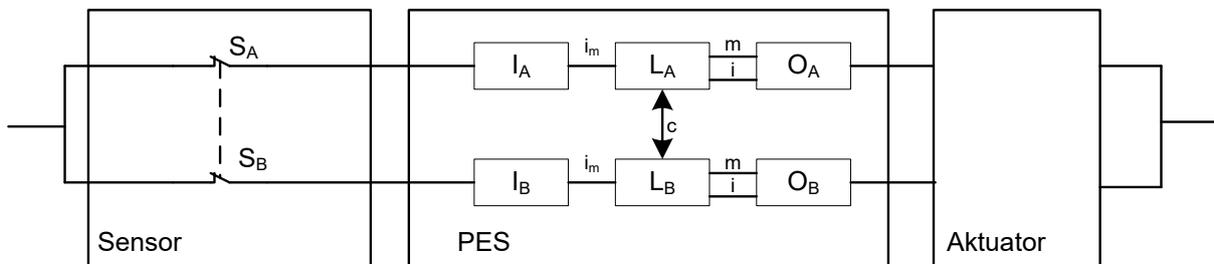
4.2 Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung für angeschlossene Sensorik

Die SMX100-Baugruppen verfügen über jeweils komplett getrennte Signalverarbeitungspfade für jeden Sicherheitseingang. Dies gilt sowohl für die digitalen als auch die analogen Eingänge. Weiterhin sind jeweils Maßnahmen zur Erzielung möglichst hoher DC-Werte implementiert.

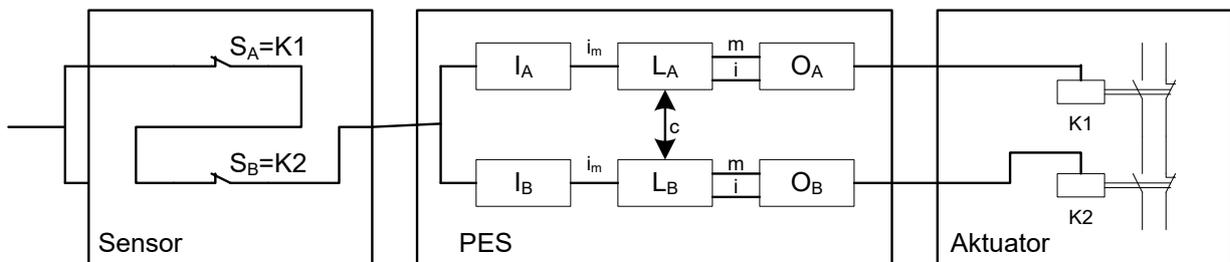
4.2.1 Digitale Sensoren

Die digitalen Eingänge sind mit Ausnahme der elektromechanischen Eingangsklemme grundsätzlich vollständig redundant ausgeführt. Nachfolgend sind die Details zur Einordnung, dem DC und dem erzielbarem PL bzw. SIL aufgelistet.

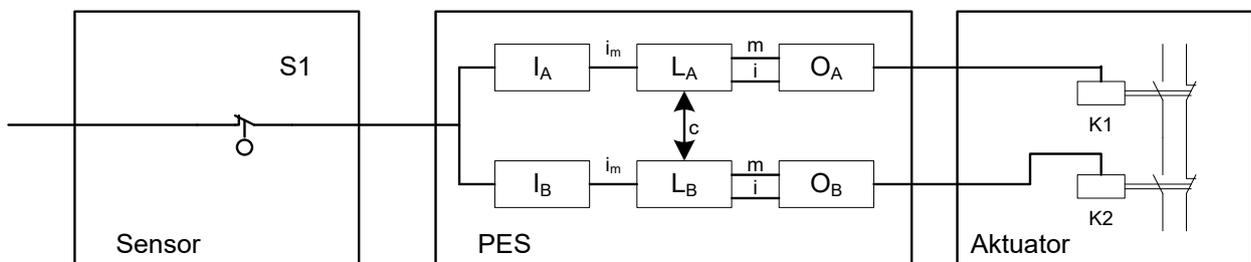
4.2.1.1 Charakteristik der Sensoren / Eingangselemente



Zweikanaliges Eingangselement in Parallelschaltung (Cat. 4, Fehlertoleranz 1) mit hohem DC durch Signalverarbeitung in zwei Kanälen und Diagnose mittels Kreuzvergleich in der PES



Zweikanaliges Eingangselement in Serienschaltung (Cat. 4, Fehlertoleranz 1) mit niedrigen bis mittleren DC durch Signalverarbeitung in zwei Kanälen und Diagnose mittels zyklischer Testung



Einkanaliges Eingangselement und zweikanaliger Verarbeitung mit niedrigen bis mittleren DC durch Signalverarbeitung in zwei Kanälen und Diagnose mittels zyklischer Testung, PL / SIL abhängig von zulässigen Fehlerausschlüssen und Testrate des Eingangselements.

4.2.1.2 DC digitale Sensoren/Eingänge

Die SMX100-Baugruppen gewährleisten weitreichende Diagnosefunktionen für das Eingangsteilsystem. Diese werden ständig, bzw. optional (Querschlussüberwachung mittels Pulserkennung, Kreuzvergleich, 2- oder mehrkanaliger Sensor mit/ohne Zeitüberwachung, Anlaufstest) ausgeführt.

Ständig aktive Diagnosefunktionen:

Kreuzvergleich:

Die Eingänge der SMX-Baugruppen sind grundsätzlich intern zweikanalig ausgeführt. Der Status der Eingangssignale wird ständig kreuzweise verglichen. Nur bei High-Signal in beiden Eingangsteilsystemen wird auf High-Status des Eingangs erkannt, bei Abweichung des Signalpegels zwischen beiden Kanälen wird der Eingang auf Low-Status gesetzt.

Dynamischer Test der Schaltschwellen des Eingangsteilsystems:

Die Schaltschwellen für das Erkennen des High-Pegels werden zyklisch, mit hoher Rate getestet. Bei Unterschreiten des definierten Schwellwertes wird ein Baugruppen-Alarm ausgelöst.

Dynamischer Test der Schaltbarkeit des Eingangsteilsystems:

Die Schaltbarkeit des Eingangsteilsystems auf Low-Pegel wird für alle Eingänge mit Ausnahme DI05 — DI08 zyklisch, mit hoher Rate getestet. Bei Unterschreiten des definierten Schwellwertes wird ein Baugruppen-Alarm ausgelöst.

Durch Parametrierung aktivierbare Diagnosefunktionen:

Querschlusstest:

Die SMX-Baugruppen verfügen über Pulssignalausgänge, welchen eine eindeutige Signatur eingepreßt wird. Bei Nutzung des Querschlusstest sind die Schaltelemente der digitalen Sensoren / Eingangselementen über die Pulssignalausgänge von der SMX-Baugruppe mit Hilfsspannung zu versorgen. Die Signatur wird somit dem High-Signalpegel der Sensoren / Eingangselemente eingepreßt und von der SMX-Baugruppe geprüft. Durch die Signaturprüfung können Kurz- oder Querschlüsse nach High-Signal erkannt werden. Mit alternierender Verwendung der Pulssignale bei Mehrfachkontakten, parallelen Signalleitungen oder benachbarter Klemmenbelegung werden Querschlüsse zwischen den entsprechenden Eingangssignalen erkannt.

Sensoren / Eingangselemente mit 2- oder mehrpoligen Kontakten ohne Zeitüberwachung:

Den Sensoren/Eingangselementen können mehrere Kontakte zugeordnet werden. Diese entsprechen somit mindestens 2-kanaligen Elementen. Ein High-Pegel des Sensors/Eingangselements erfordert eine logische Reihenschaltung beider Kontakte.

Beispiel 1:

Eingangselement mit 2 Öffner: High-Pegel wenn beide –Kontakte geschlossen

Beispiel 2:

Eingangselement mit 1 Öffner und 1 Schließer: High-Pegel wenn Schließer betätigt und Öffner unbetätigt.

Sensoren / Eingangselemente mit 2- oder mehrpoligen Kontakten mit Zeitüberwachung:

Gleiche Prüfung wie vor jedoch zusätzlich Überwachung der Eingangssignale auf Übereinstimmung der definierten Pegelzusammenhänge innerhalb eines Zeitfensters von 0,5s. Bei differieren der Pegel über einen Zeitraum > 0,5s wird ein Baugruppen-Alarm ausgelöst.

Starttest:

Mit jedem Einschalten der Sicherheitsbaugruppe (=SMX-Baugruppe) muss ein Test des Eingangselements in Richtung Low-Signalstatus (=definierter Safe-Status) durchgeführt werden, z.B. Betätigen des Not-Aus-Tasters oder einer Türverriegelung nach Anlagenstart.

Betriebliche / Organisatorische Tests:

Über die vorstehend angeführten Diagnosemaßnahmen der SMX-Baugruppen hinaus kann in der Applikation eine zyklische Testung durchgeführt werden. Diese Tests können bei der Beurteilung des DC mit herangezogen werden.

Hinweis:

Die betrieblichen/organisatorischen Tests können auch auf eine Kombination von Hardwareeingängen und funktionale Eingänge (über Standard-Feldbus übertragene Eingangsinformationen) angewendet werden. Eine exklusive Verwendung von funktionalen Eingängen ist in diesem Zusammenhang jedoch ausgeschlossen (Kombination aus zwei oder mehr funktionalen Eingängen)

Die SMX Baugruppen gewährleisten somit weitreichende Diagnosefunktionen für das Eingangsteilsystem. Diese werden ständig, bzw. optional (Querschlossüberwachung mittels Pulskenntung) ausgeführt.

Für die sicherheitstechnische Beurteilung des Gesamtsystems können somit grundsätzlich folgende Diagnosen für die Eingangs-Sensorik herangezogen werden:

Charakteristik Eingangselement	Parametrierte / betriebliche Tests				DC	Definition der Maßnahme	Anmerkung
	Querschlusstest	Mit Zeitüberwachung	Starttest	Zyklischer Test im Betrieb			
Einkanlig			O	O	>60	Zyklischer Testimpuls durch dynamische Änderung der Eingangssignale	Ausreichend hohe Testrate muss gewährleistet sein
	X				90	Zyklischer Testimpuls durch dynamische Änderung der Eingangssignale	Nur wirksam, wenn Pulszuordnung aktiv
	X		O	O	90-99	Zyklischer Testimpuls durch dynamische Änderung der Eingangssignale	DC von Häufigkeit des Start- / zyklischen Test abhängig DC = 90 Test nur in Abständen > 4 Wochen DC = 99 Test mind 1 x Tag/ bzw. 100-fach Anforderungsrate
Zweikanlig					90	Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit dynamischem Test, wenn Kurzschlüsse nicht bemerkt werden können (bei Mehrfach-Ein-/Ausgängen)	Bei Fehlerausschluss Kurzschluss bis DC=99 möglich
			O	O	90-99	Zyklischer Testimpuls durch dynamische Änderung der Eingangssignale	DC von Häufigkeit des Start- / zyklischen Test abhängig
	X				99	Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit unmittelbarem und Zwischenergebnissen in der Logik (L) und zeitlich und logische Programmablauf überwachung und Erkennung statischer Ausfälle und Kurzschlüsse (bei Mehrfach-Ein-/Eingängen)	Nur wirksam, wenn Pulszuordnung aktiv
		X			99	Plausibilitätsprüfung, z. B. Verwendung der Schließ- und Öffnerkontakte = antivalenter Signalvergleich von Eingangselementen	Nur wirksam in Verbindung mit aktivierter Zeitüberwachungsfunktion für Eingangselement

X: Diagnosemaßnahme aktiviert

O: mind. 1 Diagnosemaßnahme aktiviert

⚠️ Sicherheitshinweis:

- Für eine sicherheitstechnische Beurteilung des Teilsystems Sensorik sind die Herstellerangaben (MTTF_D, FIT-Zahlen etc.) heranzuziehen.
- Die in der Tabelle angeführten DC-Werte sind konservativ anzusetzen und die Einhaltung der Randbedingungen (siehe Tabelle unter „Anmerkungen“) zu gewährleisten.
- Fehlerausschlüsse sind nach den einschlägigen Normen zulässig. Die dabei angeführten Randbedingungen sind dauerhaft zu gewährleisten.
- Wenn mehrere Sensorsysteme zur ordnungsgemäßen Funktion einer einzelnen Sicherheitsfunktion erforderlich sind, sind deren Teilwerte jeweils korrekt nach gewähltem Verfahren zusammenzuführen.

4.2.1.3 Klassifizierung der Digitalen Sicherheitseingänge

4.2.1.3.1 Digitale Eingänge DI01 ... DI14

Digitale Eingänge	Erreichbarer Performance Level	Bemerkung
DI01 ... DI04 DI09 ... DI12	PL e	Geeignet für alle Arten von Eingangselementen, mit / ohne Pulse, erreichbarer PL abhängig von MTTF _d des Eingangselements sowie Fehlerausschlüssen in der externen Verkabelung
DI05 ... DI08	PL e	Einkanalig mit Pulse: - Überwiegend High-Pegel erforderlich ($T_{High} > 100 * T_{Low}$) - Mindestens eine Anforderung/Tag durch Applikation bedingt - Fehlererkennung bei Anforderung
	PL d	Einkanalig ohne Pulse: - Fehlerausschluss Kurzschluss zwischen den Signalen und nach VCC - Fehlererkennung bei Anforderung
	PL e	Zweikanalig: - Mindestens eine Anforderung/Tag durch Applikation bedingt - Fehlererkennung bei Anforderung
DI13, DI14	PL e	Verwendung von Puls1 und Puls2
	PL d	Ohne Puls / mit Puls1 oder 2 an beiden Eingängen Fehlererkennung bei Anforderung

4.2.1.3.2 Digitale Eingänge (EAEx)

Digitale Eingänge	Erreichbarer Performance Level	Bemerkung
EAEx		Ohne Puls, einkanalig statisches Signal -> Hilfeingang
	PL e	Ohne Puls, zweikanalig statisches Signal - Mindestens eine Anforderung/Tag durch Applikation bedingt - Fehlererkennung nur bei Anforderung
	PL d	Ohne Puls, zweikanalig statisches Signal - Weniger als eine Anforderung/Tag durch Applikation bedingt
	PL e	Einkanalig mit Pulse - Überwiegend High-Pegel erforderlich ($T_{High} > 100 * T_{Low}$) - Mindestens eine Anforderung/Tag durch Applikation bedingt - Fehlererkennung nur bei Anforderung
	PL d	Einkanalig mit Pulse - Weniger als eine Anforderung/Tag
	PL e	Zweikanalig mit Puls1 und Puls2

Hinweis:

Der erzielbare PL für eine Kombination aus HW-Eingängen und funktionalen Eingänge ist abhängig von den gewählten betrieblichen/organisatorischen Tests sowie der Unabhängigkeit beider Kanäle im Systemaufbau. Für die Bestimmung des PL ist eine applikationsbezogene Analyse erforderlich.

4.2.1.4 Anschlussbeispiele digitale Sensoren /Eingangselemente

4.2.1.4.1 Einkanaliges Eingangselement, ohne Querschussprüfung

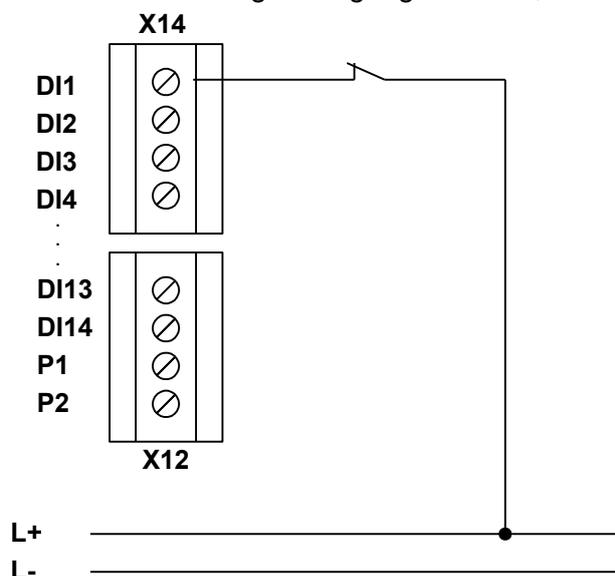


Bild: Einkanaliger Sensor, ohne Querschussprüfung

Der einkanalige Sensor wird ohne Pulsen, bzw. ohne Querschussprüfung an die SMX100 angeschlossen. Diese Bauart ist für Sicherheitsanwendungen nicht zu empfehlen. Es kann max. PL b nach EN ISO 13849-1 erreicht werden.

4.2.1.4.2 Einkanaliger Sensor mit Querschussprüfung

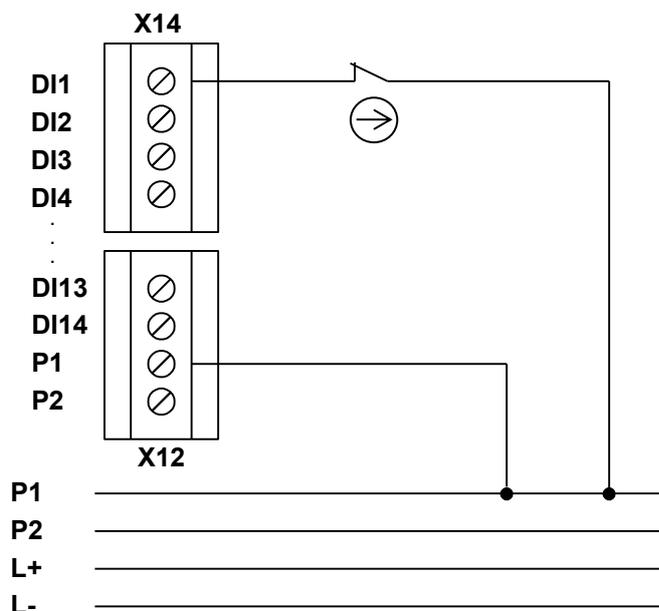


Bild: Einkanaliger Sensor mit Pulsen

Bei Einsatz eines einkanaligen Sensors mit Pulsen wird der Versorgungsanschluss des Schaltelements an den Pulsausgang P1 oder P2 angeschlossen. Anschließend muss die Pulszuordnung auf der SMX100 noch zugeordnet werden.

Die Verwendung eines einkanaligen Sensors mit Pulsen erkennt:

- Kurzschluss auf die Versorgungsspannung DC 24 V
- Kurzschluss auf DC 0 V
- Kabelunterbrechung (Stromunterbrechung ist sicherer Zustand!)

Vorsicht ist hingegen bei einem Kabelkurzschluss zwischen den beiden Anschlüssen des Sensors angebracht, da dieser nicht erkannt wird! Ebenfalls nicht erkannt wird ein Kurzschluss zwischen P1 und DI01.

Aufgrund des 1-kanaligen Charakters des Schaltelements / Sensors ist für dessen Versagen ein Fehlerausschluss erforderlich. Dies ist bei Verwendung von zwangstrennenden Schaltern mit korrekter zwangsläufiger Betätigung zulässig.

Dieser Anwendung gleichgestellt ist eine Reihenschaltung von 2 Schaltelementen mit entsprechendem Fehlerausschluss eines Doppelfehlers (Auftreten zweier Fehler zum selben Zeitpunkt). Dies können z.B. die Sicherheitsausgänge eines elektronischen Überwachungsgeräts (Lichtvorhang, Schalmatte) mit interner 2-kanaliger Abschaltung darstellen.

Bei Verwendung eines geeigneten Schaltelements und sorgfältiger Verkabelung des Sensors kann PL d nach EN ISO 13849-1 erreicht werden. In Sonderfällen, d.h. in Verbindung mit geeigneten Schaltelementen und zulässigen Fehlerausschlüssen kann auch PL e nach EN ISO 13849-1 erzielt werden.

Sicherheitshinweis:

- PL d oder höher nach EN ISO 13849-1 wird erreicht, wenn der Kurzschluss zwischen Eingang und zugehörigem Pulsausgang sowie der Kurzschluss zwischen den Sensoranschlüssen ausgeschlossen werden kann. Dabei ist zu beachten, dass der Schalter im Fehlerfall zwangsöffnend nach EN 60947-5-1 sein muss. Zusätzlich muss der Sensor in regelmäßigen Abständen ausgelöst und die Sicherheitsfunktion angefordert werden. Fehlerausschlüsse können gemäß EN ISO 13849-2 Tabelle D8 erzielt werden. Bei einkanaliger Verwendung der Eingänge ist das erreichbare Sicherheitsniveau kann SIL 2 bzw. PL d eingeschränkt, wenn in nicht regelmäßigen Abständen eine Anforderung der Sicherheitsfunktion erfolgt.
- Eine Reihenschaltung von 2 Schaltelementen mit Fehlerausschluss Doppelfehler bedingt eine Prüfung auf Eignung nach dem angestrebten Sicherheitsniveau für dieses Element. Auf die einschlägigen Regelungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wird hingewiesen.
- Bei einkanaligen Sensoren ist grundsätzlich eine sicherheitstechnische Verwendung der Eingänge nur in Verbindung mit den Pulsausgängen vorgesehen.

4.2.1.4.3 Zweikanaliger Sensor ohne Zeitüberwachung mit Querschchlussprüfung

Fehler werden mindestens bei Anforderung erkannt. Der DC ist mittel und kann durch Verwendung zyklischer Tests (Starttests, betriebliche/organisatorische Tests) je nach Testhäufigkeit bis zur Einstufung hoch verändert werden.

Für Sicherheitsanwendungen sind hierzu ausschließlich Öffner Kontakte zu verwenden.

PL d nach EN ISO 13849-1 kann erreicht werden bei Verwendung von Sensoren / Schaltelementen mit Fehlerausschluss für das Nichtöffnen der Schaltkontakte. Dies ist bei Verwendung von zwangstrennenden Schaltern mit korrekter zwangsläufiger Betätigung zulässig. Ebenfalls zulässig ist die Verwendung von Sensoren mit selbstüberwachenden Ausgangskontakten.

PL e nach EN ISO 13849-1 kann erreicht werden bei Verwendung von diversitären Sensoren / Eingangselementen mit ausreichend hohem MTTFd in Verbindung mit einer zeitlichen Plausibilitätsüberwachung und ausreichend hoher Änderung des Schaltzustands = dynamische Testung.

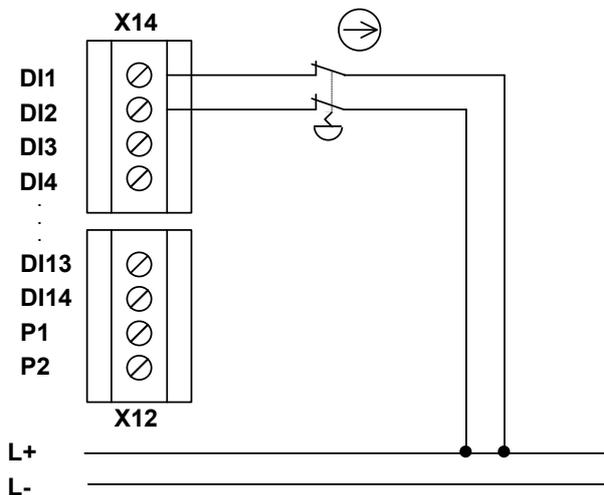


Bild: zweikanaliger Sensor homogen ohne Pulse, mit Zwangstrennung

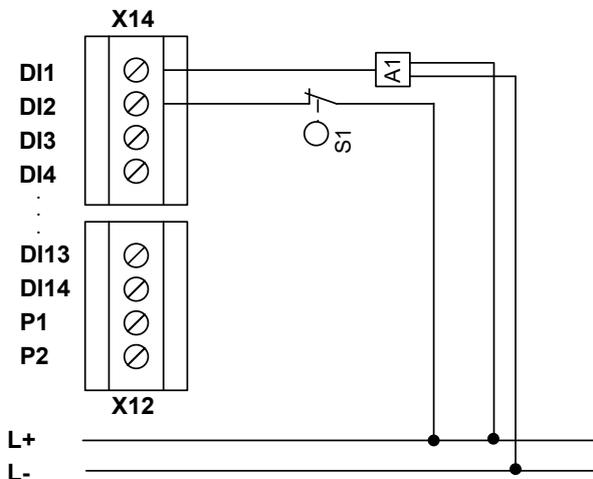


Bild: zweikanaliges Eingangselement diversitär, ohne Pulse

⚠ Sicherheitshinweis:

- PL d oder höher nach EN ISO 13849-1 wird erreicht bei Verwendung von Schaltelementen / Sensoren mit zwangsöffnenden Kontakten bzw. zwangsläufiger Betätigung nach EN 60947-5-1
- PL e nach EN ISO 13849-1 wird erreicht bei Verwendung von diversitären Eingangselementen mit ausreichend hohem MTTFd und ausreichender Testung durch betrieblich gewährleistete Dynamisierung des Schaltzustands in Verbindung mit einer zeitlichen Plausibilitätsüberwachung.
- Die zeitliche Plausibilitätsüberwachung muss in der Zeitdauer kleiner dem kürzesten Schaltzustand im Betrieb gewählt werden. Eine Verwendung von Geräten für dessen Schaltelementen der Fehlerausschluss Doppelfehler für das angestrebte Sicherheitsniveau getroffen werden kann, ist zulässig. Auf die einschlägigen Regelungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wird hingewiesen.

4.2.1.4.4 Zweikanaliger Sensor mit Zeitüberwachung und Querschchlussprüfung

Durch Verwendung von zwei unabhängigen Pulssignalen am homogenen Sensor können alle Querschlüsse, sowie Verbindungen nach DC 24 V und DC 0 V erkannt werden.

PL d oder höher nach EN ISO 13849-1 kann erreicht werden bei:

- Verwendung von Sensoren / Schaltelementen mit zwangsläufiger Betätigung.
- Verwendung von 2 Sensoren / Schaltelementen mit unabhängiger Betätigung
- dto. Jedoch mit Betätigung über eine gemeinsame Betätigungseinrichtung in Zusammenhang mit einem Fehlerausschluss für diese Einrichtung.

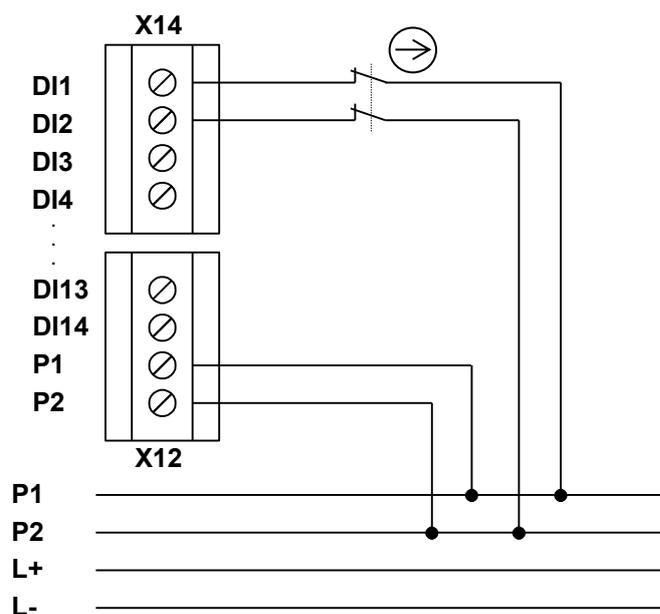


Bild: zweikanaliger Sensor homogen mit Pulsen

Sicherheitshinweis:

- PL d oder höher nach EN ISO 13849-1 wird erreicht bei Verwendung von Schaltelementen / Sensoren mit zwangsläufiger Betätigung
- Bei Verwendung von zwei unabhängigen Sensoren mit unabhängiger Betätigung kann PL d oder höher nach EN ISO 13849-1 erreicht werden
- Bei Verwendung von gemeinsamen Elementen in der Betätigungskette ist hierfür ein Fehlerausschluss erforderlich. Die entsprechenden Einschränkungen und Kriterien nach EN 13849-1 sind hierfür zu beachten.

4.2.1.5 Übersicht erreichbarer PL für digitale Sicherheitseingänge

Typ des Sensors / Eingangselement	Eingang	Parametrierte / betriebliche Tests				Erreichbarer PL nach EN ISO 13849-1	Fehlerausschluss für Eingangselement	Bedingung für Eingangselement	
		Querschlusstest	Mit Zeitüberwachung	Starttest	Zyklischer Test im Betrieb				
Einkanlig	DI01..DI14					b		Betriebsbewährtes Eingangselement	
				O	O	d	Alle Fehler am Eingangselement Kurzschluss am Eingang/Signalleitung	MTTF _D = hoch Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung	
	DI01..DI04 DI09..DI12					e	Alle Fehler am Eingangselement Kurzschluss am Eingang/Signalleitung	Eingangselement entspricht mind. PI r Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung	
	Alle	X					d	Hängenbleiben Kurzschluss am Eingang/Signalleitung	Überwiegend High-Pegel erforderlich (T _{High} > 100 * T _{Low}). Zwangstrennend, MTTF _D = hoch Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung
		X		O	O		e	Alle Fehler am Eingangselement Kurzschluss am Eingang/Signalleitung	Eingangselement entspricht mind. PI r Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung MTTF _D = hoch
Zweikanlig Parallel	Alle					d	Kurzschluss zwischen Eingang/Signalleitung	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung MTTF _D = mittel	
		X				e		MTTF _D = hoch	

Typ des Sensors / Eingangselement	Eingang	Parametrierte / betriebliche Tests				Erreichbarer PL nach EN ISO 13849-1	Fehlerausschluss für Eingangselement	Bedingung für Eingangselement
		Querschlusstest	Mit Zeitüberwachung	Starttest	Zyklischer Test im Betrieb			
Zweikanalig Parallel	Alle		X			e	Kurzschluss zwischen Eingang/Signalleitung (nur bei gleichen Schaltelementen = 2xS oder 2xÖ)	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung MTTF _D = hoch
Zweikanalig Seriell	DI01..DI04 DI09..DI12					d	Kurzschluss am Eingang/Signalleitung Hängenbleiben / Zwangstrennend	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung MTTF _D = mittel
				O	O	e	Kurzschluss am Eingang/Signalleitung	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung MTTF _D = hoch
	Alle			O	O	d	Kurzschluss am Eingang/Signalleitung	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung MTTF _D = mittel
		X		O	O	e		MTTF _D = hoch

X: Diagnosemaßnahme aktiviert

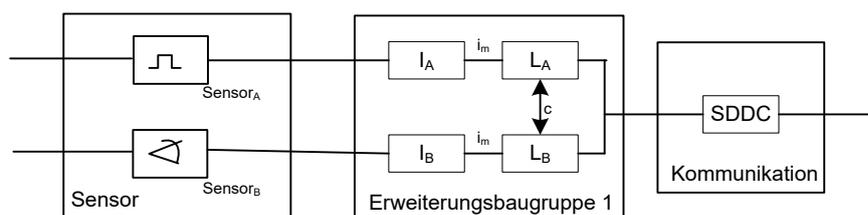
O: mind. 1 Diagnosemaßnahme aktiviert

4.2.2 Sensoren für Geschwindigkeits- und/oder Positionserfassung

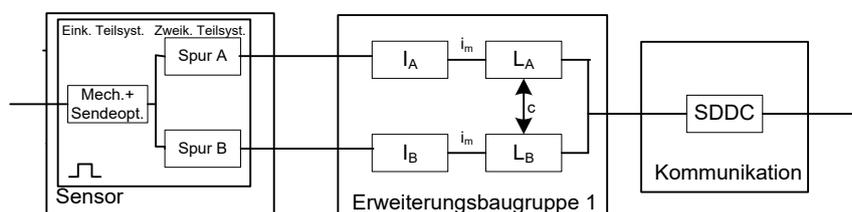
4.2.2.1 Allgemeiner sicherheitstechnischer Aufbau Sensorinterface für Position und/oder Geschwindigkeit

Die Erweiterungsbaugruppen der SMX100 Baureihe verfügen optional über jeweils eine (SMX111, SMX112, SMX121, SMX122) bzw. zwei Encoder-Schnittstellen (SMX111-2, SMX112-2, SMX121-2, SMX122-2) pro Achse.

Je nach Encodertyp und –kombination sind unterschiedliche Sicherheitsniveaus zu erreichen. Für das entsprechende Teilsystem ergibt sich folgende Systembetrachtung:



Zweikanaliges Sensorsystem mit getrennter Signalverarbeitung in zwei Kanäle, Diagnose durch Quervergleich in der PES



Sensorsystem mit ein- und zweikanaligem Teilsystem (Beispiel Inkrementalencoder). Diagnose durch getrennte Signalverarbeitung in zwei Kanäle und Quervergleich in der PES sowie weiteren spezifischen Diagnosen.

4.2.2.2 Allgemeine Diagnosemaßnahmen für Encoderinterface

Zur Fehlererkennung im Sensorsystem sind in der SMX-Baureihe in Abhängigkeit des gewählten Encodertyps bzw. deren Kombination eine Reihe von Diagnosemaßnahmen implementiert. Deren Aktivierung erfolgt automatisch mit Auswahl des Encodertyps.

Grundsätzlich können die Diagnosemaßnahmen bezüglich ihrer Art und Wirksamkeit gemäß nachstehender Tabelle klassifiziert werden:

Diagnosen für Sensoren zur Position- und/oder Geschwindigkeitserfassung:

Maßnahme	DC	Anmerkung	Verwendung
Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit unmittelbarem und Zwischenergebnissen in der Logik (L) und zeitlich und logische Programmlaufüberwachung und Erkennung statischer Ausfälle und Kurzschlüsse (bei Mehrfach-Ein-/Eingängen)	99%	Nur anzuwenden auf: - zweikanalige Sensorsysteme (2 getrennte Sensoren), - das zweikanalige Teilsystem von einkanaligen Sensoren (Inkrementalencoder) - Diagnose für das ein- und zweikanalige Teilsystem von speziell geeigneten Sensorsystemen (SIN/COS-Encoder, Resolver) - Dynamischen Betrieb / keine Stillstandsüberwachung	Überwachung 2-kanaliger Sensorsystemen bzw. das entsprechende Teilsystem von Sensoren für den dynamischen Betrieb Nicht zu verwenden für Stillstandsüberwachung!
Kreuzvergleich von Eingangssignalen ohne dynamischem Test	80-95%	DC ist abhängig von Häufigkeit des dynamischen Zustands, d.h. Stillstand oder Bewegung und von der Qualität der Überwachungsmaßnahme (80 - 90% für Inkrementalencoder, 95 % für SIN/COS-Encoder)	Überwachung 2-kanaliger Sensorsystemen bzw. das entsprechende Teilsystem von Sensoren für den nicht-dynamischen Betrieb. Zu verwenden insbesondere für Stillstandsüberwachung!
Überwachung einiger Merkmale des Sensors (Ansprechzeit, der Bereich analoger Signale, z. B. elektrischer Widerstand, Kapazität)	60%	Diagnose von spezifischen Merkmalen von Sensoren, nur für Geschwindigkeits- und Positionssensoren nach Kapitel 4.2.2.3 ansetzbar	Überwachung des einkanaligen Teilsystems von einkanaligen Sensorsystemen

4.2.2.3 Encodertypen und deren Kombinationen, Diagnosekenndaten

Typ <i>Encoder an Interface X31/32</i>	Typ <i>Encoder an Interface X33/34</i>	Typ <i>Encoder an X23</i>	<i>Sichere Geschw.</i>	<i>Sichere Richt.</i>	<i>Sichere absolute Position</i>	<i>Fehlerausschluss</i>	<i>DC</i>		
							<i>1-kanaliges Teilsystem</i>	<i>2-kanaliges Teilsystem dynamisch</i>	<i>2-kanaliges Teilsystem nicht-dynamisch (Stillstandsüberwachung)</i>
NC	NC	1 x Proxi + 1 x Proxi	X			Betätigungsaktor ***)	n.a.	99%	80-90%
Inkremental	NC	NC	X			Mech. Geberanbindung ^{*)} Codescheibenbefestigung **)	60%	99%	80-90%
Inkremental	Inkremental	NC	X	X			n.a.	99%	95%
Inkremental	NC	1 x Proxi	X				n.a.	99%	90-95%
Inkremental	NC	2 x Zähler Proxi 90°	X	X			n.a.	99%	90-95%
Inkremental	SIN/COS	NC	X	X			n.a.	99%	99%
Inkremental	HTL	NC	X	X			n.a.	99%	90-95%
Inkremental	Resolver	NC	X	X			n.a.	99%	99%
Inkremental	SSI	NC	X	X	X		n.a.	99%	90-95%
SIN/COS	NC	NC	X	X		Fehlerausschluss mech. Wellenbruch, formschlüssige Geberwellenverbindung erforderlich	90%	99%	90-95%

Typ <i>Encoder an Interface X31/32</i>	Typ <i>Encoder an Interface X33/34</i>	Typ <i>Encoder an X23</i>	Sichere Geschw.	Sichere Richt.	Sichere absolute Position	Fehlerausschluss	DC		
							1-kanaliges Teilsystem	2-kanaliges Teilsystem dynamisch	2-kanaliges Teilsystem nicht-dynamisch (Stillstandsüberwachung)
SIN/COS	Inkremental	NC	X	X			n.a.	99%	95-99%
SIN/COS	NC	1 x Proxi	X	X			n.a.	99%	90-95%
SIN/COS	NC	2 x Zähler Proxi 90°	X	X			n.a.	99%	95-99%
SIN/COS	HTL	NC	X	X			n.a.	99%	95-99%
SIN/COS	Resolver	NC	X	X			n.a.	99%	99%
SIN/COS	SSI	NC	X	X	X		n.a.	99%	95-99%
SSI	NC	2 x Zähler Proxi 90°	X	X	X		n.a.	99%	90-95%
SSI	SIN/COS	NC	X	X	X		n.a.	99%	95-99%
SSI	Resolver	NC	X	X	X		n.a.	99%	95-99%
SSI	SSI	NC	X	X	X		n.a.	99%	90-95%
NC	SIN/COS	NC	X	X		Mech. Geberanbindung ^{*)} Codescheibenbefestigung ^{**)}	60% / 90% ^{*)**)}	99%	90-95%
NC	Resolver	NC	X	X		Mech. Geberanbindung ^{*)} Codescheibenbefestigung ^{**)}	60 / 90% ^{*)**)}	99%	90-95%

Typ	Typ	Typ				Fehlerausschluss	DC
-----	-----	-----	--	--	--	------------------	----

<i>Encoder an Interface X31/32</i>	<i>Encoder an Interface X33/34</i>	<i>Encoder an X 23</i>	<i>Sichere Geschw.</i>	<i>Sichere Richt.</i>	<i>Sichere Position</i>		1-kanaliges Teilsystem	2-kanaliges Teilsystem dynamisch	2-kanaliges Teilsystem nicht-dynamisch (Stillstandsüberwachung)
NC	HTL	NC	X			Mech. Geberanbindung ^{*)} Codescheibenbefestigung ^{**)}	60%	99%	80-90%
NC	SSI	2 x Zähler Proxi 90°	X	X	X		n.a.	99%	90-95%

*) Für die mechanische Verbindung kann ein Fehlerausschluss getroffen werden mit dem Hinweis „... für die Wellen-Nabenverbindung der Geberachse sind nur formschlüssige Verbindungen zulässig, Ersatzweise können auch andere Verbindungsformen verwendet werden, wenn sie den Sicherheitsanforderungen genügen. Für deren Zuverlässigkeit in Bezug auf das angestrebte Sicherheitsniveau muss in jedem Fall ein nachvollziehbarer Nachweis (z. B.: Überdimensionierung bei formschlüssiger Wellen-Nabenverbindung) geführt werden. Die entsprechenden Hinweise zum Fehlerausschluss in der Norm EN/IEC 61800-5-2, Anhang D.3.16 (Tabelle D.8) sind zu beachten.“

Bei für Sicherheitsanwendungen geeigneten SINCOS-Encoder (siehe Hinweise hierzu unter...) kann für die einkanalige Sende-LED ein DC von 90% angesetzt werden.

**) Die Verbindung Codescheibe / Welle sowie die Sensorverkörperung sind im Einzelnen zu analysieren. Für einen möglichen Fehlerausschluss sind die einschlägigen Hinweise in der Norm EN/IEC 61800-5-2, Anhang D.3.16 (Tabelle D.8) zu beachten.

***) Für die Drehzahlerfassung mittels Proxi sind der Betätigungsaktor sowie die Befestigung des Proxi hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit zu analysieren. Für einen möglichen Fehlerausschluss sind die einschlägigen Hinweise in der Norm EN/IEC 61800-5-2, Anhang D.3.16 (Tabelle D.8) sinngemäß anzuwenden.

Weitere einkanalige Teile für die die 60% gelten:
 Spannungsversorgung
 Codescheibenbefestigung
 Mechanik der Opto-Empfänger (nicht SINCOS)
 Codescheibe

4.2.2.4 Spezifische Diagnosemaßnahmen in Bezug auf verwendeten Encodertyp

Encodertyp		Überwachung Versorgungsspannung	Differenzpegelüberwachung	SIN/COS Plausibilitätsüberwachung	Überwachung Signalpegel Eingang	Überwachung der zulässigen Quadranten	Überwachung des Zählsignals getrennt für Spur A/B	Überwachung des Übertragungsverhältnis Referenzsignal / Messsignal	Frequenzüberwachung des Referenzsignals	Spannungsüberwachung des Referenzsignals	Formfaktoranalyse Messsignal	Plausibilitätstest Positionssignal versus Geschwindigkeit	Überwachung Clk-Frequenz
Interface X 31/32, X23	Inkremental	X	X				X						
	SIN/COS	X		X									
	SSI	X	X										
	Proxi 2 x Zähleingang	X											
	Proxi 1 x Zähleingang	X											
Interface X 33/34	Inkremental	X	X		X		X						
	HTL		X		X								
	Resolver			X		X		X	X	X	X		
	SIN/COS	X		X		X ¹⁾							
	SSI	X	X									X	X

1) Nur im High-Resolution Mode

4.2.2.5 Sicherheitsgerichtete Abschaltsschwellen Encodersysteme für Positions- und Geschwindigkeitserfassung

Als Basismaßnahme werden zwischen den beiden Messkanälen A und B für Geschwindigkeit und Position der SMX100 Baugruppe Plausibilitätstests mit den aktuellen Werten der Position und Geschwindigkeit durchgeführt und gegen parametrierbare Schwellen getestet.

Die **Abschaltsschwelle Inkremental** beschreibt die tolerierbare Positionsabweichung zwischen den beiden Erfassungskanälen A und B in der Einheit der Messstrecke.

Die **Abschaltsschwelle Geschwindigkeit** beschreibt die tolerierbare Geschwindigkeitsabweichung zwischen den beiden Erfassungskanälen A und B.

Für die Ermittlung der für die Applikation optimalen Parameterwerte stehen Diagnosefunktionen innerhalb des SCOPE-Dialogs des Parametriertools zur Verfügung.

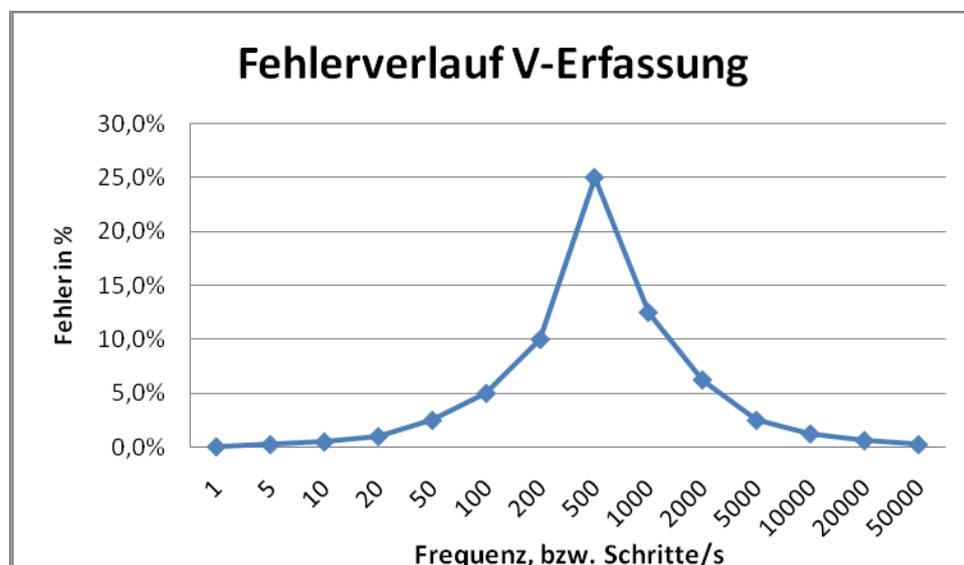
Hinweis:

Geschwindigkeit und Beschleunigung sind erfasste Werte mit einer minimalen digitalen Auflösung.

Dieser Umstand begrenzt die kleinstmögliche Erfassung der Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung und bestimmt die digitale Schrittweite für die Eingabewerte.

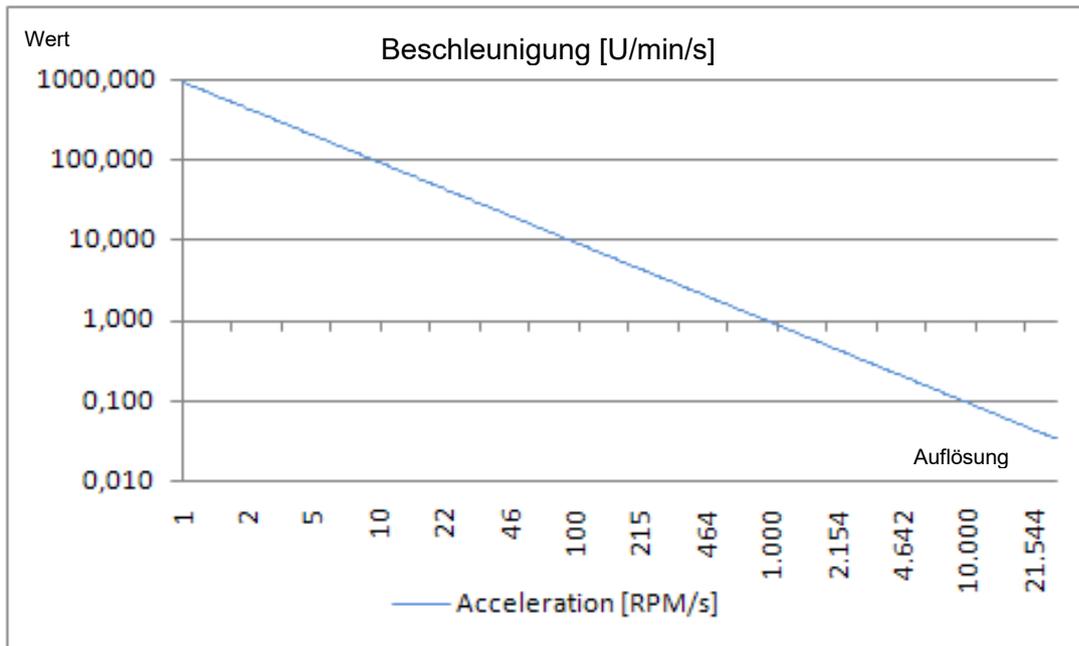
Geschwindigkeitsauflösung:

Die Erfassung der Geschwindigkeit erfolgt bis zu einer Frequenz von 500 Hz bzw. 500 Schritte/s im Frequenzmessverfahren, darunter in einem Zeitmessverfahren. Hieraus ergibt sich der nachfolgend dargestellte Verlauf des Erfassungsfehlers:

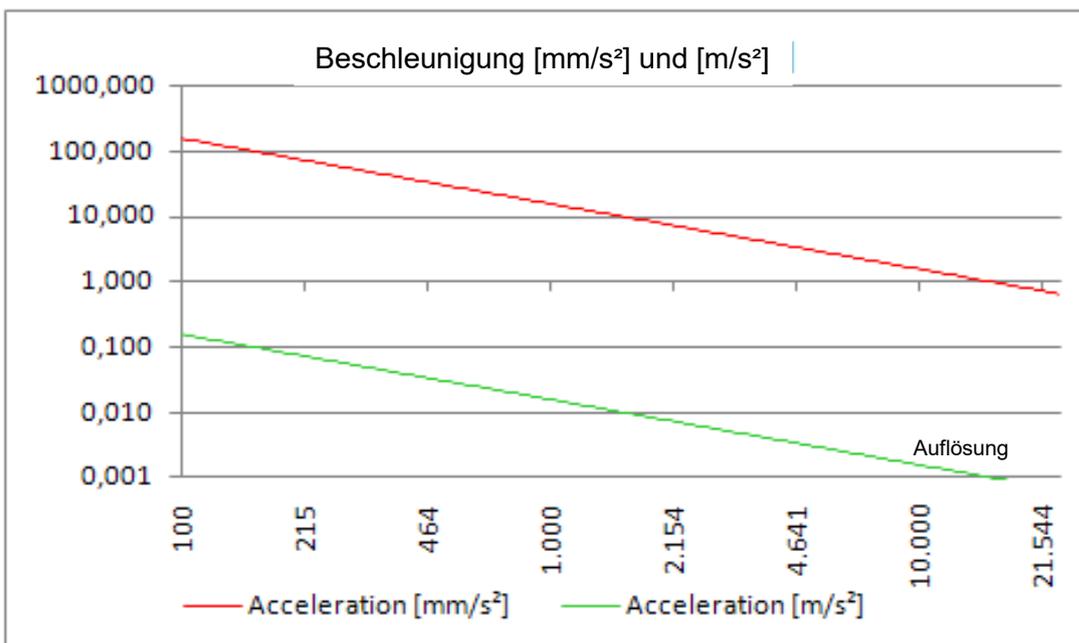


Beschleunigungsauflösung

Die digitale Auflösung der Beschleunigung wird durch die maximale Torzeit von 256 ms und die Auflösung der Encoder beschränkt. Unten aufgeführte Grafiken zeigen die niedrigste, messbare Beschleunigung in Abhängigkeit der Auflösung in Umdrehung/min, mm/s² und m/s².



Grafik Beschleunigungsauflösung, rotatorisch (Werte in U/min/s)



Grafik Beschleunigungsauflösung, linear (Werte in mm/s und m/s²)

⚠️ Sicherheitshinweis:

- Der Fehler kann durch geeignete Wahl der Sensor-Auflösung für den jeweiligen Anwendungsfall optimiert werden.
- Für Applikationen mit begrenzter Auflösung, und/oder Zeitvarianz des Abtastsignals, kann die Funktionsfähigkeit der verwendeten Überwachungsfunktionen durch Einsatz eines Mittelwertfilters verbessert werden. Durch das Mittelwertfilter werden digitale Störanteile der Sensoren „geglättet“. Dies wird jedoch auf Kosten einer erhöhten Reaktionszeit des Gesamtsystems erreicht.

- Die Filterzeit kann variabel zwischen 0 und 64 in Stufen von 8 eingestellt werden. Die Dimension ist „msec“. Für die Ermittlung der Reaktionszeit des Gesamtsystems müssen die Filterzeiten zu den angegebenen Reaktionszeiten des SMX-Systems addiert werden (siehe Kapitel 11).

Sicherheitshinweis:

- Für eine sicherheitstechnische Beurteilung des Teilsystems Sensorik sind die Herstellerangaben (MTTFD, FIT-Zahlen etc.) heranzuziehen.
- Werden durch den Hersteller zur Gewährleistung der angegebenen sicherheitstechnischen Kennwerte spezifische Diagnosen gefordert, so sind diese gemäß vorstehender Tabelle „Spezifische Diagnosemaßnahmen für Positions- und Geschwindigkeitssensoren“ in Bezug auf den spezifischen Geber zu prüfen. Im Zweifel ist eine Abklärung durch den Hersteller erforderlich.
- Die in der Tabelle angeführten DC-Werte sind konservativ anzusetzen und die Einhaltung der Randbedingungen (siehe Tabelle unter „Anmerkungen“) zu gewährleisten.
- Zur Ermittlung des DC-Wertes für Sicherheitsfunktionen mit Stillstandüberwachung ist u.U. eine Abschätzung der Häufigkeit des dynamischen Zustands erforderlich. Als Richtwert kann hier ein DC von 90% angenommen werden.
- Fehlerausschlüsse sind nach den einschlägigen Normen zulässig. Die dabei angeführten Randbedingungen sich dauerhaft zu gewährleisten.
- Wenn mehrere Sensorsystem zur ordnungsgemäßen Funktion einer einzelnen Sicherheitsfunktion erforderlich sind, sind deren Teilwerte jeweils korrekt nach gewähltem Verfahren zusammenzuführen. Dies gilt auch für eine Kombination aus digitalen und analogen Sensoren (z.B. sicher reduzierte Geschwindigkeit bei geöffneter Schutztür = Türkontakt + Encoder für Geschwindigkeitserfassung)
- Durch geeignete Auswahl der Auflösung des Sensorsystems ist eine ausreichende geringe Toleranz in Bezug auf die jeweiligen Abschaltsschwellen der einzelnen Sicherheitsfunktionen zu gewährleisten.
- Bei Verwendung des Encoder-Eingangsfilters ist die Verlängerung der Reaktionszeit bei der Beurteilung der sicherheitstechnischen Funktion zu berücksichtigen.

4.2.2.6 Sicherheitstechnische Bewertung der Encodertypen, Resolver bzw. deren Kombination

Aufgrund der in der SMX-Baureihe implementierten Überwachungsfunktionen werden bei Applikationen mit Encoder-Systemen zunächst keine gesonderten Anforderungen an den inneren Aufbau der Encoder-Elektronik gestellt, d.h. in der Regel kann mit Standardgebern gearbeitet werden.

Generell ist eine sicherheitstechnische Bewertung der Gesamtanordnung zu treffen. Hierbei sind die Angaben des Herstellers des Encoders (FIT, MTTF) sowie der DC aus den Tabellen unter 4.2.2.2 Allgemeine Diagnosemaßnahmen für Encoderinterface heranzuziehen.

Bei Verwendung von Einzelgebern ist mindestens ein Fehlerausschluss für die mechanische Betätigungskette sowie des einkanaligen Teils unter Beachtung der einschlägigen Vorgaben aus EN ISO 13849-1 zu treffen. Die Hinweise unter Kapitel 4.2.2 sind weiter zu beachten.

PL d und höher nach EN ISO 13849-1 wird in der Regel durch eine Kombination aus zwei Encoder mit vorrangig unterschiedlicher Technologie und getrennter mechanischer Anbindung erreicht.

Die Verwendung eines Kompakt-Encoder mit innerem 2-kanaligem Aufbau unterschiedlicher Technologie ist ebenso geeignet für Anwendungen bis PL e nach EN ISO 13849-1 jedoch unter Beachtung der spezifisch erforderlichen Fehlerausschlüsse und deren Zulässigkeit. In der Regel sollten hierfür Geber mit nachgewiesenen sicherheitstechnischen Eigenschaften verwendet werden, deren Sicherheitsniveau mindesten dem geforderten Niveau entspricht.

Sicherheitshinweis:

- Die Verwendung von Standard-Encoder bzw. eine Kombination von Standard-Encoder ist zulässig. Für die Gesamtanordnung bestehend aus Encoder, weiteren Sensoren/Schaltelementen zur Auslösung der Sicherheitsfunktion, der SMX-Baugruppe und dem Abschaltkanal ist eine sicherheitstechnische Bewertung erforderlich. Zur Ermittlung des erreichten Sicherheitsniveaus sind u.a. die Angaben des Herstellers (FIT, MTTF) und des DC gemäß Vorgaben unter 4.2.2 heranzuziehen.
- Bei Verwendung von nur einem Encoder muss der Fehlerausschluss Wellenbruch / Fehler in der mechanischen Encoder-, Resolveranbindung getroffen werden. Hierzu sind geeignete Maßnahmen zu treffen, z.B. eine formschlüssige Anbindung des Gebers mittels Nut-Keil oder Sicherungstift. Die einschlägigen Hinweise des Herstellers sowie der EN ISO 13849-1 hinsichtlich Anforderung und Zulässigkeit des Fehlerausschlusses sind zu beachten.
- Als Einzelgeber sind vorzugsweise nur Geber mit nachgewiesenen sicherheitstechnischen Eigenschaften zu verwenden. Das Sicherheitsniveau dieser Geber muss mindestens dem angestrebten Sicherheitsniveau der Gesamtanordnung entsprechen. Die Hinweise des Herstellers in Bezug auf Diagnosemaßnahmen, mechanischer Anbindung und Maßnahmen der Spannungsversorgung sind zu beachten.
- SIN/COS-Encoder: Der innere Aufbau des Sensorsystems muss so gestaltet sein, dass die Generierung der Ausgangssignale beider Spuren unabhängig voneinander erfolgt und Common-Cause Fehler ausgeschlossen werden können. Weiter ist der mechanische Aufbau nachzuweisen, z.B. Befestigung der Code-Scheibe an der Welle. Vorzugsweise sind Encoder mit nachgewiesenen sicherheitstechnischen Eigenschaften zu verwenden.
- Bei Verwendung von Kompaktgebern mit internem zweikanaligem Aufbau, z.B. SSI + Incremental/SinCos, sind die Hinweise des Herstellers in Bezug auf sicherheitstechnische Eigenschaften Diagnosemaßnahmen, mechanischer Anbindung und Maßnahmen der

Spannungsversorgung zu beachten. Das Sicherheitsniveau des Gebers muss mindestens dem angestrebten Sicherheitsniveau der Gesamtanordnung entsprechen. Vorzugsweise sind Encoder mit nachgewiesenen sicherheitstechnischen Eigenschaften zu verwenden.

Durch die SMX100 Baugruppe werden generell folgende Fehler des externen Encoder-Systems erkannt:

- Kurzschlüsse zwischen den sicherheitsrelevanten Signalleitungen
- Unterbrechungen an den sicherheitsrelevanten Signalleitungen
- Stuck at 0 oder 1 auf einem oder allen sicherheitsrelevanten Signalleitungen

Jedem Encodertyp sind weitere, spezifische Diagnosen zur Fehleraufdeckung des externen Encoder-Systems zugeordnet. Die jeweiligen Diagnosemaßnahmen sind nachstehend bei den einzelnen Encodertypen zusammen mit den Grenzparameter aufgelistet

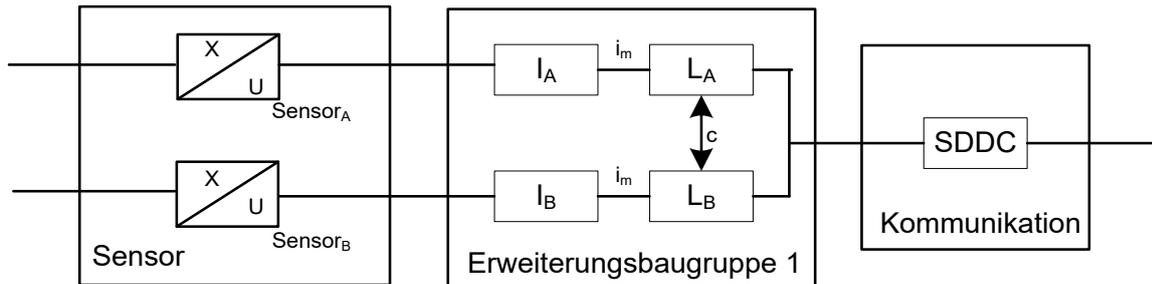
 **Sicherheitshinweis:**

- Die Diagnosemaßnahmen weisen naturgemäß Toleranzen infolge von Messungenauigkeiten auf. Diese Toleranzen sind bei der sicherheitstechnischen Bewertung jeweils zu berücksichtigen.
- Die Grenzwerte für die jeweiligen Diagnosemaßnahmen sind z.T. parametrierbar bzw. fest vorgegeben. Die sich hieraus ergebenden Diagnosedeckungsgrade sind applikationsbezogen zu bewerten und in die sicherheitstechnische Gesamtbewertung einzubeziehen.

4.2.3 Analogsensoren

Die Erweiterungsbaugruppen SMX122A, SMX122-2A, SMX112A und SMX 112-2A verfügen über zwei Analogeingänge mit je zwei Eingangskanälen. Grundsätzlich sind an dieses Interface nur 2-kanalige Sensoren anzuschließen.

Die interne Signalverarbeitung erfolgt getrennt in beiden Kanälen mit Kreuzvergleich der Ergebnisse.



Zweikanaliges Sensorsystem mit getrennter Signalverarbeitung in zwei Kanäle, Diagnose durch Quervergleich in der PES

Analog zu den anderen Sensorsystem sind eine Reihe von Diagnosemaßnahmen implementiert.

Grundsätzlich können die Diagnosemaßnahmen bezüglich ihrer Art und Wirksamkeit gemäß nachstehender Tabelle klassifiziert werden:

Diagnosen für Sensoren zur Position- und/oder Geschwindigkeitserfassung:

Maßnahme	DC	Anmerkung	Verwendung
Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit dynamischem Test, wenn Kurzschlüsse nicht bemerkt werden können (bei Mehrfach-Ein-/Ausgängen)	90%	Vergleich der analogen Eingangswerte mit gleicher Charakteristik für beide Kanäle	Überwachung 2-kanaliger Systeme mit gleicher Charakteristik der Eingangssignale
Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit unmittelbarem und Zwischenergebnissen in der Logik (L) und zeitlich und logische Programmlaufüberwachung und Erkennung statischer Ausfälle und Kurzschlüsse (bei Mehrfach-Ein-/Eingängen)	99%	Vergleich der analogen Eingangswerte mit diversitärer Charakteristik der beiden Kanäle. Z.B. inverser Signalverlauf etc.	Überwachung 2-kanaliger Sensorsystemen mit diversitärer Charakteristik der Eingangssignale

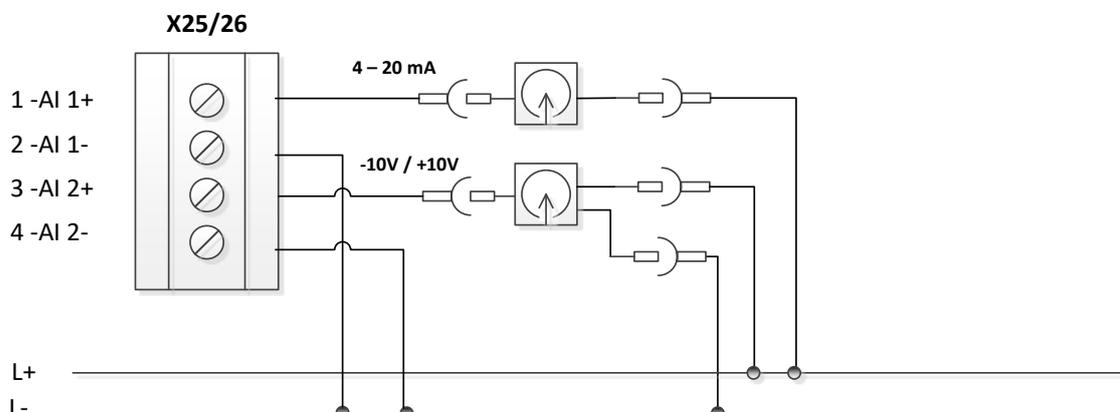
⚠️ Sicherheitshinweis:

- Für eine sicherheitstechnische Beurteilung des Teilsystems Sensorik sind die Herstellerangaben (MTTF_D, FIT-Zahlen etc.) heranzuziehen.
- Die in der Tabelle angeführten DC-Werte sind konservativ anzusetzen und die Einhaltung der Randbedingungen (siehe Tabelle unter „Anmerkungen“) zu gewährleisten.
- Fehlerausschlüsse sind nach den einschlägigen Normen zulässig. Die dabei angeführten Randbedingungen sich dauerhaft zu gewährleisten.
- Wenn mehrere Sensorsysteme zur ordnungsgemäßen Funktion einer einzelnen Sicherheitsfunktion erforderlich sind, sind deren Teilwerte jeweils korrekt nach gewähltem Verfahren zusammenzuführen. Dies gilt auch für eine Kombination aus digitalen und analogen Sensoren (z.B. sicher reduzierte Geschwindigkeit bei geöffneter Schutztür = Türkontakt + Encoder für Geschwindigkeitserfassung)

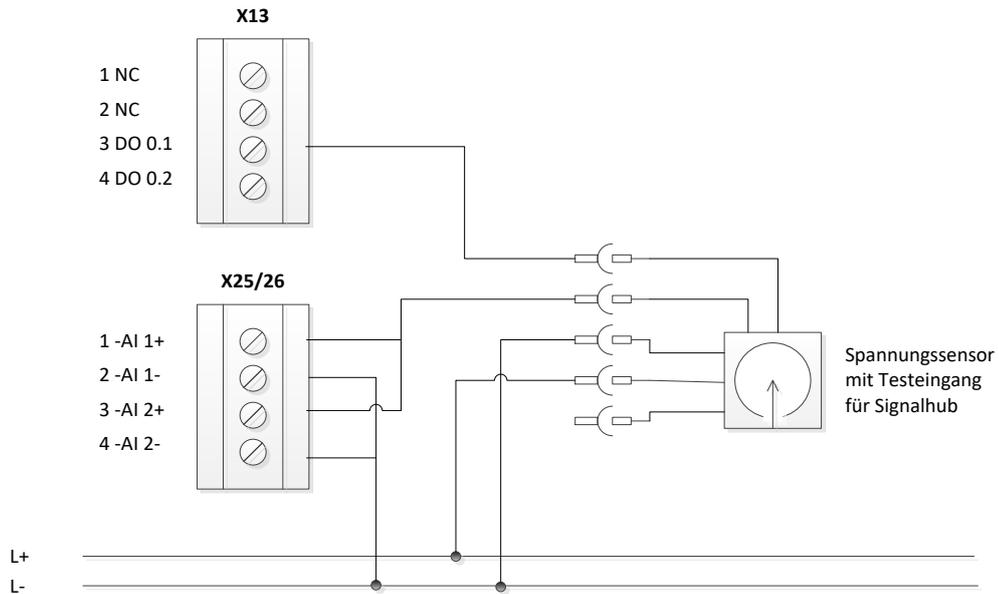
4.2.3.1 Anschlussbeispiel analoge Sensoren

Durch Verwendung geeigneter Sensoren und sorgfältiger Verkabelung des Sensors kann PL e nach EN ISO 13849-1 erreicht werden.

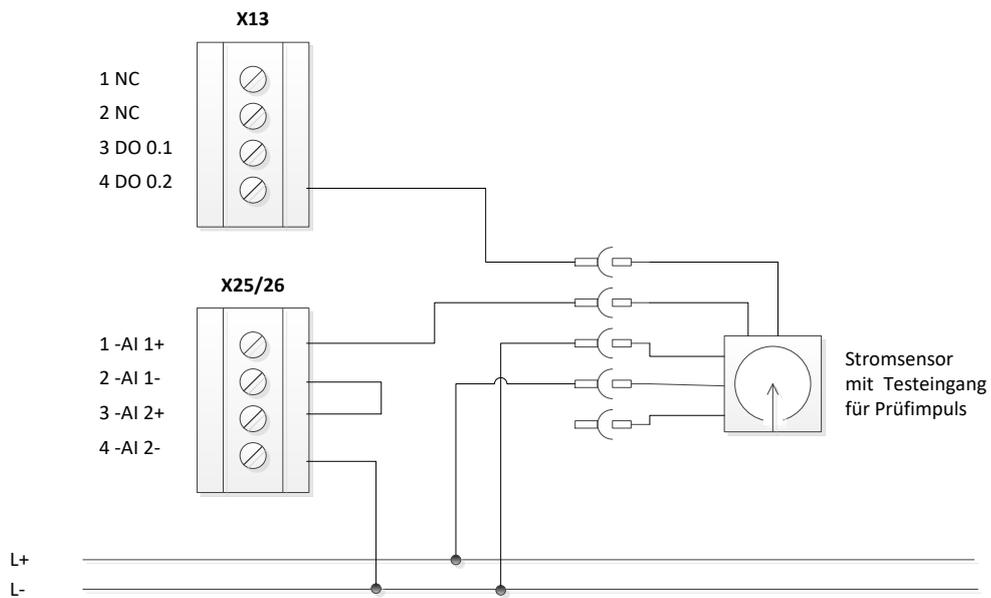
Die analogen Stromeingänge sind jeweils mit einem festen Bürden Widerstand von 500Ω bestückt. Bei analogen Spannungseingängen entfällt dieser Widerstand.



4.2.3.1.1 Spannungssensor mit Prüfimpuls



4.2.3.1.2 Stromsensor mit Prüfimpuls



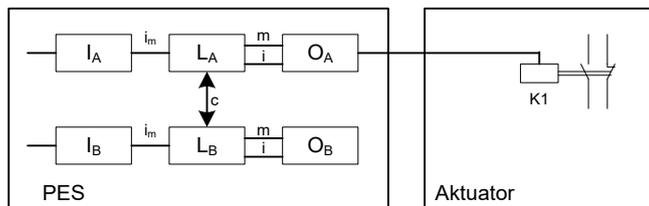
⚠️ Sicherheitshinweis:

- PL e nach EN ISO 13849-1 wird erreicht, wenn zwei rückwirkungsfreie Sensoren verwendet werden, für welche Common-Cause-Fehler ausgeschlossen werden können.

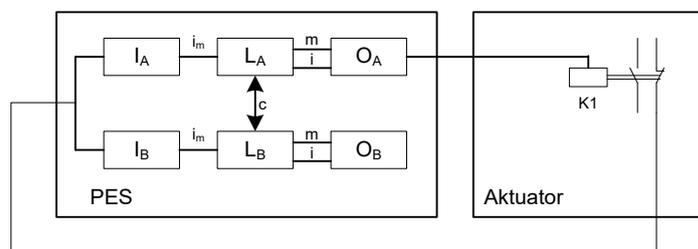
4.3 Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung der Ausgänge

Die SMX100 Baugruppen verfügen jeweils über sichere Ausgänge unterschiedlichen Typs. Bei der Beschaltung ist die jeweilige Charakteristik gemäß nachstehender Beschreibung zu berücksichtigen.

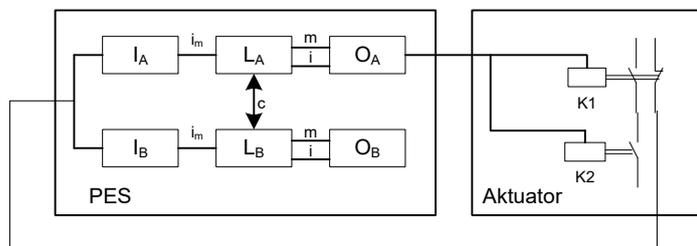
4.3.1 Charakteristik der Ausgangselemente



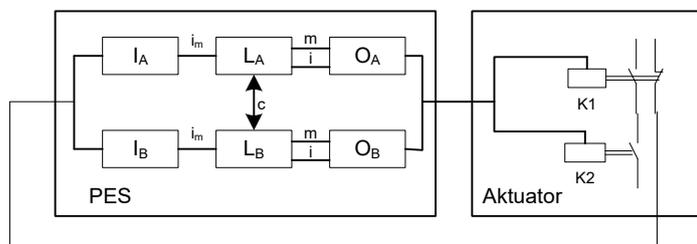
Einkanaliger Ausgang SMX und einkanaliger Aktuator ohne Diagnose



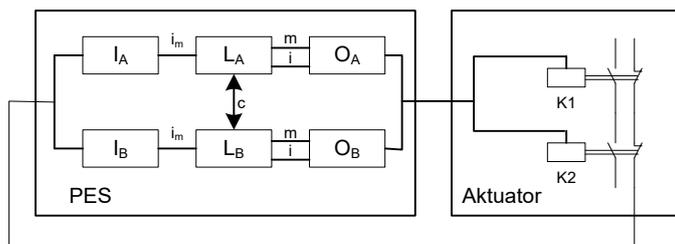
Einkanaliger Ausgang SMX und einkanaliger Aktuator mit Diagnose



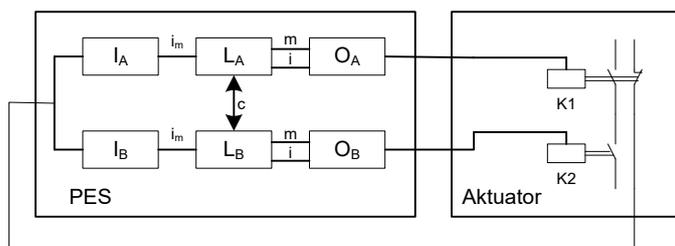
Einkanaliger Ausgang SMX (Rel 1 / 2, DO 0/1P, DO 0/1M) und zweikanaliger Aktuator mit mind. einkanaliger Diagnose



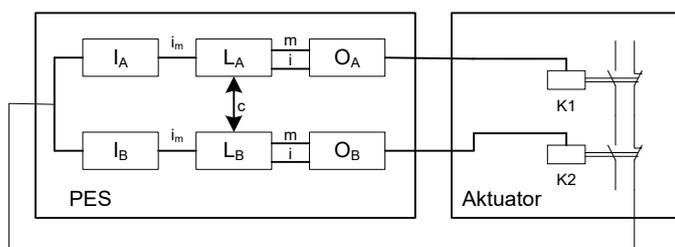
Einkanaliger Ausgang SMX mit intern zweikanaliger Verarbeitung (EAAx) und zweikanaliger Aktuator mit mind. einkanaliger Diagnose



Einkanaliger Ausgang SMX mit intern zweikanaliger Verarbeitung (EAAx) und zweikanaliger Aktuator mit zweikanaliger Diagnose



Zweikanaliger Ausgang SMX und zweikanaliger Aktuator mit einkanaliger Diagnose



Zweikanaliger Ausgang SMX und zweikanaliger Aktuator mit zweikanaliger Diagnose

4.3.2 Diagnosen im Abschaltkreis

Die Abschaltkreise verfügen über fest implementierte und parametrierbare Diagnosefunktionen. Bestimmte Diagnosefunktionen schließen auch den externen Teil des Abschaltkanals mit ein. Abhängig von der Nutzung dieser Diagnosefunktionen ergeben sich unterschiedliche DC-Werte.

4.3.2.1 Diagnosefunktionen

Fest implementierte Diagnosefunktionen:

Kreuzweises Rücklesen der Ausgänge:

Sämtliche Sicherheitsausgänge werden jeweils im komplementären Kanal zurück gelesen. Fehler im internen Abschaltkreis der SMX-Baugruppe werden so mit DC = Hoch detektiert.

Testung der Abschaltfähigkeit für Rel1 und 2 (nur Ansteuerung des Relais), DO 0_P, DO 0_M, DO 1_P, Do 1_M:

Die Abschaltfähigkeit dieser Ausgänge wird zyklisch getestet. Ein Ausfall der Abschaltmöglichkeit wird eindeutig erkannt.

Parametrierbare Diagnosefunktionen:

Rücklesen des Aktuatorstatus über Hilfskontakte, Stellungsanzeigen etc:

Der aktuelle Status des Aktuators wird durch Rücklesen von entsprechend geeigneten Hilfskontakten oder Stellungsanzeigen erfasst und mit dem Sollstatus verglichen. Eine Abweichung wird so eindeutig erkannt.

Hinweis: Der DC ist abhängig von einer einkanaligen oder zweikanaligen Diagnose sowie von der Schalzhäufigkeit.

Testung der Abschaltfähigkeit für EAA1..40:

Die Abschaltfähigkeit dieser Ausgänge wird nach Aktivierung der Funktion zyklisch getestet. Ein Ausfall der Abschaltmöglichkeit wird eindeutig erkannt.

4.3.2.2 Übersicht DC in Bezug auf gewählte Diagnosefunktionen

Maßnahme	DC	Anmerkung	Verwendung
Überwachung der Ausgänge durch einen Kanal ohne dynamischen Test	0-90%	DC abhängig von der Schalzhäufigkeit Bei Verwendung von Elementen zur Schaltverstärkung (externe Relais oder Schütze) nur wirksam in Verbindung mit Rücklesefunktion der Schaltkontakte	Überwachung von elektromechanischen, pneumatischen oder hydraulischen Aktuatoren / Ausgängen
Redundanter Abschaltpfad mit Überwachung eines der Antriebselemente	90%	Bei Verwendung von Elementen zur Schaltverstärkung (externe Relais oder Schütze) nur wirksam in Verbindung mit Rücklesefunktion der Schaltkontakte	Überwachung von Ausgängen mit direkter Funktion als Sicherheitsschaltkreis oder Überwachung von Sicherheitsschaltkreisen mit Elementen zur Schaltverstärkung oder pneumatischen / hydraulischen Steuerventilen in Verbindung mit Rücklesefunktion von deren Schaltstatus
Kreuzvergleich von Ausgangssignalen mit unmittelbarem und Zwischenergebnissen in der Logik (L) und zeitlich und logische Programmlaufüberwachung und Erkennung statischer Ausfälle und Kurzschlüsse (bei Mehrfach-Ein-/Eingängen)	99%	Bei Verwendung von Elementen zur Schaltverstärkung (externe Relais oder Schütze) nur wirksam in Verbindung mit Rücklesefunktion der Schaltkontakte Für Applikationen mit häufiger Anforderung der Sicherheitsabschaltung sollten in kurzen Zeitintervallen z.B. bei Schichtbeginn, 1 x pro Woche getestet werden. Ein Test sollte jedoch mindestens zyklisch 1 x pro Jahr erfolgen.	Überwachung von Ausgängen mit direkter Funktion als Sicherheitsschaltkreis oder Überwachung von Sicherheitsschaltkreisen mit Elementen zur Schaltverstärkung oder pneumatischen / hydraulischen Steuerventilen in Verbindung mit Rücklesefunktion von deren Schaltstatus

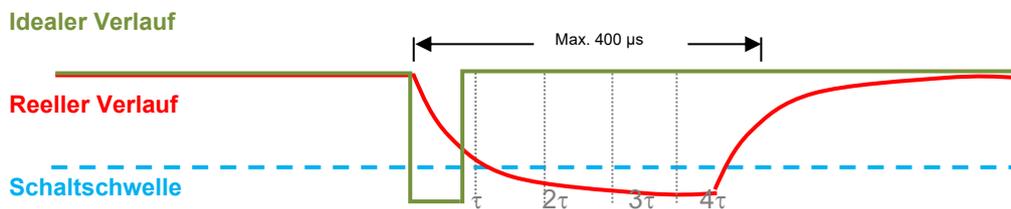
4.3.3 Zulässige kapazitive und induktive Last an sicheren Ausgängen

Die sicheren Ausgänge der SMX100 weisen OSSD-Charakter auf. D.h. die Ausgänge werden zum Test der Abschaltfähigkeit zyklisch abgeschaltet und der Status rückgelesen.

Die Prüfung der Abschaltfähigkeit erfolgt nachfolgenden Kriterien / Funktionen:

- Nach Abschaltung des Ausgangs darf die Ausgangsspannung max. 5,6 V betragen
- Der zulässige Spannungspegel muss spätestens nach 400 µs erreicht werden
- Wird der zulässige Spannungspegel erreicht gilt der Test als erfolgreich, der Ausgang wird ohne weitere Verzögerung wieder aktiviert
- Wird der zulässige Spannungspegel auch nach 400 µs noch nicht erreicht wird ein Alarm ausgelöst und sämtliche sichere Ausgänge (Zweitkanal bei sicheren Ausgängen!) werden deaktiviert

Die nachstehende Darstellung zeigt den idealen (grüne Kurve) und typischen (rote Kurve) Verlauf.



Zur Ermittlung der maximal zulässigen Kapazität oder Induktivität ist die Zeitkonstante τ des realen RC- bzw. RL-Glieds am Ausgang zu betrachten.

Dieses RC- bzw. RL-Glied bestimmt die reale Entladekurve:

Der Spannungspegel von max. 5,6 V wird sicher nach 3τ erreicht.

Damit gilt:

$$3\tau \leq 350\mu\text{s}$$

$$\tau \leq 100\mu\text{s}$$

Mit dem Zusammenhang

$$\tau = RC = \frac{L}{R}$$

kann die max. verwendbare kapazitive oder induktive Last in Verbindung mit deren ohmschen Last ermittelt werden:

$$C_{\text{max}} = \frac{\tau}{R} = \frac{10^{-4}}{R}$$

bzw.

$$L_{\text{max}} = \tau R = 10^{-4} \cdot R$$

Typische Werte für die Kapazität C sind $C=20 \text{ nF}$ und für die Längsinduktivität $L = 100 \text{ mH}$

4.3.4 Digitale Ausgänge

Die Baugruppen

- SMX100-1, SMX100-2, SMX100-4
- SMX111, SMX111-2, SMX112, SMX112-2
- SMX131

verfügen jeweils über die baugleichen Ausgänge.

4.3.4.1 Kenndaten der Basisausgänge

Die Basisausgänge stellen insgesamt 8 Ausgänge zur Verfügung, die entweder einzeln oder in Gruppen zusammengeschaltet werden können.

Ausgang	Architektur nach EN ISO 13849-1	Bemerkung
Kombination von 2 Relais K1 - K2	4	Vollständiger Abschaltkanal entsprechend Architektur Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1
K1	bis 2	Diagnoseanforderung u. Meldeausgang beachten
K2	bis 2	
DO 0_P und DO 0_M	4	Vollständiger Abschaltkanal entsprechend Architektur Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1
DO 0_P	bis 2	Diagnoseanforderung u. Meldeausgang beachten
DO 0_M	bis 2	
DO 1_P und DO 1_M	4	Vollständiger Abschaltkanal entsprechend Architektur Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1
DO 0_P	bis 2	Diagnoseanforderung u. Meldeausgang beachten
DO 0_M	bis 2	
DO 0.1	Nicht sicher	Melde- / Hilfsausgang
DO 0.2	Nicht sicher	Melde- / Hilfsausgang

Die pn-schaltende Ausgänge werden in allen Betriebszuständen einem Plausibilitätstest unterzogen. Im eingeschalteten Zustand werden alle Ausgänge mit einem zyklischen Testimpuls auf korrekte Funktion geprüft. Dazu wird der Ausgang für maximal für eine Testdauer $TT < 500\mu s$ (typisch $200\mu s$) auf den jeweils inversen Wert geschaltet, d.h. ein P-Ausgang wird kurzzeitig auf 0 VDC-Potential und ein M-Ausgang kurzzeitig auf 24 VDC Potential geschaltet.

Die Relaisausgänge werden bei jedem Schaltspiel auf Plausibilität überwacht. Zum Erhalten der Sicherheitsfunktion müssen die Relaisausgänge zyklisch geschaltet und somit getestet werden. Der Schalt-/Testzyklus ist abhängig von der Applikation festzulegen.

Sicherheitshinweis:

- Für Applikationen mit häufiger Anforderung der Sicherheitsabschaltung sollten in kürzeren Zeitintervallen z.B. bei Schichtbeginn, 1 x pro Woche getestet werden. Ein Test sollte jedoch mindestens zyklisch 1 x pro Jahr erfolgen.
- Die Testfunktion der Ausgänge wird bei Gruppen- und Einzelansteuerung ausgeführt. Die Hilfsausgänge werden nicht getestet.
- **Die High-Side (DO.0_P, DO.1_P) und Low-Side (DO.0_M, DO.1_M) Ausgänge dürfen einzeln nicht für Sicherheitsaufgaben verwendet werden. Die Verwendung für Sicherheitsaufgaben ist nur in Kombination High-Side / Low-Side zulässig (Hinweis: ab Firmware-Release 05-00-00-01 nicht relevant)**
- Ein Mischbetrieb bei den Relaiskontakten ist **nicht** erlaubt!
Mischbetrieb: Ein gefährliches Berührungsspannungspotenzial darf nicht mit einer Schutzkleinspannung gemischt werden.

Beispiel:

FALSCH: Über K1.1 + K1.2 werden 230 VAC geschaltet und über K2.1 + K2.2 werden 24V DC geschaltet.

RICHTIG: Über K1.1 + K1.2 und K2.1 + K2.2 werden jeweils 230 VAC geschaltet.
Oder über K1.1 + K1.2 und K2.1 + K2.2 werden jeweils 24V DC geschaltet.

Die Ausgänge können wie folgt belastet werden:

Ausgang	Spannung	Strom
Relais Kx	24 VDC	2,0 A
Relais Kx	230VAC	2,0 A
DOx	24 VDC	250 mA
DO x_P	24 VDC	250 mA
DO x_M	GNDEXT	250 mA

⚠ Sicherheitshinweis:

- Für sicherheitstechnische Anwendungen dürfen nur externe Schaltelemente mit einem minimalen Haltestrom von > 1,2mA verwendet werden.
- Für das Ausgangssystem sind eine Reihe von Diagnosemaßnahmen implementiert. Zu beachten ist hier insbesondere die Einbeziehung von Elementen zur Schaltverstärkung wie Relais, Schütze etc. im Abschaltkreis.

Hinweis:

Wenn die Hilfsausgänge zu Steuerungszwecken eingesetzt werden, muss beachtet werden, dass nach einem POR der Steuerung die Hilfsausgänge in der Hochlaufphase in einen undefinierten Zustand sind.

4.3.4.2 Beschaltungsbeispiele Basisausgänge

4.3.4.2.1 Einkanalig schaltender Relais- oder Halbleiter-Ausgang ohne Prüfung

Zur Anschaltung mehrphasiger Anwendungen bzw. bei erhöhtem Strombedarf können externe Schütze verwendet werden. Bei einer einpoligen Anschaltung ohne externe Prüfung ist zu beachten, dass ein Verkleben eines oder mehrerer externer Kontakte von der SMX100 Baugruppe nicht erkannt wird.

Das nachfolgende Schaltbeispiel ist für Sicherheitsanwendungen nur eingeschränkt geeignet, es kann **maximal PL b** nach EN 13849-1 erreicht werden!

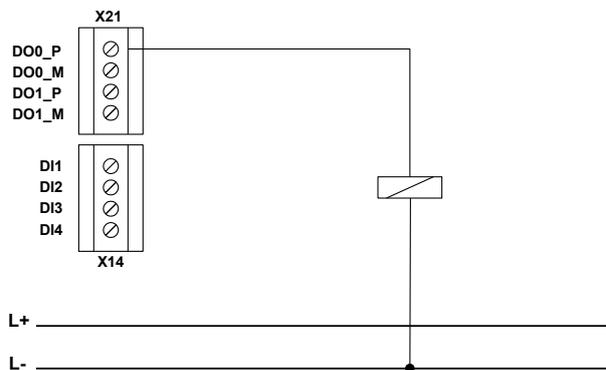


Bild: Einkanalig schaltender P-Ausgang.

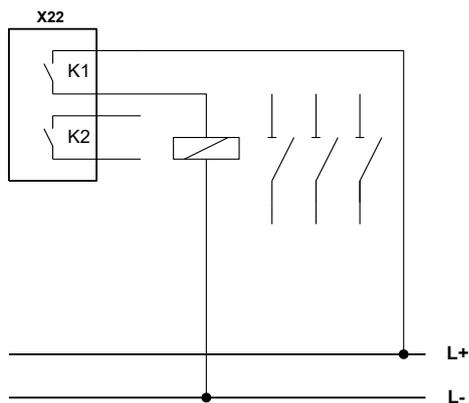


Bild: Einkanalig schaltender Relaisausgang.

Sicherheitshinweis:

- Nicht empfohlen für Sicherheitsanwendungen! Siehe hierzu auch Hinweise in der EN ISO 13849-1 zur Anwendung und erforderlichen Fehlerrückmeldungen.

4.3.4.2.2 Einkanalig schaltender Relais- oder Halbleiterausgang mit externem Schaltverstärker und Testung

Bei Verwendung externer Schaltverstärker, bzw. nachgeordneter elektromechanischer, pneumatischer oder hydraulischer Bauteile wird zur Erreichung von PL c oder höher eine Einrichtung zur Testung der kompletten Kette und eine Melde-/Warneinrichtung bei erkanntem Fehler benötigt.

Insbesondere sind für elektromechanische Geräte zwangsgeführte Hilfskontakte bzw. für hydraulische oder pneumatische Komponenten Meldekontakte der Ventilstellung erforderlich. Die Melde-/Warneinrichtung muss unmittelbar dem Bediener die Gefahrensituation kenntlich machen.

Der erzielbare PL ist stark von der Testrate abhängig, es kann **maximal PL d** nach EN ISO 13849-1 erreicht werden!

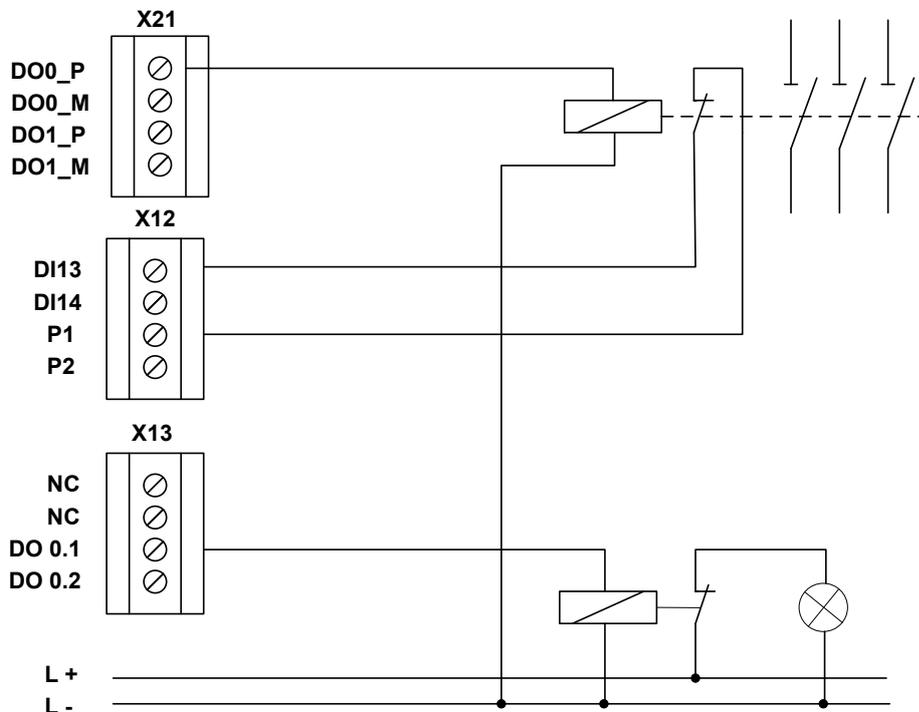


Bild: Einkanalig schaltender Relaisausgang mit Testung

Sicherheitshinweis:

- Nur bedingt empfohlen für Sicherheitsanwendungen! Siehe hierzu auch Hinweise in der EN ISO 13849-1 zur Anwendung und erforderlichen Fehlerausschlüssen.
- Für PL c oder höher ist eine Testrate $> 100 \cdot$ Anforderungsrate erforderlich
- Für PL c und höher ist eine Melde/Warneinrichtung erforderlich, welche unmittelbar dem Bediener die Gefahrensituation kenntlich macht

4.3.4.2.3 Einkanalig schaltender Relais- oder Halbleiterausgang mit zweikanaligem externem Kreis mit Testung

Für Sicherheitsanwendungen ab PL c nach EN ISO 13849-1 wird empfohlen, bzw. gefordert zwei externe Abschaltetelemente anzusteuern. Weiter wird zur Erreichung von PL c oder höher eine Einrichtung zur Testung der kompletten Kette und eine Melde-/Warneinrichtung bei erkanntem Fehler benötigt – siehe hierzu Anmerkungen unter 4.3.4.2.2.

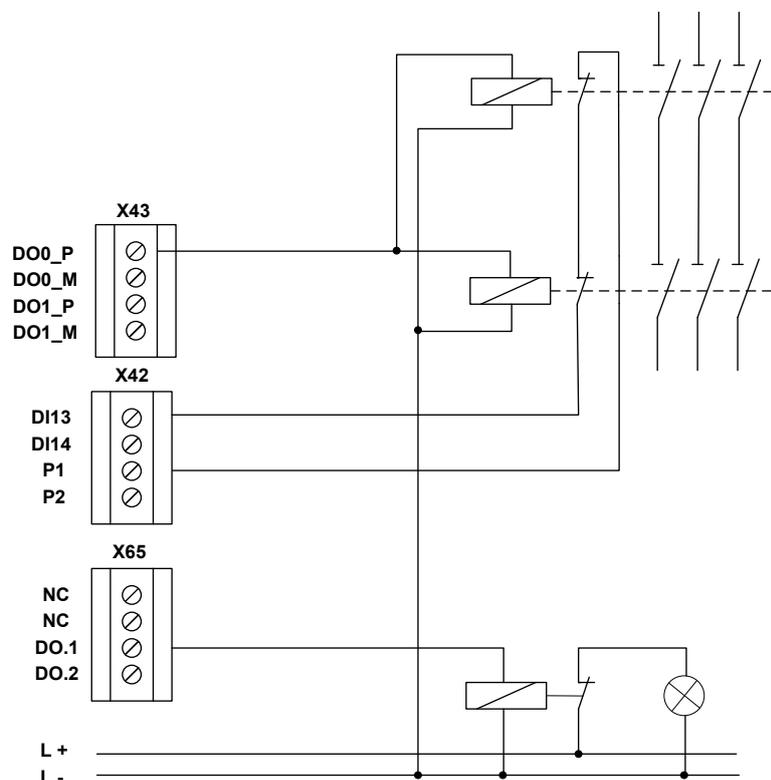


Bild: *Einkanalig schaltender Ausgang DO0_P mit zweikanaligem externem Kreis und Überwachung an Eingang 1 als Sammelrückmeldung*

Die beiden externen Überwachungskontakte werden in Reihe geschaltet, vom Pulssignal P1 gespeist und über Eingang 1 eingelesen. Als Rückleseeingang wurde Eingang 1 verwendet, es kann jedoch auch jeder andere Eingang zugewiesen werden.

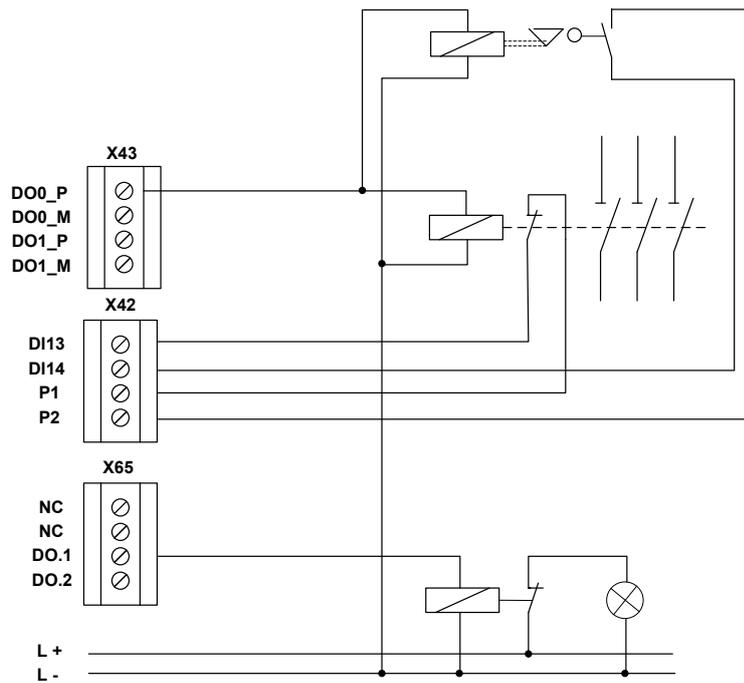


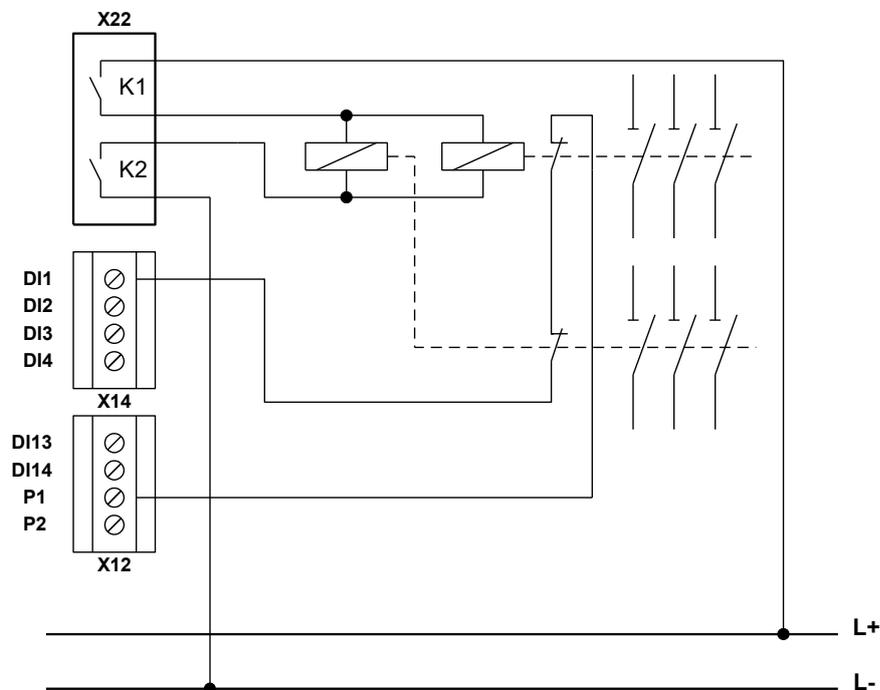
Bild: Einkanalig schaltender Ausgang DO0_P mit zweikanaligem externem Kreis als Kombination elektromechanisches Element und hydraulisches/pneumatisches Ventil und Überwachung an zwei Eingängen

Sicherheitshinweis:

- Nur bedingt empfohlen für Sicherheitsanwendungen! Siehe hierzu auch Hinweise in der EN ISO 13849-1 zur Anwendung und erforderlichen Fehlerrisikofreigabe.
- Für PL c und höher ist eine Melde/Warkeinrichtung erforderlich welche unmittelbar dem Bediener die Gefahrensituation kenntlich macht
- Bei erhöhten Anforderungen ist zu beachten, dass alle 24 Stunden mindestens 1 Schaltvorgang stattfinden muss, um die Schaltfähigkeit des externen Leistungsschütz zu testen.

4.3.4.2.4 Zweikanalig schaltender Relaisausgang mit externer Überwachung - Sammelrückmeldung

Für Sicherheitsanwendungen ab PL d nach EN ISO 13849-1 kommen zwei Relais auf der SMX100 Baugruppe und zwei externe Leistungsschütze zum Einsatz.



*Bild: Zweikanalig schaltender Relaisausgang mit externer Überwachung –
Sammelrückmeldung*

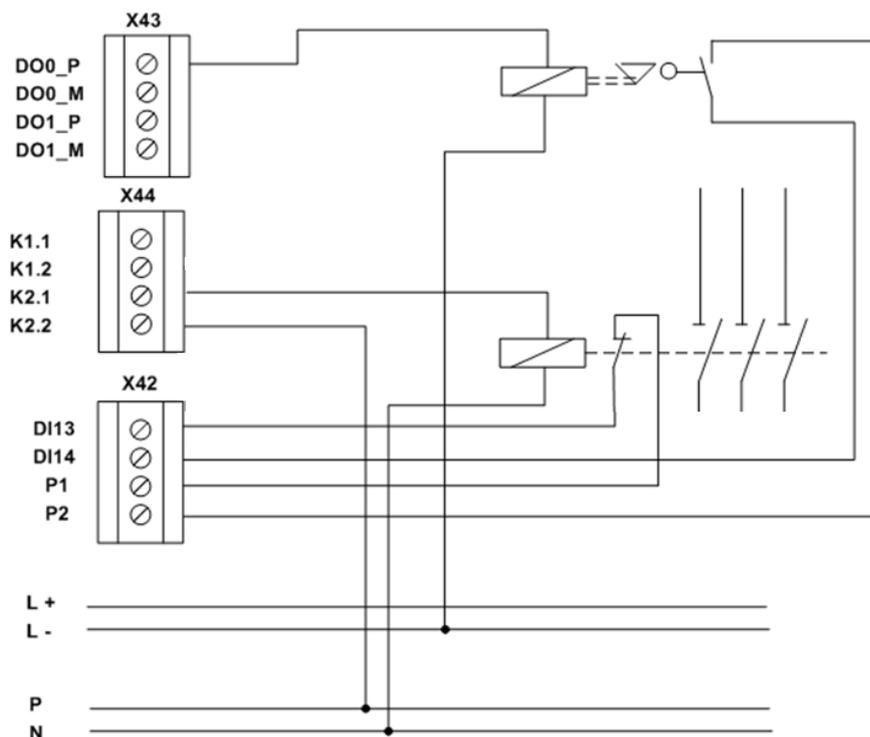
Die Beiden externen Überwachungskontakte werden in Reihe geschaltet, von Pulssignal P1 gespeist und von DI1 (als EMU – Eingang konfiguriert) eingelesen. Bei erhöhten Anforderungen ist zu beachten, dass mindestens alle 24 Stunden mindestens 1 Schaltvorgang stattfinden muss.

Sicherheitshinweis:

- Zur Erreichung von PL e nach EN ISO 13849-1 wird eine ausreichend hohe Testrate gefordert.
- Für Applikationen mit häufiger Anforderung der Sicherheitsabschaltung sollten in kürzen Zeitintervallen z.B. bei Schichtbeginn, 1 x pro Woche getestet werden. Ein Test sollte jedoch mindestens zyklisch 1 x pro Jahr erfolgen.

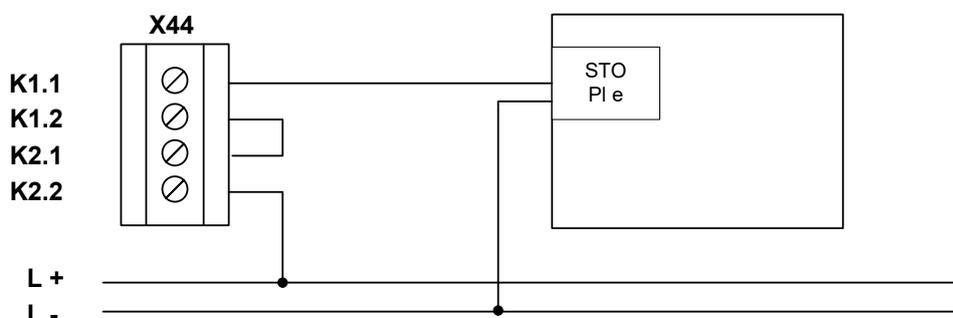
4.3.4.2.5 Zweikanaliger Ausgang mit Relaisausgang und Halbleiterausgang – externer Ansteuerkreis mit Überwachung

Für Sicherheitsanwendungen ab PL d und höher nach EN ISO 13849-1. Die Ansteuerung des externen Kreises erfolgt zweikanalig über einen Relais- und einen Halbleiterausgang. Jeder der beiden externen Abschaltpfade wird überwacht. Für PL e nach EN ISO 13849-1 ist eine ausreichend hohe Testrate sowie $MTTF_D = \text{hoch}$ für den externen Kreis gefordert.



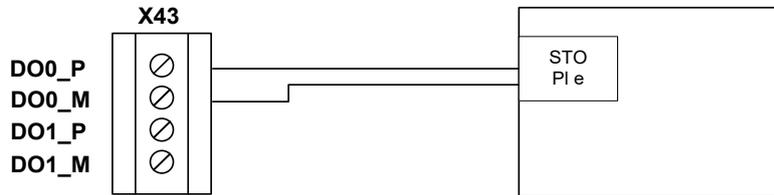
4.3.4.2.6 Zweikanaliger Ausgang mit Relaisausgang externer Ansteuerkreis in PL e

Für Sicherheitsanwendungen ab PL d und höher nach EN ISO 13849-1. Die Ansteuerung des externen Kreises erfolgt zweikanalig über die Relaisausgänge. Für PL e nach EN ISO 13849-1 ist eine ausreichend hohe Testrate sowie PL e für den externen Kreis gefordert.



4.3.4.2.7 Zweikanaliger Ausgang mit Halbleiterausgang und externem Ansteuerkreis in PL e

Für Sicherheitsanwendungen ab PL d und höher nach EN ISO 13849-1. Die Ansteuerung des externen Kreises erfolgt zweikanalig über Halbleiterausgänge. Für PL e nach EN ISO 13849-1 ist PL e für den externen Kreis gefordert.



4.3.4.2.8 Beschaltung eines Hilfsausgangs

Beide auf der SMX100 Baugruppe implementierten Halbleiterausgänge können für funktionale Applikationen beschaltet werden. Die Ausgänge werden nicht gepulst.

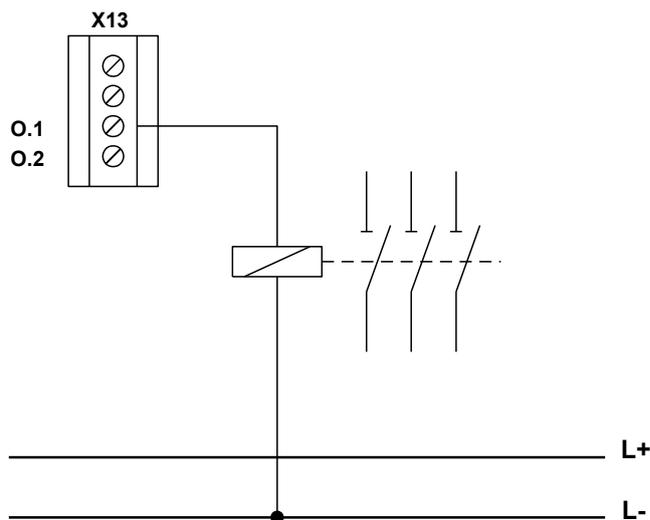


Bild: Beschaltung eines Hilfsausgangs

Anwendungen mit Hilfsausgängen sind für Sicherheitsanwendungen nicht zugelassen!

4.3.5 Konfigurierbare I/Os als Ausgänge (EAAx)

Die Baugruppen

- SMX100-2, SMX100-4
- SMX131, SMX131R

Verfügen über konfigurierbare sichere digitale I/Os in unterschiedlicher Anzahl (siehe Kapitel 3.1 „Baugruppenübersicht“). Als Ausgang parametrierbar wirkt dieser Anschluss als sicherer digitaler pp-schaltender Ausgang (EAAx).

4.3.5.1 Klassifizierung der I/Os (EAAx) bei Verwendung als Ausgang

Klassifizierung	Erreichbarer PL nach EN ISO 13849-1	Bemerkung
Statisch einkanalig ²⁾	PL c	- Fehlererkennung bzw. Fehlerreaktion gemäß Kat. 2
	PL e	- Unterschiedliche Gruppe
Statisch zweikanalig ²⁾	PL d	Gleiche Gruppe ¹⁾ : - Ansteuerung zeitversetzt auf PLC-Ebene - Fehleransatz Kurzschluss an beiden Ausgängen Unterschiedliche Gruppe ¹⁾ : - Keine weitere Anforderung notwendig
	PL e	Unterschiedliche Gruppe erforderlich ¹⁾
Dynamisch einkanalig ²⁾	PL e	Keine weitere Anforderung notwendig
Dynamisch zweikanalig ²⁾		

Hinweis:

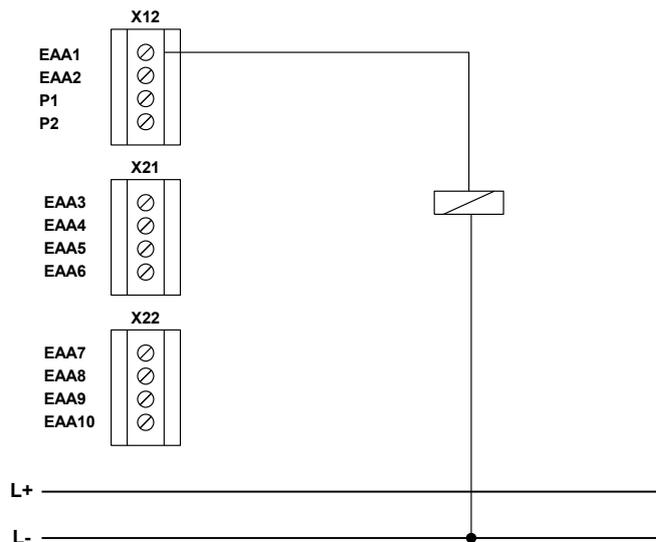
- 1) Gruppe 1: EAA01 ... EAA06
Gruppe 2: EAA07 ... EAA10
- 2) Statisch: kein Pulstest am Ausgang
Dynamisch: Pulstest am Ausgang mit $t_{\text{Test}} \leq 500 \mu\text{s}$

4.3.5.2 Beschaltungsbeispiele für sichere digitale Ausgänge I/Os (EAAx) Erweiterungsbaugruppe

4.3.5.2.1 Beschaltung einkanalig ohne Testung

Bei Verwendung von einem zweikanaligen Ausgang (EAAx) in Verbindung mit einer einkanaligen externen Beschaltung ohne externe Prüfung ist zu beachten, dass ein Verkleben eines oder mehrerer externer Kontakte von der SMX100 Baugruppe nicht erkannt wird.

Das nachfolgende Schaltbeispiel ist für Sicherheitsanwendungen nur eingeschränkt geeignet, es kann **maximal PL b** nach EN ISO 13849-1 erreicht werden!



Sicherheitshinweis:

- Nicht empfohlen für Sicherheitsanwendungen! Siehe hierzu auch Hinweise in der EN ISO 13849-1 zur Anwendung und erforderlichen Fehlerausschlüssen.

4.3.5.2.2 Beschaltung einkanalig mit Testung

Bei Verwendung von einem zweikanaligen Ausgang (EAAx) in Verbindung mit einer einkanaligen externen Beschaltung mit Testung. Insbesondere sind hierfür bei elektromechanischen Geräten zwangsgeführte Hilfskontakte bzw. für hydraulische oder pneumatische Komponenten Meldekontakte der Ventilstellung erforderlich. Weiter ist eine Melde-/Warneinrichtung zur Anzeige des Versagens erforderlich. Die Melde-/Warneinrichtung muss unmittelbar dem Bediener die Gefahrensituation kenntlich machen.

Der erzielbare PL ist stark von der Testrate abhängig, es kann **maximal PL d** nach EN ISO 13849-1 erreicht werden!

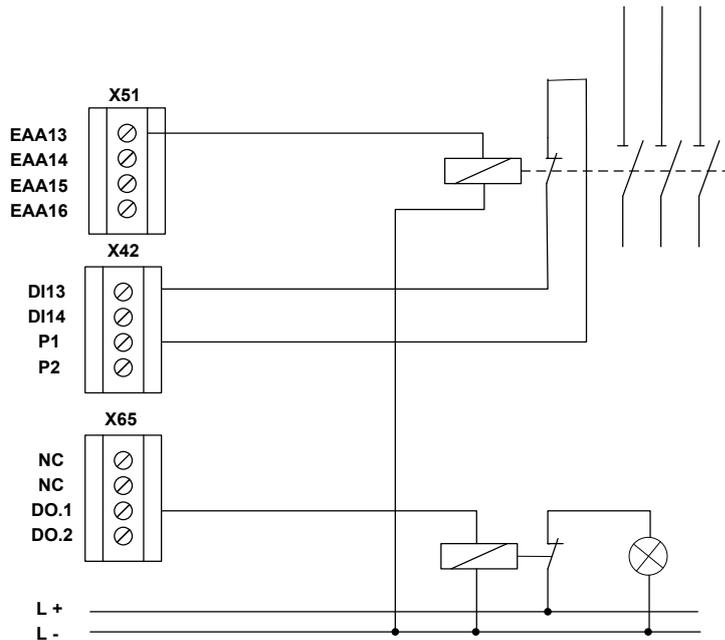


Bild: Zweikanaliger Ausgang mit einkanaliger Beschaltung mit Testung

⚠️ Sicherheitshinweis:

Nur bedingt empfohlen für Sicherheitsanwendungen! Siehe hierzu auch Hinweise in der EN ISO 13849-1 zur Anwendung und erforderlichen Fehlerausschlüssen.

- Für Kategorie 2 ist eine Testrate $\geq 100 \cdot$ Anforderungsrate erforderlich.
- Wird bei einem Test der Sicherheitsfunktion eine Gefahrensituation erkannt, so müssen geeignete Steuerungsmaßnahmen eingeleitet werden. Für PL d muss ein sicherer Zustand eingeleitet werden, der nicht aufgehoben werden darf, bis der Fehler beseitigt ist. Für PL bis einschließlich PL c ist es außerdem möglich durch eine Warn- oder Meldeeinrichtung auf einen Fehler hinzuweisen, sofern ein sicherer Zustand nicht eingeleitet werden kann.

4.3.5.2.3 Beschaltung mit sicherem Abschaltkreis

Für Sicherheitsanwendungen **ab PL c und höher** nach EN ISO 13849-1. Die Ansteuerung des externen Kreises erfolgt direkt über einen Ausgang. Der erzielbare PL nach EN ISO 13849-1 ist abhängig von der Verwendung der dynamischen Testung (siehe 4.3.2.1 DC) sowie dem PL des nachgeordneten Geräts.

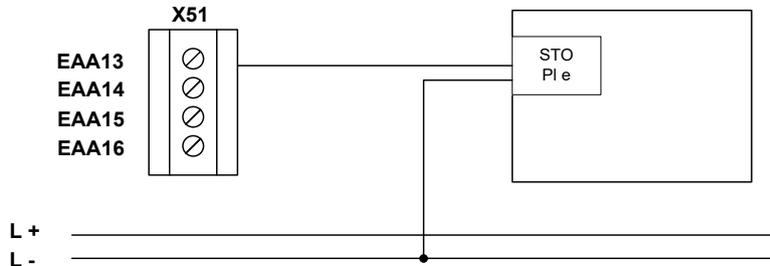


Bild: Zweikanaliger Halbleiterausgang in Verbindung mit Gerät mit geprüfter Abschaltung

4.3.5.2.4 Beschaltung in Verbindung mit zweikanaligem Abschaltkreis

Geeignet **für PL d oder höher** nach EN ISO 13849-1. Verwendung von einem Ausgang EAAx in Verbindung mit einer zweikanaligen externen Beschaltung mit Testung. Insbesondere sind hierfür bei elektromechanischen Geräten zwangsgeführte Hilfskontakte bzw. für hydraulische oder pneumatische Komponenten Meldekontakte der Ventilstellung erforderlich. Der erzielbare PL ist von der Verwendung der dynamischen Testung sowie dem $MTTF_D$ -Wert des externen Kreises abhängig. Es kann **maximal PL e** nach EN ISO13849-1 erreicht werden!

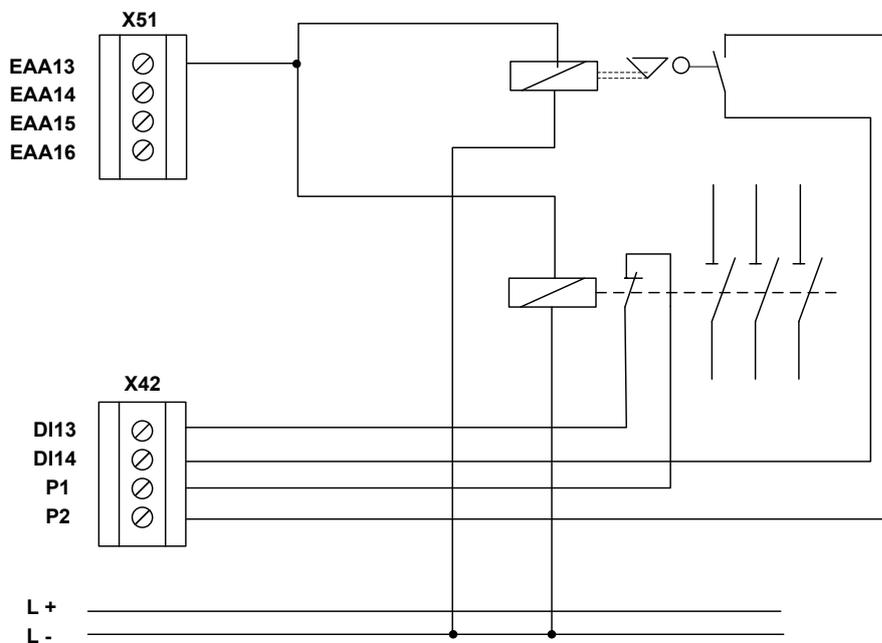


Bild: Zweikanaliger Halbleiterausgang in Verbindung mit zweikanaligem Abschaltkreis mit Testung

4.3.5.2.5 Redundanter zweikanaliger Ausgang

Geeignet für PL d oder höher nach EN ISO 13849-1. Verwendung von zwei Ausgängen EAAx in Verbindung mit einer zweikanaligen externen Beschaltung.

4.3.5.2.5.1 Ausgang in gleicher Gruppe

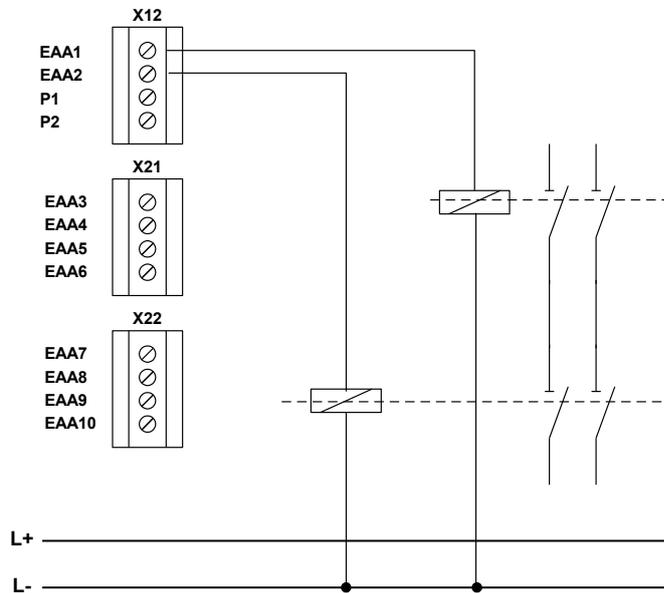


Bild: Redundante zweikanalige Ausgänge in gleicher Gruppe in Verbindung mit zweikanaligem Abschaltkreis

4.3.5.2.5.2 Beschaltung zweikanalig in unterschiedlicher Gruppe

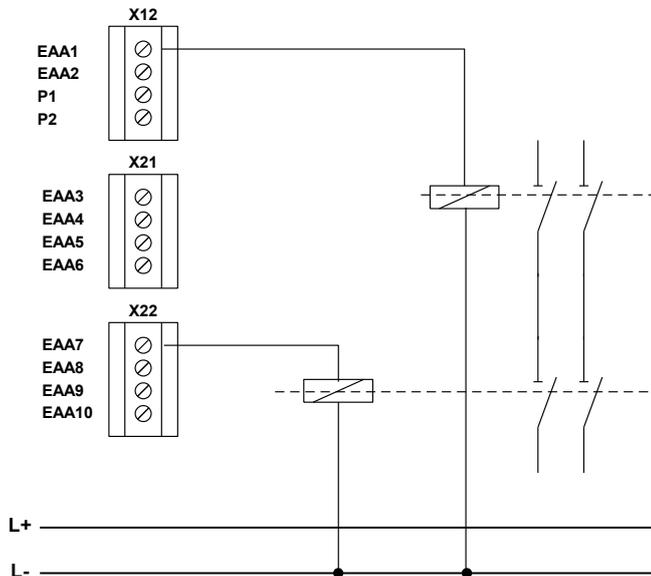


Bild: Redundante zweikanalige Ausgänge in unterschiedlichen Gruppen in Verbindung mit zweikanaligem Abschaltkreis

Sicherheitshinweis:

- Für eine sicherheitstechnische Beurteilung des Teilsystems Ausgang sind bei Verwendung von externen Elementen im Abschaltkreis, z.B. zur Schaltverstärkung, deren Herstellerangaben (MTTFD, FIT-Zahlen, B10d-Wert etc.) heranzuziehen.
- Die in der Tabelle angeführten DC-Werte sind konservativ anzusetzen und die Einhaltung der Randbedingungen (siehe Tabelle unter „Anmerkungen“) zu gewährleisten.
- Fehlerausschlüsse sind nach den einschlägigen Normen zulässig. Die dabei angeführten Randbedingungen sich dauerhaft zu gewährleisten.
- Bei Verwendung von Elementen zur Schaltverstärkung in Sicherheitskreisen ist deren Funktion mittels geeigneter Rücklekontakte etc. zu überwachen (siehe Schaltbeispiele). Geeignete Rücklekontakte sind Kontakte welche zwangsschaltend mit den Kontakten im Abschaltkreis verbunden sind.
- Die Schaltfähigkeit der externen Schaltverstärker ist zyklisch zu prüfen. Der Zeitraum zwischen 2 Prüfungen ist nach Anforderung durch die Applikation festzulegen und durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen. Geeignete Maßnahmen können organisatorischer (Aus- und Einschalten bei Schichtbeginn etc.) oder technischer (automatisches, zyklisches Schalten) Natur sein.

4.3.5.3 Übersicht erreichbarer PL für digitale Sicherheitsausgänge

Ausgang SMX	Aktuator / externer Abschaltkreis	Kategorie nach EN ISO 13849-1	DC		MTTF _D Aktuator	Erzielbarer PL nach EN ISO 13849-1	Randbedingung	Fehlerabschluss
			0 %	Abhängig von Schaltfrequenz				
Einkanalig ohne dynamischen Ausgangstest Rel K1 od. K2 DO 0_P, DO 0_M, DO 1_P, DO 1_M EAAx	Einkanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. ohne direkte Rückführung zur Diagnose	Kat. B	0 %	Abhängig von Schaltfrequenz	Mittel	b	Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung	
							Einkanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit überwachtem zwangsgeführten Hilfskontakt	
		Kat. 2	0-90%	Abhängig von Schaltfrequenz	Hoch	c		Wie vor
Einkanalig ohne dynamischen Ausgangstest Rel K1 od. K2 oder Einkanalig DO 0_P, DO 0_M, DO 1_P, DO 1_M	Zweikanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit direkter Rückführung zur Diagnose mind. in einem Kanal oder Aktuator einkanalig angesteuert mit Sicherheitsfunktion Kat. 3 (z.B. STO)	Kat. 2	90%	Überwachung nur in einem externen Abschaltkreis	Mittel	c	Meldeausgang erforderlich zur Warnung bei erkannter Fehlfunktion	Kurzschluss an externer Ansteuerung
					Hoch	d	Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung	
Einkanalig ohne dynamischen Ausgangstest EAA01..EAA40	Zweikanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit direkter Rückführung zur Diagnose mind. in einem Kanal oder Aktuator einkanalig angesteuert mit Sicherheitsfunktion Kat. 3 (z.B. STO)	Kat. 3	90 %	Überwachung nur in einem externen Abschaltkreis	Mittel od. Hoch	d	Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung	Kurzschluss an externer Ansteuerung
Einkanalig mit dynamischen Ausgangstest EAA01..EAA40	Zweikanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit direkter Rückführung zur Diagnose in beiden Kanälen oder Aktuator mit Sicherheitsfunktion Kat. 4 (z.B. STO)	Kat. 4	99%	Überwachung in beiden externen Abschaltkreisen	Hoch	e	Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung Überwachung elektromechanischer Komponenten durch zwangsgeführte Schalter, Stellungsüberwachung von Schaltventilen etc.	

Ausgang SMX	Aktuator / externer Abschaltkreis	Kategorie nach EN ISO 13849-1	DC	MTTF _D Aktuator	Erzielbarer PL nach	Randbedingung	Fehlerabschluss
-------------	-----------------------------------	-------------------------------	----	----------------------------	---------------------	---------------	-----------------

						EN ISO 13849-1		
Zweikanalig ohne dynamischen Ausgangstest Rel 1 und Rel 2 2 x EAA1..EAA40	Zweikanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit direkter Rückführung zur Diagnose mind. in einem Kanal oder Aktuator mit Sicherheitsfunktion Kat. 4 (z.B. STO)	Kat. 3	90%	Überwachung in beiden externen Abschaltkreisen	Mittel od. Hoch	d	Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung Überwachung elektromechanischer Komponenten durch zwangsgeführte Schalter, Stellungsüberwachung von Schaltventilen etc. Ausgänge EAA1..40 je 1 x aus unterschiedlichen Gruppen (jeweils Gruppen von 6/4 zusammenhängende EAA-Ports, z.B. EAA1..6,EAA7..10) oder Ansteuerung zeitversetzt auf PLC-Ebene	Kurzschluss an externer Ansteuerung
Zweikanalig Rel 1 und Rel 2 oder Zweikanalig mit dynamischen Ausgangstest DO 0_P und, DO 0_M, DO 1_P und DO 1_M 2 x EAA1..EAA40	Zweikanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit direkter Rückführung zur Diagnose in beiden Kanälen oder Aktuator mit Sicherheitsfunktion Kat. 4 (z.B. STO)	Kat. 4	99%	Überwachung in beiden externen Abschaltkreisen	Hoch	e	Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung Überwachung elektromechanischer Komponenten durch zwangsgeführte Schalter, Stellungsüberwachung von Schaltventilen etc. Für Applikationen mit häufiger Anforderung der Sicherheitsabschaltung sollten in kürzen Zeitintervallen z.B. bei Schichtbeginn, 1 x pro Woche getestet werden. Ein Test sollte jedoch mindestens zyklisch 1 x pro Jahr erfolgen.	Kurzschluss an externer Ansteuerung in beiden Kanälen

5 Anschluss und Installation

5.1 Allgemeine Installationshinweise

Bei der Installation unbedingt die Sicherheitshinweise beachten!

Schutzart IP20

Führen Sie alle Signalleitungen für die Anschaltung der digitalen Eingänge und Kontaktüberwachungen getrennt.

Trennen Sie in jedem Fall 230VAC Spannungen von Niederspannungsleitungen (24V), falls diese Spannungen im Zusammenhang mit der Applikation verwendet werden.

Die Kabellängen für die Digitalen Eingänge und Ausgänge dürfen im Regelfall **30m** nicht überschreiten.

Falls die Kabellängen einen Wert von **30m** überschreiten, sind geeignete Maßnahmen zum Fehlerausschluss von unzulässiger Überspannung zu treffen. Geeignete Maßnahmen sind beispielsweise Blitzschutz für Außenleitungen, Überspannungsschutz der Anlage im Innenbereich, geschützte Kabelverlegung.

Maßnahmen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

Die SMX100-Baugruppe ist für den Einsatz im Antriebsumfeld vorgesehen und erfüllt die oben genannten EMV-Anforderungen.

Weiterhin wird vorausgesetzt, dass die elektromagnetische Verträglichkeit des Gesamtsystems durch einschlägig bekannte Maßnahmen sichergestellt wird.

Sicherheitshinweis:

- Es ist sicherzustellen, dass die Spannungsversorgungsleitungen der SMX100 und „schaltenden Leitungen“ des Stromrichters getrennt voneinander verlegt werden.
- Signalleitungen und Leistungsleitungen der Stromrichter sind in getrennten Kabelkanälen zu führen. Der Abstand der Kabelkanäle sollte mindestens 10 mm betragen.
- Zum Anschluss der Positions- und Geschwindigkeitssensoren sind ausschließlich geschirmte Leitungen zu verwenden. Das Kabel zur Übertragung der Signale muss für RS-485-Standard geeignet sein (paarweise verdrehte Leitungen).
- Das richtige Auflegen des Schirms in den 9-poligen SUB-D-Steckern der Positions- und Geschwindigkeitssensoren ist zu beachten. Es sind nur metallische oder metallisierte Stecker zugelassen.
- Die Schirmung auf der Sensorseite muss nach einschlägig bekannten Methoden ausgeführt sein.
- Es ist auf eine EMV-gemäße Installation der Stromrichtertechnik im Umfeld der SMX100-Baugruppe zu achten. Besondere Beachtung sollte die Kabelführung und die Verarbeitung der Schirmung für die Motorleitung und den Anschluss des Bremswiderstandes finden. Hier müssen die Installationsrichtlinien des Stromrichtergeräteherstellers unbedingt Beachtung finden.
- Alle Schütze im Umfeld des Umrichters müssen mit entsprechender Schutzbeschaltung ausgerüstet sein.
- Es sind geeignete Maßnahmen zum Schutz gegen Überspannungen zu treffen.

5.2 Einbau und Montage SMX100-Baugruppe

Der Einbau der Baugruppe erfolgt ausschließlich in Schaltschränken, die mindestens der Schutzart IP54 genügen.

Die Baugruppen müssen senkrecht auf einer Hutschiene befestigt werden

Bei den Lüftungsschlitzen muss ein Freiraum nach oben und unten von 30 mm eingehalten werden. Eine Aneinanderreihung von Erweiterungsbaugruppen ist erlaubt. Bei benachbarten Geräten die eine Abwärme erzeugen können, muss ein Abstand von 20 mm eingehalten werden.

Hinweis:

Bei Benutzung in nicht geschlossenen Räumen. Muss sichergestellt sein, dass die Umweltbedingungen der einzelnen Baugruppen (siehe technischen Daten) eingehalten werden.

5.3 Montage Rückwandbus

Es besteht die Möglichkeit mehrere SMX100-Baugruppen (SMX100-1, SMX100-2, SMX100-4) auf einer Hutschiene in Verbindung mit dem Rückwandbus zu montieren. Diese Baugruppen können mit einer Kommunikationserweiterung kombiniert werden. In diesen Fall muss der Rückwandbus bei der Bestellung durch BBH konfiguriert und entsprechend der vorliegenden Applikation geliefert werden.

Der Rückwandbus besteht aus einem 5-poligen Steckverbinder mit Federkontakten. Standardmäßig sind bei den Steckverbindern alle 5 Kontakte bestückt. In diesen Fall besitzt das Bauteil keine besondere Kennzeichnung. Bei einer zweiten Variante des Steckverbinders sind lediglich 3 Kontakte bestückt.

Anmerkung:

Erweiterungsbaugruppen verfügen über kein eigenes Netzteil und sind auf eine DC-Versorgung über den Rückwandbus angewiesen. Basisbaugruppen (SMX100-1, SMX100-2, SMX100-4) verfügen über ein verstärktes Netzteil und speisen immer auf den Rückwandbus ein.

Es gibt zwei Arten von Rückwandbusverbindern:

- **TB1:** Standardausführung (alle Kontakte sind vorhanden)
- **TB2:** Unterbrecherausführung (Die Beiden spannungsführenden Leiter sind nicht vorhanden und sind mit einem grünen Punkt gekennzeichnet)

Verwendung des Rückwandbusverbinders TB1:

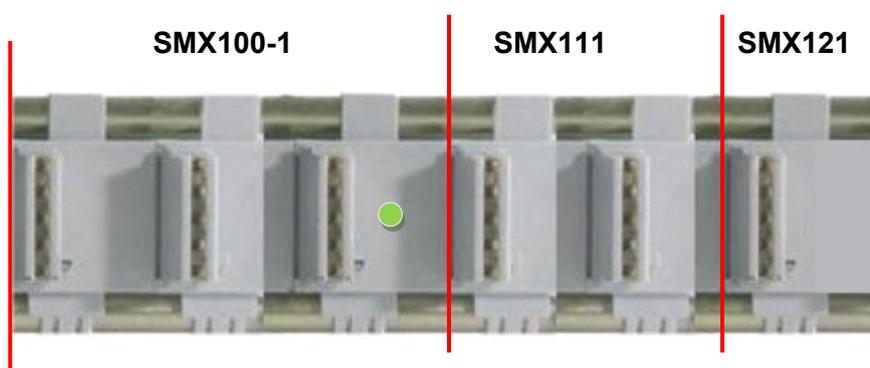
Der Rückwandverbinder TB1 kann nur in Verbindung mit Erweiterungsbaugruppen ohne eigene Spannungsversorgung installiert werden. Eine Verbindung mehrerer Standalone-Baugruppen ist nicht möglich.

Verwendung des Rückwandbusverbinders TB2:

Der Rückwandverbinder TB2 wird immer dann eingesetzt, wenn mehrere Basisbaugruppen mit Erweiterungsbaugruppen kombiniert werden. Dies wird unter dem Punkt 5.3.1 noch einmal anschaulich dargestellt.

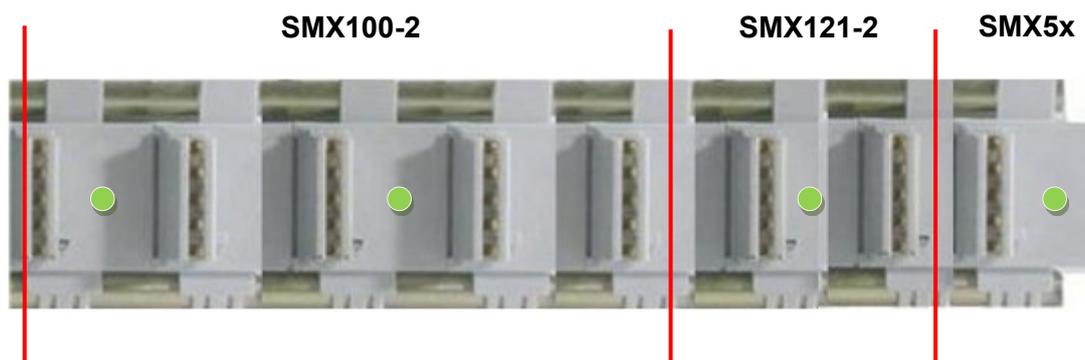
5.3.1 Anordnungsbeispiele

5.3.1.1 SMX100-1 + SMX111 + SMX121



Zwischen der SMX111 Baugruppe und der Kommunikationsbaugruppe SMX121x ist kein TB2 angebracht, da für die SMX121 die Spannungsversorgung über den Rückwandbus eingespeist wird.

5.3.1.2 SMX100-2 + SMX121-2 + SMX5x



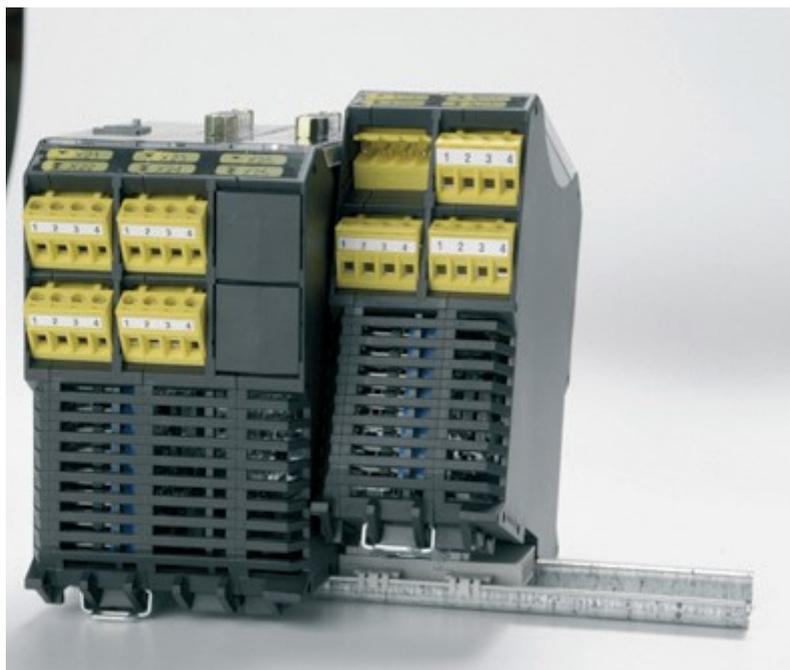
Zwischen der SMX121-2 Baugruppe und der Kommunikationsbaugruppe SMX5x befindet sich kein TB2, da die Spannungsversorgung für das SMX5x über das Rückwandbussystem erfolgt.

5.4 Montage der Baugruppen

Die Montage der Baugruppen erfolgt auf C-Normschiene mittels Schnapp-Klinke

5.4.1 Montage auf C-Schiene

Die Geräte werden schräg von oben in die Schiene eingeführt und nach unten eingeschnappt. Die Demontage erfolgt mittels eines Schraubendrehers welcher in den Schlitz der nach unten herausgeführten Klinke eingeführt und anschließend nach oben bewegt wird.



5.4.2 Montage auf Rückwandbus

Nach Montage des Rückwandbus kann die Gerätemontage erfolgen. Die Baugruppe hierzu von schräg oben einführen und auf der C-Schiene aufschnappen



Baugruppe von schräg oben einführen



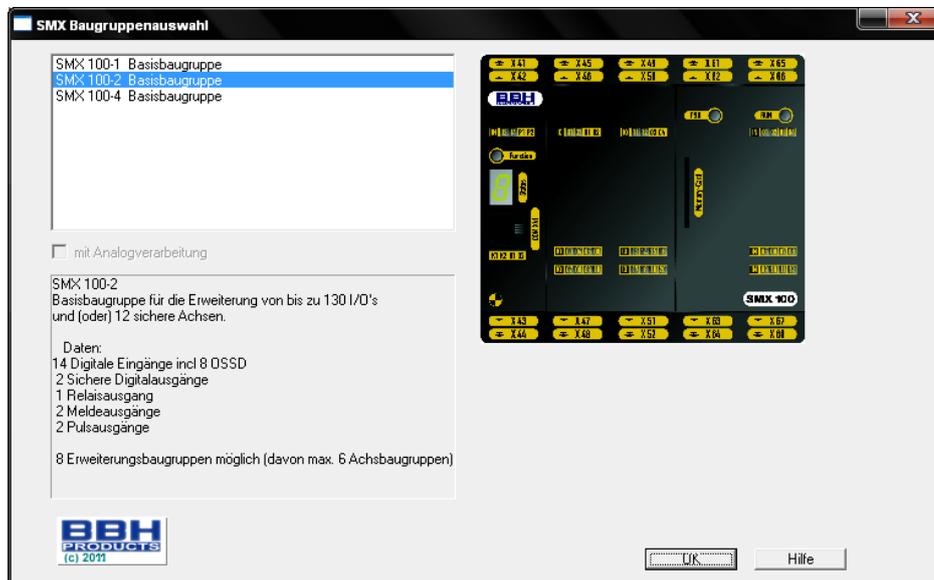
Nach unten auf der C-Schiene aufschnappen

Die Rückwandsteckverbindung kann nachträglich erweitert werden. Die Systemkonfiguration kann somit um zusätzliche Baugruppen erweitert werden.

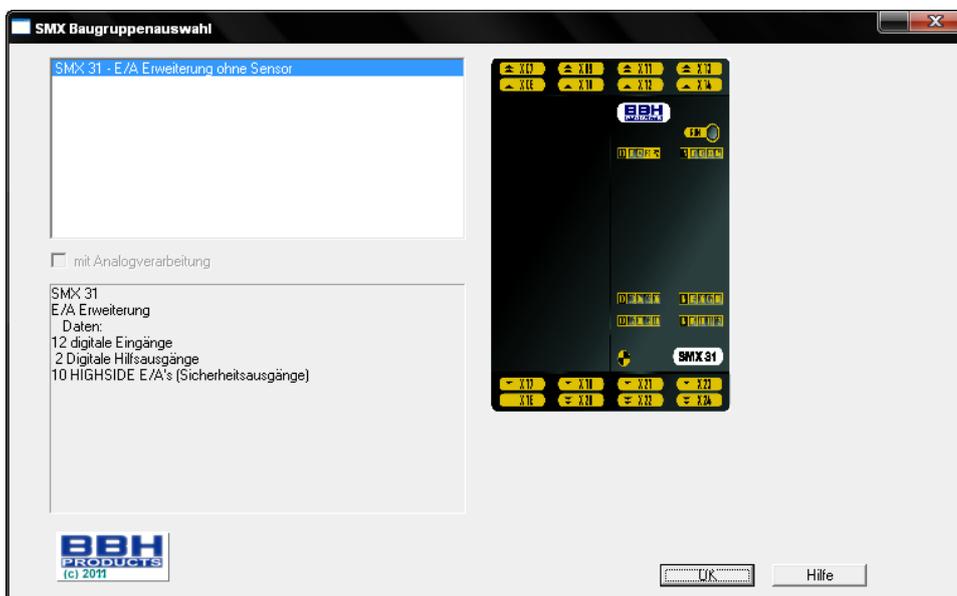
5.5 Installation und Konfiguration I/O-Erweiterung SMX131

5.5.1 Anmeldung SMX131 an Basisbaugruppe

Nach dem Start des "SafePLC" Programms ist zuerst das Basisgerät.



Durch diesen  zusätzlichen Button lässt sich im Anschluss die SMX131 Baugruppe auswählen.

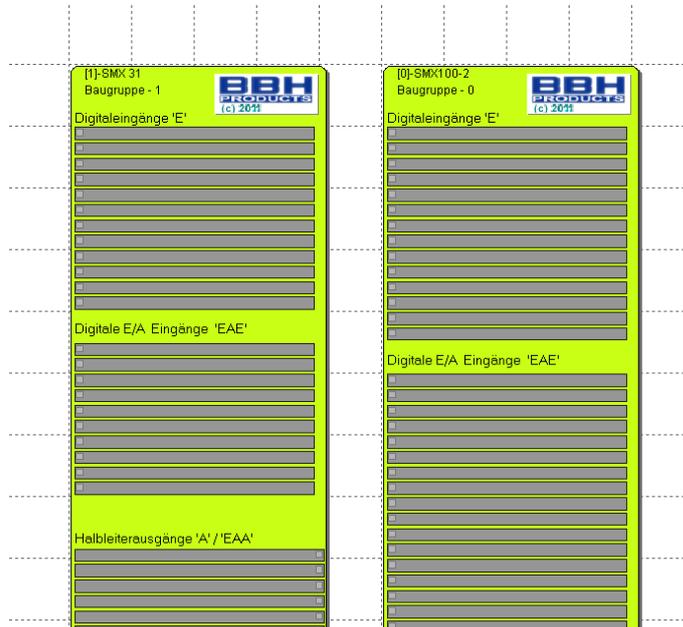


Hinweis:

Max. zwei SMX131 Baugruppen können mit einem Basisgerät betrieben werden.

5.5.2 Konfiguration der I/O-Belegung SMX131

Im Hauptmenü des "SafePLC" Programms kann durch "Doppelklick" auf die Erweiterungsbaugruppe der Konfigurationsdialog für die SMX131 Baugruppe geöffnet werden.



5.5.3 Logische Adresskonfiguration SMX131

Im SMX131 Konfigurationsdialog müssen folgende Einstellungen durchgeführt werden:

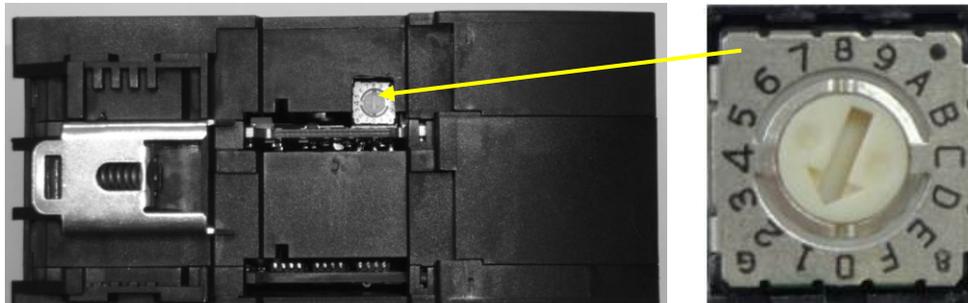
- Logischen Adresse SMX131-Gerät x: Einstellung des Adressschalters der SMX131 Baugruppe x
- Gruppe1 EAAx.1-EAAx.6 bzw. Gruppe2 EAAx.7-EAAx.10: Bei Verwendung dieser Ausgänge kann zwischen Sicherheits- oder als Standardausgänge ausgewählt werden.



5.5.4 Physikalische Adresskonfiguration Slave-Baugruppen SMX12x und 13x

Auf einer Slave-Baugruppe muss die Busadresse mit Hilfe des Adressschalters eingestellt werden.

Die Einstellung erfolgt auf der Rückseite der Baugruppe

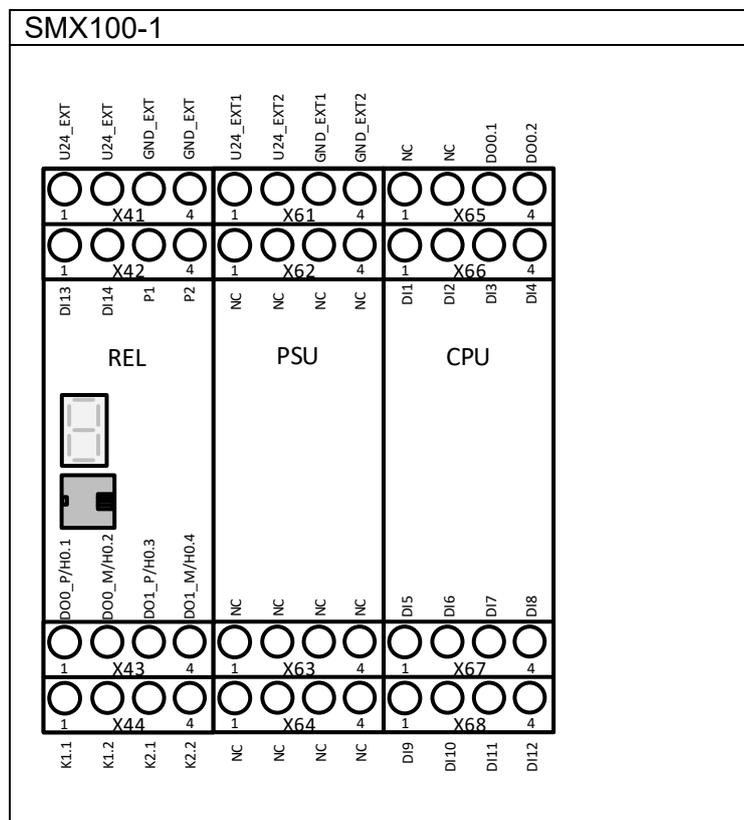


Hinweis:

- Adressbereich der Slave-Baugruppe von 1...15.
- Adresse „0“ ist für das Basisgerät reserviert.

5.6 Klemmenbelegung

5.6.1 Klemmenbelegung SMX 100-1



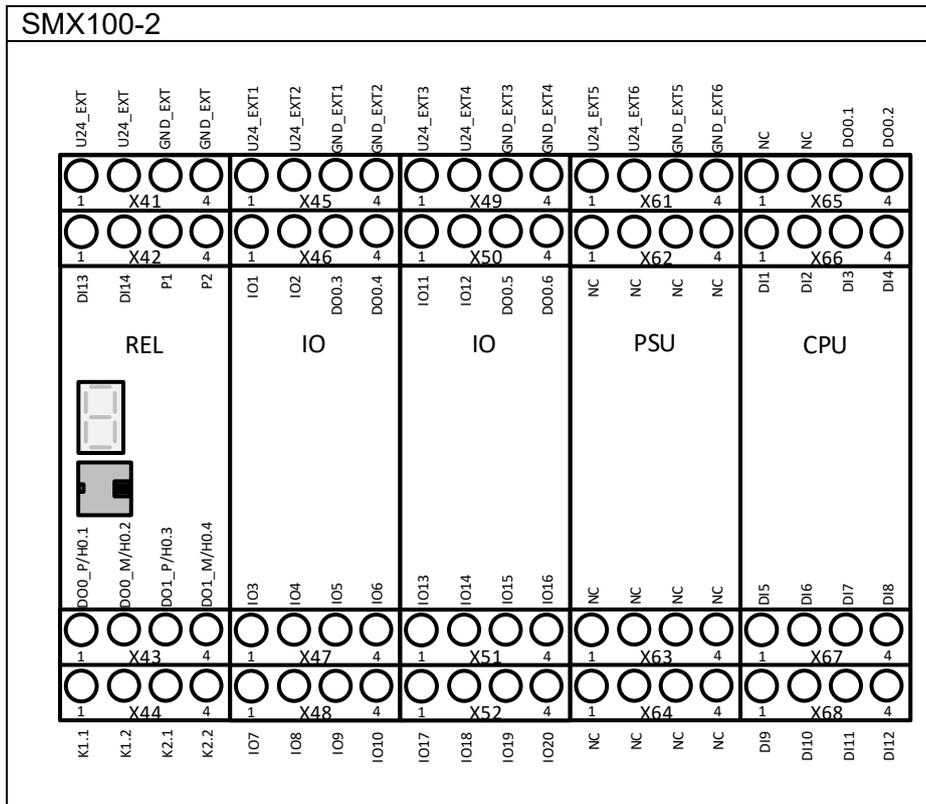
Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
REL	X41	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X42	1 - DI13	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI14		
		3 - P1	Taktausgänge	
		4 - P2		
	X43	1 - DO0_P	Ausgang p-schaltend	
		2 - DO0_M	Ausgang pn-schaltend	
		3 - DO1_P	Ausgang p-schaltend	
		4 - DO1_M	Ausgang pn-schaltend	
	X44	1 - K1.1	Sicherer Relaisausgang	
		2 - K1.2		
		3 - K2.1	Sicherer Relaisausgang	
		4 - K2.2		

Klemmenbelegung

Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
PSU	X61	1 - U24_EXT1	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC	
		2 - U24_EXT2	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC	
		3 - GND_EXT1	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT2		
	X62	1 - NC	Keine Funktion	
		2 - NC		
		3 - NC		
		4 - NC		
	X63	1 - NC		
		2 - NC		
		3 - NC		
		4 - NC		
	X64	1 - NC		
		2 - NC		
		3 - NC		
		4 - NC		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU	X65	1 - NC	Keine Funktion	
		2 - NC		
		3 - DO 1	Hilfsausgänge	
		4 - DO 2		
	X66	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X67	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
	X68	1 - DI9		
		2 - DI10		
		3 - DI11		
		4 - DI12		

5.6.2 Klemmenbelegung SMX 100-2



Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
REL	X41	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X42	1 - DI13	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI14		
		3 - P1	Taktausgänge	
		4 - P2		
	X43	1 - DO0_P	Ausgang p-schaltend	
		2 - DO0_M	Ausgang pn-schaltend	
		3 - DO1_P	Ausgang p-schaltend	
		4 - DO1_M	Ausgang pn-schaltend	
	X44	1 - K1.1	Sicherer Relaisausgang	
		2 - K1.2		
		3 - K2.1	Sicherer Relaisausgang	
		4 - K2.2		

Klemmenbelegung

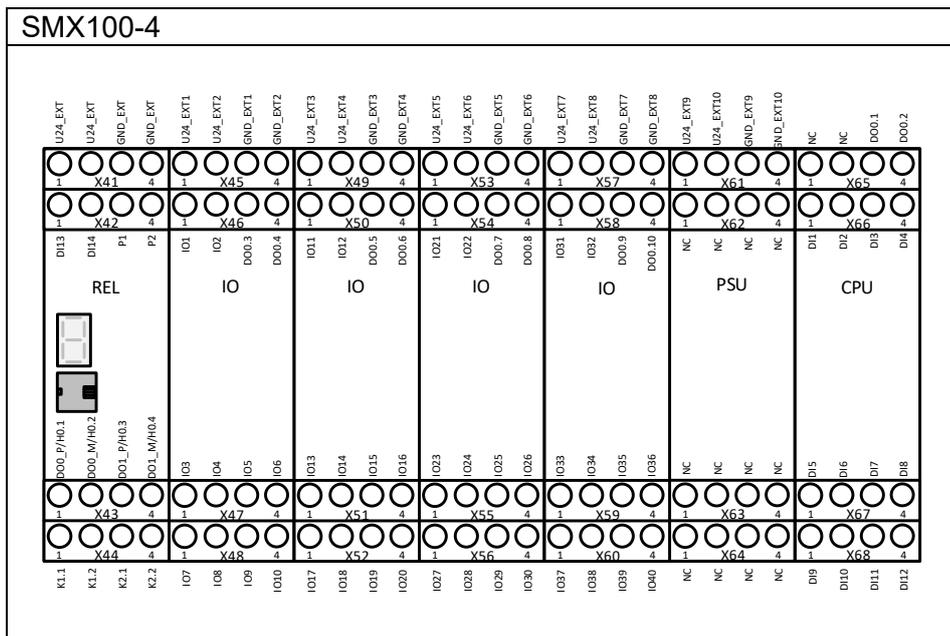
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
IO	X45	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC Ausgänge	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X46	1 - IO01	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO02		
		3 - DO0.3	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.4		
	X47	1 - IO03	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO04		
		3 - IO05		
		4 - IO06		
	X48	1 - IO07		
		2 - IO08		
3 - IO09				
4 - IO10				

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
IO	X49	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC Ausgänge	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X50	1 - IO11	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO12		
		3 - DO0.5	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.6		
	X51	1 - IO13	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO14		
		3 - IO15		
		4 - IO16		
	X52	1 - IO17		
		2 - IO18		
		3 - IO19		
		4 - IO20		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
PSU	X61	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X62	1 - NC	Keine Funktion	
		2 - NC		
		3 - NC		
		4 - NC		
	X63	1 - NC		
		2 - NC		
		3 - NC		
		4 - NC		
	X64	1 - NC		
		2 - NC		
		3 - NC		
		4 - NC		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU	X65	1 - NC	Keine Funktion	
		2 - NC		
		3 - DO0.1	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.2		
	X66	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X67	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
	X68	1 - DI9		
		2 - DI10		
		3 - DI11		
		4 - DI12		

5.6.3 Klemmenbelegung SMX 100-4



Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
REL	X41	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X42	1 - DI13	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI14		
		3 - P1	Taktausgänge	
		4 - P2		
	X43	1 - DO0_P	Ausgang p-schaltend	
		2 - DO0_M	Ausgang pn-schaltend	
		3 - DO1_P	Ausgang p-schaltend	
		4 - DO1_M	Ausgang pn-schaltend	
	X44	1 - K1.1	Sicherer Relaisausgang	
		2 - K1.2		
		3 - K2.1	Sicherer Relaisausgang	
		4 - K2.2		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
IO	X45	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC Ausgänge	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X46	1 - IO1	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO2		
		3 - DO0.3	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.4		
	X47	1 - IO3	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO4		
		3 - IO5		
		4 - IO6		
	X48	1 - IO7		
		2 - IO8		
3 - IO9				
4 - IO10				

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
IO	X49	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC Ausgänge	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X50	1 - IO11	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO12		
		3 - DO0.5	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.6		
	X51	1 - IO13	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO14		
		3 - IO15		
		4 - IO16		
	X52	1 - IO17		
		2 - IO18		
		3 - IO19		
		4 - IO20		

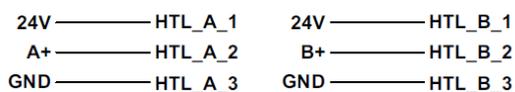
Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
IO	X53	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC Ausgänge	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X54	1 - IO21	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO22		
		3 - DO0.3	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.4		
	X55	1 - IO23	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO24		
		3 - IO25		
		4 - IO26		
	X56	1 - IO27		
		2 - IO28		
		3 - IO29		
		4 - IO30		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
IO	X57	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC Ausgänge	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X58	1 - IO31	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO32		
		3 - DO0.5	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.6		
	X59	1 - IO33	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO34		
		3 - IO35		
		4 - IO36		
	X60	1 - IO37		
		2 - IO38		
		3 - IO39		
		4 - IO40		

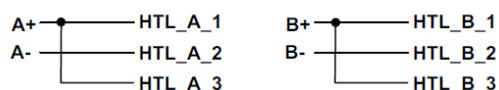
Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
PSU	X61	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X62	1 - NC	Keine Funktion	
		2 - NC		
		3 - NC		
		4 - NC		
	X63	1 - NC		
		2 - NC		
		3 - NC		
		4 - NC		
	X64	1 - NC		
		2 - NC		
		3 - NC		
		4 - NC		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU	X65	1 - NC	Keine Funktion	
		2 - NC		
		3 - DO0.1	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.2		
	X66	1 - DI01	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI02		
		3 - DI03		
		4 - DI04		
	X67	1 - DI05		
		2 - DI06		
		3 - DI07		
		4 - DI08		
	X68	1 - DI09		
		2 - DI10		
		3 - DI11		
		4 - DI12		

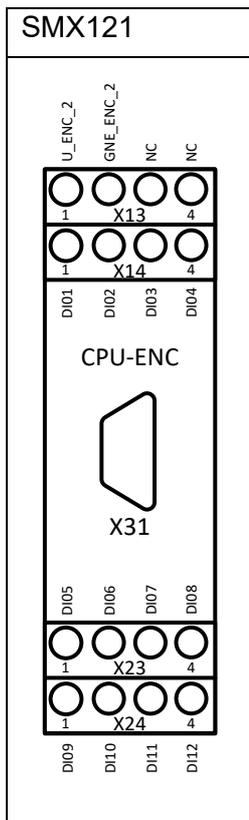
HTL Geber Anschluß: A+/B+



HTL Geber Anschluß: A+,A-/B+,B-

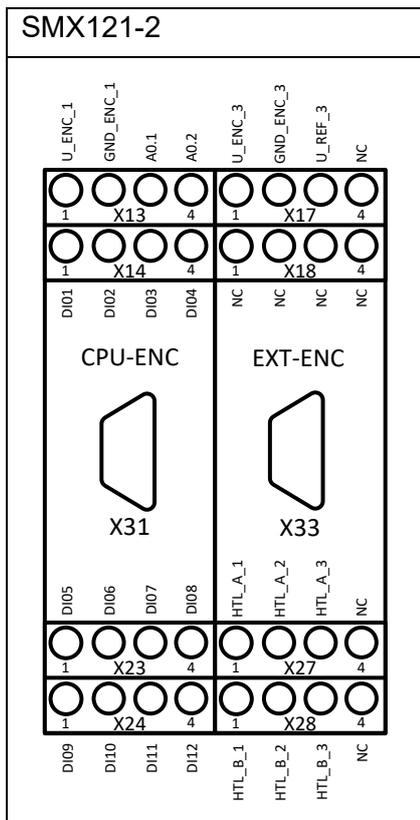


5.6.4 Klemmenbelegung SMX 121



Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU-ENC	X13	1 - U_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X31	
		2 - GND_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X31	
		3 - NC	Keine Funktion	
		4 - NC		
	X14	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X23	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
	X24	1 - DI9		
		2 - DI10		
		3 - DI11		
		4 - DI12		

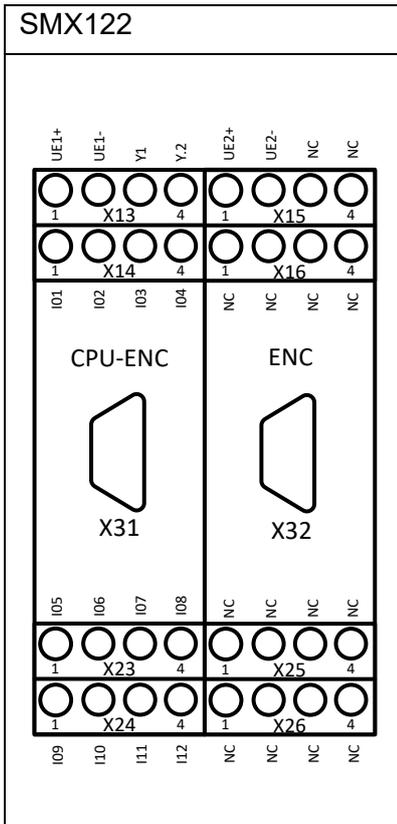
5.6.5 Klemmenbelegung SMX 121-2



Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU-ENC	X13	1 - U_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X31	
		2 - GND_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X31	
		3 - NC	Keine Funktion	
		4 - NC		
	X14	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X23	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
	X24	1 - DI9		
		2 - DI10		
		3 - DI11		
		4 - DI12		

Klemmenbelegung					
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis	
EXT-ENC	X17	1 – U_ENC_3	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X33		
		2 – GND_ENC_3	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X33		
		3 – U_REF_3	Referenzspannung Encoder X33		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X18	1 – NC	Keine Funktion		
		2 – NC			
		3 – NC			
		4 – NC			
	X27	1 – HTL_A_1	Encoder 24V		
		2 – HTL_A_2	Encoder A+		
		3 – HTL_A_3	Encoder Ground		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X28	1 – HTL_B_1	Encoder 24V		
		2 – HTL_B_2	Encoder B+		
		3 – HTL_B_3	Encoder Ground		
		4 – NC	Keine Funktion		

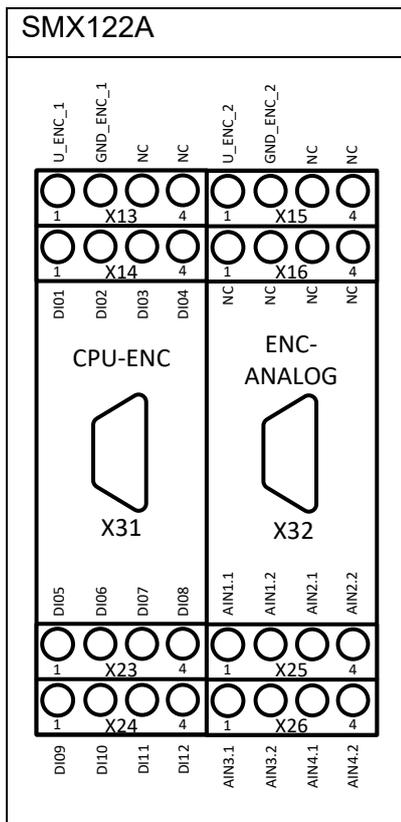
5.6.6 Klemmenbelegung SMX 122



Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU-ENC	X13	1 - U_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X31	
		2 - GND_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X31	
		3 - NC	Keine Funktion	
		4 - NC		
	X14	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X23	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
	X24	1 - DI9		
		2 - DI10		
		3 - DI11		
		4 - DI12		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
ENC	X15	1 – U_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X32	
		2 – GND_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X32	
		3 – NC	Keine Funktion	
		4 – NC		
	X16	1 – NC	Keine Funktion	
		2 – NC		
		3 – NC		
		4 – NC		
	X25	1 – NC	Keine Funktion	
		2 – NC		
		3 – NC		
		4 – NC		
	X26	1 – NC	Keine Funktion	
		2 – NC		
		3 – NC		
		4 – NC		

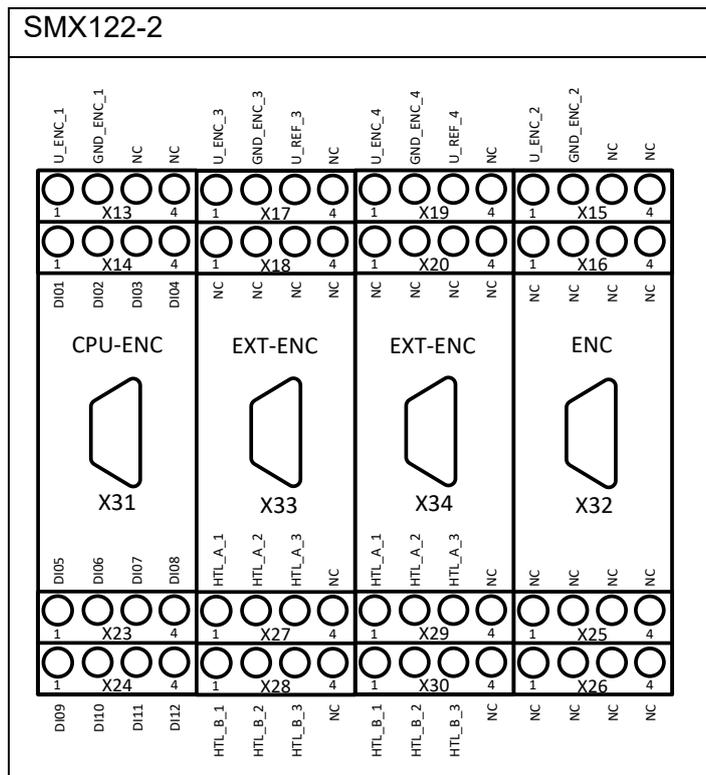
5.6.7 Klemmenbelegung SMX 122A



Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU-ENC	X13	1 - U_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X31	
		2 - GND_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X31	
		3 - NC	Keine Funktion	
		4 - NC		
	X14	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X23	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
X24	1 - DI9			
	2 - DI10			
	3 - DI11			
	4 - DI12			

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
ENC	X15	1 – U_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X32	
		2 – GND_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X32	
		3 – NC	Keine Funktion	
		4 – NC		
	X16	1 – NC	Keine Funktion	
		2 – NC		
		3 – NC		
		4 – NC		
	X25	1 – AIN 1.1	Sicherer analoger Eingang	
		2 – AIN 1.2		
		3 – AIN 2.1		
		4 – AIN 2.2		
	X26	1 – AIN 3.1	Sicherer analoger Eingang	
		2 – AIN 3.2		
		3 – AIN 4.1		
		4 – AIN 4.2		

5.6.8 Klemmenbelegung SMX 122-2



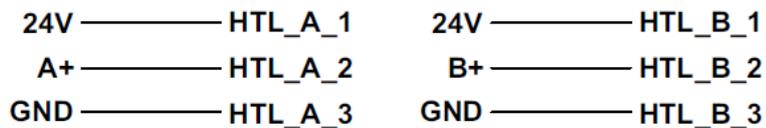
Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU-ENC	X13	1 - U_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X31	
		2 - GND_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X31	
		3 - NC	Keine Funktion	
		4 - NC		
	X14	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X23	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
X24	1 - DI9			
	2 - DI10			
	3 - DI11			
	4 - DI12			

Klemmenbelegung					
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis	
EXT-ENC	X17	1 – U_ENC_3	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X33		
		2 – GND_ENC_3	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X33		
		3 – U_REF_3	Referenzspannung Encoder X33		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X18	1 – NC	Keine Funktion		
		2 – NC			
		3 – NC			
		4 – NC			
	X27	1 – HTL_A_1	Encoder 24V		
		2 – HTL_A_2	Encoder A+		
		3 – HTL_A_3	Encoder Ground		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X28	1 – HTL_B_1	Encoder 24V		
		2 – HTL_B_2	Encoder B+		
		3 – HTL_B_3	Encoder Ground		
		4 – NC	Keine Funktion		

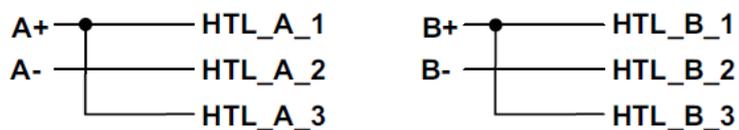
Klemmenbelegung					
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis	
EXT-ENC	X19	1 – U_ENC_4	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X34		
		2 – GND_ENC_4	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X34		
		3 – U_REF_4	Referenzspannung Encoder X34		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X20	1 – NC	Keine Funktion		
		2 – NC			
		3 – NC			
		4 – NC			
	X29	1 – HTL_A_1	Encoder 24V		
		2 – HTL_A_2	Encoder A+		
		3 – HTL_A_3	Encoder Ground		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X30	1 – HTL_B_1	Encoder 24V		
		2 – HTL_B_2	Encoder B+		
		3 – HTL_B_3	Encoder Ground		
		4 – NC	Keine Funktion		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
ENC	X15	1 – U_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X32	
		2 – GND_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X32	
		3 – NC	Keine Funktion	
		4 – NC		
	X16	1 – NC	Keine Funktion	
		2 – NC		
		3 – NC		
		4 – NC		
	X25	1 – NC	Keine Funktion	
		2 – NC		
		3 – NC		
		4 – NC		
	X26	1 – NC	Keine Funktion	
		2 – NC		
		3 – NC		
		4 – NC		

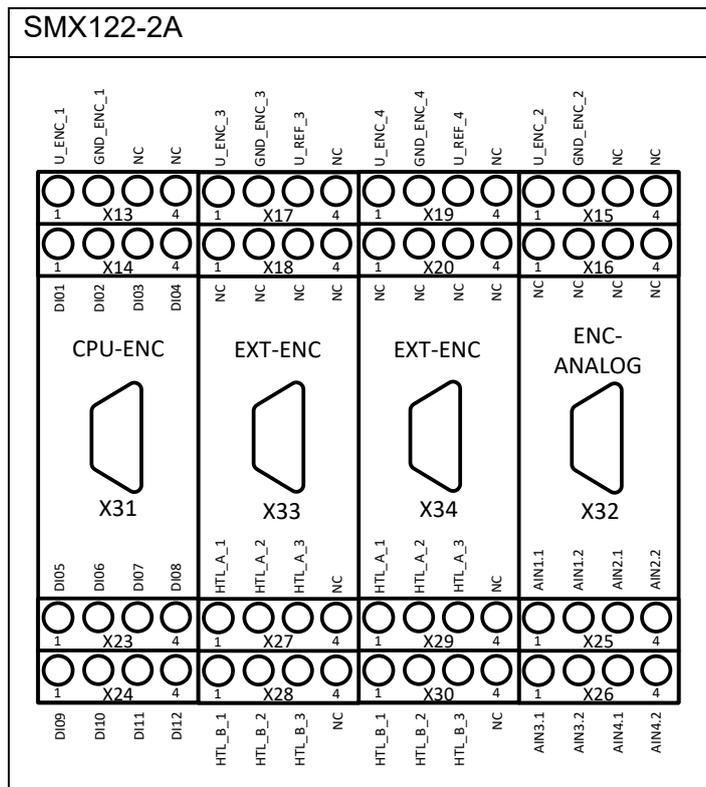
HTL Geber Anschluß: A+/B+



HTL Geber Anschluß: A+,A-/B+,B-



5.6.9 Klemmenbelegung SMX 122-2A



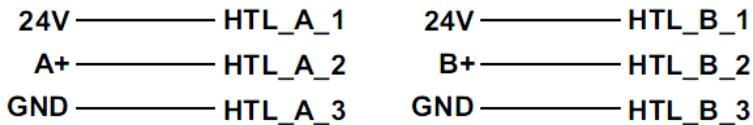
Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU-ENC	X13	1 - U_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X31	
		2 - GND_ENC_1	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X31	
		3 - NC	Keine Funktion	
		4 - NC		
	X14	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X23	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
	X24	1 - DI9		
		2 - DI10		
		3 - DI11		
		4 - DI12		

Klemmenbelegung					
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis	
EXT-ENC	X17	1 – U_ENC_3	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X33		
		2 – GND_ENC_3	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X33		
		3 – U_REF_3	Referenzspannung Encoder X33		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X18	1 – NC	Keine Funktion		
		2 – NC			
		3 – NC			
		4 – NC			
	X27	1 – HTL_A_1	Encoder 24V		
		2 - HTL_A_2	Encoder A+		
		3 - HTL_A_3	Encoder Ground		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X28	1 – HTL_B_1	Encoder 24V		
		2 - HTL_B_2	Encoder B+		
		3 - HTL_B_3	Encoder Ground		
		4 - NC	Keine Funktion		

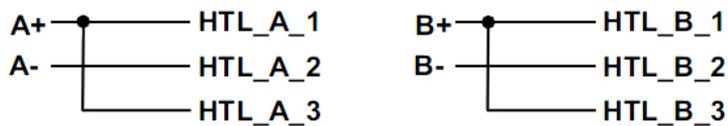
Klemmenbelegung					
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis	
EXT-ENC	X19	1 – U_ENC_4	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X34		
		2 – GND_ENC_4	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X34		
		3 – U_REF_4	Referenzspannung Encoder X34		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X20	1 – NC	Keine Funktion		
		2 – NC			
		3 – NC			
		4 – NC			
	X29	1 – HTL_A_1	Encoder 24V		
		2 - HTL_A_2	Encoder A+		
		3 - HTL_A_3	Encoder Ground		
		4 – NC	Keine Funktion		
	X30	1 – HTL_B_1	Encoder 24V		
		2 - HTL_B_2	Encoder B+		
		3 - HTL_B_3	Encoder Ground		
		4 - NC	Keine Funktion		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
ENC	X15	1 – U_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder +24V DC X32	
		2 – GND_ENC_2	Spannungsversorgung Encoder 0V DC X32	
		3 – NC	Keine Funktion	
		4 – NC		
	X16	1 – NC	Keine Funktion	
		2 – NC		
		3 – NC		
		4 – NC		
	X25	1 – AIN 1.1	Sicherer analoger Eingang	
		2 – AIN 1.2		
		3 – AIN 2.1		
		4 – AIN 2.2		
	X26	1 – AIN 3.1	Sicherer analoger Eingang	
		2 – AIN 3.2		
		3 – AIN 4.1		
		4 – AIN 4.2		

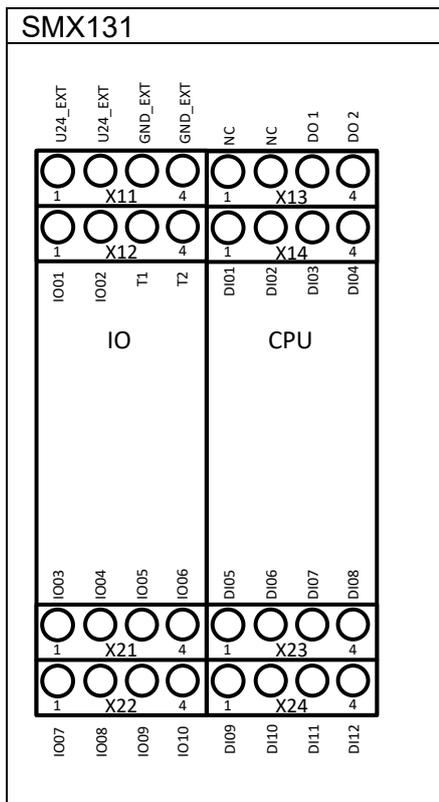
HTL Geber Anschluß: A+/B+



HTL Geber Anschluß: A+,A-/B+,B-



5.6.10 Klemmenbelegung SMX 131

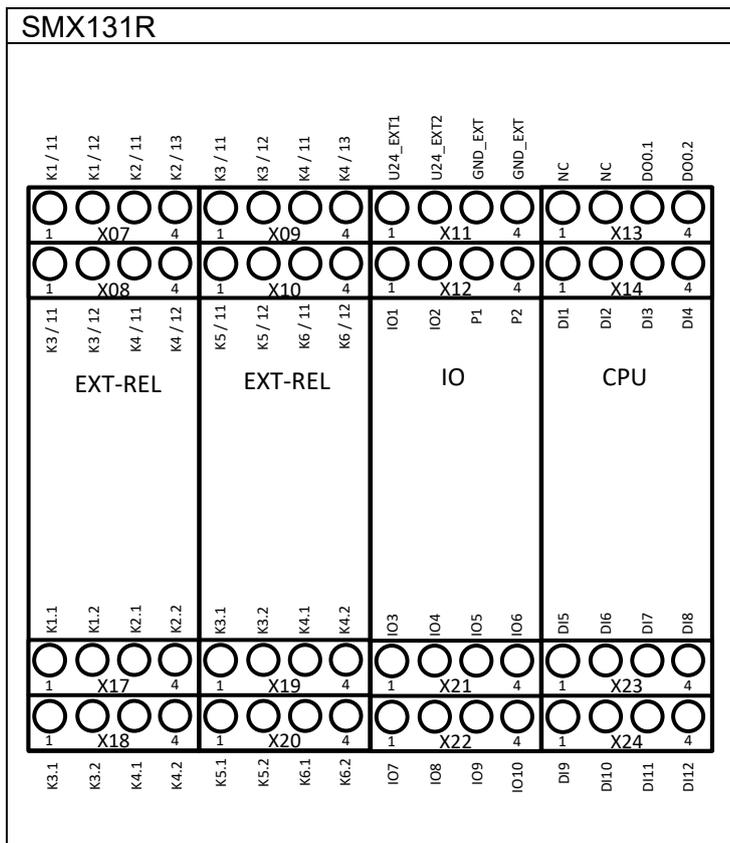


Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
IO	X11	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC Ausgänge	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X12	1 - IO01	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO02		
		3 - P1	Pulsausgänge	
		4 - P2		
	X21	1 - IO03	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 - IO04		
3 - IO05				
4 - IO06				
X22	1 - IO07			
	2 - IO08			
	3 - IO09			
	4 - IO10			

Klemmenbelegung

Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU	X13	1 - NC	Keine Funktion	
		2 - NC		
		3 - DO0.1	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.2		
	X14	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X23	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
	X24	1 - DI9		
		2 - DI10		
		3 - DI11		
		4 - DI12		

5.6.11 Klemmenbelegung SMX 131R



Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
EXT-REL	X07	1 – K1/11	Rücklesekontakt Relais 1	
		2 – K1/12		
		3 – K2/11	Rücklesekontakt Relais 2	
		4 – K2/12		
	X08	1 – K3/11	Rücklesekontakt Relais 3	
		2 – K3/12		
		3 – K4/11	Rücklesekontakt Relais 4	
		4 – K4/12		
	X17	1 – K1.1	Sicherer Relaisausgang 1	
		2 – K1.2	Sicherer Relaisausgang 2	
		3 – K2.1		
		4 – K2.2		
X18	1 – K3.1	Sicherer Relaisausgang 3		
	2 – K3.2	Sicherer Relaisausgang 4		
	3 – K4.1			
	4 – K4.2			

Klemmenbelegung

Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
EXT-REL	X09	1 – K5/11	Rücklesekontakt Relais 5	
		2 – K5/12		
		3 – K6/11	Rücklesekontakt Relais 6	
		4 – K6/12		
	X10	1 – K7/11	Rücklesekontakt Relais 7	
		2 – K7/12		
		3 – K8/11	Rücklesekontakt Relais 8	
		4 – K8/12		
	X19	1 – K5.1	Sicherer Relaisausgang 5	
		2 – K5.2		
		3 – K6.1	Sicherer Relaisausgang 6	
		4 – K6.2		
	X20	1 – K7.1	Sicherer Relaisausgang 7	
		2 – K7.2		
		3 – K8.1	Sicherer Relaisausgang 8	
		4 – K8.2		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
IO	X11	1 - U24_EXT	Spannungsversorgung Gerät +24 VDC Ausgänge	
		2 - U24_EXT		
		3 - GND_EXT	Spannungsversorgung Gerät 0 VDC	
		4 - GND_EXT		
	X12	1 – IO01	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 – IO02		
		3 – P1	Pulsausgänge	
		4 – P2		
	X21	1 – IO03	Sichere Digitale Ein-, Ausgänge pp-schaltend	
		2 – IO04		
		3 – IO05		
		4 – IO06		
	X22	1 – IO07		
		2 – IO08		
		3 – IO09		
		4 - IO10		

Klemmenbelegung				
Einheit	Klemme	Pin	Beschreibung	Hinweis
CPU	X13	1 - NC	Keine Funktion	
		2 - NC		
		3 - DO0.1	Hilfsausgänge	
		4 - DO0.2		
	X14	1 - DI1	Sichere digitale Eingänge	
		2 - DI2		
		3 - DI3		
		4 - DI4		
	X23	1 - DI5		
		2 - DI6		
		3 - DI7		
		4 - DI8		
	X24	1 - DI9		
		2 - DI10		
		3 - DI11		
		4 - DI12		

5.6.12 Klemmenbelegung SMX1xx/5x

Die Klemmenbelegungen der einzelnen Kommunikationsbaugruppen entnehmen sie bitte den entsprechenden Installationshandbüchern.

5.6.13 Klemmenbelegung SMX1xx/4x

Die Klemmenbelegungen der einzelnen Kommunikationsbaugruppen entnehmen sie bitte den entsprechenden Installationshandbüchern.

5.7 Externe 24 VDC – Spannungsversorgung

Die SMX100-Baugruppe benötigt eine Spannungsversorgung von 24 VDC (siehe hierzu SELV oder PELV, EN50178). Bei der Projektierung und Installation des vorgesehenen Netzgerätes sind folgende Randbedingungen zu beachten:

Die minimale und maximale Toleranz der Versorgungsspannung muss unbedingt beachtet werden.

Nominalspannung	DC 24 V
Minimal: 24 VDC – 15%	20,4 VDC
Maximal: 24 VDC + 20%	28,8 VDC

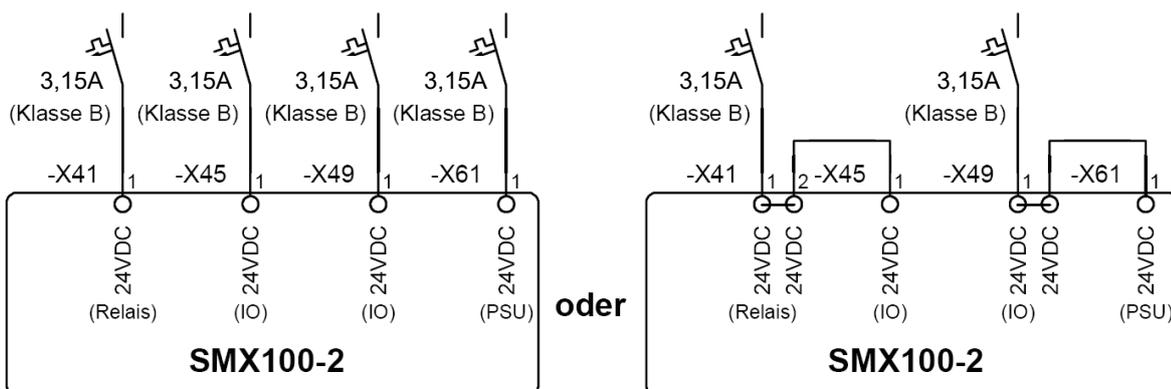
Um eine möglichst kleine Restwelligkeit der Versorgungsspannung zu erreichen wird der Einsatz eines 3-phasigen Netzgerätes oder eines elektronisch geregelten Gerätes empfohlen. Das Netzgerät muss den Anforderungen nach EN61000-4-11 genügen (Spannungseinbruch). Die Auslegung der Verbindungskabel muss entsprechend der örtlichen Vorschriften erfolgen. Die Fremdspannungsfestigkeit der SMX100-Baugruppe beträgt 32 VDC (abgesichert durch Suppressor-dioden am Eingang).

⚠ Sicherheitshinweis:

- Jede Platine einer Baugruppe ist separat mit der Versorgungsspannung (und Sicherung) zu versorgen! Dabei sind die jeweiligen Klemmen mit „U24_ext“ gekennzeichnet. Zwei nebeneinanderliegende Klemmen U24_ext in einem Stecker sind intern gebrückt.

⚠ Sicherheitshinweis:

- Die SMX Baugruppe ist einzeln extern mit einer Vorsicherung von 3,15A (min. 30 VDC) abzusichern. Die Sicherung muss in der Nähe der Klemmen angeordnet sein. Empfohlener Sicherungstyp: 3,15A-Leistungsschutzschalter (Klasse B) oder Schmelzsicherung (träge).
- Je nach Strombedarf kann die Absicherung in Summe oder je I/O-Gruppe erfolgen.



Anschlussbeispiel mit getrennter IO-Versorgung !
(bei Anschluß von IO's mit hohem Stromverbrauch)

Anschlussbeispiel mit gemeinsamer IO-Versorgung !
(bei Anschluß von IO's mit niedrigem Stromverbrauch)

Anmerkungen:

In jedem Fall muss die sichere galvanische Trennung zum 230 VAC bzw. 400 VAC Netz gewährleistet werden. Hierzu sind Netzgeräte auszuwählen, die den Vorschriften DIN VDE 0551, EN 60 742 und DIN VDE 0160 entsprechen. Neben der Auswahl des geeigneten Gerätes ist auf einen Potentialausgleich zwischen PE und 0-VDC auf der Sekundärseite zu achten. Ein verwendetes Netzteil zur Spannungsversorgung muss mindestens den zweifachen Strom liefern, der insgesamt abgesichert ist (z.B. $4 \times 3,15A = 12,6A \Rightarrow$ Netzteil: mind. 25,2A).

⚠ Sicherheitshinweis:

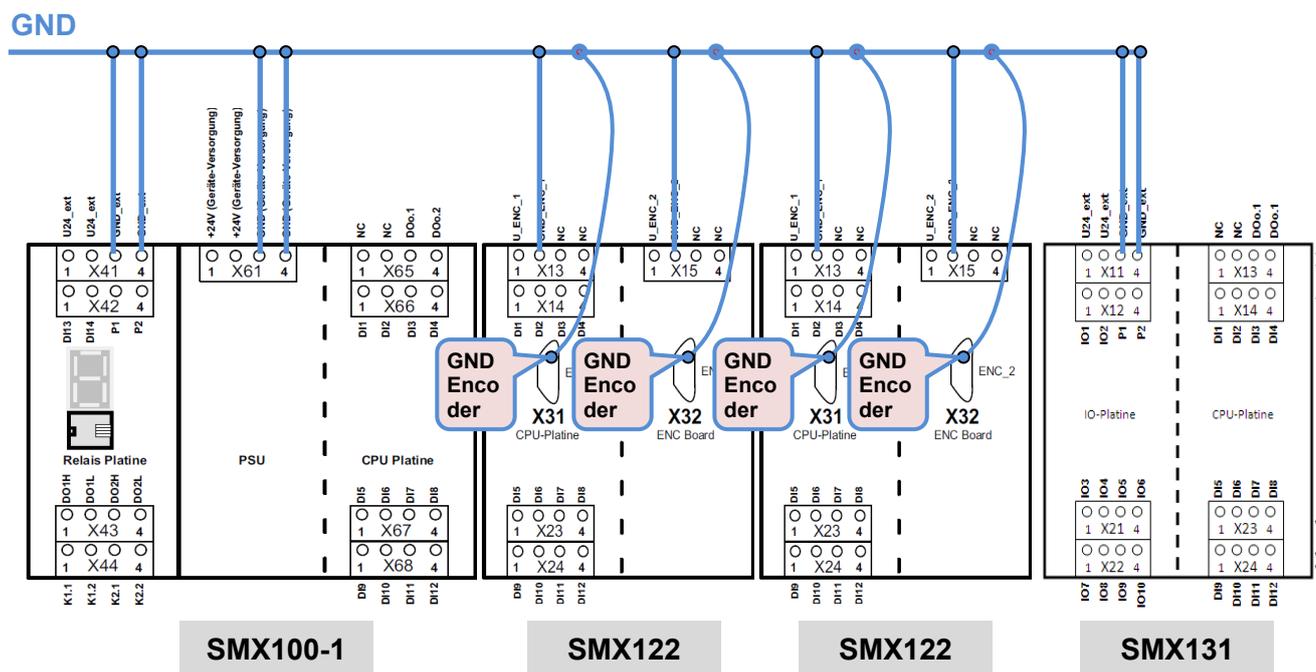
- Alle GND-Anschlüsse der Geräte, die mit den Eingängen der SMX100-Baugruppe verbunden sind, müssen mit dem GND der SMX100 (Spannungsversorgung) verbunden werden.

Eingänge der SMX100 sind:

- Digitaleingänge
- Analogeingänge
- Geberanschlüsse

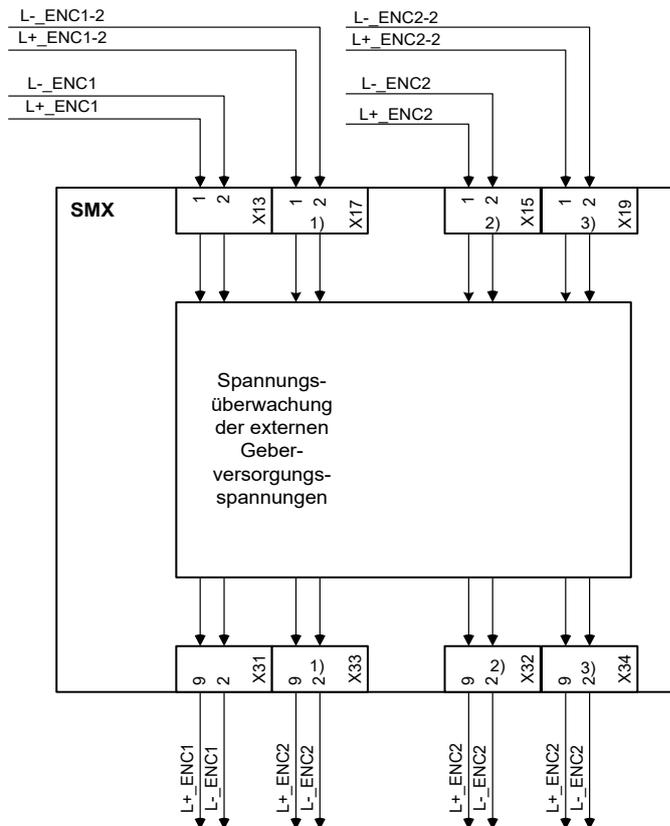
Anmerkung:

Die Anschlüsse GND_ENC und AIN sind nicht intern mit GND verbunden!



5.8 Anschluss der externen Gebersversorgung

5.8.1 Inkremental, HTL, SIN/COS, SSI



- 1) Nur SMX 121-2 u. SMX 122-2(A)
- 2) Nur SMX 122(A) u. SMX 122-2(A)
- 3) Nur SMX 122-2(A)

Die SMX100-Baugruppe unterstützt Geberspannungen von 5V, 8V, 10V, 12V, 20V und 24V, die intern entsprechend der gewählten Konfiguration überwacht werden.

Wird ein Gebersystem nicht über die SMX100-Baugruppe versorgt, so muss dennoch eine Versorgungsspannung an Klemme X13 bzw. X15 angeschlossen und entsprechend konfiguriert werden.

Die Gebersversorgung ist mit maximal 2A abzusichern.

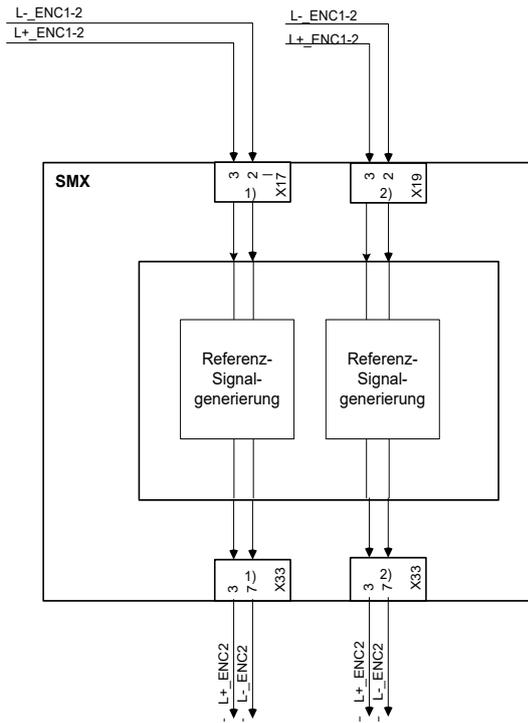
Sicherheitshinweis:

- Der GND-Anschluss des Gebers muss mit dem GND der SMX verbunden werden

Überwachung der Versorgungsspannung entsprechend der gewählten Nominalspannung:

Nominal Spannung	Minimale Spannung	Maximale Spannung
5 VDC	4,4 VDC	5,6 VDC
8 VDC	7 VDC	9 VDC
10 VDC	8 VDC	12 VDC
12 VDC	10 VDC	14 VDC
20 VDC	16 VDC	24 VDC
24 VDC	20 VDC	29 VDC

5.8.2 Resolver



- 1) Nur SMX 121-2 und SMX122-2(A)
- 2) Nur SMX 122-2(A)

Bei Verwendung von Resolver im Master-Modus ist zur Generierung des Referenzsignals eine zusätzliche Spannungsversorgung mit 24V DC erforderlich.

Hinweis:

- Darauf achten, dass Spannungsversorgungsklemmen X17 und X19 an PIN 1 keine Spannungsversorgung angeschlossen ist.
- Die Geberversorgung ist mit maximal 2A abzusichern.

Überwachung der Versorgungsspannung:

Nominal Spannung	Minimale Spannung	Maximale Spannung
24 VDC	20 VDC	29 VDC

5.9 Anschluss der Digitaleingänge

Die Baugruppen des SMX100-Systems verfügen über 14 (SMX100-1/100-2/100-4) bzw. 12x (SMX121, SMX121-2, SMX122, SMX122-2, SMX131) sichere digitale Eingänge. Diese sind zum Anschluss von ein- oder zweikanaligen Signalen mit und ohne Taktung, bzw. ohne Querschussprüfung geeignet.

Die angeschlossenen Signale müssen einen „High“-Pegel von DC 24 V (DC +15 V.+ DC 30 V) aufweisen und einen „Low“-Pegel von (DC -3 V... DC +5 V, Typ1 nach EN61131-2). Die Eingänge sind intern mit Eingangsfiltren versehen.

Eine geräteinterne Diagnosefunktion prüft zyklisch die korrekte Funktion der Eingänge inklusive der Eingangsfiltren. Ein erkannter Fehler versetzt die SMX100 in den Alarmzustand. Gleichzeitig werden alle Ausgänge der SMX100 passiviert.

Neben den eigentlichen Signaleingängen stellt die SMX100-Baugruppe zwei Taktausgänge P1 und P2 zur Verfügung. Bei den Pulsausgängen handelt es sich umschaltende 24 VDC Ausgänge.

Die Pulsausgänge sind ausschließlich für die Überwachung der digitalen Eingänge (DI01 ... DI14) vorgesehen und können für keine anderen Funktionen innerhalb der Applikation Verwendung finden.

Die Schaltfrequenz beträgt 125 Hz für jeden Ausgang. Bei der Projektierung ist zu beachten, dass die Ausgänge maximal mit einem Gesamtstrom von 250 mA belastet werden dürfen.

Weiterhin können zugelassene OSSD-Ausgänge ohne Einschränkung an die Eingänge DI01-DI04 und DI09-DI14 angeschlossen werden

Hinweis:

Digitale Eingänge DI05 bis DI08 sind nicht für OSSDs geeignet, da EN 61131-2 Typ 2 Anforderungen nicht eingehalten werden.

Bei einkanaliger Verwendung der Eingänge ist das erreichbare Sicherheitsniveau auf SIL 2 bzw. PL d eingeschränkt, wenn in regelmäßigen Abständen eine Anforderung der Sicherheitsfunktion erfolgt.

Grundsätzlich ist eine sicherheitstechnische Verwendung der Eingänge nur in Verbindung mit den Pulsausgängen vorgesehen.

Werden die Pulsausgänge nicht verwendet, muss durch externe Maßnahmen, insbesondere eine geeignete Kabelführung, ein Kurzschluss in der externen Verdrahtung zwischen verschiedenen Eingängen und gegen die Versorgungsspannung der SMX100 ausgeschlossen werden.

Jeder Eingang der SMX100-Baugruppe kann individuell für folgende Signalquellen konfiguriert werden:

Eingang wird Puls P1 zugeordnet

Eingang wird Puls P2 zugeordnet

Eingang wird DC 24 V Dauerspannung zugeordnet

5.10 Anschluss Analogeingänge

Bei den Ausführungen SMX122A/122-2A mit Analogverarbeitung können max. 2 Analogsignale sicher verarbeitet werden:

Die Analogeingänge können wie folgt beschalten werden:

	<i>min</i>	<i>max</i>
Spannung	-10 VDC	+10VDC

Hinweis:

Die Baugruppe ist standardmäßig mit einem festen Bürdenwiderstand von 500 Ohm bestückt. Bei Bedarf kann dieser Widerstand entfallen (Spannungseingang).

Sicherheitshinweis:

- Der GND-Anschluss AIN muss mit dem GND der SMX verbunden werden

5.11 Anschluss der Positions- und Geschwindigkeitssensoren

5.11.1 Allgemeine Hinweise

Je nach Baugruppentyp verfügt die SMX100-Achserweiterungsbaugruppe (SMX121, SMX121-2, SMX122, SMX122-2) über (2/4) externe Encoder-Schnittstellen zum Anschluss von industrieüblichen Inkremental- und Absolutencodern. Die Encoderschnittstellen können als Inkremental, SIN/COS, Absolut-SSI-Geber oder als Proxy konfiguriert werden. Weiterhin ist es möglich, an die Zählgänge der SMX100-Baugruppe zwei Inkrementalsignale erzeugende Sensoren (etwa Proxi – Näherungsschalter) anzuschließen. Die Signale müssen jeweils mit Normal- und Komplementärspur eingelesen werden.

WICHTIG

Die Spannungsversorgung des Encodersystems erfolgt über die an der SMX100-Baugruppe vorgegebenen Klemmen. Diese Spannung wird zum Encoderstecker geführt und von einem internen Diagnoseprozess überwacht.

Wird der Sensor mit einer externen Spannung versorgt, so muss diese über den Encoderstecker geführt werden. Die entsprechende Klemme (Geberversorgungsspannung) auf der SMX100-Baugruppe bleibt frei.

Wird eine externe Sensorversorgungsspannung über den Encoderstecker nicht rückgeführt, so ist ein Ausfall dieser Versorgung in die Fehlerbetrachtung des Gesamtsystems mit einzubeziehen. Insbesondere muss daher der Nachweis geführt werden, dass bei unterschreiten / überschreiten der spezifizierten Betriebsspannung des Encodersystems dieser Fehler erkannt wird, bzw. ausgeschlossen werden kann.

EMV - Maßnahmen wie Schirmung etc. sind zu beachten.

Die beiden Encoder müssen zueinander rückwirkungsfrei sein. Dies gilt sowohl für den elektrischen als auch für den mechanischen Teil.

Sind beide Encoder über gemeinsame mechanische Teile mit der zu überwachenden Einrichtung gekoppelt, muss die Verbindung formschlüssig aufgebaut sein und darf keine verschleißbehafteten Teile (Ketten, Zahnriemen etc.) aufweisen. Ist dies dennoch der Fall, so sind zusätzliche Überwachungseinrichtungen für die mechanische Anbindung der Sensoren erforderlich (z.B. Überwachung eines Zahnriemens).

Bei aktiver Positionsverarbeitung muss mindestens einen Absolutencoder verwendet werden. Bei Verwendung von zwei gleichwertigen Sensoren ist zu beachten, dass der Sensor mit der höheren Auflösung als Sensor1 (Prozesssensor) und der Sensor mit der niedrigeren Auflösung als Sensor 2 (Referenzsensor) konfiguriert wird.

Sicherheitshinweis:

- Die GND-Anschlüsse der Geber sind mit dem GND der SMX verbunden werden. Dies gilt in gleicher Weise auch für Resolver.

Achtung:

Die Encoderanschlüsse dürfen während des Betriebes nicht aufgesteckt oder abgezogen werden. Es können elektrische Bauteile am Geber zerstört werden. Schalten Sie angeschlossene Geber und die SMX100-Baugruppe **vor** dem Aufstecken oder Abziehen der Encoderanschlüsse spannungsfrei.

Für die Daten- und Clock- Signale bzw. Spur A und Spur B sind paarweise verdrehte Leitungen für die Signalübertragung nach RS485 Standard zu verwenden. Bei der Auswahl des Drahtquerschnittes ist der Stromverbrauch des Encoders und die Kabellänge der Installation im Einzelfall zu berücksichtigen.

Bei der Verwendung von Absolutencodern gilt außerdem:

Im Slave-Mode wird das Taktsignal von einem externen Prozess erzeugt und wird mit dem Datensignal von der SMX100-Baugruppe eingelesen. Durch diese Art der Abtastung entsteht eine Schwebung und in Folge ein Abtastfehler der folgenden Größenordnung:

$$F = (\text{Abtastzeit des Encoders durch externes System [ms]} / 8 \text{ [ms]}) * 100 \%$$

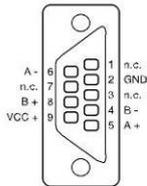
Die Größe des entstehenden Abtastfehlers F muss bei der Festlegung der Schwellen in den verwendeten Überwachungsfunktionen berücksichtigt werden, da dieser Fehler nicht kompensiert werden kann!

5.11.2 Belegung der Encoderschnittstellen

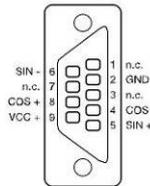
X31/X32¹⁾

Sensorbelegung

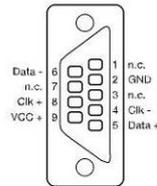
Incremental - Encoder



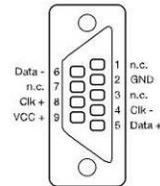
SIN/COS



Absolut - Encoder



SSI - Listener

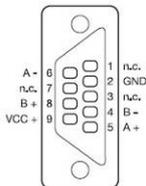


¹⁾nur SMX121, SMX122

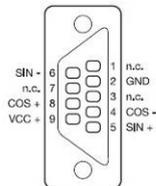
X33/X34²⁾

Sensorbelegung

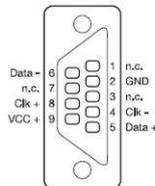
Incremental - Encoder



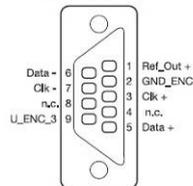
SIN/COS



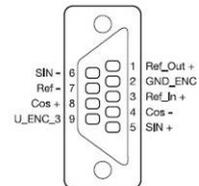
**SSI - Absolut
X 31/X 32**



**SSI - Absolut
X 33/X 34**



Resolver



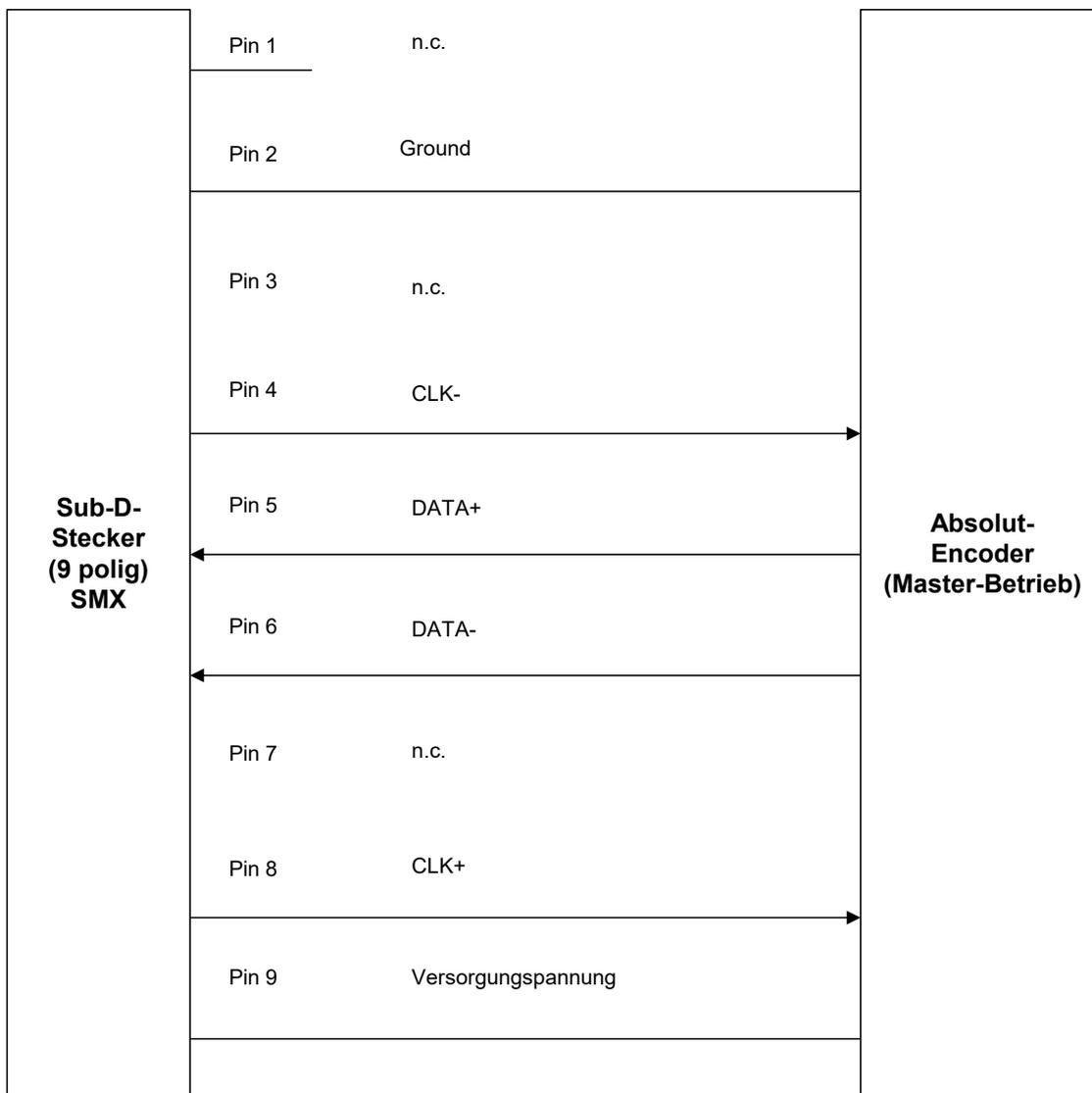
²⁾nur SMX121-2 und SMX122-2

HINWEIS:

Bei den Klemmen X33/X34 der Baugruppen SMX121-2 und SMX122-2 ist bei Anwendung eines inkrementellen Zählsystems der Anschluss invers zum dargestellten und zu X31/X32. Bei nicht invers angeschlossenen Encodern an X33/X34 wird somit die Drehrichtung invers angezeigt. Die angezeigte Drehrichtung kann in der Software korrigiert werden. (vgl. Programmierhandbuch S. 90 ff – „Direction up / down“)

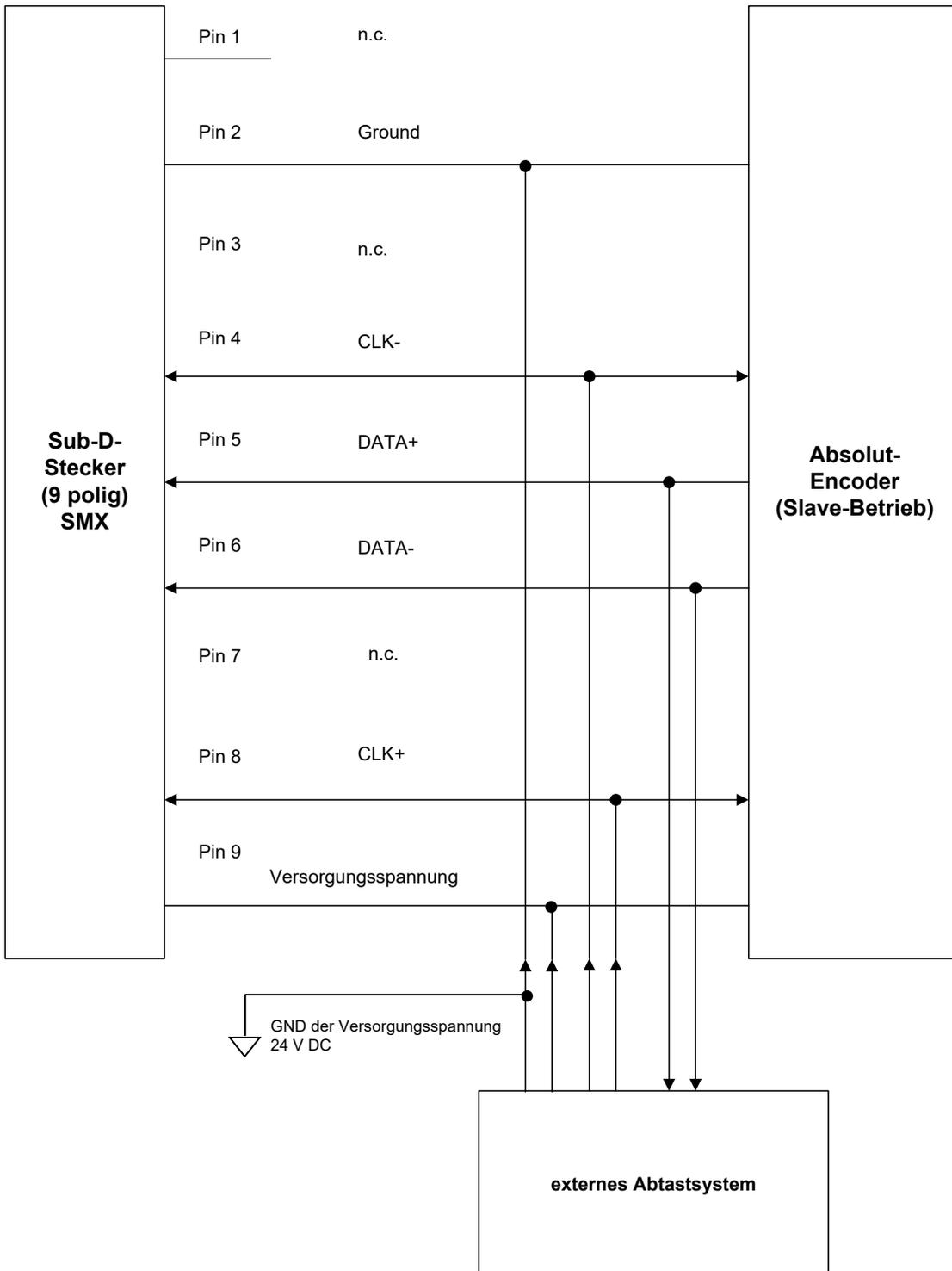
5.11.3 Anschlussvarianten

5.11.3.1 Anschluss eines Absolutencoders als Master



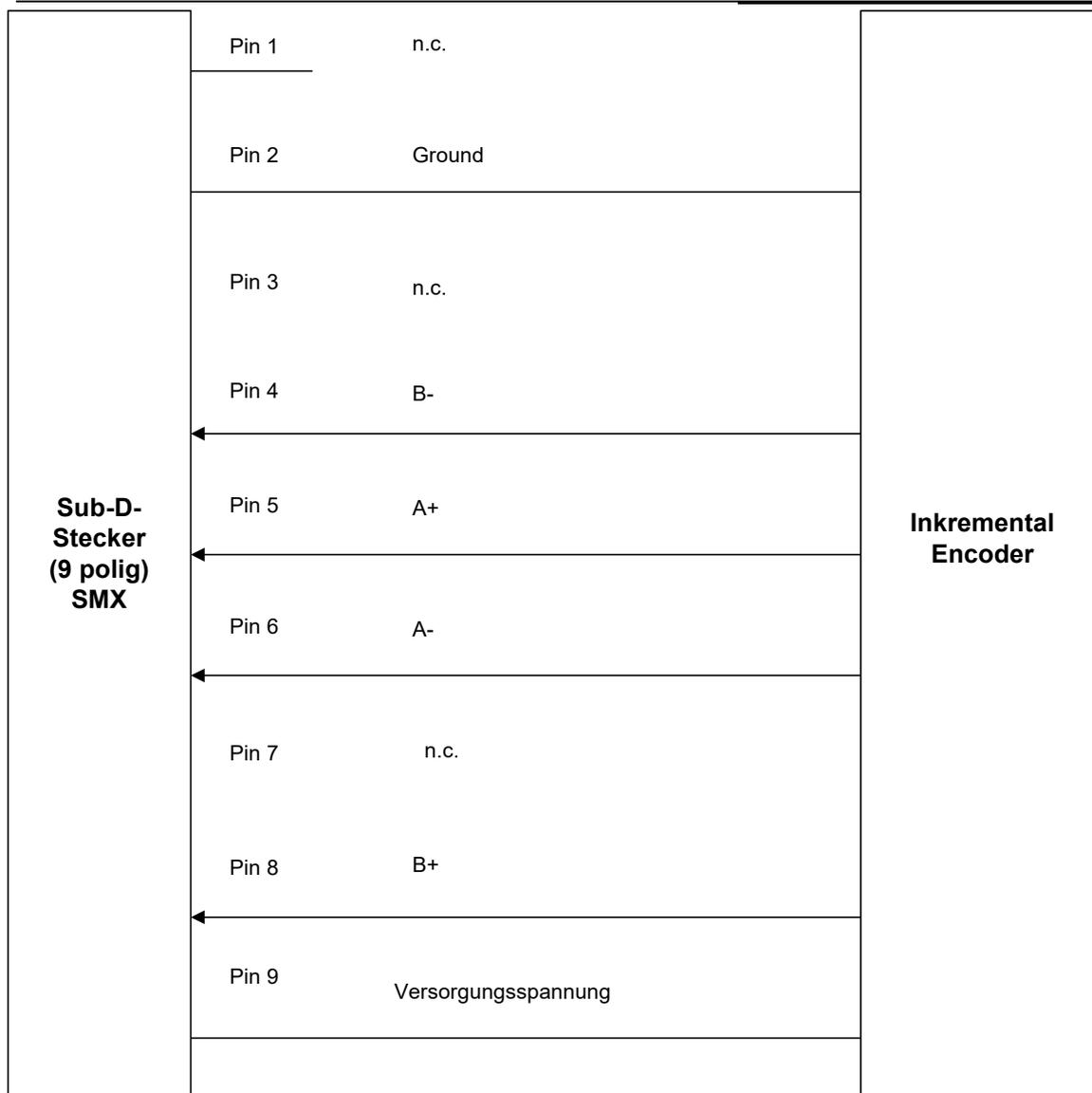
Bei dieser Art der Anschaltung verlaufen die Pulssignale von der Baugruppe SMX100 zum Absolutencoder und die Daten vom Encoder zur SMX100.

5.11.3.2 Anschluss eines Absolutencoders als Slave



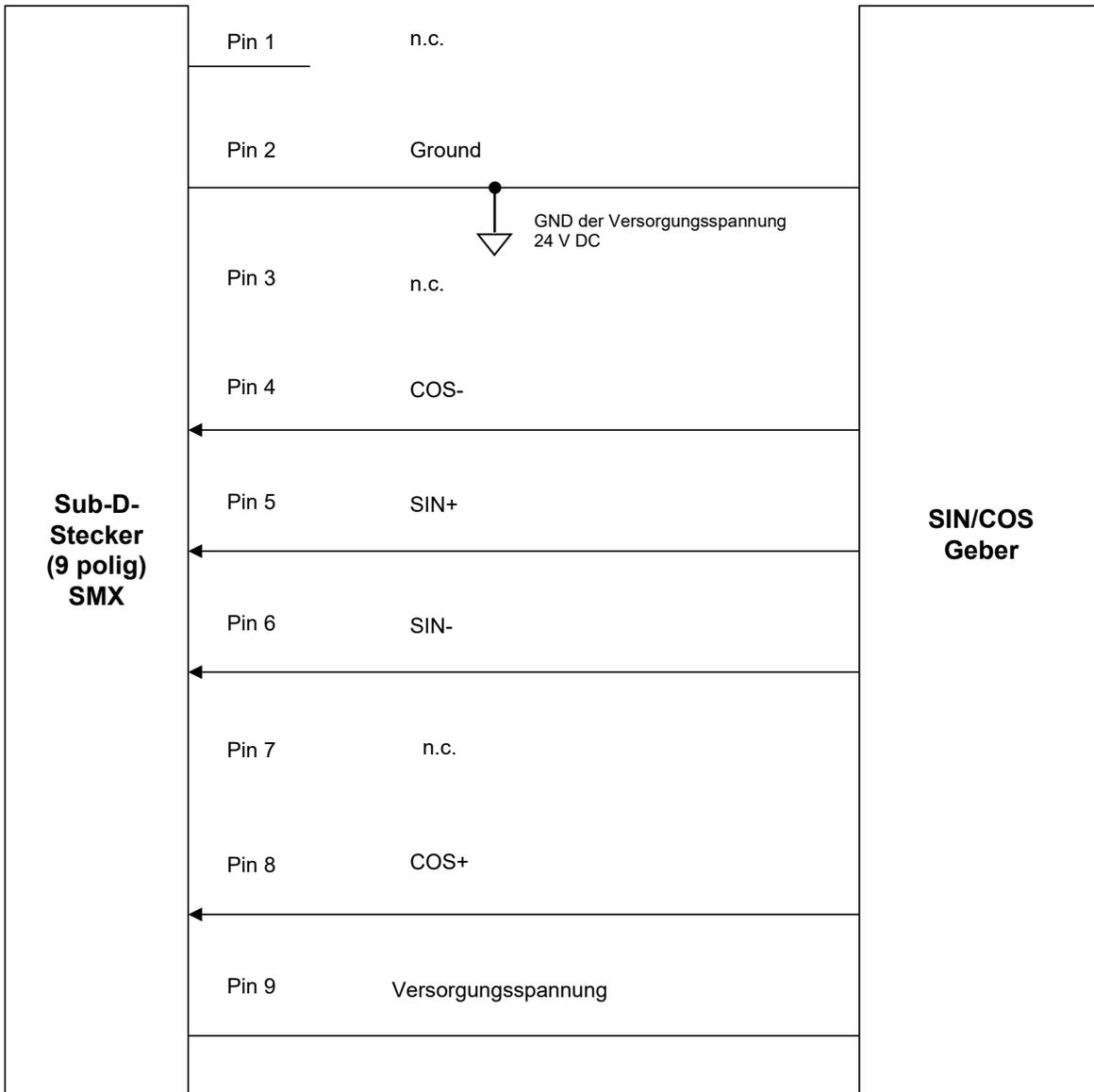
Bei dieser Art der Anschaltung werden die Pulssignale und die Daten mitgelesen. Bei diesem Beispiel wird der Encoder nicht von der Baugruppe mit Spannung versorgt.

5.11.3.3 Anschluss eines Inkrementalencoders mit TTL-Signalpegel



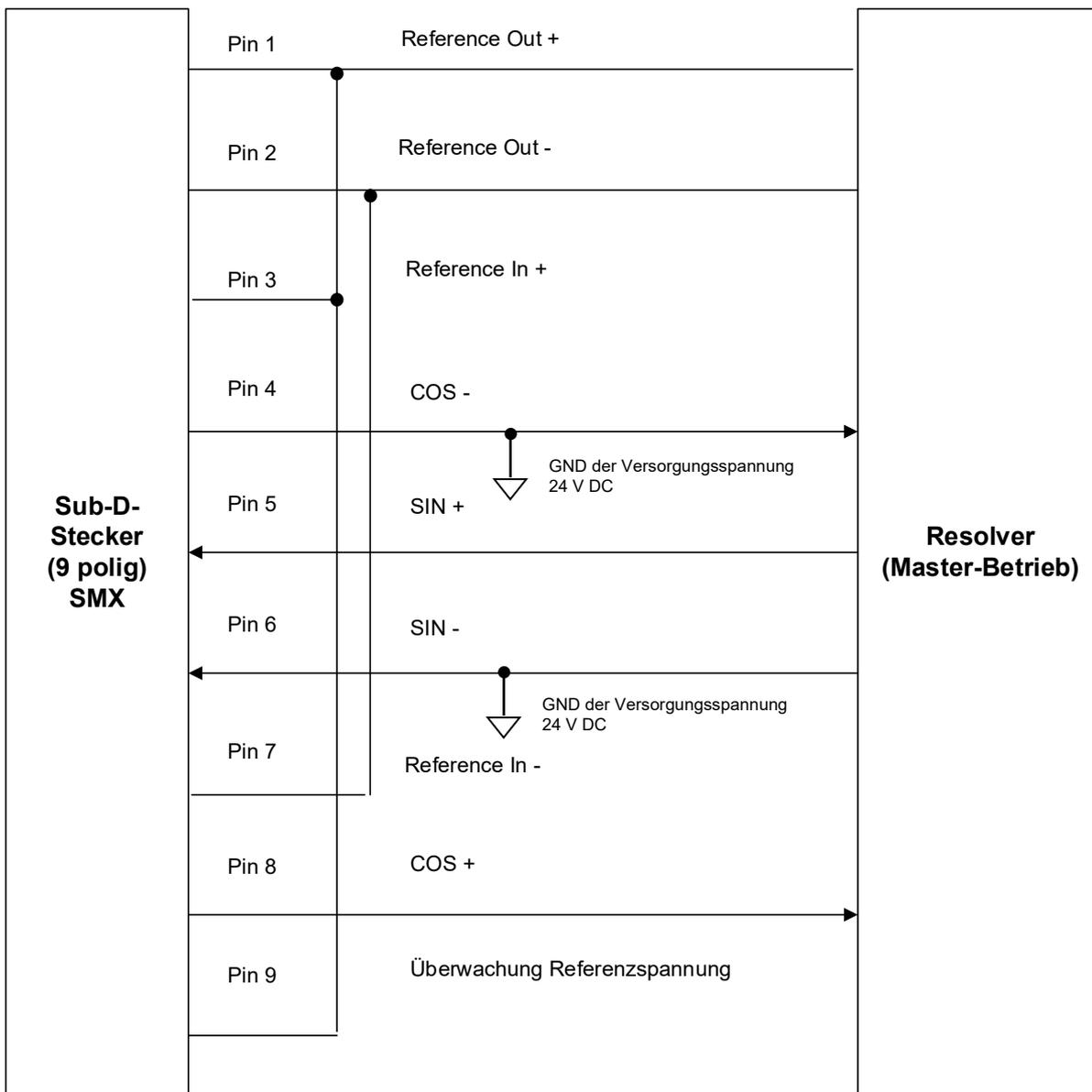
Die Pins 1, 3 und 7 bleiben offen und sind für spätere Erweiterungen reserviert.

5.11.3.4 Anschluss eines SIN/COS-Gebers



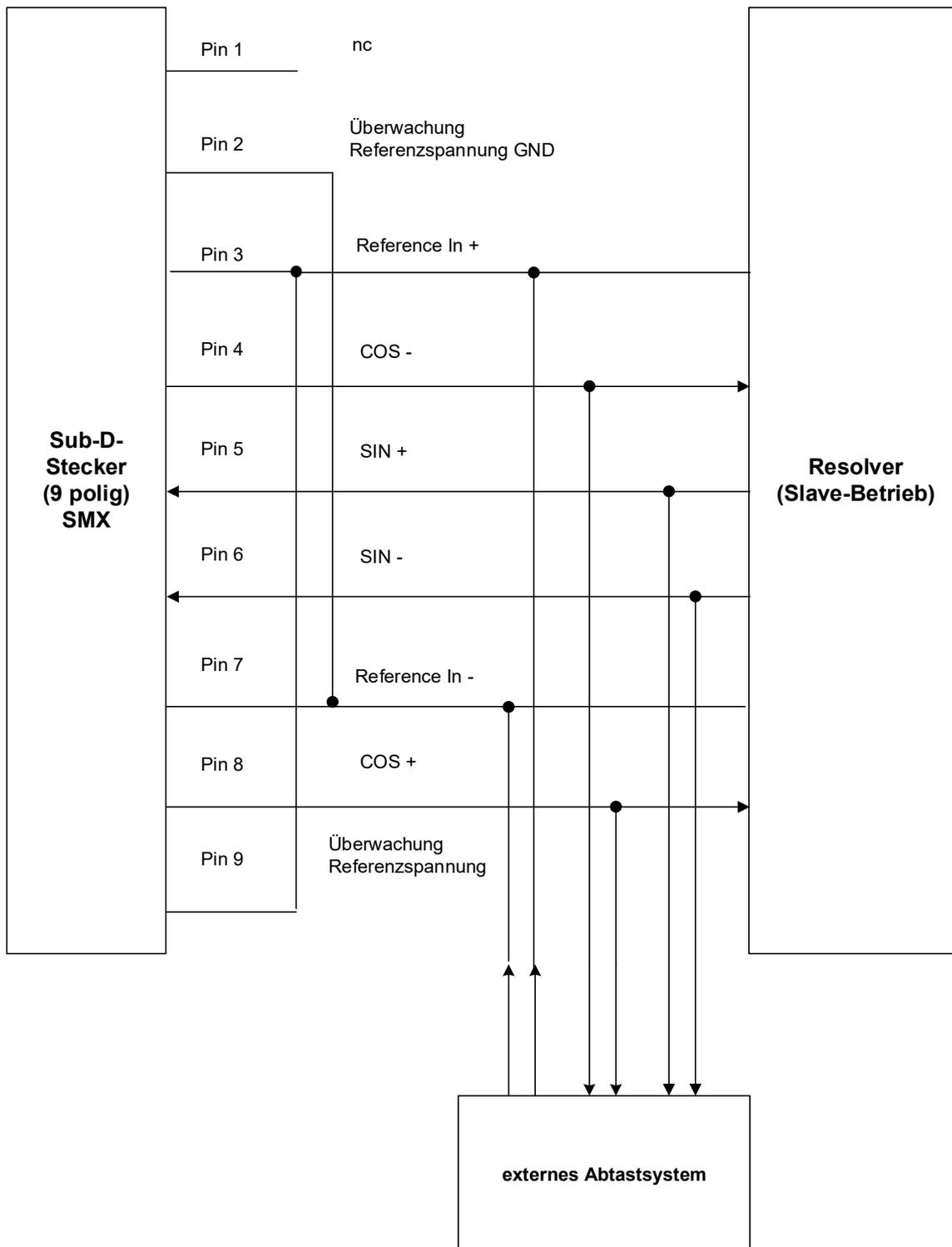
Die Pins 1, 3 und 7 bleiben offen und sind für spätere Erweiterungen reserviert.

5.11.3.5 Anschluss eines Resolver als Master



Bei dieser Art der Anschaltung verlaufen die Pulssignale von der Baugruppe SMX100 zum Absolutencoders und die Daten vom Encoder zur SMX100.

5.11.3.6 Anschluss eines Resolvers als Slave

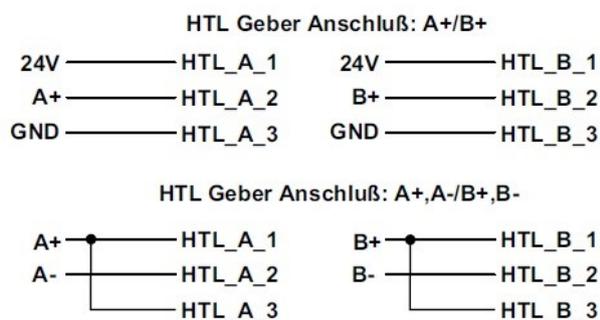


5.11.3.7 Anschluss Näherungsschalter SMX121/SMX122

Anschluss erfolgt über den Steckverbinder X23 an den Digitalen Eingängen DI05 ... DI08. Die genaue Pinbelegung ist abhängig welcher Encodertyp verwendet wird und wird im Verbindungsplan in der Programmieroberfläche angezeigt.

Hinweis

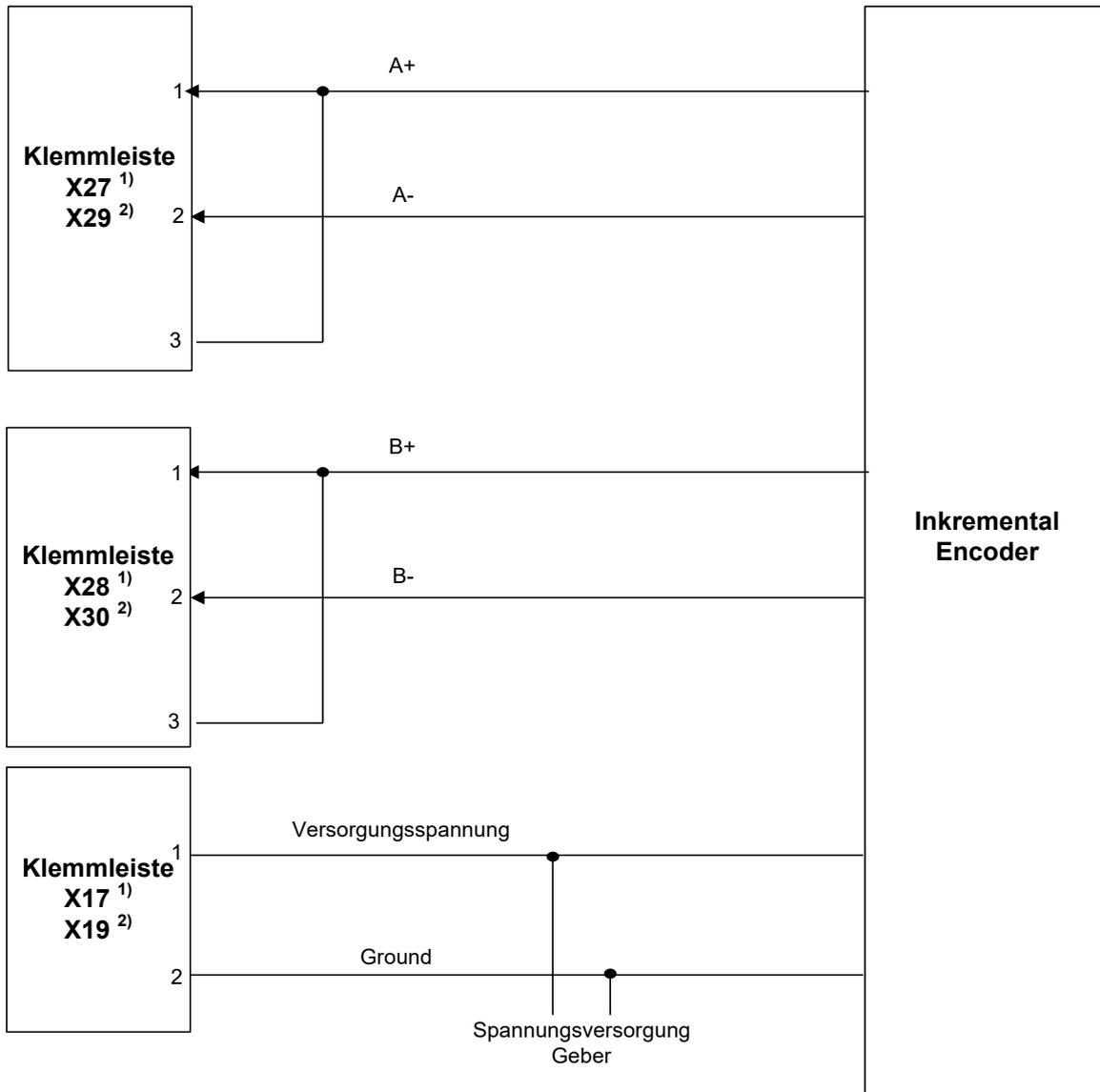
Bei Verwendung von HTL-Encoder ist darauf zu achten, dass die Spuren A+ und B+ oder A- und B- entsprechend kombiniert werden müssen.



5.11.3.8 Anschluss HTL/Näherungsschalter SMX121-2/SMX122-2

Anschluss erfolgt über den Steckverbinder X27 und X28, bzw. X29 und X30.

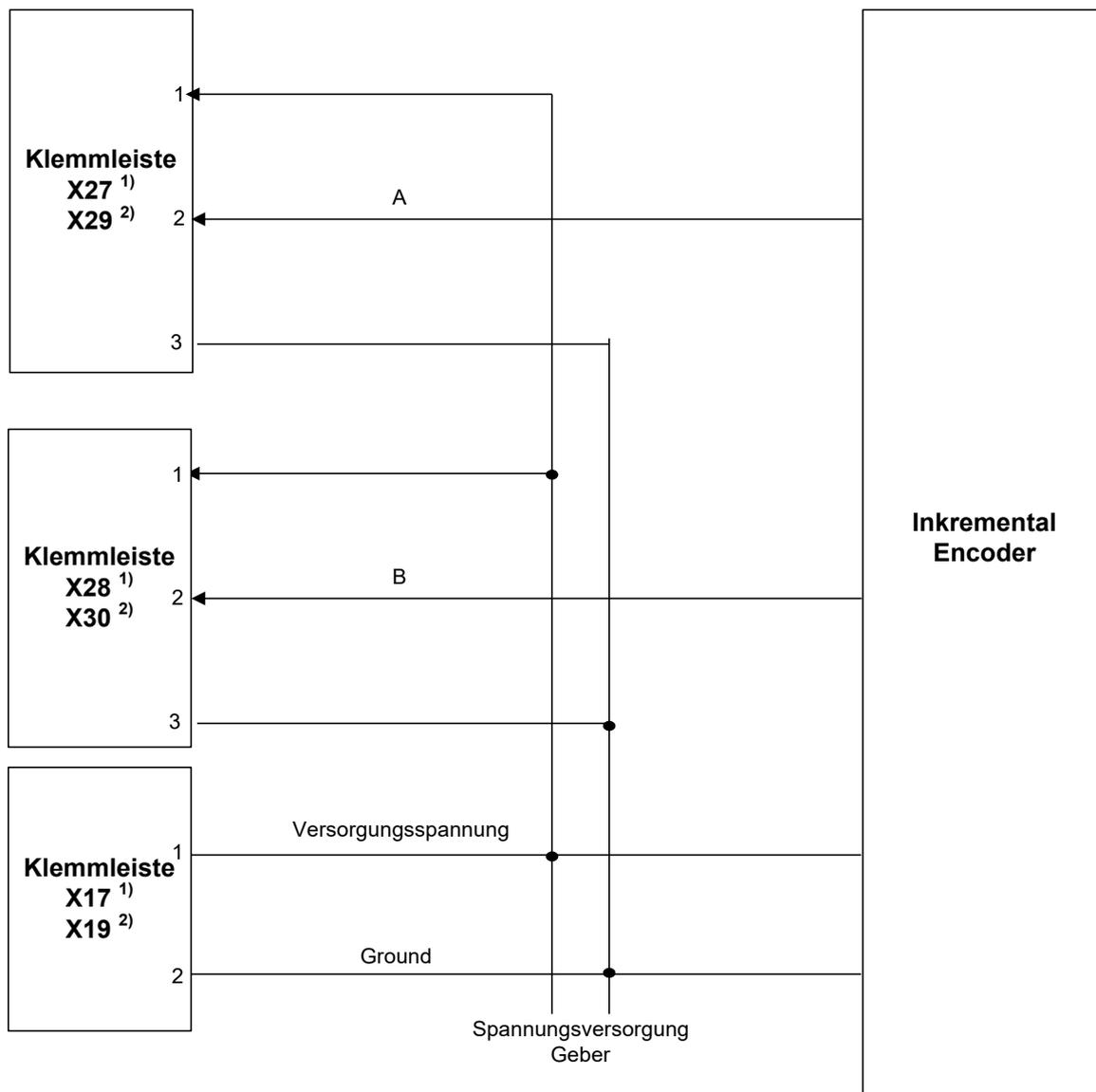
5.11.3.8.1 HTL-Geber mit A+/A- bzw. B+/B- Signal



¹⁾SMX121-2 Encoder 3

²⁾SMX122-2 Encoder 4

5.11.3.8.2 HTL-Geber mit A+ bzw. B+- Signal



1) SMX121-2 Encoder 3

2) SMX122-2 Encoder 4

5.12 Konfiguration der Messstrecken

5.12.1 Allgemeine Beschreibung der Geberkonfiguration

Die wichtigsten Eingangsgrößen für die Überwachungsfunktionen der Baugruppe sind sichere Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung. Diese werden zweikanalig aus den angeschlossenen Sensorsystemen generiert. Für PL e nach EN ISO 13849-1 wird eine Architektur entsprechend Kategorie 4, d.h. durchgehend 2-kanalige Erfassung mit hohem Diagnosedeckungsgrad benötigt. Für etwaige einkanalige Anteile (z.B. mechanischer Anschluss des Sensors/Encoders mit nur einer Welle/Befestigung) können gegebenenfalls Fehlerausschlüsse nach EN ISO 13849-2 zugrunde gelegt werden. Für PL d nach EN ISO 13849-1 kann mit reduziertem Diagnosedeckungsgrad gearbeitet werden. Unter Berücksichtigung der zulässigen Fehlerausschlüsse nach EN ISO 13849-2 können u.U. auch einfach aufgebaute Sensorsysteme ausreichen (nur Geschwindigkeitsüberwachung). Siehe hierzu ANHANG 1

Die weitere Konfiguration wird im Programmierhandbuch beschrieben:
37420-820-01-xxF-SMX100 Programmierhandbuch.pdf

6 Sensortyp

Es sind Absolutencoder und inkrementale Messsysteme möglich sowie Zählimpuls – erzeugende Näherungsschalter.

6.1 Absolutencoder:

Dateninterface: Serial Synchron Interface (SSI) mit variabler Datenlänge von 12 bis 28 Bit.
 Datenformat: Binär- oder Graycode,
 Physical Layer: RS-422 kompatibel

SSI-Master-Betrieb:

Taktrate: 150kHz

SSI-Listener-Betrieb (Slavebetrieb):

Max. externe Taktrate 250 KHz ¹⁾ bzw. 350 kHz ²⁾.

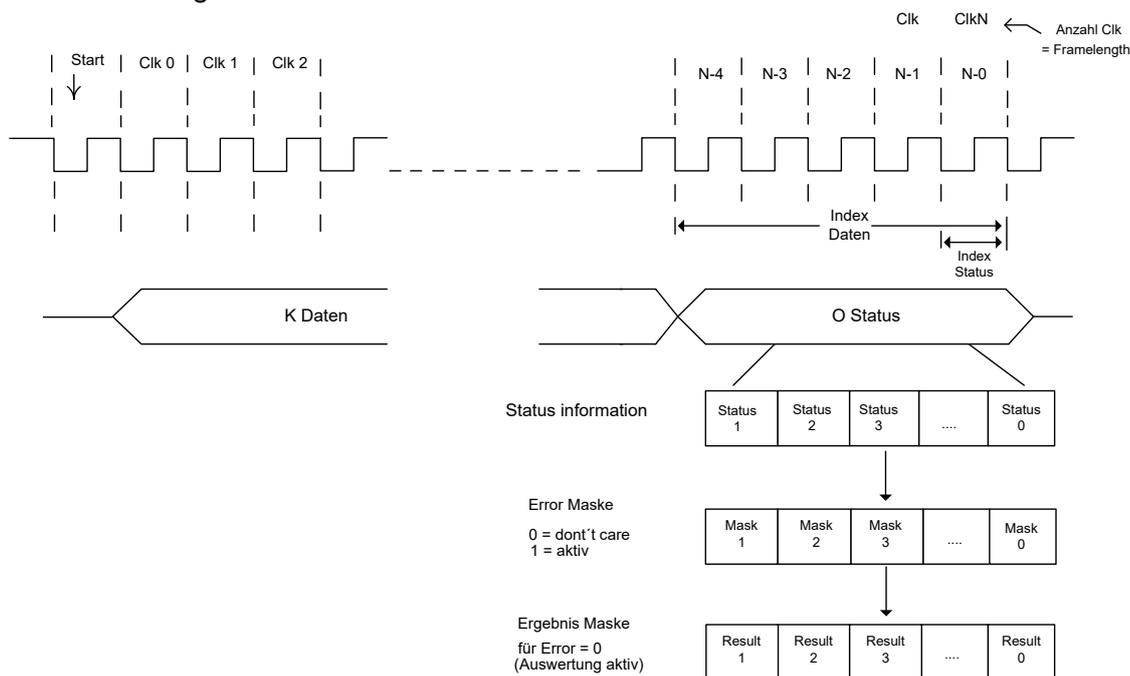
Min. Taktpausezeit 30 µsec

Max. Taktpausezeit 1 msec

Diagnosen:

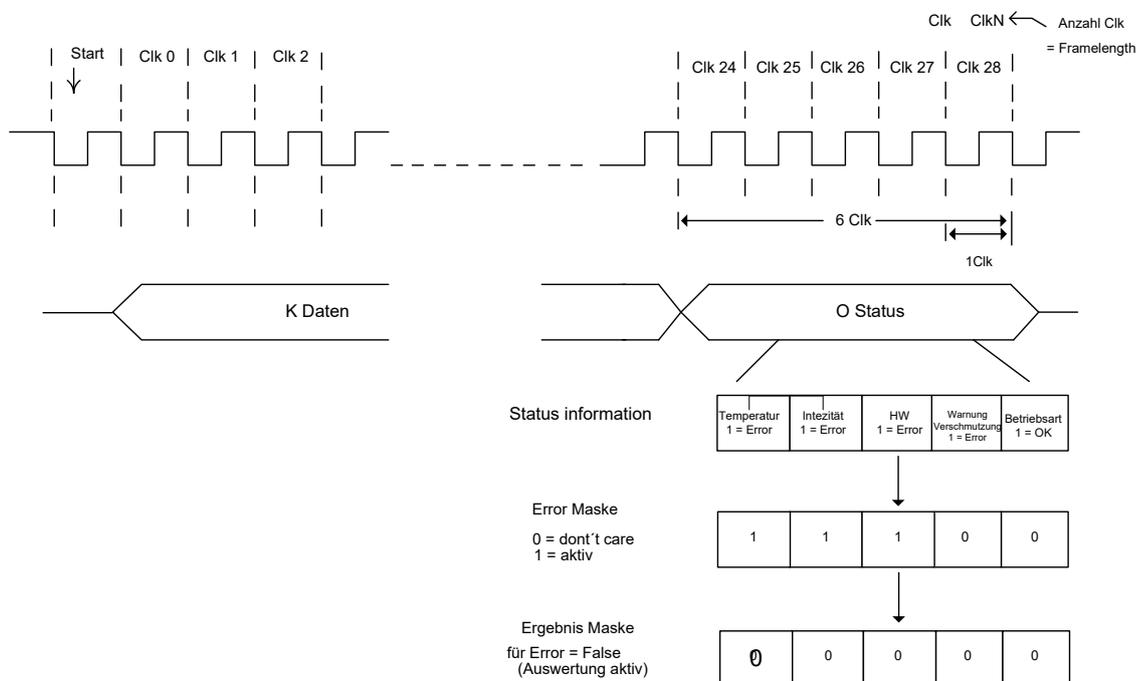
Diagnose	Parameter	Fehlerschwelle
Überwachung der Versorgungsspannung	Festwerte 5 V, 8V, 10V, 12V, 20V, 24V	+/- 20% +/-2%(Meßtoleranz)
Überwachung Differenzpegel am Eingang	Festwert RS 485-Pegel	+/- 20% +/-2%(Meßtoleranz)
Überwachung Clk-Frequenz	Festwert	100 kHz < f < 350 kHz
Plausibilität Geschwindigkeit versus Position	Festwert	$DP < 2 * V * T$ mit T = 8 ms

Parametrierung des SSI-Formats:



Beispiel:

SSI-Framelength: 28 Takte
 Data-Length: 22 Bit
 Status: 5 Bit, 3 Bit Error + 2 Bit Warnung/Betriebsbereit



6.2 Inkrementalgeber:

Physical Layer. RS-422 kompatibel
 Messsignal A/B. Spur mit 90 Grad Phasendifferenz
 Maximale Frequenz der Eingangstakte 200 KHz ¹⁾ bzw. 500 kHz ²⁾

Diagnosen:

Diagnose	Parameter	Fehlerschwelle
Überwachung der Versorgungsspannung	Festwerte 5 V, 8V, 10V, 12V, 20V, 24V	+/- 20% +/-2%(Messtoleranz)
Überwachung Differenzpegel am Eingang	Festwert RS 485-Pegel	+/- 20% +/-2%(Messtoleranz)
Überwachung des Zählsignals getrennt für jede Spur A/B	Festwert	DP > 4 Inkremente

6.3 SinusCosinus Geber – Standard Mode

Physical Layer. +/- 0.5 V_{ss} (ohne Spannungsoffset)
 Messsignal A/B. Spur mit 90 Grad Phasendifferenz
 Maximale Frequenz der Eingangstakte. 200 KHz ¹⁾ bzw. 500 kHz ²⁾

Diagnosen:

Diagnose	Parameter	Fehlerschwelle
Überwachung der Versorgungsspannung	Festwerte 5 V, 8V, 10V, 12V, 20V, 24V	+/- 20% +/- 2%(Messtoleranz)
Überwachung Amplitude SIN ² +COS ²	Festwert 1V _{SS}	65% von 1 V _{SS} +/- 2,5%(Messtoleranz)
Überwachung der Phase A/B	Festwert 90°	+/- 30° +/-5° (Messtoleranz)

6.3.1 SinusCosinus Geber – High Resolution Mode:

Physical Layer. +/- 0.5 V_{ss} (ohne Spannungsoffset)
 Messsignal A/B. Spur mit 90 Grad Phasendifferenz
 Maximale Frequenz der Eingangstakte. 15 kHz ²⁾

Diagnosen:

Diagnose	Parameter	Fehlerschwelle
Überwachung der Versorgungsspannung	Festwerte 5 V, 8V, 10V, 12V, 20V, 24V	+/- 20% +/-2%(Messtoleranz)
Überwachung Amplitude SIN ² +COS ²	Festwert 1V _{SS}	65% von 1 V _{SS} +/- 2,5%(Messtoleranz)
Überwachung der Phase A/B	Festwert 90°	+/- 30° +/-5° Messtoleranz)
Überwachung Quadrant Zählsignal / Signalphase	Festwert	+/- 45°

6.4 Proxi – Switch

Signalpegel. 24V/0V
Max Zählimpulsfrequenz. 10kHz
Schaltlogik entprellt

Diagnosen:

Diagnose	Parameter	Fehlerschwelle
Überwachung der Versorgungsspannung	Festwerte 5 V, 8V, 10V, 12V, 20V, 24V	+/- 20% +/-2% (Messtoleranz)

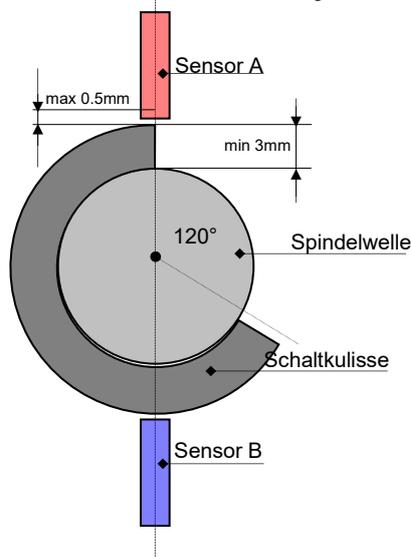
6.5 Erweiterte Überwachung Proxi – Switch / Proxi - Switch

Die erweiterte Überwachung deckt folgende Fehler auf:

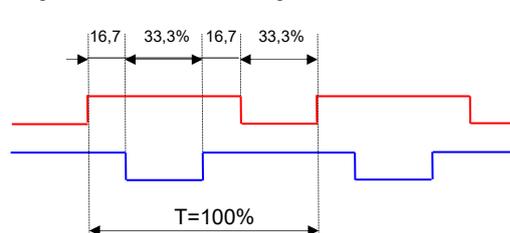
- a) Ausfall der Versorgungsspannung
- b) Ausfall des Ausgangssignals in Treiberrichtung
- c) Funktionsausfall Proxi für High-Signal
- d) Unterbrechung Signalpfad
- e) Mechanische Dejustage Proxi / zu großer Schaltabstand Proxi

Zur Diagnose werden die beiden Statuszustände der Zählsignale zusätzlich synchron erfasst und logisch verglichen. Per Schaltkulisse muss eine Bedämpfung von jeweils mindestens einem der beiden Signale gewährleistet werden. Die Logik wertet diese Anordnungsvorschrift aus.

Gestaltung der Schaltkulisse bei radialer Sensoren-Anordnung



Angestrebte theoretische Signalform



Die Diagnose ist auf mindestens folgende Grenzwerte auszulegen:

- Max. Zählfrequenz: 4 kHz
- Max. Austastung 0-Signal: 50%
- Min. Überdeckung: 10%

Einlesen der Zählsignale:

Die beiden Zählsignale sind jeweils getrennt den beiden Kanälen zugeordnet. In jedem der beiden Kanäle wird der Status synchron eingelesen. Um die Synchronität zu gewährleisten ist dies jeweils unmittelbar nach der Kanalsynchronisierung durchzuführen. Das Sampling muss mind. 1x pro Zyklus erfolgen. Die max. Abweichung in der Synchronität beträgt 20 µs. Die Statuszustände müssen kreuzweise über das SPI ausgetauscht werden.

Logikverarbeitung:

Es ist folgende Auswertung in beiden Kanälen vorzunehmen:

Signal A	Signal B	Ergebnis
Low	Low	False
High	Low	True
Low	High	True
High	High	True

6.6 HTL - Sensor

Signalpegel. 24V/0V
 Physical Layer. Push/Pull
 Messsignal A/B Spur mit 90° Phasendifferenz
 Max. Zählimpulsfrequenz: 200 kHz an X27/28 bzw. X29/30
 (nur SMX121-2/122-2)

Diagnosen:

Diagnose	Parameter	Fehlerschwelle
Überwachung der Versorgungsspannung	Festwerte 5 V, 8V, 10V, 12V, 20V, 24V	+/- 20% +/-2%(Messtoleranz)
Überwachung Differenzpegel am Eingang	Festwert 24 V	+/- 20% +/-2%(Messtoleranz)
Überwachung des Zählsignals getrennt für jede Spur A/B	Festwert	DP > 4 Inkremente

6.7 Resolver

Messsignal: SIN/COS – Spur mit 90° Phasendifferenz
 Max. Zählimpulsfrequenz 2 kHz/Pol
 Auflösung: 9 Bit / Pol

Master-Mode:
 Frequenz Referenzsignal: 8 kHz

Slave-Mode
 Frequenz Referenzsignal: 4 - 16 kHz
 Referenzsignalform: Sinus, Dreieck, Rechteck

¹⁾an X31/32

²⁾an X33/34

Diagnose:

Diagnose	Parameter	Fehlerschwelle
Überwachung Ratio	2:1, 3:2, 4:1 (Parametrierbar)	+/- 20% +/-2%(Messtoleranz)
Überwachung Signalamplitude	(Abhängig vom Ratio)	Min: 3,8 Vss +/- 5% (Messtoleranz) Max: 8 Vss +/- 5% (Messtoleranz)
Überwachung der Phase A/B	Festwert 90°	+/- 7° +/-2°(Messtoleranz)
Überwachung Referenzfrequenz	4 kHz bis 16 kHz (Parametrierbar)	+/- 20% +/-5%(Messtoleranz)
Form Referenzsignal	Sinus, Dreieck, Rechteck, keine Überwachung	40% Formabweichung

	(Parameterierbar)	
Überwachung Quadrant Zählsignal / Signalphase	Festwert	+/- 45°

7 Reaktionszeiten der SMX

Die Reaktionszeit ist eine wichtige sicherheitstechnische Eigenschaft und für jede Applikation / applikative Sicherheitsfunktion zu betrachten. Im nachfolgenden Kapitel sind die Reaktionszeiten für einzelne Funktionen, u.U. auch in Abhängigkeit von weiteren Parametern gelistet. Sind diese Angaben für eine spezifische Applikation nicht ausreichend ist das tatsächliche Zeitverhalten gegen das Sollverhalten durch gesonderte Messungen zu validieren. Dies betrifft insbesondere auch die Verwendung von Filterfunktionen.

Sicherheitshinweis:

- Die Reaktionszeiten sind für jede applikative Sicherheitsfunktion im Sollverhalten festzulegen und gegen den tatsächlichen Wert mit Hilfe der nachstehenden Angaben zu vergleichen.
- Bei Verwendung von Filterfunktionen ist besondere Vorsicht geboten. Je nach Filterlänge / -zeit kann es zu einer erheblichen Verlängerung der Reaktionszeit kommen die bei der sicherheitstechnischen Auslegung mit zu betrachten ist.
- Bei besonders kritischen Aufgabenstellungen ist das Zeitverhalten durch Messungen zu validieren.
- Bei Geräteanlauf / Alarm- bzw. Fehler-Reset können u.U. (abhängig vom Applikationsprogram) die Ausgänge für die Dauer der Reaktionszeit aktiv werden. Dies ist bei der Planung der Sicherheitsfunktionen zu berücksichtigen
- Bei Verwendung von sicheren Feldbusanbindungen (z.B. PROFI-safe, FSoE) ist die Systemlaufzeit (Watchdog) mit einzuberechnen.

7.1 Reaktionszeiten im Standardbetrieb

Grundlage der Berechnung von Reaktionszeiten ist die Zykluszeit des Systems SMX. Diese ist in 3 Stufen wählbar und beträgt im Betrieb **T_{zyklus} = 16 / 24 / 32 ms**. Die angegebenen Reaktionszeiten entsprechen der jeweiligen Maximallaufzeit für den konkreten Anwendungsfall innerhalb der SMX100 Baugruppe. Je nach Anwendung müssen noch weitere, applikationsabhängige Reaktionszeiten der verwendeten Sensorik und Aktuatoren hinzugerechnet werden, um die Gesamtlaufzeit zu erhalten.

Reaktionszeiten bei Verwendung digitale Ein- und Ausgänge an Basisbaugruppe

Funktion	Reaktionszeit [ms]			Erläuterung
	16	24	32	
Zykluszeit	16	24	32	
Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch ENABLE mit anschließender Abschaltung über Digitalen Ausgang	16)	24)	32)	Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch das ENABLE-Signal.
Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch ENABLE mit anschließender Abschaltung über Sicherheitsrelais	39)	47)	55)	Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch das ENABLE-Signal.

Funktion	Reaktionszeit [ms]			Erläuterung
	16	24	32	
Zykluszeit				
Reaktion einer bereits aktivierten Überwachungsfunktion inklusive PLC Bearbeitung bei Positions- und Geschwindigkeitsverarbeitung über Digitalen Ausgang	36 *)	56 *)	70 *)	Bei einer bereits über ENABLE aktivierten Überwachungsfunktion benötigt die Baugruppe <u>einen</u> Zyklus, um den aktuellen Geschwindigkeitswert zu berechnen. Im nächsten Zyklus wird nach Berechnung der Überwachungsfunktion die Information durch die PLC weiterverarbeitet und ausgegeben, d.h. nach implementierter Logik führt dies z.B. zum Schalten eines Ausgangs.
Reaktion einer bereits aktivierten Überwachungsfunktion inklusive PLC Bearbeitung bei Positions- und Geschwindigkeitsverarbeitung über Sicherheitsrelais	59 *)	79 *)	93 *)	Bei einer bereits über ENABLE aktivierten Überwachungsfunktion benötigt die Baugruppe <u>einen</u> Zyklus, um den aktuellen Geschwindigkeitswert zu berechnen. Im nächsten Zyklus wird nach Berechnung der Überwachungsfunktion die Information durch die PLC weiterverarbeitet und ausgegeben, d.h. nach implementierter Logik führt dies z.B. zum Schalten eines Ausgangs.
Aktivierung Digitaler Ausgang über Digitalen Eingang	32	48	64	Aktivierung eines Eingangs und Schalten des Ausgangs
Aktivierung Ausgang Relais über Digitalen Eingang	42	58	74	Aktivierung eines Eingangs und Schalten des Ausgangs
Deaktivierung Digitaler Ausgang über Digitalen Eingang	32	48	64	Deaktivierung eines Eingangs und damit Deaktivierung des Ausgangs
Deaktivierung Ausgang Relais über Digitalen Eingang	55	71	87	Deaktivierung eines Eingangs und damit Deaktivierung des Ausgangs
Mittelwertfilter (Einstellung siehe Geberdialog SafePLC)	0 - 64	0 - 64	0 - 64	Gruppenlaufzeit des Mittelwertbildners. Diese Laufzeit wirkt nur auf Überwachungsfunktionen in Zusammenhang mit Position / Geschwindigkeit / Beschleunigung, jedoch nicht auf die Logikverarbeitung.
Analogfilter				Das Analogfilter wirkt nur auf die sicheren Analogeingänge der Baugruppe SMX-122A.
<ul style="list-style-type: none"> • 1 (2Hz) • 2 (2Hz) • 3 (2Hz) • 4 (4Hz) • 5 (6Hz) • 6 (8Hz) • 7 (10Hz) • 8 (20Hz) 	760 760 760 512 268 143 86 56	760 760 760 512 268 143 86 56	760 760 760 512 268 143 86 56	Reaktionszeiten der Analogeingangsfiler bezogen auf die Eingangsfrequenz

Hinweis:

*) : Bei Verwendung eines Mittelwertfilters muss dessen Reaktionszeit mit aufaddiert werden

7.2 Reaktionszeiten für FAST_CHANNEL

FAST_CHANNEL bezeichnet eine Eigenschaft von SMX100 auf Geschwindigkeitsanforderungen schneller zu reagieren, als dies mit der Bearbeitung der Sicherheitsprogramme im Normalzyklus (= 16 / 24 / 32 msec) möglich ist. Die Abtastzeit des FAST_CHANNEL beträgt 2 msec + 2 msec für die Signalisierung am Bus.

Folgende Reaktionszeiten können angegeben werden:

- 6 msec (Worst Case Bedingung)

Sicherheitshinweis:

- Bei Verwendung des FAST_CHANNEL ist zu beachten, dass eine Abschaltung in der oben angegebenen Zeit für eine vorgegebene Geschwindigkeitsschwelle nur dann stattfinden kann, falls die Sensorinformation über eine ausreichende Auflösung verfügt. Die kleinste auflösbare Schaltschwelle des FAST_CHANNEL benötigt mindestens 2 Flankenwechsel am jeweils gewählten Sensorsystem innerhalb einer Zeit von 2 msec.
- Diese Funktion ist nur in Verwendung mit Halbleiterausgängen möglich.
- Der FAST_CHANNEL darf nicht auf SSI-Listener wirken

7.3 Reaktionszeiten für Fehlerdistanzüberwachung

Für die Berechnung der Worst-Case-Bedingung ergibt sich folgendes Berechnungsschema:

Systemgeschwindigkeit zum Abtastzeitpunkt	$V(t)$
Systemgeschwindigkeit bei Reaktion der SMX:	V_A
(Schwellwert für Überwachung (SLS oder SCA):	$V_S = \text{konstant für alle } t$
Parametrierter Filterwert:	$XF = \text{konstant für alle } t$
Maximal mögliche Beschleunigung der Applikation:	$a_F = \text{konstant für alle } t$
Verzögerung nach Abschalten:	$a_V = \text{konstant für alle } t$
Abtastzeitpunkt für Eintritt eines Worst-Case-Ereignisses:	T_{Fehler}
Reaktionszeit des SMX-Systems:	t_{Reakt}

Für die Worst-Case-Betrachtung wird angenommen, dass sich der Antrieb zunächst mit einer Geschwindigkeit $v(k)$ genau auf der parametrierten Schwelle v_0 bewegt und dann mit maximal möglichem Wert a_0 beschleunigt.

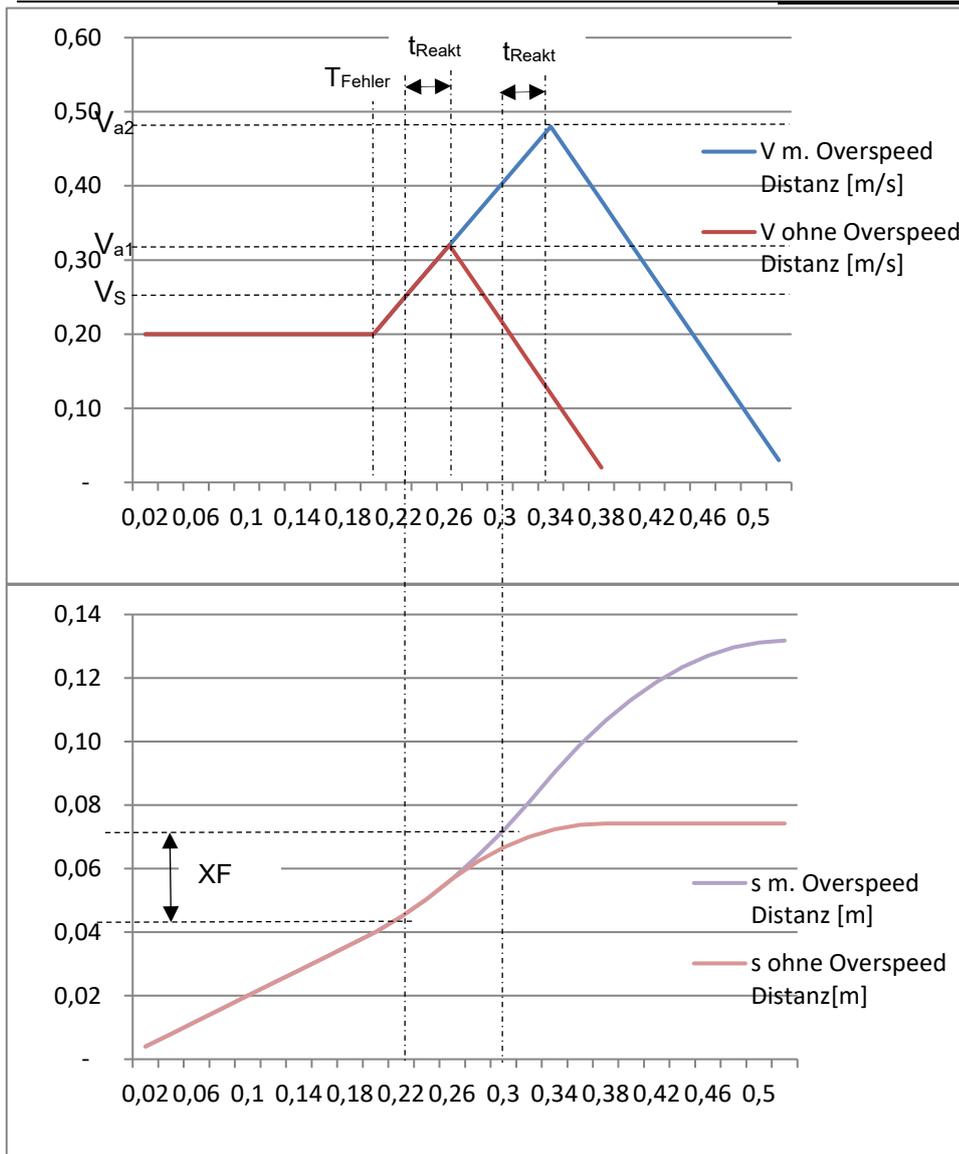


Diagramm: Verhalten des Antriebs mit / ohne Overspeed Distanz

Für den Verlauf V und s ergeben sich ohne Overspeed Distanz folgende Zusammenhänge:

Parameter	Berechnungsverfahren	Bemerkung
t_{Reakt}	Wert aus Angabe Reaktionszeit SMX + Verzögerungszeit in externer Abschaltkette	Verzögerungszeit in externer Abschaltkette aus Angabe Relais- / Schütz-, Bremshersteller etc.
a_F, a_V	n.a.	Abschätzung aus Applikation
V_{a1}	$= V_s + a_F \cdot t_{Reakt}$	

Für den Verlauf V und s mit Overspeed Distanz gilt:

Parameter	Berechnungsverfahren	Bemerkung
t_{Reakt}	Wert aus Angabe Reaktionszeit SMX + Verzögerungszeit in externer Abschaltkette	Verzögerungszeit in externer Abschaltkette aus Angabe Relais- / Schütz-, Bremshersteller etc.
a_F, a_v	n.a.	Abschätzung aus Applikation
V_{a2}	$= a_F * t_{\text{Reakt}} + (V_s^2 + 2 * a_F * XF)^{1/2}$	

Der Filter verschiebt in seiner Wirkung die eingestellte Geschwindigkeitsschwelle V_a um einen Betrag **delta_v_filter** nach oben. Für die Applikation sind die neuen Werte für die Reaktionszeit ($T_{\text{react}} = T_{\text{smx}} + T_{\text{filter}}$), sowie die daraus resultierende Geschwindigkeit bei Abschaltung durch SMX100 zu berücksichtigen.

7.4 Reaktionszeiten bei Verwendung der Ein- und Ausgänge an den Erweiterungsbaugruppen

Grundlage der Berechnung von Reaktionszeiten ist die Zykluszeit des Systems SMX. Diese beträgt im Betrieb **$T_{\text{zyklus}} = 16 / 24 / 32 \text{ ms}$** . Die angegebenen Reaktionszeiten entsprechen der jeweiligen Maximallaufzeit für den konkreten Anwendungsfall innerhalb der SMX100-Baugruppe. Je nach Anwendung müssen noch weitere, applikationsabhängige Reaktionszeiten der verwendeten Sensorik und Aktuatoren hinzugerechnet werden, um die Gesamtlaufzeit zu erhalten.

Funktion	Benennung	Reaktionszeit [ms]	Erläuterung
Worst-Case Verzögerungszeit Eingang in der Basisbaugruppe zum PAE	$T_{\text{IN_BASE}}$	T_{Zyklus}	z.B. Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch ein Eingangssignal in der Basisbaugruppe
Worst-Case Verzögerungszeit Eingang Erweiterungsbaugruppe zur PAE in Basisbaugruppe	$T_{\text{IN_Erw}}$	$T_{\text{Zyklus}} + 6\text{ms}$	z.B. Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch ein Eingangssignal in der Erweiterungsbaugruppe SMX131
Verarbeitungszeit PAE zu PAA in Basisbaugruppe	T_{PLC}	T_{Zyklus}	Abschaltung durch eine Überwachungsfunktion oder durch einen Eingang im PAE
Aktivierung / Deaktivierung Digitaler Ausgang in Basisbaugruppe aus PAA	$T_{\text{OUT_BASE}}$	-	Aktivierung oder Deaktivierung eines Ausgangs in der Basisbaugruppe nach Änderung im PAA
Aktivierung / Deaktivierung Digitaler Ausgang in Erweiterungsbaugruppe über PAA in Basisbaugruppe	$T_{\text{OUT_Erw}}$	$T_{\text{Zyklus}} + 8\text{ms}$	Aktivierung oder Deaktivierung eines Ausgangs in der Erweiterungsbaugruppe SMX131 nach Änderung im PAA der Basisbaugruppe

Ermittlung der Gesamtreaktionszeit

$$T_{TOTAL} = T_{IN} + T_{PLC} + T_{OUT}$$

Beispiel 1:

Eingang auf Erweiterungsbaugruppe, Aktivierung von SLS und Verarbeitung in PLC, Ausgang auf Basisbaugruppe

$$T_{TOTAL} = T_{IN_Erw} + T_{PLC} + T_{OUT_Base} = T_{Zyklus} + 6 \text{ ms} + T_{Zyklus} + 0 \text{ ms} = 2 * T_{Zyklus} + 6 \text{ ms};$$

Beispiel 2:

Eingang auf Basisbaugruppe, Aktivierung von SLS und Verarbeitung in PLC, Ausgang auf Erweiterungsbaugruppe

$$T_{TOTAL} = T_{IN_Base} + T_{PLC} + T_{OUT_Erw} = T_{Zyklus} + T_{Zyklus} + T_{Zyklus} + 6 \text{ ms} = 3 * T_{Zyklus} + 8 \text{ ms};$$

Beispiel 3:

Eingang auf Erweiterungsbaugruppe, Aktivierung von SLS und Verarbeitung in PLC, Ausgang auf Erweiterungsbaugruppe

$$T_{TOTAL} = T_{IN_Erw} + T_{PLC} + T_{OUT_Erw} = T_{Zyklus} + 6 \text{ ms} + T_{Zyklus} + T_{Zyklus} + 8 \text{ ms} = 3 * T_{Zyklus} + 14 \text{ ms};$$

8 Inbetriebnahme

8.1 Vorgehensweise

Eine Inbetriebnahme darf nur durch qualifiziertes Personal vorgenommen werden!
Beachten Sie bitte bei der Inbetriebnahme die Sicherheitshinweise!

8.2 Einschaltsequenzen

Nach jedem Neustart der Baugruppe werden bei fehlerfreiem Lauf folgende Phasen durchlaufen und an der frontseitigen Siebensegmentanzeige angezeigt:

7 Segment Anzeige	Mode	Beschreibung
„1“	STARTUP	Synchronisation zwischen beiden Prozessorsystemen und Prüfung der Konfiguration-/Firmwaredaten
„2“	SENDCONFIG	Verteilung der Konfigurations-/Firmwaredaten und nochmalige Prüfung dieser Daten. Anschließend Bereichsprüfung der Konfigurationsdaten.
„3“	STARTUP BUS	Falls vorhanden *), Initialisierung eines Bussystems
„4“	RUN	Normalbetrieb des Systems. Alle Ausgänge werden nach dem aktuellen Zustand der Logik geschaltet.
„5“	STOP	Im Stop-Mode können Parameter- und Programmdateien extern geladen werden.
„A“	ALARM	Alarm kann über Digitaleingang oder frontseitigen Quittierungstaster rückgesetzt werden.
„E“	ECS-Alarm	ECS-Alarm kann über Digitaleingänge oder frontseitigem Quittierungstaster rückgesetzt werden.
„F“	Fehler	Fehler kann nur über EIN/AUS der Baugruppe rückgesetzt werden.

*) falls Bussystem (Slavebaugruppen) konfiguriert ist gilt folgende Anzeige für Betriebsart

Bei Verwendung SMX100 mit Slavebaugruppen kann es zu Busfehlern kommen. Im Folgenden werden die einzelnen Busstatusmeldungen beschrieben:

Anzeige	Beschreibung	Auswirkung auf System	Reset- bedingung
b0003	Initialisierung/Synchronisation mit Slavebaugruppe.	Alle Ausgänge werden abgeschaltet!	Rücksetzbar durch Aus-/Einschalten der Masterbaugruppe (POR).
b0008	Übertragung der Konfigurationsdaten zur Slavebaugruppe.	Alle Ausgänge werden abgeschaltet!	Keine Erforderlich
b0010	Bus in „RUN“	Alle Ausgänge werden aktiv!	Keine Erforderlich
b0012	Busfehler	Alle Ausgänge werden abgeschaltet!	Rücksetzbar durch parametrierbaren Eingang oder durch Aus-/Einschalten der Masterbaugruppe (POR).
b0012 - Fxyyyy	Slavegerät x hat einen Fatal Error yyyy und kann nicht am SDDC Bussystem angemeldet werden	Alle Ausgänge werden abgeschaltet!	Rücksetzbar durch Aus-/Einschalten der Slavebaugruppe (POR).

Im Fehlerfall kann der Busstatus im Zustand „b0003“ bzw. „b0012“ permanent verharren. Folgend sind die beiden Fehlerfälle aufgelistet.

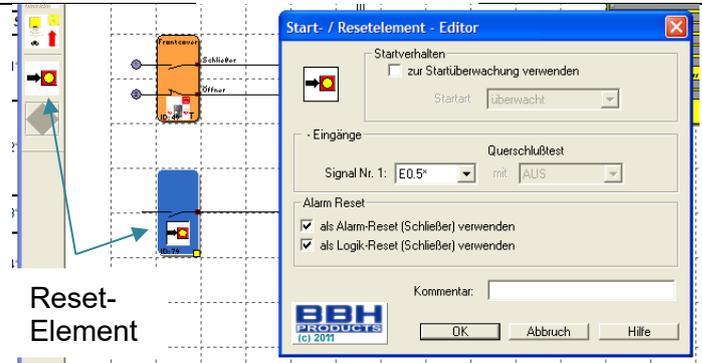
Busstatus	b0003
Meldung	Kommunikationsaufbau mit Slavebaugruppe
Ursache	Slaveteilnehmer meldet sich nicht
Fehlerbeseitigung	Adresse Slaveteilnehmer prüfen. Status LED Slavebaugruppe prüfen (muss grün blinken) Mechanischen Aufbau SMX100 prüfen

Busstatus	b0012
Meldung	Busfehler
Ursache	Busfehler durch fehlerhaften Slaveteilnehmer
Fehlerbeseitigung	Konfigurierte Slavebaugruppe (z.B. SMX122) passt nicht zur vorhandenen Slavebaugruppe (z.B. SMX122A) Status LED Slavebaugruppe prüfen (muss grün blinken)

8.3 Reset-Verhalten

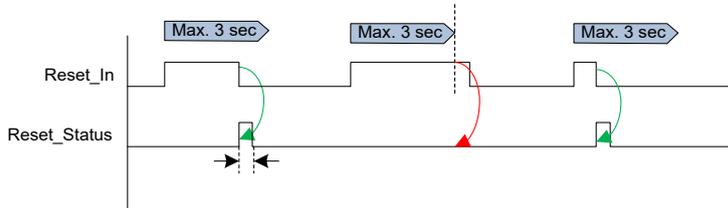
Die Reset-Funktion differenziert sich in eine Anlauffunktion nach Spannungswiederkehr = General Reset und einen Status-/Alarm-Reset = internal Reset. Letzterer wird über den frontseitigen Taster oder einen entsprechend konfigurierten Eingang = Reset-element mit aktivierter „Alarm-Reset“-Funktion ausgelöst. Nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht zu den Reset-Funktionen und deren Wirkung.

8.3.1 Resettypen und auslösendes Element

Reset-Typ	Auslösendes Element	Bemerkung
General Reset	Spannungswiederkehr / Geräteanlauf	Reset-Funktion nach einem kompletten Aus- und Einschalten des Gerätes
Internal Reset		Auslösen des internen Reset mittels frontseitigen Reset-Taster
		Konfigurieren eines Reset-Eingangs

8.3.2 Reset-Timing

Der Reset-Eingang für den internal Reset wird im „RUN“-Mode zeitlich überwacht. Ein Internal Reset wird mit der fallenden Flanke des Reset-Eingangs ausgelöst unter der Bedingung $T < 3\text{sec}$ zwischen steigender / fallender Flanke.

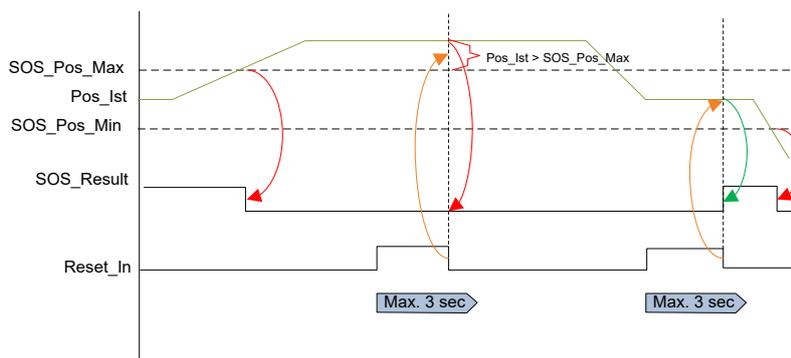


8.3.3 Reset-Funktion

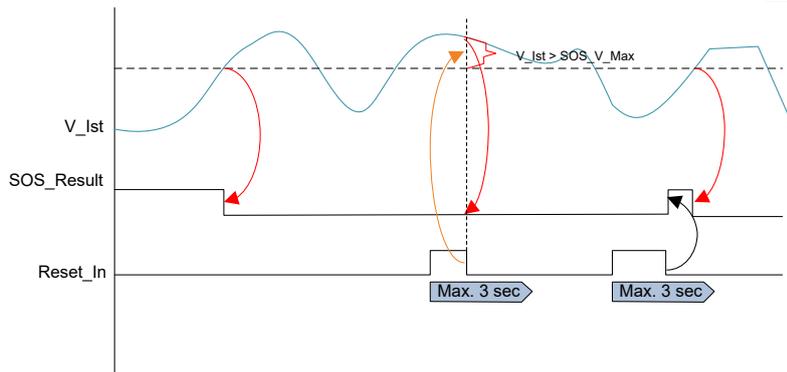
Funktionseinheit	General Reset	Internal Reset	Funktion
Fatal Error	X		Rücksetzen Fehler
Alarm	X	X	Rücksetzen Alarm
Überwachungsfunktionen	X	X	Rücksetzen einer angesprochen Überw.-Funktion
Flip-Flop	X	X	Status = Reset
Timer	X	X	Timer = 0

Der Status der Überwachungsfunktionen wird nach einem Reset neu gebildet

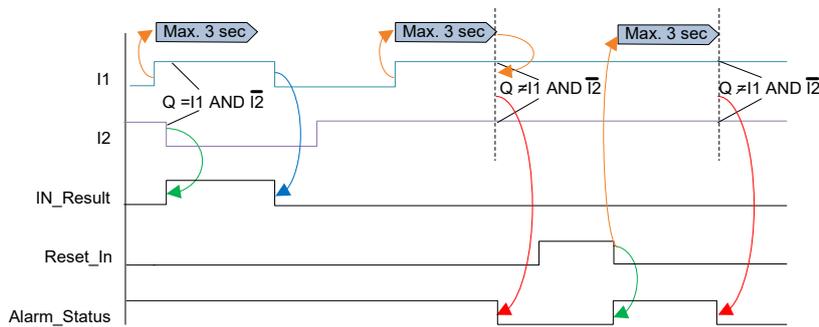
- ⇒ Prozesswerte führen bei Überschreiten der parametrisierten Grenzen zu keiner Änderung des Ausgangsstatus der Überwachungsfunktion
- ⇒ Zeitbasierende Funktionen - Timer führen zu einem Rücksetzen des Ausgangsstatus der Überwachungsfunktion. Ein Ansprechen erfolgt nur bei neuerlichem Überschreiten der parametrisierten Grenzwerte



Prozesswert (Position) => keine Änderung des Ausgangsstatus bei Reset im Alarmzustand



Prozesswert (Geschwindigkeit) => keine Änderung des Ausgangsstatus bei Reset im Alarmzustand



Zeitbasierende Funktion => Rücksetzen des Ausgangszustands, Ansprechen bei neuerlichem Überschreiten der Grenze

⚠️ Sicherheitshinweis:

- Bei zeitbasierenden Funktionen, z.B. zeitliche Überwachung von komplementären Eingangssignalen, wird der Ausgangszustand rückgesetzt und erst bei neuerlichem Überschreiten des (zeitlichen) Grenzwertes ein als fehlerhaft definierter Zustand detektiert.
- Zur Absicherung gegen falsche Benutzung, z.B. wiederholtes Auslösen der Reset-Funktion zur Umgehung eines Alarmzustandes, müssen gegebenenfalls applikativ Maßnahmen in der PLC-Programmierung ergriffen werden.

8.3.3.1 Beispiel Reset-Funktion mit Absicherung gegen falsche Benutzung

Funktion:

An einer Maschine soll eine Absicherung des Gefahrenbereichs im Normalbetrieb durch eine trennende Schutzeinrichtung und im Einrichtbetrieb durch einen Zustimmungstaster in Verbindung mit Stillstandsüberwachung und sicher reduzierter Geschwindigkeit erfolgen.

Das Vorhandensein der trennenden Schutzeinrichtung wird durch einen elektrischen Sensor überwacht. Bei geöffneter Schutzeinrichtung ist ein Verfahren nur bei betätigtem Zustimmungstaster möglich.

Im Programm wird dies durch eine Funktion „Schutztüre“ (2-kanalig mit Zeitüberwachung) und einer Funktion „Zustimmung“ realisiert.

Das Logiksignal „Schutztüre“ wird mittels einer Eingangsvorverarbeitung mit komplementären Eingängen und Zeitüberwachung erzeugt. Die Zeitüberwachung dieses Elements ist fest auf 3 Sekunden eingestellt.

Bei offener Schutztüre (Signal „LOW“ am Schalterausgang X23.1 und X23.2 (ID 369)) kann die Achse mit reduzierter Geschwindigkeit verfahren werden, wenn die Zustimmung X14.1 und X14.2 (ID 318) aktiv ist.

Problemstellung:

Wird ein Fehler „Querschluss“ am Schutztüre Eingang simuliert, dann zeigt die SMX-Baugruppe den Alarm 6701 an.

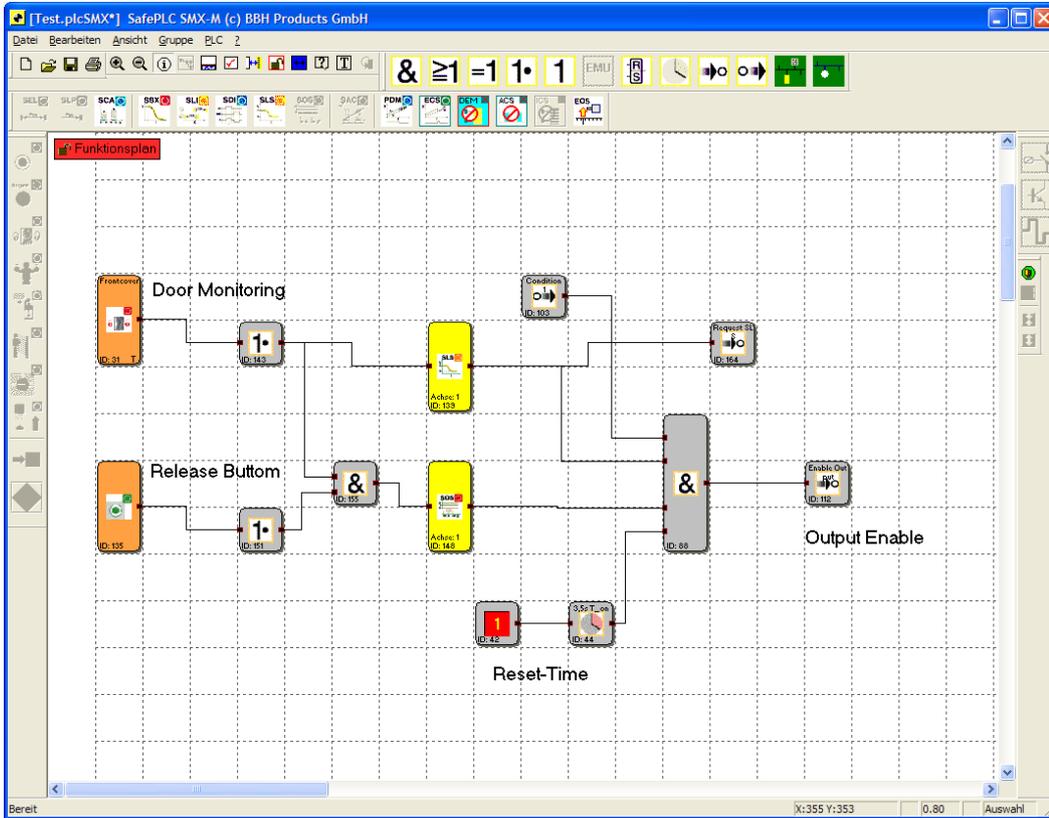
Dieser kann quittiert werden und das Signal „Schutztüre“ (ID 369) bleibt korrekterweise auf „0“.

Nach Ablauf der Zeitüberwachung von 3 Sekunden wird erneut der Alarm 6701 ausgelöst.

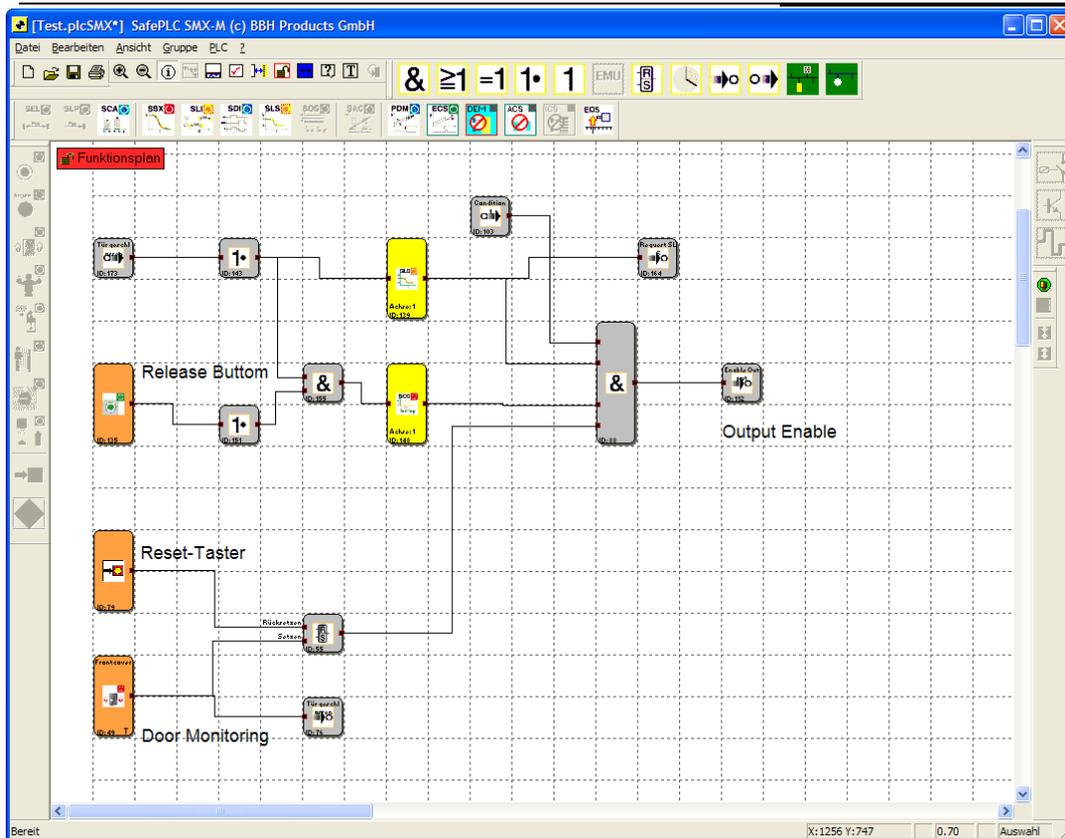
Wird in diesem Zeitraum die Zustimmung gedrückt, kann die Achse wieder für 3 Sekunden verfahren werden.

Applikative Maßnahme:

Durch Verknüpfung innerhalb des PLC-Programms wird eine Aktivierung der Ausgänge unter zeitlicher Umgehung des Alarmzustandes verhindert.



Beispiel 1: Die Freigabefunktion der Ausgänge (ID 88) wird zusätzlich mit einem „Reset-Timer“ verknüpft. Dieser verhindert für $t > 3$ sec die Aktivierung der Ausgänge nach einem Reset => die neuerliche Wirkung einer zeitlichen Überwachung wird sichergestellt.



Beispiel 2: Die Freigabefunktion der Ausgänge (ID 88) wird zusätzlich mit einem FF verknüpft. Dieses verhindert die Aktivierung der Ausgänge nach einem Reset und anstehenden Fehler im Eingangskreis. Erst nach 1-maligem Anlegen eines fehlerfreien Eingangssignals werden die Ausgänge freigegeben.

8.4 LED Anzeige

<i>Farbe</i>	<i>Mode</i>	<i>Beschreibung</i>
grün	„blinkend“	System OK, Konfiguration validiert
gelb	„blinkend“	System OK, Konfiguration noch nicht validiert
rot	„blinkend“	Alarm
rot	„dauerhaft“	Fatal Error

Hinweis:

Für alle Betriebszustände außer RUN werden die Ausgänge von der Firmware passiviert, d.h. sicher abgeschaltet. Im Zustand RUN ist der Zustand der Ausgänge abhängig vom implementierten PLC-Programm.

8.5 Parametrierung

Die Parametrierung erfolgt über das Programm SafePLC SMX100. Um die Daten an die Baugruppe senden zu können wird ein Programmieradapter benötigt dessen Treiber vor dem Benutzen erstmals installiert werden muss.

Die Beschreibung der Parametrierung siehe ***Programmierhandbuch SMX100***.

8.6 Funktionsprüfung

Um die Sicherheit der Baugruppe zu gewährleisten muss durch den Anwender einmal pro Jahr eine Funktionsprüfung der Sicherheitsfunktionen durchgeführt werden. Dazu müssen die in der Parametrierung verwendeten Bausteine (Eingänge, Ausgänge, Überwachungsfunktionen und Logikbausteine) hinsichtlich ihrer Funktion bzw. Abschaltung getestet werden.

Siehe *Programmierhandbuch SMX100*.

8.7 Validierung

Für die Sicherstellung der implementierten Sicherheitsfunktionen muss vom Anwender nach erfolgter Inbetriebnahme und Parametrierung eine Überprüfung und Dokumentation der Parameter und Verknüpfungen vorgenommen werden. Dies wird durch den Validierungsassistenten in der Programmieroberfläche unterstützt (siehe Kapitel „Sicherheitstechnische Prüfung“).

9 Sicherheitstechnische Prüfung

Für die Sicherstellung der implementierten Sicherheitsfunktionen muss vom Anwender nach erfolgter Inbetriebnahme und Parametrierung eine Überprüfung und Dokumentation der Parameter und Verknüpfungen vorgenommen werden. Dies wird durch die Parametriersoftware SafePLC SMX100. unterstützt (siehe Dokument Programmierhandbuch).

Auf den ersten zwei Seiten können allgemeine Angaben zur Anlage gemacht werden. Auf den folgenden Seiten des Validierungsreports werden alle verwendeten Funktionen mit ihren Parametern als Einzelnachweis der sicherheitstechnischen Prüfung abgedruckt.

Hier müssen Sie die folgenden Eintragungen zwingend vornehmen:

- Seriennummer (identisch zur Seriennummer auf dem Typenschild)
- Identität zur Baugruppe
 - Hier bestätigt der verantwortliche Prüfer der Sicherheitsbaugruppe, dass der in der Programmieroberfläche angezeigten CRC identisch ist mit dem in der SMX100-Baugruppe hinterlegtem CRC.

Nach der Eingabe aller Header-Daten kann der Validierungsreport über die Schaltfläche "Speichern" generiert werden. Das Parametriertool erzeugt dann einen Report (.PDF) mit dem Dateinamen des Programmdatensatzes.

Die Textdatei enthält die folgenden Informationen:

- Die 3 Seiten der oben editierten Header-Daten
- Die Konfiguration der Geber
- Die Parameter der vorhandenen Überwachungsfunktionen
- PLC Programm als Anweisungsliste

Nach der Übertragung der Konfigurations- und Programmdatei zur SMX100-Baugruppe blinkt die Status-LED in der Farbe „Gelb“. Dies zeigt an, dass die Konfigurationsdaten noch nicht validiert wurden.

Mit Bestätigung der Taste „KONFIGURATION SPERREN“ am Ende des Validierungsdialogs werden die Daten als „Validiert“ gekennzeichnet und die LED blinkt in der Farbe „Grün“.

10 Wartung

10.1 Modifikation / Umgang mit Änderungen am Gerät

Wartungsarbeiten sind ausschließlich von qualifiziertem Personal vorzunehmen. Regelmäßige Wartungsarbeiten sind nicht durchzuführen.

Reparatur

Geräte sind immer komplett zu tauschen.
Eine Reparatur des Gerätes kann nur im Werk durchgeführt werden.

Garantie

Mit unzulässigem öffnen der Baugruppe erlischt die Garantie.

Hinweis:

Bei Modifikation der Baugruppe erlischt die Sicherheitszulassung!

10.2 Tausch einer Baugruppe

Beim Tausch einer Baugruppe sollte folgendes beachtet werden:

- Stromrichter von der Hauptversorgung trennen.
- Spannungsversorgung für das Gerät ausschalten und Verbindung lösen.
- Geberstecker abziehen.
- Alle weiteren steck baren Verbindungen entfernen.
- Baugruppe von der Hutschiene nehmen und EMV-gerecht verpacken.
- Neue Baugruppe auf der Hutschiene anbringen.
- Alle Verbindungen wiederherstellen.
- Stromrichter einschalten.
- Versorgungsspannung einschalten.
- Gerät konfigurieren

Hinweis:

Grundsätzlich darf kein steckbarer Anschluss der SMX100-Baugruppe unter Spannung getrennt oder wieder gesteckt werden. Insbesondere bei den angeschlossenen Positions- bzw. Geschwindigkeitssensoren besteht die Gefahr einer Zerstörung des Sensors.

10.3 Wartungsintervalle

Austausch Baugruppe	Siehe Technische Daten
Funktionsprüfung	Siehe Kapitel Inbetriebnahme

11 Technische Daten

11.1 Umweltbedingungen

Schutzklasse	IP 20
Umgebungstemperatur	0°C* ... 50°C
Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721
Min-, Maximal relative Luftfeuchte (keine Betauung)	5% - 85%
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Betriebsmitteleinsatz	2000m
Lebensdauer (Tm, time to mission))	20 Jahre bei 50°C Umgebung

11.2 Sicherheitstechnische Kenndaten

Max. erreichbare Sicherheitsklasse	<ul style="list-style-type: none"> • SIL 3 gemäß IEC 61508 • Kategorie 4 gemäß EN ISO 13849-1 • Performance-Level e gemäß EN ISO 13849-1
Systemstruktur	2-kanalig mit Diagnose (1002) nach IEC 61508 Architektur Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1
Auslegung der Betriebsart	„high demand“ gemäß IEC 61508 (hohe Anforderungsrate)
Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde (PFH-Wert/ MTTF_D)	SMX100-x < 1,7*10 ⁻⁹ / 71 Jahre * SMX12x = 1,2*10 ⁻⁹ / 174 Jahre * SMX13x = 2,2*10 ⁻⁹ / 213 Jahre *
Proof-Test-Intervall (IEC61508)	20 Jahre, danach muss die Baugruppe ersetzt werden

(*) siehe Kapitel 4 „Sicherheitstechnische Merkmale“

12 Fehlerbehebung

Sollten die Baugruppe nicht ordnungsgemäß arbeiten, geht diese selbständig in den sicheren Zustand über und zeigt den Stöorzustand via LED an (vgl. Kapitel 8.4).

Bitte prüfen Sie zunächst den angezeigten Fehlercode unter Zuhilfenahme der Fehlerliste der SMX100 (Fehlerliste SMX100)

Sollte eine Beseitigung des Fehlerzustandes nicht möglich sein, kontaktieren Sie umgehend bitte den Hersteller.

Nähere Informationen zu Fehlerursachen und deren Behebung finden Sie im Dokument TS-37420-130-40-xxF Fehlerliste SMX100

12.1 Fehlerarten SMX

Prinzipiell unterscheidet die SMX100 zwischen zwei Arten von Fehlern gemäß folgender Zuordnung:

Fehlerart	Beschreibung	Auswirkung auf System	Reset-bedingung
Fatal Error 	Schwerer Ausnahmefehler durch Programmablauf in SMX. Zyklischer Programmablauf ist aus sicherheitstechnischen Gründen nicht mehr möglich. Letzter aktiver Prozess ist die Bedienung der 7-Segment Anzeige durch System A. System B ist im Stopp-Modus.	Alle Ausgänge werden abgeschaltet!	Rücksetzbar durch Aus-/Einschalten der SMX(POR).
Alarm 	Funktionaler Fehler, verursacht durch externen Prozess. Beide Systeme laufen zyklisch weiter und bedienen alle Anforderungen der Kommunikations-Schnittstellen. Die Abtastung des externen Prozesses wird ebenso aufrechterhalten.	Alle Ausgänge werden abgeschaltet!	Rücksetzbar durch parametrierbaren Eingang
ECS Alarm 	Bei Verwendung der ECS-Funktion in der Programmieroberfläche werden die Geberalarmmeldungen anstelle von „A“ mit „E“ gekennzeichnet.	ECS-Funktionsblock liefert als Ergebnis „0“	Rücksetzbar durch parametrierbaren Eingang

Erkennung der Fehler System A und System B:

- System A: ungeradzahlig
- System B: geradzahlig

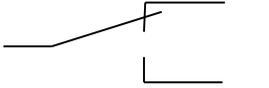
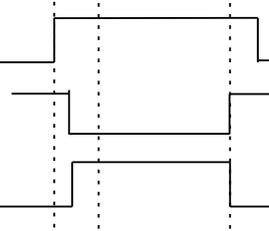
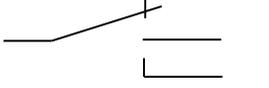
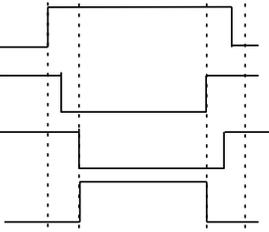
13 Schaltertypen

Typ	Schaltzeichen	Wahrheitstabelle	Logikfunktion	Funktionsblock	Funktion																
1	 eSwitch_1o	<table border="1"> <tr><td>Ö</td><td>A</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	Ö	A	0	0	1	1	LD E.1 ST IE.X		Schließer (S), nur in Darstellung Öffner (Ö)	 Öffner Ausgang									
Ö	A																				
0	0																				
1	1																				
2	 sSwitch_1s	<table border="1"> <tr><td>S</td><td>A</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	S	A	0	0	1	1	LD E.1 ST IE.X		Schließer, wie Typ 1	 Öffner Ausgang									
S	A																				
0	0																				
1	1																				
3	 eSwitch_2o	<table border="1"> <tr><td>Ö1</td><td>Ö2</td><td>A</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	Ö1	Ö2	A	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	LD E.1 AND E.2 ST IE.X		UND-Verknüpfung beider Eingänge	 Öffner 1 Öffner 2 Ausgang
Ö1	Ö2	A																			
0	0	0																			
1	0	0																			
0	1	0																			
1	1	1																			
4	 eSwitch_2oT	<table border="1"> <tr><td>Ö1</td><td>Ö2</td><td>A</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	Ö1	Ö2	A	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	LD E.1 OR E.2 ST META_EN.1 LD E.1 AND E.2 ST METB_EN.1 LD MET.1 ST IE.X	Zeitüberwachung MET1..MET4	Wie 3, jedoch mit zeitlicher Überwachung von Zustandsänderungen. Bei Signalwechsel an S oder Ö muss komplementäres Signal innerhalb Zeit t=3 s folgen. Falls nicht auf Störung erkennen und A=0	 Öffner 1 Öffner 2 Ausgang max. 3 s max. 3 s
Ö1	Ö2	A																			
0	0	0																			
1	0	0																			
0	1	0																			
1	1	1																			

Typ	Schaltzeichen	Wahrheitstabelle			Funktion																															
5	 eSwitch_1s1o	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S</th> <th>Ö</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S	Ö	A	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	LD E.1 AND NOT E.2 ST IE.X		Überwachung auf S=inaktiv und Ö=aktiv																
S	Ö	A																																		
0	0	0																																		
1	0	0																																		
0	1	1																																		
1	1	0																																		
6	 eSwitch_1s1oT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S</th> <th>Ö</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S	Ö	A	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	LD E.1 OR NOT E.2 ST META_EN.1 LD E1 AND NOT E2 ST METB_EN.1 LD MET.1 ST IE.X	Zeitüberwachung MET1..MET4	Wie 5, jedoch mit zeitlicher Überwachung von Zustandsänderungen. Bei Signalwechsel an S oder Ö muss komplementäres Signal innerhalb Zeit t=3 s folgen. Falls nicht auf Störung erkennen und A=0																
S	Ö	A																																		
0	0	0																																		
1	0	0																																		
0	1	1																																		
1	1	0																																		
7	 eSwitch_2s2o	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>Ö1</th> <th>S2</th> <th>Ö2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S1	Ö1	S2	Ö2	A		1				1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	LD E.1 AND E.2 AND NOT E.3 ST IE.X		Überwachung auf S1*S2=inaktiv und Ö1*Ö2=aktiv	
S1	Ö1	S2	Ö2	A																																
	1																																			
1	0	1	0	0																																
0	1	1	0	0																																
0	1	0	1	1																																
1	0	0	1	0																																

Typ	Schaltzeichen	Wahrheitstabelle			Funktion																															
8	<p>eSwitch_2s2oT</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>Ö</th> <th>S2</th> <th>Ö2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S1	Ö	S2	Ö2	A	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	<p>LD E.1 OR E.2 OR NOT E.3 ST META_EN.1</p> <p>LD E.1 AND E.2 AND NOT E.3 ST METB_EN.1</p> <p>LD MET.1 ST IE.X</p>	Zeitüberwachung MET1..MET4	<p>Wie 6, jedoch mit zeitlicher Überwachung von Zustandsänderungen. Bei Signalwechsel an S (Achtung Sammelleitung!) oder Ö muss komplementäres Signal innerhalb Zeit t=3 s folgen. Falls nicht auf Störung erkennen und A=0</p>	
S1	Ö	S2	Ö2	A																																
1	1	1	1	1																																
1	0	1	0	0																																
0	1	1	0	0																																
0	1	0	1	1																																
1	0	0	1	0																																
9	<p>eSwitch_3o</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ö1</th> <th>Ö2</th> <th>Ö3</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Ö1	Ö2	Ö3	A	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	<p>LD E.1 AND E.2 AND E.3 ST IE.X</p>		<p>UND-Verknüpfung der drei Eingänge</p>							
Ö1	Ö2	Ö3	A																																	
0	0	0	0																																	
1	0	0	0																																	
0	1	0	0																																	
1	1	0	0																																	
1	1	1	1																																	
10	<p>eSwitch_3oT</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ö1</th> <th>Ö2</th> <th>Ö3</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Ö1	Ö2	Ö3	A	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	<p>LD E.1 OR E.2 OR E.3 ST META_EN.1</p> <p>LD E.1 AND E.2 AND E.3 ST METB_EN.1 LD MET.1</p> <p>ST IE.X</p>	Zeitüberwachung MET1..MET4	<p>Wie 8, jedoch mit zeitlicher Überwachung von Zustandsänderungen. Bei Signalwechsel an einer der Ö-Eingänge müssen die weiteren Eingänge innerhalb Zeit t=3 s folgen. Falls nicht auf Störung erkennen und A=0</p>							
Ö1	Ö2	Ö3	A																																	
0	0	0	0																																	
1	0	0	0																																	
0	1	0	0																																	
1	1	0	0																																	
1	1	1	1																																	

Typ	Schaltzeichen	Wahrheitstabelle			Funktion																															
11	<p>eTwoHand_2o</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ö</th> <th>S</th> <th>Ö</th> <th>S</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Ö	S	Ö	S	A	1	1	2	2	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	<p>LD NOT E.1 OR E.2 OR NOT E.3 OR E.4 ST MEZ_EN.1</p> <p>LD E.1 AND NOT E2 AND E3 AND NOT E4 ST MEZ_EN.2</p> <p>LD NOT E1 AND E.2 AND NOT E3 AND E.4 ST MEZ_EN.3</p> <p>LD MEZ.1 ST IE.X</p>	Zweihand- bedienung MEZ	<p>Überwachung auf $S1*S2=$inaktiv und $Ö1*Ö2=$aktiv + zeitliche Überwachung <u>dieses</u> Zustands. D.h. erfolgt Signalwechsel eines S von 1->0 oder Ö von 0->1 dann müssen die weiteren Signale (d.h. weiterer S=0, bzw. Ö=1) innerhalb von 0,5 s folgen. Wenn nicht bleibt Ausgang = 0. Keine Störungsauswertung! Keine zeitliche Überwachung bei Wechsel auf inaktiven Zustand.</p>	<p>Öffner 1</p> <p>Öffner 2</p> <p>Ausgang</p> <p>max. 0,5 s</p>
Ö	S	Ö	S	A																																
1	1	2	2	0																																
0	1	0	1	0																																
1	0	0	1	0																																
1	0	1	0	0																																
0	1	0	1	1																																
12	<p>eTwoHand_2s</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	S1	S2	A	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	<p>LD E.1 OR E.2 ST MEZ_EN.1</p> <p>LD NOT E.1 AND NOT E.2 ST MEZ_EN.2</p> <p>LD E.1 AND E.2 ST MEZ_EN.3</p> <p>LD MEZ.1 ST IE.X</p>	Zweihand- bedienung MEZ	<p>Überwachung auf $S1*S2=$inaktiv + zeitliche Überwachung <u>dieses</u> Zustands. D.h. erfolgt Signalwechsel eines S von 1->0 dann muss das weitere Signal (d.h. weiteres S=0) innerhalb von 0,5 s folgen. Wenn nicht bleibt Ausgang = 0. Keine Störungsauswertung! Keine zeitliche Überwachung bei Wechsel auf inaktiven Zustand.</p>	<p>Schließer 1</p> <p>Schließer 2</p> <p>Ausgang</p> <p>max. 0,5 s</p>															
S1	S2	A																																		
1	0	0																																		
0	1	0																																		
0	0	0																																		
1	1	1																																		
Typ	Schaltzeichen	Wahrheitstabelle			Funktion																															

13	 eMode_1s1o	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>A 1</th> <th>A 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S1	S2	A 1	A 2	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	LD E.1 AND NOT E.2 ST IE.X1 LD NOT E.1 AND E.2 ST IE.X2	Wahlschalter	Eindeutige Verknüpfung der zulässigen Schalterstellungen																																			
S1	S2	A 1	A 2																																																									
1	0	1	0																																																									
0	1	0	1																																																									
0	0	0	0																																																									
1	1	0	0																																																									
14	 eMode_3switch	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>S3</th> <th>A 1</th> <th>A 2</th> <th>A 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S1	S2	S3	A 1	A 2	A 3	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LD E.1 AND NOT E.2 AND NOT E.3 ST IE.X1 LDN E.1 AND E2 AND NOT E.3 ST IE.X2 LDN E.1 AND NOT E.2 AND E.3 ST IE.X3	Wahlschalter	Eindeutige Verknüpfung der zulässigen Schalterstellungen	
S1	S2	S3	A 1	A 2	A 3																																																							
1	0	0	1	0	0																																																							
0	1	0	0	1	0																																																							
0	0	1	0	0	1																																																							
1	1	0	0	0	0																																																							
1	0	1	0	0	0																																																							
0	1	1	0	0	0																																																							
1	1	1	0	0	0																																																							
0	0	0	0	0	0																																																							

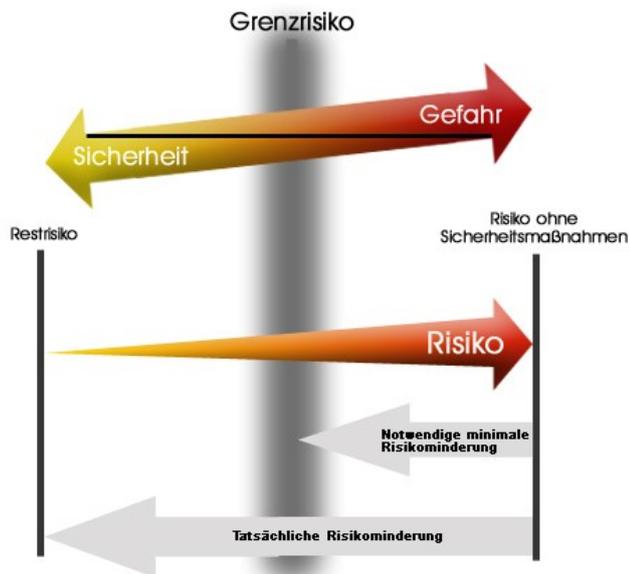
14 Hinweise für Entwurf, Programmieren, Validieren und Testen von sicherheitstechnischen Applikationen

Nachfolgende Hinweise beschreiben die Vorgehensweise für Entwurf, Programmieren, Validieren und Testen von sicherheitstechnischen Applikationen

Die Hinweise sollen dem Anwender helfen alle Schritte von der Risikobeurteilung bis zum Systemtest einzuordnen, leicht zu verstehen und anzuwenden. Zum besseren Verständnis der jeweiligen Punkte werden die einzelnen Schritte anhand von Beispielen näher erläutert.

14.1 Risikobetrachtung

Grundsätzlich muss der Hersteller einer Maschine die Sicherheit einer von ihm konstruierten, bzw. gelieferten Maschine gewährleisten. Für die Beurteilung der Sicherheit sind die jeweils gültigen einschlägigen Richtlinien und Normen heranzuziehen. Ziel der Sicherheitsbetrachtung und der daraus abgeleiteten Maßnahmen muss eine Reduzierung der Gefährdung von Personen auf ein akzeptierbares Niveau sein.



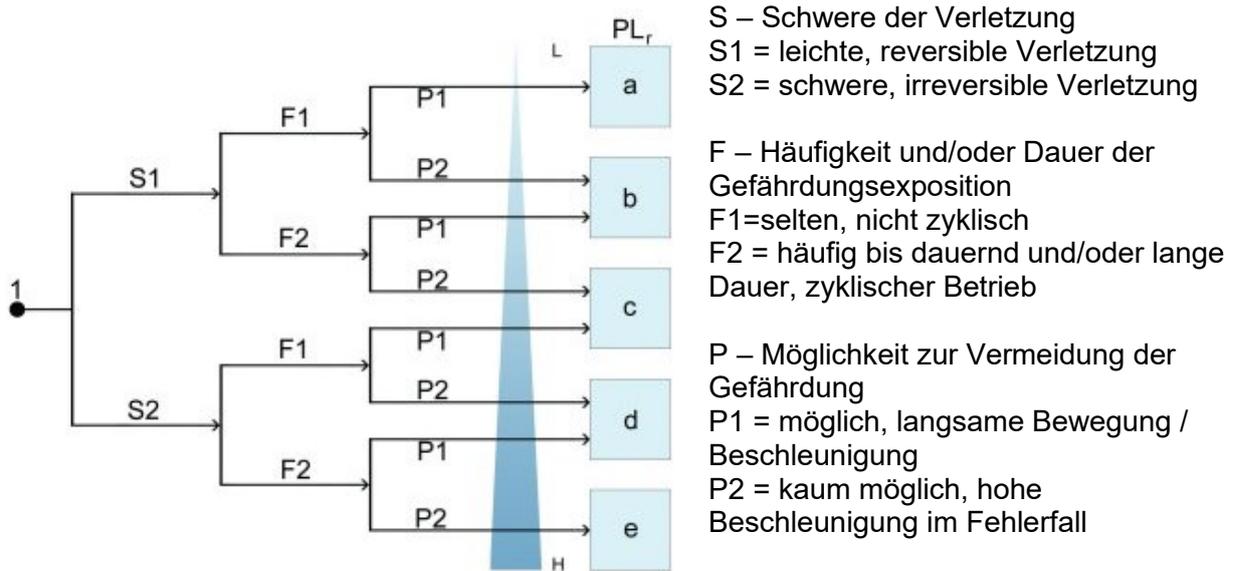
Die Analyse der Gefährdungen muss sämtliche Betriebszustände der Maschine wie Betreiben, Rüsten und Warten bzw. Aufstellen und Außerbetriebstellen sowie auch vorhersehbare Fehlanwendungen berücksichtigen.

Die hierzu erforderliche Vorgehensweise für die Risikobeurteilung und den Maßnahmen zu deren Reduzierung sind z.B. in den einschlägigen Normen

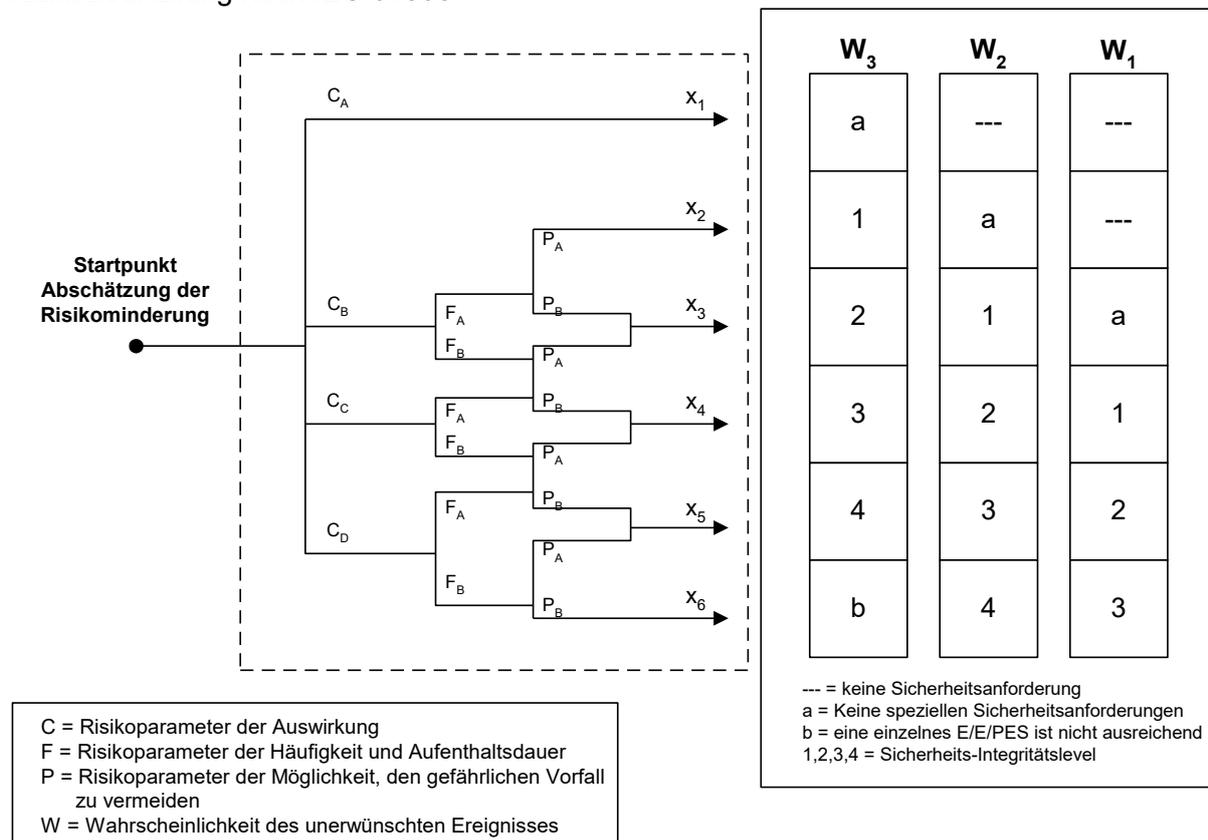
EN ISO 13849-1 Sicherheit von Maschinen

IEC 61508 Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener e/e/p e Systeme
enthalten.

Risikobeurteilung nach EN ISO 13849-1



Risikobeurteilung nach IEC 61508



Die zu betrachtenden Risiken sind ebenso in einschlägigen Richtlinien und Normen enthalten, bzw. sind vom Hersteller aufgrund seiner spezifischen Kenntnisse der Maschine gesondert zu betrachten.

Für innerhalb der EU in Verkehr gebrachte Maschinen sind die minderst zu betrachtenden Risiken in der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bzw. in der jeweils letztgültigen Fassung dieser Richtlinie spezifiziert.

Weitere Hinweise für die Risikobeurteilung und die sichere Gestaltung von Maschinen sind in den Normen

EN 14121 Sicherheit von Maschinen - Risikobeurteilung

EN 12100 Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze enthalten.

Maßnahmen die zur Reduzierung identifizierter Gefährdungen angewendet werden müssen im Niveau mindestens demjenigen der Gefährdung entsprechen. Derartige Maßnahmen und die Anforderungen hieran sind ebenso beispielhaft in den oben angeführten Richtlinien und Normen enthalten.

14.2 Erforderliche technische Unterlagen

Vom Hersteller sind verschiedene technische Unterlagen zu liefern. Deren Mindestumfang ist ebenso in den einschlägigen Richtlinien und Normen enthalten.

So sind z.B. gemäß EU-Maschinenrichtlinie mindestens folgende Unterlagen zu liefern:

1. Die technischen Unterlagen umfassen:
 - a) eine technische Dokumentation mit folgenden Angaben bzw. Unterlagen:
 - eine allgemeine Beschreibung der Maschine
 - eine Übersichtszeichnung der Maschine und die Schaltpläne der Steuerkreise sowie Beschreibungen und Erläuterungen, die zum Verständnis der Funktionsweise der Maschine erforderlich sind
 - vollständige Detailzeichnungen, eventuell mit Berechnungen, Versuchsergebnissen, Bescheinigungen usw., die für die Überprüfung der Übereinstimmung der Maschine mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erforderlich sind
 - die Unterlagen über die Risikobeurteilung, aus denen hervorgeht, welches Verfahren angewandt wurde; dies schließt ein:
 - i) eine Liste der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen, die für die Maschine gelten
 - ii) eine Beschreibung der zur Abwendung ermittelter Gefährdungen oder zur Risikominderung ergriffenen Schutzmaßnahmen und gegebenenfalls eine Angabe der von der Maschine ausgehenden Restrisiken
 - die angewandten Normen und sonstige technische Spezifikationen unter Angabe der von diesen Normen erfassten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen
 - alle technischen Berichte mit den Ergebnissen der Prüfungen, die vom Hersteller selbst oder von einer Stelle nach Wahl des Herstellers oder seines Bevollmächtigten durchgeführt wurden
 - ein Exemplar der Betriebsanleitung der Maschine
 - gegebenenfalls die Einbauerklärung für unvollständige Maschinen und die Montageanleitung für solche unvollständigen Maschinen
 - gegebenenfalls eine Kopie der EG-Konformitätserklärung für in die Maschine eingebaute andere Maschinen oder Produkte,
 - eine Kopie der EG-Konformitätserklärung
 - b) bei Serienfertigung eine Aufstellung der intern getroffenen Maßnahmen zur Gewährleistung der Übereinstimmung aller gefertigten Maschinen mit den Bestimmungen dieser Richtlinie

Quelle BGIA Report 2/2008

Die Unterlagen sind dabei leichtverständlich und in der jeweiligen Landessprache abzufassen.

14.3 Erforderliche Schritte zu Entwurf, Realisierung und Prüfung

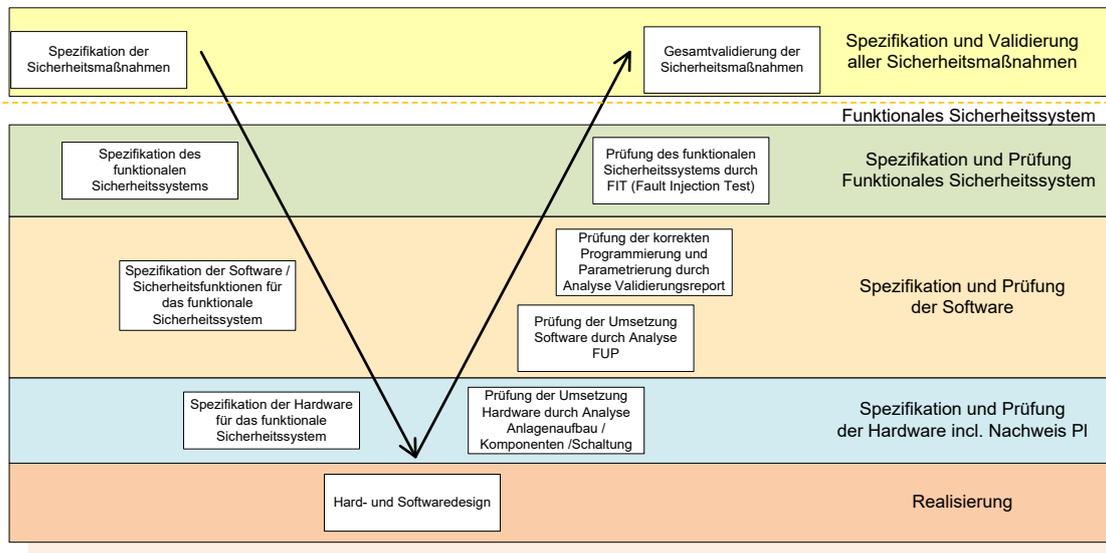
Die Realisierung von Anlagenteilen mit sicherheitstechnischer Funktion bedarf einer besonderen Sorgfalt in der Planung, Realisierung und Prüfung. Auch hierzu sind Leitlinien in den einschlägigen Normen (vgl. EN ISO 13849-2, bzw. IEC 61508) enthalten. Der Aufwand richtet sich hierbei nach der Komplexität der Aufgabenstellung für Anlagenteile mit sicherheitstechnischer Funktion.

Die SMX-Baureihe bietet für die Realisierung derartiger Funktionen mit Hilfe von sicherheitsgerichteten Steuer- und Überwachungsfunktionen eine effiziente Unterstützung in Form der Systemarchitektur (Architektur Kat. 4 nach EN ISO 13849-1) und vor allem auch der Programmiersprache und geprüfter Sicherheitsfunktionen an. Die Programmierung erfolgt in der nach den Sicherheitsnormen empfohlenen Form FUP (Funktionsplan orientierte Programmierung). Sie entspricht weiter den Anforderungen an eine Programmiersprache mit eingeschränktem Sprachumfang (LVL) für die wesentlichen Vereinfachungen in Dokumentation und Testumfang gelten.

In jedem Fall bedürfen die einzelnen Schritte einer sorgfältigen Planung und Analyse der verwendeten Methoden und Systeme. Die einzelnen Schritte sind weiter gut nachvollziehbar zu dokumentieren.

V-Modell (vereinfacht)

Die Umsetzung von sicherheitstechnischen Funktionen bedarf einer strukturierten Vorgehensweise wie sie beispielhaft das in einschlägigen Normen empfohlene V-Modell aufzeigt. Nachfolgend ist beispielhaft die Vorgehensweise für Applikationen mit Baugruppen der SMX100-Baureihe aufgezeigt.



14.3.1 Phasen des V-Modells:

Benennung	Beschreibung	
	Design-Phase	Validierungsphase
Spezifikation und Validierung aller Sicherheitsmaßnahmen	Spezifikation aller zu treffender passiver und aktiver Sicherheitsmaßnahmen wie Abdeckungen, Abschrankungen, max. Maschinenparameter, sicherheitstechnische Funktionen etc.	Prüfung aller passiver und aktiver Sicherheitsmaßnahmen auf deren ordnungsgemäßen Umsetzung und Wirksamkeit
Spezifikation der funktionalen Sicherheitssysteme	Spezifikation der aktiven Sicherheitssysteme und deren Zuordnung auf die zu reduzierenden Risiken wie z.B. reduzierte Geschw. Im Einrichtbetrieb, Stop-Modus, Überwachung von Zugangsbereichen etc. Spezifikation des PLr bzw., geforderten SIL für jede einzelne Sicherheitsfunktionen	Prüfung aller aktiven Sicherheitssystemen auf deren Wirksamkeit und Einhaltung der spezifizierten Parameter wie z.B. fehlerhaft erhöhte Geschwindigkeit, fehlerhafter Stopp, Ansprechen von Überwachungseinrichtungen etc. mittels praktischer Tests
Spezifikation der Software / Sicherheitsfunktionen	Spezifikation der Funktionalität der einzelnen Sicherheitsfunktionen incl. Definition des Abschaltkreises etc. Definition der Parameter für die einzelnen Sicherheitsfunktion wie z.B. max. Geschwindigkeit, Stopp-Rampen und – Kategorie etc.	Prüfung der korrekten Umsetzung der Funktionsvorgaben durch Analyse FUP-Programmierung Validierung des Applikationsprogramms und der Parameter durch Vergleich Validierungsreport mit FUP bzw. Vorgaben für Parameter
Spezifikation der Hardware	Spezifikation des Anlagenaufbaus und der Funktionen der einzelnen Sensoren, Befehlsgeräte, Steuerungskomponenten und Aktuatoren in Bezug auf die Sicherheitsfunktionen	Prüfung der korrekten Umsetzung der Vorgaben. Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit bzw. PL mittels Analyse der Gesamtarchitektur und der Kenndaten aller beteiligten Komponenten, jeweils bezogen auf die einzelnen Sicherheitsfunktionen
Hard- und Softwaredesign	Konkrete Planung und Umsetzung des Anlagenaufbaus / Verdrahtung. Konkrete Umsetzung der Sicherheitsfunktionen durch Programmierung in FUP	Nil

14.3.2 Spezifikation der Sicherheitsanforderungen (Gliederungsschema)

Auf Basis der anzuwendenden Normen, z.B. Produktnormen sind die Sicherheitsanforderungen im Einzelnen zu analysieren.

1	Allgemeine Produkt- und Projektangaben
1.1	Produktidentifikation
1.2	Autor, Version, Datum, Dokumentenname, Dateiname
1.3	Inhaltsverzeichnis
1.4	Begriffe, Definitionen, Glossar
1.5	Versionshistorie und Änderungsvermerke
1.6	Für die Entwicklung relevante Richtlinien, Normen und technische Regeln
2	Funktionale Angaben zur Maschine, soweit sicherheitstechnisch von Bedeutung
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung und vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung/-bedienung
2.2	Prozessbeschreibung (Betriebsfunktionen)
2.3	Betriebsarten (z.B. Einrichtbetrieb, Automatikbetrieb, Betrieb mit lokalem Bezug odervon Teilen der Maschine)
2.4	Kenndaten, z.B. Zykluszeiten, Reaktionszeiten, Nachlaufwege
2.5	Sonstige Eigenschaften der Maschine
2.6	Sicherer Zustand der Maschine
2.7	Wechselwirkung zwischen Prozessen (siehe auch 2.2) und manuellen Aktionen (Reparatur, Einrichten, Reinigen, Fehlersuche usw.)
2.8	Handlungen im Notfall
3	Erforderliche(r) Performance Level (PL _r)
3.1	Referenz auf vorhandene Dokumentation zur Gefährdungsanalyse und Risikobeurteilung der Maschine
3.2	Ergebnisse der Risikobeurteilung für jede ermittelte Gefährdung oder Gefährdungssituation und Festlegung der zur Risikominderung jeweils erforderlichen Sicherheitsfunktion(en)
4	Sicherheitsfunktionen (Angaben gelten für jede Sicherheitsfunktion)
	- Funktionsbeschreibung („Erfassen – Verarbeiten – Ausgeben“) einschließlich aller funktionaler Eigenschaften (siehe auch Tabellen 5.1 und 5.2)
	- Aktivierungs-/Deaktivierungsbedingungen oder -ereignisse (z.B. Betriebsarten der Maschine)
	- Verhalten der Maschine beim Auslösen der Sicherheitsfunktion
	- zu berücksichtigende Wiederanlaufbedingungen
	- Leistungskriterien/Leistungsdaten
	- Ablauf (zeitliches Verhalten) der Sicherheitsfunktion mit Reaktionszeit
	- Häufigkeit der Betätigung (d.h. Anforderungsrate), Erholungszeiten nach Anforderung
	- sonstige Daten
	- einstellbare Parameter (soweit vorgesehen)
	- Einordnung und Zuordnung von Prioritäten bei gleichzeitiger Anforderung und Bearbeitung mehrerer Sicherheitsfunktionen
	- funktionales Konzept zur Trennung bzw. Unabhängigkeit/Rückwirkungsfreiheit zu Nicht-Sicherheitsfunktionen und weiteren Sicherheitsfunktionen
5	Vorgaben für den SRP/CS-Entwurf
5.1	Zuweisung, durch welche SRP/CS und in welcher Technologie die Sicherheitsfunktion realisiert werden soll, vorgesehene Betriebsmittel
5.2	Auswahl der Kategorie, vorgesehene Architektur (Struktur) als sicherheitsbezogenes Blockdiagramm mit Beschreibung
5.3	Schnittstellenbeschreibung (Prozessschnittstellen, interne Schnittstellen, Bedienerchnittstellen, Bedien- und Anzeigeelemente usw.)
5.4	Einschaltverhalten, Umsetzung des erforderlichen Anlaufverhaltens und Wiederanlaufverhaltens
5.5	Leistungsdaten: Zykluszeiten, Reaktionszeiten usw.
5.6	Verhalten des SRP/CS bei Bauteilausfällen und -fehlern (Erreichen und Aufrechterhalten des sicheren Zustandes) einschließlich Zeitverhalten
5.7	Zu berücksichtigende Ausfallarten von Bauteilen, Baugruppen oder Blöcken und ggf. Begründung für Fehlerausschlüsse
5.8	Konzept zur Umsetzung der Erkennung und Beherrschung von zufälligen und systematischen Ausfällen (Selbsttests, Testschaltungen, Überwachungen, Vergleiche, Plausibilitätsprüfungen, Fehlererkennung durch den Prozess usw.)
5.9	Quantitative Aspekte
5.9.1	Zielwerte für $MTTF_d$ und DC_{avg}
5.9.2	Schalthäufigkeit verschleißbehaffeter Bauteile
5.9.3	Häufigkeit von Maßnahmen zur Fehleraufdeckung
5.9.4	Gebrauchsdauer, falls abweichend von der Berechnungsgrundlage der vorgesehenen Architekturen (20 Jahre)
5.10	Betriebs- und Grenzdaten (Betriebs- und Lagertemperaturbereich, Feuchteklasse, IP-Schutzart, Schock-/Vibrations-/EMV-Störfestigkeitswerte, Versorgungsdaten mit Toleranzen usw.) (IP = International Protection, EMV = elektromagnetische Verträglichkeit)
5.11	Anzuwendende Grundnormen für die Konstruktion (zur Ausrüstung, zum Schutz gegen elektrischen Schlag/gefährliche Körperströme, zur Störfestigkeit gegen Umgebungsbedingungen usw.)
5.12	Technische und organisatorische Maßnahmen für einen gesicherten Zugriff auf sicherheitsrelevante Parameter bzw. SRP/CS-Eigenschaften (Manipulationsschutz, Zugangssicherung, Programm-/Datenschutz) und zum Schutz gegen unbefugtes Bedienen (Schlüsselschalter, Code usw.), z.B. bei Sonderbetriebsarten
5.13	Allgemeine technische Voraussetzungen und organisatorische Rahmenbedingungen für die Inbetriebnahme, Prüfung und Abnahme sowie Wartung und Instandhaltung

Quelle: Allgemeine Vorgabe, Auszug BGIA Report 2/2008 zu EN ISO 13849-1

Beispiel für einen Handhabungsautomaten:

Funktionsbeschreibung:

Der Handhabungsautomat dient zur automatischen Aufnahme von unterschiedlich hohen LKW Kabinen. Nach der Aufnahme wird die Höhe der Kabine sicher erfasst, damit im Arbeiterbereich die Kabine nicht unter eine bestimmte Höhe abgesenkt werden kann. Im Arbeiterbereich darf der Automat eine maximale Geschwindigkeit nicht überschreiten. Nachdem die Kabine fertig bearbeitet wurde wird sie am Ende der Bearbeitungsstraße wieder abgesetzt und der Handhabungsautomat fährt über eine Rücklaufbahn wieder zum Anfang der Strecke zurück um erneut eine Kabine aufzunehmen....

Grenzen der Maschine:

Räumliche Grenzen: Im Arbeiterbereich muss genügend Raum für die Arbeiter vorhanden sein, um alle nötigen Arbeiten an der Kabine ausführen zu können.... Im Rücklauf muss genügend Raum für das leere Gehänge des Automaten vorhanden sein...

Zeitliche Grenzen: Beschreibung der Lebensdauer, Beschreibung von Alterungsprozessen, die zur Änderung von Maschinenparametern führen können (z.B. Bremsen). Für solche Fälle müssen Überwachungsmechanismen vorgesehen werden.

Verwendungsgrenzen: Der Automat holt automatisch neue Kabinen und fährt sie durch einen Bearbeitungsbereich. Im Bearbeitungsbereich halten sich Arbeiter auf...usw.

Folgende Betriebsarten sind vorgesehen: Einrichtbetrieb, Automatischer Betrieb und Servicebetrieb...usw.

Identifizierung von Gefährdungen:

Folgende mechanische Gefährdungen sind bei dem Handhabungsautomaten relevant:

Gefährdung 1: Quetschen durch abfahrende Kabine / Hebebalken

Gefährdung 2: Stoßen durch fahrende Kabine / Hebebalken

Gefährdung 3: Quetschen durch zu schnelles Absenken der Kabine im Fehlerfall

Gefährdung 4:.....

Risikoanalyse:

G1: Das Gewicht der Kabine und des Hebebalkens ist so hoch, dass es zu irreversiblen Quetschungen oder Todesfällen kommen kann.

G2: Durch fahrende Kabinen/ Hebebalken kann es zu Stößen mit irreversiblen Verletzungen führen kann.

G3:

Risikoabschätzung:

Unter Berücksichtigung aller Betriebsbedingungen ist eine Risikominderung erforderlich.

Inhärent (Risiken aus dem Projekt) sichere Konstruktion

Das Bewegen der Kabine in x und y – Richtung im Arbeiterbereich ist nicht vermeidbar. Im Bearbeitungsbereich muss die Kabine auf/ab und vorwärts bewegt werden....

Folgende Maßnahmen können ergriffen werden:

Gefährdungen durch zu schnelle Bewegungen vermeiden

Gefährdungen durch zu geringe Abstände vermeiden

Beispiel für eine Risikobeurteilung:

Risikobeurteilung nach EN 12100:2010				Datum:	03.08.2011
Projektnummer		20			
Kunde		BBH		Umform - Transferpresse	
01 Mechanische Gefährdungen					
Beschreibung	Norm	Lösung	Risiko		
01.07 Schwerkraft					
Lebensphase	II	Kategorie	alle Betriebsarten		
	III				
Quetschen; Pressen	EN 60204-1		R5		
Beim Verlust der Energieversorgung (Stromausfall) droht das Absinken des Krafterzeugers. Falls sich in diesem Moment der Werker in der Presse befindet, droht das Absinken des Krafterzeugers auf den Werker.		Beim Energieverlust gehen die Sicherheitsventile in den sicheren Zustand und eine Pressenbewegung ist nicht mehr möglich.	S4/A1/E1/M2	<input checked="" type="checkbox"/> Elektrisch	
01.13 sich bewegende Teile					
Lebensphase	II	Kategorie	Einlegebetrieb		
	III				
Quetschen; Pressen	EN 692		R19		
Beim Einlegen des Werkstückes muss das Pressenkissen bewegt werden. Dabei befindet sich die Hand in der Presse. Die Presse selbst ist dabei aktiv und kann sich bewegen. Es droht ein Schließen der Presse, während sich Hand und Arm im Werkzeug befinden.	EN 61800-5-2 EN ISO 13849-1 EN ISO 13849-2 EN 574 EN ISO 11161	Die Presse kann nur mit sicher reduzierter Geschwindigkeit bewegt werden (SLS). Dazu wird ein sicherheitsgerichteter Joystick benutzt. Wenn der Joystick-Knopf losgelassen wird, wird der Stillstand überwacht (SOS). Erst wenn die Hand aus dem Werkzeug genommen und die Zweihandbedienung ausgelöst wird, kann das Werkzeug geschlossen werden. Wird die Bedingung sicher reduzierte Geschwindigkeit von > 10m/s oder Stillstand verletzt, werden über die Sicherheitskette die Sicherheitsventile ausgelöst und die Presse geht in den sicheren Zustand. Die Sicherheitssteuerung SMX von BBH stellt in SIL3 sicher, dass Stillstand und sicher reduzierte Geschwindigkeit sicherheitsgerichtet ermöglicht wird.	S4/A3/E4/M2	<input checked="" type="checkbox"/> Elektrisch	
03 Thermische Gefährdungen					
Beschreibung	Norm	Lösung	Risiko		
www.Csafe.biz Lebensphase I=Transport II=Montage III=Betrieb IV=Entsorgung					
1 / 2					

Risikobeurteilung nach EN 12100:2010				Datum:	03.08.2011
Projektnummer		20			
Kunde		BBH		Umform - Transferpresse	
03.03 Objekte oder Materialien hoher oder niedriger Tem					
Lebensphase	III	Kategorie	Einlegebetrieb		
			Umrüsten Reinigung und Sauberhaltung Fehlersuche und Fehlerbeseitigung		
Verbrennung;	EN 60204-1		R6		
Das Vorheizwerkzeug für die Schäumenanlage wird auf eine Temperatur von 120° gebracht. Es droht die Berührung oder eine Übertemperatur im Fehlerfall.	EN ISO 13849-1 EN ISO 13849-2	Die Temperatur der Vorwärmeinheit wird überwacht, damit eine gefährliche Temperatur nicht erreicht werden kann. Zusätzlich wird mit einem Warnschild vor Berührung gewarnt. Die Temperatur steigt im Normalbetrieb nicht soweit an, dass eine signifikante Gefährdung auftritt. Die Temperatur wird über sichere analoge Eingänge und einen Wärmesensor überwacht, so dass im Fehlerfall die Vorwärmeinheit abgeschaltet wird und gegen Wiedereinschalten geschützt ist.	S3/A2/E2/M1	<input checked="" type="checkbox"/> Elektrisch	
www.Csafe.biz Lebensphase I=Transport II=Montage III=Betrieb IV=Entsorgung					
2 / 2					

Beispiel für eine Gefahrenanalyse:

Gefahrenanalyse

Sicherheitsnachweis für Herstellererklärung			Maschinentyp Verpackungsanlage	Auftrags-Nummer 200-402						
			Kunde	Erstellt: Michael Düssel am 16.10.06 Blatt 1 von 4						
Betriebszustand	Gefährdung durch Kurzbeschreibung	Check	Ereignis oder Schutzziel	Lösung	Anf. Kl.	St. Kat.	Verwendete Normen und Richtlinien	Hinweise/ Kriterien für Inbetriebnahme und Prüfung	geprüft am	vom
Lineareinheiten										
Automatik und Handbetrieb	Quetschen Erfassen Einziehen	 	Schutz vor Quetschen, Erfassen und Einziehen erforderlich bei: -Linearbewegung in X-Richtung -Linearbewegung in Y-Richtung	Schutzverkleidung 2m hoch, mit Punktschweißgitter MW 40 mm Schutztür mit Sicherheitstürschalter			EN 292-2 Abs. 3.2 EN 294 Abs. 4.5.1	Schutzverkleidung vorhanden? Fest mit der Maschine verschraubt? ES-Funktion überprüft -Maschine muß sofort anhalten, wenn Türe geöffnet wird		
Strafferzylinder/Schwert										
Automatik und Handbetrieb	Quetschen Stossen		Schutz vor Quetschen und Stossen erforderlich bei: -pneumatische Linearbewegung	Schutzverkleidung 2m hoch, mit Punktschweißgitter MW 40 mm			EN 292-2 Abs. 3.2 EN 294 Abs. 4.5.1	Schutzverkleidung vorhanden? Fest mit der Maschine verschraubt?		
Zentrierung mit Andrückblech										
Automatik und Handbetrieb	Quetschen Erfassen Einziehen	 	Schutz vor Quetschen, Erfassen und Einziehen erforderlich bei: -pneumatischer Schwenkbewegung	Schutzverkleidung 2m hoch, mit Punktschweißgitter MW 40 mm Schutztür mit Sicherheitstürschalter			EN 292-2 Abs. 3.2 EN 294 Abs. 4.5.1	Schutzverkleidung vorhanden? Fest mit der Maschine verschraubt? ES-Funktion überprüft -Maschine muß sofort anhalten, wenn Türe geöffnet wird		
Schießrollen										
Automatik und Handbetrieb	Quetschen Erfassen Einziehen	 	Schutz vor Quetschen, Erfassen und Einziehen erforderlich bei: -pneumatische Linearbewegung	Schutzverkleidung 2m hoch, mit Punktschweißgitter MW 40 mm. Schutzabdeckung aus Blech bzw. Lochblech, Spalte und Lochgröße < 8mm			EN 292-2 Abs. 3.2 EN 294 Abs. 4.5.1	Schutzverkleidung vorhanden? Schutzabdeckung vorhanden? Fest mit der Maschine verschraubt?		

14.3.3 Spezifikation des funktionalen Sicherheitssystems

Abgeleitet aus der allgemeinen Gefährdungs- und Risikoanalyse der Maschine sind die aktiven Schutzfunktionen zu identifizieren und spezifizieren.

Aktive Schutzfunktionen sind z.B. sicher reduzierte Geschwindigkeit in bestimmten Anlagenzuständen, überwachte Stopp- und Stillstandsfunktionen, Bereichsüberwachungen, Verarbeitung von Überwachungseinrichtungen wie Lichtgitter, Schalmatten etc.

Die Sicherheitsfunktionen sind jeweils abzugrenzen und die spezifischen Anforderungen in Funktion und Sicherheitsniveau zu definieren.

14.3.3.1 Definition der Sicherheitsfunktionen

Die Definition der Sicherheitsfunktion muss:

- das abzudeckende Risiko benennen,
- die genaue Funktion beschreiben,
- alle beteiligten Sensoren, Befehlsgeräte auflisten,
- alle Steuergeräte benennen und
- den angesprochenen Abschaltkreis bezeichnen.

Die Definition soll als Grundlage für die Spezifikation des HW- und Softwaredesigns dienen.

Für jede der so definierten Sicherheitsfunktionen sind die evtl. zu verwendeten Parameter wie z.B. max. Anlagengeschwindigkeit im Einrichtbetrieb etc. zu bestimmen.

Beispiele für Sicherheitsfunktionen:

SF1: STO (sicher abgeschaltetes Moment) zum Schutz gegen sicheres Anlaufen

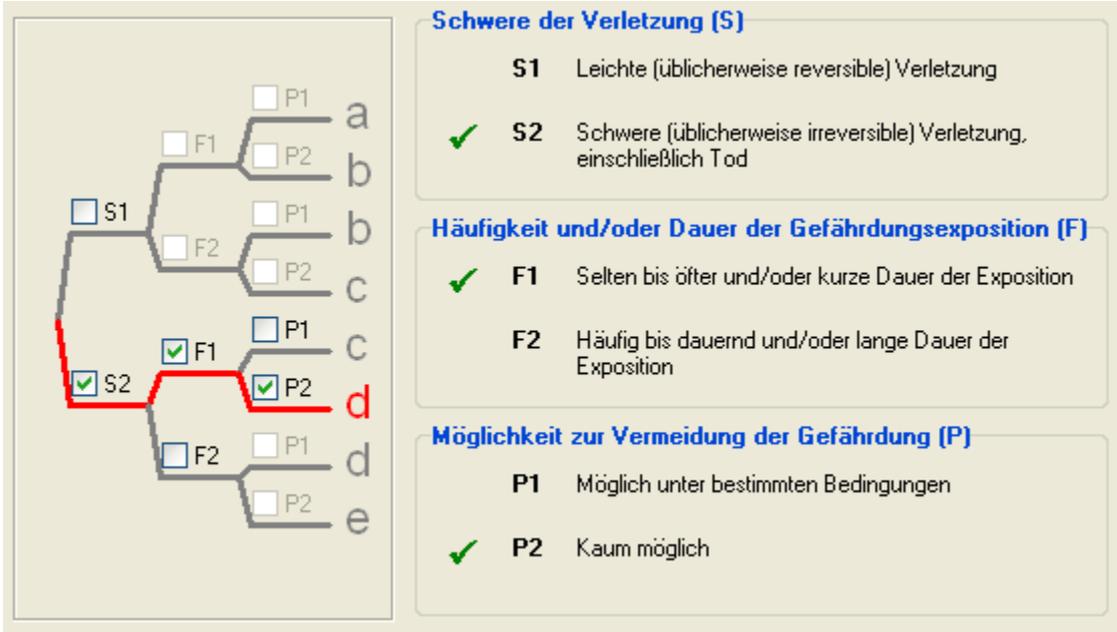
SF2: Sichere Geschwindigkeiten

SF3: Sichere Positionen

SF4:.....

14.3.3.2 Erforderlicher Performance Level (PLr) (zusätzlich Not-Halt)

Aus den oben erkannten Sicherheitsfunktionen SF1..... muss nun der erforderliche Performance Level bestimmt werden. Aus dem Beispiel unten ist der Entscheidungsweg ersichtlich.



Beispiel für SF1: Ergebnis PF = d (Quelle Sistema)

14.3.3.3 Beispiel – Spezifikation der Sicherheitsfunktionen in Tabellenform

Lfd-Nr.	Sicherheitsfunktion	Ref aus GFA	Pl,	Messwert /Sensor	Umsetzung in Software	Soll-Parameter	Eingang/ Aktivierung	Reaktion/ Ausgang
1.1	Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk auf Überwachung der maximalen Geschwindigkeit	2.3	e	1 x WCS Absolutencoder 1 x Inkrementalencoder an Motor / Antriebsrad	Überwachung mittels geprüfter Sicherheitsfunktion SLS auf feste Grenzen:	550mm/s Fehlerdistanzüberwachung: g: 200mm	Ständig Reset: Quittierungstaster	Betriebsstop SF 1.7.1
1.2	Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk im Werker Arbeitsbereich Überwachung der maximalen Geschwindigkeit auf < 0,33 m/s	2.4	e	1 x WCS Absolutencoder 1 x Inkrementalencoder an Motor / Antriebsrad	Überwachung mittels geprüfter Sicherheitsfunktion SLS auf feste Grenzen:	60 mm/s Fehlerdistanzüberwachung: g: 200mm	Identifizierung Werker Arbeitsbereich über Position Fahrwerk UND NICHT Einrichten Reset: Quittierungstaster	SF 1.7.1
1.3	Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk im Einrichtbetrieb Überwachung der maximalen Geschwindigkeit auf < 0,07 m/s	3.1	d	1 x WCS Absolutencoder 1 x Inkrementalencoder an Motor / Antriebsrad	Überwachung mittels geprüfter Sicherheitsfunktion SLS auf feste Grenzen:	70mm/s Fehlerdistanzüberwachung: g: 200mm	Betriebsart Einrichten UND Taster „Sicherheit brücken“ Reset: Quittierungstaster	SF 1.7.1
1.4	Auffahrschutz Fahrwerk Überwachung der Abstände der Fahrwerke auf Mindestabstand mittels redundanter Laserabstandsmessung	2.5	d	2 x Laserdistanzmesseinrichtungen	Überwachung der Abstände mittels geprüfter Funktion SAC. Die analogen Messwerte Distanz werden Gegenseitig auf max. Toleranz verglichen (Diagnose Analogsensor) Auf Mindestwerte überwacht (Funktion SAC) Min. Distanzwert 25% des max. Wertes Messeinrichtung		Fahrwerk innerhalb Werker Arbeitsbereich Reset: Quittierungstaster	SF 1.7.1
1.6.1	Überwachung Sensorsystem Fahrwerk Mutingmanagement der beiden Sensoren Fahrwerk	5.1	e	1 x WCS Absolutencoder 1 x Inkrementalencoder an Motor / Antriebsrad	Muting der Diagnosen für beide Sensoren Fahrwerk mittels geprüfter Funktion SCA Vor jeder Lücke wird Muting gestartet, ein falscher Geberwert dann kurzzeitig unterdrückt. In der Lücke führt ein Geberwert außerhalb 2 bis 160000mm zum Muting		Pos 1 (7626 - 7850) Pos 2 (11030-1263) Pos 3 (75134-5338) Pos 4 (145562-145622) Pos 5 (143935-143995) Pos 6 (80000-80060)	SF 1.6.2

14.3.4 Softwarespezifikation

Die Softwarespezifikation bezieht sich auf die vorangegangene Spezifikation der Sicherheitsfunktionen. Sie kann auch ersetzt werden durch eine entsprechend ausgearbeitete Spezifikation der Sicherheitsfunktionen sofern diese alle Vorgaben enthält (siehe Beispiel unter 14.3.3.3).

Es wird jedoch empfohlen eine extrahierte Liste zu erstellen. Diese sollte folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung der Sicherheitsfunktion
- Funktionsbeschreibung
- Parameter soweit vorhanden
- Auslösendes Ereignis / Betriebszustand
- Reaktion / Ausgang

Die Spezifikation sollte in der Detaillierung geeignet für eine spätere Validierung der Programmierung sein.

Beispiel Softwarespezifikation

Lfd-Nr.	Sicherheitsfunktion	Plr	Messwert /Sensor	Lösung neu	Eingang/ Aktivierung	Reaktion/ Ausgang
1.4	Überwachung V_Seil zu V_Soll Überwachung der Differenz zwischen Geschwindigkeit Hauptantrieb und Seiltrieb auf Maximalwert	d	Digitaler Inkremental-encoder, Tachogenerator Seilscheibe	Überwachung mittels geprüfter Funktion SLS + SAC mit Vergleich von Geschwindigkeitsbereichen / Analogwertbereichen = Vergleich zur Diagnose der Geschwindigkeitserfassung Abschaltung 2-kanalig neu (siehe unten)	Ständig Reset: Quittierungstaster	Betriebsstop SF 1.3.1
1.6	Rücklaufsperre Überwachung auf Rücklauf	d	Mechanischer Endschalter 22S2 Digitaler Inkremental-encoder	Überwachung mittels geprüfter Funktion Richtungsüberwachung SDI	NOT(Hilfskontakt 28K4 – Revisionsfahrt) Reset: Quittierungstaster	Betriebsstop SF 1.3.1
1.15	Stufenweise Abschaltung Aktivieren der Sicherheitsbremse	e	-	Verarbeitung von SF in SafePLC	SF 1.2 SF 1.3.2 SF 1.7 SF 1.8	Setzen Sicherheitsbremse
1.8	Stillstand funktional	d	Digitaler Inkremental-encoder	Stillstandsüberwachung mittels geprüfter Funktion SOS	Reglersperre OR Betriebsbremse setzen	SF 1.15/ Sicherheitsbremse setzen
1.9	Richtungsüberwachung	e	Digitaler Inkremental-encoder,	Überwachung mittels geprüfter Funktion Richtungsüberwachung SDI	28K1 = VOR 28K2 = ZURÜCK = sichere <signale von Steuerung „Frey““““	Betriebsstop SF 1.3.1

14.3.5 Hardwarespezifikation

In der Hardwarespezifikation soll, der gesamte Anlagenaufbau und insbesondere die hier verwendeten Komponenten mit deren spezifischen Kenndaten beschrieben werden. Die Hardwarespezifikation dient als Grundlage für die Bestimmung des erreichten Sicherheitsniveaus auf Basis der Architektur und der Kenndaten aller an einer Sicherheitsfunktion beteiligten Geräte.

In der Hardwarespezifikation sind weiter auch die konstruktiven Maßnahmen zum Schutz gegen systematische und Common cause-Fehler zu benennen.

14.3.5.1 Auswahl SRP/CS und Betriebsmittel

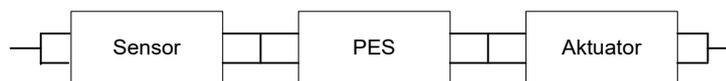
Die Auswahl der SRP/CS (Safety related parts of control system) ist geeignet für die Erzielung des angestrebten Sicherheitsniveaus für jede Sicherheitsfunktion zu treffen. In einer Gesamtübersicht des Anlagenaufbaus sind die Komponenten mit sicherheitsrelevanter Funktion zu bezeichnen und den einzelnen Sicherheitsfunktionen zuzuordnen. Für diese Komponenten sind die sicherheitstechnischen Kennzahlen zu ermitteln.

Die Kennzahlen umfassen folgende Werte:

MTTF_D = mean time to failure, Mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall
DC avg = diagnostic covering (in average), Mittlerer Diagnosedeckungsgrad
CCF = common cause failure, Ausfall aufgrund gemeinsamer Ursache

Bei einer SRP/CS sind auch die Software und systematische Fehler zu betrachten.

Grundsätzlich ist eine Analyse der an einer Sicherheitsfunktion beteiligten SRP/CS nach dem Schema Sensor / PES / Aktuator durchzuführen.



14.3.5.2 Beispiel für Vorgabe HW

Sicherheitsfunktion		Sicher reduzierte Geschwindigkeit	SF 2.2	Sicher überwachte limitierte Geschwindigkeit bei geöffneter Tür							
Typ	Benennung	Funktion	Bezeichnung	Kenndaten							Anmerkung
				Architektur	MTTFD [Jahre]	PFH [1/h]	B10d	Quelle	DC [%]	Quelle	
Sensor	Sensor 1	Türzuhaltung – Überwachung der Zugangstür	A 3.1	4			100000	Datenblatt	99	Inst.Hand b. SMX	
	Sensor 2.1	Inkrementalencoder – Motor-Feedback SIN/COS	G 1.1	4	30			Allg. Vorgabe	99	Inst.Hand b. SMX	Kat. 4 in Verbindung m. Ausw. SMX
PES	Sicherheit s-SPS	Zentrale Sicherheits-SPS für Steuerung und Auswertung von sicherheitsrelevanten Funktionen	A 4.1			1,4 E-8		Datenblatt SMX			
Aktuator	STO	Safe Torque Off an Umrichter	A 5.1	4	150			Datenblatt Umrichter	99	Inst.Hand b. SMX	Kat. 4 in Verbindung m. 2. Kanal
	Netzschütz	Schütz in Netzleitung des Umrichters	K 5.1	4			20 E6	Datenblatt Schütz	99	Inst.Hand b. SMX	Kat. 4 in Verbindung m. 2. Kanal

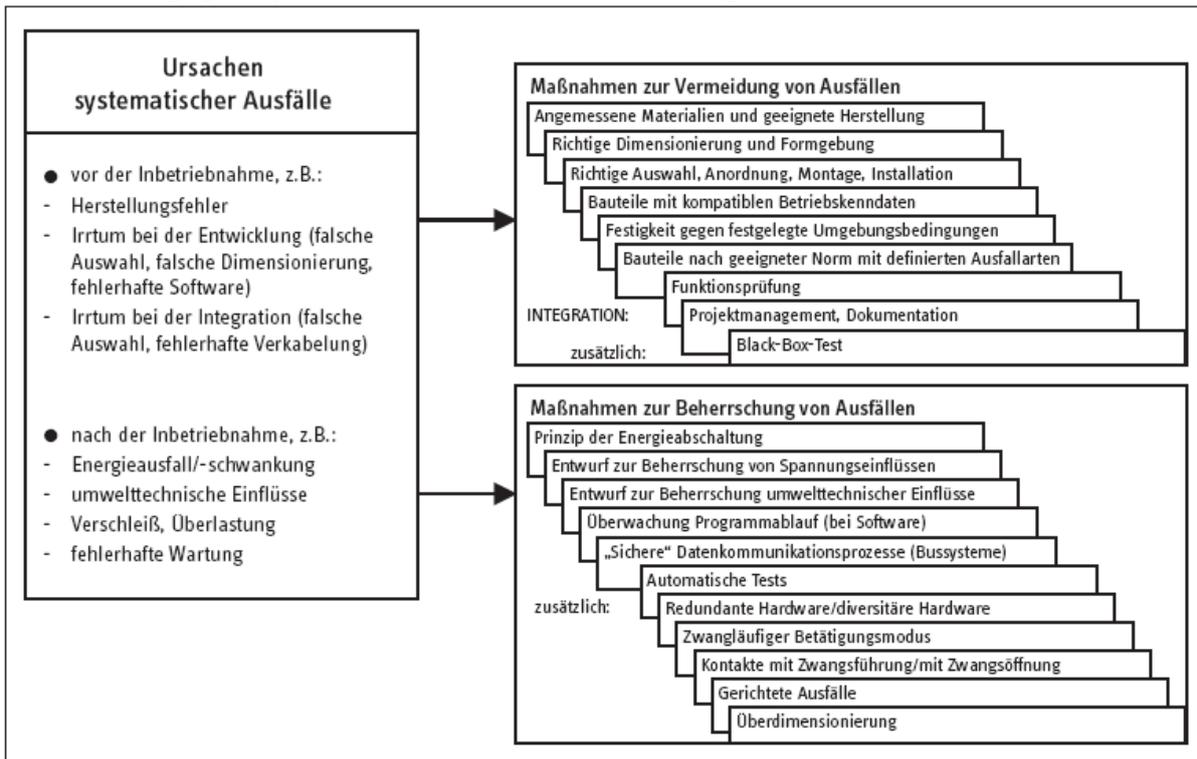
14.3.5.3 Betrachtung von systematischen Ausfällen

Innerhalb der HW-Spezifikation sind weiter auch systematische Ausfälle zu betrachten.

Beispiel zu Maßnahmen gegen systematische Ausfälle:

Energieabfall während des Betriebs. Ist hier eine Gefährdung gegeben muss ein Energieabfall wie ein Betriebszustand betrachtet. Die SRP/CD muss diesen Zustand beherrschen, so dass der sichere Zustand erhalten bleibt.

Maßnahmen gegen systematische Ausfälle nach Anhang G DIN EN ISO 13849-9



Quelle BGIA Report 2/2008

Fehlerausschlüsse:

Werden für bestimmte Geräte oder Anlagenkomponenten Fehlerausschlüsse getroffen so sind diese im Einzelnen zu benennen und zu spezifizieren.

Fehlerausschlüsse können z.B. mechanischer Wellenbruch, Klebenbleiben von Schaltkontakten, Kurzschlüsse in Kabeln und Leitungen usw. sein.

Die Zulässigkeit der Fehlerausschlüsse soll begründet werden, z.B. durch Referenzierung auf zulässige Fehlerausschlüsse nach einschlägigen Normen z.B. EN ISO 13849-1)

Sind für diese Fehlerausschlüsse gesonderte Maßnahmen erforderlich so sind diese zu benennen.

Beispiele für Fehlerausschlüsse und zugeordnete Maßnahmen:

- Formschlüssige Verbindung bei mech. Wellenverbindungen
- Dimensionierung auf Basis ausreichender theoretischer Grundlagen bei Bruch von Komponenten der Sicherheitskette
- Zwangsführung in Verbindung mit Zwangstrennung bei Klebenbleiben von Schaltkontakten
- Geschützte Verlegung innerhalb der Schaltanlage bei Kurzschlüssen in Kabeln und Leitungen

14.3.6 Hard- und Softwaredesign

Die Umsetzung der Vorgaben aus den HW- und SW-Spezifikation erfolgt im eigentlichen Anlagendesign.

Die Vorgaben für die zu verwendenden Komponenten und deren Verschaltung aus der HW-Spezifikation sind ebenso einzuhalten wie die Vorgaben für die Fehlerausschlüsse. Beides ist mit geeigneten Mitteln sicherzustellen und zu dokumentieren.

In der Software sind ebenso die Vorgaben aus der SW-Spezifikation zu beachten und komplett umzusetzen.

Weiter sind hier die übergeordneten Vorgaben an die SW von sicherheitstechnischer Programmierung zu beachten. Dies sind u.a.:

- Aufbau des Programms modular und klar strukturiert
- Zuordnung von Funktionen zu den Sicherheitsfunktionen
- Verständliche Darstellung der Funktionen durch:
 - Eindeutige Bezeichnungen
 - Verständliche Kommentierungen
- Weites gehende Verwendung von geprüften Funktionen / Funktionsbausteinen
- Defensive Programmierung

14.3.7 Prüfung des HW-Designs

Nach Abschluss der Planung ist das HW-Design auf die Einhaltung der Vorgaben aus der HW-Spezifikation zu prüfen.

Weiter ist die Einhaltung des spezifizierten Sicherheitsniveau für jede einzelne Sicherheitsfunktion durch geeignete Analyse zu prüfen. Die Analyseverfahren sind in den einschlägigen Normen beschrieben (z.B. EN ISO 13849-1).

Analyse Schaltplan

Anhand des Schaltplans und der Stückliste ist die Einhaltung der Vorgaben in sicherheitstechnischer Hinsicht zu überprüfen. Insbesondere ist zu prüfen:

- die korrekte Verschaltung der Komponenten gemäß Vorgabe,
- der zweikanalige Aufbau soweit vorgegeben
- die Rückwirkungsfreiheit von parallelen, redundanten Kanälen.
- Die Verwendung der Komponenten gemäß Vorgabe
- Die Prüfung soll durch nachvollziehbare Analyse erfolgen.

14.3.7.1 Iterative Überprüfung des erreichten Sicherheitsniveaus

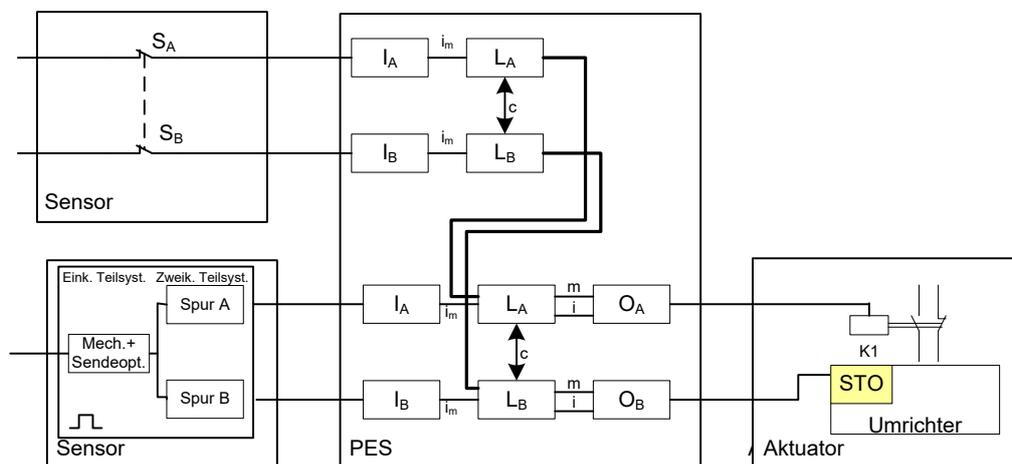
Die erreichten Sicherheitsniveaus ist anhand des Schaltungsaufbaus (=Architektur einkanalig / zweikanalig / mit oder ohne Diagnose), der Gerätekenndaten (Angaben Hersteller oder einschlägige Quellen) und des Diagnosedeckungsgrads (Angabe Hersteller PES oder allgemeine Quellen) zu ermitteln. Die einschlägigen Verfahren sind der zugrunde gelegten Sicherheitsnorm zu entnehmen.

Beispielhaft ist eine Berechnung nach EN ISO 13849-1 dargestellt:

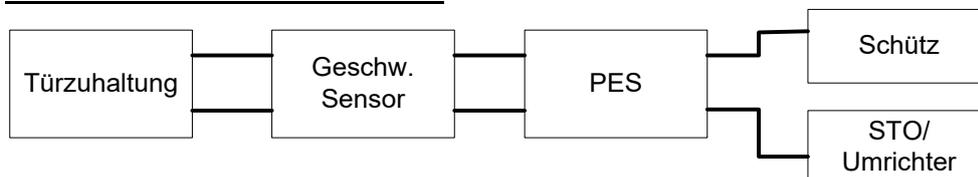
Sicherheitsfunktion:

Sicher reduzierte Geschwindigkeit bei geöffneter Zugangstür

Aufbauschema:



Sicherheitstechn. Aufbauschema:



Berechnung nach EN 13849-1:

Kanal A – Abschaltung über Netzschütz:

Komponente	MTTF _D [Jahre]	DC
Türschuttschalter ¹	$B_{10d} = 100000$ $N_{op} = 30/AT = 9270/\text{Jahr} (309 \text{ AT}/\text{Jahr})$ $MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot n_{op}} = 107,87 \text{ Jahre}$	DC _{Switch} = 99%
SIN/COS-Encoder	MTTF _D = 30 Jahre	DC _{Encoder} = 99%
PES ²	$\lambda_d = 1884,21 \text{ fit}$ $MTTF_d = \frac{10^9}{365 \cdot 24 \cdot \lambda_d} = 60,59 \text{ Jahre}$	DC _{PES} = 94,5%
Netzschütz ³	$B_{10d} = 1,3 \cdot 10^6$ $N_{op} = 20/AT = 6180/\text{Jahr} (309 \text{ AT}/\text{Jahr})$ $MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot n_{op}} = 2103,56 \text{ Jahre}$	DC _{Contactor} = 60%
$MTTF_d^A = \frac{1}{\frac{1}{MTTF_d^{Switch}} + \frac{1}{MTTF_d^{Encoder}} + \frac{1}{MTTF_d^{PES}} + \frac{1}{MTTF_d^{Contactor}}} = 16,78 \text{ Jahre}$		

¹ Wert für MTTF_d aus EN ISO 13849-1, Tabelle C.1

² Wert aus firmeninterner HW FMEA; Annahme einer SMX112-2A mit Relais Platine, CPU Platine, Verarbeitungs-Teilsystem und Ausgangsteilsystem mit HighSide/LowSide Kombination

³ Wert für MTTF_d aus EN ISO 13849-1, Tabelle C.1; Annahme „worst case“ durch „Schütz mit nominaler Last“

Kanal B – Abschaltung über STO/Umrichter:

Komponente	MTTF _D [Jahre]	DC
Türschuttschalter ¹	B _{10d} = 100000 Nop = 30/AT = 9270/Jahr (309 AT/Jahr)	DC _{Switch} = 99%
	$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot n_{op}} = 107,87 \text{ Jahre}$	
SIN/COS-Encoder	MTTF _d = 30 Jahre	DC _{Encoder} = 99%
PES ²	$\lambda_d = 1884,21 \text{ fit}$ $MTTF_d = \frac{10^9}{365 \cdot 24 \cdot \lambda_d} = 60,59 \text{ Jahre}$	DC _{PES} = 99%
STO/Umrichter ⁴	MTTF _D = 150 Jahre	DC _{STO} = 90%

$$MTTF_d^B = \frac{1}{\frac{1}{MTTF_d^{Switch}} + \frac{1}{MTTF_d^{Encoder}} + \frac{1}{MTTF_d^{PES}} + \frac{1}{MTTF_d^{STO}}} = 15,20 \text{ Jahre}$$

Resultierender PL für beide Kanäle:

Symmetrisierung
beider Kanäle:

$$MTTF_d = \frac{2}{3} \left[MTTF_d^A + MTTF_d^B - \frac{1}{\frac{1}{MTTF_d^A} + \frac{1}{MTTF_d^B}} \right] = 16,00 \text{ Jahre}$$

DC Mittelwert

$$DC_{avg} = \frac{\sum_i \frac{DC_i}{MTTF_i}}{\sum_i \frac{1}{MTTF_i}} = 97,2 \%$$

PL

MTTF_d = 16,00 Jahre (mittel)
DC_{avg} = 97,4 % (mittel)

PL = "d" (aus EN ISO 13849-1, Tabellen 5,6, und 7)

Bestimmend für den PL ist in diesem Fall der MTTF_d-Wert des Sin/Cos-Encoders. Soll ein höheres Sicherheitsniveau erzielt werden, so ist ein Encoder mit einer entsprechend höheren Qualität zu verwenden.

¹ Wert für MTTF_d aus EN ISO 13849-1, Tabelle C.1

² Wert aus firmeninterner HW FMEA; Annahme einer SMX12-2A mit Relais Platine, CPU Platine, Verarbeitungs-Teilsystem und Ausgangsteilsystem mit HighSide/LowSide Kombination

⁴ Wert für MTTF_d aus EN ISO 13849-1, Tabelle C.1

Anmerkung:

Die hier verwendeten charakteristischen Werte der einzelnen Komponenten wurden beispielhaft gewählt und müssen für Nutzeranwendungen entsprechend angepasst werden.

Hinweis:

Eine Ermittlung des PL ist u.a. auch mit dem Programmtool „Sistema“ der BGIA möglich.

14.3.8 Verifikation Software (Programm) und Parameter

Die Verifikation findet in zwei Schritten statt:

1. Überprüfung des FUP in Bezug auf die spezifizierte Funktionalität
2. Überprüfung des FUP gegen das AWL-Listing des Validierungsreports, bzw. der vorgegebenen Parameter gegen denjenigen im Validierungsreport gelisteten.

14.3.8.1 Überprüfung FUP

Zur Überprüfung ist der tatsächlich programmierte FUP gegen die Vorgaben der Spezifikation zu vergleichen.

Hinweis:

Der Vergleich ist umso effizienter je deutlicher die Programmierung in Bezug auf die Sicherheitsfunktionen strukturiert wurde.

Beispiel:

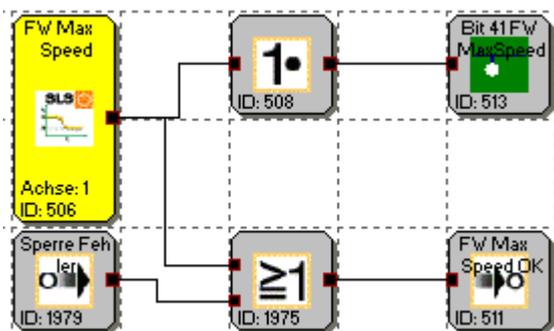
Sicherheitsfunktion:

1.1 Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk auf 1,1 VMax

Überwachung der maximalen Geschwindigkeit auf < 1,1 VMax

FW Max Speed OK (ID 548) (wird gebrückt durch Lücke vorhanden):

FW Max Speed ist dauerhaft aktiviert und spricht dann an, wenn eine Geschwindigkeit von 550mm/s überschritten wird.

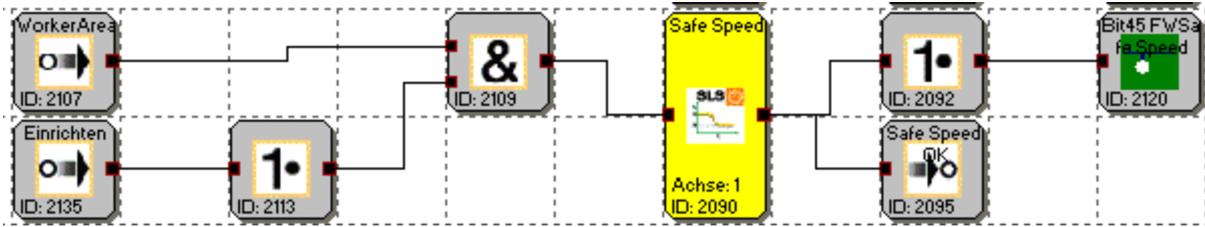


Sicherheitsfunktion:

1.2 Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk im Werker Arbeitsbereich

Überwachung der maximalen Geschwindigkeit auf < 0,33 m/s

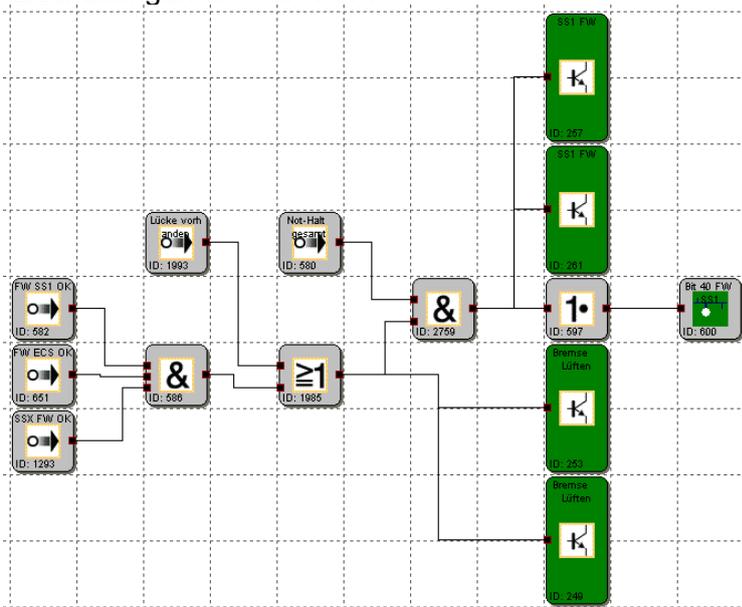
Safe Speed OK (ID 2124) (wird gebrückt durch Lücke vorhanden):
 Safe Speed Ok spricht an, wenn in der Worker area und bei keinem Einrichten die sichere Geschwindigkeit SLS (ID 2090) überschritten wird.



Parameter SLS Safe Speed:
 60mm/s, keine weiteren Parameter

Sicherheitsfunktion:

1.3 Abschaltung Fahrwerk
 Abschaltung Fahrtrieb und Deaktivieren Bremsen
 Abschaltungen am Fahrwerk



Das Fahrwerk wird über zwei Ausgänge abgeschaltet (EAA1.5 ID 257 und 1.6 ID 261).
 Die Bremsen werden über zwei Ausgänge gelüftet (EAA1.3 ID 253 und 1.4 ID 249).
 Es erfolgt eine Meldung an die SPS über Bit 40 (ID 600).
 Bei Not-Halt wird die Abschaltung sofort ausgeführt.

Hubwerk

Sicherheitsfunktion

Not-Aus Taster Eingänge und Abschaltausgänge

1.1 Not-Aus Kopfsteuerung

Zweikanaliger Not-Aus mit Pulsüberwachung.

Wird an der übergeordneten Steuerung ein Not-Aus ausgelöst kann dieser Not-Aus mit Zustimmung 'Sicherheit brücken' überbrückt werden.

Not-Aus Taster Kopfsteuerung



Not-Aus Kontakte vom Not-Ausrelais mit Pulsen von der SMX100

14.3.8.2 Validieren FUP gegen AWL und Parameter mittels Validierungsreport

Die im FUP erfolgte Programmierung ist jeweils mit dem AWL-Listing des Validierungsreports zu vergleichen.

Beispiel AWL-Listing im Validierungsreport

Validierungsreport

PLC Programm

Name: <leer>

Index	Befehl	Operand	validiert
1	S1	SLI_EN.1	
2	S1	SLI_EN.2	
3	S1	SLI_EN.3	
4	S1	SCA_EN.1	
5	S1	SCA_EN.2	
6	S1	SCA_EN.3	
7	S1	SLS_EN.2	
8	S1	SCA_EN.4	
9	S1	SLS_EN.3	
10	S1	SLS_EN.4	
11	S1	SLI_EN.5	
12	SQH		
13	LD	E0.1	
14	ST	MX.2	
15	SQC		
16	SQH		
17	LD	E0.3	
18	AND	E0.4	
19	ST	MX.3	
20	SQC		

Es wird eine schrittweise Prüfung empfohlen. Die Prüfung ist umso effizienter je strukturierter die Programmierung im FUP ausgeführt wurde.

Nach Prüfung des Programms sind die Parameter gegen die Vorgaben in der Spezifikation durch Vergleich zu prüfen.

Beispiel SLS:

Validierungsreport

Safe Limited Speed (SLS)

Index	Parameter	Wert	validiert
SLS - 0	Gewählte Achse:	1	
	Geschwindigkeitsschwelle:	2	0
SLS - 1	Gewählte Achse:	1	
	Geschwindigkeitsschwelle:	500	0
SLS - 2	Gewählte Achse:	1	
	Geschwindigkeitsschwelle:	2	0
	Beschleunigungsschwelle:	2	0
SLS - 3	Gewählte Achse:	1	
	Geschwindigkeitsschwelle:	2	0
	Zugeordnete SSX Rampe:	0	

Beispiel Geberkonfiguration:

Validierungsreport

Achskonfiguration / Sensorinterface

Achse 1

Allgemeine Parameter

Messstrecke: 500 0
 Typ: rotatorisch

Positionsverarbeitung: Nein
 Aktiv
 Maximalgeschwindigkeit: 2000 0
 Inkrementale Abschaltung: 10000 0
 Abschaltung
 Geschwindigkeit: 100 0

Sensoren	0		0	
Typ:	SSI-Standard		SSI-Standard	
Format:	Binär		Binär	
Drehrichtung:	Steigend		Steigend	
Versorgungsspannung:	0		0	
Auflösung:	1024	Schritte/1000mm	64	Schritte/1000mm
Offset:	0	Schritte	0	Schritte

Allgemeine Parameter korrekt konfiguriert

Parameter Sensor 1 korrekt

Parameter Sensor 2 korrekt

14.3.9 Durchführung der Systemtests / FIT (fault injection test)

Für den FIT muss der Hersteller eine vollständige Liste von zu testenden Funktionen erstellen. Diese Liste umfasst die definierten Sicherheitsfunktionen sowie Fehlertests zur Überprüfung der richtigen Reaktion der SRP/CS auf diese Fehler.

Beispiele Testliste:

No	Setup	Test	Resultat
1 Test SLS für max. Geschw. Einrichtbetrieb			
	Aktivieren Einrichtbetrieb Fahrt mit max. erlaubter Geschwindigkeit	-Diagnose der tatsächlichen Geschwindigkeit versus SLS Grenze -Manipulation der Einrichtgeschwindigkeit über erlaubte reduzierte Geschwindigkeit	
2 Test SSX für Stop-Kategorie 2			
	Fahrt mit max. Geschwindigkeit Betätigen Not-Aus	-Diagnose der SSX-Rampe gegen die tatsächliche Verzögerungsrampe -Einstellen einer unzulässig schwachen Verzögerung -Verfahren der Achse nach erreichtem Stillstand durch Manipulation des Antriebs	
3 Test der 2-kanaligen Türüberwachung			
	Betriebsmodus Einrichtbetrieb anwählen	Diagnose der inaktiven Überwachung bei geschlossener Tür (durch Diagnosefunktion FUP) Diagnose der aktiven Überwachung bei offener Tür (durch Diagnosefunktion FUP) Abklemmen eines Kanals und öffnen der Tür Querschluss zwischen beiden Eingängen erzeugen	

Anhang

Anhang A – Einstufung der Schaltertypen

Allgemeiner Hinweis:

Die einzelnen Schalter der folgenden Eingangselemente können den digitalen Eingängen DI1 bis DI8 jeweils frei wählbar zugeordnet werden.

Zustimmtaster

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung PL nach EN ISO 13849-1	Einstufung SIL nach IEC 61508
1 Öffner	Zustimmschalter einfach	PL d	SIL 2
1 Schließer	Zustimmschalter einfach	PL d	SIL 2
2 Öffner	Zustimmschalter erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Zustimmschalter überwacht	PL e	SIL 3

Not Aus

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
1 Öffner	Not-Aus einfach	PL d ¹⁾	SIL 2
2 Öffner	Not-Aus erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Not-Aus überwacht	PL e	SIL 3

¹⁾ Fehlerausschlüsse und Randbedingungen nach EN ISO 13849-2 sind zu beachten!

Tür-Überwachung

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
2 Öffner	Türüberwachung erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Türüberwachung überwacht	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner	Türüberwachung erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner Zeitüberwacht	Türüberwachung überwacht		SIL 3
2 Schließer + 2 Öffner	Türüberwachung erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Schließer + 2 Öffner Zeitüberwacht	Türüberwachung überwacht	PL e	SIL 3
3 Öffner	Türüberwachung erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
3 Öffner Zeitüberwacht	Türüberwachung überwacht	PL e	SIL 3

Zweihandtaster

Schalertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
2 Wechsler	Zweihandtaster erhöhte Anforderung	Typ III C PL e	SIL3
2 Schließer	Zweihandtaster überwacht	Typ III A PL e	SIL1

Hinweis: Bei diesen Eingangselementen findet eine feste Pulszuordnung statt, die vom Anwender nicht beeinflusst werden kann!

Lichtvorhang

Schalertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
2 Öffner	Lichtvorhang erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Lichtvorhang überwacht	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner	Lichtvorhang erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner Zeitüberwacht	Lichtvorhang überwacht	PL e	SIL 3

Betriebsartenwahlschalter

Schalertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
2 Stellungen	Betriebsartwahlschalter überwacht	PL e	SIL 3
3 Stellungen	Betriebsartwahlschalter überwacht	PL e	SIL 3

Sicherheitshinweis: Beim Zustandswechsel des Schalters ist durch das zu erstellende SafePLC Programm sicherzustellen, dass die Ausgänge der Baugruppe deaktiviert werden (Hinweis: Norm 60204-Teil1-Abschnitt 9.2.3).

Sensor

Schalertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
1 Öffner	Sensoreingang einfach	PL d	SIL 2
1 Schließer	Sensoreingang einfach	PL d	SIL 2
2 Öffner	Sensoreingang erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Sensoreingang überwacht	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner	Sensoreingang erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner Zeitüberwacht	Sensoreingang überwacht	PL e	SIL 3

Start- / Reset Element

Schalertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
1 Schließer	Alarm-Reset einfach (Auswertung Flanke)	--	--
1 Schließer	Logik-Reset einfach	PL d	SIL 2
1 Schließer	Startüberwachung einfach (Sonderfunktion)	--	--

Hinweis:

Der Alarm-Reset Eingang kann mit 24V-Dauerspannung betrieben werden und ist flankengesteuert.

Anhang B – CE-Erklärungen



EG-Konformitätserklärung für Sicherheitsbauteile im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (Anhang IV)

*EC declaration of conformity
for safety components according the EU Machinery Directive
2006/42/EG (Appendix IV)*

Firma Manufacturer	BBH Products GmbH
Anschrift Adress	Böttgerstrasse 40 92637 Weiden Deutschland
Produkt	SMX Modular Modulare, frei programmierbare Sicherheitssteuerung zur Überwachung von Antriebssystemen, geeignet für SIL 3 nach IEC 61508:2010 bzw. PL e nach EN ISO 13849-1:2015.
Product	SMX Modular Modular, free programmable safe plc for monitoring of drives, appropriated for SIL3 IEC 61508:2010, resp. PL e according EN ISO 13489-1:2015
Produktname	Produktliste siehe Anhang
Productname	<i>Product list see annex</i>

Das Produkt wurde entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung der o.g. Richtlinie.
*The product was developed, designed and manufactured in accordance to the directive as
named above*

Folgende harmonisierte Normen wurden angewandt:
Following standards were applied:

Norm / Standard	Titel / Title	Ausgabe / Edition
EN ISO 13849-1	Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze <i>Safety of machinery – Safety-related parts of control systems Part 1: General principles for design</i>	2015
EN 62061	Sicherheit von Maschinen - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme <i>Safety of machinery - Functional safety of safety-related electrical, electronic, programmable electronic control systems</i>	2005 + AC:2010 + A1:2013 + A2:2015
EN 50178	Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln <i>Equipment of power installations with electronic equipment</i>	1997
EN 60204-1	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen <i>Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements</i>	2018
EN ISO 13850	Sicherheit von Maschinen, NOT-Halt, Gestaltungsleitsätze <i>Safety of machinery, Emergency stop, principles for design</i>	2015
EN ISO 13851	Sicherheit von Maschinen - Zweihandschaltungen - Funktionelle Aspekte und Gestaltungsleitsätze <i>Safety of machinery - Two-hand control devices - Principles for design and selection</i>	2019
IEC 61508	Teil 1-7: Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme <i>Part 1-7: Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems</i>	2010
EN 81-20	Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen - Aufzüge für den Personen- und Gütertransport - Teil 20: Personen- und Lastenaufzüge <i>Safety rules for the construction and installation of lifts - Lifts for the transport of persons and goods - Part 20: Passenger and goods passenger lifts</i>	2014
EN 81-50	Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen - Prüfungen - Teil 50: Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen von Aufzugskomponenten; <i>Safety rules for the construction and installation of lifts - Examinations and tests - Part 50: Design rules, calculations, examinations and tests of lift components</i>	2014
EN 61000-6-2	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche <i>Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments</i>	2005
EN 61000-6-4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für Industriebereiche <i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments</i>	2007 + A1:2011

- EN 55 011: 2007
Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren

Weiter wurden folgende nicht harmonisierte Normen zugrunde gelegt:

- IEC 61508 Part 1-7: Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.

Bemerkungen/Notes:

Die Produkte entsprechen den Anforderungen der Niederspannungs-Richtlinie 2014/35/EU und der EMV-Richtlinie 2014/30/EU.

The products are in accordance to the Low Voltage Directive 2014/35/EC and EMC Directive 2014/30/EC.

Den im Produkthandbuch beschriebenen Sicherheits-, Installations- und Bedienungshinweisen muss Folge geleistet werden.

These products must be installed and operated with reference to the instructions in the Product Manual.

All instructions, warnings and safety information of the Product Manual must be adhered to.

Die im Produkthandbuch beschriebenen Sicherheits-, Installations- und Bedienungshinweise sind zu beachten.

Verantwortlich für die technische Dokumentation ist Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Bauer.

Weiden, 18/01/2021

.....
Gerhard Bauer
General Manager BBH Products GmbH

Anhang C – Produktliste

annex product list

Typ Type	Beschreibung Description	Version / Version	
		Hardware (HW)	Firmware (FW)
SMX100-1	Kompaktsteuerung ohne Safe Motion <i>Compact control without Safe Motion</i>	07-02-07	03-00-00-01
		07-02-08	
SMX100-1 / xx *)	SafePLC mit optionalen Feldbus SafePLC, with Fieldbus option	07-02-07-xx *)	03-00-00-01
		07-02-08-xx *)	
SMX100-2	Safe PLC, 20 E/A <i>Safe PLC, 20 I/O</i>	07-06-06-02-07	03-00-00-01
		07-06-06-02-08	
SMX100-2 / xx *)	SafePLC, 20 E/A, mit optionalen Feldbus Safe PLC, 20 I/O, with Fieldbus option	07-06-06-02-07-xx *)	03-00-00-01
		07-06-06-02-08-xx *)	
SMX100-4	SafePLC mit 40 E/A <i>Safe PLC, 40 I/O</i>	07-06-06-06-06-02-07	03-00-00-01
		07-06-06-06-06-02-08	
SMX100-4 / xx *)	SafePLC mit 40 E/A, mit optionalen Feldbus <i>Safe PLC, 40 I/O, with fieldbus option</i>	07-06-06-06-06-02-07-xx *)	03-00-00-01
		07-06-06-06-06-02-08-xx *)	
SMX111	Achsen-Erweiterungsmodul (dezentral) <i>Axis extension module (decentral)</i>	07-07	03-00-00-01
		07-08	
SMX111-2	Achsen-Erweiterungsmodul (dezentral, erweiterter Geber) <i>Axis extension module (decentral, enhanced encoders)</i>	07-07-04	03-00-00-01
		07-08-04	
SMX112	Achsen-Erweiterungsmodul (dezentral, 2 Achsen) <i>Axis extension module (decentral, 2 axis)</i>	07-07-03	03-00-00-01
		07-08-03	
		07-08-04	
SMX112A	Achsen-Erweiterungsmodul, analoge Eingänge (dezentral, 2 Achsen) <i>Axis extension module, analog Input (decentral, 2 axes)</i>	07-07-03	03-00-00-01
		07-08-03	
		07-08-04	
SMX112-2	Achsen-Erweiterungsmodul (dezentral, 2 Achsen, erweiterte Geberschnittstelle) <i>Axis extension module (decentral, 2 axis, enhanced encoder interface)</i>	07-07-04-04-03	03-00-00-01
		07-08-04-04-03	
		07-08-04-04-04	
SMX112-2A	Achsen-Erweiterungsmodul, analoge Eingänge	07-07-04-04-03	03-00-00-01

	(dezentral, 2 Achsen, erweiterte Geberschnittstelle) <i>Axis extension module, analog IN (decentral, 2 axis, enhanced encoder interface)</i>	07-08-04-04-03	
		07-08-04-04-04	
SMX 121	Achs-Erweiterungsmodul (zentral) <i>Axis extension module (local)</i>	08	03-00-00-01
SMX121-2	Achs-Erweiterungsmodul (erweiterter Geber) <i>Axis extension module (enhanced encoders)</i>	08-04	03-00-00-01
SMX122	Achs-Erweiterungsmodul (2 Achsen) <i>Axis extension module (2 axis)</i>	08-03	03-00-00-01
		08-04	
SMX122A	Achs-Erweiterungsmodul, analoge Eingänge <i>Axis extension module, analog IN</i>	08-03	03-00-00-01
		08-04	
SMX122-2	Achs-Erweiterungsmodul (2/4 Achsen) <i>Axis extension module (2/4 axis)</i>	08-04-04-03	03-00-00-01
		08-04-04-04	
SMX122-2A	Achs-Erweiterungsmodul, analog IN (zentral, 2 Achsen, erweiterte Geberschnittstelle) <i>Axis extension module, analog IN (local, 2 axis, enhanced encoder interface)</i>	08-04-04-03	03-00-00-01
		08-04-04-04	
SMX 131	E/A-Erweiterungsmodul (digital) <i>I/O extension module (digital)</i>	06-07	03-00-00-01
		06-08	
SMX 131R	E/A- Erweiterungsmodul (digital, 8 Relaisausgängen) <i>I/O extension module (digital- 8 relay outputs)</i>	03-03-06-07	03-00-00-01
		03-03-06-08	

*) Der Platzhalter xx bezieht sich auf die Feldbusoptionen, die in der folgenden Tabelle aufgeführt sind.
The wildcard xx refers to the fieldbus options as listed in the following table.