



Sicherheitsmodul PMCprotego S3.SN 8DI 6DO EI BR

PILZ
THE SPIRIT OF SAFETY

► PMCprotego - Safe Motion

Dieses Dokument ist das Originaldokument.

Alle Rechte an dieser Dokumentation sind der Pilz GmbH & Co. KG vorbehalten. Kopien für den innerbetrieblichen Bedarf des Benutzers dürfen angefertigt werden. Hinweise und Anregungen zur Verbesserung dieser Dokumentation nehmen wir gerne entgegen.

Pilz®, PIT®, PMI®, PNOZ®, Primo®, PSEN®, PSS®, PVIS®, SafetyBUS p®, Safety-EYE®, SafetyNET p®, the spirit of safety® sind in einigen Ländern amtlich registrierte und geschützte Marken der Pilz GmbH & Co. KG.



SD bedeutet Secure Digital

1	Einführung	7
1.1	Gültigkeit der Dokumentation	7
1.2	Aufbewahren der Dokumentation	7
1.3	Zeichenerklärung	8
1.4	Fremdhersteller-Lizenzinformationen	9
2	Übersicht	10
2.1	Aufbau	10
2.2	Sicherheitsfunktionen	10
2.3	Merkmale	11
2.4	Frontansicht	12
3	Sicherheit	13
3.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	13
3.1.1	Zulässige Motortypen	14
3.1.2	Zulässige Motor-Encoder	14
3.1.3	Zulässige externe Encoder	15
3.1.4	Zulässige Bremsen	15
3.2	Sicherheitsvorschriften	16
3.2.1	Zusätzlich geltende Dokumente	16
3.2.2	Sicherheitsbetrachtung	16
3.2.3	Qualifikation des Personals	16
3.2.4	Gewährleistung und Haftung	17
3.2.5	Entsorgung	17
3.3	Fehlerarten, Fehlererkennung und Fehlerreaktion	17
3.4	Datensicherung und Datensicherheit	17
4	Security	19
5	Funktionsbeschreibung	21
5.1	Übersicht	21
5.2	Allgemeine Festlegung	25
5.2.1	Auflösung von Positionswerten	25
5.2.2	Festlegung der Dreh-/Bewegungsrichtung	25
5.2.3	Fehlerdefinition	25
5.2.4	Benennung von Ein- und Ausgängen	26
5.3	Aktivierung und Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen	27
5.3.1	Aktivierung der Sicherheitsfunktionen über Hardware-Eingänge	27
5.3.2	Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen über Hardware-Ausgänge	29
5.3.3	Aktivierung und Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen über SafetyNET p	33
5.4	Hardware-Ein-/Ausgänge	34
5.4.1	Hardware-Eingänge	34
5.4.2	Hardware-Ausgänge	36
5.4.2.1	Sichere 1-polige Hardware-Ausgänge	36
5.4.2.2	Sichere 2-polige Hardware-Ausgänge	41
5.5	SafetyNET p RTFL-Schnittstelle	44
5.6	Fehlererkennung Motor-Encoder	47
5.6.1	Möglichkeiten	47

5.6.2	Wegstrecke bis zur Fehlererkennung	49
5.6.3	Maximal erreichbare Sicherheitsintegrität	49
5.7	Reaktionszeiten	50
5.8	Sicherer Wiederanlauf der Maschine	54
5.9	Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls	55
5.10	Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT	61
5.10.1	Definition der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten"	61
5.10.2	Ruhestrombetätigte, mechanische Bremsen	62
5.10.2.1	Sicherheitsbauteile	62
5.10.2.2	Standardbauteile	63
5.10.2.3	Motorbremsen	63
5.10.3	Möglichkeiten zur Umsetzung "Halten von Lasten"	63
5.10.3.1	Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen durch das Sicherheitsmodul	63
5.10.3.2	Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung	64
5.10.4	Beispiele	65
5.10.4.1	"Halten von Lasten" mit einer Motorbremse und einer externen Einrichtung	66
5.10.4.2	"Halten von Lasten" mit einer externen Bremse (Standardbauteil)	68
5.10.4.3	"Halten von Lasten" mit einer Motorbremse (Standardbauteil)	70
5.10.4.4	"Halten von Lasten" mit einer externen Sicherheitsbremse (Sicherheitsbauteil)	72
5.10.4.5	"Halten von Lasten" durch Ansteuerung einer externen Einrichtung	74
5.10.4.6	"Halten von Lasten" mit zwei Bremsen	76
5.10.5	Vorgehensweise bei der Ermittlung der Sicherheitsintegrität	78
5.11	Sicherheitsfunktionen	79
5.11.1	Permanentüberwachung (optional)	81
5.11.2	Sicher abgeschaltetes Moment (Safe torque off, STO)	83
5.11.3	Sicherer Stopp 1 (Safe stop 1, SS1)	86
5.11.4	Sicherer Stopp 2 (Safe stop 2, SS2)	95
5.11.5	Sichere Bewegungsrichtung (SDI) und Sicher überwachte Bewegungsrichtung (SDI-M)	102
5.11.6	Sicher begrenztes Schrittmaß (SLI) und Sicher überwachttes Schrittmaß (SLI-M)	106
5.11.7	Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS) und Sicher überwachte Geschwindigkeit (SLS-M) ..	110
5.11.8	Sicherer Betriebshalt (SOS) und Sicher überwachter Betriebshalt (SOS-M)	116
5.11.9	Sicherer Geschwindigkeitsbereich (SSR) und Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich (SSR-M)	120
5.11.10	Sicher begrenzte Position (SLP) und Sicher überwachte Position (SLP-M)	126
5.11.11	Sichere Bremsenansteuerung (SBC)	132
5.11.11.1	Kombinationsmöglichkeiten SBC 1-polig und SBC 2-polig	136
5.11.11.2	SBC mit 1-poligem Ausgang zur Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung	137
5.11.11.3	SBC mit 2-poligem Ausgang zur direkten Leistungsansteuerung einer Bremse	137
5.11.12	Sicherer Bremsentest (SBT)	138
5.11.13	Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)	148
5.11.14	Sicherer Statusausgang (SSO)	151
5.12	Betriebsart des Servoverstärkers	154
5.13	Konfiguration	157
6	Montage	159
6.1	Allgemeine Anforderungen	159
6.2	Abmessungen	159
6.3	Montage des Sicherheitsmoduls	160

7	Verdrahtung	161
7.1	Allgemeine Hinweise zur Verdrahtung	161
7.2	Steckerbelegung	162
7.3	Schirmung	163
7.4	Hardware-Eingänge	164
7.5	Hardware-Ausgänge	164
7.5.1	Versorgungsspannung	164
7.5.2	Einpolige Hardware-Ausgänge	166
7.5.3	Zweipolige Hardware-Ausgänge	167
7.6	Externe Encoder	168
7.6.1	Versorgungsspannung	168
7.6.2	Inkrementalgeber mit TTL-Signal	169
7.6.3	Absolutwertgeber mit SSI-Schnittstelle	170
7.7	SafetyNET p RTFL	171
8	Inbetriebnahme	172
8.1	Sicherheitshinweise	172
8.2	Erstinbetriebnahme	173
8.2.1	Kopplung erfolgt über die I/O-Variante	174
8.2.2	Kopplung erfolgt über SafetyNET p oder über die Kombination SafetyNET p und I/O-Variante	176
8.3	Wiederinbetriebnahme	179
8.3.1	Wiederinbetriebnahme bei Neustart	179
8.3.2	Wiederinbetriebnahme nach Fehler	181
8.3.2.1	Schalten der Eingänge SS1_ACT oder STO_ACT (optional)	181
8.3.2.2	Befehl "CLRFAULT"	182
8.3.3	Sicherheitsmodul tauschen	182
8.3.3.1	Konfiguration vom Konfigurator zum Sicherheitsmodul übertragen	183
8.3.3.2	Konfiguration von SD-Karte zum Sicherheitsmodul übertragen	184
8.3.3.3	Konfiguration auf SD-Karte übertragen	185
8.4	Sicherheitsprüfungen	187
9	Betrieb Sicherheitsmodul	189
9.1	Betriebszustände	190
9.2	RUNUP (Hochlauf)	193
9.3	RESTART (Wiederaanlauf)	193
9.4	Befehl "CLRFAULT"	195
9.5	Anzeigeelemente	196
9.6	Meldungen	197
9.7	Diagnosetests	197
10	Änderung, Wartung, Außerbetriebsetzung	198
10.1	Änderung	198
10.2	Wartung	199
10.3	Außerbetriebsetzung	199

11	Feldbuskommunikation	200
12	Technische Daten	201
12.1	Sicherheitstechnische Kennzahlen	203
12.2	Klassifizierung nach ZVEI, CB24I	208
13	EG-Konformitätserklärung	209
14	UKCA-Declaration of Conformity	210
15	Bestelldaten	211
	Glossar	212

1 Einführung

1.1 Gültigkeit der Dokumentation

Die Dokumentation ist gültig für das Sicherheitsmodul PMCprotego S3.SN 8DI 6DO EI BR, im Folgenden PMCprotego S3 genannt. Sie gilt bis eine neue Dokumentation erscheint.

Diese Bedienungsanleitung erläutert die Funktionsweise und den Betrieb, beschreibt die Montage und gibt Hinweise zum Anschluss des Produkts PMCprotego S3.

Beachten Sie bitte die folgenden Dokumente aus der Systemfamilie Motion Control:

- ▶ Die Konfiguration des Sicherheitsmoduls ist in der Online-Hilfe zum Konfigurator PASmotion beschrieben.
- ▶ Der Servoverstärker PMCprotego D ist in der Bedienungsanleitung PMCprotego D beschrieben.
- ▶ Die Parametrierung des Servoverstärkers ist in der Hilfe zur Inbetriebnahme-Software PASmotion beschrieben.
- ▶ Optional: Bei Verwendung des sicheren Kommunikationssystems SafetyNET p RTFL
 - Bedienungsanleitung PNOZ m EF SafetyNET
 - Systembeschreibung PNOZmulti

Die Kenntnis dieser Dokumente ist Voraussetzung für das Verständnis dieser Bedienungsanleitung.

1.2 Aufbewahren der Dokumentation

Diese Dokumentation dient der Instruktion. Bewahren Sie die Dokumentation für die künftige Verwendung auf.

Bei Übergabe oder Verkauf des Produkts an Dritte, geben Sie diese Dokumentation ebenfalls weiter.

1.3 Zeichenerklärung

Besonders wichtige Informationen sind wie folgt gekennzeichnet:



GEFAHR!

Beachten Sie diesen Hinweis unbedingt! Er warnt Sie vor unmittelbar drohenden Gefahren, die schwerste Körperverletzungen und Tod verursachen können, und weist auf entsprechende Vorsichtsmaßnahmen hin.



WARNUNG!

Beachten Sie diesen Hinweis unbedingt! Er warnt Sie vor gefährlichen Situationen, die schwerste Körperverletzungen und Tod verursachen können, und weist auf entsprechende Vorsichtsmaßnahmen hin.



ACHTUNG!

weist auf eine Gefahrenquelle hin, die leichte oder geringfügige Verletzungen sowie Sachschaden zur Folge haben kann, und informiert über entsprechende Vorsichtsmaßnahmen.



WICHTIG

beschreibt Situationen, durch die das Produkt oder Geräte in dessen Umgebung beschädigt werden können, und gibt entsprechende Vorsichtsmaßnahmen an. Der Hinweis kennzeichnet außerdem besonders wichtige Textstellen.



INFO

liefert Anwendungstipps und informiert über Besonderheiten.

1.4 Fremdhersteller-Lizenzinformationen

Dieses Produkt enthält Open Source-Software verschiedener Lizenzen.

Nähere Informationen erhalten Sie im Dokument „Licence information

PMCprotego S3.SN 8DI 6DO EI BR“ (Dokumentennummer 1005866) unter www.pilz.com.

2 Übersicht

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 erweitert den Servoverstärker PMCprotego D um antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen nach EN 61800-5-2.

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 ist passend für Servoverstärker der Produktfamilie PMCprotego D .

Folgende sicherheitsbezogene Funktionen sind im Sicherheitsmodul PMCprotego S3 enthalten:

- ▶ Stopp-Funktionen
- ▶ Sichere Bewegungsfunktionen
- ▶ Sichere Überwachungsfunktionen
- ▶ Sichere Bremsfunktionen

Neben dem Sicherheitsmodul selbst sind an den Sicherheitsfunktionen der Servoverstärker folgende Komponenten beteiligt:

- ▶ Nichtsichere externe Encoder
- ▶ Nichtsichere Motor-Encoder
- ▶ Nichtsichere mechanische Bremsen

2.1 Aufbau

Das Sicherheitsmodul hat eine zweikanalige Struktur mit internen Diagnosetests, so dass keine externe Einrichtung zum Erreichen der Sicherheit notwendig ist. Die nichtsicheren Eigenschaften und Funktionen des Servoverstärkers haben keine Rückwirkung auf die funktionale Sicherheit des Sicherheitsmoduls.

2.2 Sicherheitsfunktionen

Folgende Sicherheitsfunktionen sind im Sicherheitsmodul PMCprotego S3 enthalten:

Sichere Stopp-Funktionen nach EN 61800-5-2

- ▶ Sicher abgeschaltetes Moment - Safe torque off (STO)
- ▶ Sicherer Stopp 1 - Safe stop 1 (SS1)
- ▶ Sicherer Stopp 2 - Safe stop 2 (SS2)

Sichere Bewegungsfunktionen nach EN 61800-5-2

- ▶ Sichere Bewegungsrichtung - Safe direction (SDI)
- ▶ Sicher begrenztes Schrittmass - Safely-limited increment (SLI)
- ▶ Sicher begrenzte Geschwindigkeit - Safely-limited speed (SLS)
- ▶ Sicherer Betriebshalt - Safe operating stop (SOS)
- ▶ Sicherer Geschwindigkeitsbereich - Safe speed range (SSR)
- ▶ Sicher begrenzte Position - Safely-limited position (SLP)

Sichere Überwachungsfunktionen

- ▶ Sicher überwachte Bewegungsrichtung - Safely-monitored direction (SDI-M)
- ▶ Sicher überwachtes Schrittmaß - Safely-monitored increment (SLI-M)
- ▶ Sicher überwachte Geschwindigkeit - Safely-monitored speed (SLS-M)
- ▶ Sicher überwachter Betriebsstopp - Safely-monitored operation stop (SOS-M)
- ▶ Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich - Safely-monitored speed range (SSR-M)
- ▶ Sichere überwachte Position - Safely-monitored position (SLP-M)

Sichere Bremsfunktionen

- ▶ Sichere Bremsenansteuerung - Safe brake control (SBC)
- ▶ Sicherer Bremsentest - Safe brake test (SBT)

Sonstige Funktionen

- ▶ Sichere Wiederanlaufsperrung - Safe restart lock (SRL)
- ▶ Sicherer Status Ausgang - Safe status output (SSO)

Reaktionsfunktionen

Wird eine Grenzwertverletzung oder ein interner Fehler erkannt, löst das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 eine Reaktionsfunktion aus. Dadurch wird der Motor stillgesetzt und die Drehmoment-/ Kraftherzeugung sicher unterbrochen.

- ▶ Sicherer Stopp 1 - Safe stop 1 (SS1)
- ▶ Sicher abgeschaltetes Moment - Safe torque off (STO)

2.3

Merkmale

- ▶ 8 sichere, einpolige Hardware-Eingänge, die zur Aktivierung von Sicherheitsfunktionen frei zugeordnet werden können.
- ▶ 6 sichere, einpolige Hardware-Ausgänge, denen der Status von Sicherheitsfunktionen frei zugeordnet werden kann.
- ▶ 1 Encoder-Schnittstelle zum Anschluss eines zusätzlichen externen TTL- oder SSI-Encoders. Der Encoder kann mittels Mini-IO angeschlossen werden.
- ▶ 2 sichere, zweipolige Hardware-Ausgänge zur Ansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen.
- ▶ SafetyNET p RTFL-Schnittstelle (IN/OUT) mit 32 Eingängen und 32 Ausgängen zur sicheren Kommunikation mit einem Steuerungssystem PNOZmulti 2 in einem Netzwerk mit bis zu 16 Teilnehmern. Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 kann mit max. 3 SafetyNET p-Teilnehmern Daten austauschen.

Die Sicherheitsfunktionen werden im Konfigurations-Tool des Sicherheitsmoduls den Ein- und Ausgängen (Hardware oder SafetyNET p) zugeordnet.

LED-Anzeigen für

- Status (STAT)
- Systemzustand (STO/FS)

2.4 Frontansicht

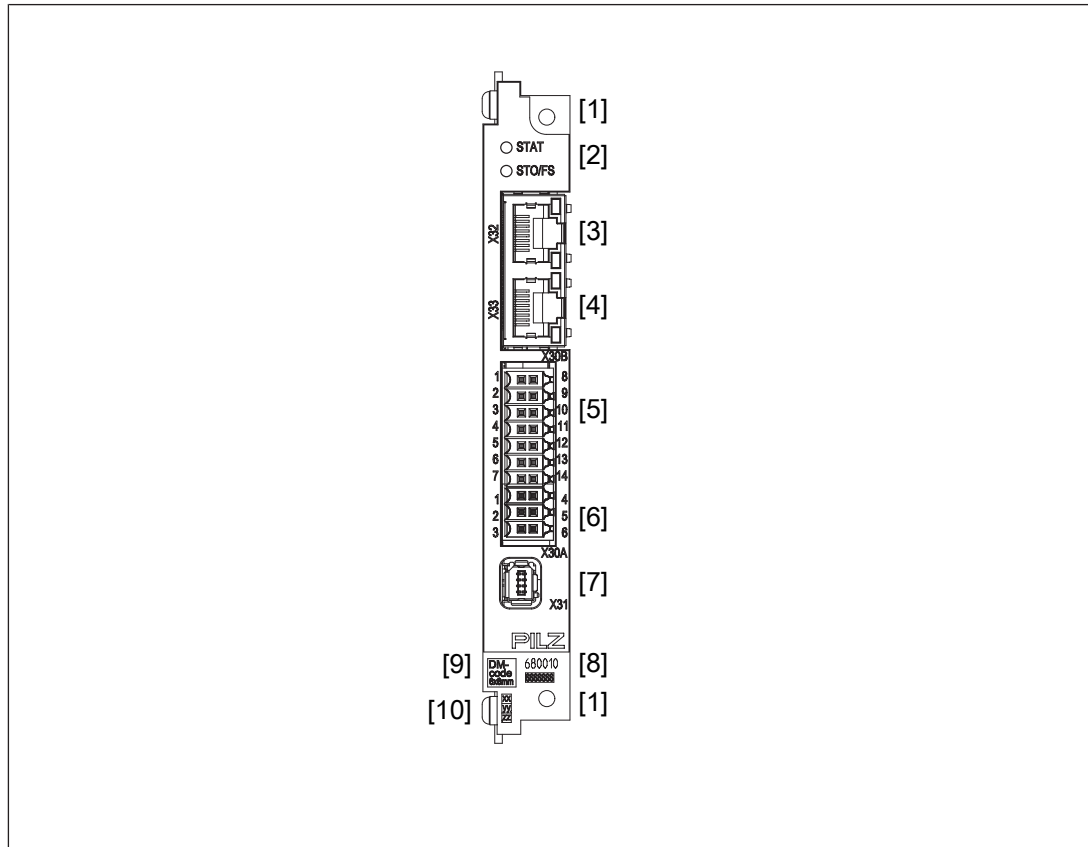


Abb.: Frontansicht PMCprotego S3

Legende

- [1] Befestigungsloch (Schrauben liegen bei)
- [2] LEDs zur Anzeige von Betriebszuständen
- [3] (X32) Kommunikation: SafetyNET p RTFL (IN)
- [4] (X33) Kommunikation: SafetyNET p RTFL (OUT)
- [5] (X30B) 8 Hardware-Eingänge, 6 einpolige Hardware-Ausgänge
- [6] (X30A) Bremsenausgang 1 (SBC1+/-), Bremsenausgang 2 (SBC2+/-), Versorgungsspannung für Sicherheitsmodul, Bremsenausgänge und externe Encoder
- [7] (X31) Anschluss externer Encoder
- [8] Bestellnummer
Seriennummer
- [9] 2D-Code
- [10] HW-Version (XX)
FW-Version (YY.ZZ)

3 Sicherheit

3.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Servoverstärker PMCprotego D mit eingebautem Sicherheitsmodul PMCprotego S3 ist ein Sicherheitsbauteil entsprechend der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Anhang IV und für den Einsatz in sicherheitsgerichteten Anwendungen bestimmt.

Folgende Anforderungen werden erfüllt:

- ▶ die Anforderungen der EN 61800-5-2 für antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen
- ▶ die Anforderungen der EN 62061 bis SIL CL3
- ▶ die Anforderungen der EN ISO 13849-1 bis PL e (Kategorie 4)

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört die Beachtung

- ▶ der Bedienungsanleitung Servoverstärker PMCprotego D.
- ▶ der Online-Hilfe zum Konfigurations-Tool PASmotion.
- ▶ der EMV-gerechten Montage und Verdrahtung.

Als nicht bestimmungsgemäß gilt

- ▶ jegliche bauliche, technische oder elektrische Veränderung des Servoverstärkers.
- ▶ ein Einsatz des Servoverstärkers außerhalb der Bereiche, die in dessen Bedienungsanleitung beschrieben sind.
- ▶ ein von den dokumentierten technischen Daten (siehe [Technische Daten](#)  202]) abweichender Einsatz des Servoverstärkers.

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 darf nur zusammen mit den folgenden Servoverstärkern eingesetzt werden:

- ▶ PMCprotego D.01 ab Version 1.6, Firmware $\geq$ 6.24
- ▶ PMCprotego D.03 ab Version 1.6, Firmware $\geq$ 6.24
- ▶ PMCprotego D.06 ab Version 1.6, Firmware $\geq$ 6.24
- ▶ PMCprotego D.12 ab Version 1.6, Firmware $\geq$ 6.24
- ▶ PMCprotego D.24 ab Version 1.6, Firmware $\geq$ 6.24
- ▶ PMCprotego D.48 ab Version 1.6, Firmware $\geq$ 6.24
- ▶ PMCprotego D.72 ab Version 1.6, Firmware $\geq$ 6.24

3.1.1 Zulässige Motortypen

Für den Einsatz mit dem Sicherheitsmodul sind folgende Motortypen zugelassen:

- ▶ Rotatorische Synchronmotoren
- ▶ Lineare Synchronmotoren
- ▶ Asynchronmotoren



INFO

Nicht zulässig ist der Betrieb von Synchronmotoren ohne Motor-Encoder (sensorloser Betrieb).

Beachten Sie zur Fehlererkennung den folgenden Hinweis:

Beim Betrieb des Antriebs mit einem Motor-Encoder (Standard-Motor-Encoder am Servoverstärker) wird ein Fehler am Encoder-System vom Sicherheitsmodul wie folgt erkannt:

▶ Rotatorische Synchronmotoren

Erkennung innerhalb einer mechanischen Umdrehung des Motors.

▶ Lineare Synchronmotoren

Erkennung innerhalb der gefahrenen Strecke nach der folgenden Formel:

Strecke = (Polzahl / 2) · Polpaarbreite

Befehle im Servoverstärker:

- Polzahl: MPOLES
- Polpaarbreite: MPITCH

3.1.2 Zulässige Motor-Encoder

Der Motor-Encoder wird an einen Eingang des Servoverstärkers angeschlossen. Für den Einsatz mit dem Sicherheitsmodul sind folgende Motor-Encoder zugelassen:

Motor-Encoder	Encoder-Typ (Parameter FBTYPE) in der Inbetriebnahme- Software des Servover- stärkers	Anschluss am Ser- verstärker
Resolver	0	X2
Hiperface (Stegmann)	2	X1
EnDat (Heidenhain)	4	X1
SinCos 5 V mit W&S	7	X1
SinCos 12 V mit W&S	8	X1
RS422 24V	12	X3
ROD 5 V mit Hall	15	X1
ROD 24V mit W&S	16	X3
ROD 5V mit W&S	17	X1

Motor-Encoder	Encoder-Typ (Parameter FBTYPE) in der Inbetriebnahme- Software des Servover- stärkers	Anschluss am Ser- voverstärker
BiSS-Geber 5 V - digital	20	X1
BiSS-Geber 12 V - digital	22	X1
SSI	25	X1
SSI - Lineargeber	26	X1
ROD 5V	27	X1
EnDat 2.2 mit 5 V	32	X1
BiSS-C-Geber 5 V - digital	33	X1
EnDat 2.2 mit 12 V	34	X1
Hiperface DSL (Leistung und Feed- back in einem Kabel)	35	X1
SFD 3 (Leistung und Feedback in einem Kabel)	36	X1
BiSS-C-Geber 12 V - digital	37	X1

3.1.3

Zulässige externe Encoder



WICHTIG

Zur Gewährleistung der Diversität und Vermeidung von Common-Cause-Fehlern (CCF) darf der externe Encoder nicht vom gleichen Hersteller sein wie der Motor-Encoder (Vorsicht bei Brandlabel-Produkten!).

Zulässige externe Encoder

SSI

TTL

Der Anschluss am Sicherheitsmodul PMCprotego S3 erfolgt an X31.

Weitere Informationen zur Verdrahtung siehe [Externe Encoder](#) [168].

Weitere Informationen zum Einsatz externer Encoder siehe [Fehlererkennung Motor-Encoder](#) [47].

3.1.4

Zulässige Bremsen

Es dürfen nur ruhestrombetätigte, mechanische Bremsen verwendet werden.

Für den Einsatz mit dem Sicherheitsmodul sind folgende Bremsen nicht zugelassen:

- ▶ Magnetpulverbremser
- ▶ Wirbelstrombremsen

Wichtige Werte aus dem Datenblatt der ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse

Für die Konfiguration des Bremsentests können folgende Werte aus dem Datenblatt der ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse relevant sein:

- ▶ Erlaubte Schalthäufigkeit
- ▶ Bremseneinfallzeit

Sie finden dazu weitere Information im Kapitel [Bremsentest](#)  [138](#) (SBT).

3.2 Sicherheitsvorschriften

3.2.1 Zusätzlich geltende Dokumente

Lesen und beachten Sie darüber hinaus:

- ▶ Die Konfiguration des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3
 - in der Online-Hilfe von PASmotion
 - in der PNOZmulti Configurator Online-Hilfe (optional)
- ▶ Die Bedienungsanleitungen
 - PNOZmulti 2, Basisgerät PNOZmulti m B0, PNOZmulti m B1 (optional)
 - PNOZmulti m EF SafetyNET (optional)
- ▶ Die Bedienungsanleitung des Servoverstärkers PMCprotego D
- ▶ Das Dokument "Sicherheitsmodul PMCprotego S3 - Diagnose"

Die Kenntnis dieser Dokumente ist Voraussetzung für das Verständnis dieser Bedienungsanleitung.

Weitere Informationen, Software-Pakete und Bedienungsanleitungen finden Sie im Internet www.pilz.com

3.2.2 Sicherheitsbetrachtung

Vor dem Einsatz eines Geräts ist eine Risikobeurteilung nach der Maschinenrichtlinie notwendig.

Das Produkt erfüllt als Einzelkomponente die Anforderungen an die funktionale Sicherheit nach EN ISO 13849 und EN 62061. Dies garantiert jedoch nicht die funktionale Sicherheit der gesamten Maschine/Anlage. Um den jeweiligen Sicherheitslevel der erforderlichen Sicherheitsfunktionen der gesamten Maschine/Anlage zu erreichen, ist für jede Sicherheitsfunktion eine getrennte Betrachtung erforderlich.

Für die Sicherheit des Projekts, das im Konfigurations-Tool PASmotion erstellt wird, ist der Anwender verantwortlich. Gehen Sie bei der Konfiguration im Projekt besonders sorgfältig vor und beachten Sie die für den Einsatzort geltenden Vorschriften und Normen (siehe auch [Sicherheitsprüfungen](#)  [187](#)).

3.2.3 Qualifikation des Personals

Aufstellung, Montage, Programmierung, Inbetriebsetzung, Betrieb, Außerbetriebsetzung und Wartung der Produkte dürfen nur von hierzu befähigten Personen vorgenommen werden.

Eine befähigte Person ist eine qualifizierte und sachkundige Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse verfügt. Um Geräte, Systeme, Maschinen und Anlagen prüfen, beurteilen und handhaben zu können, muss diese Person Kenntnisse über den Stand der Technik und die zutreffenden nationalen, europäischen und internationalen Gesetze, Richtlinien und Normen haben.

Der Betreiber ist außerdem verpflichtet, nur Personen einzusetzen, die

- ▶ mit den grundlegenden Vorschriften zur Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut sind,
- ▶ den Abschnitt Sicherheit in dieser Beschreibung gelesen und verstanden haben und
- ▶ mit den für die spezielle Anwendung geltenden Grund- und Fachnormen vertraut sind.

3.2.4 Gewährleistung und Haftung

Gewährleistungs- und Haftungsansprüche gehen verloren, wenn

- ▶ das Produkt nicht bestimmungsgemäß verwendet wurde,
- ▶ die Schäden auf Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung zurückzuführen sind,
- ▶ das Betriebspersonal nicht ordnungsgemäß ausgebildet ist,
- ▶ oder Veränderungen irgendeiner Art vorgenommen wurden (z. B. Austauschen von Bauteilen auf den Leiterplatten, Lötarbeiten usw).

3.2.5 Entsorgung

- ▶ Beachten Sie bei sicherheitsgerichteten Anwendungen die Gebrauchsdauer T_M in den sicherheitstechnischen Kenndaten.
- ▶ Beachten Sie bei der Außerbetriebsetzung die lokalen Gesetze zur Entsorgung von elektronischen Geräten (z. B. Elektro- und Elektronikgerätegesetz).

3.3 Fehlerarten, Fehlererkennung und Fehlerreaktion

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 verfügt über verschiedene Funktionen zur Fehlererkennung, wobei ein erkannter Fehler immer zu einer definierten Fehlerreaktion führt.

Die Fehlerarten sind im Kapitel [Betriebszustände](#)  190 beschrieben.

Fehlererkennung und Fehlerreaktion sind in den Unterkapiteln im Kapitel [Funktionsbeschreibung](#)  21 beschrieben.

3.4 Datensicherung und Datensicherheit

Beim Sicherheitsmodul PMCprotego S3 kommen verschiedene Mechanismen zur Datensicherheit zum Einsatz. Es werden technische Maßnahmen und organisatorische Maßnahmen unterschieden.

Technische Maßnahmen

Die technischen Maßnahmen tragen zur Datensicherheit gegenüber Fehlern und Störungen bei. Sie greifen automatisch, sobald die Daten externen Einflüssen ausgesetzt sind (z. B. Störungen aufgrund von elektromagnetischen Störungen). Zu den technischen Maßnahmen zählen z. B.

- ▶ Redundanz bei der Erfassung und Verarbeitung von sicheren Signalen
- ▶ Sicherungsverfahren beim Übertragen eines Projekts
- ▶ Störsicherheit

Organisatorische Maßnahmen

Die organisatorischen Maßnahmen tragen zur Datensicherheit gegenüber versehentlicher oder absichtlicher Manipulation von Daten bei. Für die Verwendung geeigneter organisatorischer Maßnahmen ist hauptsächlich der Anwender verantwortlich.

Die organisatorischen Maßnahmen können vorwiegend mit dem Begriff "Security" erfasst werden. Es ist empfehlenswert, eine umfassende Strategie in Bezug auf Security-Maßnahmen zu entwickeln. Unter Security fallen alle Kriterien, die die Integrität, Verfügbarkeit, Vertraulichkeit, Verbindlichkeit, Betriebssicherheit und Authentizität von Daten betreffen (siehe auch Normenreihe ISO 2700x).

Zu den Sicherheitsmaßnahmen gehören z. B.:

- ▶ Die Authentifizierung
- ▶ Die Kennwortverwaltung
- ▶ Die logische und funktionale Trennung von Büro- und Automatisierungsumgebung bei Ethernet-basierten Netzen z. B. durch Firewalls
- ▶ Die mechanische Verriegelung von nicht belegten Ethernet-Schnittstellen der Steuerungssysteme

Maßnahmen zur Datensicherheit beim konfigurierbaren Sicherheitsmodul PMCprotego S3

Beim Sicherheitsmodul PMCprotego S3 sind die folgenden technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Datensicherheit vorhanden:

- ▶ Vergabe verschiedener Zugriffsberechtigungen für eine Konfiguration im Konfigurations-Tool PASmotion
Jedes Projekt muss mit 2 Kennwörtern versehen werden. Mit den Kennwörtern wird die Zugriffsberechtigung auf einen unterschiedlichen Funktionsumfang festgelegt (siehe Online-Hilfe PASmotion).
- ▶ Erkennung von unterschiedlichen Konfigurationen
Beim Übertragen einer Konfiguration wird eine Prüfsumme (= "Prüfsumme sicher") mit übertragen. Anhand dieser Informationen können unterschiedliche Konfigurationen erkannt werden.
- ▶ Erkennung einer abweichenden Prüfsumme auf der SD-Speicherkarte des Servoverstärkers und im Flash-Speicher beim Wiederanlauf eines Sicherheitsmoduls
- ▶ Erkennung einer ungültigen Konfiguration beim Wiederanlauf eines Sicherheitsmoduls
- ▶ Erkennung von fehlerhaften oder inkompatiblen Konfigurationen beim Wiederanlauf des Sicherheitsmoduls

4 Security

Um Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu sichern, ist es erforderlich, ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu implementieren (und kontinuierlich aufrechtzuerhalten), das dem aktuellen Stand der Technik entspricht.

Führen Sie eine Risikoanalyse gemäß VDI/VDE 2182 oder IEC 62443-3-2 durch und planen Sie die Security-Maßnahmen sorgfältig. Lassen Sie sich ggf. durch den Pilz Customer Support beraten.

- ▶ Das Produkt ist nicht geschützt vor physischer Manipulation bzw. vor Auslesen von Speicherinhalten bei physischem Zugriff. Wir empfehlen deshalb, das Produkt in einem abschließbaren Schaltschrank zu montieren.
- ▶ Der Konfigurationsrechner, der auf das Produkt zugreift, muss durch eine Firewall oder andere geeignete Maßnahmen gegen Angriffe geschützt werden. Es wird empfohlen, einen Virens Scanner auf diesem Konfigurationsrechner einzusetzen und diesen regelmäßig zu aktualisieren.
- ▶ Schützen Sie den Konfigurationsrechner und gegebenenfalls das Produkt vor unbefugter Benutzung durch die Vergabe von Kennwörtern und gegebenenfalls weitere Maßnahmen. Es wird zusätzlich empfohlen, dass der an diesem Konfigurationsrechner angemeldete Anwender nicht die Administrator-Rechte besitzt.
- ▶ Vergeben Sie nur sichere Kennwörter. Beachten Sie bei der Vergabe von Kennwörtern:
 - Das Kennwort sollte mindestens 8 Zeichen lang sein.
 - Das Kennwort sollte aus Groß- und Kleinbuchstaben sowie Sonderzeichen und Ziffern bestehen.
 - Das Kennwort sollte möglichst nicht in Wörterbüchern vorkommen.
 - Das Kennwort sollte nicht aus gängigen Varianten und Wiederholungs- oder Tastaturmustern bestehen (also nicht: 1234abcd).
 - Nutzen Sie einen Kennwort-Manager, um komplexe Kennwörter gut verwalten zu können.
 - Sprachabhängige Zeichen sind nicht in jeder Tastatursprache vorhanden.
 - Ändern Sie regelmäßig die Kennwörter der auf dem System angelegten Anwenderkonten bzw. fordern Sie die Anwender auf, ihre Kennwörter selbst zu ändern.
 - Weisen Sie die Anwender auf den verantwortungsvollen Umgang mit Ihren Zugangsdaten hin.
- ▶ Vergeben Sie verschiedene Berechtigungen für unterschiedliche Anwendergruppen (z. B. Diagnose – Konfiguration).

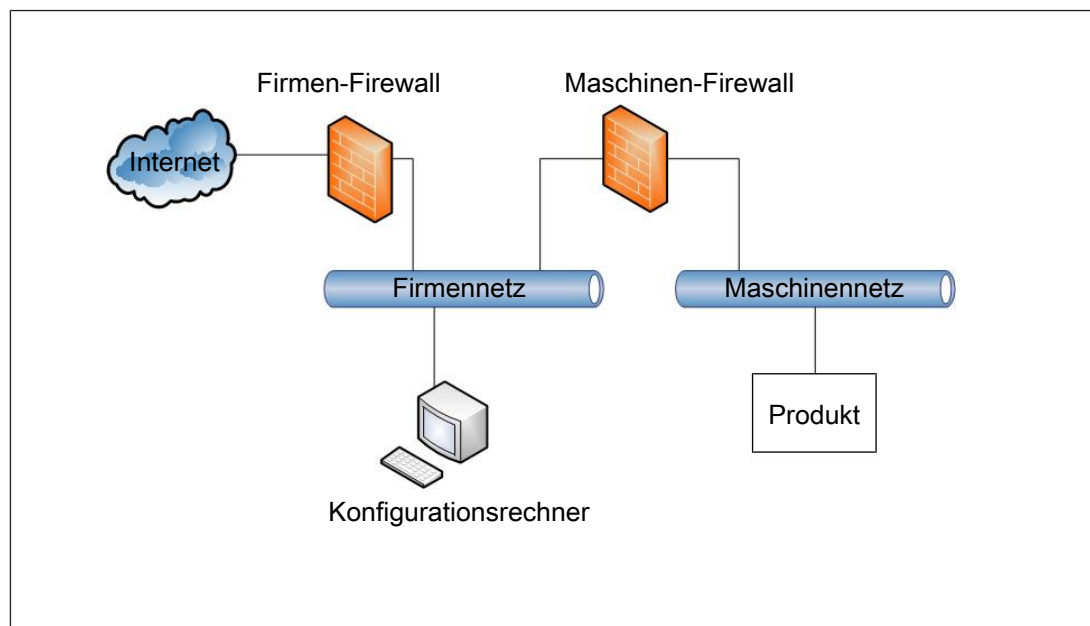


Abb.: Beispiel Netzwerktopologie

5 Funktionsbeschreibung

5.1 Übersicht

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 wird in den Servoverstärker PMCprotego D eingebaut. Im Folgenden wird die Kombination aus Servoverstärker mit integriertem Sicherheitsmodul als sicherer Servoverstärker bezeichnet.

Ein **sicheres Antriebssystem** besteht aus

- ▶ einem sicheren Servoverstärker.
- ▶ einem Motor mit Motor-Encoder.
- ▶ einem externen Encoder (optional).
- ▶ ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen (Standard- oder Sicherheitsbauteile, optional).
- ▶ einer Sicherheitssteuerung.
- ▶ einem Konfigurations-Tool (PASmotion).

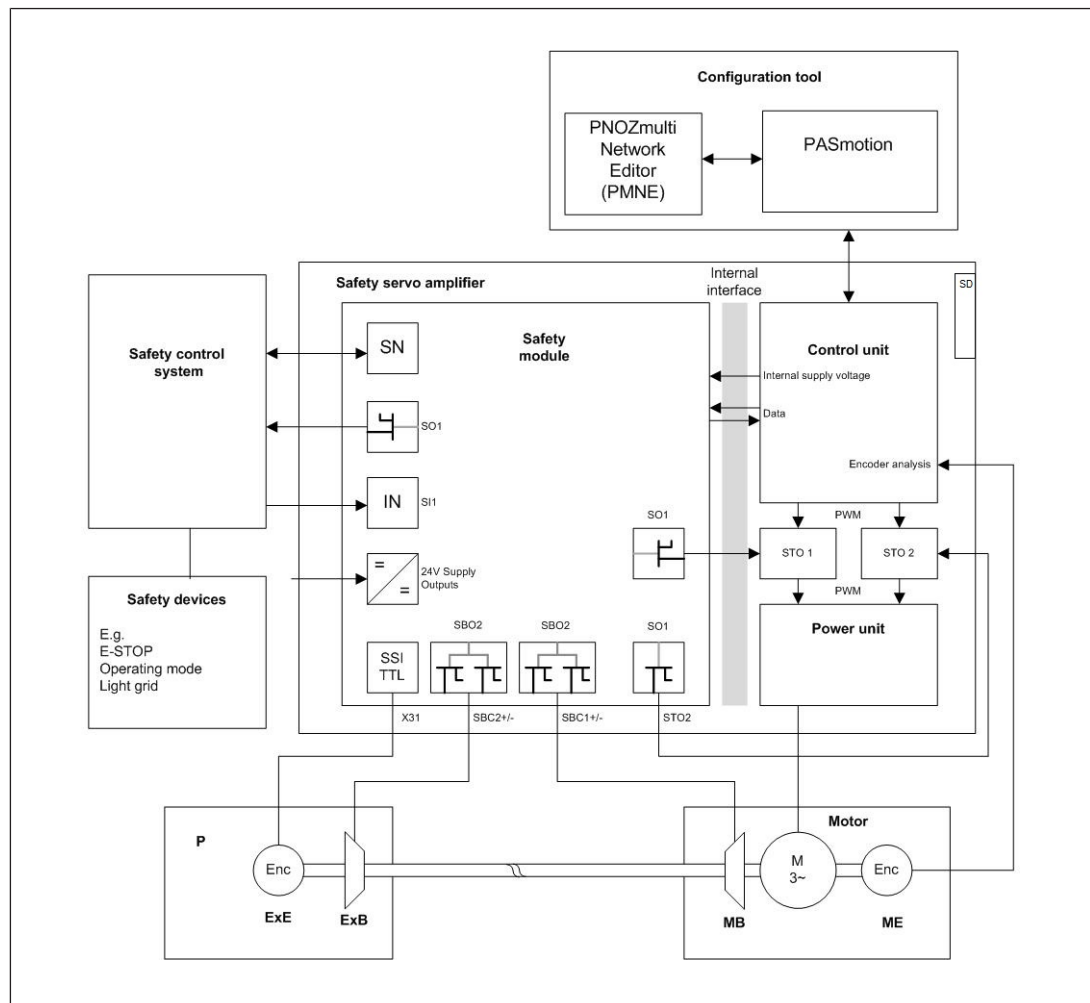


Abb.: Sicheres Antriebssystem

Legende

SN	SafetyNET p RTFL
SD	Karten-Slot für SD-Karte im Servoverstärker
SO1	Sichere 2-polige STO-Ansteuerung
SI1	Sicherer 1-poliger Eingang
SBO2	Sicherer 2-poliger Bremsenausgang
STO1	Sichere Pulssperre 1
STO2	Sichere Pulssperre 2
PWM	Pulsweitenmodulation
P	Angetriebene Einrichtung
ExE	Externer Encoder
ExB	Externe Bremse
MB	Motorbremse
ME	Motor-Encoder
(PMNE)	PNOZmulti Network Editor, Konfigurations-Tool für SafetyNET p RTFL (optional)

PASmotion

Konfigurations-Tool für Servoverstärker und Sicherheitsmodul

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 (abhängig von der Konfiguration)

- ▶ plausibilisiert den angeschlossenen Motor-Encoder und erzeugt daraus sichere Geschwindigkeits- und Positionswerte.
- ▶ vergleicht die aktuelle Geschwindigkeit oder die aktuelle Position mit Grenzwerten und löst bei einer Grenzwertverletzung eine Reaktionsfunktion aus.
- ▶ meldet den Status von Sicherheitsfunktionen an die Sicherheitssteuerung.
- ▶ aktiviert bei den Sicherheitsfunktionen SS1 und SS2 das gesteuerte Stillsetzen durch den Servoverstärker (optional).
- ▶ aktiviert auf Anforderung oder im Fehlerfall die integrierte sichere Pulssperre.
- ▶ verfügt über die Möglichkeit zur sicheren Ansteuerung von bis zu zwei ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen.
- ▶ erkennt Fehler der mechanischen Bremsen durch einen Bremsentest.
- ▶ verfügt über einen Anschluss für einen optionalen, externen Encoder.
- ▶ erkennt Fehler (Querschuss, Kurzschluss) in der Verdrahtung der Ausgangssignale und leitet eine Fehlerreaktion ein.

Der sichere Servoverstärker

- ▶ unterbricht bei aktivierter Pulssperre die Drehmoment-/ Krafterzeugung im Motor.
- ▶ bremst den Motor bei den Sicherheitsfunktionen SS1 und SS2 bis zum Stillstand.
- ▶ überträgt Konfigurationsdaten vom Konfigurations-Tool auf das Sicherheitsmodul.
- ▶ speichert Konfigurationsdaten auf einem Wechseldatenträger (SD-Speicherkarte).
- ▶ liest den Fehlerspeicher des Sicherheitsmoduls aus und stellt detaillierte Statusinformationen zur Verfügung.

Die Sicherheitssteuerung

- ▶ wertet Signale von Sicherheitseinrichtungen aus, wie zum Beispiel:
 - Not-Halt-Taster
 - Schutztüren
 - Lichtschranken
 - Zweihand-Taster
- ▶ aktiviert die Sicherheitsfunktionen über Eingänge des Sicherheitsmoduls (optional).
- ▶ verarbeitet sichere Rückmeldeausgänge des Sicherheitsmoduls (optional).
- ▶ erkennt Fehler (Querschuss, Kurzschluss) in der Verdrahtung zum Sicherheitsmodul und leitet eine Fehlerreaktion ein (optional).

Das Konfigurations-Tool PASmotion

- ▶ konfiguriert und parametrisiert das Sicherheitsmodul.
- ▶ sorgt für den sicheren Up- und Download der Konfigurationsdatei.
- ▶ zeigt den Status der Ein-/Ausgänge (Hardware oder SafetyNET p) in der Online-Anzeige an.
- ▶ zeigt den Fehler-Stack an.

- ▶ speichert die Konfiguration auf eine SD-Speicherkarte.

Das Konfigurations-Tool PNOZmulti Network Editor

- ▶ konfiguriert das SafetyNET p RTFL-Netzwerk.
- ▶ definiert das Bit-Mapping der Netzwerk Teilnehmer.
- ▶ sendet die Netzwerkkonfiguration an das Konfigurations-Tool PASmotion.

5.2 Allgemeine Festlegung

5.2.1 Auflösung von Positionswerten

Die interne Auflösung des Sicherheitsmoduls beträgt unabhängig von der spezifischen Anwendung und der Auflösung des Motor-Encoders immer 4096 Inkremente pro Umdrehung (optionale, benutzerdefinierte Einheiten bei der Projektierung werden entsprechend umgerechnet).



WARNUNG!

Möglicher Verlust der Sicherheitsfunktion durch Verwendung benutzerdefinierter Einheiten!

Die Verwendung benutzerdefinierter Einheiten für Positionswerte kann zu einem Verlust an Genauigkeit durch Umrechnung und Rundung führen.

5.2.2 Festlegung der Dreh-/Bewegungsrichtung

Festlegung der Dreh-/Bewegungsrichtung des Motors (bezogen auf die Motorwelle bei Blick auf den Motorflansch)

- ▶ links, negativ, counterclockwise (CCW)
- ▶ rechts, positiv, clockwise (CW)

5.2.3 Fehlerdefinition

- ▶ Definition interner Fehler
Ein interner Fehler ist ein Fehler, der im System aufgetreten ist und vom Anwender nicht behoben werden kann.
- ▶ Definition der Fehler: STOP, FAULT, FATAL und "bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion"
siehe [Betriebszustände](#) [ 190]

5.2.4 Benennung von Ein- und Ausgängen

Hardware-Eingänge und Hardware-Ausgänge sind digitale Ein-/Ausgänge, die über Klemmen angeschlossen werden.

Im Kapitel Technische Daten werden die Hardware-Ausgänge auch Halbleiterausgänge bezeichnet.

SafetyNET p-Eingänge und SafetyNET p-Ausgänge gehören zum sicheren Kommunikationssystem SafetyNET p RTFL. Die Zustände der Ein- und Ausgänge werden als Bit übertragen.

Im Konfigurations-Tool PASmotion wird der Aktivierungseingang ACT mit einem Hardware-Eingang (IO) oder einem SafetyNET p-Eingang (SNp) verbunden. Der Rückmeldeausgang ACK wird mit einem Hardware-Ausgang (IO) oder einem SafetyNET p-Ausgang (SNp) verbunden.

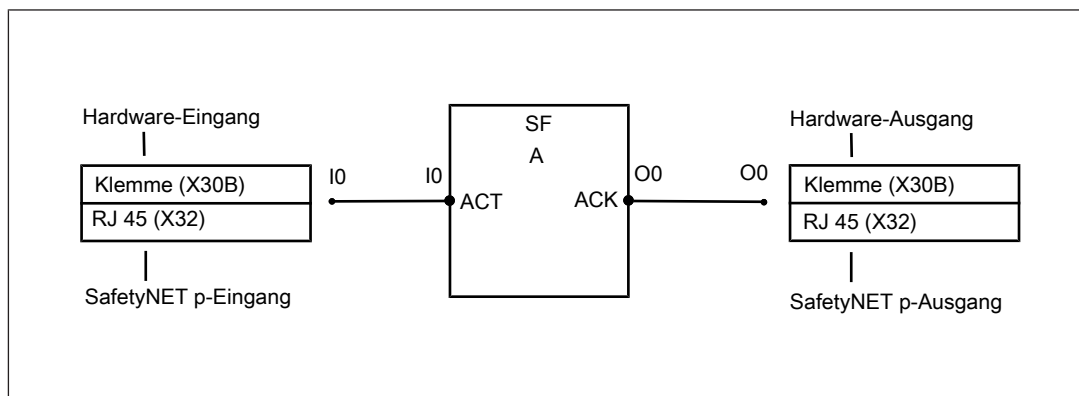


Abb.: Benennung der Ein- und Ausgänge

Legende

- SF Sicherheitsfunktion
- ACT Aktivierungseingang
- ACK Rückmeldeausgang

5.3 Aktivierung und Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen

Die Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 werden durch die Auswertung der Signalpegel an den sicheren Eingängen aktiviert oder deaktiviert. Die Eingänge arbeiten nach dem Ruhestromprinzip. Die Sicherheitssteuerung aktiviert die Sicherheitsfunktionen mit einem 0-Signal.

Die Zustände/der Status der Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 können über Ausgänge an die Sicherheitssteuerung gemeldet werden.

5.3.1 Aktivierung der Sicherheitsfunktionen über Hardware-Eingänge

Die sicheren Hardware-Eingänge des Sicherheitsmoduls erkennen KEINE Fehler in der Verdrahtung.

Für eine sichere Kopplung zwischen der Sicherheitssteuerung und dem Sicherheitsmodul muss eine der folgenden Maßnahmen angewendet werden:

- ▶ Fehlererkennung durch getestete Steuersignale und Abschaltung bei Fehler durch einen zweiten Abschaltpfad.
- ▶ Fehlerausschluss für Kurzschluss zwischen zwei beliebigen Leitern, gemäß EN ISO 13849-2, Tabelle D.4.
- ▶ Fehlererkennung durch Rückführung von Statussignalen des Sicherheitsmoduls und Abschaltung bei Fehler durch einen zweiten Abschaltpfad.

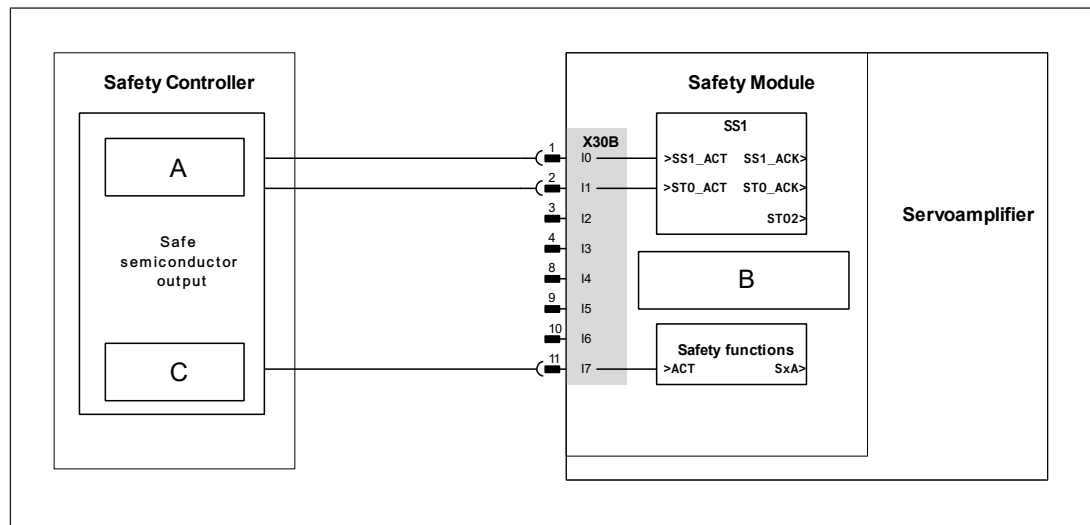


Abb.: Aktivierung einer Sicherheitsfunktion mit Fehlererkennung durch Testung

Legende

- A Fehlererkennung durch getestete Steuersignale (OSSD) und Abschaltung bei Fehler durch zweiten Abschaltpfad **STO_ACT**.
- B Die sicheren Hardware-Eingänge des Sicherheitsmoduls erkennen KEINE Fehler in der Verdrahtung.
- C Fehlererkennung durch getestete Steuersignale (OSSD) und Abschaltung bei Fehler durch die **SS1** Funktion.

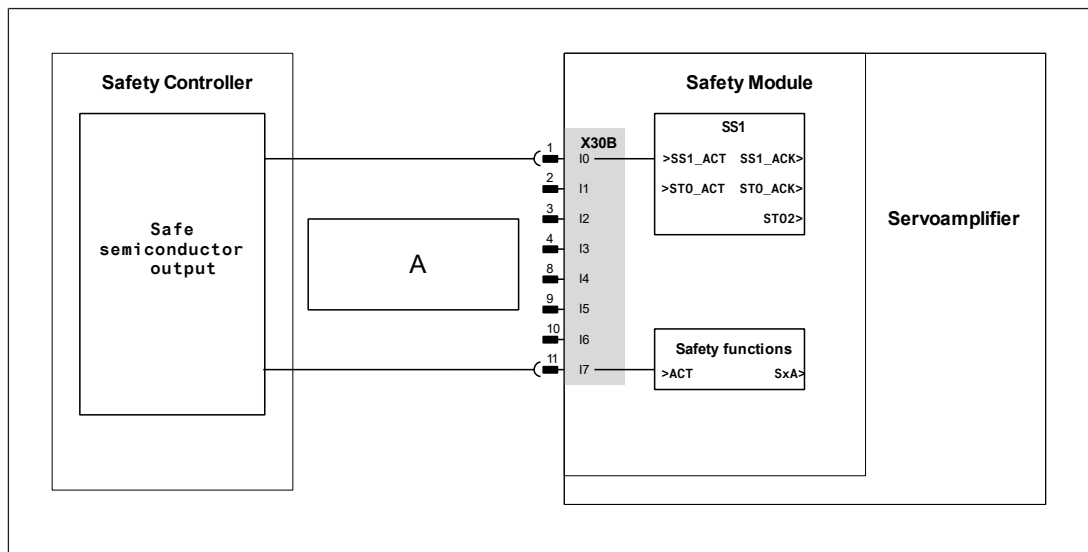


Abb.: Aktivierung einer Sicherheitsfunktion mit Fehlerausschluss

Legende

- A Fehlerausschluss für Kurzschluss zwischen zwei beliebigen Leitern gemäß EN ISO 13849-2, Tabelle D.4.

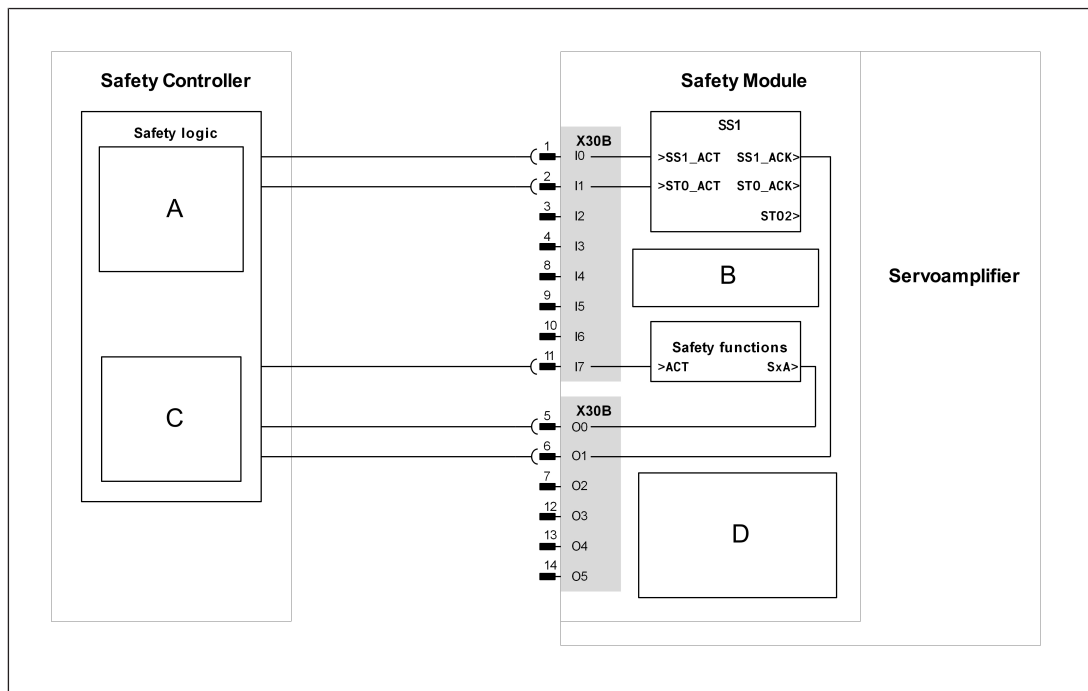


Abb.: Aktivierung einer Sicherheitsfunktion mit Fehlererkennung durch Rückführung

Legende

- A Fehlererkennung durch Auswertung des Signals SS1_ACK in der übergeordneten Steuerung und Abschaltung bei Fehler durch einen zweiten Abschaltpfad STO_ACT.
- B Die sicheren Hardware-Eingänge des Sicherheitsmoduls erkennen KEINE Fehler in der Verdrahtung.
- C Fehlererkennung durch Auswertung des Signals SxA der aktivierten Sicherheitsfunktion in der übergeordneten Steuerung. Abschaltung bei Fehler durch die SS1 Funktion.
- D Die sicheren Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls erkennen Fehler in der Verdrahtung.
Bei Fehlererkennung wird die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert und der Motor stillgesetzt.

5.3.2

Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen über Hardware-Ausgänge

Die Zustände/der Status der Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 können über sichere Hardware-Ausgänge an die Sicherheitssteuerung gemeldet werden.

► 1-Signal am Ausgang der Sicherheitsfunktion bedeutet:

- das Sicherheitsmodul meldet einen sicheren Zustand (abhängig von der jeweiligen Sicherheitsfunktion).

► 0-Signal am Ausgang der Sicherheitsfunktion bedeutet:

- die Sicherheitsfunktion ist nicht aktiv, oder
- die zugeordnete Sicherheitsfunktion hat einen gefahrenbringenden Zustand erkannt, oder
- der Ausgang ist keiner Sicherheitsfunktion zugeordnet.

Fehlererkennung in der Verdrahtung

Die sicheren Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls erkennen:

- ▶ Kurzschlüsse nach $24 V_{DC}$
- ▶ Kurzschlüsse nach 0 V
- ▶ Querschlüsse

Wird ein Fehler erkannt, wird der Motor durch die Sicherheitsfunktion SS1 sicher stillgesetzt.

- Dabei wird am Ausgang SS1_ACK ein 1-Signal ausgegeben.
- Ist der Motor sicher drehmoment-/kraftfrei geschaltet, wird ein 1-Signal am Ausgang STO_ACK ausgegeben, siehe [Sicherer Stopp 1 \(Safe stop 1, SS1\)](#) [ 86].

Fehlervermeidung und Fehlererkennung bei Überspannung



ACHTUNG!

Verlust der Sicherheit

Überspannungen > 40 V in der Kopplung zwischen Sicherheitsmodul und Sicherheitssteuerung können zum Verlust der Sicherheit führen. Die Einkopplung einer Überspannung der Sicherheitssteuerung auf die 1-poligen Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls kann dazu führen, dass abgeschaltete Hardware-Ausgänge ein 1-Signal ausgeben.

- Verwenden Sie für die Sicherheitssteuerung ein Netzteil mit Überspannungsschutz für die Ausgangsspannung.
- Begrenzen Sie die Ausgangsspannung auf maximal 40 V.

Maßnahmen zur Fehlererkennung und Auslösen von Fehlerreaktionen:

- ▶ Das Sicherheitsmodul erkennt die Überspannung und löst als Fehlerreaktion die Sicherheitsfunktion SS1 aus. Das Sicherheitsmodul wechselt in den Betriebszustand STO.
- ▶ Die defekte Sicherheitssteuerung muss den Fehler erkennen und in den sicheren Zustand gehen.

Zusätzlich notwendige Fehlererkennung bei Kopplung eines Sicherheitsmoduls mit mehreren Sicherheitssteuerungen:

Werden die sicheren Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls auf mehrere unabhängige Sicherheitssteuerungen verteilt,

- ▶ muss auf jeder Sicherheitssteuerung der Ausgang STO_ACK ausgewertet werden.
- ▶ muss auf jeder Sicherheitssteuerung eine Plausibilisierung des STO_ACK-Signals mit den jeweiligen Rückmeldesignalen durchgeführt werden.

Ein Fehler durch Überspannung liegt vor, wenn ein Acknowledge Ausgang (SxA) und der Ausgang STO_ACK gleichzeitig ein 1-Signal ausgeben.

Für eine sichere Kopplung zwischen der Sicherheitssteuerung und dem Sicherheitsmodul muss eine der folgenden Maßnahmen angewendet werden:

- ▶ Fehlerausschluss für Kurzschluss zwischen zwei beliebigen Leitern gemäß EN ISO 13849-2, Tabelle D.4.
- ▶ Auswertung eines zweiten zusätzlichen Rückmeldesignals (STO_ACK) durch die Sicherheitssteuerung.

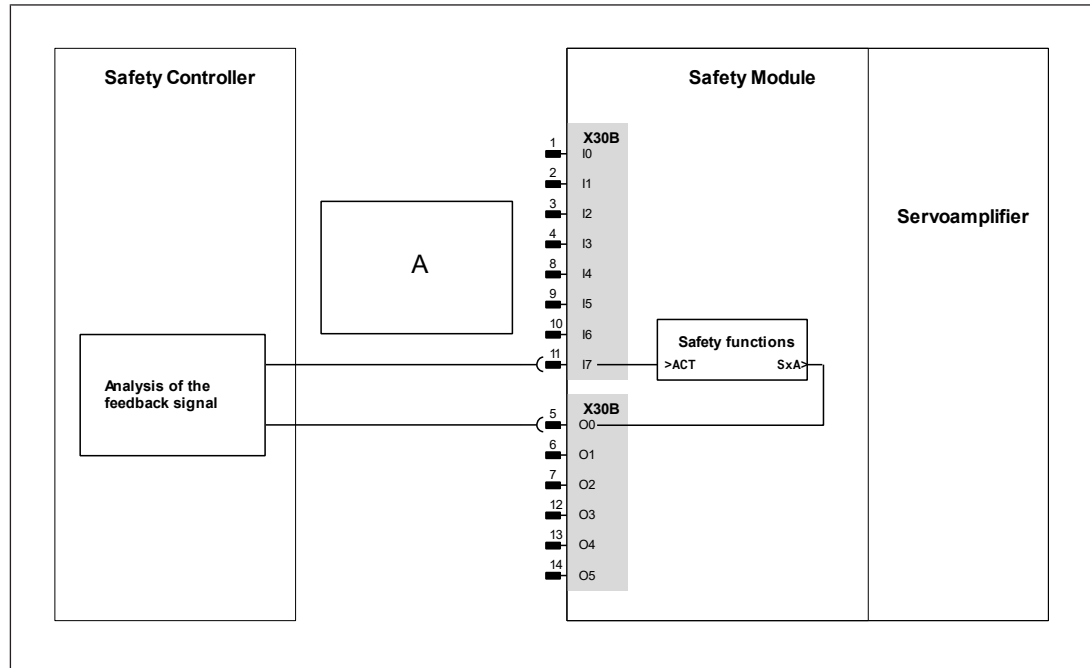


Abb.: Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen mit Fehlerausschluss

Legende

- A Fehlerausschluss für Kurzschluss zwischen zwei beliebigen Leitern gemäß EN ISO 13849-2, Tabelle D.4

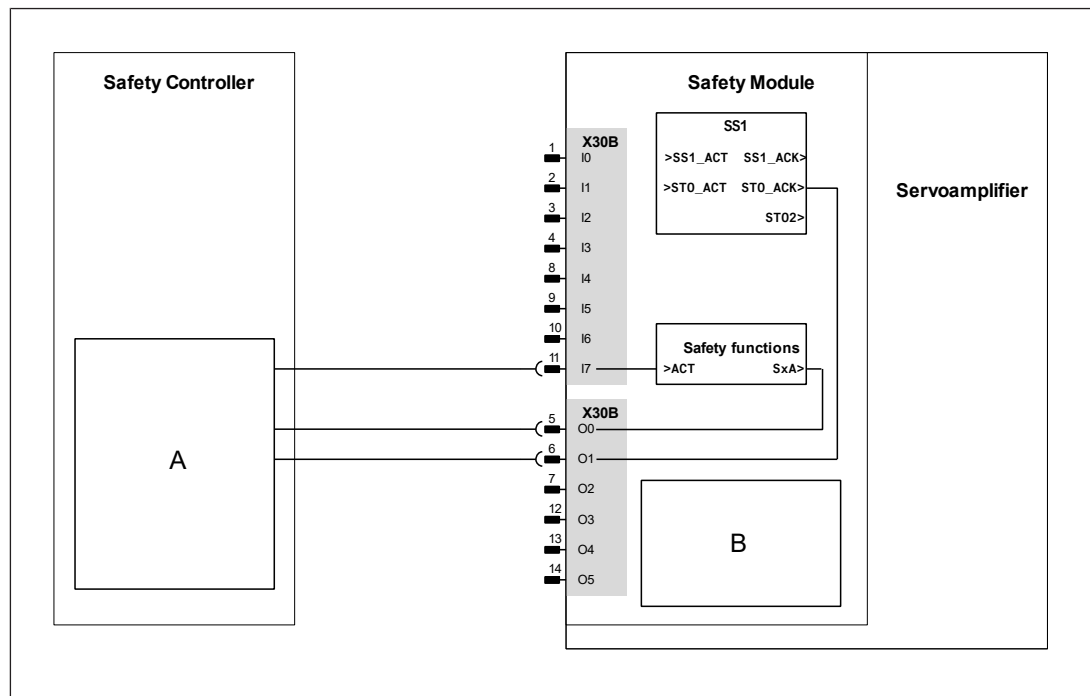


Abb.: Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen mit Auswertung eines zweiten zusätzlichen Rückmeldesignals

Legende

- A Auswertung des Rückmeldesignals SxA der Sicherheitsfunktion.
Bei Fehlererkennung durch die sicheren Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls wird der Motor durch die Aktivierung der SS1 Funktion stillgesetzt und der STO aktiviert. Dies wird vom Safety Controller durch Auswertung des STO_ACK-Signals erkannt.
- B Die sicheren Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls erkennen Fehler in der Verdrahtung.
Bei Fehlererkennung wird die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert und der Motor stillgesetzt.

5.3.3 Aktivierung und Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen über SafetyNET p

Für eine sichere Kopplung zwischen der Sicherheitssteuerung und dem Sicherheitsmodul über das Kommunikationssystem SafetyNET p RTFL gilt folgende Eigenschaft:

- Sichere Übertragung wird vom Kommunikationssystem SafetyNET p RTFL zugesichert

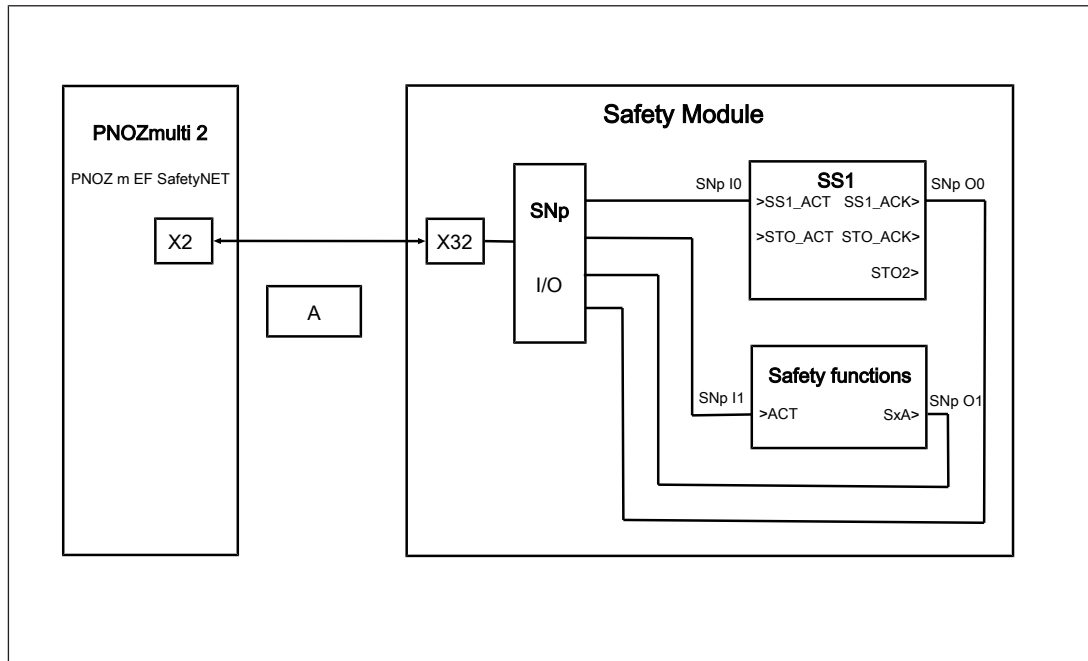


Abb.: Aktivierung und Rückmeldung einer Sicherheitsfunktion über SafetyNET p

Legende

- A Fehlererkennung durch das Kommunikationssystem SafetyNET p RTFL und Abschaltung durch die Sicherheitsfunktion SS1 des Sicherheitsmoduls

5.4 Hardware-Ein-/Ausgänge

Das Sicherheitsmodul verfügt über

- ▶ sichere, Hardware-Eingänge, die den Aktivierungseingängen der Sicherheitsfunktionen zugeordnet werden können.
- ▶ sichere, Hardware-Ausgänge, die den Rückmeldeausgängen der Sicherheitsfunktionen zugeordnet werden können.

Die Zuordnung der Hardware-Ein-/Ausgänge zu den Sicherheitsfunktionen wird im Konfigurations-Tool durchgeführt.

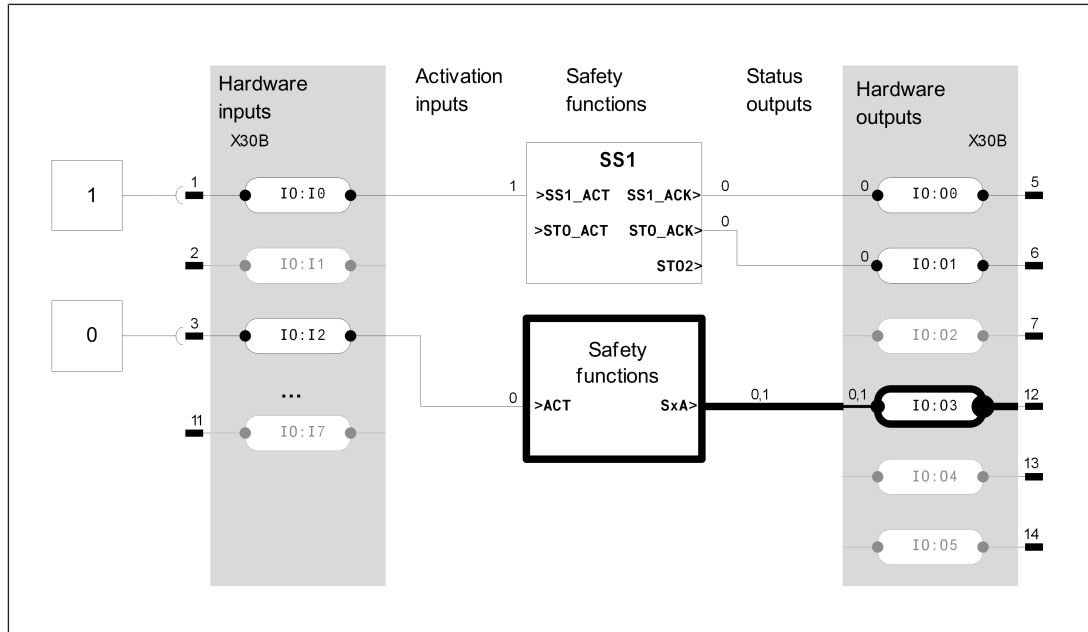


Abb.: Zuordnung Hardware Ein-/Ausgänge

Legende

- | | |
|-------------------|----------------------------------|
| Linienbreite dünn | Deaktivierte Sicherheitsfunktion |
| Linienbreite dick | Aktivierte Sicherheitsfunktion |

5.4.1 Hardware-Eingänge

Zuordnung der Hardware-Eingänge

Ist ein Hardware-Eingang einem Aktivierungseingang einer Sicherheitsfunktion zugeordnet, wird dieser im Betrieb zyklisch eingelesen und ausgewertet.

Signale am Hardware-Eingang

0-Signal am Eingang: Sicherheitsfunktion ist aktiviert

1-Signal am Eingang: Sicherheitsfunktion ist deaktiviert

Eigenschaften der sicheren Hardware-Eingänge

Die Hardware-Eingänge des Sicherheitsmoduls können von folgenden Ausgängen einer übergeordneten Steuerung angesteuert werden:

- ▶ Halbleiterausgänge

► Kontaktbasierte Ausgänge

Die Hardware-Eingänge des Sicherheitsmoduls entsprechen

- dem Interface Typ C des ZVEI Positionspapiers "Klassifizierung binärer 24 V-Schnittstellen mit Testung im Bereich der Funktionalen Sicherheit" (siehe [Technische Daten](#) [202]).
- einem Eingang vom Typ 1 nach EN 61131-2.

Bei aktiviertem Hardware-Eingang (1-Signal), wird bei jedem Zyklus (T_{CYCLE} , siehe [Reaktionszeiten](#) [50]) die korrekte Funktion der internen Eingangsbeschaltung geprüft. Dies erfolgt durch eine Testtaktung.

Signalerkennung an den Hardware-Eingängen

- Ein Signal (0-Signal oder 1-Signal) wird immer ignoriert, wenn es kürzer ansteht als die minimale Verarbeitungszeit.
- Ein Signal wird immer erkannt und an das Prozessabbild (PAE) übermittelt, wenn es länger ansteht als die maximale Verarbeitungszeit (siehe Diagramm).

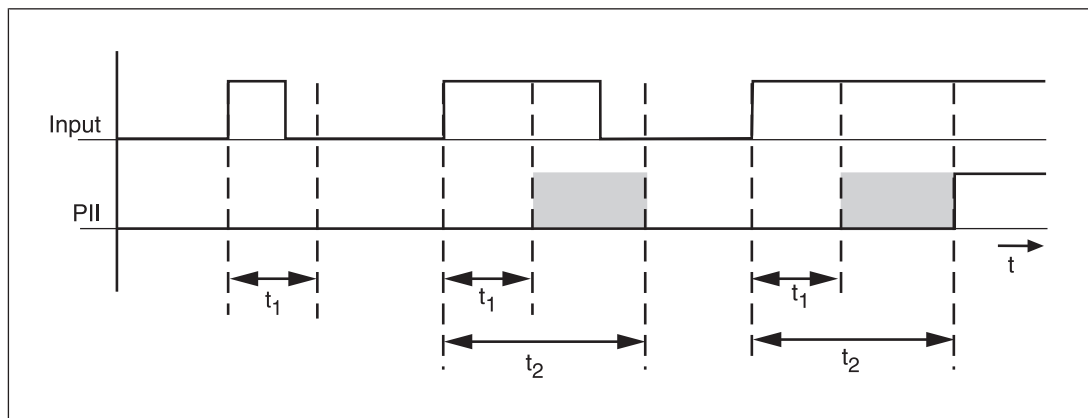


Abb.: Zeitdiagramm Signalerkennung

Legende

Input	Signal am Eingang
t_1	Minimale Verarbeitungszeit = Filterzeit (einstellbar) (siehe Technische Daten [202])
t_2	Maximale Verarbeitungszeit = Filterzeit (einstellbar) + 1 Zyklus (siehe Technische Daten [202])
PII	Zustand des Prozessabbildes der Eingänge (PAE) (PII – Process Image Input)
Grau hinterlegt	Zustand des Prozessabbildes (PAE) nicht definiert

EingangsfILTER (Impulsunterdrückung)

Die Hardware-Eingänge können mit Software-Eingangsfiltren versehen werden. Die Charakteristik des Eingangsfilters entspricht einem Tiefpass 1. Ordnung.

Ausschaltpulse, größer als die gewählte Filterzeit, werden sicher erkannt.

Konfiguration der Eingangsfilterzeit im Konfigurations-Tool:

Wählen Sie in der Menüleiste **Fenster** den Button **I/O-Einstellungen**.

Physikalische Adresse	Filterzeit	Filterzeit	Einheit	Beschreibung
IO: I0 ... IO: Ix	Aktivieren/Deaktivieren	1 ... 10	[ms]	Für jeden Hardware-Eingang kann die Filterzeit aktiviert/deaktiviert und die Zeit festgelegt werden. (Default: aktiviert, 1 ms)

5.4.2 Hardware-Ausgänge

5.4.2.1 Sichere 1-polige Hardware-Ausgänge

Zuordnung der 1-poligen Hardware-Ausgänge

Ist ein Hardware-Ausgang einem Rückmeldeausgang einer Sicherheitsfunktion zugeordnet, wird dieser im Betrieb zyklisch aktualisiert.

0-Signal (0 V) am Hardware-Ausgang:

- ▶ Ausgang ist hochohmig.
- ▶ Last ist stromfrei.
- ▶ Aktivierte Sicherheitsfunktion meldet eine Grenzwertverletzung oder einen gefahrbringenden Zustand.
- ▶ Sicherheitsfunktion ist nicht aktiv.

1-Signal (+24 V_{DC}) am Hardware-Ausgang:

- ▶ Ausgang ist niederohmig.
- ▶ Last wird mit Strom versorgt.
- ▶ Aktivierte Sicherheitsfunktion meldet den sicheren Zustand.

Eine deaktivierte Sicherheitsfunktion gibt immer ein 0-Signal am zugeordneten Ausgang aus.



WICHTIG

Betriebszustand STO

Im Betriebszustand STO wird an allen Rückmeldeausgängen der konfigurierten Sicherheitsfunktionen ein 0-Signal ausgegeben.

Ausnahmen:

Rückmeldeausgang STO_ACK der Sicherheitsfunktion SS1 meldet den aktiven Zustand STO mit einem 1-Signal.

Rückmeldeausgang SBT_SBA der Sicherheitsfunktion SBT bleibt gesetzt, solange die Prüffrist läuft.

Sammelausgang

Bei der Zuordnung von Hardware-Ausgängen gibt es die Möglichkeit, mehrere Rückmeldeausgänge von Sicherheitsfunktionen einem Hardware-Ausgang zuzuordnen. Sobald ein Rückmeldeausgang einer aktivierten Sicherheitsfunktion als Status einen 0-Wert ausgibt, wird der Hardware-Ausgang auf 0 gesetzt.



WICHTIG

Deaktivierte Sicherheitsfunktionen werden vom Sammelausgang nicht berücksichtigt.

Trotz eines 0-Wertes einer deaktivierten Sicherheitsfunktion, kann der Sammelausgang ein 1-Signal ausgeben.

Nur aktivierte Sicherheitsfunktionen tragen zum Ergebnis bei.

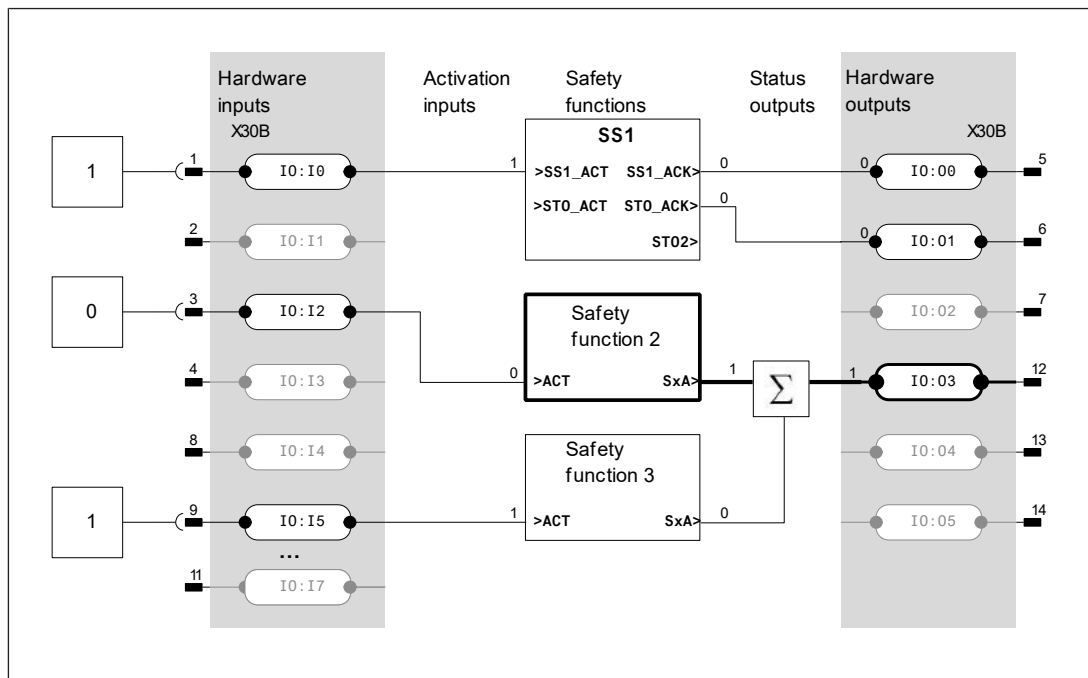


Abb.: Beispiel Sammelausgang 01

Legende

Safety function 2

Sicherheitsfunktion 2 **aktiviert**

Safety function 3

Sicherheitsfunktion 3 **nicht aktiviert**

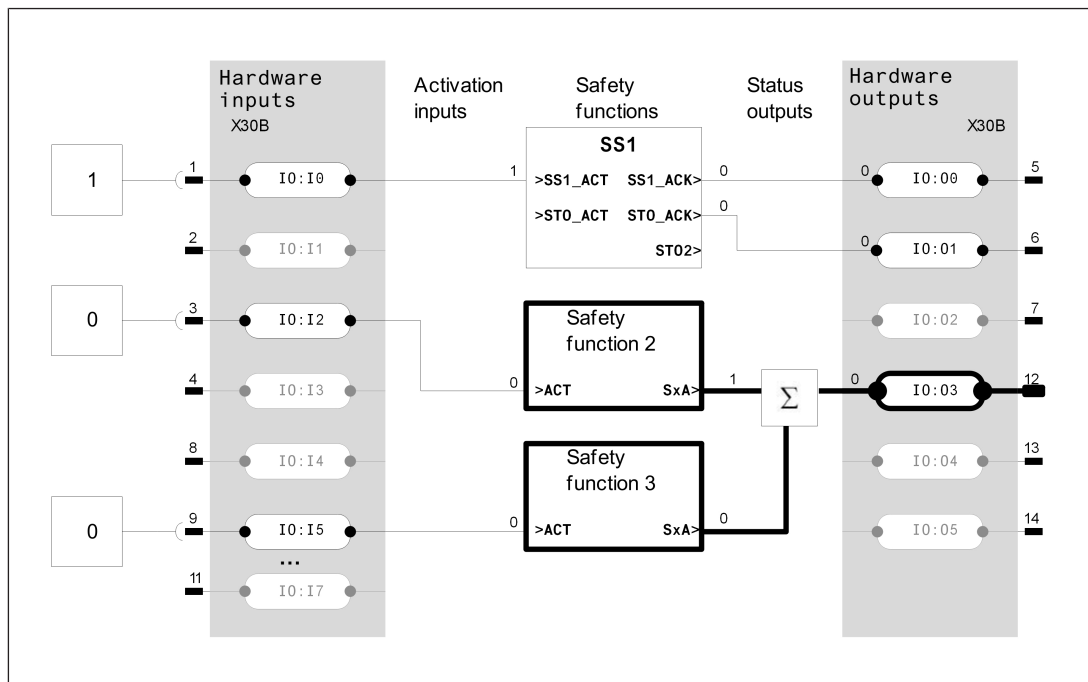


Abb.: Beispiel Sammelausgang 02

Legende

- | | |
|-------------------|--|
| Safety function 2 | Sicherheitsfunktion 2 aktiviert |
| Safety function 3 | Sicherheitsfunktion 3 aktiviert |

Versorgungsspannung

- Die 1-poligen Hardware-Ausgänge werden über die 24 V_{DC} Einspeisung am X30A (Pin 3 und Pin 6) versorgt.

Allgemeines

- Die maximale Kapazität an einem Hardware-Ausgang ist begrenzt (siehe [Klassifizierung nach ZVEI, CB24I \[208\]](#), Sichere einpolige HL-Ausgänge). Der Anschluss einer höheren Kapazität kann zu einem Fehler führen.
- Der Betrieb mit elektronischen Schützen ist nicht geprüft und kann zu Fehlern führen. Beachten Sie unbedingt die Spezifikation der Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3.

Ausgangstest

- Eingeschaltete Hardware-Ausgänge werden mit regelmäßigen Ausschalttests geprüft.
 - Testimpulse für eingeschaltete Ausgänge: siehe [Technische Daten \[202\]](#)
 - Eingeschaltete Ausgänge werden für die Dauer des Testimpulses ausgeschaltet.
 - Die Last darf durch den Test nicht abschalten.
- Ausgeschaltete Hardware-Ausgänge werden mit regelmäßigen Einschalttests geprüft.
 - Testimpulse für ausgeschaltete Ausgänge: siehe [Technische Daten \[202\]](#)
 - Ausgeschaltete Ausgänge werden für die Dauer des Testimpulses eingeschaltet.
 - Die Last darf durch den Test nicht einschalten.



WARNUNG!

Verletzungsgefahr durch unbeabsichtigtes Einschalten der Last

- Beachten Sie die Impulsdauer, Wiederholungszeit der Einschalttests bei der Beschaltung eines Hardware-Ausgangs mit Kapazitäten.

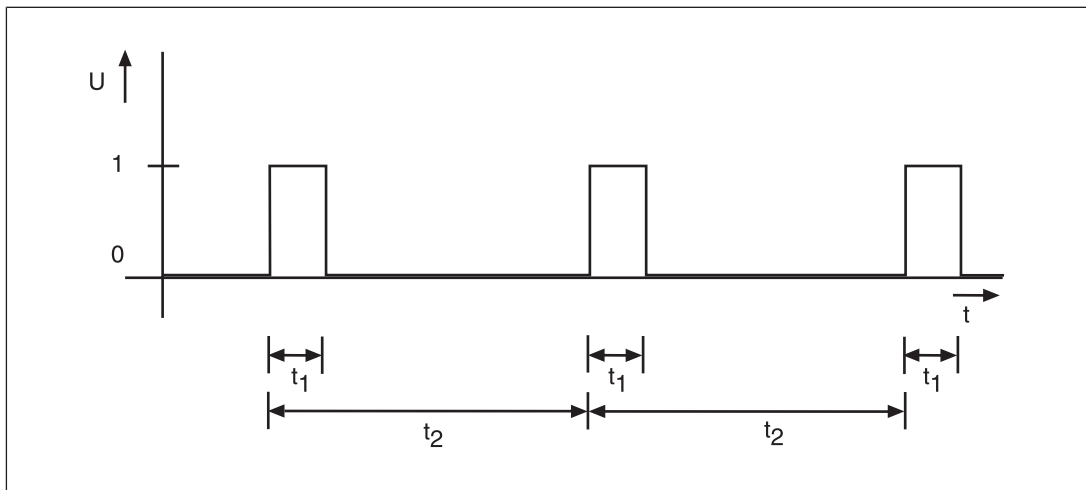


Abb.: Zeitdiagramm

Legende

- 1 1-Signal (high)
- t_1 Impulsdauer des Ein-/Ausschalttests (siehe [Technische Daten \[202\]](#))
- t_2 Wiederholungszeit, Zeit zwischen zwei Ein-/Ausschalttests im Normalfall (siehe [Technische Daten \[202\]](#))
- 0 0-Signal (low)

Ein- und Ausschalttests konfigurieren



WICHTIG

Für Anwendungen nach PL e (Kategorie 4) und SIL 3 müssen die Ein- und Ausschalttests eingeschaltet (aktiviert) werden.

Wenn eine Anlage empfindlich auf Testimpulse reagiert, kann die Testtaktung für einzelne Hardware-Ausgänge abgeschaltet werden.

Je nach Sicherheitsanforderung muss der Test durch andere Maßnahmen ersetzt werden:

- ▶ Bei ausgeschalteten Einschalt-Testimpulsen
 - Der korrekte Schaltzustand wird immer geprüft. Es wird nicht mehr geprüft, ob sich ein ausgeschalteter Hardware-Ausgang noch einschalten lässt.
 - Erst beim nächsten Einschalten des Hardware-Ausgangs wird erkannt, ob sich der Ausgang schalten lässt.
 - Es sind keine Einschaltpulse mehr im Ausgangssignal vorhanden.
- ▶ Bei ausgeschalteten Ausschalt-Testimpulsen:
 - Der korrekte Schaltzustand wird immer geprüft. Es wird nicht mehr geprüft, ob sich ein eingeschalteter Hardware-Ausgang abschalten lässt.
 - Erst beim nächsten Ausschalten des Hardware-Ausgangs wird erkannt, ob sich der Ausgang schalten lässt.
 - Der Test der Spannungsversorgung der Hardware-Ausgänge lässt sich nicht abschalten. Daher sind auch weiterhin noch Abschaltpulse im Ausgangssignal vorhanden.

Konfiguration der Ausschalttests im Konfigurations-Tool:

Wählen Sie in der Menüleiste **Fenster** den Button **I/O-Einstellungen**.

Physikalische Adresse	Einschalttest	Ausschalttest	Beschreibung
IO: 00 ... IO: 0x	Aktiviert/Deaktiviert (Default: aktiviert)	Aktiviert/Deaktiviert (Default: aktiviert)	Über das Auswahl-feld wird festgelegt ob der Ein-/Aus-schalttest ein- oder ausgeschaltet ist.

Test auf Querschluss

Es wird regelmäßig ein Querschlusstest zwischen den Hardware-Ausgängen durchgeführt.

Für Anwendungen nach PL e (Kategorie 4) und SIL 3 muss die Querschlusserkennung durch den Einschalt-/Ausschalttest gewährleistet werden.

5.4.2.2

Sichere 2-polige Hardware-Ausgänge

Zuordnung der 2-poligen Hardware-Ausgänge

Ist ein 2-poliger Bremsenausgang SBC+/SBC- der Sicherheitsfunktion SBC zugeordnet, wird dieser im Betrieb zyklisch gesetzt.

0-Signal (0 V) am Hardware-Ausgang (SBC+/SBC-):

- ▶ Ausgang ist hochohmig.
- ▶ Last ist stromfrei.

- Eine angeschlossene ruhestrombetätigte Bremse fällt ein, wodurch das Bremsmoment/ die mechanische Bremskraft an der Achse aufgebracht wird.

1-Signal (+24 V) am Hardware-Ausgang (SBC+/SBC-):

- Ausgang ist niederohmig.
- Last wird mit Strom versorgt.
- Eine angeschlossene ruhestrombetätigte Bremse wird gelüftet, wodurch das Bremsmoment/die mechanische Bremskraft an der Achse aufgehoben wird.

Das Sicherheitsmodul verfügt über zwei sichere zweipolige Hardware-Ausgänge zur Ansteuerung ruhestrombetätigter, mechanischer Bremsen. Die beiden Ausgänge können nur der Sicherheitsfunktion SBC zugeordnet werden.

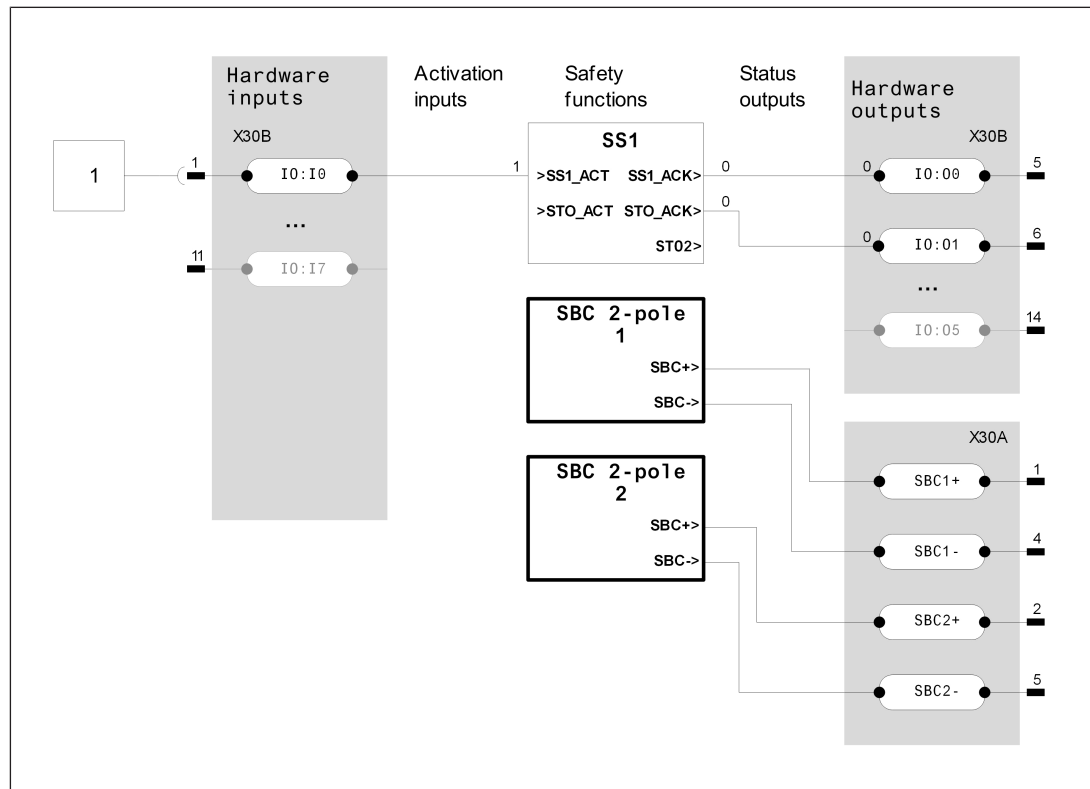


Abb.: Zuordnung IO SBC

Legende

SBC 2-pole Sicherer 2-poliger Hardware-Ausgang zur Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse

Versorgungsspannung

- Die 2-poligen Bremsenausgänge werden über die 24 V Einspeisung am X30A (Pin 3 und Pin 6) versorgt.

Allgemeines

- ▶ Die maximale Kapazität an einem Hardware-Ausgang ist begrenzt (siehe [Klassifizierung nach ZVEI, CB24I](#)  208], Sichere zweipolige HL-Ausgänge). Der Anschluss einer höheren Kapazität kann zu einem Fehler führen.
- ▶ Der Betrieb mit elektronischen Schützen ist nicht geprüft und kann zu Fehlern führen. Beachten Sie unbedingt die Spezifikation der Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3.
- ▶ Durch den Test des 2-poligen Hardware-Ausgangs kann ein Drahtbruch erkannt werden.
- ▶ Der Ausgang ist nicht als 1-poliger Ausgang nutzbar.

Ausgangstest

- ▶ Einschaltete Hardware-Ausgänge werden mit regelmäßigen Ausschalttests geprüft.
 - Testimpulse für eingeschaltete Ausgänge: [siehe Technische Daten](#)  202]
 - Einschaltete Ausgänge werden für die Dauer des Testimpulses ausgeschaltet.
 - Die Last darf durch den Test nicht abschalten.
- ▶ Ausgeschaltete Hardware-Ausgänge werden mit regelmäßigen Einschalttests geprüft.
 - Testimpulse für ausgeschaltete Ausgänge: [siehe Technische Daten](#)  202]
 - Ausgeschaltete Ausgänge werden für die Dauer des Testimpulses eingeschaltet.
 - Die Last darf durch den Test nicht einschalten.

Drahtbrucherkennung

- ▶ Das Modul erkennt einen Drahtbruch zwischen den Hardware-Ausgängen SBC+ und SBC-.
- ▶ Das Ergebnis der Drahtbrucherkennung wird durch eine Fehlerreaktion gemeldet.
- ▶ Lasten über 3 kOhm können fälschlicherweise als Drahtbruch erkannt werden.

5.5 SafetyNET p RTFL-Schnittstelle

Die SafetyNET p RTFL-Schnittstelle, im Folgenden auch als SafetyNET p bezeichnet, dient zum sicheren Datenaustausch zwischen einem oder mehreren Steuerungssystemen PNOZmulti 2 und einem oder mehreren Sicherheitsmodulen PMCprotego S3 über ein sicheres Bussystem.



INFO

Im SafetyNET p RTFL-Netzwerk muss mindestens ein sicheres Kleinsteuerungssystem PNOZmulti 2 mit Erweiterungsmodul PNOZmulti m EF SafetyNET ab Version HW: 02, FW: 01.01 verbunden sein. Die an der SafetyNET p-Kommunikation beteiligten PNOZmulti-Projekte müssen mit einem PNOZmulti Configurator $\geq 10.11.0$ erstellt werden.

Die an der SafetyNET p-Kommunikation beteiligten PASmotion-Projekte (PMCprotego D und PMCprotego S3) müssen mit einem PASmotion Configurator $\geq 1.4.0$ erstellt werden.

Weitere Informationen und Bedienungsanleitungen finden Sie im Internet unter www.pilz.com.

Die sicheren Ein- und Ausgangsdaten, die über SafetyNET p übertragen werden, werden für jedes Sicherheitsmodul PMCprotego S3 im Konfigurations-Tool PASmotion ausgewählt und konfiguriert. Die Zuordnung der Ein- und Ausgänge zu den SafetyNET p-Teilnehmern erfolgt im Konfigurations-Tool PNOZmulti Network Editor.

In der Online-Hilfe des des PNOZmulti Network Editors finden Sie eine weitere Beschreibung zur Konfiguration.

SafetyNET p-Netzwerk:

Es können bis zu 16 Teilnehmer über SafetyNET p verbunden werden und somit miteinander kommunizieren. Die SafetyNET p-Teilnehmer werden in einer Linientopologie verbunden. Das heißt, alle Teilnehmer werden ohne Abzweige aneinandergereiht. Die Reihenfolge der Teilnehmer hat keinen Einfluss auf die Kommunikation.

Datenaustausch:

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 kann mit maximal drei anderen SafetyNET p-Teilnehmern Daten austauschen. Die Kommunikation kann beginnen, wenn alle konfigurierten SafetyNET p-Teilnehmer verfügbar sind.

Die Kommunikation wird beendet, sobald ein SafetyNET p-Teilnehmer die Teilnahme beendet (im Stopp-Zustand ist).

- ▶ Der Datenaustausch erfolgt zyklisch.
- ▶ Zu Beginn eines Zyklus liest das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 die Eingangsdaten vom SafetyNET p-Netzwerks ein.
- ▶ Nach Ende eines Zyklus des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 werden die Ausgangsdaten an das SafetyNET p-Netzwerk übertragen.
- ▶ Innerhalb des nächsten Zyklus werden die Ausgangsdaten an alle teilnehmenden Module übertragen.

Maximale Verarbeitungszeit der SafetyNET p-Eingänge

Ein Signal (0-Signal oder 1-Signal) wird nur sicher erkannt und an das Prozessabbild (PAE) übermittelt, wenn es länger ansteht als die Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#) [ 202]).

Maximale Verarbeitungszeit = 1 x Tcycle (Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls)

Sichere Feldbus-Ein- und-Ausgänge:

Für jedes Sicherheitsmodul können 32 sichere Feldbus-Ausgänge und 32 sichere Feldbus-Eingänge definiert werden. Die Zuordnung der Ein- und Ausgänge zu den kommunizierenden Systemen wird im Konfigurations-Tool PNOZmulti Network Editor festgelegt.

PNOZmulti Configurator und PNOZmulti Editor

Um Netzwerkprojekte anlegen zu können benötigen Sie zusätzlich den PNOZmulti Configurator und den PNOZmulti Network Editor.

PNOZmulti Configurator und PNOZmulti Network Editor installieren

Link zur Software PNOZmulti Configurator (www.pilz.com [Download Software PNOZmulti Configurator](#)).

Der PNOZmulti Network Editor ist Bestandteil des PNOZmulti Configurators.

Voraussetzungen

In der PASmotion Projektverwaltung ist ein Projekt mit folgenden Geräten enthalten:

- ▶ Servoverstärker PMCprotego D
- ▶ Sicherheitsmodul PMCprotego S3

Anwendungsbeispiel

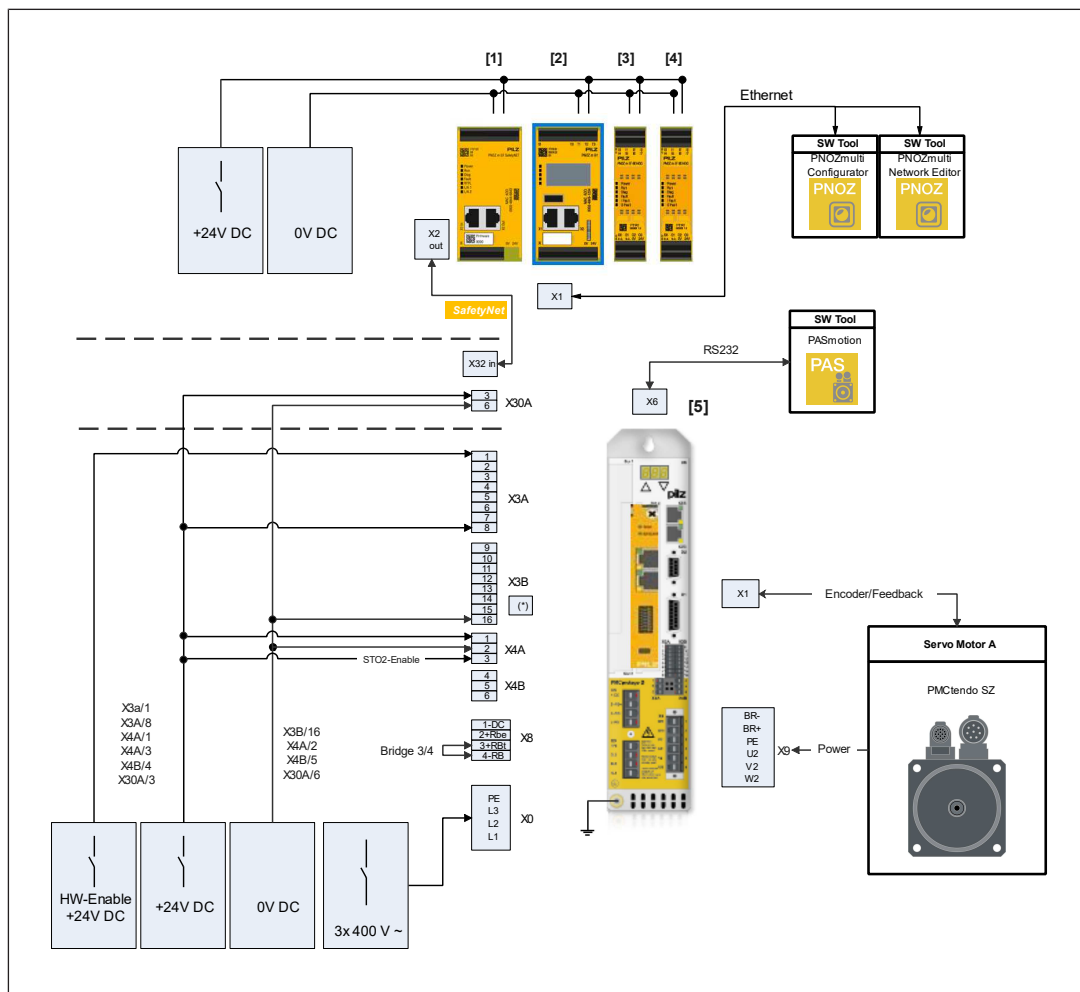


Abb.: Anwendungsbeispiel PMCProtego S3 mit SafetyNET p RTFL-Schnittstelle

Legende

- [1] PNOZ m EF SafetyNET
- [2] Basisgerät PNOZ m B1
- [3] Ein-/Ausgangsmodul PNOZ m EF 8DI4DO (optional)
- [4] Ein-/Ausgangsmodul PNOZ m EF 8DI4DO (optional)
- [5] PMCProtego D mit Sicherheitsmodul PMCProtego S3



INFO

(*)

PMCProtego D, Anschluss X3B, Pin 14 und 15: Das BTB (betriebsbereit) Relais muss in den Nothalt eingebunden werden (weitere Informationen siehe Bedienungsanleitung PMCProtego D).

5.6 Fehlererkennung Motor-Encoder

Hier werden verschiedene Aspekte der Fehlererkennung Motor-Encoder aufgezeigt.

5.6.1 Möglichkeiten

Zur Erzeugung sicherer Geschwindigkeits- und Positionswerte müssen Fehler der angeschlossenen Encoder sicher erkannt werden. Das Sicherheitsmodul bietet verschiedene Möglichkeiten, den angeschlossenen Motor-Encoder zu plausibilisieren.

In einigen Anwendungsfällen wird ein zusätzlicher, externer Encoder benötigt. Mit diesem zweiten Encoder können zusätzliche Fehler in der mechanischen Übertragungsstrecke zwischen Motor und der angetriebenen Einrichtung erkannt werden.

Sensorik	Unterstützter Motortyp			Unterstützte Sicherheitsfunktionen		
	Rotativer Synchron-motor	Linearer Synchron-motor	Asynchron-motor	SS1, SS2	SOS, SLS, SSR, SDI, SLI, SBC, SBT	SLP
Motor-Encoder und interne Systemgrößen	X	X	--	X	X	--
Motor-Encoder und externer Inkremental-Encoder (TTL)	X	X	X	X	X	--
Motor-Encoder und externer Absolutwert-Encoder (SSI)	X	X	X	X	X	X



INFO

Beim Einsatz von Asynchronmotoren müssen zur Plausibilisierung zwei unterschiedliche Encoder verwendet werden.



WICHTIG

Zur Gewährleistung der Diversität und Vermeidung von Common-Cause-Fehlern (CCF) darf der externe Encoder nicht vom gleichen Hersteller sein wie der Motor-Encoder (Vorsicht bei Brandlabel-Produkten!).

Zwangsdynamisierung Encoder

Um Fehler der angeschlossenen Encoder auch bei längerem Stillstand der Antriebsachse erkennen zu können, muss die Achse innerhalb von 8 Stunden bei aktiver Sicherheitsfunktion wie folgt verfahren werden:

- ▶ Mindestens eine Motorumdrehung, bei rotativen Synchronmotoren/Asynchronmotoren
- ▶ Mindestens eine Strecke von $(\text{Polzahl}/2) * \text{Polpaarbreite}$, bei linearen Synchronmotoren

5.6.2 Wegstrecke bis zur Fehlererkennung

Fehler eines angeschlossenen Motor-Encoders können durch die Plausibilisierung mit internen Systemgrößen erst nach bestimmten Wegstrecken erkannt werden. Dies muss in der Sicherheitsbetrachtung, zum Beispiel bei der Ermittlung der Nachlaufwege, berücksichtigt werden. Bei der Verwendung von zwei Encodern kann eine maximale zulässige Abweichung der Positionswerte der beiden Encoder im Konfigurations-Tool parametrierbar werden.

Sensorik	Fehlererkennung je Motortyp		
	Rotativer Synchronmotor	Linearer Synchronmotor	Asynchronmotor
Motor-Encoder und interne Systemgrößen	Spätestens nach einer mechanischen Motorumdrehung	Spätestens nach einer gefahrenen Strecke von $(\text{Polzahl}/2) * \text{Poolpaarbreite}$	--
Motor-Encoder und externer Inkremental-Encoder (TTL)	Maximale Abweichung der beiden Encoder-Positionen ist parametrierbar, spätestens aber nach einer mechanischen Motorumdrehung	Maximale Abweichung der beiden Encoder-Positionen ist parametrierbar, spätestens aber nach einer gefahrenen Strecke von $(\text{Polzahl}/2) * \text{Poolpaarbreite}$	Maximale Abweichung der beiden Encoder-Positionen ist parametrierbar, spätestens aber nach einer mechanischen Motorumdrehung
Motor-Encoder und externer Absolutwert-Encoder (SSI)			

5.6.3 Maximal erreichbare Sicherheitsintegrität

Die verschiedenen Möglichkeiten zur Fehlererkennung erreichen bei allen Sicherheitsfunktionen maximal folgende Werte für die Sicherheitsintegrität:

Sensorik	Max. erreichbare Sicherheitsintegrität		
	Rotativer Synchronmotor	Linearer Synchronmotor	Asynchronmotor
Motor-Encoder und interne Systemgrößen	SIL CL 3 nach EN 62061 PL e (Kategorie 4) nach EN ISO 13849-1		
Motor-Encoder und externer Inkremental-Encoder (TTL)			
Motor-Encoder und externer Absolutwert-Encoder (SSI)			

Die sicherheitstechnischen Kennzahlen des sicheren Antriebssystems sind abhängig von den Ausfallraten der verwendeten Encoder.

Im Kapitel [Technische Daten](#) [202]/Sicherheitstechnische Kennzahlen sind bereits verschiedene Encoder mit ihren Ausfallraten berücksichtigt.

5.7 Reaktionszeiten

Typ C-Normen für Maschinen legen Mindestabstände zwischen einer Schutzeinrichtung und dem Gefährdungsbereich entweder direkt fest oder verweisen auf die internationale Norm ISO 13855.

Zur Bestimmung der Mindestabstände muss der Nachlauf der gefährbringenden Bewegung des Gesamtsystems ermittelt werden.

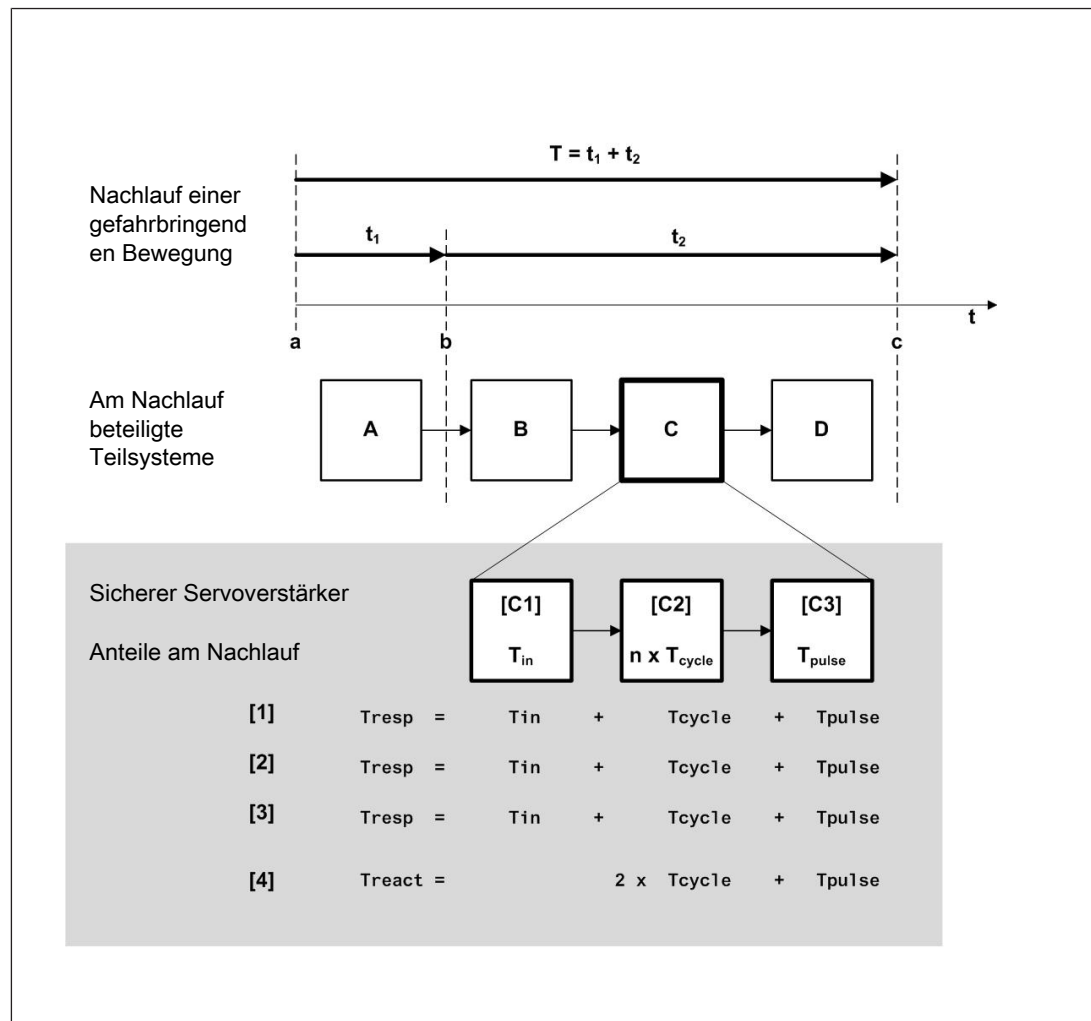


Abb.: Reaktionszeiten

Legende

- T Nachlauf des gesamten Systems
- t_1 Ansprechzeit der Schutzeinrichtung
- t_2 Anhaltezeit
- a Auslösen der Schutzeinrichtung
- b AUS-Signal ist erzeugt
- c Sicherer Zustand der Maschine
- A Sensor/Schutzeinrichtung

- B Übergeordnete Sicherheitssteuerung
- C Sicherer Servoverstärker
- D Mechanik
- [C1] Eingangsverzögerung
- [C2] Prozessorsystem des Sicherheitsmoduls
- [C3] Verzögerungszeit der sicheren Pulssperre
- [1] Antwortzeit für Stopp-Funktion (Stopp-Kategorie 0) über STO_ACT Eingang
- [2] Antwortzeit für Stopp-Funktion (Stopp- Kategorie 0) über SS1_ACT Eingang
- [3] Antwortzeit für Aktivierung der Bewegungsüberwachung bis zur Fehlerreaktion von SS1 (Verzögerungszeit 0)
- [4] Reaktionszeit für Bewegungsüberwachung (bereits aktiv) bis zur Fehlerreaktion von SS1 (Verzögerungszeit 0)

Der Nachlauf der gefahrbringenden Bewegung einer Maschine setzt sich aus mehreren Zeiten zusammen.

Für das Teilsystem C – Sicherer Servoverstärker – sind die folgenden Zeiten in dieser Dokumentation angegeben:

Zeit	Beschreibung	Kapitel
Tin	Maximale Verarbeitungszeit des Eingangs	Hardware-Eingänge
		SafetyNET p RTFL-Schnittstelle
Tcycle	Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls	Technische Daten
Tpulse	Verzögerungszeit der sicheren Pulssperre	Technische Daten
Treact	Maximale Fehlerreaktionszeit	Reaktionszeiten
Tresp	Maximale Antwortzeit	Reaktionszeiten

Maximale Fehlerreaktionszeit Treact

Diese Zeit beinhaltet

- die Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls.
- die Verzögerungszeit der sicheren Pulssperre.

Als Fehlerreaktionsfunktion beinhaltet diese Zeit die Sicherheitsfunktion STO (SS1 mit Verzögerungszeit 0).

Maximale Antwortzeit Tresp

Diese Zeit beinhaltet

- die maximale Verarbeitungszeit des Eingangs.
- die Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls.
- die Verzögerungszeit der sicheren Pulssperre.

Zykluszeit des Prozessorsystems Tcycle

Diese Zeit beinhaltet

- das Einlesen der Eingänge und der Positionswerte.
- das Ausführen der Sicherheitsfunktionen.
- das Erkennen von Grenzwertüberschreitungen.
- das Setzen der Ausgänge.
- das Auslösen der Sicherheitsfunktion STO im Fehlerfall.
- das Auslösen der Sicherheitsfunktion SS1 im Fehlerfall.



INFO

Zur Ermittlung der Nachlaufzeit des Gesamtsystems müssen die Reaktionszeiten aller Komponenten des Systems berücksichtigt werden. Beachten Sie hierzu auch die entsprechenden Dokumentationen der beteiligten Komponenten.

Erkennen einer Grenzwertüberschreitung

Eine Grenzwertüberschreitung wird erst zuverlässig erkannt, wenn sich der Antrieb länger als die Zykluszeit des Prozessorsystems Tcycle im nicht zulässigen Bereich befindet.



WARNUNG!

Verletzung des unzulässigen Bereichs wird bei speziellen Applikationen nicht erkannt

Wird ein konfigurierter Gefahrenbereich nur sehr kurz verletzt oder ein schmaler gesperrter Bereich mit hoher Geschwindigkeit durchfahren (z. B. bei aktiver Sicherheitsfunktion SLP oder SLP-M), so kann die Verletzung des nicht zulässigen Bereichs aufgrund der gegebenen Zykluszeit des Prozessors vom Sicherheitsmodul unter Umständen nicht erkannt werden.

- Prüfen Sie die ordnungsgemäße Ausführung der Sicherheitsfunktion bei einer realen Relevanz solcher Bedingungen (kurze Verletzung des Gefahrenbereichs, schnelle Durchfahrt durch den gesperrten Bereich).
- Beachten Sie auch das Kapitel [Sicherheitsprüfungen](#) [ 187].



WICHTIG

Für die Mechanik (Teilsystem D) muss die Zeit bis zum Erreichen des sicheren Zustands der Maschine ermittelt werden.

Die Zeiten für die Stopp-Funktionen (SS1, SS2) sind anwendungsspezifisch und sind in den angegebenen Zeiten nicht enthalten.



INFO

EingangsfILTERzeit

Die EingangsfILTERzeiten der Hardware-Eingänge I0 ... I7 können im Konfigurator, im Editor Sicherheitsfunktionen, unter "I/O-Einstellungen" eingestellt werden. Für die FILTERzeit steht ein Wertebereich zwischen 1 ms und 10 ms zur Verfügung. Standardmäßig ist eine FILTERzeit von 1 ms eingestellt.

5.8 Sicherer Wiederanlauf der Maschine

Der sichere Stillstand während des Eingriffs von Personen in Gefahrenbereiche ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für den Betrieb von Maschinen nach der Maschinenrichtlinie.

Die Norm EN ISO 14118 liefert hierzu eine Übersicht über verschiedene Maßnahmen zur Vermeidung eines unerwarteten Anlaufs.

Befindet sich die Maschine

- ▶ im Stillstand, darf das Rückstellen des Stopp-Befehls keinen Wiederanlauf einleiten, sondern ihn lediglich ermöglichen.
- ▶ nach einem Energieausfall im Stillstand, muss der spontane Wiederanlauf einer Maschine bei Wiederkehr der Energie verhindert werden, wenn durch einen derartigen Wiederanlauf eine Gefährdung entstehen könnte.
- ▶ im Stillstand, darf die Einwirkung auf Sensoren der Maschine keine gefährlichen Bewegungen einleiten.

Das Sicherheitsmodul stellt zur Vermeidung eines unerwarteten Anlaufs folgende Sicherheitsfunktionen zur Verfügung:

- ▶ Sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- ▶ Sicherer Betriebshalt (SOS)
- ▶ Sichere Wiederanlaufsperrung (SRL)



WICHTIG

Das Anlaufverhalten des Sicherheitsmoduls nach einem Fehler oder einem Stopp ist im nachfolgenden Kapitel Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls beschrieben und muss bei der Konstruktion des sicheren Wiederanlaufs der Maschine berücksichtigt werden.

5.9 Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls

Im Betriebszustand STO (siehe [Betriebszustände](#)  190)

- ▶ ist die Sicherheitsfunktion STO aktiviert. (Der Motor ist drehmoment-/kraftfrei geschaltet, eine Endstufenfreigabe seitens des Servoverstärkers ist nicht möglich.)
- ▶ liegt am Rückmeldeausgang STO_ACK ein 1-Signal an.

Um den Betriebszustand STO zu verlassen (siehe Kapitel [Betriebszustände](#)  190), ist ein Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls erforderlich.

Der RESET des Sicherheitsmoduls kann auf verschiedene Weise ausgelöst werden:

- ▶ **sicherheitsgerichtet**, durch eine übergeordnete Sicherheitssteuerung
 - über die Eingänge SS1_ACT oder STO_ACT der Sicherheitsfunktion SS1
 - über den Eingang ACT der Sicherheitsfunktion SRL (Safe Restart Lock)
- ▶ **nicht sicherheitsgerichtet**, durch den Servoverstärker
 - über den Befehl "CLRFAULT"

Der Übergang der Betriebszustände von STO → STARTUP → RUN/FSRUN des Sicherheitsmoduls wird als RESTART bezeichnet (siehe [Betriebszustände](#)  190)). Beim Wechsel von STARTUP nach RUN/FSRUN wird die Sicherheitsfunktion STO deaktiviert (Endstufenfreigabe seitens des Servoverstärkers ist möglich) und der Motor kann eine Bewegung ausführen.

Das RESET-Verhalten des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 kann durch Konfiguration an die Bedürfnisse der Anwendung angepasst werden:

RESET Trigger	RESET-Verhalten	Beschreibung
Eingänge SS1_ACT/STO_ACT	0: NOP	Keine Aktion Ein RESTART findet nicht statt.
	1: RESTART	Fehler quittieren Der RESTART wird ausgelöst.
CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers	0: NOP	Keine Aktion Ein RESTART findet nicht statt.
	1: ACK ERR	Fehler quittieren Ein RESTART findet nicht statt.
	2: RESTART	Fehler quittieren Ein RESTART wird ausgelöst.

RESET Trigger	RESET-Verhalten	Beschreibung
Sicherheitsfunktion SRL	0: NOP	Keine Aktion Ein RESTART findet nicht statt.
	1: ACK ERR	Fehler quittieren Ein RESTART findet nicht statt.
	2: RESTART	Fehler quittieren Ein RESTART wird ausgelöst.



WICHTIG

Ein RESTART des Sicherheitsmoduls kann nur erfolgen, wenn an den Eingängen SS1_ACT und STO_ACT (optional) ein 1-Signal anliegt.

Sicherheitsgerichteter RESET durch die Eingänge SS1_ACT oder STO_ACT

Durch einen Wechsel von 0-Signal auf 1-Signal an einem der beiden Eingänge wird das Rücksetzen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 ausgelöst.

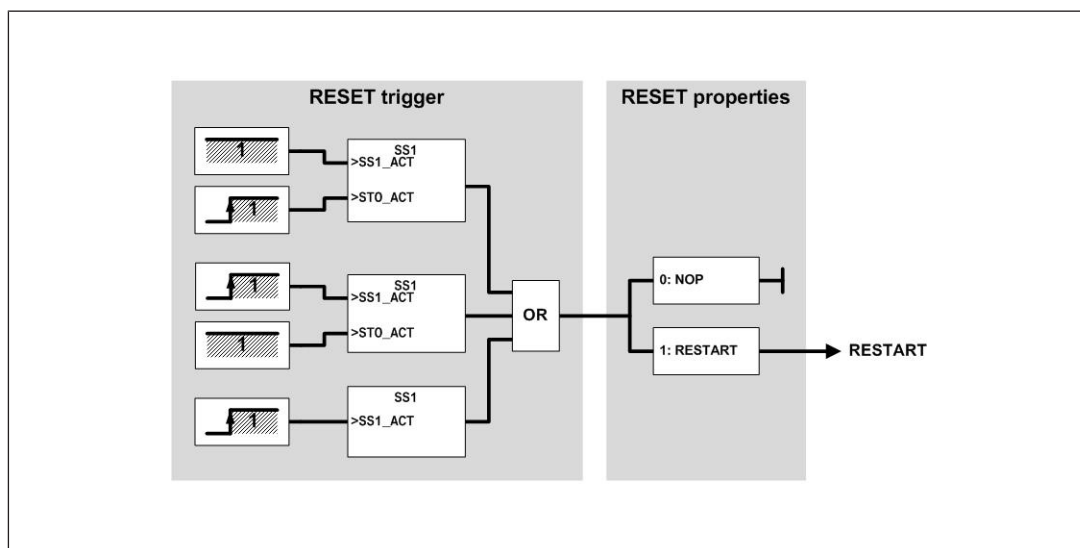


Abb.: RESET durch die Eingänge SS1_ACT oder STO_ACT

Legende

NOP (No Operation) Keine Aktion
RESTART Ein RESTART wird ausgelöst

Konfiguration des RESET-Verhaltens im Konfigurations-Tool

Feld: RESET Trigger: Eingänge SS1_ACT/STO_ACT			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
RESET-Verhalten	0: NOP	--	Keine Aktion Ein RESTART findet nicht statt.
	1: RESTART	--	Ein RESTART wird ausgelöst.

**INFO**

Eine Kombination mit der Sicherheitsfunktion SRL (Safe Restart Lock) ist möglich (siehe oben). Dabei erfolgt der RESTART nur dann, wenn am Eingang der Sicherheitsfunktion SRL ein 1-Signal anliegt (Freigabe für einen RESTART).

**WICHTIG**

Befindet sich das Sicherheitsmodul im Betriebszustand STO, ohne dass eine Stopp-Funktion aktiviert wurde (z. B. durch einen internen Fehler), so liegt an den Eingängen ein 1-Signal an. Um das Rücksetzen des Sicherheitsmoduls auszulösen, sind von der übergeordneten Steuerung folgende Schritte auszuführen:

- Auswerten des STO_ACK-Signals um den Betriebszustand STO zu erkennen
- Den sicheren Zustand der Maschine/Anlage herstellen
- An einem der Eingänge der Sicherheitsfunktion SS1 eine positive Flanke erzeugen

Nicht sicherheitsgerichteter RESET durch den CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers

Der CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers kann wie folgt verwendet werden:

- ▶ Er führt im Sicherheitsmodul keine Aktion aus (0: NOP).
- ▶ Er quittiert den Fehler-Stack des Sicherheitsmoduls (1: ACK ERR).
- ▶ Er quittiert den Fehler-Stack und löst einen RESTART des Sicherheitsmoduls aus (2: RESTART).

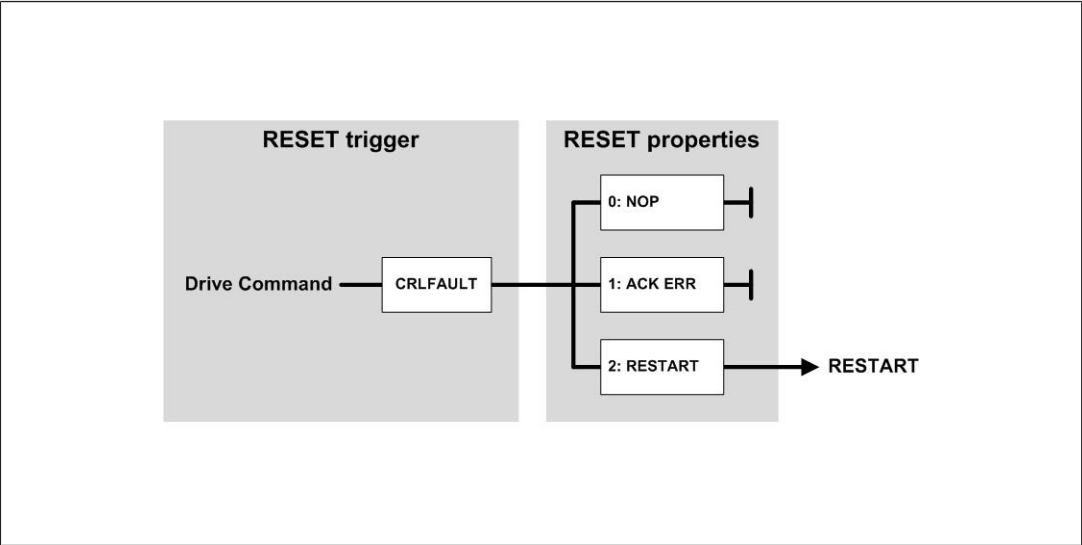


Abb.: RESET durch den CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers

Konfiguration des RESET-Verhaltens im Konfigurations-Tool

Feld: RESET Trigger: CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
RESET-Verhalten	0: NOP	--	Keine Aktion Ein RESTART findet nicht statt.
	1: ACK ERR	--	Fehler quittieren Ein RESTART findet nicht statt.
	2: RESTART	--	Fehler quittieren Ein RESTART wird ausgelöst.



GEFAHR!

Verletzungen bis hin zum Tod durch unerwarteten Anlauf des Motors

Wird ausschließlich der nicht sicherheitsgerichtete CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers zum RESTART des Sicherheitsmoduls verwendet, kann dies zu einer unbeabsichtigten Freigabe des Servoverstärkers und damit zu einem unerwarteten Anlauf des Motors führen.

Verwenden Sie den CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers in Kombination mit der Sicherheitsfunktion sichere Wiederanlaufsperr (SRL) oder verwenden Sie die Eingänge SS1_ACT/STO_ACT der Sicherheitsfunktion SS1. Beide Kombinationen ermöglichen einen sicherheitsgerichteten RESET des Sicherheitsmoduls.

Sicherheitsgerichteter RESET durch die Sicherheitsfunktion SRL

Die Sicherheitsfunktion SRL kann wie folgt verwendet werden:

- ▶ Als sicherheitsgerichtete Freigabe für einen RESTART (0: NOP, 1: ACK ERR). Der RESTART kann durch die alternativen RESTART-Möglichkeiten Eingänge SS1_ACT/STO_ACT oder durch den CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers ausgelöst werden.
- ▶ Auslösen des RESTARTs des Sicherheitsmoduls (2: RESTART).

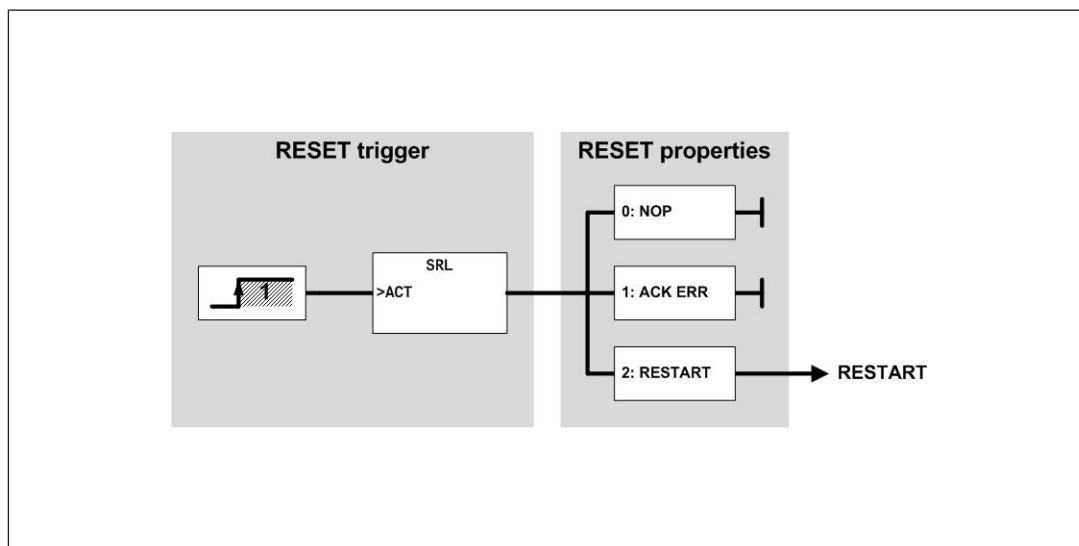


Abb.: RESET durch die Sicherheitsfunktion SRL

Legende

NOP	(No Operation) Keine Aktion
ACK ERR	(Acknowledge Errors) Fehler quittieren
RESTART	Ein RESTART wird ausgelöst.

Konfiguration des RESET-Verhaltens im Konfigurations-Tool

Feld: RESET Trigger: Sicherheitsfunktion SRL			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
RESET-Verhalten	0: NOP	--	Keine Aktion Ein RESTART findet nicht statt.
	1: ACK ERR	--	Fehler quittieren Ein RESTART findet nicht statt.
	2: RESTART	--	Fehler quittieren Ein RESTART wird ausgelöst.

Die Sicherheitsfunktion SRL wird ausführlich in folgendem Kapitel beschrieben [Sichere Wiederanlaufsperr \(SRL\)](#) [148]

Eine Kombination mit dem CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers ist möglich (siehe oben). Dabei erfolgt der RESTART nur dann, wenn am Eingang der Sicherheitsfunktion SRL ein 1-Signal anliegt (Freigabe für einen RESTART).

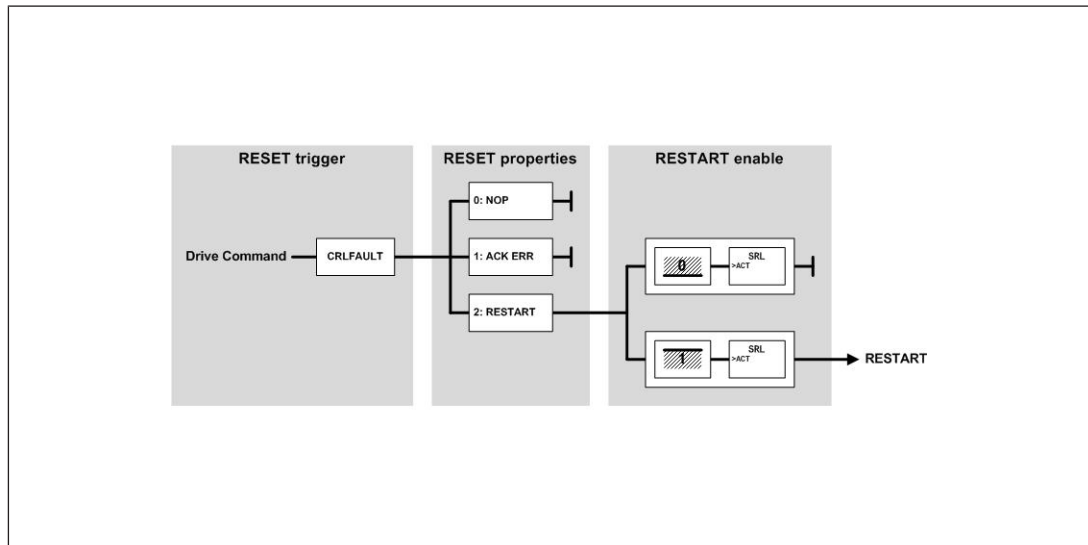


Abb.: RESTART durch den CLRFAULT-Befehl des Servoverstärkers und Freigabe durch die Sicherheitsfunktion SRL

Legende

NOP	(No Operation) Keine Aktion
ACK ERR	(Acknowledge Errors) Fehler quittieren
RESTART	Ein RESTART wird ausgelöst.

5.10 Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 ermöglicht die Ansteuerung und den Test von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen. Im Umfeld von "Halten von Lasten" können mechanische Bremsen an verschiedenen Sicherheitsfunktionen zur Risikominderung notwendig sein.

Mechanische Bremsen werden vor allem bei vertikalen Verfahrbewegungen eingesetzt, bei denen es zu Gefährdungen von Personen kommen kann. Infolge der Schwerkraft können die Bewegungen sowohl im Betrieb als auch im energielosen Zustand Gefährdungen verursachen.

Soll eine bereits stillgesetzte Last in ihrer Position gehalten werden, wird in aller Regel eine Bremse verwendet. Unter den vielen verschiedenen Anwendungsfällen kommt der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten" eine große Bedeutung zu. Im Sicherheitsmodul PMCprotego S3 kann die Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten" mit den Sicherheitsfunktionen SBC und SBT umgesetzt werden.

Neben dem sicheren Hochhalten können die Sicherheitsfunktionen SBC und SBT auch in anderen Anwendungen mit mechanischen Bremsen zur Risikominderung beitragen, wie zum Beispiel beim Stoppen von großen Masseträgheiten.

5.10.1 Definition der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten"

Die Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten" ist eine technische Maßnahme zur Verhinderung des ungewollten Herabsinkens von Lasten.

Schwerkraftbelastete Achsen müssen in Position gehalten werden:

- Im Normalbetrieb
- Im gestörten Betrieb

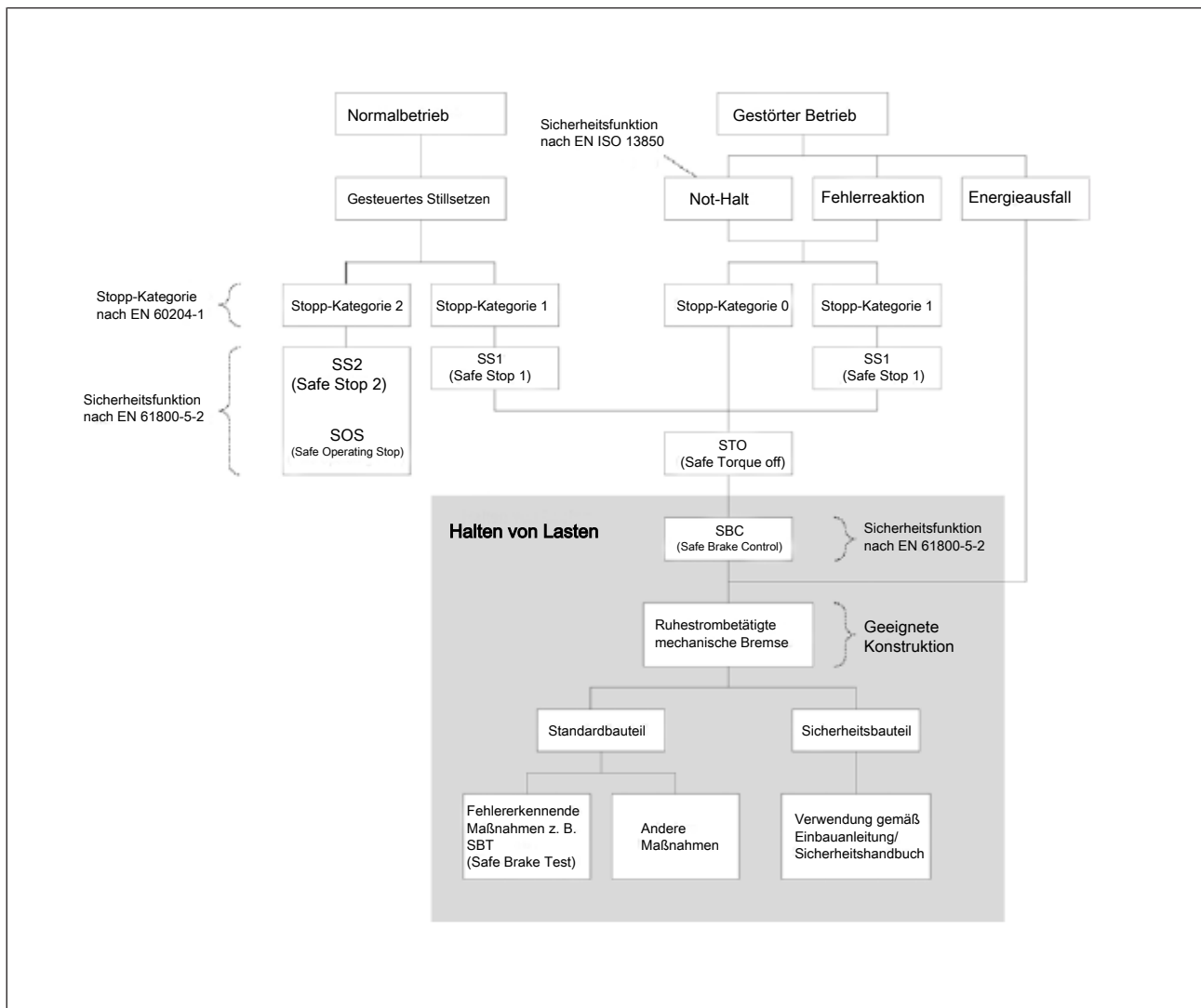


Abb.: Übersicht "Halten von Lasten" Normalbetrieb und Gestörter Betrieb

5.10.2 Ruhestrombetätigte, mechanische Bremsen

5.10.2.1 Sicherheitsbauteile

Mechanische Bremsen, die vom Hersteller zum sicheren Halten oder Stoppen angeboten werden, sind im Sinne der Maschinenrichtlinie Sicherheitsbauteile, sofern sie gesondert in den Verkehr gebracht werden.

Der Hersteller liefert mit der Bremse folgende Dokumente:

- Eine Konformitätserklärung
- Eine Einbauanleitung
- Ein Sicherheitshandbuch für die bestimmungsgemäße Verwendung in sicherheitsbezogenen Anwendungen

5.10.2.2 Standardbauteile

Häufig kommen Bremsen als Standardbauteile in Sicherheitsfunktionen zum Einsatz.

In diesem Fall muss der Anwender eine sicherheitstechnische Betrachtung nach EN ISO 13849-1 durchführen und den Nachweis erbringen, dass die Bremsen folgendes erfüllen:

- Alle Anforderungen des PL r – bezogen auf die Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten"

Weitere notwendige Maßnahmen sind:

- Eine geeignete Konstruktion der Bremse
- Fehlererkennende Maßnahme, zum Beispiel Bremsentest

5.10.2.3 Motorbremsen

Motorbremsen (motorintegrierte Bremsen) können nicht gesondert in Verkehr gebracht werden. Das heißt, sie können nicht unabhängig vom Motor in Verkehr gebracht werden. Deshalb können sie nicht als Sicherheitsbauteil nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG eingestuft werden.

5.10.3 Möglichkeiten zur Umsetzung "Halten von Lasten"

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 bietet die Möglichkeit

- der Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen.
- der Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung zum Hochhalten von Lasten.

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 stellt Funktionen und Schnittstellen zur Verfügung, die es dem Anwender erlauben, das "Halten von Lasten" auf verschiedene Arten zu realisieren.

Das Umsetzungskonzept wird bestimmt durch:

- Die Vorgabe von mechanischen Bremsen
(abhängig von der zu haltenden Last, Anbauort, ...)
- Den vorgegebenen Performance Level (PL r)
- Der vorgegebenen Kategorie
- Den Testmöglichkeiten

Aus den vorgegebenen mechanischen Bremsen leiten sich folgende Anforderungen ab:

- Ansteuerung der Bremsen
(Spannungen, Ströme, Leistungsabsenkung, Schnellabschaltung,...)
- Maßnahmen zur Fehlererkennung

5.10.3.1 Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen durch das Sicherheitsmodul

Bei der Leistungsansteuerung werden die Bremsen an die 2-poligen Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls angeschlossen.

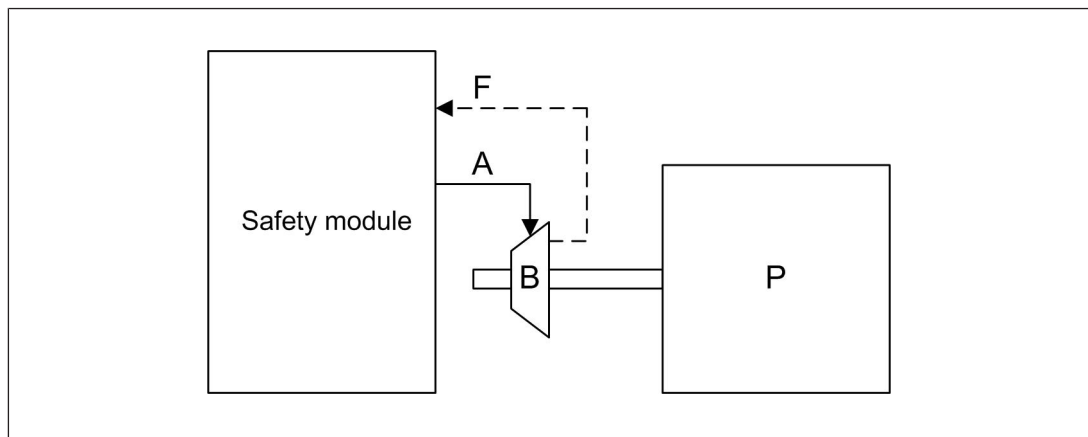


Abb.: Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen

Legende

- F Optionale Rückführung
- A Leistungsansteuerung
- B Ruhestrombetätigte, mechanische Bremse
- P Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerkraftbelastete Achse)

5.10.3.2

Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung

Bei der Verwendung einer externen sicheren Einrichtung wird diese über die 1-poligen sicheren Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls angesteuert. Diese Ausgänge müssen der Sicherheitsfunktion SBC zugeordnet werden.

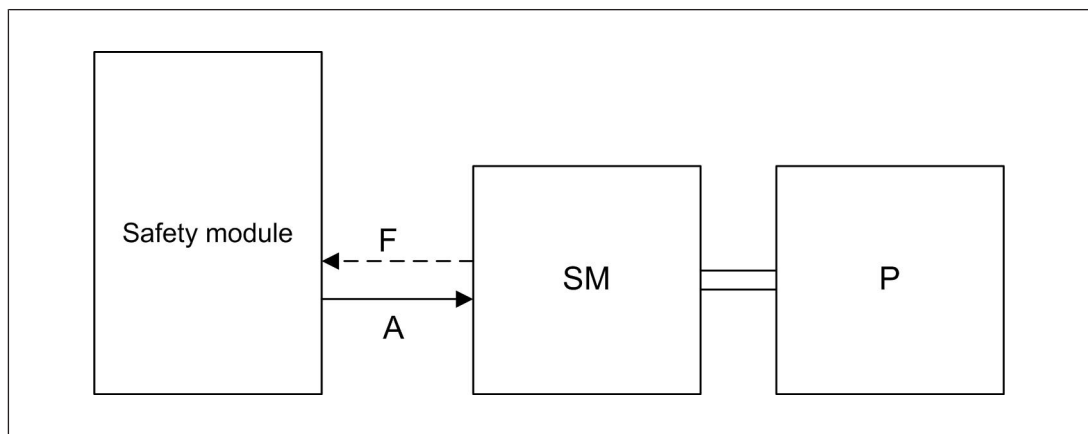


Abb.: Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung

Legende

- F Optionale Rückführung
- A Ansteuerungssignal
- SM Sichere Einrichtung zum Stillsetzen und Halten von Lasten
- P Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerkraftbelastete Achse)

5.10.4 Beispiele

Allgemeine Informationen zu den Beispielen:

In den Tabellen zur Sicherheitsintegrität werden die maximal erreichbaren Kategorien nach EN ISO 13849-1 angegeben.

Es können keine Performance Level angegeben werden, weil sich die Ausfallraten und die mechanischen Anforderungen von Anwendung zu Anwendung unterscheiden.

Folgende Anforderungen gelten für alle Beispiele "Halten von Lasten":

- ▶ Zur Erkennung einer gefahrbringenden Bewegung (z. B. Absacken der zu haltenden Last) muss zwingend eine sichere Bewegungsfunktion (z. B. SLS, SOS, ...) aktiv sein. Diese löst im Fehlerfall eine Fehlerreaktionsfunktion aus und aktiviert die Sicherheitsfunktion STO.
- ▶ Damit bei aktivierter Sicherheitsfunktion STO eine Bremse einfällt und dadurch die gefahrbringende Bewegung gestoppt wird, muss mindestens eine Sicherheitsfunktion SBC konfiguriert sein (siehe [Sichere Bremsenansteuerung \(SBC\)](#)  132]).
- ▶ Es muss eine Fehlerbetrachtung für die eingesetzte mechanische Bremse durchgeführt werden.
Dies muss für jede Anwendung durchgeführt werden.
- ▶ Es muss eine Fehlerbetrachtung für die angetriebene Einrichtung durchgeführt werden.
Dies muss für jede Anwendung durchgeführt werden.

Konfiguration Servoverstärker/Sicherheitsmodul mit der Software PASmotion

Für die folgenden Beispiele wird angenommen, dass die aufgeführten Bremsenrichtungen (Motorbremse, externe Bremse und/oder externe sichere Einrichtung) ausschließlich an den sicheren Hardware-Ausgängen des Sicherheitsmoduls angeschlossen sind. Die Ansteuerung erfolgt sicher über die SBC-Funktionsbausteine (SBC 1-polig/SBC 2-polig). Es ist keine Bremse am Standard-Bremsenausgang BR+/- des Servoverstärkers angeschlossen. Daraus ergeben sich bei der Konfiguration folgende zu beachtende Einstellungen:

In der Software PASmotion, bei der Konfiguration der Sicherheitsfunktionen, in den Einstellungen der Funktionsbausteine SBC (1-polig/2-polig) ist wählbar:

Der Parameter **Kopplung** kann aktiviert oder deaktiviert werden (Default: Deaktiviert), siehe [Sichere Bremsenansteuerung \(SBC\)](#)  132] "Kopplung Bremsenansteuerung Servoverstärker".

Ist der Parameter **Kopplung** aktiviert, müssen folgende Einstellungen im Konfigurator vorgenommen werden:

- ▶ Wählen Sie in der Parameter-Navigation des Servoverstärkers den Parameter **Motor** und wählen Sie im Feld **Bremse** den **Typ 4**: mit (keine Überwachung des Bremsenfehlers).
- ▶ Wählen Sie in der Parameter-Navigation des Sicherheitsmoduls den Parameter **Motor** und wählen Sie im Feld **Bremse** den **Typ 4**: Bremsenfehler (Bremse ohne Überwachung).



INFO

Für Motoren/Motor-Encoder mit elektronischem Typenschild ist, bei Änderung des Bremsentyps, zusätzlich ein Speichern des Parameters im Speicher des elektronischen Typenschilds notwendig. Geben Sie dazu im Terminal den ASCII-Befehl "HSAVE" ein.

Weitere Informationen zur Konfiguration des Servoverstärkers/Sicherheitsmoduls entnehmen Sie der Online-Hilfe der Software PASmotion.

5.10.4.1

"Halten von Lasten" mit einer Motorbremse und einer externen Einrichtung

Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Motorbremse und einer externen sicheren Einrichtung.

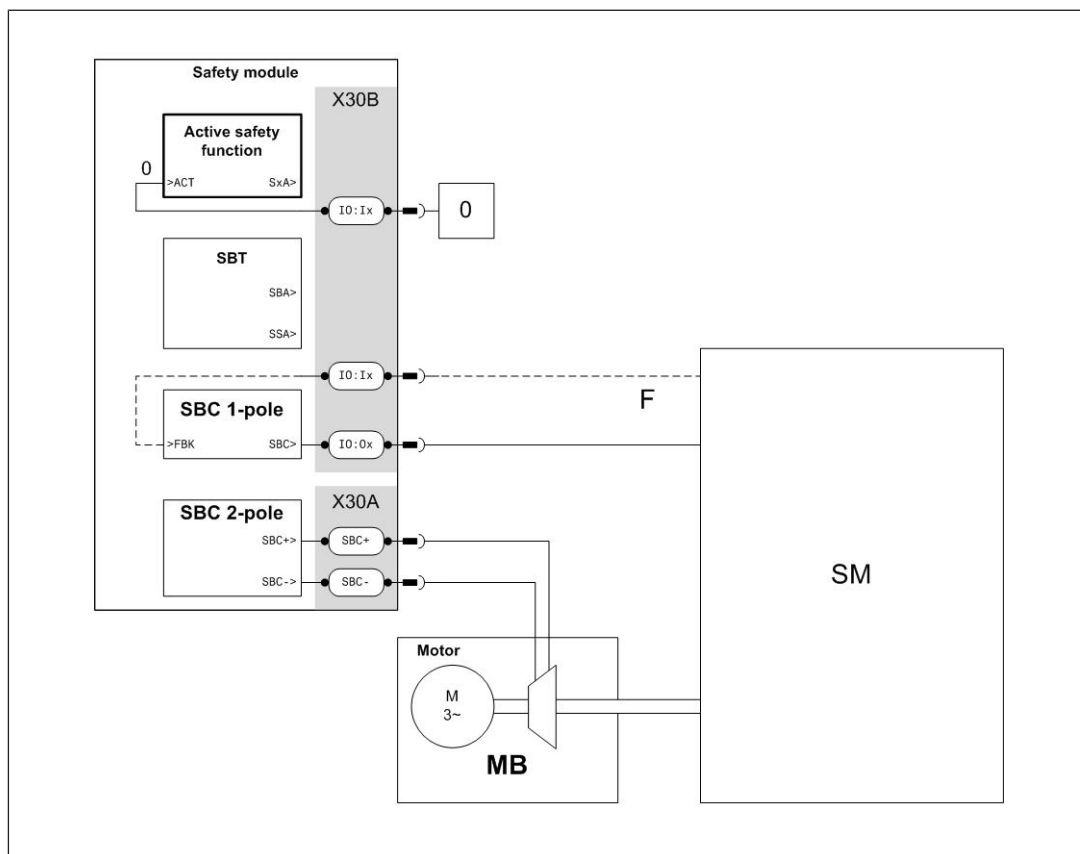


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer Motorbremse und einer externen sicheren Einrichtung

Legende

- F Optionale Lüftüberwachung
- SM Sichere Einrichtung zum Hochhalten von Lasten
- MB Ruhestrombetätigte, mechanische Motorbremse

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	4
Aktive Stoppfunktion oder Sicherheitsfunktion zur Bewegungsüberwachung	erforderlich
SBC (Safe Brake Control)	erforderlich
Rückführung SBC Lüftüberwachung	optional
SBT (Safe Brake Test)	erforderlich
Einstufung der Bremse als bewährtes Bauteil (Kat. 1)	nicht erforderlich
Einstufung der Bremse als Sicherheitsbauteil	optional

Es gelten folgende Hinweise:

- ▶ Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 erzeugt für die externe Einrichtung lediglich Ansteuersignale zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten".
- ▶ Bei Bedarf können Rückmeldesignale der Einrichtung vom Sicherheitsmodul PMCprotego S3 ausgewertet werden.
- ▶ Die externe Einrichtung ist als separates sicherheitsbezogenes Teilsystem (SRP/CS nach EN ISO 13849-1) zu betrachten.
- ▶ Für die sichere Einrichtung muss eine eigenständige Fehlerbetrachtung für die darin enthaltenen Komponenten durchgeführt werden (z. B. Bremse, Leistungsansteuerung, angetriebene Einrichtung, ...).
- ▶ Zur Fehlervermeidung und Fehlererkennung bei Überspannung beachten Sie bitte das Kapitel [Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen über Hardware-Ausgänge](#) [29].
- ▶ Bremsen müssen die Basisanforderungen der Anwendung erfüllen (Moment, Temperatur, Umgebung, Vibration, ...).
- ▶ Bremsen müssen entsprechend der vom Hersteller vorgesehenen bestimmungsgemäßen Verwendung eingesetzt werden.

5.10.4.2 "Halten von Lasten" mit einer externen Bremse (Standardbauteil)

Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse durch einen 2-poligen SBC +/- Ausgang (X30A) mit oder ohne Lüftungsüberwachung (Rückführung).

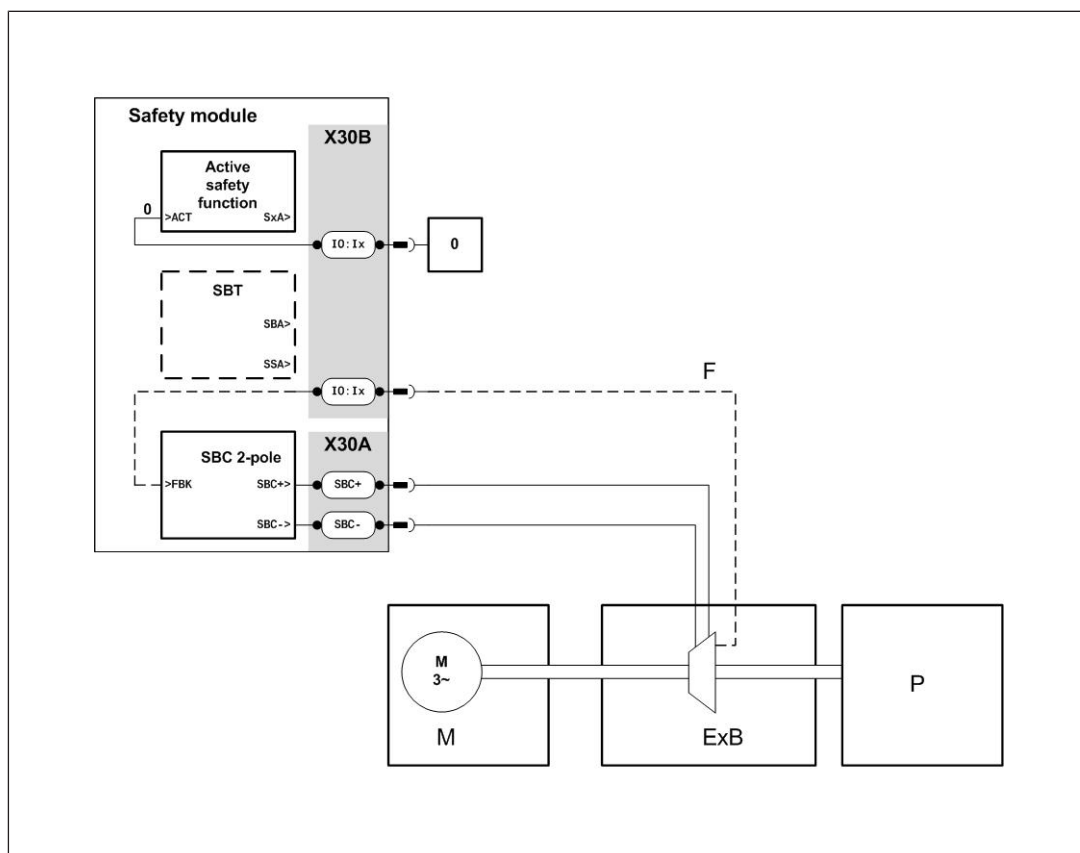


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer externen Bremse (Standardbauteil)

Legende

- M Motor
- F Optionale Lüftüberwachung (Rückführung)
- - - Gestrichelte Linie, optional
- ExB Externe ruhestrombetätigte, mechanische Bremse
- P Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerkraftbelastete Achse)

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	1	2
Aktive Stoppfunktion oder Sicherheitsfunktion zur Bewegungsüberwachung	erforderlich	erforderlich
SBC (Safe Brake Control)	erforderlich	erforderlich
Rückführung SBC Lüftüberwachung	optional	optional
SBT (Safe Brake Test) Testintervall gemäß EN ISO 13849-1 (Anforderungsrate $\leq 1/100$ der Testrate oder Prüfung erfolgt unmittelbar bei Anforderung der Sicherheitsfunktion)	nicht erforderlich	erforderlich

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	1	2
Einstufung der Bremse als bewährtes Bauteil (Kat. 1)	erforderlich	nicht erforderlich
Einstufung der Bremse als Sicherheitsbauteil	nicht erforderlich	nicht erforderlich

Es gelten folgende Hinweise:

- ▶ Zur Erreichung einer Kategorie 1 nach EN ISO 13849-1 muss eine mechanische Bremse eingesetzt werden. Diese muss als bewährtes Bauteil eingestuft werden.
- ▶ Bei Bedarf kann eine Lüftüberwachung der Bremse durch die Sicherheitsfunktion SBC ausgewertet werden.
- ▶ Soll eine Kategorie 2 nach EN ISO 13849-1 realisiert werden, muss im Sicherheitsmodul PMCprotego S3 die Sicherheitsfunktion SBT konfiguriert sein und die Bremse muss getestet werden.

5.10.4.3 "Halten von Lasten" mit einer Motorbremse (Standardbauteil)

Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Motorbremse durch einen 2-poligen SBC+/- Ausgang (X30A).

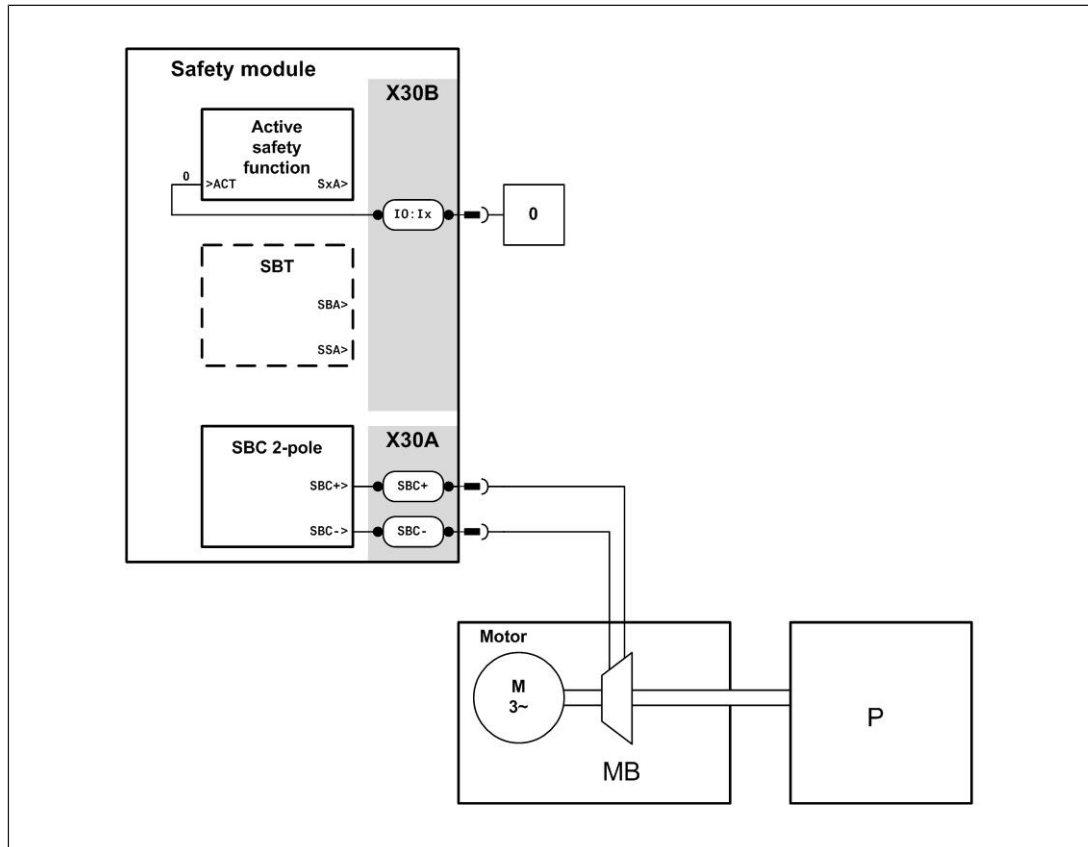


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer Motorbremse

Legende

MB Ruhestrombetätigte, mechanische Motorbremse

P Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerlastbehaftete Achse)

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	1	2
Aktive Stoppfunktion oder Sicherheitsfunktion zur Bewegungsüberwachung	erforderlich	erforderlich
SBC (Safe Brake Control)	erforderlich	erforderlich
Rückführung SBC Lüftüberwachung	nicht erforderlich	nicht erforderlich
SBT (Safe Brake Test) Testintervall gemäß EN ISO 13849-1 (Anforderungsrate $\leq 1/100$ der Testrate oder Prüfung erfolgt unmittelbar bei Anforderung der Sicherheitsfunktion)	nicht erforderlich	erforderlich
Einstufung der Bremse als bewährtes Bauteil (Kat. 1)	erforderlich	nicht erforderlich

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	1	2
Einstufung der Bremse als Sicherheitsbauteil	nicht erforderlich	nicht erforderlich

Es gelten folgende Hinweise:

- ▶ Zur Erreichung einer Kategorie 1 nach EN ISO 13849-1 muss eine mechanische Bremse eingesetzt werden. Diese muss als bewährtes Bauteil eingestuft werden.
- ▶ Soll eine Kategorie 2 nach EN ISO 13849-1 realisiert werden, muss im Sicherheitsmodul PMCprotego S3 die Sicherheitsfunktion SBT konfiguriert sein und die Bremse muss getestet werden.

5.10.4.4 "Halten von Lasten" mit einer externen Sicherheitsbremse (Sicherheitsbauteil)

Ansteuerung einer externen ruhestrombetätigten, mechanischen Sicherheitsbremse durch einen 2-poligen SBC+/- Ausgang (X30A).

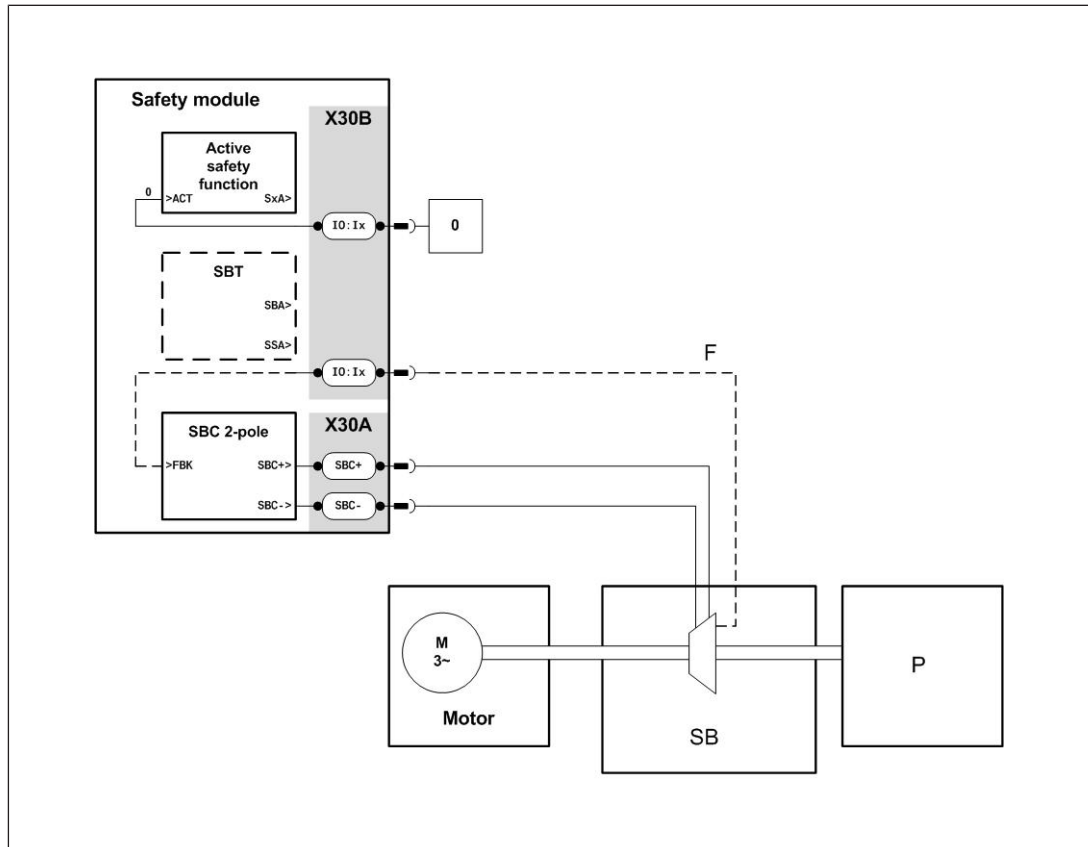


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer externen Sicherheitsbremse (Sicherheitsbauteil)

Legende

- F Optionale Lüftüberwachung (Rückführung)
- - - Gestrichelte Linie, optional
- SB Externe, ruhestrombetätigte, mechanische Sicherheitsbremse
- P Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerkraftbelastete Achse)

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	4
Aktive Stoppfunktion oder Sicherheitsfunktion zur Bewegungsüberwachung	erforderlich
SBC (Safe Brake Control)	erforderlich
Rückführung SBC Lüftüberwachung	optional
SBT (Safe Brake Test)	optional
Einstufung der Bremse als bewährtes Bauteil (Kat. 1)	nicht erforderlich
Einstufung der Bremse als Sicherheitsbauteil	erforderlich

Es gelten folgende Hinweise:

- ▶ Wird eine als Sicherheitsbauteil eingestufte mechanische Bremse eingesetzt, kann max. Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1 erreicht werden.
- ▶ Es müssen die Anforderungen der Bremse gemäß Einbauanleitung/Sicherheitshandbuch berücksichtigt werden.
- ▶ Je nach Anforderung können optional die Sicherheitsfunktion SBT und die Lüftüberwachung angewendet werden.

5.10.4.5

"Halten von Lasten" durch Ansteuerung einer externen Einrichtung

Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung zum Halten von Lasten durch sichere 1-polige Hardware-Ausgänge und optionaler Auswertung von Rückführsignalen.

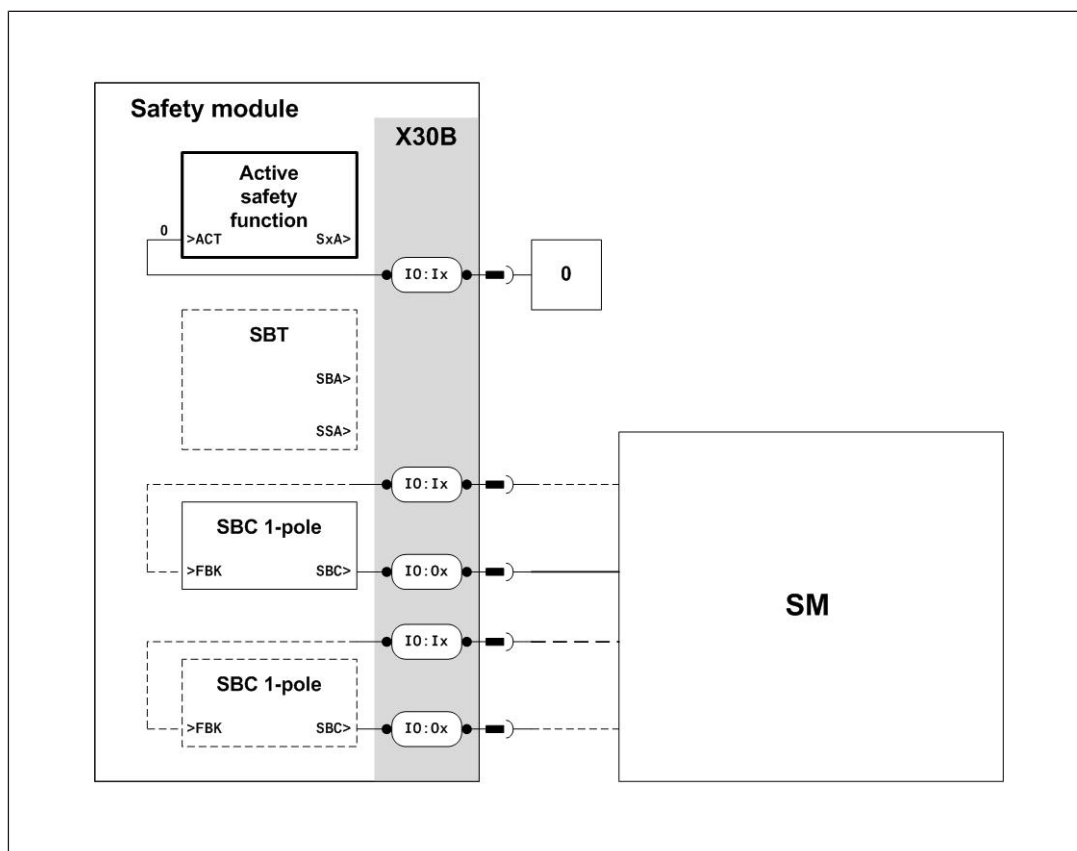


Abb.: Sichere Einrichtung zum Halten von Lasten

Legende

SM Sichere Einrichtung zum Halten von Lasten

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	4
Aktive Stoppfunktion oder Sicherheitsfunktion zur Bewegungsüberwachung	erforderlich
SBC (Safe Brake Control)	erforderlich
Rückführung SBC Lüftüberwachung	optional
SBT (Safe Brake Test)	optional
Einstufung der Bremse als bewährtes Bauteil (Kat. 1)	optional
Einstufung der Bremse als Sicherheitsbauteil	optional

Es gelten folgende Hinweise:

- ▶ Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 erzeugt lediglich Ansteuersignale zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten".
- ▶ Bei Bedarf können Rückmeldesignale der Einrichtung vom Sicherheitsmodul PMCprotego S3 ausgewertet werden.

- ▶ Fehlerbetrachtungen von Bremsen, Leistungsansteuerung und der angetriebenen Einrichtung müssen durch die externe Einrichtung abgedeckt werden.
- ▶ Die externe Einrichtung ist als separates sicherheitsbezogenes Teilsystem (SRP/CS nach EN ISO 13849-1) zu betrachten.
- ▶ Die erreichbare Kategorie ist abhängig von den Eigenschaften der sicheren, externen Bremsenansteuerung.
- ▶ Zur Fehlervermeidung und Fehlererkennung bei Überspannung beachten Sie bitte das Kapitel [Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen über Hardware-Ausgänge](#)  29].

Wenden Sie die Maßnahmen in Kapitel [Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT](#)  61] an.

5.10.4.6 "Halten von Lasten" mit zwei Bremsen

Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Motorbremse und einer externen ruhestrombetätigten Bremse.

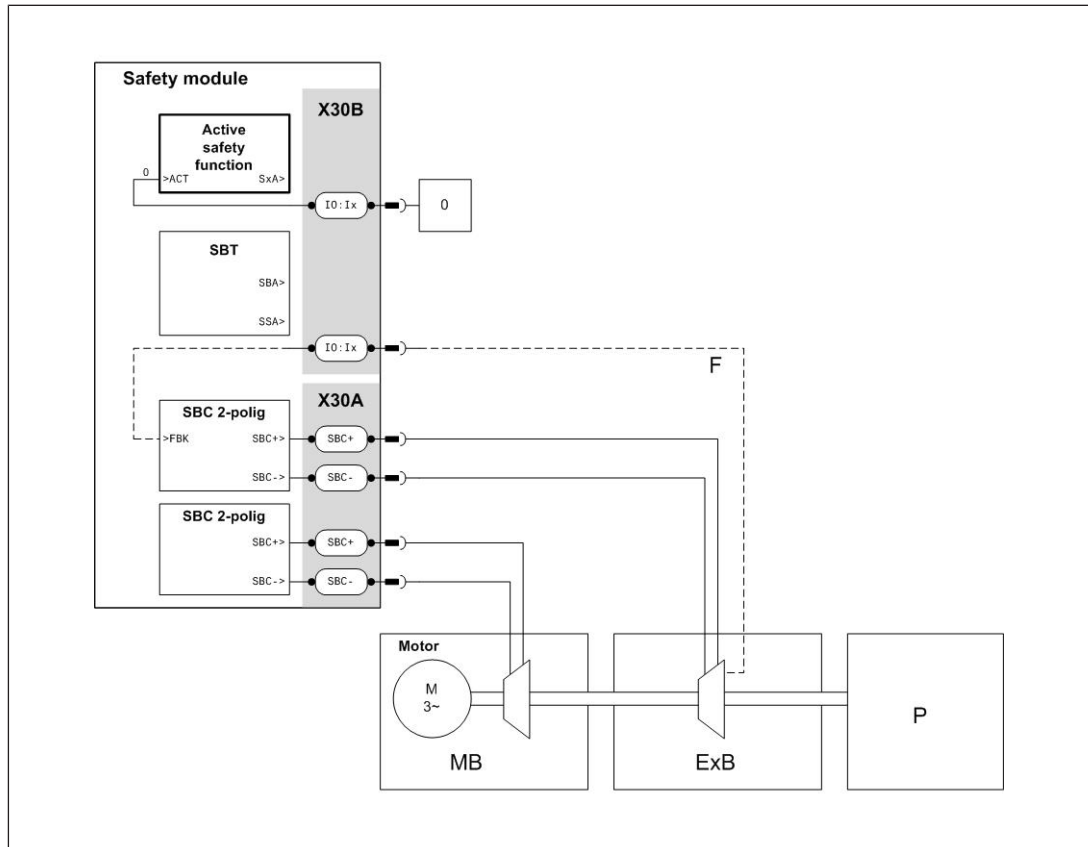


Abb.: "Halten von Lasten" mit zwei Bremsen

Legende

- F Optionale Lüftüberwachung
- MB Ruhestrombetätigte, mechanische Motorbremse
- ExB Externe ruhestrombetätigte, mechanische Bremse
- P Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerkraftbelastete Achse)

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	4
Aktive Stoppfunktion oder Sicherheitsfunktion zur Bewegungsüberwachung	erforderlich
SBC (Safe Brake Control)	erforderlich
Rückführung SBC Lüftüberwachung	optional
SBT (Safe Brake Test)	erforderlich
Einstufung der Bremsen als bewährtes Bauteil (Kat. 1)	nicht erforderlich
Einstufung der Bremsen als Sicherheitsbauteil	nicht erforderlich

Es gelten folgende Hinweise:

- ▶ Bei der Verwendung von zwei Bremsen in Kombination mit der Sicherheitsfunktion SBT kann ein "Halten von Lasten" bis Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1 erreicht werden.
- ▶ Bremsen müssen die Basisanforderungen der Anwendung erfüllen (Moment, Temperatur, Umgebung, Vibration, ...).
- ▶ Bremsen müssen entsprechend der vom Hersteller vorgesehenen bestimmungsgemäßen Verwendung eingesetzt werden.

5.10.5 Vorgehensweise bei der Ermittlung der Sicherheitsintegrität

Die Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten" besteht aus mehreren sicherheitsbezogenen Teilen. Diese Teile unterscheiden sich von Anwendung zu Anwendung.

Folgende Informationen und Hilfestellungen sind in dieser Bedienungsanleitung enthalten:

- ▶ Typische Beispiele für eine Umsetzung mit einer maximal erreichbaren Kategorie
- ▶ Beschreibung der Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3
- ▶ Sicherheitskennwerte des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3
- ▶ Beschreibung der Testfunktionen zur Fehlerkennung

Folgende Werte müssen für die mechanischen Bremsen zusätzlich ermittelt werden:

- ▶ MTTF_D-Werte
- ▶ Diagnosedeckungsgrad (DC)

Das Sicherheitsmodul bietet hierzu folgende Funktionen zur Fehlererkennung:

- Sicherer Bremsentest (SBT)
- Auswertung von Rückmeldesignalen durch die Sicherheitsfunktion SBC

5.11 Sicherheitsfunktionen

Sicherheitsfunktionen halten den sicheren Zustand der Anlage aufrecht oder verhindern, dass gefahrbringende Zustände in der Anlage entstehen.

Sicherheitsfunktionen für elektrische Antriebe sind in der EN 61800-5-2 festgelegt.

Konfigurieren der Sicherheitsfunktionen im Konfigurations-Tool

Im Konfigurations-Tool können maximal 10 Sicherheitsfunktionen mit Funktionsbausteinen konfiguriert werden. Zusätzlich muss die Sicherheitsfunktion Sicherer Stopp1 (SS1) immer konfiguriert sein.

Die Sicherheitsfunktion SS1 kann im Konfigurator nicht deaktiviert werden. Der Eingang der Sicherheitsfunktion SS1 des Sicherheitsmoduls muss immer mit einem Eingang des Sicherheitsmoduls (Hardware- oder SafetyNET-Eingang) verbunden werden.

Alle Sicherheitsfunktionen müssen einzeln konfiguriert werden.

Folgende Funktionsbausteine der Sicherheitsfunktionen können nur einmal verwendet werden:

- ▶ Sicherer Stopp 1 (SS1) - ist fester Bestandteil der Sicherheitskonfiguration -
- ▶ Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)
- ▶ Sicherer Statusausgang (SSO)
- ▶ Sicherer Bremsentest (SBT)

Die anderen Funktionsbausteine der Sicherheitsfunktionen können beliebig oft verwendet werden (nur durch die maximale Anzahl der Sicherheitsfunktionen begrenzt).

Externe Aktivierung der Sicherheitsfunktionen

- ▶ Die Sicherheitsfunktionen werden mit den 1-poligen sicheren Hardware-Eingängen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 aktiviert, siehe [Aktivierung der Sicherheitsfunktionen über Hardware-Eingänge](#)  27].
- ▶ Die Sicherheitsfunktionen werden über die Eingänge der SafetyNET p RTFL-Schnittstelle aktiviert.
- ▶ Die Eingänge arbeiten nach dem Ruhestromprinzip. Die Sicherheitssteuerung aktiviert die Sicherheitsfunktionen mit einem 0-Signal.

Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen

- ▶ Meldung über einpolige Halbleiterausgänge, oder über Ausgänge der SafetyNET p RT-FL-Schnittstelle
 - 1-Signal: Bei aktivierter Überwachung und innerhalb der parametrisierten Grenzwerte
 - 0-Signal: Bei inaktiver Überwachung oder außerhalb der parametrisierten Grenzwerte

Gleichzeitig aktivierte Sicherheitsfunktionen

- ▶ Alle Sicherheitsfunktionen können gleichzeitig aktiv sein. Die Sicherheitsfunktion SS1 hat allerdings Priorität gegenüber allen anderen Sicherheitsfunktionen.
- ▶ Bei Aktivierung von SS1 wird der Antrieb gemäß seiner Konfiguration stillgesetzt.
- ▶ Während dieser Zeit werden alle anderen Sicherheitsfunktionen nicht mehr abgearbeitet oder aufgerufen.

Reaktion auf Grenzwertverletzungen und Fehler

- ▶ Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten (FAULT) wird die Sicherheitsfunktion SS1 mit Not-Halt-Bremsrampe ausgelöst und der Rückmeldeausgang der Sicherheitsfunktion auf 0-Signal geschaltet.
- ▶ Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten bei Überwachungsfunktionen (FAULT) wird nur der Rückmeldeausgang der Sicherheitsfunktion auf 0-Signal geschaltet.
- ▶ Bei internen Fehlern (FAULT) des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 wird die Sicherheitsfunktion SS1 mit Not-Halt-Bremsrampe ausgelöst.
- ▶ Bei schwerwiegenden Fehlern (FATAL), zum Beispiel bei internen Speicher- oder Datenfehlern, wird direkt die Sicherheitsfunktion STO aktiviert. Die Drehmoment- bzw. Kraftezeugung im Motor wird verhindert. Das Sicherheitsmodul kann nur durch Aus- und Einschalten wieder in Betrieb genommen werden und kann nur weiter betrieben werden, wenn der Fehler nicht dauerhaft anliegt.

Weitere Informationen siehe [Betriebszustände](#) [ 190].

Konfigurieren der Sicherheitsfunktionen im Konfigurations-Tool

Im Konfigurations-Tool können maximal 10 Sicherheitsfunktionen mit Funktionsbausteinen konfiguriert werden. Zusätzlich muss die Sicherheitsfunktion Sicherer Stopp1 (SS1) immer konfiguriert sein.

Die Sicherheitsfunktion SS1 kann im Konfigurator nicht deaktiviert werden. Der Eingang der Sicherheitsfunktion SS1 des Sicherheitsmoduls muss immer mit einem Eingang des Sicherheitsmoduls (Hardware- oder SafetyNET-Eingang) verbunden werden.

Alle Sicherheitsfunktionen müssen einzeln konfiguriert werden.

Folgende Funktionsbausteine der Sicherheitsfunktionen können nur einmal verwendet werden:

- ▶ Sicherer Stopp 1 (SS1) - ist fester Bestandteil der Sicherheitskonfiguration -
- ▶ Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)
- ▶ Sicherer Statusausgang (SSO)
- ▶ Sicherer Bremsentest (SBT)

Die anderen Funktionsbausteine der Sicherheitsfunktionen können beliebig oft verwendet werden (nur durch die maximale Anzahl der Sicherheitsfunktionen begrenzt).

5.11.1 Permanentüberwachung (optional)

Permanentüberwachung bedeutet, dass die Bewegungs- und Überwachungsfunktionen permanent aktiviert sind. Bei konfigurierter Permanentüberwachung einer Sicherheitsfunktion ist diese nach dem Hochlauf (Run-up) des Sicherheitsmoduls aktiv. Dabei wechselt das Sicherheitsmodul automatisch in den Zustand FSRUN. Eine Aktivierung oder Deaktivierung zur Laufzeit ist nicht möglich.

- ▶ Die Sicherheitsfunktion wird ohne Aktivierungssignal, permanent ohne Verzögerungszeit, überwacht.
- ▶ Es ist keine externe Verdrahtung notwendig.

Für folgende Sicherheitsfunktionen ist die Permanentüberwachung konfigurierbar

Bewegungsfunktionen

- ▶ Sichere Bewegungsrichtung - Safe direction (SDI)
- ▶ Sicher begrenzte Geschwindigkeit - Safely-limited speed (SLS)
- ▶ Sicherer Geschwindigkeitsbereich - Safe speed range (SSR)
- ▶ Sicher begrenzte Position - Safely-limited position (SLP)

Überwachungsfunktionen

- ▶ Sicher überwachte Bewegungsrichtung - Safely-monitored direction (SDI-M)
- ▶ Sicher überwachte Geschwindigkeit - Safely-monitored speed (SLS-M)
- ▶ Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich - Safely-monitored speed range (SSR-M)
- ▶ Sichere überwachte Position - Safely-monitored position (SLP-M)

Konfiguration der Permanentüberwachung im Konfigurations-Tool

Feld: Permanentüberwachung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Permanentüberwachung	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktiviert die Permanentüberwachung



INFO

Permanentüberwachung bei der Sicherheitsfunktion SLP

Es kann die Situation entstehen, dass der Antrieb beim Verlassen des gültigen Positionsbereichs nicht mehr geregelt in den gültigen Bereich zurückgefahren werden kann. Ein Zurücksetzen des Sicherheitsmoduls ist nicht möglich, solange sich die Achse im ungültigen Bereich befindet.

Mögliche Abhilfemaßnahme:

Die Achse wird mechanisch (manuell) in den gültigen Bereich zurückgesetzt, falls dies technisch möglich ist.

Alternativ muss auf die Permanentüberwachung der Sicherheitsfunktion verzichtet werden und die Aktivierung kann über einen Eingang erfolgen. In diesem Fall kann die Sicherheitsfunktion deaktiviert und die Achse in den zulässigen Bereich zurückgefahren werden.



INFO

Hysterese (optional)

Wenn im Konfigurator einer Überwachungsfunktion die **Option Permanentüberwachung** gewählt wurde, muss zwingend die Option Hysterese (siehe Hysterese für Überwachungsfunktionen) gewählt werden.

Die SET/RESET-Funktion (Default) ist dann nicht möglich.

5.11.2 Sicher abgeschaltetes Moment (Safe torque off, STO)

Die Sicherheitsfunktion STO verhindert die Drehmoment- oder Krafterzeugung im Motor. Sie ist redundant über zwei sichere Abschaltpfade auf dem Sicherheitsmodul PMCprotego S3 realisiert. Um ein unkontrolliertes Austrudeln des Motors zu verhindern, wird im Normalbetrieb die Sicherheitsfunktion STO mittels der Sicherheitsfunktion SS1 ausgelöst. Die Sicherheitsfunktion STO ist Teil der Sicherheitsfunktion SS1 und wird auch über diese konfiguriert.

- ▶ Die Sicherheitsfunktion STO entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.
- ▶ Die Sicherheitsfunktion STO entspricht der Stopp-Kategorie 0 (ungesteuertes Stillsetzen) nach EN 60204-1.
- ▶ Mit der Sicherheitsfunktion STO kann ein Not-Halt nach EN ISO 13850 realisiert werden.
- ▶ Die Sicherheitsfunktion STO kann zur Abschaltung der Energie zur Verhinderung eines unerwarteten Anlaufs nach ISO 14118 verwendet werden.
- ▶ Mit der Sicherheitsfunktion STO kann ein Sicherheitshalt nach EN ISO 10218-1 realisiert werden.



INFO

Zum Erreichen von SIL3/PLe:
Verdrahten Sie den Ausgang STO2 des Sicherheitsmoduls mit der Klemme STO2-ENABLE des Servoverstärkers (siehe [Einpolige Hardware-Ausgänge](#) [166]).

Aktivieren der Sicherheitsfunktion STO

Die Sicherheitsfunktion STO kann auf verschiedene Weise aktiviert werden:

- ▶ Im Normalbetrieb durch externe Aktivierung am optionalen Aktivierungseingang STO_ACT der Sicherheitsfunktion SS1, siehe [Sicherer Stopp 1 \(Safe stop 1, SS1\)](#) [86].
- ▶ Im Normalbetrieb, bei aktivierter Sicherheitsfunktion SS1, nach erkanntem Stillstand oder abgelaufener Überwachungszeit.
- ▶ Im Fehlerfall, als Fehlerreaktion der Bremsrampenüberwachung der Sicherheitsfunktion SS1.
- ▶ Bei aktivierter Sicherheitsfunktion STO wechselt das Sicherheitsmodul in den Betriebszustand STO, siehe [Betriebszustände](#) [190].

Zusammenwirken mit der sicheren Bremsenansteuerung (SBC)

Wenn externe Kräfte (z. B. hängende Lasten) auf die Motorachse wirken, sind zusätzliche Maßnahmen (z. B. ruhestrombetätigte Bremsen) notwendig. Damit können Gefährdungen bei aktivierter Sicherheitsfunktion STO vermieden werden, siehe [Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT](#) [61]. Hierfür muss die Sicherheitsfunktion SBC im Konfigurations-Tool konfiguriert werden. Der Ausgang wird bei aktivierter Sicherheitsfunktion STO auf 0-Signal gesetzt (Bremsse fällt ein). Wird die Sicherheitsfunktion STO wieder aufgehoben, wird der Hardware-Ausgang der Sicherheitsfunktion SBC gemäß seiner Konfigu-

ration angesteuert (Konfiguration: Kopplung zum Bremsenansteuersignal des Servoverstärkers aktiv oder nicht). Bei Lüftfreigabe wird der Hardware-Ausgang auf 1-Signal gesetzt (Bremsen wird gelüftet).

Weitere Informationen zur Sicherheitsfunktion SBC siehe [Sichere Bremsenansteuerung \(SBC\)](#) [ 132].

Aktivierungseingänge und Rückmeldeausgänge der Sicherheitsfunktion STO

Die Aktivierungseingänge und Rückmeldeausgänge der Sicherheitsfunktion STO sind Bestandteil der Sicherheitsfunktion SS1 und im Kapitel [Sicherer Stopp 1 \(Safe stop 1, SS1\)](#) [ 86] beschrieben.



WICHTIG

Betriebszustand STO

Im Betriebszustand STO wird an allen Rückmeldeausgängen der konfigurierten Sicherheitsfunktionen ein 0-Signal ausgegeben.

Ausnahmen:

Rückmeldeausgang STO_ACK der Sicherheitsfunktion SS1 meldet den aktiven Zustand STO mit einem 1-Signal.

Rückmeldeausgang SBT_SBA der Sicherheitsfunktion SBT bleibt gesetzt, solange die Prüfzeit läuft.

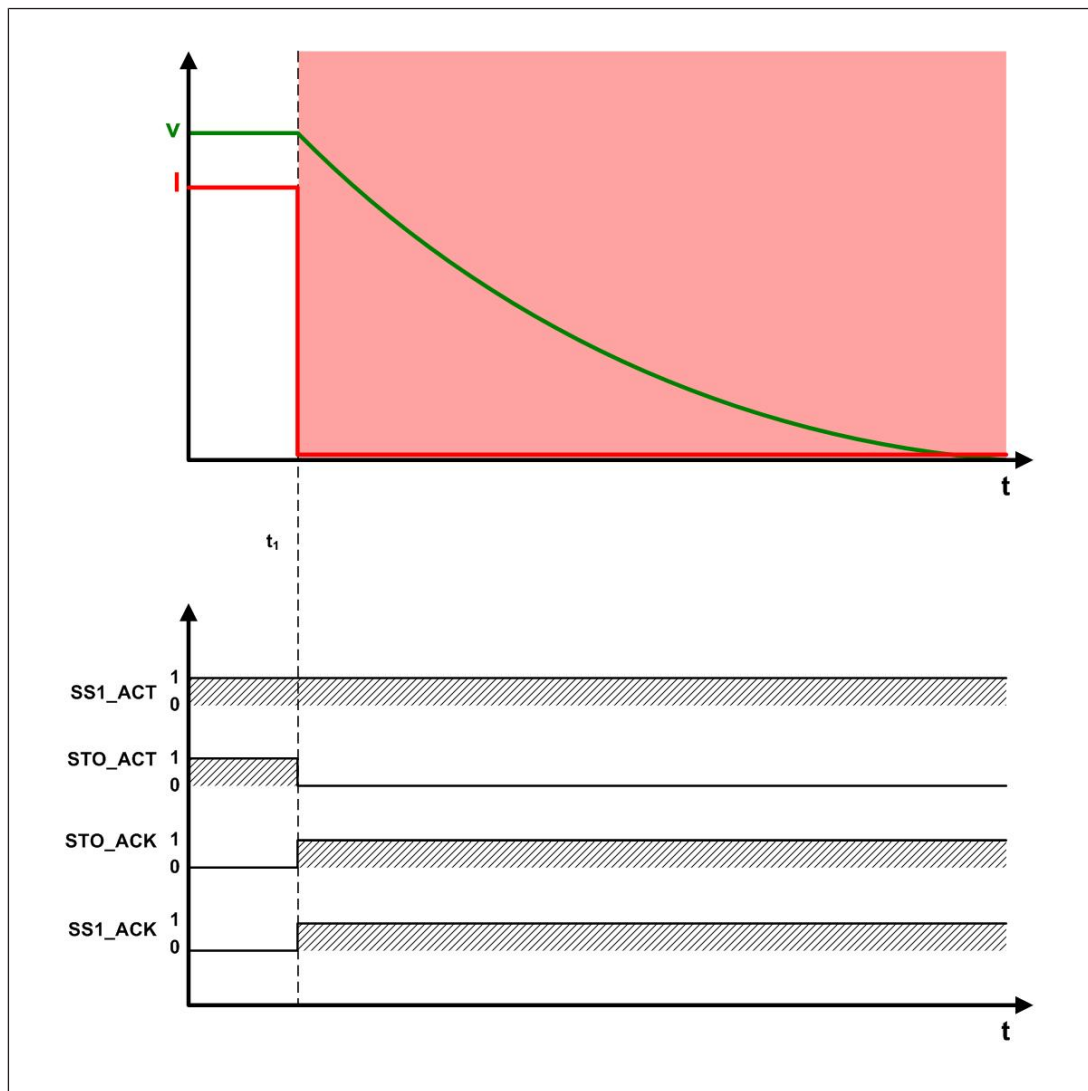


Abb.: Sicherheitsfunktion STO

Legende

v	Geschwindigkeit
I	Strom, Drehmoment/Krafterzeugung (Torque)
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion STO
$SS1_ACT$	Eingang zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS1
STO_ACT	Eingang zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion STO. Aktivierungseingang STO_ACT (optional) Eingang notwendig als zweiter Abschaltpfad zum Erreichen von SIL3/PLe.
STO_ACK	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO
$SS1_ACK$	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS1

5.11.3 Sicherer Stopp 1 (Safe stop 1, SS1)

Die Sicherheitsfunktion SS1 löst einen Bremsvorgang des Motors bis zum Stillstand aus. Anschließend wird die Sicherheitsfunktion STO ausgeführt und der Motor drehmoment-/kraftfrei geschaltet.

- ▶ Die Sicherheitsfunktion SS1 entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.
- ▶ Die Sicherheitsfunktion SS1 entspricht der Stopp-Kategorie 1, einem gesteuerte Stillsetzen nach EN 60204-1.
- ▶ Die Sicherheitsfunktion SS1 ist relevant für die Berechnung des Nachlaufs nach EN ISO 13855.
- ▶ Mit der Sicherheitsfunktion SS1 kann ein Sicherheitshalt nach EN ISO 10218-1 realisiert werden.

Die Sicherheitsfunktion muss immer in einer Konfiguration enthalten sein. Sie kann nicht mehrfach verwendet werden.

Über die Eingänge der Sicherheitsfunktion SS1 kann ein RESET des Sicherheitsmoduls durchgeführt werden (siehe [Rücksetzen \(RESET\) des Sicherheitsmoduls](#)  55).

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SS1

Die Sicherheitsfunktion SS1 kann auf verschiedene Weise aktiviert werden:

- ▶ Im Normalbetrieb durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang SS1_ACT.
- ▶ Im Fehlerfall als Reaktion bei Grenzwertverletzung durch andere Sicherheitsfunktionen.
- ▶ Im Fehlerfall als Reaktion auf einen internen Fehler des Sicherheitsmoduls.

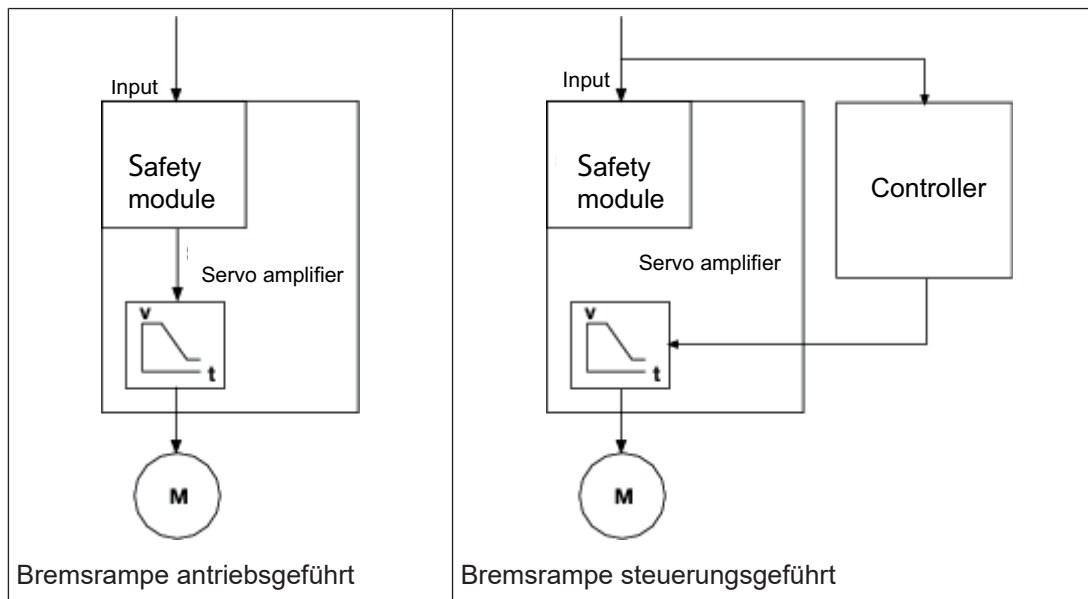
Motor stillsetzen im Normalbetrieb und im Fehlerfall

Die Steuerung der Bremsrampe zum Stillsetzen des Motors erfolgt sowohl im Normalbetrieb als auch im Fehlerfall entweder

- ▶ antriebsgeführt - durch den Servoverstärker, oder
- ▶ steuerungsgeführt – durch eine übergeordnete Steuerung

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Feld: Stopp-Funktion		
Eingabefeld	Optionen	Beschreibung
Stopp-Funktion	Antriebsgeführt (Intern) (Default)	Steuerung der Bremsrampe antriebsgeführt
	Steuerungsgeführt (Extern)	Steuerung der Bremsrampe steuerungsgeführt



Bremsrampe antriebsgeführt

Das Sicherheitsmodul

- ▶ übermittelt die Bremsrampe (Normalbetrieb oder Fehlerfall) an den Servoverstärker.
- ▶ startet den Bremsvorgang im Servoverstärker.
- ▶ überwacht den Bremsvorgang.

Sollwerte von einer übergeordneten Steuerung werden vom Servoverstärker während die Sicherheitsfunktion SS1 aktiv ist ignoriert.



WICHTIG

Bremsrampe antriebsgeführt

Achsen verlieren bei antriebsgeführtem Stillsetzen ihre Synchronität, wenn sich die Achsen über die Steuerung in einem synchronen Achsverbund befinden.

Bei Wiederanlauf kann es auf der Steuerung zu Ausgleichsbewegungen des Motors kommen.

Bremsrampe steuerungsgeführt

Das Sicherheitsmodul

- ▶ stellt die Bremsrampe (Normalbetrieb oder Fehlerfall) einer übergeordneten Steuerung über die Feldbusanbindung des Servoverstärkers zur Verfügung.
- ▶ stellt das Signal zum Start des Bremsvorgangs einer übergeordneten Steuerung über die Feldbusanbindung des Servoverstärkers zur Verfügung.

- überwacht den Bremsvorgang.

Informationen zur Feldbus-Kommunikation Servoverstärker / Steuerung

Siehe Kapitel [Feldbuskommunikation](#) [ 200].

Bremsrampe für Normalbetrieb

Im Normalbetrieb bremst der Motor mit der im Konfigurations-Tool einstellbaren Bremsrampe ab.

Bremsrampe für Fehlerfall

Im Fehlerfall bremst der Motor mit der im Konfigurations-Tool einstellbaren Not-Halt-Bremsrampe ab.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Feld: Bremsrampe			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Bremsrampe (a_{dec})	0 ... 2147483647 (Default: 50000000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s ²]	Steigung der Bremsrampe für Normalbetrieb
Not-Halt-Bremsrampe ($a_{\text{emergencyDec}}$)	0 ... 2147483647 (Default: 50000000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s ²]	Steigung der Not-Halt-Bremsrampe



INFO

Bei aktivierter Bremsrampenüberwachung reduziert sich der gültige Eingabebereich der Bremsrampe auf 2 ... 2147483647.



INFO

Die Bremsdauer hängt immer von der Geschwindigkeit des Motors bei Bremsbeginn ab.

STO aktivieren

(siehe [Sicher abgeschaltetes Moment \(Safe torque off, STO\)](#) [ 83])

Die Sicherheitsfunktion STO kann auf verschiedene Weise aktiviert werden:

- Nach Ablauf einer konfigurierten Verzögerungszeit im Normalbetrieb
- Nach Ablauf einer konfigurierten Verzögerungszeit im Fehlerfall
- Nach Unterschreitung einer konfigurierbaren Geschwindigkeitsgrenze (optional)

- Direkt über den Aktivierungseingang STO_ACT (siehe Aktivierung und Rückmeldung)



INFO

Der STO wird spätestens nach Ablauf der Verzögerungszeit aktiviert. Die Sicherheitsabstände in der Anwendung müssen auf die sichere Verzögerungszeit bezogen werden.



WICHTIG

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten \[202\]](#)) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
STO-Verzögerungszeit (t_{del})	0 ... 120000 (Default: 100)	[ms]	Verzögerungszeit für den Normalbetrieb zwischen Aktivierung von SS1 und Abschalten mit STO.
Not-Halt-Verzögerungszeit ($t_{emergencyDel}$)	0 ... 120000 (Default: 50)	[ms]	Verzögerungszeit für Not-Halt nach Fehler bis zum Abschalten mit STO.

Automatischer STO

Mit der Option "Automatischer STO" kann vor Ablauf der Verzögerungszeit die Sicherheitsfunktion STO wie folgt aktiviert werden:

- Die Motorgeschwindigkeit muss einen konfigurierten Stillstandsgrenzwert unterschreiten.
- Bei einem Stillstandsgrenzwert 0 wird die Software-Reglerfreigabe ausgewertet.
Das heißt bei entzogener Reglerfreigabe wird die Sicherheitsfunktion STO aktiviert.

Diese Option ist sowohl im Normalbetrieb als auch im Fehlerfall aktiv.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Feld: Automatischer STO			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Automatischer STO	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren des automatischen STO.
Grenzwert Stillstand (v_{lim})	0 ... 16777215 (Default: 340)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s]	Bei Unterschreiten des Stillstandsgrenzwerts wird die Sicherheitsfunktion STO ausgelöst.

Bremsrampenüberwachung

Die Sicherheitsfunktion SS1 bietet die Möglichkeit, durch die Überwachung der Bremsrampe eine gefahrenbringende Bewegung frühzeitig zu erkennen. Durch einen Soll/Ist-Vergleich der Positionskurve des Motors während des Bremsvorgangs, wird bei Überschreitung eines konfigurierbaren Positionsfehlers eine Fehlerreaktion eingeleitet.

Im Fehlerfall gibt es folgende Möglichkeiten

- ▶ Bei antriebsgeführter Bremsrampe wird direkt die Sicherheitsfunktion STO ausgelöst.
- ▶ Bei steuerungsgeführter Bremsrampe kann entweder direkt die Sicherheitsfunktion STO oder die Not-Halt-Bremsrampe (antriebsgeführt) ausgelöst werden.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Feld: Bremsrampenüberwachung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Bremsrampe überwachen	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren der Bremsrampenüberwachung
Positionsfehler (pos_{err})	0 ... 2147483647 (Default: 0)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Maximal zulässiger Positionsfehler
Fehlerreaktion	STO	--	Bei steuerungsgeführter Bremsrampe direktes Auslösen der Sicherheitsfunktion STO
	Not-Halt-Bremsrampe	--	Bei steuerungsgeführter Bremsrampe Auslösen der Not-Halt-Bremsrampe (antriebsgeführt)

Aktivierung und Rückmeldung

Für die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS1 können folgende Aktivierungs- und Meldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

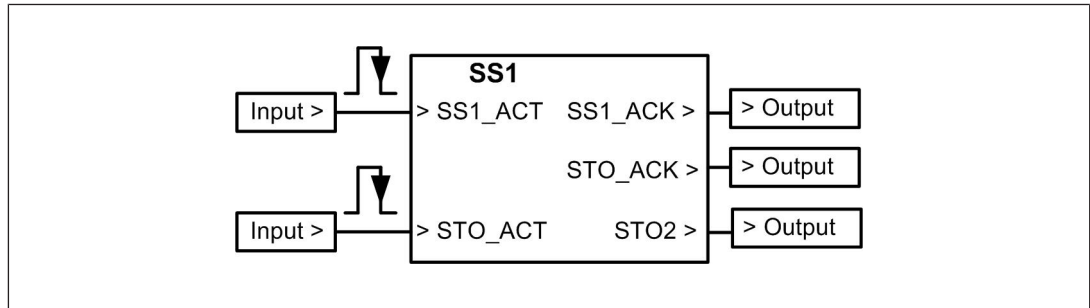


Abb.: Sicherheitsfunktion SS1

Legende

SS1_ACT	Über den Aktivierungseingang SS1_ACT wird die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert oder deaktiviert. (0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)
STO_ACT	Über den Aktivierungseingang STO_ACT wird die Sicherheitsfunktion STO aktiviert oder deaktiviert. (0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)
SS1_ACK	Der Rückmeldeausgang SS1_ACK meldet, ob die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert oder deaktiviert ist. (1-Signal aktiviert, 0-Signal deaktiviert)
STO_ACK	Der Rückmeldeausgang STO_ACK meldet, ob die Sicherheitsfunktion STO aktiviert oder deaktiviert ist. (1-Signal aktiviert, 0-Signal deaktiviert)
STO2	Über den Steuerausgang STO2 wird das Ansteuersignal für den zweiten Abschaltpfad ausgegeben. (0-Signal STO aktiviert, 1-Signal STO deaktiviert)

Aktivierungseingang STO_ACT (optional)

- Über den Aktivierungseingang STO_ACT wird die Sicherheitsfunktion STO direkt aktiviert oder deaktiviert. (0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)

Aus folgenden Gründen kann der Aktivierungseingang STO_ACT notwendig sein:

- Direktes Auslösen der Sicherheitsfunktion STO durch eine übergeordnete Steuerung.
- Zweiter Abschaltpfad der übergeordneten Steuerung, wenn kein Fehlerausschluss für die Aktivierung angewendet werden kann.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
I/O-Aktivierung	STO-Eingang aktivieren	--	Verwendung Aktivierungseingang für STO

Steuerungsausgang STO2 (optional)

Ist ein zweiter Abschaltpfad für die Sicherheitsfunktion STO erforderlich, so kann dieser in der Sicherheitsfunktion SS1 konfiguriert werden.

- ▶ Der Steuerausgang STO2 muss zum Erreichen von SIL3/PLe einem Hardware-Ausgang auf dem Sicherheitsmodul zugeordnet werden und mit dem Eingang STO2-ENABLE des Servoverstärkers verdrahtet werden.
- ▶ Über den Steuerausgang STO2 wird das Ansteuersignal für den zweiten Abschaltpfad ausgegeben.
(0-Signal STO aktiviert, Endstufe gesperrt), (1-Signal STO deaktiviert, Endstufe kann freigegeben werden)

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
I/O-Aktivierung	STO2 Ausgang aktivieren	--	Verwendung eines zweiten STO Abschaltpfads



WICHTIG

Die Sicherheitsfunktion SS1 ist fester Bestandteil der Sicherheitskonfiguration.

Bei Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS1 verliert eine Achse die Synchronität zu anderen Achsen in einem synchronen Achsverbund.

Die Sicherheitsfunktion SS1 ist genau einmal in jeder Sicherheitskonfiguration vorhanden.

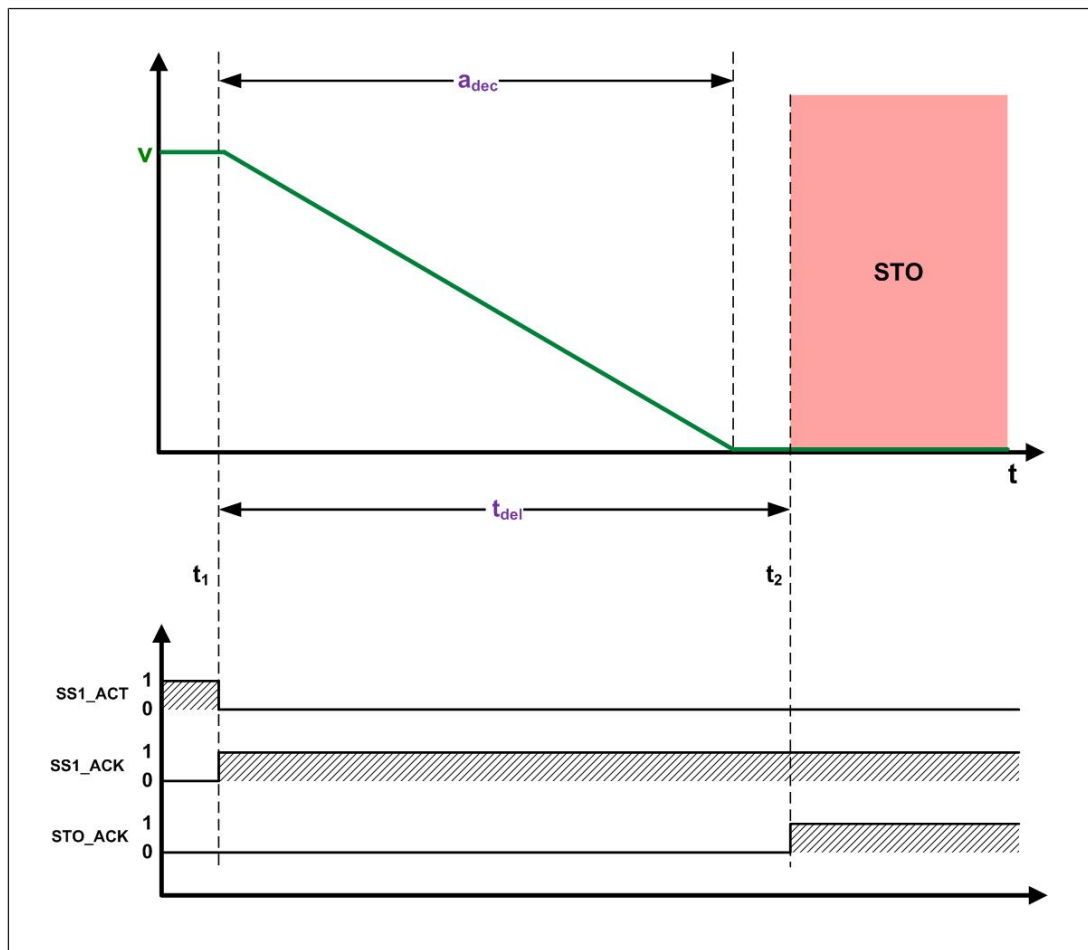


Abb.: Ablaufdiagramm: SS1 mit STO nach Ablauf der STO-Verzögerungszeit

Legende

a_{dec}	Bremsrampe
v	Geschwindigkeit
t_{del}	STO-Verzögerungszeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS1
t_2	Aktivierung der Sicherheitsfunktion STO
SS1_ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SS1
SS1_ACK	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS1
STO_ACK	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO

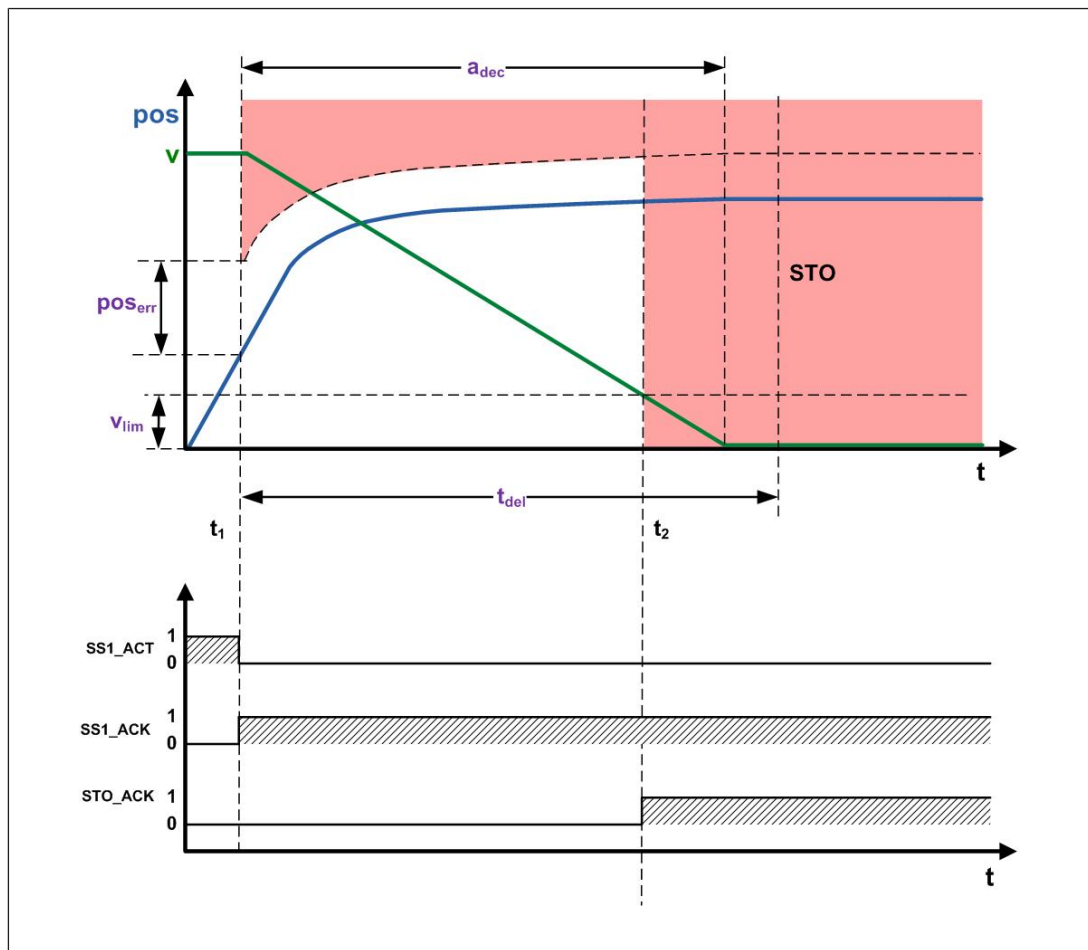


Abb.: Ablaufdiagramm: SS1 mit automatischem STO bei erkanntem Stillstand und Überwachung der Bremsrampe

Legende

a_{dec}	Bremsrampe
pos	Position
v	Geschwindigkeit
t_{del}	STO-Verzögerungszeit
pos_{err}	Positionsfehler
v_{lim}	Grenzwert Stillstand
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS1
t_2	Aktivierung der Sicherheitsfunktion STO
SS1_ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SS1
SS1_ACK	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS1
STO_ACK	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO

5.11.4 Sicherer Stopp 2 (Safe stop 2, SS2)

Die Sicherheitsfunktion SS2 löst einen Bremsvorgang des Motors bis zum Stillstand aus. Anschließend wird der Motor auf sicheren Stillstand überwacht (SOS).

- ▶ Die Sicherheitsfunktion SS2 entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.
- ▶ Die Sicherheitsfunktion SS2 entspricht der Stopp-Kategorie 2, einem gesteuerten Stillsetzen nach EN 60204-1.
- ▶ Die Sicherheitsfunktion SS2 ist relevant für die Berechnung des Nachlaufs nach EN ISO 13855.
- ▶ Mit der Sicherheitsfunktion SS2 kann ein Sicherheitshalt nach EN ISO 10218-1 realisiert werden.

Die Sicherheitsfunktion kann beliebig oft verwendet werden (nur durch die maximale Anzahl der Sicherheitsfunktionen begrenzt).



WICHTIG

Vermeiden Sie mehrere SS2 Sicherheitsfunktionen mit unterschiedlich konfigurierten Bremsrampen gleichzeitig zu aktivieren. In diesem Fall ist nicht eindeutig definiert, welche SS2-Bremsrampe ausgeführt wird.

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SS2

Die Sicherheitsfunktion SS2 kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- ▶ Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT.

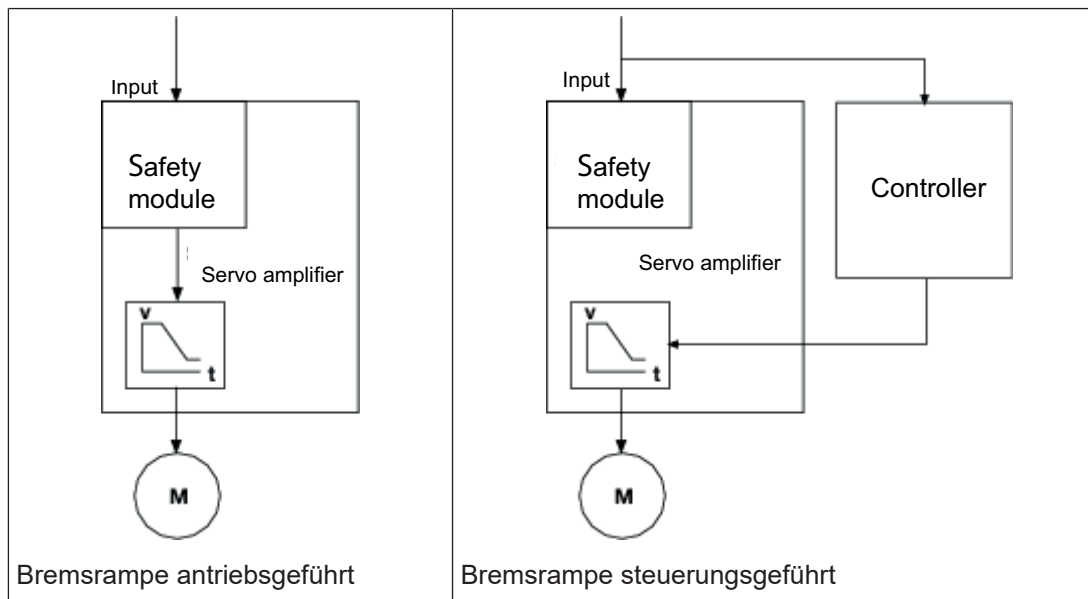
Motor stillsetzen

Die Steuerung der Bremsrampe zum Stillsetzen des Motors erfolgt entweder:

- ▶ Antriebsgeführt - durch den Servoverstärker, oder
- ▶ Steuerungsgeführt – durch eine übergeordnete Steuerung

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool

Feld: Stopp-Funktion		
Eingabefeld	Optionen	Beschreibung
Stopp-Funktion	Antriebsgeführt (Intern) (Default)	Steuerung der Bremsrampe antriebsgeführt
	Steuerungsgeführt (Extern)	Steuerung der Bremsrampe steuerungsgeführt



Bremsrampe antriebsgeführt

Das Sicherheitsmodul

- ▶ übermittelt die Bremsrampe (Normalbetrieb) an den Servoverstärker.
- ▶ startet den Bremsvorgang im Servoverstärker.
- ▶ überwacht den Bremsvorgang.

Sollwerte von einer übergeordneten Steuerung werden vom Servoverstärker, während die Sicherheitsfunktion SS2 aktiv ist, ignoriert.



WICHTIG

Bremsrampe antriebsgeführt

Achsen verlieren bei antriebsgeführtem Stillsetzen ihre Synchronität, wenn sich die Achsen über die Steuerung in einem synchronen Achsverbund befinden.

Bei Wiederanlauf kann es auf der Steuerung zu Ausgleichsbewegungen des Motors kommen.

Bremsrampe steuerungsgeführt

Das Sicherheitsmodul

- ▶ stellt die Bremsrampe (Normalbetrieb oder Fehlerfall) einer übergeordneten Steuerung über die Feldbusanbindung des Servoverstärkers zur Verfügung.
- ▶ stellt das Signal zum Start des Bremsvorgangs einer übergeordneten Steuerung über die Feldbusanbindung des Servoverstärkers zur Verfügung.

- überwacht den Bremsvorgang.

Die Bremsrampe kann aber auch zusätzlich in der Steuerung selbst eingestellt werden.

Informationen zur Feldbus-Kommunikation Servoverstärker / Steuerung

Siehe Kapitel [Feldbuskommunikation](#) [ 200].

Bremsrampe für Normalbetrieb

Im Normalbetrieb bremst der Motor mit der im Konfigurations-Tool einstellbaren Bremsrampe ab.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool

Feld: Bremsrampe			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Bremsrampe (a_{dec})	0 ... 2147483647 (Default: 10000000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s ²]	Steigung der Bremsrampe für Normalbetrieb



INFO

Bei aktivierter Bremsrampenüberwachung reduziert sich der gültige Eingabebereich der Bremsrampe auf 2 ... 2147483647.

Bremsrampenüberwachung

Die Sicherheitsfunktion SS2 bietet die Möglichkeit, durch die Überwachung der Bremsrampe eine gefahrenbringende Bewegung frühzeitig zu erkennen. Durch einen Soll/Ist-Vergleich der Positionskurve des Motors während des Bremsvorgangs, wird bei Überschreitung eines konfigurierbaren Positionsfehlers eine Fehlerreaktion ausgelöst.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool

Feld: Bremsrampenüberwachung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Bremsrampe überwachen	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren der Bremsrampenüberwachung
Positionsfehler (pos_{err})	0 ... 2147483647 (Default: 0)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Maximal zulässiger Positionsfehler



INFO

Die Bremsdauer hängt immer von der Geschwindigkeit des Motors bei Bremsbeginn ab.

SOS aktivieren

Die Sicherheitsfunktion SOS kann auf verschiedene Weise aktiviert werden:

- ▶ Nach Ablauf einer konfigurierten Verzögerungszeit
- ▶ Bei Unterschreiten einer parametrisierten Geschwindigkeitsgrenze (optional)



INFO

Der SOS wird spätestens nach Ablauf der Verzögerungszeit aktiviert.



WICHTIG

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten \[202\]](#)) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
SOS-Verzögerungszeit (t_{del})	0 ... 120000 (Default: 100)	[ms]	Verzögerungszeit zwischen Aktivierung von SS2 und überwachtem Stillstand mit SOS.

Überwachung

- ▶ Die Ist-Position des Motors wird kontinuierlich mit dem parametrisierten Positionsfenster Stillstand verglichen.
Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool

Feld: Grenzwerte Position			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Positionsfenster Stillstand (pos_{win})	0 ... 2147483647 (Default: 100)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

Automatischer SOS (optional)

Beim automatischen SOS wird vor Ablauf der Verzögerungszeit die Sicherheitsfunktion SOS aktiviert. Dafür muss die Motorgeschwindigkeit einen konfigurierbaren Stillstandsgrenzwert unterschreiten.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool

Feld: Automatischer SOS			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Automatischer SOS	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren des automatischen SOS.
Grenzwert Stillstand (v_{lim})	0 ... 16777215 (Default: 340)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s]	Bei Unterschreiten des Stillstandsgrenzwerts wird die Sicherheitsfunktion SOS ausgelöst.

Fehlerreaktion bei aktiviertem SOS

Wird bei der Überwachung des Stillstands eine Grenzwertverletzung erkannt, wird als Reaktion die Sicherheitsfunktion SS1 ausgelöst.

Aktivierung und Rückmeldung

Für die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS2 können folgende Aktivierungs- und Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

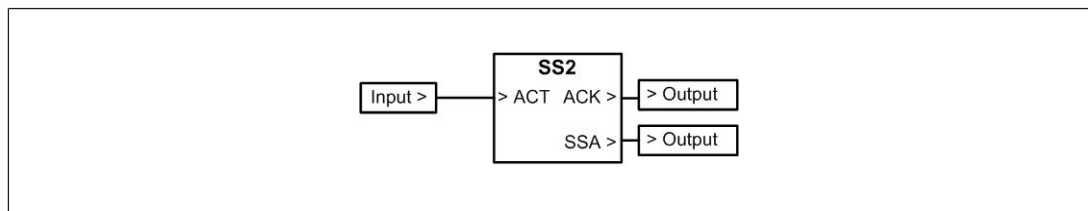


Abb.: Sicherheitsfunktion SS2

Legende

ACT	Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SS2 aktiviert oder deaktiviert. (0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)
ACK	Der Rückmeldeausgang ACK meldet, ob die Sicherheitsfunktion SS2 aktiviert oder deaktiviert ist. (1-Signal aktiviert, 0-Signal deaktiviert)
SSA	Safe Standstill Acknowledge Der Rückmeldeausgang SSA meldet, ob sich der Motor im Stillstand befindet (1-Signal), oder ob eine Grenzwertverletzung vorliegt (0-Signal). Ist die Sicherheitsfunktion SS2 nicht aktiviert, meldet der Rückmeldeausgang ebenfalls ein 0-Signal.

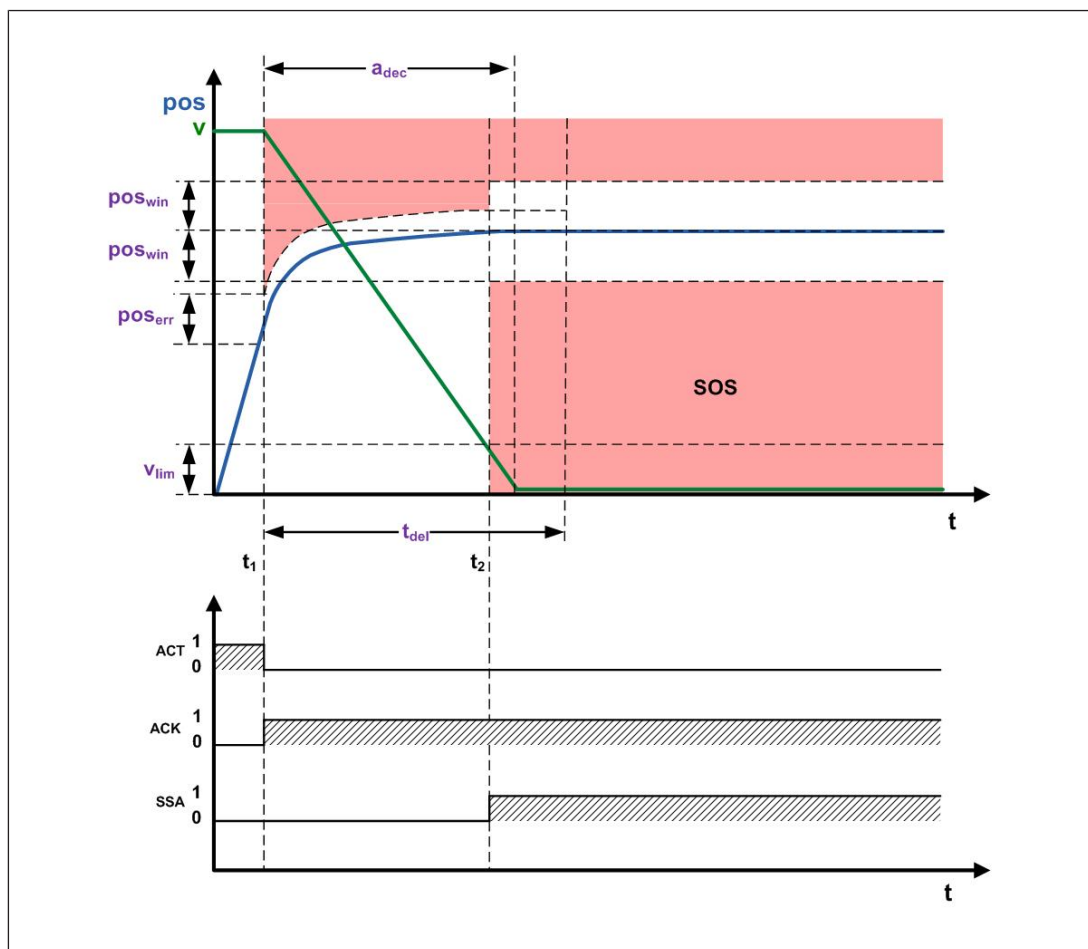


Abb.: Sicherheitsfunktion SS2

Legende

a_{dec}	Bremsrampe
pos	Position
v	Geschwindigkeit
pos_{win}	Positionsfenster Stillstand
pos_{err}	Positionsfehler
v_{lim}	Grenzwert Stillstand
t_{del}	SOS-Verzögerungszeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS2
t_2	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SOS
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SS2
ACK	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS2
SSA	Safe Stillstand Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Grenzwertüberwachung

5.11.5 Sichere Bewegungsrichtung (SDI) und Sicher überwachte Bewegungsrichtung (SDI-M)



INFO

Als Variante zur normativen Sicherheitsfunktion SDI "Sichere Bewegungsrichtung" kann die **Überwachungsfunktion SDI-M "Sicher überwachte Bewegungsrichtung"** ausgewählt werden.

Die Überwachungsfunktion SDI-M entspricht der normativen Sicherheitsfunktion SDI, mit Ausnahme der Fehlerreaktion.

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

- kein SS1 ausgelöst
- am Ausgang SDA (Safe Direction Acknowledge) ein 0-Signal ausgegeben

Die Sicherheitsfunktion SDI überwacht die Bewegung des Motors auf Einhaltung einer definierten Bewegungsrichtung. Zur Überwachung der positiven und negativen Bewegungsrichtung muss die SDI Funktion zweimal verwendet werden.

- ▶ Die Sicherheitsfunktion SDI entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.
- ▶ Mit der Sicherheitsfunktion SDI können sichere Achs- und Raumbegrenzungen nach EN ISO 10218-1 realisiert werden.

Die Sicherheitsfunktion kann beliebig oft verwendet werden (nur durch die maximale Anzahl der Sicherheitsfunktionen begrenzt).

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SDI

Die Sicherheitsfunktion SDI kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- ▶ Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT
- ▶ **Permanentüberwachung (optional)**  81]
 - Die Bewegungsrichtung wird ohne Aktivierungssignal, permanent, ohne SDI-Verzögerungszeit überwacht.
 - Es ist keine externe Verdrahtung notwendig.

Start der Überwachung

- ▶ Nach Ablauf der SDI-Verzögerungszeit beginnt die Überwachung der Bewegungsrichtung.
- ▶ Nach Ablauf der SDI-Verzögerungszeit wird der Rückmeldeausgang SDA aktiv (siehe Diagramm).

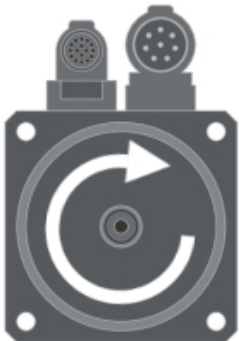
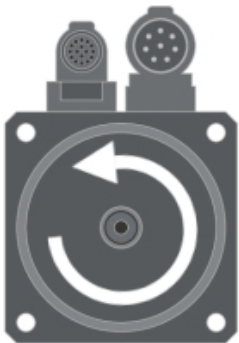


WICHTIG

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe **Technische Daten**  202]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SDI im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Verzögerungszeit (t_{del})	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SDI und Beginn der Überwachung

Info Rechtslauf/Linkslauf	
	Rechtslauf ⇒ positive Bewegungsrichtung Die Welle dreht sich mit der Blickrichtung auf die Antriebsseite im Uhrzeigersinn.
	Linkslauf ⇒ negative Bewegungsrichtung Die Welle dreht sich mit der Blickrichtung auf die Antriebsseite gegen den Uhrzeigersinn.

Überwachung

- ▶ Die Bewegungsrichtung des Motors wird kontinuierlich mit der parametrierten, zulässigen Bewegungsrichtung (positiv oder negativ) verglichen.
- ▶ Ein anwendungsspezifisches Positionsfenster verhindert eine Grenzwertverletzung aufgrund kleinster Bewegungen um die Stillstandsposition.
- ▶ Das Positionsfenster wird der Ist-Position nachgezogen, solange sich der Motor in die zulässige Richtung bewegt.
- ▶ Bei einer Bewegung in die unzulässige Richtung, welche die im Positionsfenster eingestellte Distanz überschreitet, wird die SS1-Funktion ausgelöst.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SDI im Konfigurations-Tool

Feld: Bewegungsrichtung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Sicher überwachte Bewegungsrichtung	Negativ (Default)	--	Festlegung der zulässigen Bewegungsrichtung
	Positiv	--	

Feld: Stillstandsposition			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Fenster Stillstandsposition (pos_{win})	0 ... 2147483647 (Default: 100)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

Fehlerreaktion SDI

- ▶ Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 aus.
- ▶ Am Rückmeldeausgang SDA wird ein 0-Signal ausgegeben.

Fehlerreaktion SDI-M

- ▶ Bei der Überschreitung des Grenzwerts wird am Rückmeldeausgang SDA ein 0-Signal ausgegeben.

Aktivierung und Rückmeldung

Für die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SDI können folgende Aktivierungs- und Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

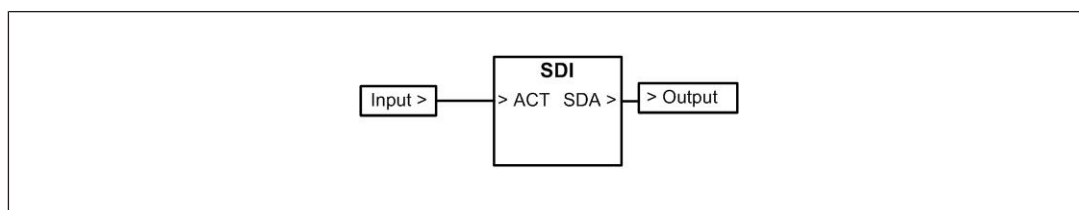


Abb.: Funktionsbaustein SDI

Legende

- ACT** Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SDI aktiviert oder deaktiviert.
(0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)
- SDA** Safe Direction Acknowledge
- Der Rückmeldeausgang SDA meldet, ob sich der Motor innerhalb seiner zulässigen Grenzwerte befindet (1-Signal), oder ob eine Grenzwertverletzung vorliegt (0-Signal). Ist die Sicherheitsfunktion nicht aktiviert, meldet der Rückmeldeausgang ebenfalls ein 0-Signal.

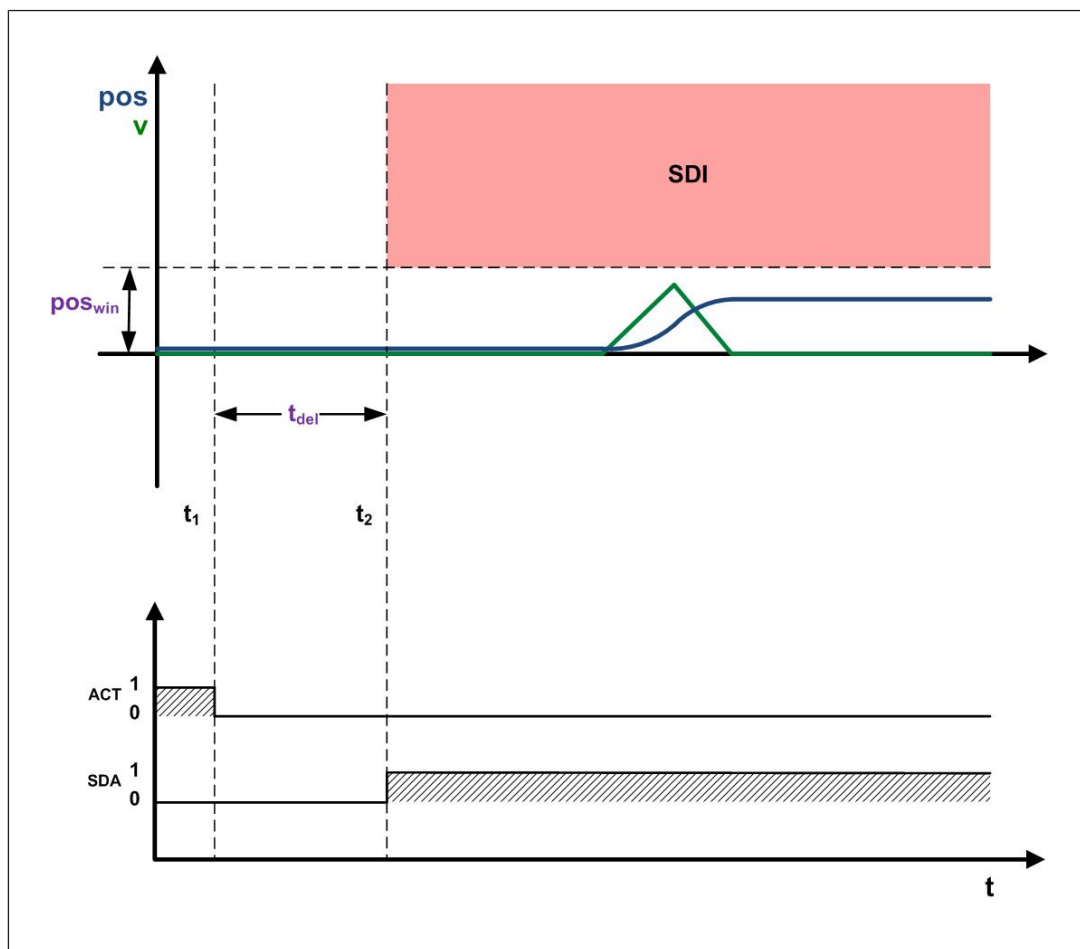


Abb.: Sicherheitsfunktion SDI

Legende

pos	Position
v	Geschwindigkeit
pos_{win}	Fenster Stillstandsposition
t_{del}	Verzögerungszeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SDI
t_2	Start der Überwachung
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SDI
SDA	Safe Direction Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SDI

Hysterese für Überwachungsfunktionen

Bei den Überwachungsfunktionen kann optional eine Hysterese konfiguriert werden, siehe Hysterese für Überwachungsfunktionen.

5.11.6

Sicher begrenztes Schrittmaß (SLI) und Sicher überwachtes Schrittmaß (SLI-M)



INFO

Als Variante zur normativen Sicherheitsfunktion SLI "Sicher begrenztes Schrittmaß" kann die **Überwachungsfunktion SLI-M "Sicher überwachtes Schrittmaß"** ausgewählt werden.

Die Überwachungsfunktion SLI-M entspricht der normativen Sicherheitsfunktion SLI, mit Ausnahme der Fehlerreaktion.

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

- kein SS1 ausgelöst
- am Ausgang SRA (Safe Range Acknowledge) ein 0-Signal ausgegeben

Die Sicherheitsfunktion SLI überwacht die Bewegung des Motors auf Einhaltung eines definierten Schrittmaßes. Nach der Aktivierung darf sich der Motor nur noch im zulässigen parametrisierten Positionsbereich bewegen.

- ▶ Die Sicherheitsfunktion SLI entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.

Die Sicherheitsfunktion kann beliebig oft verwendet werden (nur durch die maximale Anzahl der Sicherheitsfunktionen begrenzt).

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SLI

Die Sicherheitsfunktion SLI kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- ▶ Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT

Start der Überwachung

- ▶ Nach Ablauf der SLI-Verzögerungszeit beginnt die Überwachung des definierten Schrittmaßes.
- ▶ Die Position nach Ablauf der SLI-Verzögerungszeit gilt als Startposition.
- ▶ Nach Ablauf der SLI-Verzögerungszeit ist der Rückmeldeausgang SRA aktiv (siehe Diagramm).

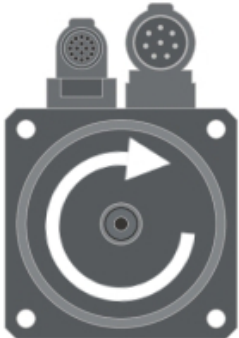
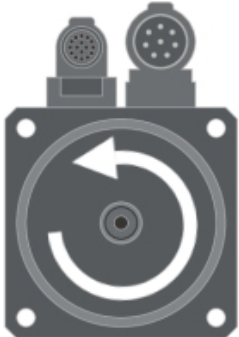


WICHTIG

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten \[202\]](#)) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLI im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Verzögerungszeit (t_{del})	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLI und Beginn der Überwachung

Info Rechtslauf/Linkslauf	
	Rechtslauf ⇒ positive Bewegungsrichtung Die Welle dreht sich mit der Blickrichtung auf die Antriebsseite im Uhrzeigersinn.
	Linkslauf ⇒ negative Bewegungsrichtung Die Welle dreht sich mit der Blickrichtung auf die Antriebsseite gegen den Uhrzeigersinn.

Überwachung

- Die aktuelle Position des Motors wird kontinuierlich mit den parametrisierten Positionsgrenzwerten verglichen.
Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLI im Konfigurations-Tool

Feld: Grenzwerte Schrittmäß			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Oberer Grenzwert Position ($pos_{upperLimit}$)	0 2147483647 (Default: 0)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.
Unterer Grenzwert Position ($pos_{lowerLimit}$)	0 ... 2147483647 (Default: 0)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

Fehlerreaktion SLI

- ▶ Bei einer Überschreitung eines Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 aus.
- ▶ Am Rückmeldeausgang SRA wird ein 0-Signal ausgegeben.

Fehlerreaktion SLI-M

- ▶ Bei der Überschreitung eines Grenzwerts wird am Rückmeldeausgang SRA ein 0-Signal ausgegeben.

Aktivierung und Rückmeldung

Für die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLI können folgende Aktivierungs- und Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

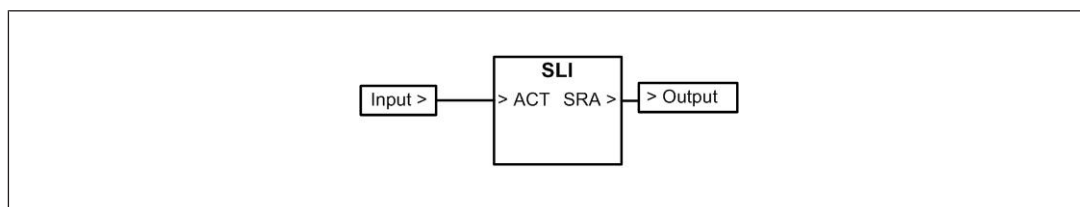


Abb.: Funktionsbaustein SLI

Legende

- ACT** Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SLI aktiviert oder deaktiviert, (0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)
- SRA** Safe Range Acknowledge
- Der Rückmeldeausgang SRA meldet, ob sich der Motor innerhalb seiner zulässigen Grenzwerte befindet (1-Signal), oder ob eine Grenzwertverletzung vorliegt (0-Signal). Ist die Sicherheitsfunktion nicht aktiviert, meldet der Rückmeldeausgang ebenfalls ein 0-Signal.

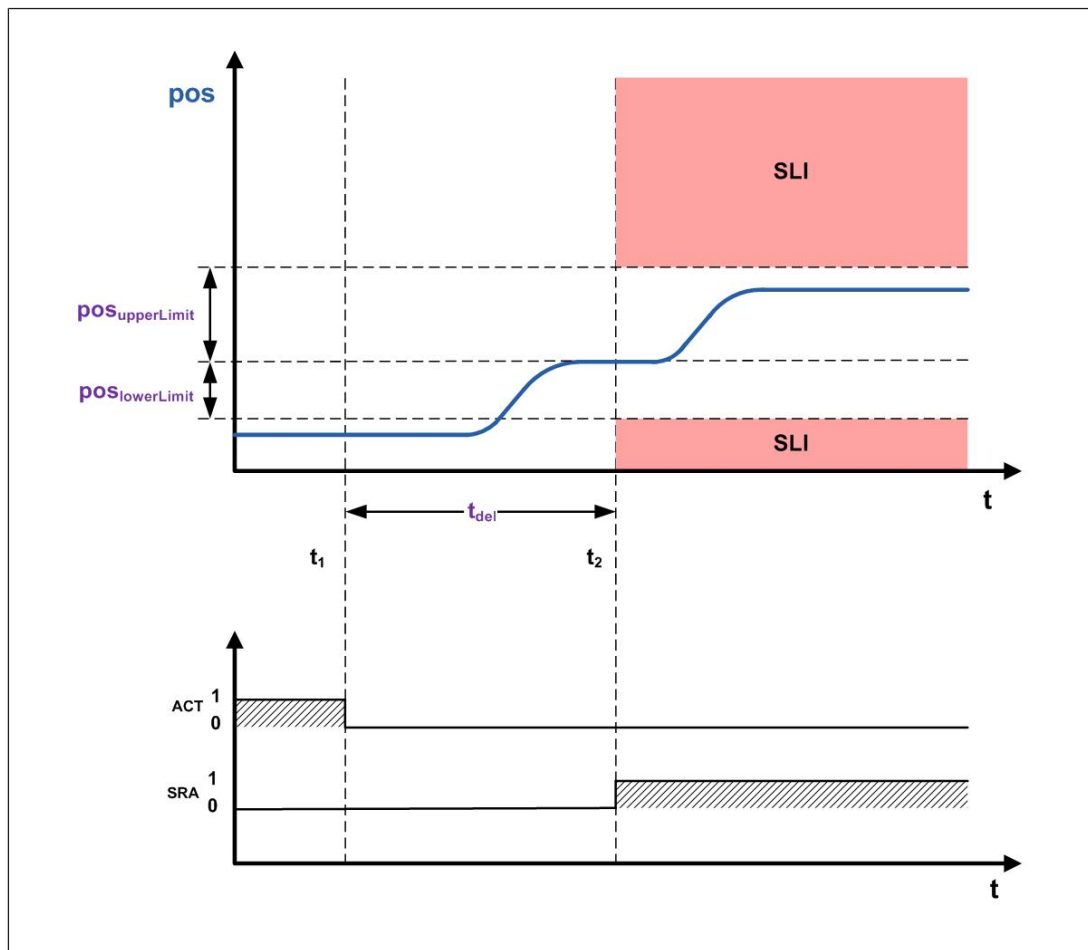


Abb.: Sicherheitsfunktion SLI

Legende

pos	Position
pos _{upperLimit}	Obere Grenzwert Position
pos _{lowerLimit}	Untere Grenzwert Position
t _{del}	Verzögerungszeit
t ₁	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLI
t ₂	Start der Überwachung
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SLI
SRA	Safe Range Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLI

Hysterese für Überwachungsfunktionen

Bei den Überwachungsfunktionen kann optional eine Hysterese konfiguriert werden, siehe Hysterese für Überwachungsfunktionen.

5.11.7 Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS) und Sicher überwachte Geschwindigkeit (SLS-M)



INFO

Als Variante zur normativen Sicherheitsfunktion SLS "Sicher begrenzte Geschwindigkeit" kann die **Überwachungsfunktion SLS-M "Sicher überwachte Geschwindigkeit"** ausgewählt werden.

Die Überwachungsfunktion SLS-M entspricht der normativen Sicherheitsfunktion SLS, mit Ausnahme der Fehlerreaktion.

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

- kein SS1 ausgelöst
- am Ausgang SRA (Safe Range Acknowledge) ein 0-Signal ausgegeben

Die Sicherheitsfunktion SLS verhindert, dass der Motor die festgelegte Begrenzung der Geschwindigkeit überschreitet.

- ▶ Die Sicherheitsfunktion SLS entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.
- ▶ Mit der Sicherheitsfunktion SLS kann eine sicherheitsbewertete reduzierte Geschwindigkeit und eine sicherheitsbewertete überwachte Geschwindigkeit nach EN ISO 10218-1 realisiert werden.

Die Sicherheitsfunktion kann beliebig oft verwendet werden (nur durch die maximale Anzahl der Sicherheitsfunktionen begrenzt).

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SLS

Die Sicherheitsfunktion SLS kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- ▶ Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT
- ▶ **Permanentüberwachung (optional)**  81]
 - Die Geschwindigkeit wird ohne Aktivierungssignal, permanent, ohne SLS-Verzögerungszeit überwacht.
 - Es ist keine externe Verdrahtung notwendig.

Start der Überwachung

- ▶ Nach Ablauf der SLS-Verzögerungszeit beginnt die Überwachung der Geschwindigkeit.
- ▶ Nach Ablauf der SLS-Verzögerungszeit ist der Rückmeldeausgang SRA aktiv (siehe Diagramm).



WICHTIG

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#)  202]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLS im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Verzögerungszeit (t_{del})	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLS und Beginn der Überwachung.

Überwachung

- ▶ Die Ist-Geschwindigkeit des Motors wird kontinuierlich mit dem parametrisierten Geschwindigkeitsgrenzwert verglichen.
- ▶ Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLS im Konfigurations-Tool

Feld: Grenzwert Geschwindigkeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Grenzwert Geschwindigkeit (v_{lim})	0 ... 16777215 (Default: 100000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

Fehlerreaktion SLS

- ▶ Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 aus.
- ▶ Am Rückmeldeausgang SRA wird ein 0-Signal ausgegeben.

Fehlerreaktion SLS-M

- ▶ Bei der Überschreitung des Grenzwerts wird am Rückmeldeausgang SRA ein 0-Signal ausgegeben.

Aktivierung und Rückmeldung

Für die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLS können folgende Aktivierungs- und Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

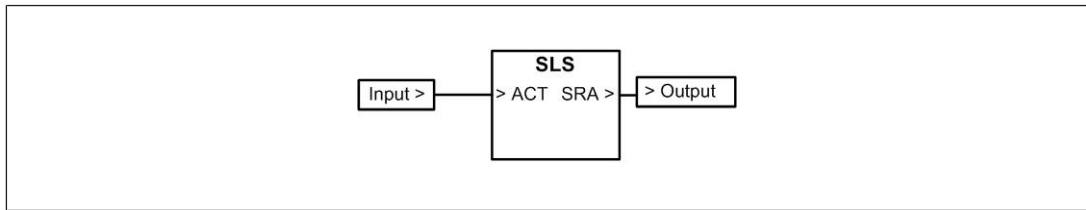


Abb.: Funktionsbaustein SLS

Legende

- ACT** Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SLS aktiviert oder deaktiviert, (0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)
- SRA** Safe Range Acknowledge
- Der Rückmeldeausgang SRA meldet, ob sich der Motor innerhalb seiner zulässigen Grenzwerte befindet (1-Signal), oder ob eine Grenzwertverletzung vorliegt (0-Signal). Ist die Sicherheitsfunktion nicht aktiviert, meldet der Rückmeldeausgang ebenfalls ein 0-Signal.

Toleranzbereich parametrieren (optional)

Zu den Grenzwerten für die Überwachung der Geschwindigkeit kann zusätzlich ein Toleranzbereich parametrieren werden. Dieser Toleranzbereich modifiziert die eingestellten Grenzwerte. Dadurch können einmalige oder periodische Überschwinger, die die Grenzwerte überschreiten, toleriert werden.

Für den Toleranzbereich können folgende Werte parametrieren werden

- ▶ Toleranzfenster, der die Amplitude der Überschwinger berücksichtigt.
- ▶ Toleranzzeit, die die Breite der Überschwinger berücksichtigt.
- ▶ Toleranzperiode, die die Periode der Schwingungen berücksichtigt.

Aktivieren des Toleranzbereichs

- ▶ Bei Überschreitung des Grenzwerts der Geschwindigkeit wird der Toleranzbereich aktiv (siehe Abbildung "Sicherheitsfunktion SSR mit aktiviertem Toleranzbereich").

Reaktion

- ▶ Bei der ersten Überschreitung des Toleranzbereichs löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

Konfiguration des Toleranzbereichs im Konfigurations-Tool (optional)

Feld: Toleranz			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Toleranzbereich	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktiviert den Toleranzbereich
Toleranzfenster (tol_{win})	1 ... 25 (Default: 1)	[%]	Zulässige Amplitude der Überschwinger
Toleranzzeit (tol_{t1})	1 ... 120000 (Default: 100)	[ms]	Zulässige Breite der Überschwinger
Toleranzperiode (tol_{t2})	2 ... 120000 (Default: 1000)	[ms]	Zulässige Periode der Schwingungen

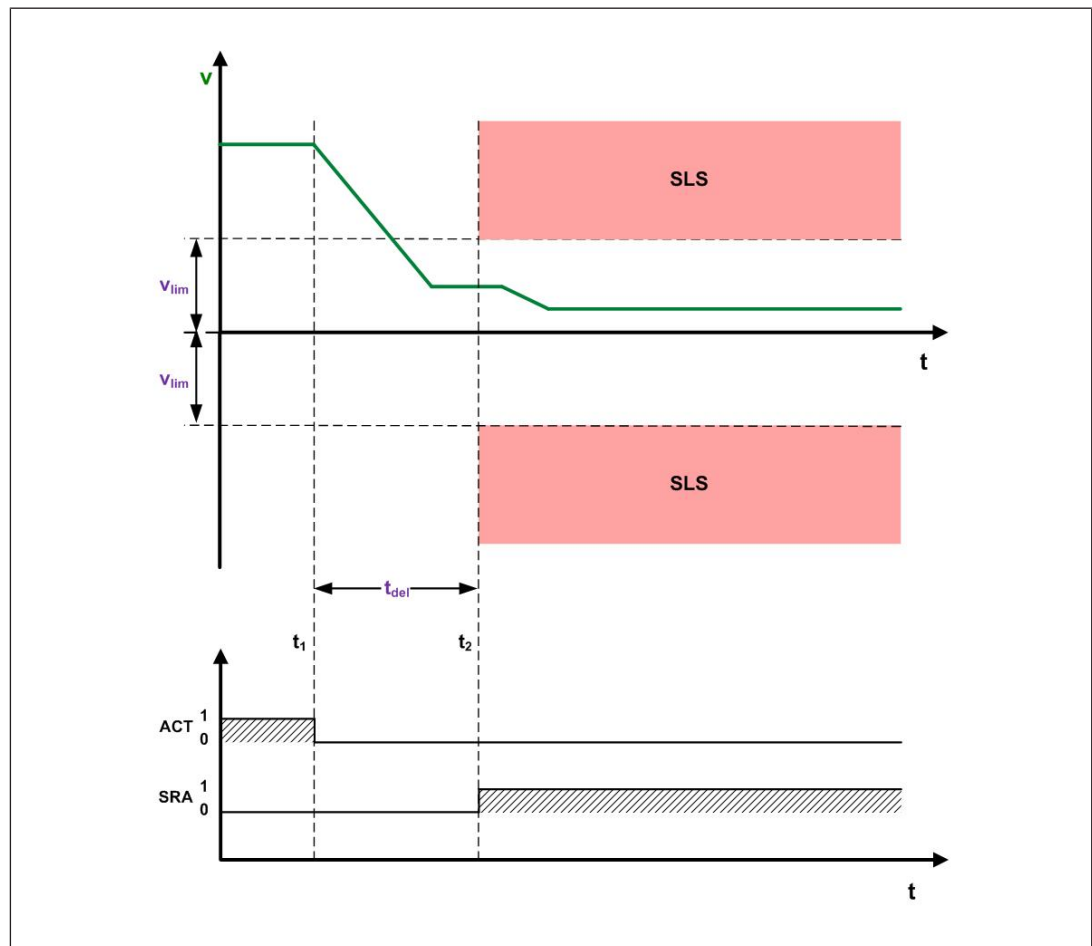


Abb.: Sicherheitsfunktion SLS ohne aktivierten Toleranzbereich

Legende

v	Geschwindigkeit
v_{lim}	Grenzwert Geschwindigkeit
t_{del}	Verzögerungszeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLS

t_2	Start der Überwachung
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SLS
SRA	Safe Range Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLS

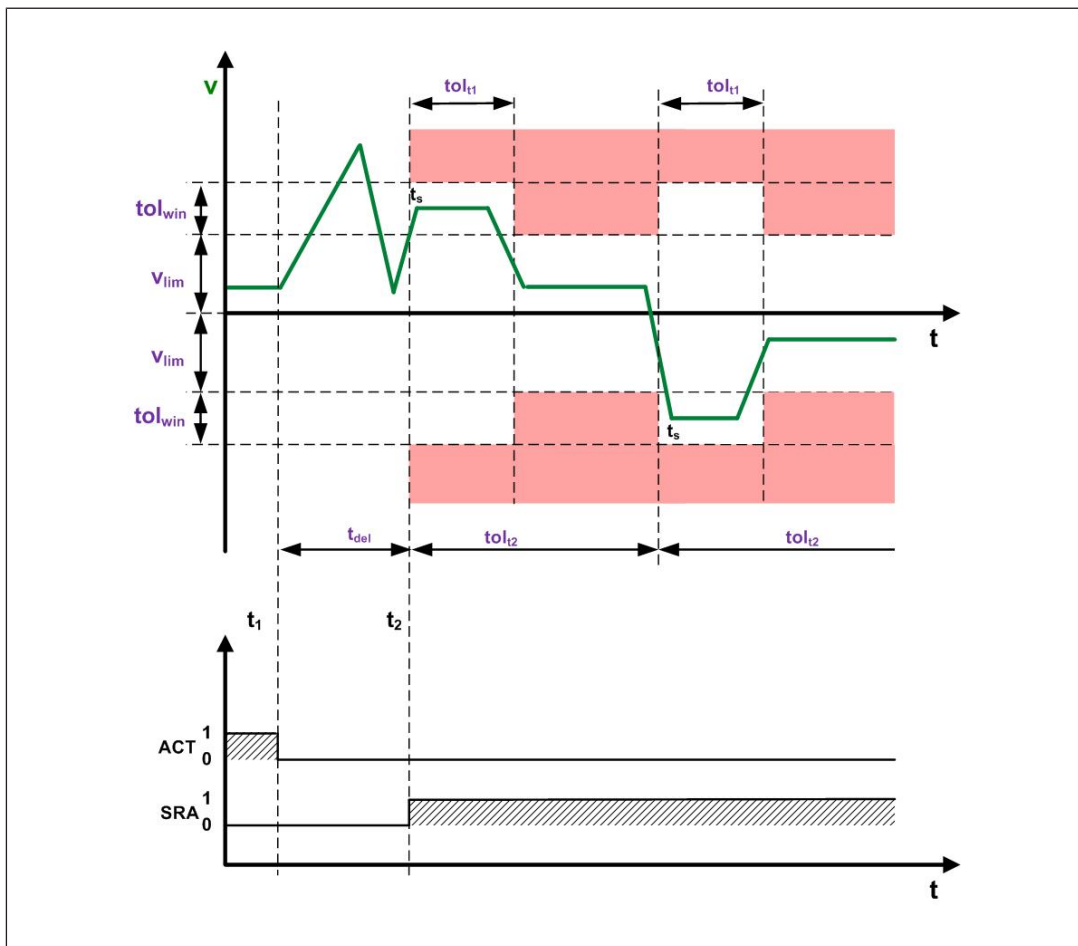


Abb.: Sicherheitsfunktion SLS mit aktiviertem Toleranzfenster

Legende

v	Geschwindigkeit
tol_{win}	Toleranzfenster
v_{lim}	Grenzwert Geschwindigkeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLS
t_2	Start der Überwachung
t_s	Geschwindigkeit V überschreitet Grenzwert und befindet sich im aktivierten Toleranzbereich. (Toleranzfenster, Toleranzzeit, Toleranzperiode)
t_{del}	Verzögerungszeit
tol_{t1}	Toleranzzeit
tol_{t2}	Toleranzperiode
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SLS

SRA Safe Range Acknowledge
Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLS

Hysterese für Überwachungsfunktionen

Bei den Überwachungsfunktionen kann optional eine Hysterese konfiguriert werden, siehe Hysterese für Überwachungsfunktionen.

5.11.8 Sicherer Betriebshalt (SOS) und Sicher überwachter Betriebshalt (SOS-M)



INFO

Als Variante zur normativen Sicherheitsfunktion SOS "Sicherer Betriebshalt" kann die **Überwachungsfunktion SOS-M "Sicher überwachter Betriebshalt"** ausgewählt werden.

Die Überwachungsfunktion SOS-M entspricht der normativen Sicherheitsfunktion SOS, mit Ausnahme der Fehlerreaktion.

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

- kein SS1 ausgelöst
- am Ausgang SSA (Safe Standstill Acknowledge) ein 0-Signal ausgegeben

Die Sicherheitsfunktion SOS überwacht die Bewegung des Motors auf Einhaltung der Stillstandsposition.

- ▶ Die Sicherheitsfunktion SOS entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.
- ▶ Mit der Sicherheitsfunktion SOS kann ein sicherheitsbewerteter überwachter Halt nach EN ISO 10218-1 realisiert werden.

Die Sicherheitsfunktion kann beliebig oft verwendet werden (nur durch die maximale Anzahl der Sicherheitsfunktionen begrenzt).

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SOS

Die Sicherheitsfunktion SOS kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- ▶ Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT

Start der Überwachung

- ▶ Nach Ablauf der SOS-Verzögerungszeit beginnt die Überwachung der Motorposition. Diese darf das eingestellte Positionsfenster nicht verlassen.
- ▶ Die Position nach Ablauf der SOS-Verzögerungszeit gilt als Startposition für die Überwachung.
- ▶ Nach Ablauf der SOS-Verzögerungszeit ist der Rückmeldeausgang SSA aktiv (siehe Diagramm).



WICHTIG

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten \[202\]](#)) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SOS im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Verzögerungszeit (t_{del})	0 ... 120000 (Default: 100)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SOS und Beginn der Überwachung

Überwachung

- Die Ist-Position des Motors wird kontinuierlich mit dem parametrisierten Positionsfenster Stillstand verglichen.
Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SOS im Konfigurations-Tool

Feld: Grenzwert Position			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Positionsfenster Stillstand (pos_{win})	0 ... 2147483647 (Default: 100)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

Fehlerreaktion SOS

- Bei einer Überschreitung eines Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 aus.
- Am Rückmeldeausgang SSA wird ein 0-Signal ausgegeben.

Fehlerreaktion SOS-M

- Bei der Überschreitung eines Grenzwerts wird am Rückmeldeausgang SSA ein 0-Signal ausgegeben.

Automatischer SOS (optional)

Beim automatischen SOS wird vor Ablauf der Verzögerungszeit die Sicherheitsfunktion SOS aktiviert. Dafür muss die Motorgeschwindigkeit einen konfigurierbaren Stillstandsgrenzwert unterschreiten.

**INFO**

Die Stillstandsschwelle ist als Grenzwert zu verstehen, da ein idealer Stillstand (Geschwindigkeit = 0) in realen Systemen häufig nicht erreicht wird.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SOS im Konfigurations-Tool

Feld: Automatischer SOS			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Automatische Stillstandsüberwachung	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren des automatischen SOS.
Grenzwert Stillstand (v_{lim})	0 ... 16777215 (Default: 340)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s]	Bei Unterschreiten des Stillstandsgrenzwerts wird die Sicherheitsfunktion SOS ausgelöst.

Aktivierung und Rückmeldung

Für die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SOS können folgende Aktivierungs- und Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

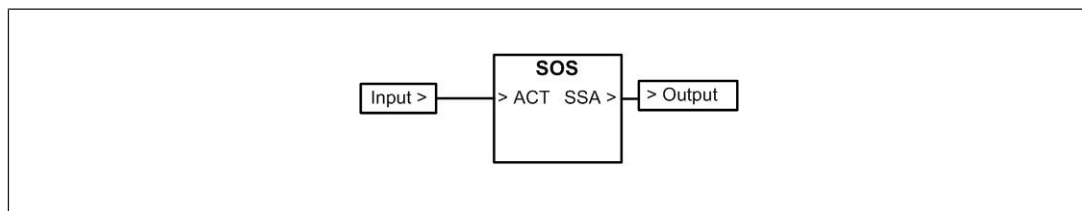


Abb.: Funktionsbaustein SOS

Legende

- ACT** Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SOS aktiviert oder deaktiviert.
(0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert).
- SSA** Safe Standstill Acknowledge
Der Rückmeldeausgang SSA meldet, ob sich der Motor innerhalb seiner zulässigen Grenzwerte befindet (1-Signal), oder ob eine Grenzwertverletzung vorliegt (0-Signal). Ist die Sicherheitsfunktion nicht aktiviert, meldet der Rückmeldeausgang ebenfalls ein 0-Signal.

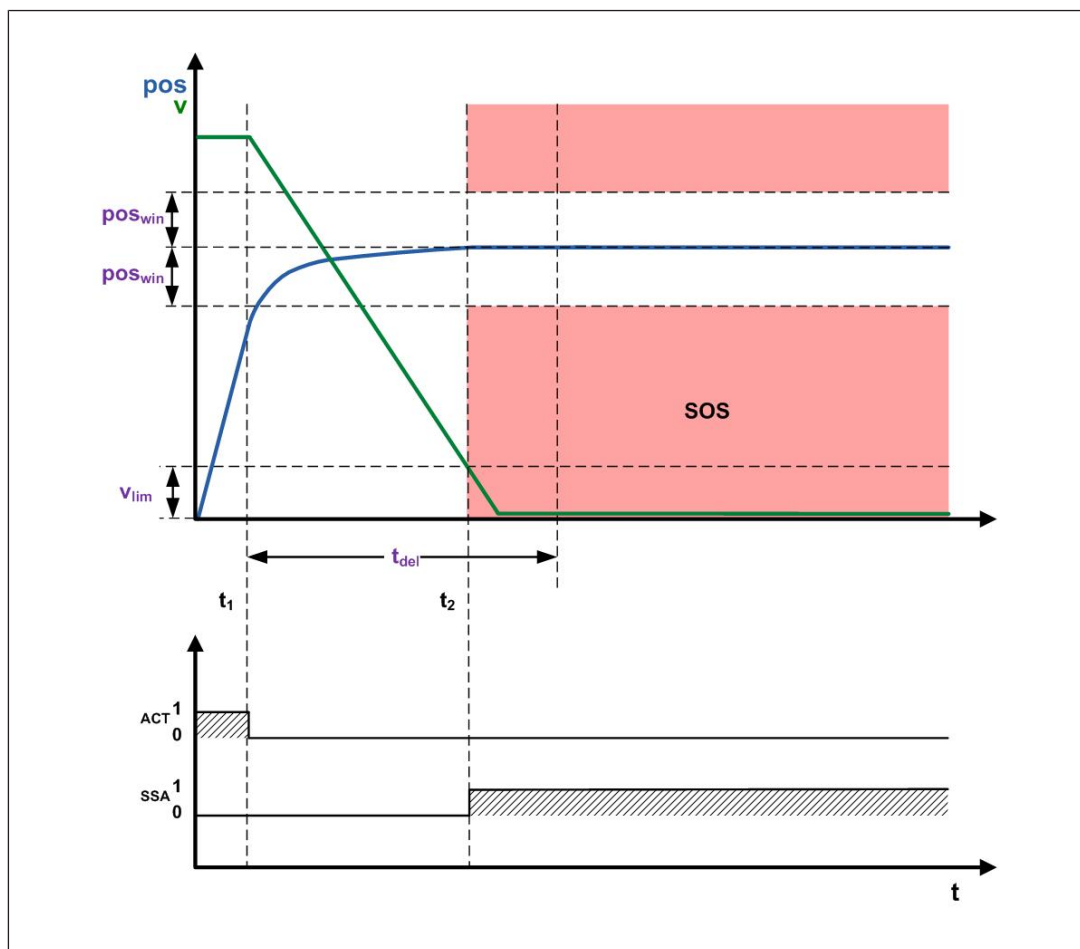


Abb.: Sicherheitsfunktion SOS

Legende

pos	Position
v	Geschwindigkeit
pos_{win}	Positionsfenster Stillstand
v_{lim}	Grenzwert Stillstand
t_{del}	Verzögerungszeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SOS
t_2	Start der Überwachung bei konfigurierter automatischer Stillstandsüberwachung
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SOS
SSA	Safe Standstill Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Grenzwertüberwachung

Hysterese für Überwachungsfunktionen

Bei den Überwachungsfunktionen kann optional eine Hysterese konfiguriert werden, siehe Hysterese für Überwachungsfunktionen.

5.11.9

Sicherer Geschwindigkeitsbereich (SSR) und Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich (SSR-M)



INFO

Als Variante zur normativen Sicherheitsfunktion SSR "Sicherer Geschwindigkeitsbereich" kann die **Überwachungsfunktion SSR-M "Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich"** ausgewählt werden.

Die Überwachungsfunktion SSR-M entspricht der normativen Sicherheitsfunktion SSR, mit Ausnahme der Fehlerreaktion.

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

- kein SS1 ausgelöst
- am Ausgang SRA (Safe Range Acknowledge) ein 0-Signal ausgegeben

Die Sicherheitsfunktion SSR verhindert, dass der Motor die festgelegte Begrenzung des maximal und minimal zulässigen Geschwindigkeitsbereichs überschreitet.

- Die Sicherheitsfunktion SSR entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.
- Mit der Sicherheitsfunktion SSR kann eine sicherheitsbewertete reduzierte Geschwindigkeit und eine sicherheitsbewertete überwachte Geschwindigkeit nach EN ISO 10218-1 realisiert werden.

Die Sicherheitsfunktion kann beliebig oft verwendet werden (nur durch die maximale Anzahl der Sicherheitsfunktionen begrenzt).

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SSR

Die Sicherheitsfunktion SSR kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT
- **Permanentüberwachung (optional)**  81]
 - Der Geschwindigkeitsbereich wird ohne Aktivierungssignal, permanent, ohne SSR-Verzögerungszeit überwacht.
 - Es ist keine externe Verdrahtung notwendig.

Start der Überwachung

- Nach Ablauf der SSR-Verzögerungszeit beginnt die Überwachung des Geschwindigkeitsbereichs.
- Nach Ablauf der SSR-Verzögerungszeit ist der Rückmeldeausgang SRA aktiv (siehe Diagramm).



WICHTIG

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe **Technische Daten**  202]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SSR im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Verzögerungszeit (t_{del})	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SSR und Beginn der Überwachung

Überwachung

- ▶ Die Ist-Geschwindigkeit des Motors wird kontinuierlich mit dem maximal und minimal parametrisierten Geschwindigkeitsgrenzwert verglichen.
- ▶ Wird eine Überschreitung einer der beiden Grenzwerte erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SSR im Konfigurations-Tool

Feld: Geschwindigkeitsgrenzwerte			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Oberer Grenzwert Geschwindigkeit ($v_{upperLimit}$)	-16777216... 16777215 (Default: 100000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.
Unterer Grenzwert Geschwindigkeit ($v_{lowerLimit}$)	-16777216 ... 16777215 (Default: -100000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s]	Bei einer Unterschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

Fehlerreaktion SSR

- ▶ Bei einer Überschreitung eines Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 aus.
- ▶ Am Rückmeldeausgang SRA wird ein 0-Signal ausgegeben.

Fehlerreaktion SSR-M

- ▶ Bei der Überschreitung eines Grenzwerts wird am Rückmeldeausgang SRA ein 0-Signal ausgegeben.

Aktivierung und Rückmeldung

Für die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SSR können folgende Aktivierungs- und Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

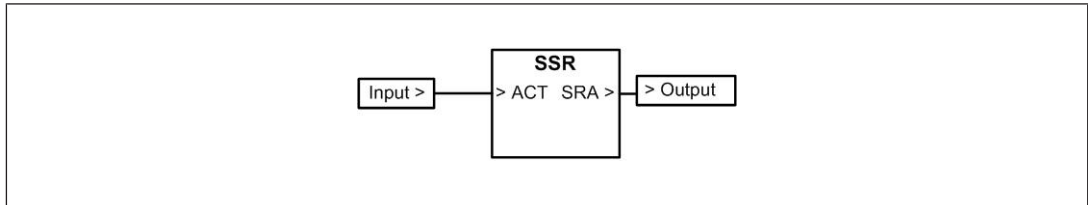


Abb.: Funktionsbaustein SSR

Legende

- ACT** Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SSR aktiviert oder deaktiviert.
(0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)
- SRA** Safe Range Acknowledge
Der Rückmeldeausgang SRA meldet, ob sich der Motor innerhalb seiner zulässigen Grenzwerte befindet (1-Signal), oder ob eine Grenzwertverletzung vorliegt (0-Signal). Ist die Sicherheitsfunktion nicht aktiviert, meldet der Rückmeldeausgang ebenfalls ein 0-Signal.

Toleranzbereich parametrieren (optional)

Zu den Grenzwerten für die Überwachung der Geschwindigkeit kann zusätzlich ein Toleranzbereich parametriert werden. Dieser Toleranzbereich modifiziert die eingestellten Grenzwerte. Dadurch können einmalige oder periodische Überschwinger, die die Grenzwerte überschreiten, toleriert werden.

Für den Toleranzbereich können folgende Werte parametriert werden

- ▶ Toleranzfenster, der die Amplitude der Überschwinger berücksichtigt.
- ▶ Toleranzzeit, die die Breite der Überschwinger berücksichtigt.
- ▶ Toleranzperiode, die die Periode der Schwingungen berücksichtigt.

Aktivieren des Toleranzbereichs

- ▶ Bei Überschreitung des Grenzwerts der Geschwindigkeit wird der Toleranzbereich aktiv (siehe Abbildung "Sicherheitsfunktion SSR mit aktiviertem Toleranzbereich").

Reaktion

- ▶ Bei der ersten Überschreitung des Toleranzbereichs löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

Konfiguration des Toleranzbereichs im Konfigurations-Tool (optional)

Feld: Toleranz			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Toleranzbereich	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktiviert den Toleranzbereich
Toleranzfenster (tol_{win})	1 ... 25 (Default: 1)	[%]	Zulässige Amplitude der Überschwinger
Toleranzzeit (tol_{t1})	1 ... 120000 (Default: 100)	[ms]	Zulässige Breite der Überschwinger
Toleranzperiode (tol_{t2})	2 ... 120000 (Default: 1000)	[ms]	Zulässige Periode der Schwingungen

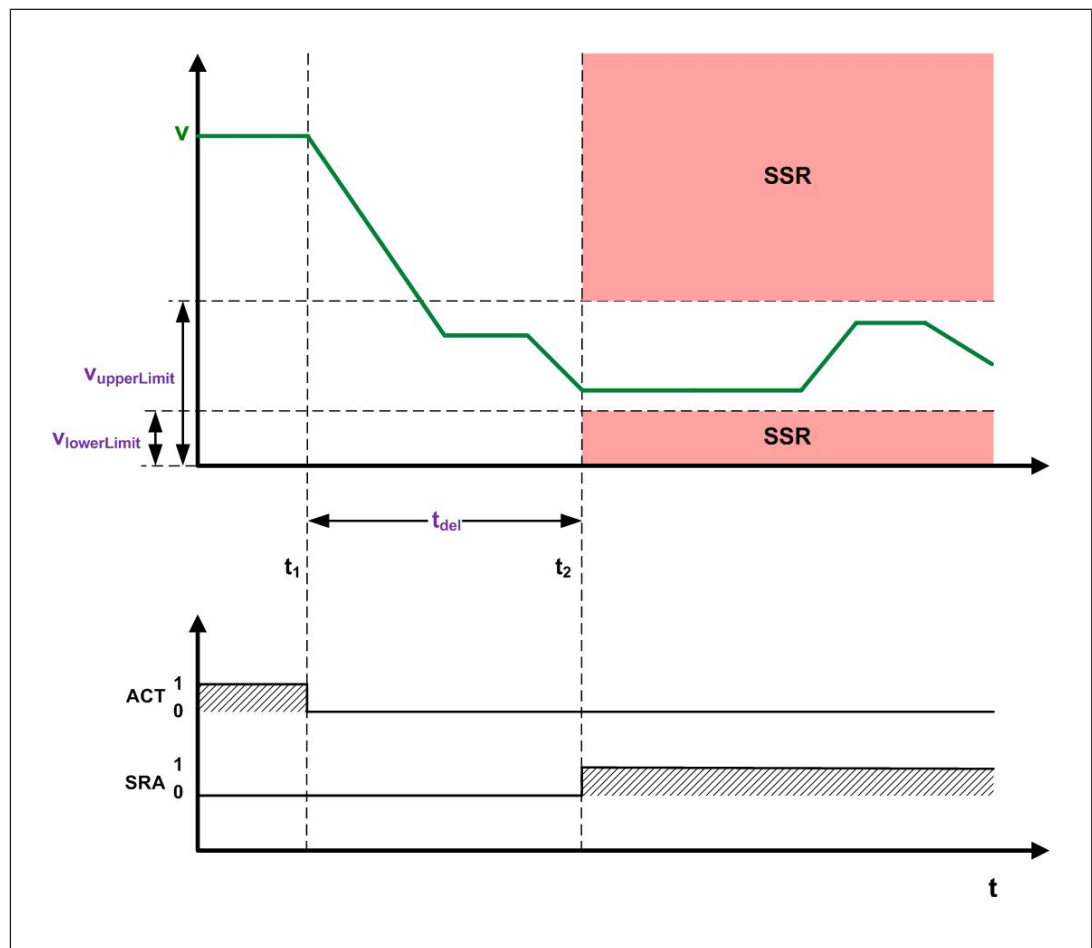


Abb.: Sicherheitsfunktion SSR ohne aktivierten Toleranzbereich

Legende

v	Geschwindigkeit
$v_{upperLimit}$	Oberer Grenzwert Geschwindigkeit
$v_{lowerLimit}$	Unterer Grenzwert Geschwindigkeit

ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SLS
SRA	Safe Range Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SSR

Hysterese für Überwachungsfunktionen

Bei den Überwachungsfunktionen kann optional eine Hysterese konfiguriert werden, siehe Hysterese für Überwachungsfunktionen.

5.11.10

Sicher begrenzte Position (SLP) und Sicher überwachte Position (SLP-M)



INFO

Als Variante zur normativen Sicherheitsfunktion SLP "Sicher begrenzte Position" kann die **Überwachungsfunktion SLP-M "Sicher überwachte Position"** ausgewählt werden.

Die Überwachungsfunktion SLP-M entspricht der normativen Sicherheitsfunktion SLP, mit Ausnahme der Fehlerreaktion.

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

- kein SS1 ausgelöst
- am Ausgang SRA (Safe Range Acknowledge) ein 0-Signal ausgegeben

Die Sicherheitsfunktion SLP überwacht die Bewegung des Motors auf Einhaltung einer definierten unteren und oberen Absolutposition.

- Die Sicherheitsfunktion SLP entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.
- Mit der Sicherheitsfunktion SLP können sichere Achs- und Raumbegrenzungen nach EN ISO 10218-1 realisiert werden.



INFO

Für die Sicherheitsfunktion SLP muss ein zusätzlicher externer, absoluter Encoder an die Schnittstelle X31 des Sicherheitsmoduls angeschlossen werden. Die aktuelle Position des externen Encoders wird mit der Absolutposition des Motor-Encoders plausibilisiert. Der externe Encoder wird im Konfigurations-Tool des Sicherheitsmoduls konfiguriert.

Bei Verwendung eines externen Encoders mit abweichendem (reduziertem) Auflösungsbereich, im Vergleich zur internen Motor-Encoder-Auflösung, kann die resultierende Gesamtauflösung des Systems eingeschränkt sein. Ebenso kann durch eine existierende Getriebeübersetzung zwischen der Antriebs- und Abtriebsseite oder durch die mechanische Übertragungstrecke selbst, ein reduzierter Gesamtauflösungsbereich entstehen.



WARNUNG!

Möglicher Verlust der Sicherheitsfunktion durch Überlauf der Signale im Motor-Encoder oder im externen Absolutwert-Encoder!

Abhängig von der Anwendung können schwerste Körperverletzungen und Tod verursacht werden.

Der Positionsbereich des Motor-Encoders und des externen Absolutwert-Encoders darf bei Überwachung der Absolutposition nicht überlaufen.

Stellen Sie durch geeignete Maßnahmen sicher, dass die Signale dem mechanischen Verfahrensweg angepasst sind.

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SLP

Die Sicherheitsfunktion SLP kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- ▶ Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT
- ▶ **Permanentüberwachung (optional)**  81]
 - Die Position wird ohne Aktivierungssignal, permanent, ohne SLP-Verzögerungszeit überwacht.
 - Es ist keine externe Verdrahtung notwendig.



INFO

Stellen Sie sicher, dass bei der Verwendung der Sicherheitsfunktion SLP mit Permanentüberwachung (optional) die Achse nach einer Grenzwert-überschreitung in den zulässigen Bereich zurückgesetzt werden kann.

Start der Überwachung

- ▶ Nach Ablauf der SLP-Verzögerungszeit beginnt die Überwachung der Absolutposition.
- ▶ Nach Ablauf der SLP-Verzögerungszeit ist der Rückmeldeausgang SRA aktiv (siehe Diagramm).



WICHTIG

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe **Technische Daten**  202]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLP im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Verzögerungszeit (t_{del})	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLP und Beginn der Überwachung

Überwachung

- ▶ Die Ist-Position des Motors wird kontinuierlich mit den parametrisierten Absolutpositionsgrenzwerten (unterer und oberer) verglichen.
Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.
- ▶ Die Absolutposition des Motor-Encoders wird mit den Positionswerten des externen Absolut-Encoders plausibilisiert. Der externe Encoder wird mit dem Konfigurations-Tool des Sicherheitsmoduls konfiguriert.
- ▶ Der zulässige Positionsbereich befindet sich innerhalb der eingestellten Grenzwerte.

- Bei invertierter Überwachung befindet sich der zulässige Positionsbereich außerhalb der eingestellten Grenzwerte (optional).

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLP im Konfigurations-Tool

Feld: Grenzwerte Position			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Oberer Grenzwert Position (pos _{upperLimit})	-8388608 ... 8388607 (Default: 0)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.
Unterer Grenzwert Position (pos _{lowerLimit})	-8388608 ... 8388607 (Default: 0)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Bei einer Unterschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

Fehlerreaktion SLP

- Bei einer Überschreitung eines Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 aus.
- Am Rückmeldeausgang SRA wird ein 0-Signal ausgegeben.

Fehlerreaktion SLP-M

- Bei der Überschreitung eines Grenzwerts wird am Rückmeldeausgang SRA ein 0-Signal ausgegeben.

Aktivierung und Rückmeldung

Für die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLP können folgende Aktivierungs- und Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

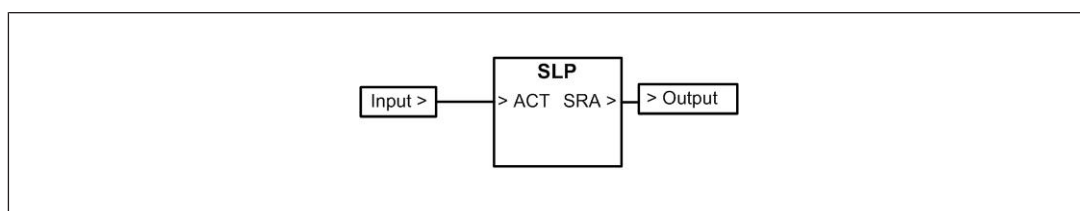


Abb.: Funktionsbaustein SLP

Legende

- ACT** Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SLP aktiviert oder deaktiviert.
(0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)
- SRA** Safe Range Acknowledge
Der Rückmeldeausgang SRA meldet, ob sich der Motor innerhalb seiner zulässigen Grenzwerte befindet (1-Signal), oder ob eine Grenzwertverletzung vorliegt (0-Signal). Ist die Sicherheitsfunktion nicht aktiviert, meldet der Rückmeldeausgang ebenfalls ein 0-Signal.

SLP invertiert (optional)

Bei invertierter Überwachung befindet sich der zulässige Positionsbereich außerhalb der eingestellten Grenzwerte.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLP invertiert im Konfigurations-Tool

Feld: Positionsbereich invertiert			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Sicherer Bereich	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktiviert Positionsbereich invertiert

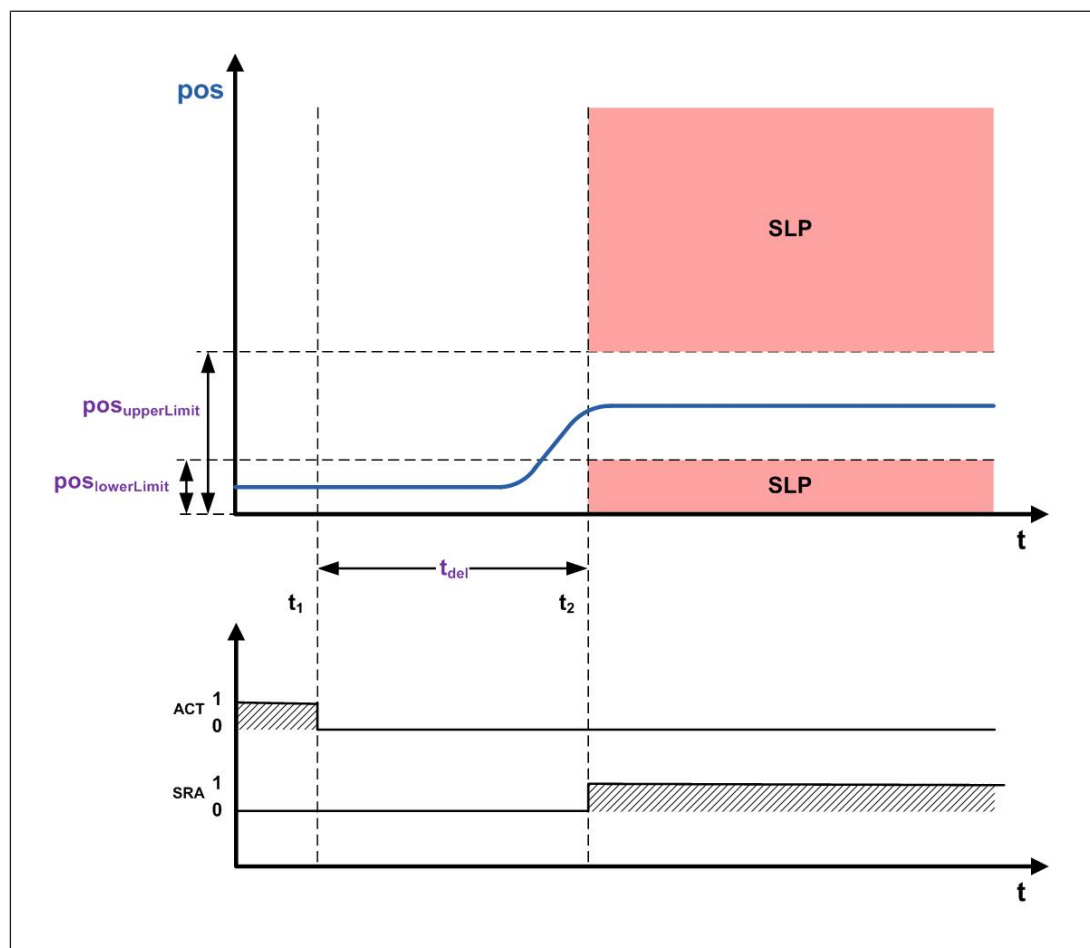


Abb.: Sicherheitsfunktion SLP (nicht invertiert)

Legende

pos	Position
$pos_{upperLimit}$	Oberer Grenzwert Position
$pos_{lowerLimit}$	Unterer Grenzwert Position
t_{del}	Verzögerungszeit

t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLP
t_2	Start der Überwachung
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SLP
SRA	Safe Range Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLP

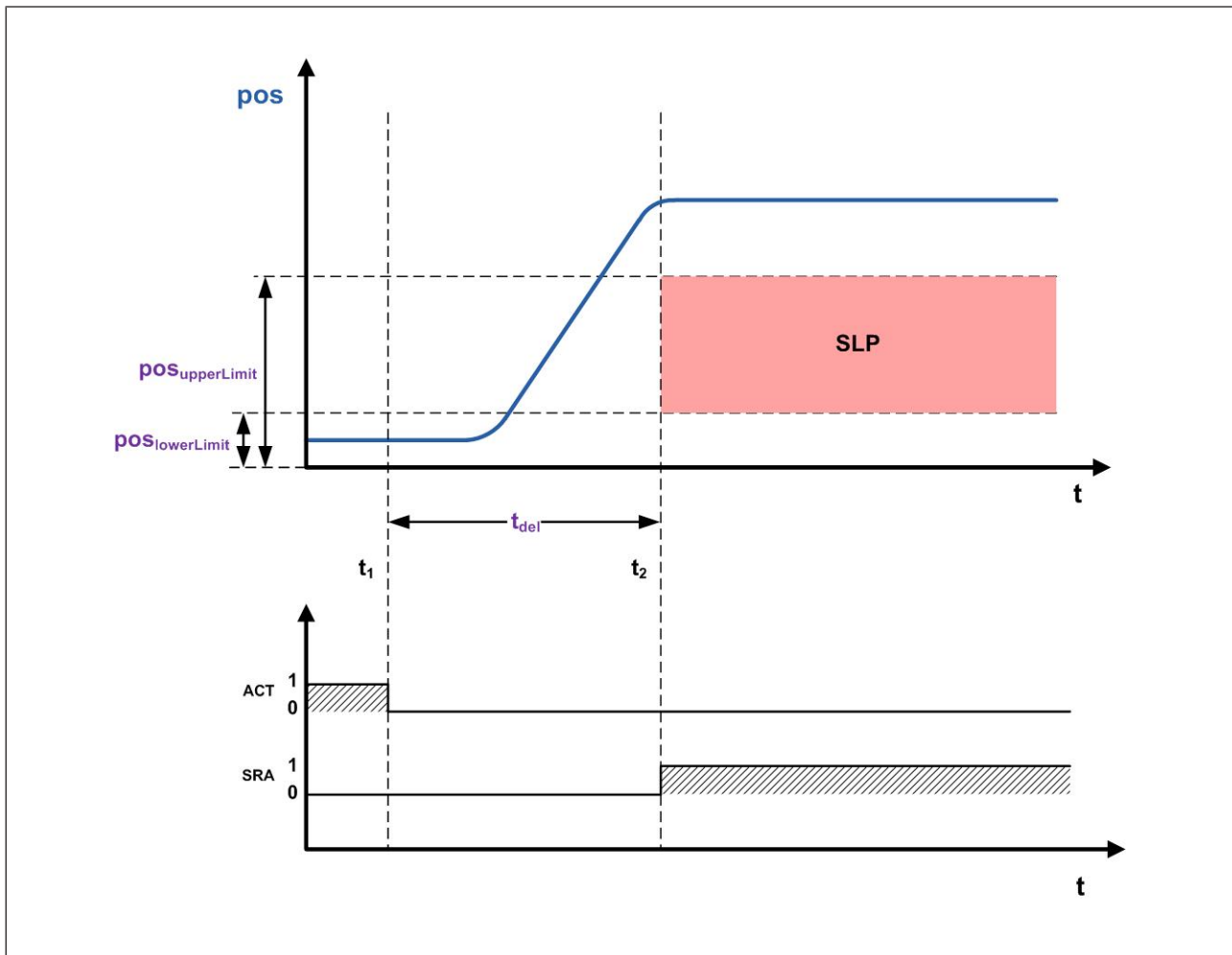


Abb.: Sicherheitsfunktion SLP (invertiert)

Legende

pos	Position
pos_upperLimit	Oberer Grenzwert Position
pos_lowerLimit	Unterer Grenzwert Position
t_{del}	Verzögerungszeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLP
t_2	Start der Überwachung
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SLP
SRA	Safe Range Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLP

Hysterese für Überwachungsfunktionen

Bei den Überwachungsfunktionen kann optional eine Hysterese konfiguriert werden, siehe Hysterese für Überwachungsfunktionen.

5.11.11 Sichere Bremsenansteuerung (SBC)

Die Sicherheitsfunktion SBC liefert ein sicheres Ausgangssignal zur Ansteuerung einer

- ▶ ruhestrombetätigten mechanischen Bremse oder
- ▶ einer sicheren Einrichtung zur Ansteuerung einer Bremse (z. B. PWM-Schaltgerät PNOZ s50 zur sicheren Bremsenansteuerung).

Die Sicherheitsfunktion kann insbesondere dann verwendet werden, wenn in der Applikation zusätzliche Maßnahmen gegen äußere Einflüsse (z. B. Herabfallen hängender Lasten) erforderlich sind.

- ▶ Die Sicherheitsfunktion SBC entspricht der Festlegung nach EN 61800-5-2.
- ▶ Mit der Sicherheitsfunktion SBC kann das "Halten von Lasten" realisiert werden.

Siehe Kapitel [Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT](#) [ 61]

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SBC

Die Sicherheitsfunktion SBC wird aktiviert, sobald die Sicherheitsfunktion STO aktiv ist. Eine direkte Aktivierung über einen sicheren Eingang ist nicht erforderlich.

Ansteuerung des zugeordneten Ausgangs

Bei aktivierter Sicherheitsfunktion SBC wird am zugeordneten Ausgang ein 0-Signal ausgegeben. Eine angeschlossene ruhestrombetätigte Bremse fällt ein, wodurch die mechanische Bremskraft an der Achse aufgebracht wird.

Bei deaktivierter Sicherheitsfunktion SBC wird am zugeordneten Ausgang ein 1-Signal ausgegeben. Eine angeschlossene ruhestrombetätigte Bremse wird gelüftet, wodurch die mechanische Bremskraft an der Achse aufgehoben wird.

Kopplung Bremsenansteuerung Servoverstärker

Das Sicherheitsmodul bietet die Möglichkeit, das nicht sichere Bremsenansteuerungssignal des Servoverstärkers PMCprotego D dem sicheren Bremsenausgang einer SBC-Funktion zuzuordnen. Dadurch kann die funktionale Bremsenansteuerung des Servoverstärkers mit der sicheren Bremsenansteuerung durch die Sicherheitsfunktion SBC kombiniert werden.

Durch Aktivierung der Kopplung kann eine ruhestrombetätigte Bremseinrichtung für folgendes gleichzeitig verwendet werden:

- ▶ Nicht sichere Funktionen des Servoverstärkers PMCprotego D
- ▶ Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBC im Konfigurations-Tool

Feld: Kopplung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Kopplung	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren der Kopplung des Bremsenansteuersignals des Servoverstärkers auf das Sicherheitsmodul

Bei aktivierter Kopplung verhält sich der sichere Bremsenausgang wie folgt

- ▶ Das Sicherheitsmodul ist im Betriebszustand STO
 - Das Sicherheitsmodul gibt am Bremsenausgang ein 0-Signal aus.
 - Die Bremse fällt ein, oder die Bremseneinrichtung lässt die Bremse einfallen.
 - Die Ansteuerung durch den Servoverstärker ist nicht möglich.
- ▶ Das Sicherheitsmodul ist im Betriebszustand FSRUN
 - Der Bremsenausgang wird vom Servoverstärker nicht sicherheitsgerichtet angesteuert.



WICHTIG

Im **Betriebszustand RUN** müssen gefahrbringende oder unzulässige Bewegungen des Antriebs durch aktive Sicherheitsfunktionen abgesichert werden. Wird bei einem erkannten Fehler durch die Sicherheitsfunktion SS1 der Betriebszustand STO aktiviert, so fällt die Bremse über die Sicherheitsfunktion SBC sicher ein, unabhängig vom Bremsenansteuersignal des Servoverstärkers.

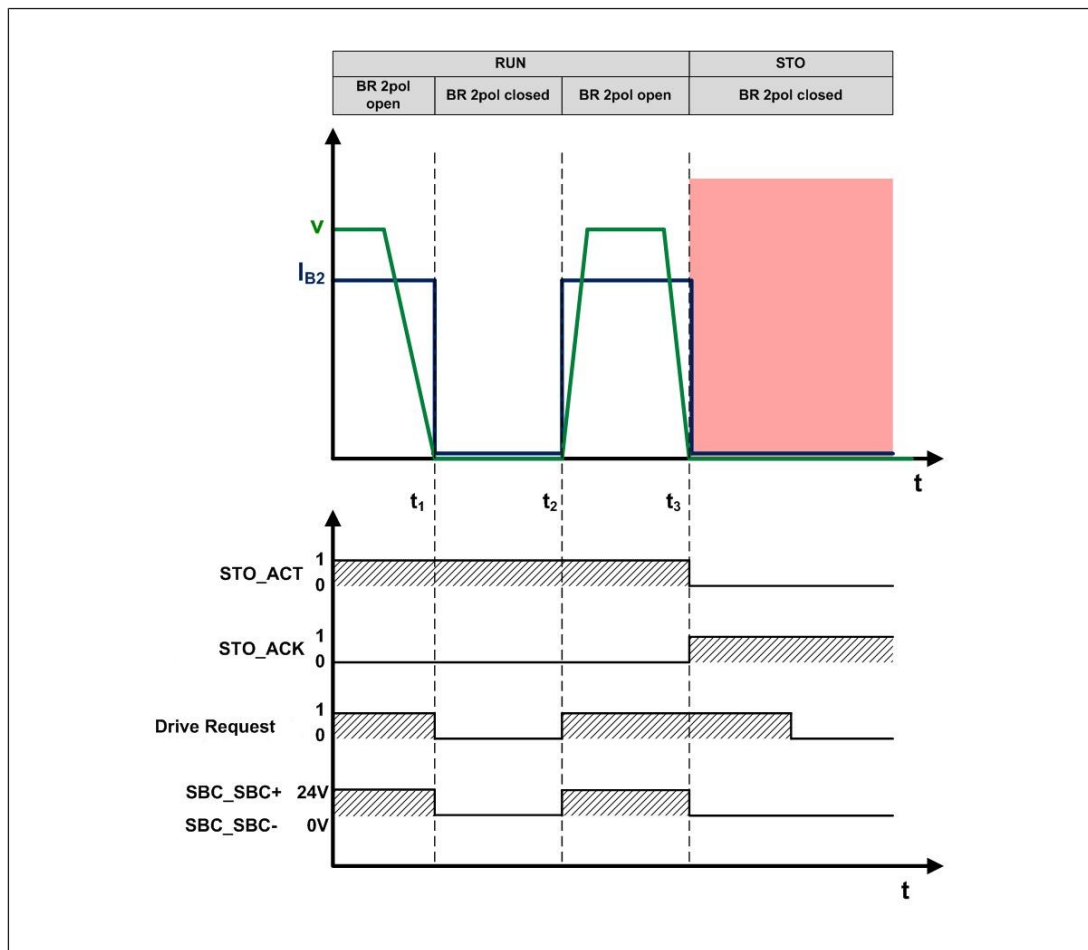


Abb.: Ablaufdiagramm Sicherheitsfunktion SBC bei aktivierter Kopplung

Legende

v	Geschwindigkeit
I_{B2}	Strom, Bremse 2-polig
t_1	Am Bremsenausgang SBC+/SBC- wird nicht sicherheitsgerichtet ein 0-Signal ausgegeben.
t_2	Am Bremsenausgang SBC+/SBC- wird nicht sicherheitsgerichtet ein 1-Signal ausgegeben.
t_3	Die Sicherheitsfunktion STO und SBC werden aktiviert, am Bremsenausgang SBC+/SBC- wird sicherheitsgerichtet ein 0-Signal ausgegeben.
STO_ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion STO
STO_ACK	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO
Drive Request	Bremsenansteuersignal des Servoverstärkers
SBC+ / SBC-	Ausgang Bremsenansteuerung

Verwendung eines Rückmeldeeingangs (optional)

Die Sicherheitsfunktion SBC bietet die Möglichkeit, ein Rückmeldesignal der angesteuerten Bremseinrichtung auszuwerten.

Das Verhalten des Rückmeldesignals kann im Konfigurations-Tool parametrierbar werden.

NO – (Normally open) Normal geöffnet

Bei gelüfteter Bremseinrichtung wird ein 1-Signal als Rückmeldesignal erwartet.

Bei eingefallener Bremseinrichtung wird ein 0-Signal als Rückmeldesignal erwartet.

NC – (Normally closed) Normal geschlossen

Bei gelüfteter Bremseinrichtung wird ein 0-Signal als Rückmeldesignal erwartet.

Bei eingefallener Bremseinrichtung wird ein 1-Signal als Rückmeldesignal erwartet.

Die maximale Verzögerungszeit für das Rückmelden bei Signal-Wechsel auf 1-Signal (EIN) und auf 0-Signal (AUS) kann im Konfigurations-Tool eingestellt werden.



WICHTIG

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten \[202\]](#)) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBC im Konfigurations-Tool

Feld: Feedback Control			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Rückmeldeeingang	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren des Rückmeldeeingangs
Typ	1: Normally open (NO) 2: Normally closed (NC) (Default: 2)	--	Auswahl Kontaktyp
Verzögerungszeit EIN (Ton)	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Maximale Verzögerungszeit bei Signalwechsel auf 1-Signal
Verzögerungszeit AUS (Toff)	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Maximale Verzögerungszeit bei Signalwechsel auf 0-Signal

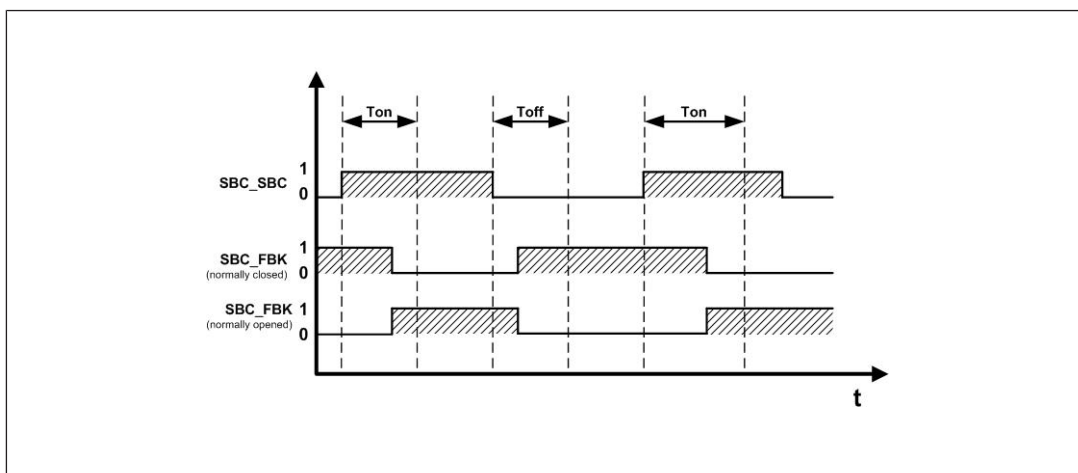


Abb.: Sicherheitsfunktion SBC, Rückmeldung

Legende

Ton	Verzögerungszeit EIN Rückmelden bei Signalwechsel auf 1-Signal
Toff	Verzögerungszeit AUS Rückmelden bei Signalwechsel auf 0-Signal
SBC_SBC	Ausgang Bremsenansteuerung
SBC_FBK (normally closed)	Rückmeldeeingang (Feedback FBK) (normally closed, NC)
SBC_FBK (normally opened)	Rückmeldeeingang (Feedback FBK) (normally opened, NO)

5.11.11.1

Kombinationsmöglichkeiten SBC 1-polig und SBC 2-polig

Im Konfigurations-Tool kann zwischen den folgenden Funktionsbausteinen ausgewählt werden:

- SBC 1-polig
- SBC 2-polig



INFO

Im Konfigurations-Tool können maximal zwei SBC-Funktionsbausteine verwendet werden.

Mögliche Verwendung der SBC-Funktionsbausteine:

- SBC 1-polig + SBC 1-polig
- SBC 2-polig + SBC 1-polig
- SBC 2-polig + SBC 2-polig

Die verschiedenen Kombinationen sind in folgendem Kapitel beschrieben

[Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT](#) [ 61]

5.11.11.2 SBC mit 1-poligem Ausgang zur Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung

Die Sicherheitsfunktion SBC 1-polig ist vorgesehen zur Ansteuerung einer externen sicheren Bremsanlage. Diese wird am zugeordneten 1-poligen sicheren Ausgang angeschlossen.

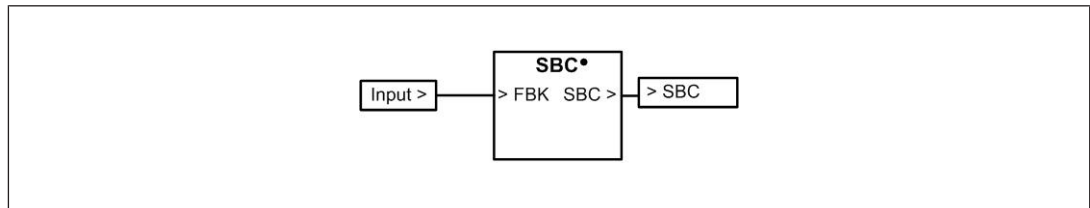


Abb.: Funktionsbaustein SBC 1-polig

Die Sicherheitsfunktion SBC 1-polig kann einem beliebigen 1-poligen, Ausgang (O0 ... Ox) zugeordnet werden.

5.11.11.3 SBC mit 2-poligem Ausgang zur direkten Leistungsansteuerung einer Bremse

Die Sicherheitsfunktion SBC 2-polig ist vorgesehen zur direkten Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen. Die Bremse wird direkt an den Klemmen eines 2-poligen Ausgangs SBC+/- angeschlossen.

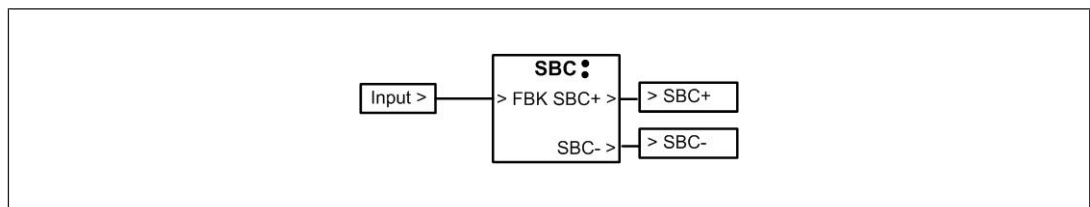


Abb.: Funktionsbaustein SBC 2-polig

Die Sicherheitsfunktion SBC 2-polig ist einem 2-poligen, Ausgang SBC+/SBC- zugeordnet (siehe [Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen durch das Sicherheitsmodul](#) [ 63]).

5.11.12 Sicherer Bremsentest (SBT)

Mit der Sicherheitsfunktion SBT kann die ordnungsgemäße Funktion einer ruhestrombetätigten Bremse getestet werden.

Die Sicherheitsfunktion SBT entspricht einem zyklischen Test der Bremseinrichtung.

Die Sicherheitsfunktion kann nur einmal verwendet werden.



INFO

Beachten Sie bei der Konfiguration des Bremsentests, dass die zulässige Schalthäufigkeit der angeschlossenen Bremsen nicht überschritten wird (siehe Datenblatt der ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse).

In der Testsequenz können bis zu vier Testschritte konfiguriert werden. In jedem Testschritt wird überprüft, ob die Bremse das erforderliche Haltemoment für die Antriebsachse über einen definierten Zeitraum aufbringen kann. Während des Tests wird der Motor sicherheitsgerichtet auf Stillstand überwacht.

Bei der Durchführung der Sicherheitsfunktion SBT sind folgende Komponenten beteiligt:

- ▶ Der Servoverstärker PMCprotego D
- ▶ Ein am Servoverstärker angeschlossener Motor (siehe [Zulässige Motortypen](#) [ 14]) mit Motor-Encoder (siehe [Zulässige Motor-Encoder](#) [ 14])
- ▶ Eine oder mehrere ruhestrombetätigte Bremsen/Bremseneinrichtungen
- ▶ Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3

Mit der Sicherheitsfunktion SBT kann das "Halten von Lasten" getestet werden. In Verbindung mit der Sicherheitsfunktion SBC kann die Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten" realisiert werden.

Weitere Informationen zur Anwendung der Sicherheitsfunktion SBT siehe [Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT](#) [ 61].



ACHTUNG!

Verletzungsgefahr

Bei einer defekten Bremse oder Bremseneinrichtung kann ein gefahrenbringender Zustand entstehen. Sorgen Sie dafür, dass sich während des Bremsentests keine Person im Gefahrenbereich aufhält.



INFO

Es ist möglich den Bremsentest durchzuführen, ohne den Motor zu bestromen (Schwerkrafttest). Das Sicherheitsmodul überwacht, dass kein Strom fließt.

Damit können zyklische Prüfungen von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen nach EN ISO 16090-1 umgesetzt werden.

Prüffrist und Toleranzzeit

Die Sicherheitsfunktion SBT muss zyklisch, innerhalb einer Prüffrist, aktiviert werden.

Die Prüffrist

- ▶ sollte auf maximal 8 h begrenzt werden.
- ▶ ist im Konfigurations-Tool einstellbar.
- ▶ wird sicherheitsgerichtet überwacht.
- ▶ wird neu gestartet, nachdem die Sicherheitsfunktion SBT ohne Fehler durchgeführt wurde.

Erfolgt keine Aktivierung der Sicherheitsfunktion SBT innerhalb der Prüffrist

- ▶ wird die Toleranzzeit gestartet.
- ▶ wird am Rückmeldeausgang SBA ein 0-Signal ausgegeben.

Die Toleranzzeit

- ▶ ist im Konfigurations-Tool einstellbar.
- ▶ wird sicherheitsgerichtet überwacht.

Erfolgt innerhalb der Toleranzzeit ebenfalls keine Aktivierung der Sicherheitsfunktion SBT

- ▶ wird der Motor mit der Sicherheitsfunktion SS1 stillgesetzt.
- ▶ wechselt das Sicherheitsmodul in den Zustand FAULT.

Wird nach dem Hochlauf des Sicherheitsmoduls der Zustand RUN erreicht, gilt die Prüffrist als abgelaufen und es muss die Sicherheitsfunktion SBT innerhalb der Toleranzzeit aktiviert werden.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT im Konfigurations-Tool

Feld: Prüfintervall			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Prüffrist	X ... 10000 (Default: 480)	[min]	Zeit nach der die Sicherheitsfunktion SBT durchgeführt werden muss. Max. 8 h
Toleranzzeit	1 ... 100 (Default: 10)	[%]	Toleranzzeit der Prüffrist

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SBT

Die Sicherheitsfunktion SBT kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- ▶ Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT
- ▶ Durch interne Aktivierung über den Servoverstärker

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT im Konfigurations-Tool

Feld: Aktivierung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Über Verstärker aktiviert	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Die Aktivierung der Sicherheitsfunktion SBT erfolgt durch die Parameter des Servoverstärkers .

Start der Testsequenz

Bei externer Aktivierung am Aktivierungseingang des Sicherheitsmoduls

- ▶ Nach Ablauf der SBT-Verzögerungszeit beginnt die Testsequenz.
- ▶ Nach Ablauf der SBT-Verzögerungszeit wird der Rückmeldeausgang SSA aktiv.
- ▶ Die SBT-Verzögerungszeit ist im Konfigurations-Tool einstellbar.

Bei interner Aktivierung über den Servoverstärker

- ▶ startet die Testsequenz ohne Verzögerungszeit.
- ▶ ist der Rückmeldeausgang SSA aktiv.



INFO

Beachten Sie, dass Verzögerungszeiten, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten \[202\]](#)) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

Die Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Verzögerungszeit (t_{del})	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SBT und Beginn der Überwachung

Ablauf der Testsequenz

Für die Testsequenz können im Konfigurations-Tool bis zu vier Testschritte definiert werden. Diese werden dann nacheinander ausgeführt.

Die gesamte Testsequenz wird über eine im Konfigurations-Tool einstellbare Gesamtzeit t_{Σ} (Timeout) überwacht und muss vor Ablauf dieser Zeitspanne beendet sein. Ist dies nicht der Fall, wird die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert und das Sicherheitsmodul wechselt in den Zustand FAULT. Der Bremsentest gilt als nicht bestanden.



INFO

Gesamtzeit manuell ermitteln

Die Gesamtzeit hängt von den eingestellten Zeiten der gesamten Testsequenzen ab und muss manuell ermittelt werden.

Feld: Maximale Gesamtzeit

Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Gesamtzeit (t_{Σ})	0 ... 2147483647 (Default: 120000)	[ms]	Wird innerhalb der Gesamtzeit der Bremsentest nicht durchgeführt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.



INFO

Die Gesamtdauer des Bremsentests (Parameter Gesamtzeit t_{Σ}) kann sich um die konfigurierte Bremsenlüftzeit und/oder Wartezeit verlängern, wenn ein zusätzliches Umschalten einer Bremse für den Testschritt erforderlich ist. Dies ist bei der Konfiguration der Gesamtzeit des Bremsentests zu berücksichtigen.

Während der gesamten Testsequenz wird der Antrieb sicherheitsgerichtet auf Stillstand überwacht. Das zulässige Positionsfenster für die Stillstandsüberwachung kann im Konfigurations-Tool eingestellt werden.

Feld: Positionsfenster

Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Positionsfenster Stillstand (pos_{win})	0 ... 2147483647 (Default: 50)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Positionsfenster der Sicherheitsfunktion SOS (SOS ist aktiv während des gesamten Bremsentests).

Abbruch der Testsequenz

Die Testsequenz kann durch folgende Sicherheitsfunktionen abgebrochen werden:

- ▶ Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS1
- ▶ Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS2
- ▶ Deaktivierung der Sicherheitsfunktion SBT

Nach Abbruch

- ▶ wird die Sicherheitsfunktion STO aktiviert.
- ▶ gilt der Bremsentest als nicht bestanden.

Testschritte

Für alle Testschritte

Ist ein Testschritt beendet, beginnt nach einer einstellbaren Wartezeit (im Konfigurations-Tool) der nächste Testschritt.

Feld: Schritte			
Eingabefeld	Gültige Eingabe/ Fest eingestellt	Einheit	Beschreibung
Wartezeit (t_{wait})	0 ... 120000 (Default: 2000)	[ms]	Wartezeit nach jedem Testschritt



INFO

Die konfigurierte Wartezeit zwischen zwei Testschritten (Parameter Wartezeit t_{wait}) muss mindestens der längsten Einfallzeit der angeschlossenen Bremsen entsprechen.

Eine so konfigurierte Wartezeit soll einen noch andauernden Schließprozess der einen Bremse und ein schon beginnendes Öffnen der anderen Bremse vermeiden. Dadurch kann im Falle einer hängenden Last ein Durchrutschen verhindert werden.

Die Bremseneinfallzeit muss dem Datenblatt der Bremse entnommen werden.

Weitere Konfigurationsmöglichkeiten für alle Testschritte

Feld: Toleranz Teststrom			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Toleranz Teststrom	0 ... 1000 (Default: 0)	[mA]	Toleranzfenster für Teststrom

Feld: Stromrampe			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Stromrampe	0 ... 2147483647 (Default: 1500)	[ms]	Festlegung der Dauer bis zu Strommaximum.

Feld: Bremsenlüftzeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Bremsenlüftzeit	0 ... 10000 (Default: 100)	[ms]	Festlegung der Wartezeit um eine Bremse komplett zu lüften, bevor der Strom aktiviert wird. Um eine Bremse zu lüften sind mechanische Bewegungen notwendig.

Testschritt

Jeder der vier Testschritte kann einzeln im Konfigurations-Tool aktiviert werden.

Im Testschritt wird

- ▶ der drehmoment-/kraftbildende Teststrom für den angeschlossenen Motor (mit einer im Konfigurations-Tool einstellbaren Stromrampe) eingeprägt.
- ▶ die Dauer der Bestromung (im Konfigurations-Tool einstellbar) überwacht.
- ▶ die zu testende Bremse oder Bremseinrichtung angesteuert, so dass eine Bremskraft einwirkt.
- ▶ der Stillstand des Motors sicherheitsgerichtet überwacht.
- ▶ die Amplitude des Motorstroms auf Einhaltung des im Konfigurations-Tool einstellbaren Toleranzfensters überwacht.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT im Konfigurations-Tool

Feld: Schritt 1 ... 4			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Teststrom	-100000 ... 100000 (Default: 0)	[mA]	Max. Stromwert, der erreicht werden muss
Dauer	0 ... 120000 (Default: 500)	[ms]	Dauer der Bestromung
Bremsen	0 – Bremse Servoverstärker BR+/BR-*	--	Festlegung der zu testenden Bremse
	1 – SBC-NameX**	--	Festlegung der zu testenden Bremse
	2 – SBC-NameY**	--	Festlegung der zu testenden Bremse
*Bremse Servoverstärker BR+/BR- Wird die Motorbremse am Standard-Bremsenausgang BR+/BR- des Servoverstärkers (Stecker X9) betrieben, so muss die Dauer der Bestromungsphase (Einprägung des Teststroms) um die Bremsenlüftzeit der Motorbremse verlängert werden.			
**SBC-NameX, SBC-NameY Die Bezeichnungen/Namen der Bremsen werden im Konfigurations-Tool der Sicherheitsfunktion SBC festgelegt			

Die Bremse/Bremseinrichtung des abgeschlossenen Testschritts wird gelüftet, sobald die Bremskraft der Bremse/Bremseinrichtung des darauffolgenden Testschritts einwirkt. Durch diese Überlappung wird ein Absinken einer hängenden Last vermieden.

Während der Dauer des gesamten Testschritts, darf sich der Motor nur im konfigurierten Toleranzfenster bewegen.

Erkennt das Sicherheitsmodul durch eine der Überwachungsfunktionen einen Fehler

- ▶ wird die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert.
- ▶ wechselt das Sicherheitsmodul in den Zustand FAULT.

Berechnung des Teststroms

Der Teststrom entspricht der kraftbildenden Komponente des Motorstroms.

Für rotative Motoren berechnet sich das Testmoment nach der Formel:

– Teststrom x Drehmomentkonstante

Für lineare Motoren berechnet sich die Testkraft nach der Formel:

– Teststrom x Kraftkonstante

Bereits auf der Achse wirkende Kräfte oder Momente müssen bei der Bemessung berücksichtigt werden, z. B. hängende Lasten.

Testsequenz erfolgreich beendet

Sind alle Testschritte ohne Fehler durchlaufen worden, ist die Testsequenz erfolgreich beendet.

Danach wird

- die Prüffrist neu gestartet.
- am Rückmeldeausgang SBA ein 1-Signal ausgegeben.



INFO

Fehlermeldungen, die durch eine falsch ausgelegte Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT auftreten können, sind im Diagnose-Dokument "Sicherheitsmodul PMCprotego S3 – Diagnose" enthalten.

Aktivierung und Rückmeldung

Für die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SBT können folgende Aktivierungs- und Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden.

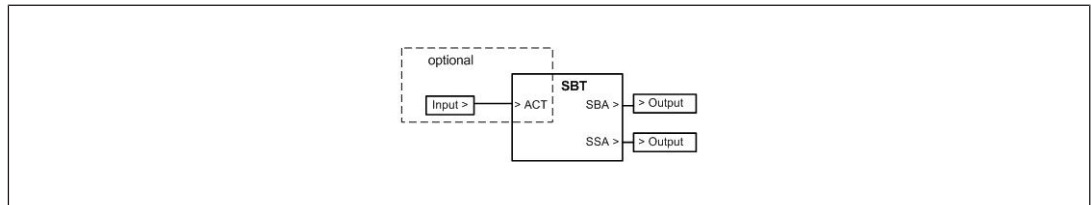


Abb.: Funktionsbausteine SBT

Legende

ACT	Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SBT aktiviert oder deaktiviert (1-Signal aktiviert, 0-Signal deaktiviert).
SBA	Safe Brake Acknowledge Der Rückmeldeausgang meldet, dass der letzte Bremsentest erfolgreich beendet wurde und die Prüffrist noch nicht abgelaufen ist (1-Signal) oder, dass der Bremsentest läuft (0-Signal) oder dass die Prüffrist abgelaufen ist (0-Signal).
SSA	Safe Standstill Acknowledge Der Rückmeldeausgang meldet, dass die Stillstandsüberwachung aktiv ist und sich der Motor im Stillstand befindet (1-Signal) oder, dass sich der Motor im laufenden Bremsentest bewegt hat (0-Signal).
optional	Die Aktivierung der Sicherheitsfunktion SBT kann optional über den Servoverstärker erfolgen (im Konfigurations-Tool wählbar).



INFO

Die Sicherheitsfunktion SBT wird mit positiver Flanke aktiviert. Die Sicherheitsfunktion SBT ist die einzige Sicherheitsfunktion, die durch das Bestromen des Motors einen direkten Einfluss auf die Antriebsachse nimmt. Alle anderen Sicherheitsfunktionen überwachen die vom Servoverstärker gesteuerte Antriebsachse.

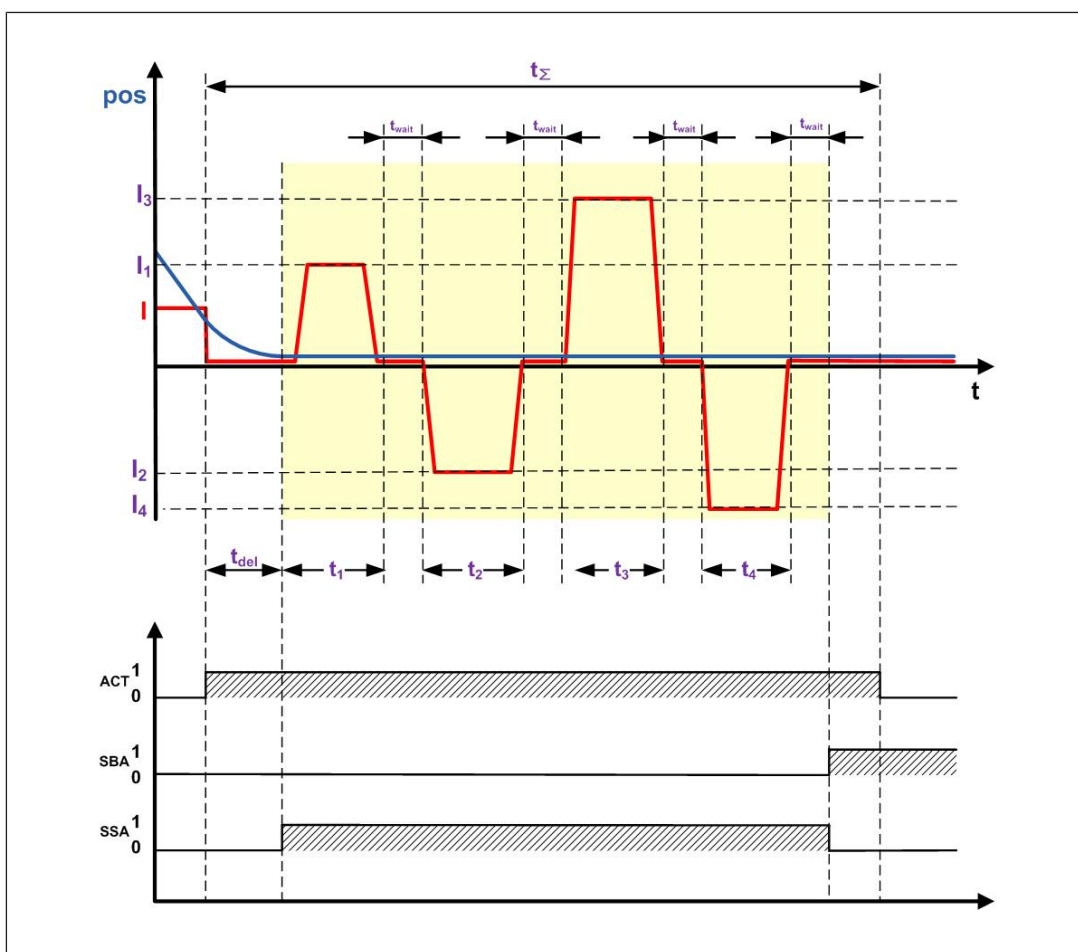


Abb.: Sicherheitsfunktion SBT

Legende

pos	Position
t_{Σ}	Gesamtzeit
t_{wait}	Wartezeit
I_1	Teststrom Testschritt 1
I_2	Teststrom Testschritt 2
I_3	Teststrom Testschritt 3
I_4	Teststrom Testschritt 4
t_{del}	Verzögerungszeit

t_1	Dauer Bremsentest Testschritt 1
t_2	Dauer Bremsentest Testschritt 2
t_3	Dauer Bremsentest Testschritt 3
t_4	Dauer Bremsentest Testschritt 4
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SBT
SBA	Safe Brake Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SBT
SSA	Safe Stillstand Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Stillstandsüberwachung

5.11.13 Sichere Wiederanlaufsperrung (SRL)

Die Sicherheitsfunktion SRL verhindert, dass das Sicherheitsmodul den Betriebszustand STO durch ein Rücksetzen verlassen kann. Ein unerwarteter oder unbeabsichtigter Anlauf des Motors ist dadurch nicht möglich.

- Die Sicherheitsfunktion SRL kann zur Verhinderung eines unerwarteten Anlaufs nach ISO 14118 verwendet werden.

Die Sicherheitsfunktion kann nur einmal verwendet werden.

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SRL

Die Sicherheitsfunktion SRL kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT

Für die Aktivierung der Sicherheitsfunktion SRL können folgende Aktivierungssignale der Funktion auf einen sicheren Eingang gelegt werden:

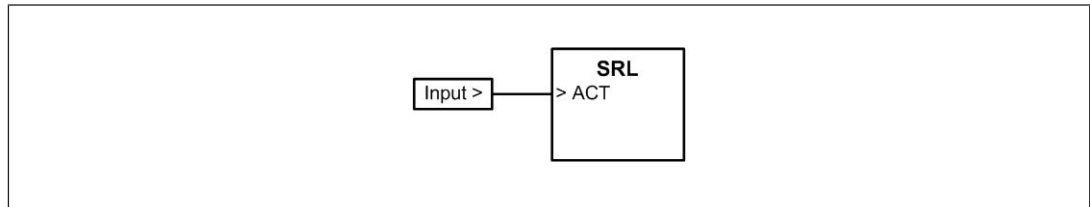


Abb.: Funktionsbaustein SRL

Legende

ACT Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SRL aktiviert oder deaktiviert.
(0-Signal aktiviert, 1-Signal deaktiviert)

0-Signal (aktiviert)

Der RESET ist gesperrt und kann nicht ausgelöst werden.

Ergänzende Informationen zum RESET-Verhalten sind in folgenden Kapiteln beschrieben:

[Sicherer Wiederanlauf der Maschine](#) 54]

[Rücksetzen \(RESET\) des Sicherheitsmoduls](#) 55]

Wechsel von 0-Signal auf 1-Signal

Im Konfigurations-Tool können unterschiedliche Aktionen konfiguriert werden.

Beim Wechsel vom 0-Signal auf 1-Signal kann folgendes durchgeführt werden:

- RESTART des Sicherheitsmoduls wird ausgelöst, Fehler werden quittiert oder
- nur Fehler werden quittiert oder
- es findet keine Aktion statt.

1-Signal (deaktiviert)

Ein RESET ist möglich (optional abhängig von weiteren RESET-Einstellungen).

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SRL im Konfigurations-Tool

Feld: RESET Trigger			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
RESET-Verhalten	0: NOP (Default: 0)	--	Keine Aktion Ein RESTART findet nicht statt.
	1: ACK ERR	--	Fehler quittieren Ein RESTART findet nicht statt.
	2: RESTART	--	Fehler quittieren Der RESTART wird ausgelöst.



INFO

Ein RESET des Sicherheitsmoduls (Schalten in den Betriebszustand RUN) kann nur erfolgen, wenn der Aktivierungseingang SS1_ACT (und STO_ACT, falls konfiguriert) 1-Signal hat.

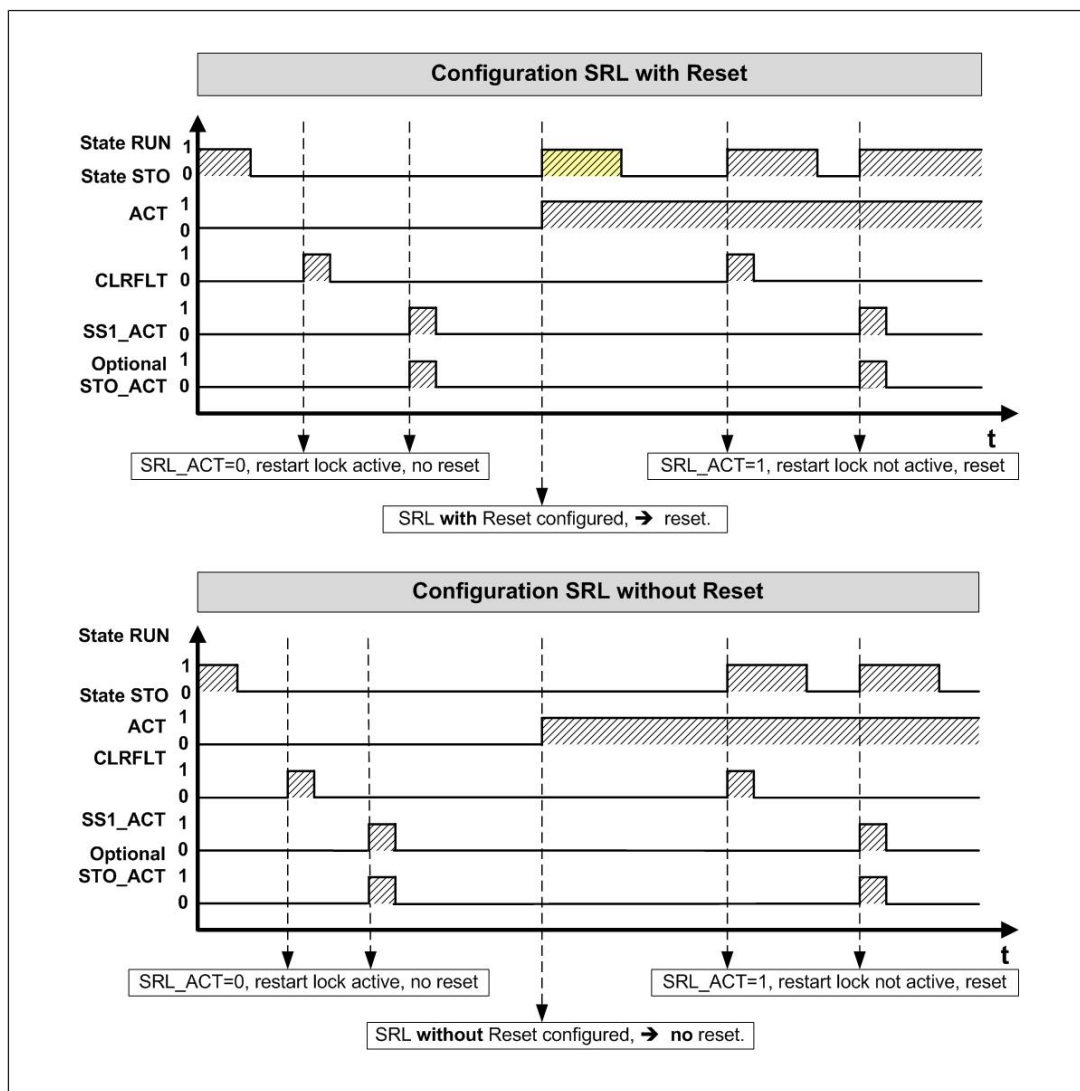


Abb.: Sicherheitsfunktion SRL, RESET

Legende

State RUN	Zustand RUN
State STO	Zustand STO
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SRL
CLRFLT	Über den Servoverstärker wurde der Befehl CRLFLT ausgeführt
SS1_ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SS1
Optional STO_ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion STO

5.11.14 Sicherer Statusausgang (SSO)

Die Sicherheitsfunktion "Sicherer Statusausgang" (Safe Status Output, SSO) meldet den aktuellen Status des Sicherheitsmoduls. Es stehen die drei Ausgänge READY, FSRUN und FAULT (kein Fehler) zur Verfügung.

Die Sicherheitsfunktion kann nur einmal verwendet werden.

Die Sicherheitsfunktion SSO benötigt keine explizite Aktivierung.

Ausgang READY

1-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul ist betriebsbereit.

0-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul ist in den folgenden Fällen nicht betriebsbereit:
 - Keine Versorgungsspannung
 - Sicherheitsmodul befindet sich im RUNUP, siehe [Betriebszustände](#)  190]
 - Sicherheitsmodul befindet sich im STARTUP, siehe [Betriebszustände](#)  190]
 - Fataler Fehler

Ausgang FSRUN

1-Signal

- ▶ Eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist aktiv (das heißt ausgeschlossen SSO, SBC, SRL oder die Sicherheitsfunktion SS1 wenn die Bremsrampenüberwachung nicht konfiguriert ist).
- ▶ Die Stillstandsüberwachung während des Bremsentests SBT ist aktiv (Phase "Verzögerungszeit ist bereits abgeschlossen).
- ▶ Das Sicherheitsmodul befindet sich im Betriebszustand FSRUN (siehe [Betriebszustände](#)  190))

0-Signal

- ▶ Es ist keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion aktiv (das heißt, aktiv sein können SSO, SBC, SRL oder die Sicherheitsfunktion SS1 wenn die Bremsrampenüberwachung nicht konfiguriert ist).
- ▶ Die Stillstandsüberwachung während des Bremsentests SBT ist nicht aktiv (zum Beispiel während der Phase "Verzögerungszeit").
- ▶ Das Sicherheitsmodul befindet sich nicht im Betriebszustand FSRUN (siehe [Betriebszustände](#)  190))

Ausgang FAULT (kein Fehler)

1-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul hat keinen Fehler.

0-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul hat einen Fehler.

Rückmeldung

Für die Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SSO können folgende Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ausgänge gelegt werden:

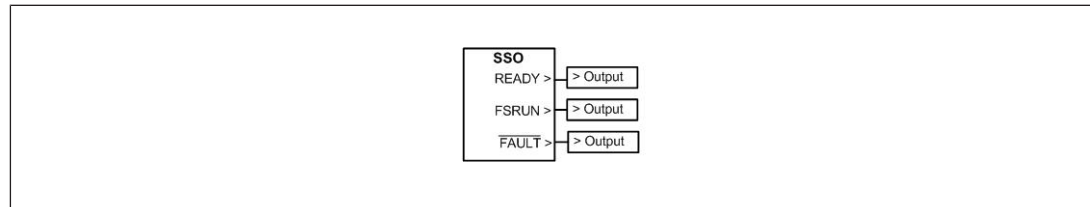


Abb.: Funktionsbaustein SSO

Legende

READY Der READY-Ausgang meldet, ob das Sicherheitsmodul betriebsbereit ist.

FSRUN Der FSRUN-Ausgang meldet, ob eine Sicherheitsfunktion aktiv ist.
(Die Sicherheitsfunktionen SSO, SBC oder SRL sind ausgeschlossen)

FAULT Der FAULT-Ausgang meldet, ob das Sicherheitsmodul einen Fehler hat.
(kein Fehler)

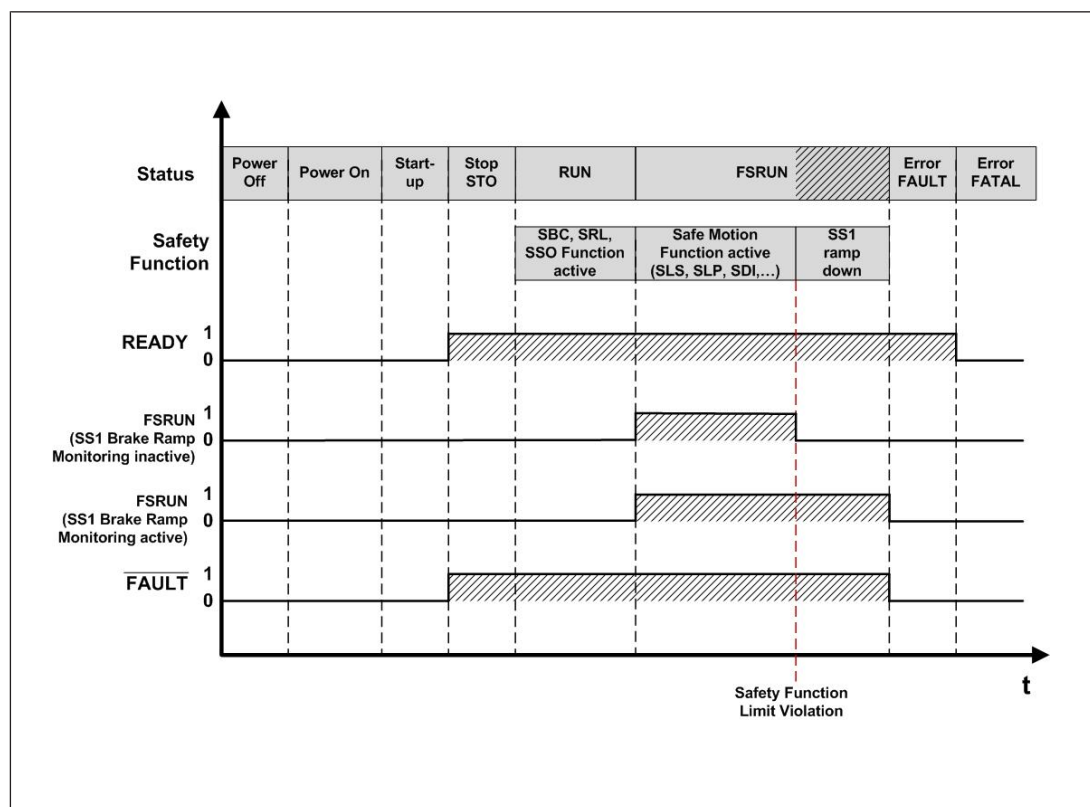


Abb.: Sicherheitsfunktion SSO

Legende

Status Status des Sicherheitsmoduls

Safety Function Sicherheitsfunktionen

READY Ausgang für Rückmeldung, ob das Sicherheitsmodul betriebsbereit ist.

FSRUN (SS1 Brake Ramp Monitoring inactive)	Ausgang für Rückmeldung, ob eine Sicherheitsfunktion aktiv ist. (Die Sicherheitsfunktionen SSO, SBC oder SRL sind ausgeschlos- sen, die Sicherheitsfunktion SS1 mit nicht aktivierter Bremsram- penüberwachung)
FSRUN (SS1 Brake Ramp Monitoring active)	Ausgang für Rückmeldung, ob eine Sicherheitsfunktion aktiv ist. (Die Sicherheitsfunktionen SSO, SBC oder SRL sind ausgeschlos- sen, die Sicherheitsfunktion SS1 mit aktivierter Bremsrampenüber- wachung)
$\overline{\text{FAULT}}$	Ausgang für Rückmeldung, ob das Sicherheitsmodul einen Fehler hat.
Safety Function Limit Violation	Grenzwertüberschreitung einer bewegungsüberwachenden Sicher- heitsfunktion

5.12 Betriebsart des Servoverstärkers

Die Aktivierung der Sicherheitsfunktionen SS1 und SS2 haben Rückwirkungen auf die Betriebsart des Servoverstärkers:

SS1 bei OPMODE = 0 ... 8

- Die antriebsgeführte Sicherheitsfunktion "Sicherer Stopp 1" (SS1) verhält sich in allen Betriebsarten des Servoverstärkers gleich, da die Bewegung im Anschluss nicht fortgesetzt wird. Das Sicherheitsmodul muss zurückgesetzt werden, um den Betrieb wieder aufzunehmen.
- Der Status des Sicherheitsmoduls (SS1 aktiviert) wird an den Servoverstärker übertragen. Somit steht die Information einer übergeordneten Steuerung zur Verfügung (Statuswort).
- Die Übernahme von Sollwerten externer Schnittstellen des Servoverstärkers (Bussystem oder Analogeingang) wird gesperrt.
- Der Servoverstärker bremst drehzahlgeregt mit der parametrisierten Bremsrampe bis zum Erreichen des Stillstands und sperrt den Leistungsteil des Servoverstärkers.
- Nach Ablauf der parametrisierten Verzögerungszeit aktiviert das Sicherheitsmodul die Sicherheitsfunktion STO. Ein Wiederanlauf des Servoverstärkers ist nicht möglich.

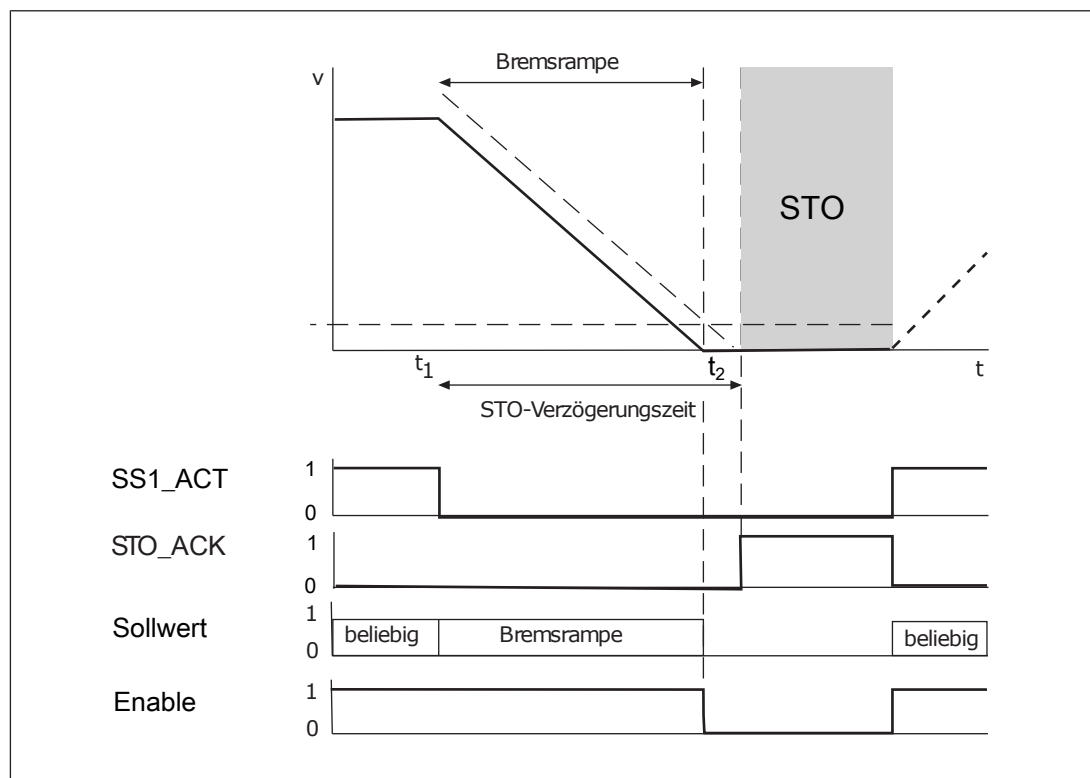


Abb.: Verhalten Servoverstärker bei Sicherheitsfunktion SS1

Legende

SS1_ACT	Eingang zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS1
STO_ACK	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO
Sollwert	Vorgabe von Sollwerten
Enable	Betriebsbereitschaft des Servoverstärkers

SS2 bei OPMODE = 0 ... 8

- ▶ Bei der antriebsgeführten Sicherheitsfunktion "Sicherer Stopp 2" (SS2) wird die Bewegung im Anschluss wieder fortgesetzt.
- ▶ Der Status des Sicherheitsmoduls (SS2 aktiviert) wird an den Servoverstärker übertragen. Somit steht die Information einer übergeordneten Steuerung zur Verfügung (Statuswort).
- ▶ Die Übernahme von Sollwerten externer Schnittstellen des Servoverstärkers (Bussystem oder Analogeingang) wird gesperrt.
- ▶ Der Servoverstärker bremst drehzahl geregelt mit der parametrisierten Bremsrampe bis zum Erreichen des Stillstands.

Dieser Zustand wird so lange beibehalten, wie die Sicherheitsfunktion SS2 aktiv ist.

- ▶ Wird die Sicherheitsfunktion SS2 deaktiviert, wird das Statuswort aktualisiert.
- ▶ Der Servoverstärker wechselt automatisch in den ursprünglich parametrisierten OPMODE.
- ▶ Die Übernahme von Sollwerten externer Schnittstellen des Servoverstärkers (Bussystem oder Analogeingang) wird wieder zugelassen.
- ▶ Bei OPMODE = 8 kann der anstehende Fahrsatz mit dem Befehl „CONTINUE“ fortgeführt werden.

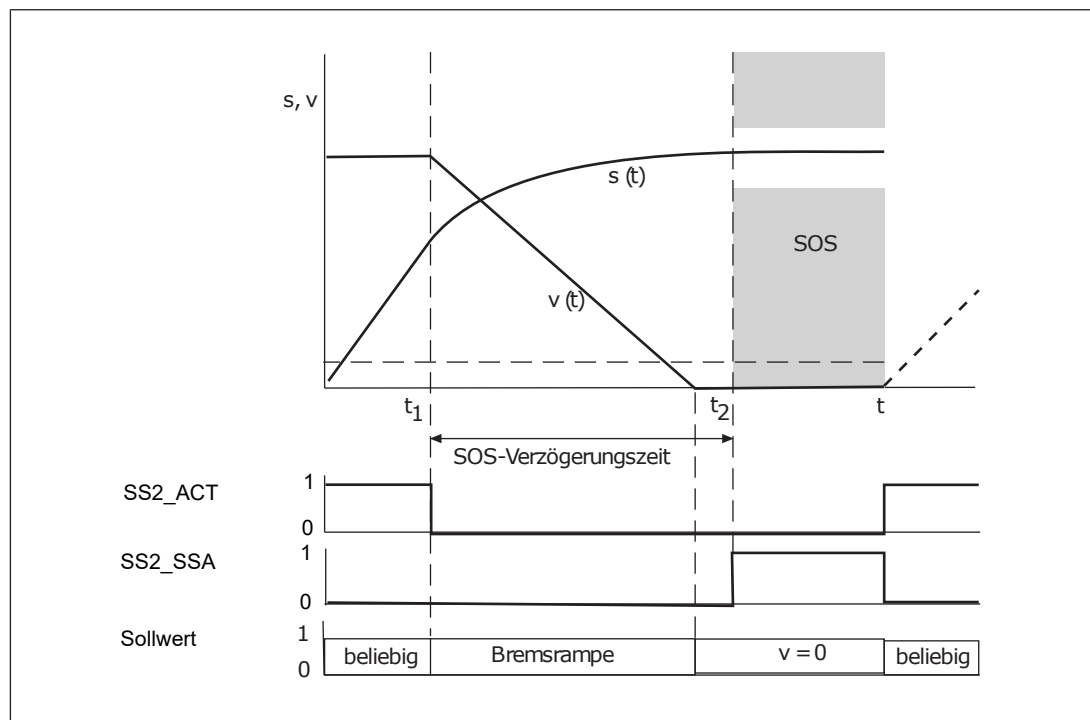


Abb.: Verhalten Servoverstärker bei Sicherheitsfunktion SS2

Legende

SS2_ACT	Eingang zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS2
SS2_SSA	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SOS
Sollwert	Vorgabe von Sollwerten



INFO

Weiterführende Informationen zu den Befehlen des Servoverstärkers finden Sie in der Online-Hilfe des Servoverstärkers.

Beachten Sie auch die Bedienungsanleitung des Servoverstärkers.

5.13 Konfiguration

Konfiguration Sicherheitsmodul



INFO

Das Sicherheitsmodul wird ohne Konfiguration ausgeliefert. Bevor ein Betrieb möglich ist, muss eine Konfiguration erstellt werden und die Sicherheitskonfiguration zum Sicherheitsmodul übertragen werden.

Im Konfigurator (PASmotion) werden die vom Sicherheitsmodul auszuführenden Sicherheitsfunktionen festgelegt:

- ▶ Konfigurieren der für sichere Bewegungsabläufe notwendigen Sicherheitsfunktionen. Die Sicherheitsfunktionen schalten im Fehlerfall den Leistungsteil des Servoverstärkers ab.
- ▶ Parametrierung
 - von Grenzwerten
 - von Bremsrampen für die Sicherheitsfunktionen
 - der Überwachung von Bewegungsabläufen
- ▶ Die Ein- und Ausgänge werden den Sicherheitsfunktionen zugeordnet.
- ▶ Auswahl und Konfiguration der sicheren Ein-/Ausgänge, die über die SafetyNET p RTFL-Schnittstelle übertragen werden. Die Zuordnung der Ein-/Ausgänge zu den SafetyNET p RTFL-Teilnehmern erfolgt im Konfigurations-Tool PNOZmulti Network Editor (optional).

Übertragung der Konfiguration zum Sicherheitsmodul:

- ▶ Online vom Konfigurator zum Sicherheitsmodul (Download)
 - Bei Einachssystemen oder in vernetzten Systemen ohne PMCprimio, erfolgt die Konfiguration über die RS 232-Schnittstelle des Servoverstärkers (Punkt-zu-Punkt-Verbindung).
 - In vernetzten Systemen mit PMCprimio über die RS 232- oder die Ethernet-Schnittstelle der übergeordneten Steuerung. Die Steuerung PMCprimio reicht die Konfiguration an das jeweilige Sicherheitsmodul weiter.
- ▶ Übertragung der Konfiguration von der SD-Speicherkarte des Servoverstärkers auf das Sicherheitsmodul

Übertragung der Konfiguration vom Sicherheitsmodul:

- ▶ Online vom Sicherheitsmodul zum Konfigurator (Upload)
- ▶ Speichern der Konfiguration auf der SD-Speicherkarte des Servoverstärkers
- ▶ Die Konfiguration wird beim Upload auf Plausibilität überprüft.

Im Online-Betrieb sind möglich

- Anzeige von Betriebszuständen des Sicherheitsmoduls
- Anzeige von Meldungen des Sicherheitsmoduls (Fehler-Stack)
- Download Konfiguration auf das Sicherheitsmodul
- Upload Konfiguration vom Sicherheitsmodul auf den PC
- Speichern der Konfiguration auf SD-Speicherkarte des Servoverstärkers

Es sind folgende Sicherheitsmechanismen integriert

- Sichere Adressierung des Sicherheitsmoduls (Identifikation des Sicherheitsmoduls über die Seriennummer)
- Die Konfiguration wird beim Download und Upload auf Plausibilität geprüft.
- Kennwortschutz für Zugriffe auf Projekte
- Kennwortschutz auf die Konfiguration beim Download und Upload
- Eindeutige Prüfsumme für das Projekt

Für die **Dokumentation** des Projekts, mit allen seinen Einstellungen, kann eine PDF-Datei erzeugt werden (Report).



INFO

Sie finden weitere Informationen zur Konfiguration und Parametrierung der Sicherheitsfunktionen in der Online-Hilfe des Konfigurators des Sicherheitsmoduls.

6 Montage

6.1 Allgemeine Anforderungen

Beachten Sie bitte auch die Bedienungsanleitung zum Servoverstärker.



ACHTUNG!

Beschädigung durch elektrostatische Entladung!

Durch elektrostatische Entladung können Bauteile beschädigt werden. Sorgen Sie für Entladung, bevor Sie das Sicherheitsmodul berühren, z. B. durch Berühren einer geerdeten, leitfähigen Fläche oder durch Tragen eines geerdeten Armbands.

6.2 Abmessungen

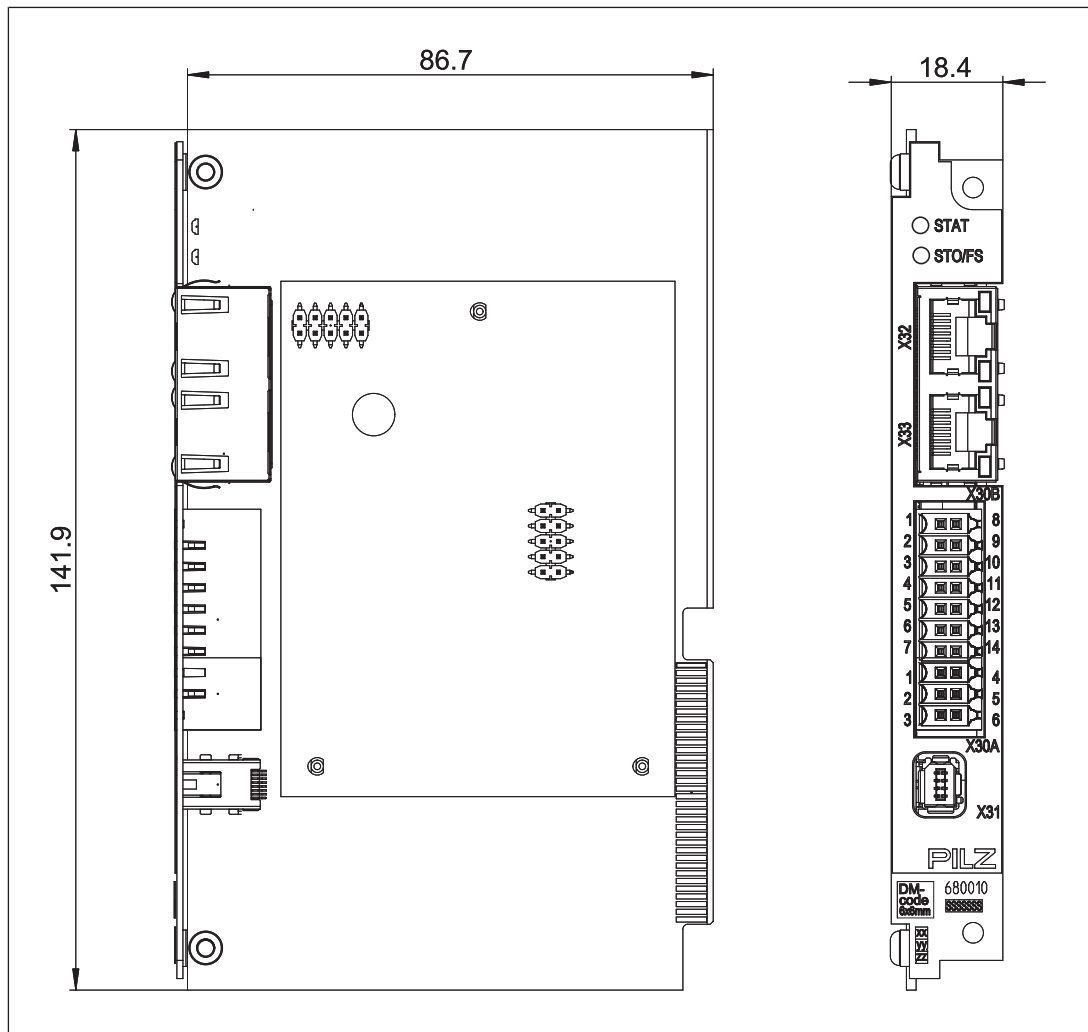


Abb.: Abmessungen, Maßangabe in mm

6.3 Montage des Sicherheitsmoduls

Die Erweiterungskarte wird in den Steckplatz 3 des Servoverstärkers eingebaut. Beachten Sie bei der Montage die Hinweise im Kapitel "Montage" der Bedienungsanleitung des Servoverstärkers.

		
1. Folie lösen und abziehen.	2. Mittleren Steg brechen	3. Oberen Steg brechen und Abdeckblech heraushebeln
		
4. Platine im Stecker des Sicherheitsmoduls mit einer geeigneten Zange herausziehen		5. Sicherheitsmodul stecken und die beigelegten Schrauben festziehen

7 Verdrahtung

7.1 Allgemeine Hinweise zur Verdrahtung

Hardware-Eingänge

Bitte beachten Sie die in folgendem Kapitel beschriebenen Maßnahmen zur Verdrahtung.
[Aktivierung der Sicherheitsfunktionen über Hardware-Eingänge](#)  27]

Hardware-Ausgänge

Bitte beachten Sie die in folgendem Kapitel beschriebenen Maßnahmen zur Verdrahtung.
[Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen über Hardware-Ausgänge](#)  29]

Leitungsmaterial

- ▶ Leitungsmaterial aus Kupferdraht verwenden.
- ▶ Max. Leitungslängen
 - Versorgungsspannung: max. 30 m
 - Hardware-Ein- und Ausgänge: max. 30 m
 - 2-polige Hardware-Ausgänge max. 30 m

Leiterquerschnitte:

X30A, X30B				
Anschlussart DIN 46228/4	Maximaler Leiterquerschnitt [mm ²]	AWG	Hülsenlänge [mm]	Abisolierlänge [mm]
Flexibel mit Aderend- hülse mit Kunststoffhülse	0,75	18	12	14
Flexibel mit Aderend- hülse mit Kunststoffhülse	0,5	20	10	12



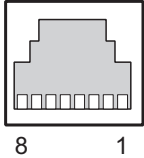
INFO

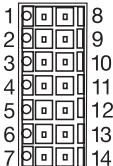
Wenn die Motorbremse nicht am Standard-Bremsenausgang BR+/- des Servoverstärkers angeschlossen wird, sondern an den SBC-Ausgängen des Sicherheitsmoduls ist Folgendes zu beachten:
 Das Anschlusskabel der Motorbremse muss mittels einer Klemme oder eines Quetschverbinders verlängert werden.

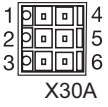
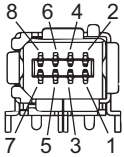
Bitte beachten Sie:

- ▶ Um EMV-Störungen (insbesondere Gleichtaktstörungen) zu verhindern, müssen die in der EN 60204-1 beschriebenen Maßnahmen ausgeführt werden. Dazu gehört z.B. die getrennte Verlegung der Leitungen der Steuerkreise (Eingangs-, Start- und Rückführkreis) von sonstigen Leitungen zur Energieübertragung oder die Schirmung von Leitungen.

7.2 Steckerbelegung

X32, X33	Pin	Beschreibung
	1	RJ45 Siehe SafetyNET p RTFL [171]
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	

X30B	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
 X30B	1	I0	Sicherer Hardware-Eingang
	2	I1	Sicherer Hardware-Eingang
	3	I2	Sicherer Hardware-Eingang
	4	I3	Sicherer Hardware-Eingang
	5	O0	Sicherer Hardware-Ausgang
	6	O1	Sicherer Hardware-Ausgang
	7	O2	Sicherer Hardware-Ausgang
	8	I4	Sicherer Hardware-Eingang
	9	I5	Sicherer Hardware-Eingang
	10	I6	Sicherer Hardware-Eingang
	11	I7	Sicherer Hardware-Eingang
	12	O3	Sicherer Hardware-Ausgang
	13	O4	Sicherer Hardware-Ausgang
	14	O5	Sicherer Hardware-Ausgang

X30A	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
 X30A	1	SBC1+	Ausgang Ansteuerung externe Bremse1 +
	2	SBC2+	Ausgang Ansteuerung externe Bremse 2 +
	3	24 V DC	Versorgungsspannung für Sicherheitsmodul (24 V DC) und externen Encoder
	4	SBC1-	Ausgang Ansteuerung externe Bremse1 -
	5	SBC2-	Ausgang Ansteuerung externe Bremse 2 -
	6	0 V	Bezugspotential für Sicherheitsmodul (0 V) und externen Encoder (0V)
Stecker X31	Pin	Beschreibung	
	1	Externer Encoder [ 168]	
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		

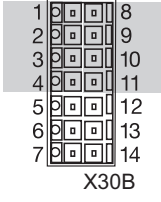
7.3 Schirmung

Die Signalleitungen des Encoders müssen aus Gründen der Störfestigkeit geschirmt werden:

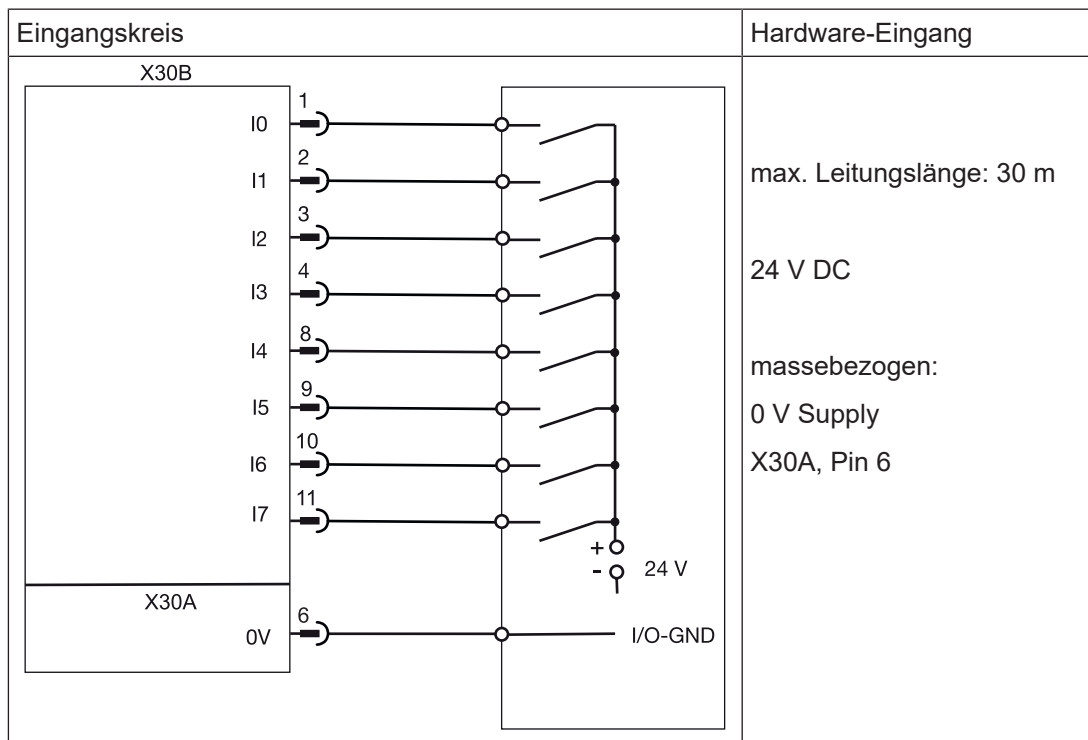
- ▶ Alle geschirmten Leitungen sind beidseitig an die vorgesehenen Schirmklemmen zu befestigen oder im Steckergehäuse anzuschließen.
- ▶ Verwenden Sie Leitungen mit Schirmgeflecht, deren Deckungsdichte mindestens 80 % beträgt.
- ▶ Überbrücken Sie Unterbrechungen des Schirms, z. B. bei Klemmen, niederohmig und großflächig.
- ▶ Verschrauben Sie alle Stecker oder Buchsen, damit ein großflächiger leitender Kontakt des Schirmgeflechtes zur Frontplatte sichergestellt ist.

Der Schirm der Signalleitungen des Encoders ist mit den Steckergehäusen verbunden.

7.4 Hardware-Eingänge

Stecker X30B	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
 X30B	1	I0	Sicherer Hardware-Eingang
	2	I1	Sicherer Hardware-Eingang
	3	I2	Sicherer Hardware-Eingang
	4	I3	Sicherer Hardware-Eingang
	8	I4	Sicherer Hardware-Eingang
	9	I5	Sicherer Hardware-Eingang
	10	I6	Sicherer Hardware-Eingang
	11	I7	Sicherer Hardware-Eingang

Steckerbelegung



Anschluss

7.5 Hardware-Ausgänge

7.5.1 Versorgungsspannung

Die Hardware-Ausgänge benötigen eine Versorgungsspannung von 24 V DC.

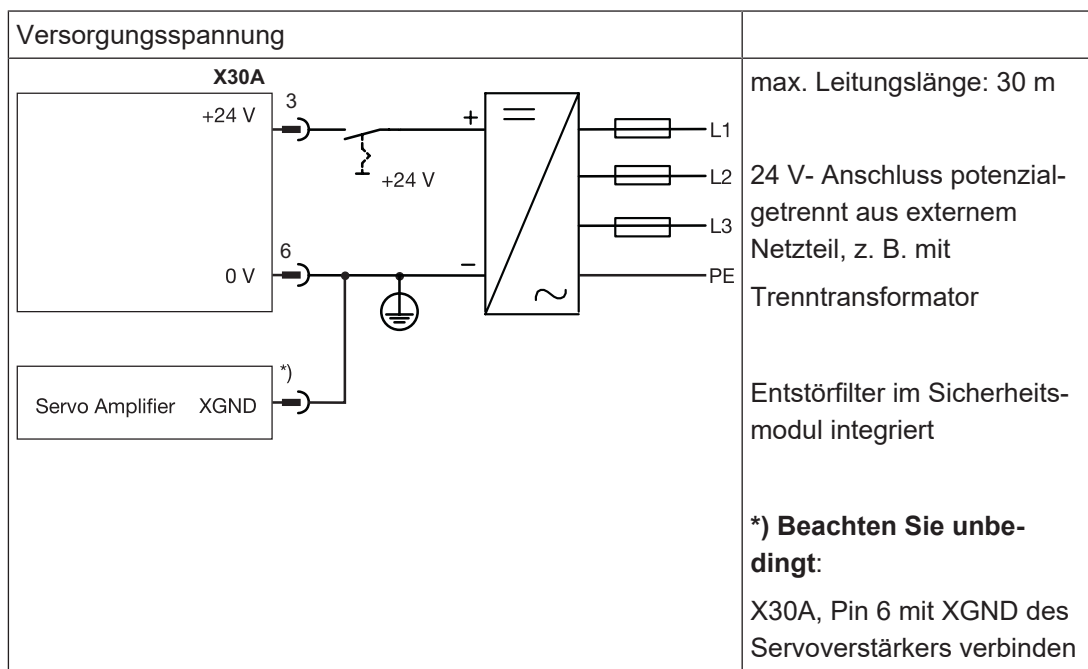
- Beachten Sie bei der Auswahl des Netzteils die Anforderungen im Kapitel Technische Daten.

**WARNUNG!****Gefahr durch Stromschlag!**

Achten Sie beim externen Netzteil zur Erzeugung der Versorgungsspannung auf eine sichere elektrische Trennung.

Stecker X30A	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
 X30A	3	24 V Supply	Versorgungsspannung für Hardware-Ausgänge (24 V) und externe Encoder
	6	0 V Supply	Versorgungsspannung für Hardware-Ausgänge (0 V) und externe Encoder

Steckerbelegung

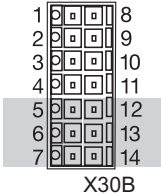


Anschluss

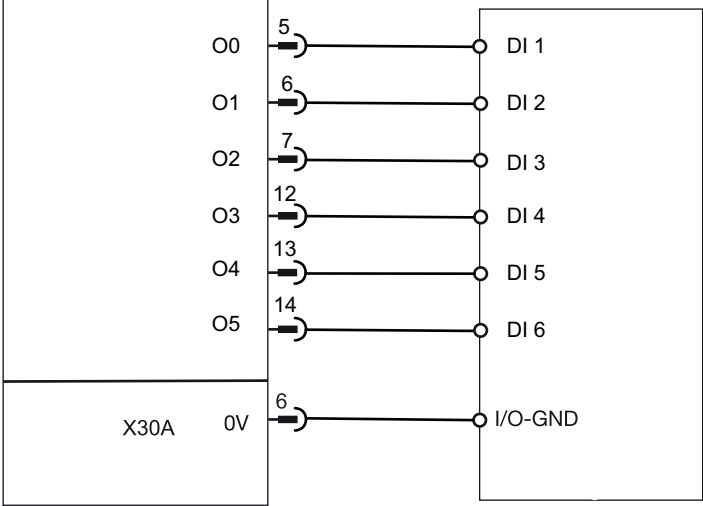
*) XGND:

- ▶ PMCprotego D.01 ... D.24:
X4A, Pin 2
- ▶ PMCprotego D.48/D.72:
X4, Pin 3

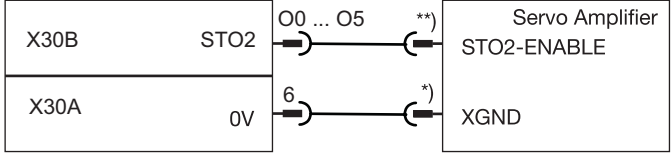
7.5.2 Einpolige Hardware-Ausgänge

Stecker X30B	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
 X30B	5	O0	Sicherer Hardware-Ausgang
	6	O1	Sicherer Hardware-Ausgang
	7	O2	Sicherer Hardware-Ausgang
	12	O3	Sicherer Hardware-Ausgang
	13	O4	Sicherer Hardware-Ausgang
	14	O5	Sicherer Hardware-Ausgang

Steckerbelegung

Ausgangskreis	Hardware-Ausgang
	max. Leitungslänge: 30 m 24 V DC massebezogen: 0V Supply X30A Pin 6

Anschluss

Ausgangskreis	Hardware-Ausgang
	24 V DC massebezogen: 0V Supply

Anschluss

- *) XGND:
- ▶ PMCprotego D.01 ... D.24:
X4A, Pin 2
 - ▶ PMCprotego D.48/D.72:
X4, Pin 3

**) STO2-ENABLE:

► PMCprotego D.01 ... D.24:

X4A, Pin 3

► PMCprotego D.48/D.72:

X4, Pin 5



INFO

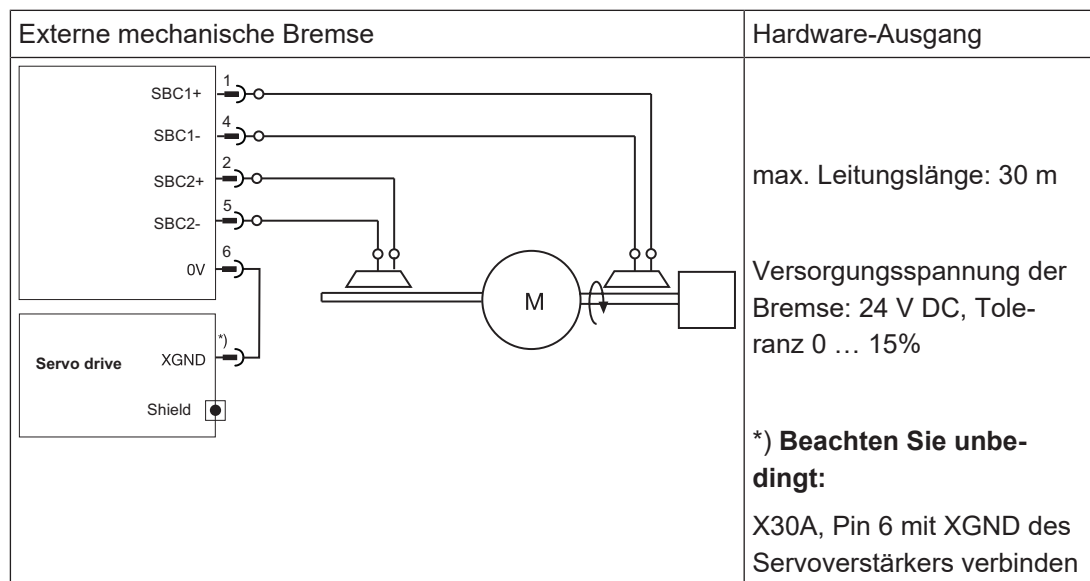
An den Eingang "STO2-ENABLE" des Servoverstärkers muss 24 V DC gelegt werden, wenn der Ausgang "STO2" nicht verwendet wird.

7.5.3

Zweipolige Hardware-Ausgänge

Stecker X30A	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
 X30A	1	SBC1+	Hardware-Ausgang: Ansteuerung externe Bremse 1 +
	2	SBC2+	Hardware-Ausgang: Ansteuerung externe Bremse 2 +
	4	SBC1-	Hardware-Ausgang: Ansteuerung externe Bremse 1 -
	5	SBC2-	Hardware-Ausgang: Ansteuerung externe Bremse 2 -

Steckerbelegung



Anschluss

*) XGND:

► PMCprotego D.01 ... D.24:

X4A, Pin 2

► PMCprotego D.48/D.72:

X4, Pin 3

7.6 Externe Encoder

7.6.1 Versorgungsspannung



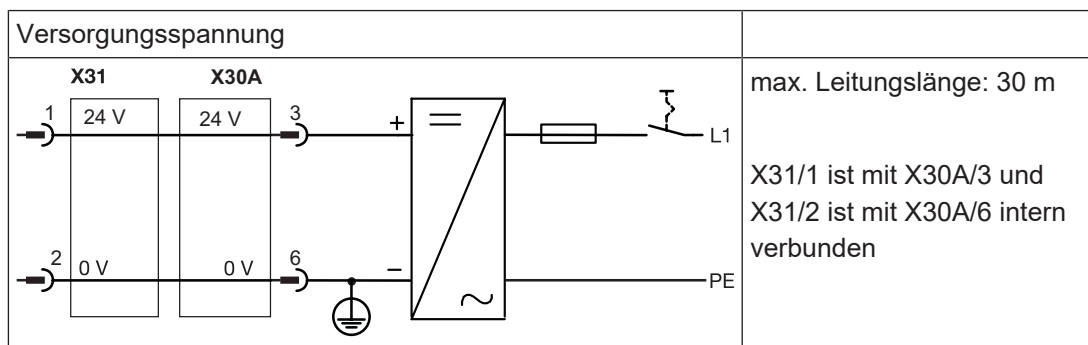
WARNUNG!

Gefahr durch Stromschlag!

Achten Sie beim externen Netzteil zur Erzeugung der Versorgungsspannung auf eine sichere elektrische Trennung.

Stecker X30A	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
 X30A	3	24 V Supply	Versorgungsspannung für externen Encoder
	6	0 V Supply	Bezugspotential für externen Encoder (0 V)

Steckerbelegung



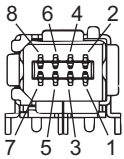
Anschluss

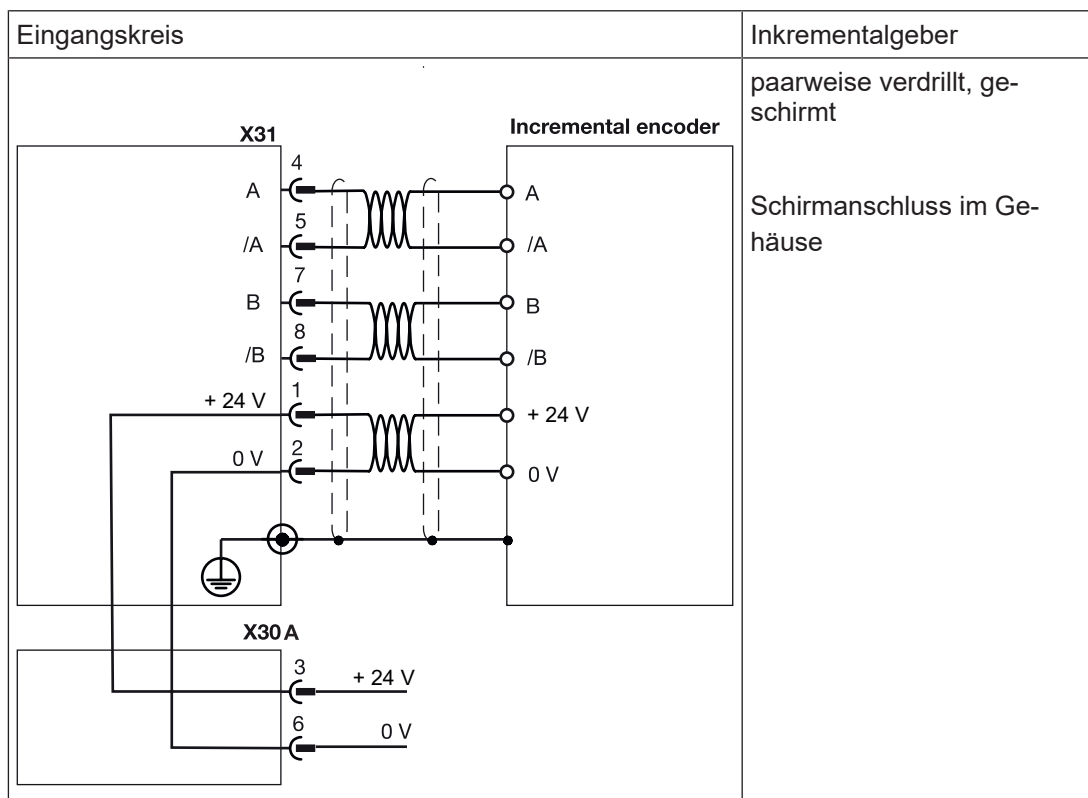


INFO

Bei Verwendung des Sicherheitsmoduls mit dem Servoverstärker PMCprotego D.72: Legen Sie einen Klappferrit (Würth, Nr. 7427111) vor die Klemmen X30/3, 6 über die Leitungen +24 V und 0 V.

7.6.2 Inkrementalgeber mit TTL-Signal

Stecker X31	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	+ 24 V	Versorgungsspannung
	2	0 V	Versorgungsspannung 0 V
	3	n. c.	--
	4	A	Kanal A
	5	/A	Kanal A invertiert
	6	n. c.	--
	7	B	Kanal B
	8	/B	Kanal B invertiert
n. c.: nicht angeschlossen			

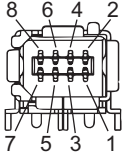


Anschluss

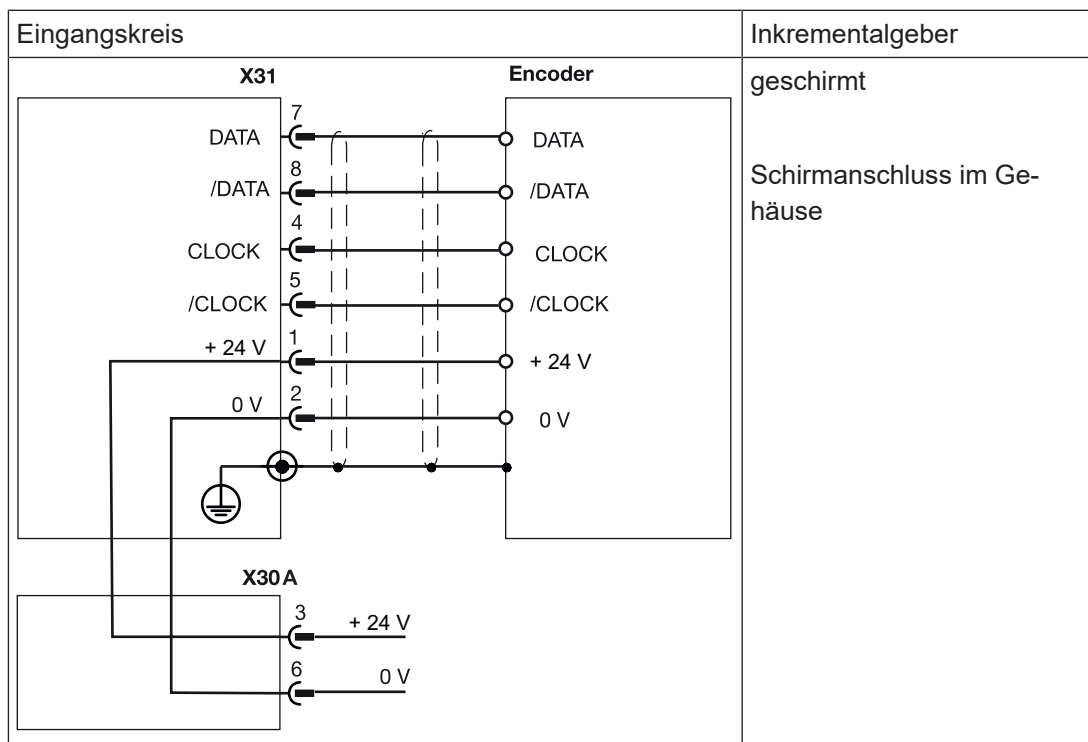
Bei einer Leitungslänge > 50 m sprechen Sie bitte mit unserem Customer Support.

7.6.3 Absolutwertgeber mit SSI-Schnittstelle

Bei einer Leitungslänge > 50 m sprechen Sie bitte mit unserem Customer Support.

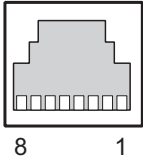
Stecker X31	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	+ 24 V	Versorgungsspannung
	2	0 V	Versorgungsspannung 0V
	3	n c.	---
	4	CLOCK	Taktsignal
	5	/CLOCK	Taktsignal invertiert
	6	n. c.	---
	7	DATA	Daten
	8	/DATA	Daten invertiert
n c.: nicht angeschlossen			

Steckerbelegung



Anschluss

7.7 SafetyNET p RTFL

Buchse X32, X33	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	TX+	Transmit +
	2	TX-	Transmit -
	3	RX+	Receive +
	4	n. c.	
	5	n. c.	
	6	RX-	Receive -
	7	n. c.	
	8	n. c.	
n. c. = nicht belegt			

Empfohlenes Kabel:

- ▶ Min. Kategorie CAT5 gemäß EN 50173
- ▶ Maximale Kabellänge: 100 m
- ▶ Crossover-Kabel sind nicht verwendbar

8 Inbetriebnahme

8.1 Sicherheitshinweise

Beachten Sie bei der Inbetriebnahme/Wiederinbetriebnahme:

- ▶ Sichern Sie den Ort vorschriftsmäßig (Sperre, Warnschilder usw.). Die Inbetriebnahme/Wiederinbetriebnahme darf nur von qualifiziertem Personal vorgenommen werden.
- ▶ Beachten Sie die Angaben und Vorschriften in der Bedienungsanleitung des verwendeten programmierbaren Steuerungssystems.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass während der Inbetriebnahme/Wiederinbetriebnahme auch bei ungewollten Bewegungen der Maschine/Anlage keine Personen- und/oder Sachschäden entstehen können.
- ▶ Beachten Sie bei der Inbetriebnahme des Sicherheitsmoduls unbedingt die Sicherheitshinweise des Servoverstärkers.



GEFAHR!

Lebensgefahr durch elektrischen Schlag!

Verdrahten Sie die elektrischen Anschlüsse der Servoverstärker nie unter Spannung.

Schalten Sie die Netzspannungen und die 24 V-Versorgungsspannung aus!

Sorgen Sie für eine sichere Freischaltung des Schaltschranks, z. B. durch eine Zugangssperre oder Warnschilder. Die Spannungen erst bei der Inbetriebnahme einschalten!



WARNUNG!

Gefahr durch automatischen Anlauf des Motors!

Der Motor kann nach Konfiguration des Sicherheitsmoduls sofort in Bewegung gesetzt werden, wenn in der Inbetriebnahme-Software PASmotion die Option Software-Enable beim Boot-Vorgang gesetzt ist:

- ▶ Sorgen Sie durch geeignete Maßnahmen dafür, dass durch den Anlauf des Motors keine gefährlichen Situationen entstehen.
 - nach dem Hochlauf des Sicherheitsmoduls
 - bei Wiederinbetriebnahme nach einem Fehler



INFO

Um einen automatischen, unerwarteten Anlauf des Motors zu verhindern, kann die Sicherheitsfunktion Sichere Wiederanlaufsperrung (SRL) verwendet werden.

8.2 Erstinbetriebnahme

Voraussetzungen für die Inbetriebnahme

- ▶ Der Servoverstärker ist für die Inbetriebnahme vorbereitet (siehe Bedienungsanleitung des Servoverstärkers).
- ▶ Die Inbetriebnahme-Software PASmotion steht zur Konfiguration des Servoverstärkers PMCprotego D und des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 zur Verfügung.
- ▶ Die Seriennummer des Sicherheitsmoduls ist bekannt. Sie kann am Sicherheitsmodul abgelesen werden, siehe [Frontansicht](#)  12].



INFO

Die Seriennummer muss im weiteren Verlauf der Inbetriebnahme in der Sicherheitskonfiguration bestätigt werden.

Die Möglichkeiten der Kopplung mit einer Sicherheitssteuerung

Die Kopplung erfolgt über die I/O-Variante

- ▶ sichere Hardware-Eingänge, die den Aktivierungseingängen der Sicherheitsfunktionen zugeordnet werden können.
- ▶ Sichere Hardware-Ausgänge, die den Rückmeldeausgängen der Sicherheitsfunktionen zugeordnet werden können.

Die Zuordnung der Hardware-Ein- und Ausgänge zu den Sicherheitsfunktionen wird im Konfigurations-Tool PASmotion durchgeführt.

Die Kopplung erfolgt über die SafetyNET p-Variante

Die SafetyNET p RTFL-Schnittstelle dient zum sicheren Datenaustausch zwischen einem oder mehreren Steuerungssystemen PNOZmulti 2 und einem oder mehreren Sicherheitsmodulen PMCprotego S3 über ein sicheres Bussystem.

Die Zuordnung der SafetyNET-Ein-/Ausgänge erfolgt über die Inbetriebnahme-Software-Tools PASmotion, PNOZmulti Configurator und PNOZmulti Network Editor.

Die Kopplung erfolgt über eine Kombination aus I/O und SafetyNET p

Die Aktivierung und Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen kann sowohl über SafetyNET p als auch über Hardware-Ein-/Ausgänge erfolgen.

Die Zuordnung der SafetyNET-Ein-/Ausgänge erfolgt über die Inbetriebnahme-Software-Tools PASmotion, PNOZmulti Configurator und PNOZmulti Network Editor.

Die Zuordnung der Hardware-Ein-/Ausgänge zu den Sicherheitsfunktionen wird im Konfigurations-Tool PASmotion durchgeführt.

8.2.1 Kopplung erfolgt über die I/O-Variante

1. Sicherheitsmodul verdrahten



INFO

Beachten Sie die Hinweise im Kapitel "Verdrahtung".

- ▶ Schließen Sie das Bezugspotenzial für die Hardware-Ausgänge/externe Encoder (X30A/6) und die Versorgungsspannung der Hardware-Ausgänge/externe Encoder (X30A/3) an.



INFO

Schalten Sie zu diesem Zeitpunkt die Versorgungsspannung nicht ein.

Verdrahten Sie die Hardware-Ein-/Ausgänge, die konfiguriert werden sollen.

- ▶ Beachten Sie, dass der Eingang SS1_ACT der Sicherheitsfunktion SS1 immer angeschlossen werden muss.
(Der Eingang STO_ACT kann optional angeschlossen werden).

2. Konfigurations-PC mit Servoverstärker verbinden

- ▶ Verbinden Sie den PC mit dem Servoverstärker.

3. Versorgungsspannung einschalten

- ▶ Schalten Sie alle Versorgungsspannungen des Servoverstärkers und des Sicherheitsmoduls ein.

Sie erkennen die Betriebsbereitschaft des Servoverstärkers und des Sicherheitsmoduls an den LEDs des Servoverstärkers, siehe [Anzeigeelemente](#)  [196](#). Sie finden die Beschreibung der Statusausgabe des Sicherheitsmoduls in folgendem Kapitel [Betrieb Sicherheitsmodul](#)  [189](#).

⇒ Das System startet und führt den Hochlauf (RUNUP) durch.

Weitere Informationen finden Sie im Kapitel [Betriebszustände](#)  [190](#).

Das Sicherheitsmodul geht in den Zustand STO_FAULT.



INFO

Das Sicherheitsmodul wird ab Werk ohne Sicherheitskonfiguration ausgeliefert, deshalb endet der Hochlauf des Systems bei der Erstinbetriebnahme im Zustand Störung (STO_FAULT).

4. PASmotion starten

- ▶ Starten Sie die Inbetriebnahme-Software PASmotion.
- ▶ Nehmen Sie die entsprechenden Einstellungen am Servoverstärker vor und legen Sie ein Projekt an. (Detaillierte Informationen entnehmen Sie der PASmotion Online-Hilfe.)

5. Sicherheitsmodul über PASmotion konfigurieren



INFO

Weitere nützliche Tipps und Funktionsbeschreibungen der Sicherheitsfunktionen finden Sie in der Online-Hilfe.

- ▶ Für die Konfiguration des Sicherheitsmoduls sind folgende Grundeinstellungen im Offline-Betrieb obligatorisch:
 - Kennwörter festlegen
 - Einheiten festlegen (optional)
Die Einheiten sind unabhängig vom Achsmodell des Servoverstärkers.
 - Externer-Encoder (optional)
 - Motor konfigurieren
 - Sicherheitsfunktion SS1 (Sicherer Stopp 1) konfigurieren
 - Hardware-Ein-/Ausgänge zuordnen
- ▶ Zusätzlich kann eine optionale Konfiguration erfolgen.

6. Download Sicherheitskonfiguration

Voraussetzungen für den Download der Sicherheitskonfiguration

- ▶ In PASmotion wurde die entsprechende Sicherheitskonfiguration gewählt.
- ▶ Die Sicherheitskonfiguration wurde im Offline-Betrieb erstellt und gespeichert.
- ▶ Sie haben die Seriennummer des Sicherheitsmoduls parat.
- ▶ Schalten Sie den Servoverstärker PMCprotego D ein und stellen Sie eine Online-Verbindung zu diesem her.
 - ⇒ Nach dem Aufbau der Verbindung zum Servoverstärker werden die Sicherheitskonfigurationen verglichen. Da bei einer Erstinbetriebnahme keine Konfiguration vorhanden sein kann, stellt PASmotion unterschiedliche Sicherheitskonfigurationen fest.
- ▶ Führen Sie den Download aus. Ausführliche Informationen zum Download finden Sie in der Online-Hilfe des Sicherheitsmoduls.

7. Konfiguration auf der SD-Karte des Servoverstärkers speichern

Diese Funktion ist in folgendem Kapitel beschrieben [Konfiguration auf SD-Karte übertragen](#) [ 185].

8. Sicherheitsprüfungen

Beachten Sie bitte das folgende Kapitel [Sicherheitsprüfungen](#) [ 187].

8.2.2

Kopplung erfolgt über SafetyNET p oder über die Kombination SafetyNET p und I/O-Variante

1. Sicherheitsmodul verdrahten



INFO

Beachten Sie die Hinweise im Kapitel "Verdrahtung".

- ▶ Schließen Sie das Bezugspotenzial für die Hardware-Ausgänge/externe Encoder (X30A/6) und die Versorgungsspannung der Hardware-Ausgänge/externe Encoder (X30A/3) an.
- ▶ Schließen Sie das Kabel für die SafetyNET p-Verbindung an (PNOZ m EF SafetyNET (X2 out) --- Teilnehmer PMCprotego S3 (X32 in)).



WICHTIG

Empfohlenes SafetyNET p-Kabel:
Min. Kategorie CAT5, kein Crossover-Kabel
Max. Kabellänge: 100 m



INFO

Schalten Sie zu diesem Zeitpunkt die Versorgungsspannung nicht ein.

Verdrahten Sie die Hardware-Ein-/Ausgänge, die konfiguriert werden sollen.

- ▶ Beachten Sie, dass der Eingang SS1_ACT der Sicherheitsfunktion SS1 immer angeschlossen werden muss.
(Der Eingang STO_ACT kann optional angeschlossen werden).

2. Konfigurations-PC mit Servoverstärker/PNOZmulti verbinden

- ▶ Verbinden Sie den PC mit dem Servoverstärker/PNOZmulti.

3. Versorgungsspannung einschalten

- ▶ Schalten Sie alle Versorgungsspannungen des Servoverstärkers und des Sicherheitsmoduls ein.

Sie erkennen die Betriebsbereitschaft des Servoverstärkers und des Sicherheitsmoduls an den LEDs des Servoverstärkers, siehe [Anzeigeelemente](#) [196]. Sie finden die Beschreibung der Statusausgabe des Sicherheitsmoduls in folgendem Kapitel [Betrieb Sicherheitsmodul](#) [189].

⇒ Das System startet und führt den Hochlauf (RUNUP) durch.

Weitere Informationen finden Sie im Kapitel [Betriebszustände](#) [190].

Das Sicherheitsmodul geht in den Zustand STO_FAULT.



INFO

Das Sicherheitsmodul wird ab Werk ohne Sicherheitskonfiguration ausgeliefert, deshalb endet der Hochlauf des Systems bei der Erstinbetriebnahme im Zustand Störung (STO_FAULT).



INFO

Die Reihenfolge, der beiden folgenden Punkte **4.** (Über die Inbetriebnahme-Software "Projekt A" erstellen) und **5.** (Über den PNOZmulti Configurator "Projekt B" erstellen) ist beliebig.

4. Über die Inbetriebnahme-Software PASmotion "Projekt A" erstellen

- ▶ Starten Sie die Inbetriebnahme-Software PASmotion.
- ▶ Nehmen Sie die entsprechenden Einstellungen am Servoverstärker vor und legen Sie ein Projekt an. (Detaillierte Informationen entnehmen Sie der PASmotion Online-Hilfe.)

Sicherheitsmodul über PASmotion konfigurieren



INFO

Weitere nützliche Tipps und Funktionsbeschreibungen der Sicherheitsfunktionen finden Sie in der PASmotion Online-Hilfe.

- ▶ Für die Konfiguration des Sicherheitsmoduls sind folgende Grundeinstellungen im Offline-Betrieb obligatorisch:
 - Kennwörter festlegen
 - Einheiten festlegen (optional)
Die Einheiten sind unabhängig vom Achsmodell des Servoverstärkers.

- Externer-Encoder (optional)
 - Motor konfigurieren
 - Sicherheitsfunktion (SS1 Sicherer Stopp 1) konfigurieren
 - Ein- und Ausgänge zuordnen/SafetyNET p-Verbindungen zuordnen
- Zusätzlich kann eine optionale Konfiguration erfolgen.
- Speichern Sie das PASmotion "Projekt A" auf der Festplatte des PCs.

5. Über den PNOZmulti Configurator "Projekt B" erstellen

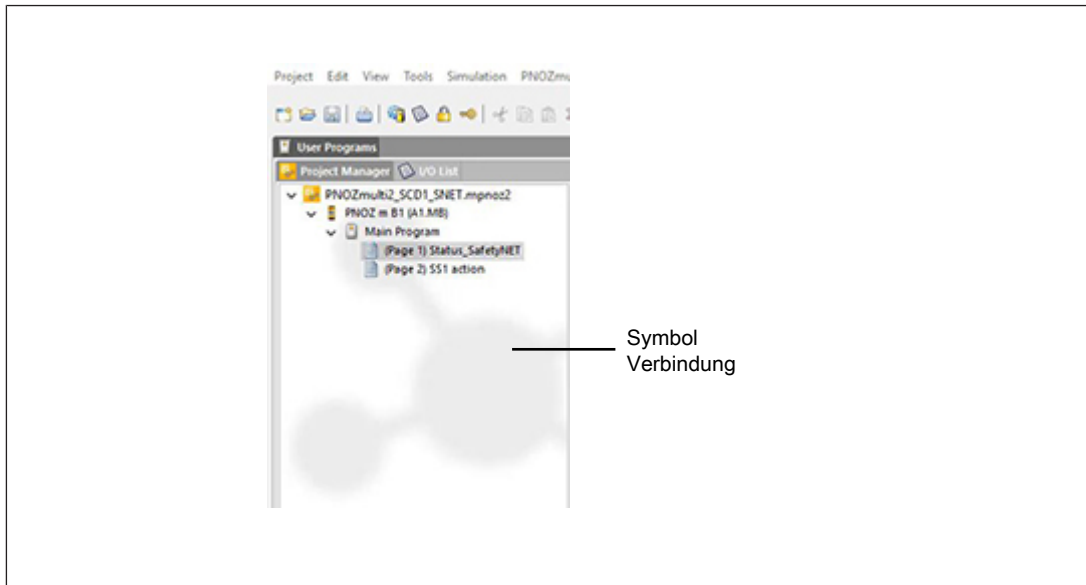
- Starten Sie den PNOZmulti Configurator.
(Weitere Informationen zum PNOZmulti Configurator finden Sie in der zugehörigen Online-Hilfe.)
- Konfigurieren Sie ein Projekt und speichern Sie es als "Projekt B" auf der Festplatte des PCs.

6. Im PNOZmulti Network Editor im Netzwerk-Projekt die SafetyNET p-Zuordnung erstellen

- Starten Sie im PNOZmulti Configurator/in PASmotion den PNOZmulti Network Editor.
(Weitere Informationen zum PNOZmulti Network Editor finden Sie in der PNOZmulti Configurator Online-Hilfe.)
- Legen Sie ein Netzwerk-Projekt an.
- Öffnen Sie im Netzwerk-Projekt das Unterprojekt "Projekt B" (als Datenquelle/Datensenke) und das Unterprojekt "Projekt A" (als Datenquelle/Datensenke) im PNOZmulti Network Editor.
- Erstellen Sie die I/O-Zuordnung.
- Sie müssen den PNOZmulti Network Editor nicht speichern. Jede Änderung wird automatisch gespeichert.

7. "Projekt B" im PNOZmulti Network Editor starten und Download durchführen

Dass ein Netzwerkprojekt besteht, ist an folgendem Symbol erkennbar:



- Wechseln Sie in den Online-Betrieb und starten Sie den Download.

8. "Projekt A" im PNOZmulti Network Editor starten und Download durchführen

Dass ein Netzwerkprojekt besteht, ist an dem "Symbol Verbindung", siehe Punkt 7, erkennbar.

- Wechseln Sie in den Online-Betrieb und starten Sie den Download.

9. Die SafetyNET p-Verbindung mit entsprechender Zuordnung besteht

Sie erkennen die Betriebsbereitschaft an den LEDs, siehe [Anzeigeelemente](#) [📖 196].

(Verbunden und alles läuft fehlerfrei: LED STAT: grün, LED STO: grün)

10. Konfiguration auf der SD-Karte des Servoverstärkers speichern

Diese Funktion ist in folgendem Kapitel beschrieben [Konfiguration auf SD-Karte übertragen](#) [📖 185].

11. Sicherheitsprüfungen

Beachten Sie bitte das folgende Kapitel [Sicherheitsprüfungen](#) [📖 187].

8.3 Wiederinbetriebnahme

8.3.1 Wiederinbetriebnahme bei Neustart

Das folgende Zeitdiagramm zeigt den Ablauf der Signale des Servoverstärkers und des Sicherheitsmoduls bei einem Neustart. Das Sicherheitsmodul wurde vorher bereits konfiguriert (siehe Abschnitt "Erstinbetriebnahme")

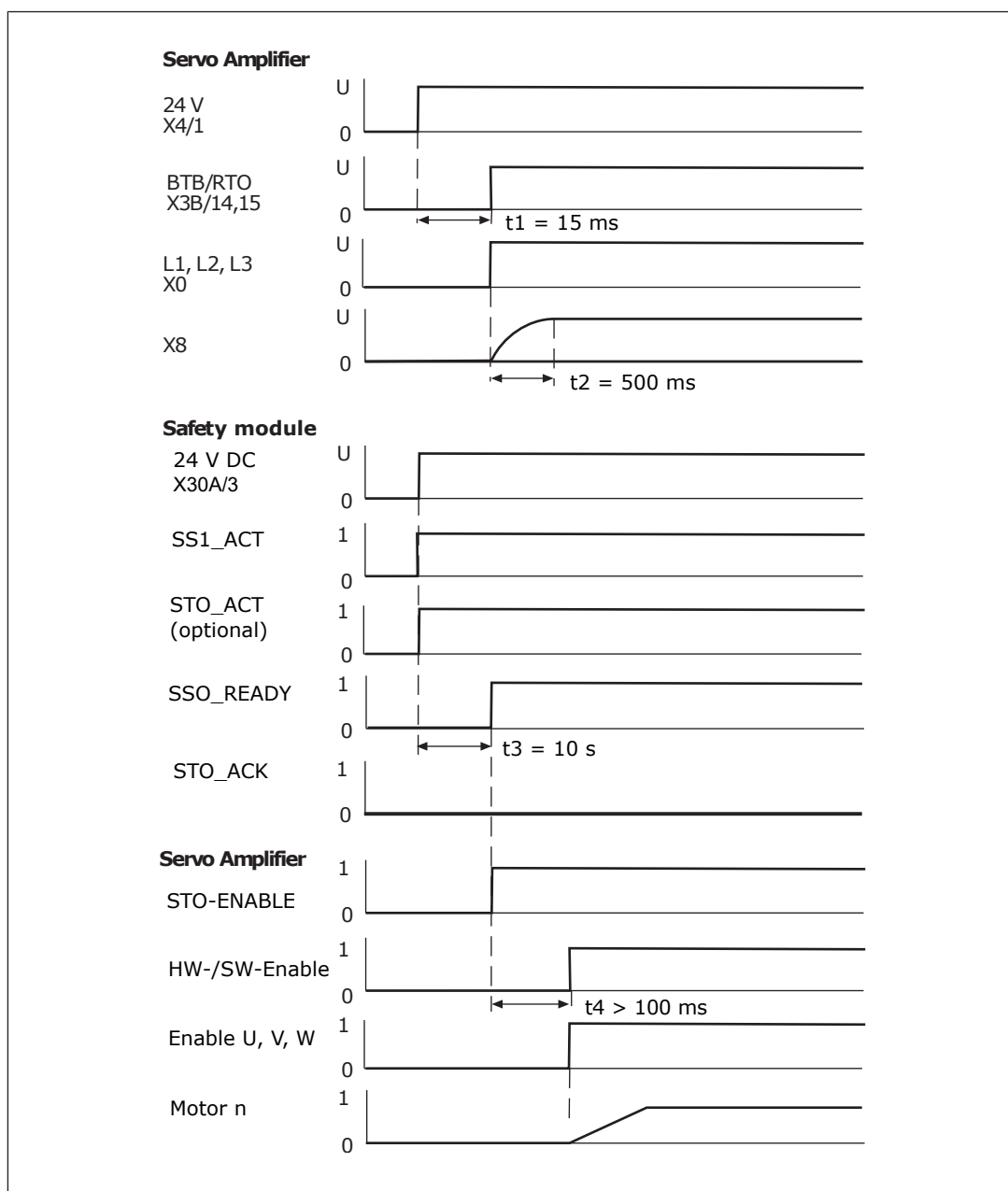


Abb.: Zeitdiagramm Neustart

Legende**Servo Amplifier/Servoverstärker**

24 V DC	Versorgungsspannung
BTB/RTO	Relaiskontakt Betriebsbereitschaft Servoverstärker
L1, L2, L3	Netzspannung
X8	Zwischenkreis
STO-ENABLE	Anlaufsperr
HW-/SW-Enable	Hardware- und Softwarefreigabe
Enable U, V, W	Motoranschluss
Motor n	Motordrehzahl

t1	Hochlaufzeit des Servoverstärkers
t2	Ladekreis Zwischenkreiskapazität
t4	Verarbeitungszeit bis Freigabe des Servoverstärkers

Safety module/Sicherheitsmodul

24 V DC	Versorgungsspannung
SS1_ACT	SS1 aktiviert
STO_ACT	Eingang zur Aktivierung von STO (optional)
SSO_READY	Betriebsbereitschaft
STO_ACK	Status: STO aktiviert
t2	Hochlaufzeit des Sicherheitsmoduls

8.3.2 Wiederinbetriebnahme nach Fehler

Dieser Abschnitt beschreibt die Wiederinbetriebnahme nach Auftreten eines Fehlers.

Beseitigen Sie den Fehler und beachten dabei

- ▶ die Fehlermeldungen im Fehler-Stack.
- ▶ die LED-Anzeige.

Sie führen einen Neustart wie folgt durch:

- ▶ Schalten der Eingänge SS1_ACT oder STO_ACT (optional) der Sicherheitsfunktion SS1
- ▶ Schalten des Eingangs SRL_ACT der Sicherheitsfunktion SRL
oder
- ▶ Ausführen des Befehls "CLRFAULT", siehe [Rücksetzen \(RESET\) des Sicherheitsmoduls](#)  55]

8.3.2.1 Schalten der Eingänge SS1_ACT oder STO_ACT (optional)

1. Schalten Sie Eingang SS1_ACT oder STO_ACT (optional) auf 0 V

- ▶ Das Sicherheitsmodul führt die Sicherheitsfunktion SS1 (Safe Stop 1) aus und wechselt in den Zustand "STO". Die LED STO/FS leuchtet rot.

2. Schalten Sie Eingang SS1_ACT und STO_ACT (optional) auf 24 V.

- ▶ Das Sicherheitsmodul wechselt in den Zustand "STARTUP". Das Gerät und die sichere Impulssperre werden getestet. Die LED STAT blinkt grün.
- ▶ Das Sicherheitsmodul wechselt in den Zustand RUN. Die LED STAT leuchtet dauerhaft grün.

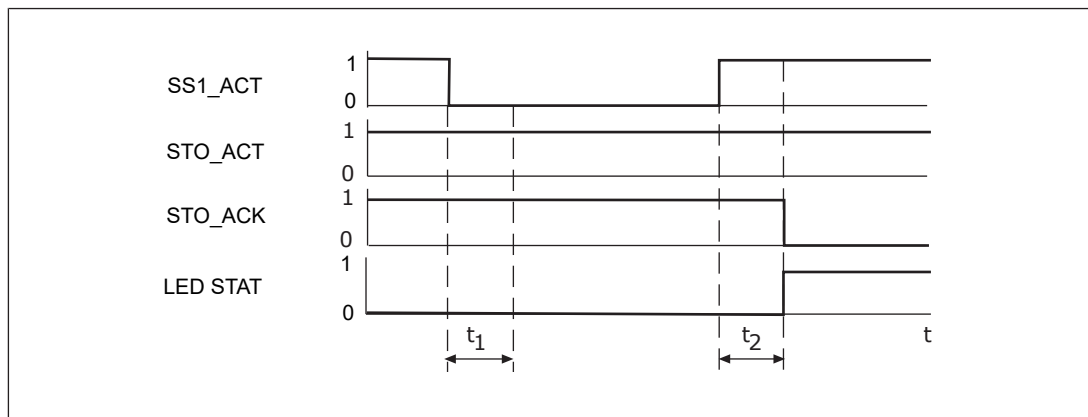


Abb.: Zeitdiagramm Wiederinbetriebnahme nach Fehler

Legende

t_1	Mindestens 2 ms, Zeit, während SS1_ACT oder STO_ACT (optional) 0-Signal besitzen müssen
t_2	Ca. 2 s Hochlaufzeit Sicherheitsmodul
SS1_ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SS1
STO_ACT	Eingang für Funktion STO (optional)
STO_ACK	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO
LED STAT	System ist bereit, Betriebszustand RUN

8.3.2.2**Befehl "CLRFAULT"**

Der Neustart des Sicherheitsmoduls kann mit dem [Befehl "CLRFAULT"](#) [195] über die serielle Schnittstelle oder die Feldbusschnittstelle des Servoverstärkers ausgeführt werden.

8.3.3**Sicherheitsmodul tauschen**

Beachten Sie bei einem Tausch des Sicherheitsmoduls:

- ▶ Bei einer geänderten Version der Firmware können konfigurierte Funktionen und eingegebene Parameter nicht mehr unterstützt werden oder geändert worden sein. Passen Sie die Konfiguration im Konfigurator PASmotion an.
- ▶ Sie müssen die Konfiguration neu auf das Sicherheitsmodul übertragen. Beachten Sie dabei die Seriennummer des neuen Sicherheitsmoduls.
- ▶ Wir empfehlen, das komplette Gerät (Servoverstärker mit Sicherheitsmodul) zu tauschen. Nehmen Sie bitte Kontakt mit Pilz auf.

**WICHTIG**

Beschädigung durch elektrostatische Entladung!

Durch elektrostatische Entladung können Bauteile beschädigt werden. Sorgen Sie für Entladung, bevor Sie das Produkt berühren, z. B. durch Berühren einer geerdeten, leitfähigen Fläche oder durch Tragen eines geerdeten Armbands.

Nach einem Tausch des Sicherheitsmoduls, z. B. nach einem Defekt, müssen die Konfigurationsdaten neu zum Sicherheitsmodul übertragen werden.

Sie können die Konfigurationsdaten zum Sicherheitsmodul wie folgt übertragen:

- ▶ ① Vom Konfigurator über die Kommunikationsschnittstelle (RS 232 oder Ethernet) des Servoverstärkers zum Sicherheitsmodul.
- ▶ ④ Von einer SD-Karte im Servoverstärker zum Sicherheitsmodul.

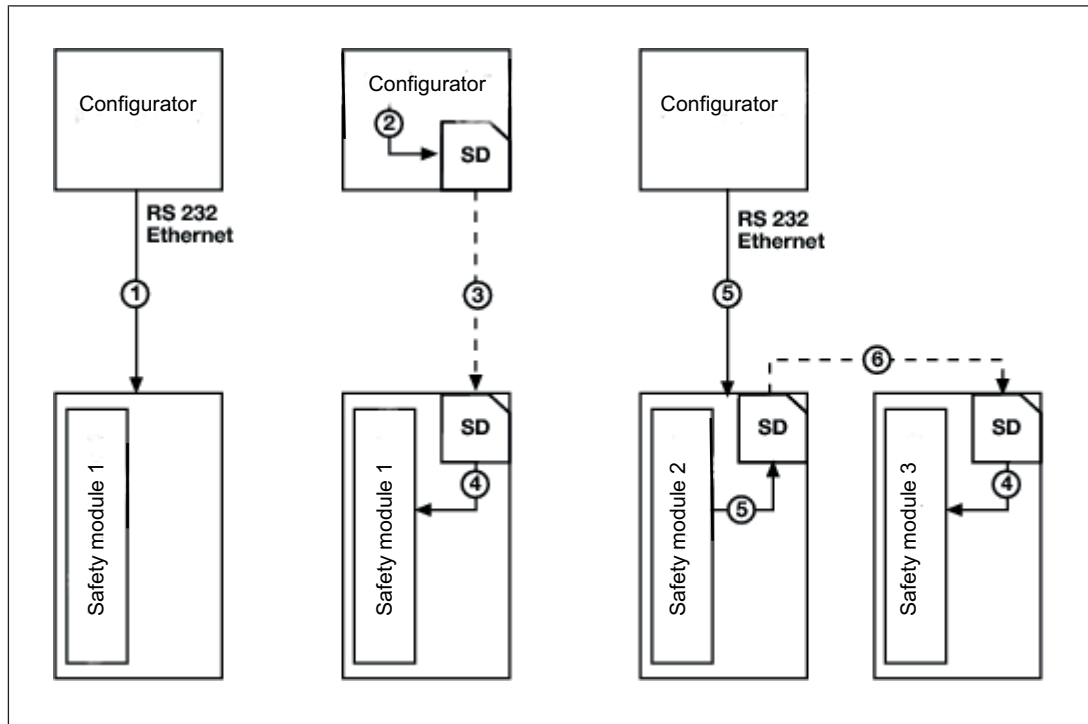


Abb.: Konfiguration übertragen

Legende:

- ① Übertragen einer Konfiguration vom Konfigurator direkt zum Sicherheitsmodul 1
- ② Übertragen einer Konfiguration mittels SD-Karte, die vom PC beschrieben wird
- ③ SD-Karte in den Karten-Slot des Servoverstärkers für Sicherheitsmodul 1 stecken
- ④ Übertragen einer Konfiguration von SD-Karte im Servoverstärker zum Sicherheitsmodul
- ⑤ Übertragen einer Konfiguration mittels SD-Karte, die vom Servoverstärker (Sicherheitsmodul 2) beschrieben wird
- ⑥ SD-Karte von Servoverstärker für Sicherheitsmodul 2 in den Karten-Slot des Servoverstärkers für Sicherheitsmodul 3 stecken

8.3.3.1

Konfiguration vom Konfigurator zum Sicherheitsmodul übertragen

- ① Die Konfigurationsdaten des Sicherheitsmoduls können direkt vom Konfigurator zum Sicherheitsmodul im Servoverstärker übertragen werden.

Voraussetzung:

- ▶ Die Verbindung von PC und Servoverstärker ist hergestellt (RS 232 oder Ethernet).

Vorgehensweise:

- Im Konfigurator des Sicherheitsmoduls *Online-Betrieb* -> *Download Projekt* wählen.



INFO

Weiterführende Informationen erhalten Sie in der Online-Hilfe des Konfigurators PASmotion.

8.3.3.2

Konfiguration von SD-Karte zum Sicherheitsmodul übertragen

Beachten Sie vor den Schritten, die Sie in diesem Abschnitt ausführen müssen, den folgenden Sicherheitshinweis:



ACHTUNG!

Beachten Sie unbedingt, dass Sie die SD-Karte mit der Konfiguration des Sicherheitsmoduls in den Karten-Slot des richtigen Servoverstärkers stecken. Andernfalls kann es durch falsche Parametrierung (z. B. von Grenzwerten) zu unvorhergesehenen Bewegungen und zu gefährlichen Situationen für Personen und Sachen führen.

Der Servoverstärker prüft beim Übertragen der Konfiguration von der SD-Karte nicht die Konfiguration des Sicherheitsmoduls oder die korrekte Zuordnung der Konfiguration zu einem bestimmten Sicherheitsmodul.

Überprüfen Sie nach einem Tausch des Sicherheitsmoduls das korrekte Auslösen der Sicherheitsfunktionen.

- ④ Die Konfigurationsdaten des Sicherheitsmoduls können ohne Verwendung des Konfigurators von einer im Servoverstärker gesteckten SD-Karte zum Sicherheitsmodul übertragen werden.

Bei diesem Vorgang wird auch die Firmware des Servoverstärkers neu geladen.

Voraussetzung:

- Auf der SD-Karte (③ oder ⑥) müssen folgende Dateien vorhanden sein:
 - default.sm3: Konfigurationsdatei des Sicherheitsmoduls
 - default.bin oder default.s19: Firmware des Servoverstärkers
 - default.par: Parameterdatei des Servoverstärkers

Vorgehensweise:

1. Die 24 V-Versorgungsspannung des Servoverstärkers ausschalten.
2. Die SD-Karte in den Karten-Slot des Servoverstärkers stecken.



3. Beide Bedientasten auf dem Servoverstärker gedrückt halten.
4. Die 24 V-Versorgungsspannung des Servoverstärkers einschalten.
5. Die Tasten loslassen, wenn auf dem Display "-" erscheint.

6. **Beide Bedientasten**   **erneut drücken und loslassen.**
- Das Update der Firmware des Servoverstärkers startet.
 - Die Datei default.bin oder default.s19 wird geladen.
 - Display: zählt von 0 bis 100, bleibt bei 100 stehen und zählt danach von 100 bis 0.
 - Der Servoverstärker startet neu. Die Parameterdatei default.par wird geladen.
 - Das Sicherheitsmodul startet neu: Die LED "STAT" blinkt gelb.
7. **Warten bis auf dem Display "dis" (= drive integrated safety) angezeigt wird.**
- ⇒ Beachten Sie: Sie müssen anschließend innerhalb von 60 Sekunden die linke Bedientaste auf dem Servoverstärker drücken (siehe Schritt 8).
8. **Die linke Bedientaste**  **mindestens 2 Sekunden drücken.**



WICHTIG

Bewusste Handlung!

Durch das Betätigen der Bedientaste für mindestens 2 Sekunden, bestätigen Sie die korrekte Zuordnung der Sicherheitskonfiguration zum Sicherheitsmodul.

- Die Übertragung der Konfigurationsdatei default.sm3 zum Sicherheitsmodul startet. Display: "...".
- Nach Übertragung der Konfigurationsdatei startet das Sicherheitsmodul. Das Sicherheitsmodul ist im Zustand "STARTUP" (LED "STO/FS" blinkt rot).
- Bei erfolgreicher Übertragung schaltet das Sicherheitsmodul in den Zustand "RUN" (LED "STO/FS" leuchtet grün).

8.3.3.3

Konfiguration auf SD-Karte übertragen

② ⑤ Sie können die Konfigurationsdaten zum Sicherheitsmodul über eine SD-Karte übertragen. Dazu müssen die Konfigurationsdaten zuerst auf die SD-Karte gespeichert werden.

Sie haben zwei Möglichkeiten, um eine Konfiguration auf SD-Karte zu übertragen:

1. Möglichkeit ②: Übertragen einer Konfiguration mittels SD-Karte, die vom PC beschrieben wird.

Voraussetzung:

⇒ Verbindung zur SD-Karte im PC

Vorgehensweise:

- Wählen Sie im Konfigurator in der Projektverwaltung das Sicherheitsmodul und klicken Sie die rechte Maustaste -> Export als Sicherheitsmodulkonfiguration (*.sm3) Datei.

Diese Funktion ist nur aktiv, wenn die Sicherheitskonfiguration in PASmotion aktuell ist.

- Entnehmen Sie die SD-Karte aus dem Karten-Slot des PCs und stecken Sie die SD-Karte in den Karten-Slot des Servoverstärkers ③ (weiter mit Abschnitt "Konfiguration von SD-Karte zum Sicherheitsmodul übertragen").
- 2. Möglichkeit ⑤: Übertragen einer Konfiguration mittels SD-Karte, die vom Servoverstärker beschrieben wird.

Voraussetzung

- Die Verbindung von PC und Servoverstärker ist hergestellt (RS 232 oder Ethernet).
- Es muss eine SD-Karte im Servoverstärker gesteckt sein.

Vorgehensweise:

- Wählen Sie im Konfigurator des Sicherheitsmoduls *Online-Betrieb -> Konfiguration Servoverstärker -> SD-Karte*
- Die SD-Karte dem Servoverstärker entnehmen und in den Karten-Slot des zu konfigurierenden Servoverstärkers stecken ⑥ (weiter mit Abschnitt "Konfiguration von SD-Karte zum Sicherheitsmodul übertragen").

8.4 Sicherheitsprüfungen

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 ist ein Sicherheitsbauteil im Sinne der Maschinenrichtlinie gemäß Anhang V. Es garantiert funktionale Sicherheit, z. B. vor Fehlern in der Hardware und Firmware. Es garantiert jedoch nicht die Sicherheit des gesamten Prozesses sowie der Konfiguration.

Der Maschinenhersteller muss die Funktionsfähigkeit der verwendeten Sicherheitsfunktionen prüfen und nachweisen.

- ▶ Die Prüfung der Sicherheitsfunktion darf ausschließlich durch qualifiziertes Personal durchgeführt werden.

Die Prüfung der Sicherheitsfunktion ist durchzuführen

- ▶ nach der Erstinbetriebnahme
- ▶ nach Änderung der Konfiguration der Sicherheitsfunktionen
- ▶ nach Austausch des Sicherheitsmoduls oder des Servoverstärkers
- ▶ nach Änderung der Konfiguration des Servoverstärkers (z. B. bei Änderung von Motortyp, Motor-Encoder-Typ oder Bremsenauswahl)

Eine vollständige Prüfung umfasst die

- ▶ ordnungsgemäße Ausführung der verwendeten Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3
- ▶ ordnungsgemäße Ausführung der Gesamtsicherheitsfunktion (z. B. Kombination und Integration von Sicherheitsfunktionen)
- ▶ Kontrolle der Parameter

Grundlage der Prüfung

- ▶ sind die Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 aus der Risikoanalyse der Maschine bzw. Prozesses
- ▶ ist die Beschreibung des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3 und seiner Sicherheitsfunktionen gemäß dieser Bedienungsanleitung
- ▶ alle sicherheitsbezogenen Parameter und Werte der verwendeten Sicherheitsfunktionen

Das Ergebnis der Prüfung ist in einem Prüfbericht zu dokumentieren. Er muss folgendes beinhalten:

- ▶ eine Beschreibung der Anwendung einschließlich eines Bildes
- ▶ eine Beschreibung der sicherheitsbezogenen Bauteile (einschließlich Softwareversionen), die in der Anwendung benutzt werden
- ▶ eine Liste der verwendeten Sicherheitsfunktionen
- ▶ die Ergebnisse aller Prüfungen dieser Sicherheitsfunktionen
- ▶ eine Liste aller sicherheitsbezogenen Parameter und ihrer Werte
- ▶ Prüfsummen, Prüfdatum und Bestätigung durch das Prüfpersonal

Sicherheitsprüfungen in baugleichen Anwendungen dürfen als eine einzelne Typprüfung der baugleichen Anwendung durchgeführt werden, sofern sichergestellt werden kann, dass die Sicherheitsfunktionen in allen Geräten wie vorgesehen konfiguriert werden.



INFO

Die Prüfung muss wiederholt und im Prüfbericht vermerkt werden, wenn Parameter der Sicherheitsfunktionen verändert wurden.

Bremsentest

Zu den regelmäßigen Prüfungen gehört abhängig von der Applikation ein Test der internen (Motorbremse) und externen Bremse(n).



INFO

Zur Funktion des sicheren Bremsentests siehe [Sicherer Bremsentest \(SBT\)](#) [ 138] .

9 **Betrieb Sicherheitsmodul**

Voraussetzungen für den Normalbetrieb sind:

- ▶ die Inbetriebnahme ist abgeschlossen
- ▶ die Konfigurationsdaten sind auf dem Sicherheitsmodul vorhanden
- ▶ die Sicherheitsfunktionen sind geprüft
- ▶ die LED "STAT" leuchtet grün

Während des Betriebs

- ▶ werden Signalpegel und Flankenwechsel an den sicheren Eingängen des Sicherheitsmoduls überwacht.
- ▶ werden die Sicherheitsfunktionen gemäß der Konfiguration ausgeführt.
- ▶ wird die Schaltfähigkeit der Hardware-Ausgänge überwacht.
- ▶ Werden permanente Selbsttests der Hardware durchgeführt.

9.1 Betriebszustände

Das Sicherheitsmodul befindet sich immer in einem eindeutig definierten Betriebszustand.

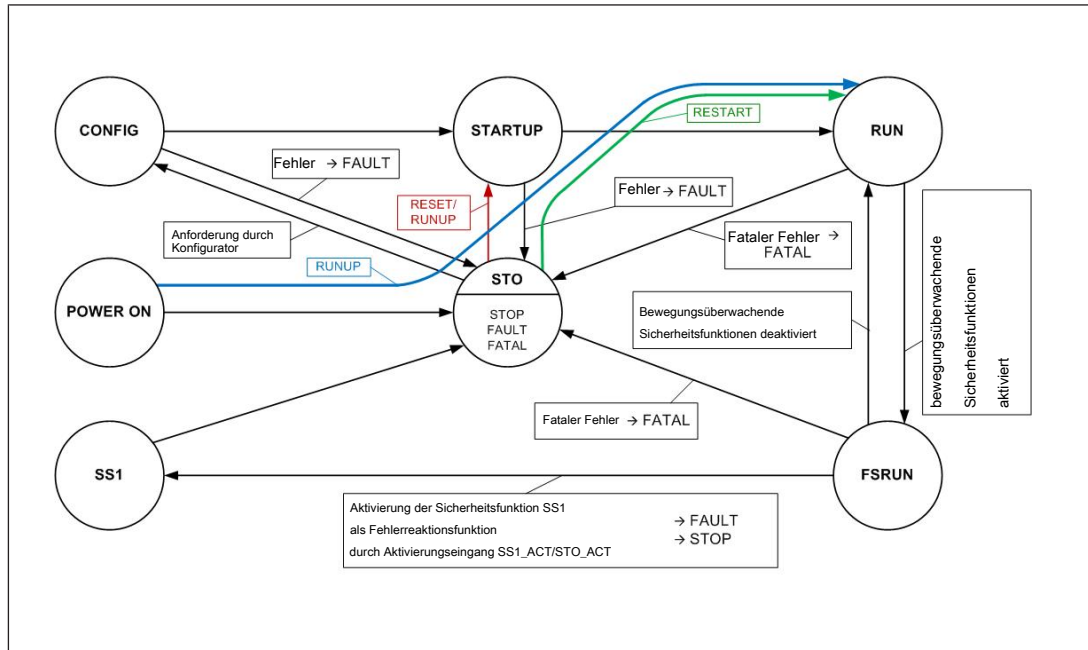


Abb.: Betriebszustände

CONFIG	Übertragung der Konfiguration zum Sicherheitsmodul. Der Motor ist im Betriebszustand CONFIG drehmoment-/kraftfrei geschaltet (STO ist aktiv). Übergang in Zustand STARTUP: Konfiguration fehlerfrei übertragen Übergang in Zustand STO: fehlerhafte Konfigurationsdaten
POWER ON	Die Versorgungsspannung liegt an. Übergang in Zustand STO: nach Anlegen der Versorgungsspannung
SS1	SS1 wird ausgeführt: ▶ als Fehlerreaktionsfunktion (FAULT) ▶ durch den Aktivierungseingang SS1_ACT (STOP) ▶ durch interne Aufforderung – z. B. Anforderung vom Tool "Download Konfiguration" Übergang in Zustand STO: ▶ nach FATAL ▶ beim Überschreiten der Bremsrampe (optional) ▶ nach Ablauf der STO-Verzögerungszeit
STARTUP	Selbsttest des Sicherheitsmoduls wird ausgeführt. Übergang in Zustand STO: nach FAULT Übergang in Zustand RUN: kein Fehler steht an

STO	Der Motor ist drehmoment-/kraftfrei geschaltet. Je nach Ursache sind folgende (Unter-)Zustände aktiv:
	STOP – Stopp Motor drehmoment-/kraftfrei schalten durch: ▶ Aktivierungseingang SS1_ACT oder ▶ Aktivierungseingang STO_ACT (optional)
	FAULT – Fehler Motor drehmoment-/kraftfrei schalten über die Sicherheitsfunktion SS1, als Folge einer Fehlerreaktion: ▶ Grenzwertverletzung ▶ Interner Fehler durch Selbsttest
	FATAL – Fataler Fehler Motor drehmoment-/kraftfrei schalten über die Sicherheitsfunktion STO, als Folge einer Fehlerreaktion: ▶ Sicherheitskritischer Fehler, der ein Abschalten des gesamten Moduls erfordert ▶ Nichtbehebbarer interner Software-Fehler ▶ Fehler, die weder durch einen Selbsttest aufgedeckt wurden, noch eine Grenzwertverletzung darstellen
RUN	Sicherheitsmodul in Betrieb: keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist aktiviert Übergang in Zustand STO: nach FATAL Übergang in Zustand FSRUN: eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist aktiviert
FSRUN	Sicherer Betrieb: mindestens eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist aktiviert Übergang in Zustand STO: nach FATAL Übergang in Zustand SS1: nach STOP oder nach FAULT Übergang in Zustand RUN: bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist deaktiviert
RESET	Aktion die den RESTART (Wiederanlauf) auslöst (siehe Sicherer Wiederanlauf der Maschine  54) (siehe Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls  55)
RUNUP	Hochlauf
RESTART	Wiederanlauf



INFO

Bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion

Bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktionen sind alle Sicherheitsfunktionen mit Ausnahme von SSO, SBC SRL und SS1, wenn die Bremsrampenüberwachung nicht konfiguriert ist.

9.2 RUNUP (Hochlauf)

Beim Hochlauf durchläuft das Sicherheitsmodul folgende Zustände:

POWER ON → STO → STARTUP → RUN

Nach dem Einschalten (POWER ON) geht das System in den sicheren Zustand STO. Der Bootprozess läuft automatisch weiter zum Zustand STARTUP. Im STARTUP wird der Selbsttest des Sicherheitsmoduls durchgeführt. Nach erfolgreichem Abschluss geht das System automatisch in den Zustand RUN.

Das System durchläuft im Hochlauf die oben genannten Zustände ohne Anwenderaktion.

9.3 RESTART (Wiederanlauf)

Beim Wiederanlauf durchläuft das Sicherheitsmodul folgende Zustände:

STO → STARTUP → RUN



INFO

Optionale Konfigurationsmöglichkeiten für Wiederanlauf beachten

Über die Sicherheitsfunktionen Sichere Wiederanlaufssperre (SRL) und Sicherer Stopp 1 (SS1) kann die RESTART-Funktion optional konfiguriert werden.

(Siehe [Sichere Wiederanlaufssperre \(SRL\)](#) [📖 148])

(Siehe [Sicherer Stopp 1 \(Safe stop 1, SS1\)](#) [📖 86])

Weitere Informationen zum RESET finden Sie in den Kapiteln:

[Sicherer Wiederanlauf der Maschine](#) [📖 54]

[Rücksetzen \(RESET\) des Sicherheitsmoduls](#) [📖 55]

STO nach STOP

Sie führen einen Wiederanlauf wie folgt durch:

- ▶ Schalten des Eingangs SS1_ACT auf 24 V

⇒ Das Sicherheitsmodul durchläuft die Zustände STARTUP → RUN → FSRUN (abhängig von der Konfiguration)

STO nach FAULT

Beseitigen Sie den Fehler und beachten Sie dabei:

- ▶ die Fehlermeldungen im Fehlerstack

Sie führen einen Wiederanlauf wie folgt durch:

- ▶ Schalten des Eingangs SS1_ACT auf 24 V

oder

- ▶ Ausführen des Befehls "CLRFAULT" siehe Kapitel Befehl "CLRFAULT"

⇒ Das Sicherheitsmodul durchläuft die Zustände STARTUP → RUN → FSRUN
(abhängig von der Konfiguration)

9.4 Befehl "CLRFAULT"

Der Neustart des Sicherheitsmoduls kann mit dem Befehl "CLRFAULT" über die serielle Schnittstelle oder die Feldbusschnittstelle des Servoverstärkers ausgeführt werden.

Voraussetzungen für die Anwendung des Befehls "CLRFAULT"

- ▶ Das Sicherheitsmodul befindet sich im Zustand "STO". Die LED STO/FS leuchtet rot.
- ▶ Der beiden Eingänge SS1_ACT und STO_ACT haben "1"-Signal (24 V).

Alternativ kann diese Funktion auch auf einen digitalen Eingang des Servoverstärkers gelegt werden. Es stehen zwei Befehle zur Verfügung:

- ▶ Der Befehl IN1MODE=1, (Servoverstärker Fehler Reset), führt die Funktion auf dem digitalen Eingang DIGITAL-IN1 des Servoverstärkers aus.
- ▶ Die Befehle INxMODE=30 oder INxMODE=33 (Ausführen einer beliebigen Befehlsfolge) führen die Funktion auf einem der digitalen Eingänge des Servoverstärkers aus (z B. IN4-MODE=30 auf Eingang DIGITAL-IN4).

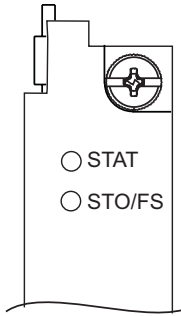


INFO

Weiterführende Informationen zum Befehl finden Sie in der Online-Hilfe des Servoverstärkers.

9.5 Anzeigeelemente

Das Sicherheitsmodul hat LEDs zur Statusanzeige der Betriebszustände.

	LED			Bedeutung
	Bezeichnung	Farbe	Status	
	STAT		● aus	Versorgungsspannung liegt nicht an
		grün	☀ ein	RUN (normal operation) STO FSRUN (safe operation)
		grün	● blinkt	RUN (Anlauf)
	STAT	rot	☀ ein	FATAL
		rot	● blinkt	FAULT
	STAT	gelb	● blinkt	CONFIG
	STO/FS		● aus	Versorgungsspannung liegt nicht an RUN (normal operation)
		grün	☀ ein	FSRUN
	STO/FS	rot	☀ ein	RUN (Anlauf) CONFIG STO FAULT FATAL
	STAT	grün/gelb	blinkt	SafetyNET p-Verbindung nicht aktiv (Z. B. Verbindungsaufbau, Störung)

Legende

-  LED ein
-  LED blinkt
-  LED blitzt
-  LED aus

9.6 Meldungen

Fehler des Sicherheitsmoduls werden auf dem Display des Servoverstärkers mit der Meldung "F31" angezeigt.

Für eine detaillierte Diagnose und Fehlererkennung gibt es die folgenden Möglichkeiten:

- ▶ LEDs auf der Front des Sicherheitsmoduls informieren über die Betriebszustände siehe [Anzeigeelemente](#)  196].
- ▶ Ausgänge des Sicherheitsmoduls zeigen die Zustände der Sicherheitsfunktionen an (z. B. STO Acknowledge).
- ▶ Fehler und Meldungen werden im Fehler-Stack des Sicherheitsmoduls eingetragen.
- ▶ Im Online-Betrieb werden im Konfigurator PASmotion angezeigt:
 - Status- und Fehlermeldungen des Sicherheitsmoduls (Fehler-Stack)
 - Zustände von Ein- und Ausgänge des Sicherheitsmoduls

9.7 Diagnosetests

- ▶ Das Sicherheitsmodul hat eine zweikanalige Struktur mit internen Diagnosetests, so dass keine externe Einrichtung zum Erreichen der Sicherheit notwendig ist.
- ▶ Die Testfunktionen für die Hardware-Ein-/Ausgänge sind im Kapitel [Hardware-Ein-/Ausgänge](#)  34] beschrieben.
- ▶ Für den Encoder ist eine Zwangsdynamisierung vorgeschrieben siehe [Fehlererkennung Motor-Encoder](#)  47].

10 Änderung, Wartung, Außerbetriebsetzung

10.1 Änderung

Eine Änderung eines Prozesses/einer Maschine kann notwendig werden durch:

- ▶ Änderung einer Sicherheitsanforderung
- ▶ Auftreten eines systematischen Fehlers
- ▶ Neue Anforderungen an den Betrieb oder die Produktion
- ▶ Änderung des Prozessablaufs/der Maschine

Vor der Änderung eines sicheren Prozesses/einer sicheren Maschine muss eine vorbereitende Analyse durchgeführt werden. Folgende Auswirkungen müssen analysiert werden:

- ▶ Auswirkungen der Änderung auf die Sicherheit des Prozesses/der Maschine
- ▶ Auswirkungen der Änderungen auf die Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls

Die Änderungsanforderungen können in einem Anforderungskatalog zusammengestellt werden. Er soll enthalten:

- ▶ Erkannte Gefahren
- ▶ Gewünschte Änderungen
- ▶ Grund für die Änderungen

Die Änderung dürfen nur Personen durchführen, die die notwendigen Kenntnisse und Erfahrung haben (befähigte Personen).



INFO

- Beachten Sie die Angaben zur Montage/Demontage in der Bedienungsanleitung des Servoverstärkers.
- Wenn die Sicherheitsanalyse ergeben hat, dass nach einer Änderung Sicherheitsfunktionen validiert und getestet werden müssen, dann muss sowohl die Änderung selbst, als auch der Ablauf des gesamten Prozesses geprüft werden. Dies muss für die Wiederinbetriebnahme berücksichtigt werden.
- Beachten Sie nach einer Änderung die Anforderungen an eine Wiederinbetriebnahme.



WICHTIG

Mithilfe der Prüfsummen kann festgestellt werden, ob sicherheitsrelevante Änderungen vorhanden sind und somit Sicherheitsfunktionen validiert und getestet werden müssen. Ein Vergleich darf jedoch nur als zusätzliches Hilfsmittel verwendet werden. Er ersetzt in keinem Fall die vorausgehende Sicherheitsanalyse für Änderungen.

10.2 Wartung

An einem Sicherheitsmodul PMCprotego S3 sind keine Wartungsarbeiten notwendig. Bitte schicken Sie das Sicherheitsmodul an die Fa. Pilz zurück.

10.3 Außerbetriebsetzung

Beachten Sie die Gebrauchsdauer t_M in den sicherheitstechnischen Kennzahlen des Sicherheitsmoduls PMCprotego S3.

Beachten Sie die Angaben zur Montage/Demontage in dieser Bedienungsanleitung.

Beachten Sie bei der Außerbetriebsetzung die lokalen Gesetze zur Entsorgung von elektronischen Geräten (z. B. Elektro- und Elektronikgerätegesetz).

11 Feldbuskommunikation

Feldbuskommunikation Servoverstärker/Steuerung

Die CANopen/EtherCAT Service-Data-Objects (SDOs) für das Sicherheitsmodul sind in folgenden Dokumenten beschrieben:

- ▶ PMCprotego_D_DD5_CANopen_Prog_Manual_1002905-XX-XX.pdf.
- ▶ PMCprotego_D_DD5_EtherCAT_Prog_Manual_1002906-XX-XX.pdf

Die Parameternummern (PNUs) für das Sicherheitsmodul sind in folgenden Dokumenten beschrieben:

- ▶ PMCprotego_D_DD5_PROFIBUS_Prog_Manual_1002907-XX-XX.pdf
- ▶ PMCprotego_D_DD5_PROFINET_Prog_Manual_1003784-XX-XX.pdf

PROFIBUS PROFINET	CANopen EtherCAT	Länge	Einheit	Beschreibung	
--	0x4454 Sub 0	DWORD	--	Seriennummer des Sicherheitsmoduls	
PNU 1712 Index 33	0x4401 Sub 0	DWORD	--	Status des Sicherheitsmoduls	
PNU 1713 Index 33	0x44F2 Sub 0	DWORD	--	Signale zum Starten der Bremsrampe. Bit 26=1 STO aktiv Bit 28=0 SS1 aktiv Bit 27=0 SS2 aktiv Bit 31=0 SS1 Fehlerfall aktiv	Signal zum Start der Bremsrampe Normalbetrieb. Signal zum Start der Not-Halt-Bremsrampe.
PNU 1862 Index 33	0x4424 Sub 0	DWORD	[Incr/s ²]	Steigung der aktuell vom Sicherheitsmodul angeforderten Bremsrampe. (4096 Inkremente sind eine Umdrehung)	
PNU 1714 Index 33	0x4402 Sub 0	DWORD		Fehlerregister	
PNU 1863 Index 33	0x3927 Sub 1	DWORD		Feldbus Eingänge 0 ... 31	
--	0x44F0 Sub 1	WORD		Feldbus Eingänge 0 ... 15	
--	0x44F0 Sub 2	WORD		Feldbus Eingänge 16 ... 31	
PNU 1864 Index 33	0x3928 Sub 1	DWORD		Feldbus Ausgänge 0 ... 31 (nur Rücklesen)	
--	0x44F1 Sub 1	WORD		Feldbus Ausgänge 0 ... 15 (nur Rücklesen)	
--	0x44F1 Sub 2	WORD		Feldbus Ausgänge 16 ... 31 (nur Rücklesen)	

12 Technische Daten

Allgemein	
Zertifizierungen	CE, TÜV, UKCA
Anwendungsbereich	Failsafe
Eingang Absolutwertgeber	
Anzahl der Zählereingänge	1
Art der Zählereingänge	SSI-Encoder
Versorgungsspannung für Absolutwertgeber	24 V DC
Signal des Ausgangs (Clock)	Differenzsignal (RS-422/TTL)
Max. Anzahl der Bits am Zählereingang	12 - 28 Bit
Übertragungsrate	300 kHz
Codierung des Eingangssignals	Binär, Gray
Signal am Dateneingang	Differenzsignal (RS-422/TTL)
Eingang Inkrementalgeber	
Anzahl der Eingänge	1
Versorgungsspannung für Inkrementalgeber	24,0 V
Signalpegel bei "1"	$\geq 2,5 \text{ V}$
Signalpegel bei "0"	$\leq 0,5 \text{ V}$
Phasenlage der Differenzsignale A ₁ /A ₂ und B ₁ /B ₂	$90^\circ \pm 30^\circ$
Maximale Grenzfrequenz	0,5 MHz
Eingänge	
Anzahl	8
Signalpegel bei "0"	-3 - +5 V DC
Signalpegel bei "1"	15 - 30 V DC
Eingangsstrombereich	3,5 - 10,8 mA
Impulsunterdrückung	1 - 10 ms
Halbleiterausgänge	
Anzahl Halbleiterausgänge einpolig plusschaltend	6
Externe Versorgungsspannung	24 V
Spannungstoleranz	-15 %/+20 %
Typ. Ausgangsstrom bei "1"-Signal und Nennspannung Halbleiterausgang	0,5 A
Reststrom bei "0"-Signal	0,02 mA
Rückleseschwelle Halbleiterausgang	9 V
Max. Dauer des Einschalttestimpulses	200 μs
Max. Dauer des Ausschalttestimpulses	200 μs
Wiederholungszeit der Ein-/Ausschalttests	1,5 s
Galvanische Trennung	ja
Kurzschlussfest	ja
Halbleiterausgänge 2-polig	
Anzahl Halbleiterausgänge zweipolig	2
Typ. Ausgangsstrom bei "1"-Signal und Nennspannung Halbleiterausgang	2 A

Halbleiterausgänge 2-polig	
Max. Schaltfrequenz	1 Hz
Reststrom bei "0"-Signal	0,5 mA
Kurzschlussfest	ja
Zeiten	
Zykluszeit Prozessorsystem	5 ms
Verzögerungszeit Pulssperre	1 ms
Umweltdaten	
Klimabeanspruchung	EN 60068-2-1
Umgebungstemperatur	
nach Norm	EN 60721-3-3
Klasse	3K3
Temperaturbereich	0 - 40 °C
Lagertemperatur	
nach Norm	EN 60721-3-1
Temperaturbereich	-25 - 70 °C
Max. Änderung	20 K/h
Klasse der Lagertemperatur	1K4
Feuchtebeanspruchung	
nach Norm	EN 60721-3-3
Feuchtigkeit	85 % r. F.
Klasse der relativen Luftfeuchte	3K3
Betauung im Betrieb	unzulässig
Max. Betriebshöhe über NN	2000 m
EMV	EN 61800-3
Schwingungen	
nach Norm	EN 60721-3-2
Klasse	2M1
Luft- und Kriechstrecken	
nach Norm	EN 61800-5-1
Überspannungskategorie	II
Verschmutzungsgrad	2
Schutzart	
nach Norm	EN 60529
Gehäuse	IP20
Klemmenbereich	IP20
Einbauraum (z. B. Schaltschrank)	IP54
Mechanische Daten	
Einbaulage	stehend
Abmessungen	
Höhe	141,9 mm
Breite	86,7 mm
Tiefe	18,4 mm
Gewicht	124 g

Bei Normenangaben ohne Datum gelten die 2021-03 neuesten Ausgabestände.

12.1 Sicherheitstechnische Kennzahlen

Das Sicherheitsmodul PMCprotego S3 führt antriebsnahe Sicherheitsfunktionen aus, die zum Beispiel in der Norm EN 61800-5-2 beschrieben sind.

Diese Sicherheitsfunktionen sind in aller Regel nur Teil einer Gesamtsicherheitsfunktion, welche aus verschiedenen Teilsystemen bestehen kann.

Die Abbildung zeigt beispielhaft Teilsysteme, die an der Ausführung der Gesamtsicherheitsfunktion beteiligt sind.

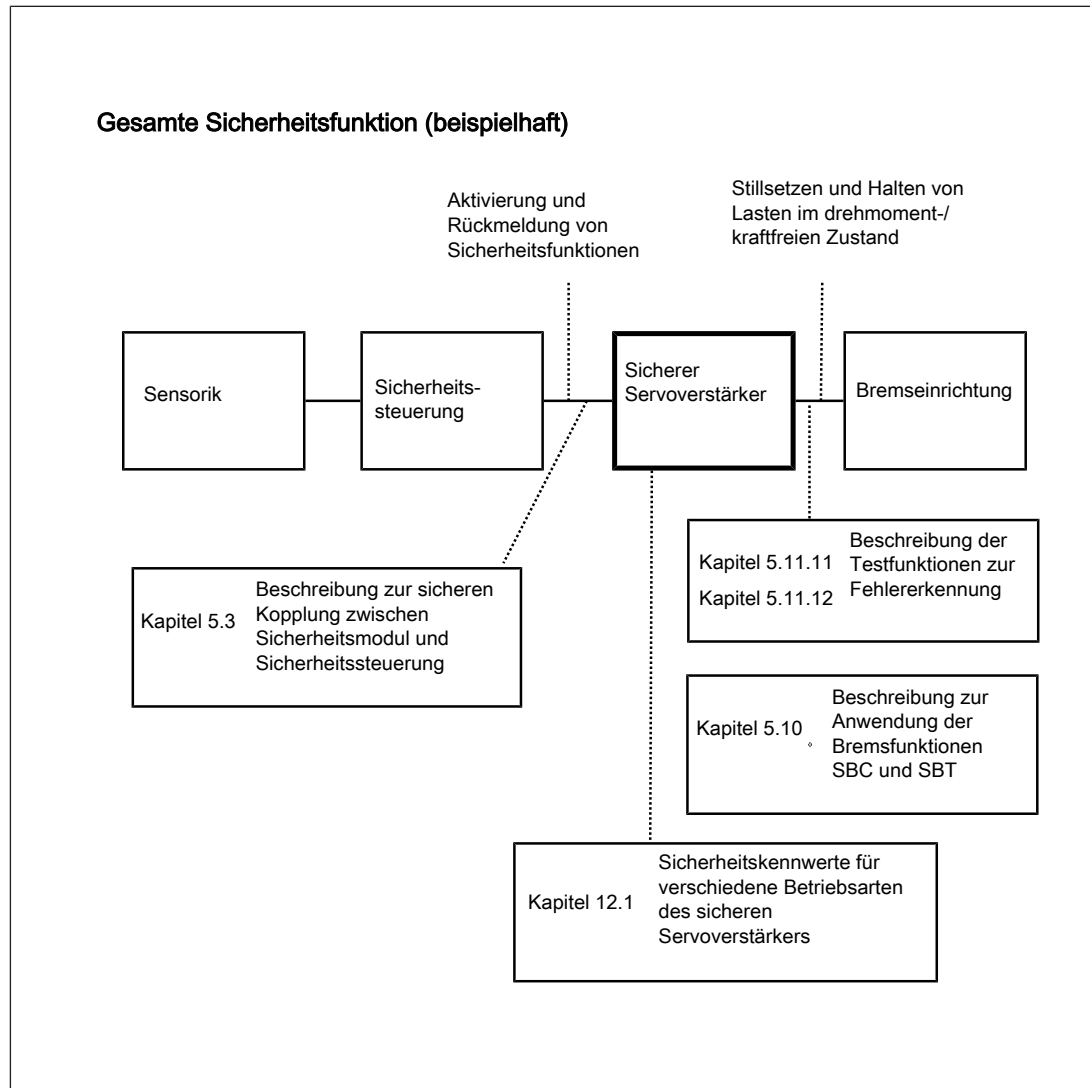


Abb.: Gesamte Sicherheitsfunktion und sicherheitsbezogene Teilsysteme

Ein "Sicherer Servoverstärker" ist eine bauliche und funktionale Einheit, bestehend aus

- einem Servoverstärker PMCprotego D mit eingebautem Sicherheitsmodul PMCprotego S3

Zur Bestimmung der Sicherheitsintegrität der Gesamtsicherheitsfunktion werden in dieser Bedienungsanleitung für das Teilsystem **sicherer Servoverstärker**

- die Sicherheitsfunktionen beschrieben.

- ▶ die Sicherheitskennwerte für verschiedene Betriebsarten angegeben.
- ▶ die Testfunktionen zur Fehlererkennung anderer Teilsysteme beschrieben.

Betriebsarten

Über die Betriebsarten werden verschiedene Konfigurationen des Teilsystems **sicherer Servoverstärker** abgebildet.

Diese unterscheiden sich in

- ▶ den MTTF-Werten der Sensorik für die sichere Positionserfassung.

Einer Kombination aus Sicherheitsfunktion und Betriebsart ist ein Satz sicherheitstechnischer Kennzahlen zugeordnet.

Unterscheidung der Betriebsarten hinsichtlich der MTTF-Werte der Sensorik zur Positionserfassung

Für die sicheren Bewegungsfunktionen/Überwachungsfunktionen des Sicherheitsmoduls werden sichere Geschwindigkeits- und Positionswerte verarbeitet. Die Fehlererkennung erfolgt durch einen Kreuzvergleich von 2 diversitären Sensoren.

Folgende Kombinationen von Sensoren zur sicheren Positionserfassung können verwendet werden:

- ▶ Motor-Encoder und interne Systemgrößen
- ▶ Motor-Encoder und externe Encoder

Siehe auch Kapitel [Fehlererkennung Motor-Encoder](#)  47]

Um die Berechnung zu vereinfachen, sind Kombinationen der Sensoren mit angenommenen Ausfallraten in den sicherheitstechnischen Kennzahlen enthalten. Es ergeben sich in den Betriebsarten folgende Unterscheidungen:

- ▶ Betriebsart **Encoder MTTF $\geq 10a$**
 - Motor-Encoder mit MTTF ≥ 10 Jahre und interne Systemgrößen
 - Motor-Encoder mit MTTF ≥ 10 Jahre und externer Encoder mit MTTF ≥ 10 Jahre
 - Nach EN ISO 13849-1 kann für ein Bauteil ein MTTF_D von zehn Jahren angenommen werden, sofern keine Herstellerdaten verfügbar sind.
 - Die Gebrauchsdauer des Motor-Encoders muss $T_M = 20$ Jahre betragen.
- ▶ Betriebsart **Encoder MTTF $> 57a$**
 - Motor-Encoder mit MTTF ≥ 57 Jahre und interne Systemgrößen
 - Motor-Encoder mit MTTF ≥ 57 Jahre und externer Encoder mit MTTF ≥ 57 Jahre
 - Es muss der MTTF-Wert des eingesetzten Encoders geprüft werden.
 - Die Gebrauchsdauer des Motor-Encoders muss $T_M = 20$ Jahre betragen.

Unter der Annahme, dass alle Fehler gefährlich sind, kann $MTTF_D = MTTF$ gesetzt werden. Die Kennzahl MTTF ist eine Eigenschaft des Sensors, die nur vom Hersteller angegeben werden kann.

Übersicht der Betriebsarten und sicherheitstechnischen Kennzahlen

Betriebsart	Beschreibung	Sicherheitsintegrität Einschränkungen
DIO SNp, Encoder $MTTF \geq 10a$	▶ In dieser Betriebsart mögliche Positionssensoren – Motor-Encoder mit $MTTF \geq 10$ Jahre und interne Systemgrößen – Motor-Encoder und externer Encoder mit $MTTF \geq 10$ Jahre ▶ Sicherheitsfunktionen, die in dieser Betriebsart ausgeführt werden können – Stopp-Funktionen: STO, SS1, SS2 – Bewegungsfunktionen: SLS, SSR, SOS, SDI, SLI, SLP – Überwachungsfunktionen: SLS-M, SSR-M, SOS-M, SDI-M, SLI-M, SLP-M – Bremsenmanagement: SBC, SBT – Sonstige Sicherheitsfunktionen: SRL, SSO ▶ Externe Schnittstellen, die in dieser Betriebsart von der Sicherheitsfunktion verwendet werden können: – 2 x sicherer Eingang 1-polig – 2 x sicherer Ausgang 1-polig – 1 x sicherer Ausgang 2-polig – SafetyNET p RTFL-Schnittstelle	SIL 2, PL d (Kat. 3) Einschränkung durch die Ausfallrate des Encoder-Systems

Betriebsart	Beschreibung	Sicherheitsintegrität Einschränkungen
DIO SNp, Encoder MTTF $\geq 57a$	▶ In dieser Betriebsart mögliche Positionssensoren – Motor-Encoder mit MTTF ≥ 57 Jahre und interne Systemgrößen – Motor-Encoder und externer Encoder mit MTTF ≥ 57 Jahre ▶ Sicherheitsfunktionen, die in dieser Betriebsart ausgeführt werden können – Stopp-Funktionen: STO, SS1, SS2 – Bewegungsfunktionen: SLS, SSR, SOS, SDI, SLI, SLP – Überwachungsfunktionen: SLS-M, SSR-M, SOS-M, SDI-M, SLI-M, SLP-M – Bremsenmanagement: SBC, SBT – Sonstige Sicherheitsfunktionen: SRL, SSO ▶ Externe Schnittstellen, die in dieser Betriebsart von der Sicherheitsfunktion verwendet werden können: – 2 x sicherer Eingang 1-polig – 2 x sicherer Ausgang 1-polig – 1 x sicherer Ausgang 2-polig – SafetyNET p RTFL-Schnittstelle	SIL 3, PL e (Kat. 4)

**WICHTIG**

Beachten Sie unbedingt die sicherheitstechnischen Kenndaten, um den erforderlichen Sicherheitslevel für ihre Maschine/Anlage zu erreichen.

Betriebsart	EN ISO 13849-1: 2015 PL	EN ISO 13849-1: 2015 Kategorie	EN 62061 SIL CL	EN 62061 PFH _D [1/h]	IEC 61511 SIL	IEC 61511 PFD	EN ISO 13849-1: 2015 T _M [Jahr]
DIO SNp, Encoder MTTF $\geq 10a$	PL d	Cat. 3	SIL CL 2	2,61E-09	SIL 2	1,45E-04	20
DIO SNp, Encoder MTTF $\geq 57a$	PL e	Cat. 4	SIL CL 3	2,00E-09	SIL 3	9,55E-05	20

Alle in einer Sicherheitsfunktion verwendeten Einheiten müssen bei der Berechnung der Sicherheitskennwerte berücksichtigt werden.



INFO

Die SIL-/PL-Werte einer Sicherheitsfunktion sind **nicht** identisch mit den SIL-/PL-Werten der verwendeten Geräte und können von diesen abweichen. Wir empfehlen zur Berechnung der SIL-/PL-Werte der Sicherheitsfunktion das Software-Tool PAScal.

12.2 Klassifizierung nach ZVEI, CB24I

Die folgenden Tabellen beschreiben die Klassen und spezifischen Werte der Schnittstelle des Produkts und die Klassen der damit kompatiblen Schnittstellen. Die Klassifizierung ist in dem ZVEI-Positionspapier "Klassifizierung binärer 24-V-Schnittstellen mit Testung im Bereich der funktionalen Sicherheit" beschrieben.

Eingänge

Quelle			Senke			
Sicherheitssteuerung	C0		Sicherheitsmodul	C0		

Parameter Senke	Min.	Typ.	Max.
Testimpulsdauer	-	-	10 ms
Testimpulsintervall	40 ms	-	
Eingangswiderstand	2,2 kOhm	-	
Kapazitive Last	-	-	68 nF

Sichere einpolige HL-Ausgänge

Quelle			Senke			
Sicherheitsmodul	C2		Sicherheitssteuerung	C2		

Parameter Quelle	Min.	Typ.	Max.
Testimpulsdauer	-	-	200 µs
Nennstrom	-	-	0,5 A
Kapazitive Last	-	-	0,5 µF

Sichere zweipolige HL-Ausgänge

Quelle			Senke			
Sicherheitsmodul	D2		Bremse	D2		

Parameter Quelle	Min.	Typ.	Max.
Testimpulsdauer	150 µs	-	350 µs
Testimpulsintervall	600 ms	-	
Leckstrom im AUS-Zustand	-	-	0,5 mA
Nennstrom im EIN-Zustand	-	-	2 A
Kapazitive Last	-	-	0,5 µF

13 **EG-Konformitätserklärung**

Diese(s) Produkt(e) erfüllen die Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG über Maschinen des europäischen Parlaments und des Rates. Die vollständige EG-Konformitätserklärung finden Sie im Internet unter www.pilz.com/downloads.

Bevollmächtigter: Norbert Fröhlich, Pilz GmbH & Co. KG, Felix-Wankel-Str. 2, 73760 Ostfildern, Deutschland

14 UKCA-Declaration of Conformity

This product(s) complies with following UK legislation: Supply of Machinery (Safety) Regulation 2008.

The complete UKCA Declaration of Conformity is available on the Internet at www.pilz.com/support/downloads.

Representative: Pilz Automation Technology, Pilz House, Little Colliers Field, Corby, Northamptonshire, NN18 8TJ United Kingdom, eMail: mail@pilz.co.uk

15 Bestelldaten

Produkttyp	Merkmale	Bestell-Nr.
PMCprotego S3.SN 8DI 6DO EI BR	Sicherheitsmodul	680010

Zubehör SafetyNET

Produkttyp	Merkmale	Bestell-Nr.
SafetyNETp Connector RJ45	SafetyNETp-Stecker	380401
SafetyNET Cable	SafetyNETp-Kabel (4-polig) Kabel zum Konfektionieren	380000
SafetyNET Cable 'SN CAB RJ45sRJ45s'	SafetyNETp-Kabel (4-polig) Konfektioniert in unterschiedlichen Längen: 0,5 m 1 m 2 m 5 m 10 m	380001 380003 380005 380007 380009
Stripping Tool	Abisolierwerkzeug für SafetyNETp-Kabel	380070

SafetyNET p RTFL (Real Time Frame Line)

Das sichere Bussystem dient zur Kommunikation für Anwendungen mit hohen Echtzeit-Anforderungen.

Sicher abgeschaltetes Moment (STO)

Stoppfunktion nach EN 61800-5-2: "Dem Motor wird keine Energie zugeführt, die eine Drehung (oder bei einem Linearmotor eine Bewegung) verursachen kann. Das PDS(SR) (elektrisches Leistungsantriebssystem) liefert keine Energie an den Motor, die ein Drehmoment (oder bei einem Linearmotor eine Kraft) erzeugen kann."

Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS)

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SLS-Funktion verhindert, dass der Motor die festgelegte Begrenzung der Geschwindigkeit überschreitet."

Sicher begrenzte Position (SLP)

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SLP-Funktion verhindert, dass die Motorwelle die festgelegte Lagebegrenzung überschreitet."

Sicher begrenztes Schrittmaß (SLI)

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SLI-Funktion verhindert, dass die Motorwelle die festgelegte Begrenzung eines Lageschrittmasses überschreitet."

Sicher überwachte Geschwindigkeit (SLS-M)

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Überwachungsfunktion SLS-M basiert auf der normativen Sicherheitsfunktion SLS. Eine Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird gemeldet, löst aber keine Fehlerreaktionsfunktion aus.

Sicher überwachte Position (SLP-M)

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Überwachungsfunktion SLP-M basiert auf der normativen Sicherheitsfunktion SLP. Eine Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird gemeldet, löst aber keine Fehlerreaktionsfunktion aus.

Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich (SSR-M)

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Überwachungsfunktion SSR-M basiert auf der normativen Sicherheitsfunktion SSR. Eine Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird gemeldet, löst aber keine Fehlerreaktionsfunktion aus.

Sichere Bewegungsrichtung (SDI)

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SDI-Funktion verhindert, dass sich die Motorwelle in die unbeabsichtigte Richtung bewegt."

Sichere Bremsenansteuerung (SBC)

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SBC-Funktion liefert (ein) sichere(s) Ausgangssignal(e) zur Ansteuerung einer (von) externen Bremse(n)."

Sichere überwachte Bewegungsrichtung (SDI-M)

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Überwachungsfunktion SDI-M basiert auf der normativen Sicherheitsfunktion SDI. Eine Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird gemeldet, löst aber keine Fehlerreaktionsfunktion aus.

Sichere Wiederanlaufsperrung (SRL)

Diese ergänzende Sicherheitsfunktion verhindert den unkontrollierten Start nach einer Störung/einem Fehler.

Sicherer Betriebshalt (SOS)

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SOS-Funktion verhindert, dass der Motor um mehr als einen festgelegten Betrag von der Halteposition abweicht. Das PDS(SR) (elektrisches Leistungsantriebssystem) liefert dem Motor die Energie, die ermöglicht, dass er dem Angreifen äußerer Kräfte standhält."

Sicherer Bremsentest (SBT)

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Sicherheitsfunktion SBT testet die ordnungsgemäße Funktion einer ruhestrombetätigten Bremse.

Sicherer Geschwindigkeitsbereich (SSR)

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SSR-Funktion hält die Motorgeschwindigkeit innerhalb festgelegter Grenzwerte."

Sicherer Statusausgang (SSO)

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Sie dient zur Diagnose und bedient die sicheren Ausgänge mit Statusinformationen.

Sicherer Stopp 1 (SS1)

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Das PDS(SR) führt eine dieser Funktionen aus: a) entweder Auslösen und Steuern der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der STO-Funktion (siehe 4.2.2.2), wenn die Motordrehzahl unter einen festgelegten Grenzwert fällt, oder b) Auslösen und Überwachen der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der STO-Funktion, wenn die Motordrehzahl unter einen festgelegten Grenzwert fällt, oder c) Auslösen der Motorverzögerung und nach einer anwendungsspezifischen Zeitverzögerung Auslösen der STO-Funktion."

Sicherer Stopp 2 (SS2)

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Das PDS(SR) führt eine dieser Funktionen aus: a) entweder Auslösen und Steuern der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der SOS-Funktion (siehe 4.2.3.1), wenn die Motordrehzahl unter einen festgelegten Grenzwert fällt, oder b) Auslösen und Überwachen der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der SOS-Funktion, wenn die Motordrehzahl unter einen festgelegten Grenzwert fällt, oder c) Auslösen der Motorverzögerung und nach einer anwendungsspezifischen Zeitverzögerung Auslösen der SOS-Funktion."

► Support

Technische Unterstützung von Pilz erhalten Sie rund um die Uhr.

Amerika

Brasilien

+55 11 97569-2804

Kanada

+1 888 315 7459

Mexiko

+52 55 5572 1300

USA (toll-free)

+1 877-PILZUSA (745-9872)

Asien

China

+86 21 60880878-216

Japan

+81 45 471-2281

Südkorea

+82 31 778 3300

Australien und Ozeanien

Australien

+61 3 95600621

Neuseeland

+64 9 6345350

Europa

Belgien, Luxemburg

+32 9 3217570

Deutschland

+49 711 3409-444

Frankreich

+33 3 88104003

Großbritannien

+44 1536 462203

Irland

+353 21 4804983

Italien, Malta

+39 0362 1826711

Niederlande

+31 347 320477

Österreich

+43 1 7986263-0

Schweiz

+41 62 88979-32

Skandinavien

+45 74436332

Spanien

+34 938497433

Türkei

+90 216 5775552

Unsere internationale

Hotline erreichen Sie unter:

+49 711 3409-222

support@pilz.com

Pilz entwickelt umweltfreundliche Produkte unter Verwendung ökologischer Werkstoffe und energiesparender Techniken. In ökologisch gestalteten Gebäuden wird umweltbewusst und energiesparend produziert und gearbeitet. So bietet Pilz Ihnen Nachhaltigkeit mit der Sicherheit, energieeffiziente Produkte und umweltfreundliche Lösungen zu erhalten.



1004379-DE-02, 2021-09 Printed in Germany
© Pilz GmbH & Co. KG, 2019

CECE®, CHRE®, CMSE®, InduraNET p®, Leansafe®, Master of Safety®, PAS4000®, PAScale®, PASconfig®, Pilz®, PIR®, PLID®, PMCPirato®, PMCTendo®, PMD®, PMJ®, PNOZ®, PRIZ®, PRIZM®, PRIZM p®, PRIZM p+, PSS®, PVS®, SafetyBUS p®, SafetyNET p®, THE SPIRIT OF SAFETY® sind in einigen Ländern amtlich registrierte und geschützte Marken der Pilz GmbH & Co. KG. Wir weisen darauf hin, dass die Produktbezeichnungen je nach Stand bei Drucklegung und Ausstattungsumfang von den Angaben in diesem Dokument abweichen können. Für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der in Text und Bild dargestellten Informationen übernehmen wir keine Haftung. Bitte nehmen Sie bei Rückfragen Kontakt zu unserem Technischen Support auf.

Wir sind international vertreten. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte unserer Homepage www.pilz.com oder nehmen Sie Kontakt mit unserem Stammhaus auf.

Stammhaus: Pilz GmbH & Co. KG, Felix-Wankel-Straße 2, 73760 Ostfildern, Deutschland
Telefon: +49 711 3409-0, Telefax: +49 711 3409-133, E-Mail: info@pilz.de, Internet: www.pilz.com

PILZ
THE SPIRIT OF SAFETY