STÖBER

Sicherheitsmodul SE6

PILZ
THE SPIRIT OF SAFETY

Bedienungsanleitung-1004205-DE-01-STÖBER ID 442795.01

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.

Für einige Komponenten wurde Quellcode von Fremdherstellern oder Open Source-Software verwendet. Die zugehörigen Lizenzinformationen finden Sie im Internet auf der Pilz Homepage.

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

SD™ SD bedeutet Secure Digital

Kapitel 1	**Einführung**		**6**
	1.1	Kooperation mit STÖBER ANTRIEBSTECHNIK GmbH + Co. KG	6
	1.2	Gültigkeit der Dokumentation	7
	1.3	Aufbewahren der Dokumentation	7
	1.4	Haftungsbeschränkung	7
	1.5	Weiterführende Informationen	8
	1.6	Zeichenerklärung	9
Kapitel 2	**Übersicht**		**10**
	2.1	Aufbau	10
	2.2	Sicherheitsfunktionen	10
	2.3	Merkmale	11
	2.4	Klemmenübersicht SD6, Baugröße 0	12
	2.5	Klemmenübersicht SD6, Baugröße 1	13
	2.6	Klemmenübersicht SD6, Baugröße 2	14
	2.7	Klemmenübersicht SD6, Baugröße 3	15
Kapitel 3	**Sicherheit**		**17**
	3.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	17
	3.1.1	Zulässige Motortypen	18
	3.1.2	Zulässige Motor-Encoder	18
	3.1.3	Zulässige externe Encoder	19
	3.2	Sicherheitsvorschriften	20
	3.2.1	Sicherheitsbetrachtung	20
	3.2.2	Qualifikation des Personals	20
	3.2.3	Gewährleistung und Haftung	20
	3.2.4	Entsorgung	21
	3.3	Fehlerarten, Fehlererkennung und Fehlerreaktion	21
	3.4	Datensicherung und Datensicherheit	21
Kapitel 4	**Funktionsbeschreibung**		**23**
	4.1	Übersicht	23
	4.2	Allgemeine Festlegung	26
	4.3	Aktivierung der Sicherheitsfunktionen	27
	4.4	Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen	29
	4.5	Digitale Ein- und Ausgänge	33
	4.5.1	Eingänge	33
	4.5.2	Ausgänge	35
	4.5.2.1	Sichere 1-polige Ausgänge	35
	4.5.2.2	Nichtsichere 1-polige Ausgänge	41
	4.5.2.3	2-polige Ausgänge	41
	4.6	Fehlererkennung Motor-Encoder	45
	4.6.1	Möglichkeiten	45
	4.6.2	Wegstrecke bis zur Fehlererkennung	46
	4.6.3	Maximal erreichbare Sicherheitsintegrität	46
	4.7	Reaktionszeiten	47
	4.8	Sicherer Wiederanlauf der Maschine	51

4.9	Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls	52
4.10	Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT	59
4.10.1	Definition der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten"	59
4.10.2	Ruhestrombetätigte, mechanische Bremsen	60
4.10.2.1	Sicherheitsbauteile	60
4.10.2.2	Standardbauteile	61
4.10.2.3	Motorbremsen	61
4.10.3	Möglichkeiten zur Umsetzung "Halten von Lasten"	61
4.10.3.1	Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen durch das Sicherheitsmodul	61
4.10.3.2	Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung	62
4.10.4	Beispiele	63
4.10.4.1	"Halten von Lasten" mit einer externen Bremse (Standardbauteil)	64
4.10.4.2	"Halten von Lasten" mit einer Motorbremse (Standardbauteil)	66
4.10.4.3	"Halten von Lasten" mit einer externen Sicherheitsbremse (Sicherheitsbauteil)	68
4.10.4.4	"Halten von Lasten" durch Ansteuerung einer externen Einrichtung	70
4.10.4.5	"Halten von Lasten" mit zwei Bremsen	72
4.10.4.6	"Halten von Lasten" mit einer Motorbremse und einer externen Einrichtung	74
4.10.5	Vorgehensweise bei der Ermittlung der Sicherheitsintegrität	75
4.11	Sicherheitsfunktionen	76
4.11.1	Permanentüberwachung (optional)	78
4.11.2	Sicher abgeschaltetes Moment (Safe torque off, STO)	80
4.11.3	Sicherer Stopp 1 (Safe stop 1, SS1)	83
4.11.4	Sicherer Stopp 2 (Safe stop 2, SS2)	92
4.11.5	Sichere Bewegungsrichtung (SDI) und Sicher überwachte Bewegungsrichtung (SDI-M)	98
4.11.6	Sicher begrenztes Schrittmaß (SLI) und Sicher überwachtes Schrittmaß (SLI-M)	102
4.11.7	Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS) und Sicher überwachte Geschwindigkeit (SLS-M)	106
4.11.8	Sicherer Betriebshalt (SOS) und Sicher überwachter Betriebshalt (SOS-M)	112
4.11.9	Sicherer Geschwindigkeitsbereich (SSR) und Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich (SSR-M)	116
4.11.10	Sicher begrenzte Position (SLP) und Sicher überwachte Position (SLP-M)	122
4.11.11	Sichere Bremsenansteuerung (SBC)	128
4.11.11.1	Kombinationsmöglichkeiten SBC 1-polig und SBC 2-polig	132
4.11.11.2	SBC mit 1-poligem Ausgang zur Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung	133
4.11.11.3	SBC mit 2-poligem Ausgang zur direkten Leistungsansteuerung einer Bremse	133
4.11.12	Sicherer Bremsentest (SBT)	134
4.11.13	Sichere Wiederanlaufsperre (SRL)	144
4.11.14	Sicherer Statusausgang (SSO)	147
4.11.15	Hysterese für Überwachungsfunktionen	150
4.12	Konfiguration	154

Kapitel 5	**Verdrahtung**		**156**
	5.1	Allgemein Hinweise zur Verdrahtung	156
	5.2	Steckerbelegung	158
	5.3	Digitale Eingänge	159
	5.4	Digitale Ausgänge	160
	5.4.1	Versorgungsspannung	160
	5.4.2	Einpolige Ausgänge	162
	5.4.3	Zweipolige Ausgänge	162
	5.5	Externe Encoder	163
	5.5.1	Versorgungsspannung	163
	5.5.2	Inkrementalgeber mit TTL-Signal	164
	5.5.3	Absolutwertgeber mit SSI-Schnittstelle	165
Kapitel 6	**Inbetriebnahme**		**166**
	6.1	Sicherheitshinweise	166
	6.2	Erstinbetriebnahme	167
	6.3	Wiederinbetriebnahme nach Gerätetausch	170
	6.4	Sicherheitsprüfungen	173
Kapitel 7	**Betrieb Sicherheitsmodul**		**175**
	7.1	Betriebszustände	176
	7.2	RUNUP (Hochlauf)	179
	7.3	RESTART (Wiederanlauf)	179
	7.4	Anzeigeelemente	180
	7.5	Meldungen	182
	7.6	Diagnosetests	182
Kapitel 8	**Änderung, Wartung, Außerbetriebsetzung**		**183**
	8.1	Änderung	183
	8.2	Wartung	184
	8.3	Außerbetriebsetzung	184
Kapitel 9	**Feldbuskommunikation**		**185**
Kapitel 10	**Technische Daten**		**186**
	10.1	Sicherheitstechnische Kennzahlen	188
	10.2	Klassifizierung nach ZVEI, CB24I	193
Kapitel 11	**EG-Konformitätserklärung**		**195**
Kapitel	**Glossar**		**196**

1 Einführung

1.1 Kooperation mit STÖBER ANTRIEBSTECHNIK GmbH + Co. KG

Das Sicherheitsmodul SE6 und dessen Dokumentation wurden in Kooperation mit STÖBER ANTRIEBSTECHNIK GmbH + Co. KG entwickelt.

Im Folgenden werden Handbücher als Bedienungsanleitung bezeichnet.

Beratung, Service, Anschrift

Wir helfen Ihnen gerne weiter!

Auf unserer Webseite stellen wir Ihnen zahlreiche Informationen und Dienstleistungen rund um unsere Produkte bereit:
http://www.stoeber.de/de/service

Für darüber hinausgehende oder individuelle Informationen, kontaktieren Sie unseren Beratungs- und Supportservice:
http://www.stoeber.de/de/support

Sie benötigen unseren First Level Support:

Fon +49 7231 582-3060
applications@stoeber.de

So erreichen Sie unsere 24h Service Hotline:

Fon +49 7231 582-3000

Unsere Anschrift lautet:

STÖBER ANTRIEBSTECHNIK GmbH + Co. KG
Kieselbronner Straße 12
75177 Pforzheim, Germany

1.2 Gültigkeit der Dokumentation

Die Dokumentation ist gültig für das Sicherheitsmodul SE6. Sie gilt, bis eine neue Dokumentation erscheint.

STÖBER stellt Ihnen auf der Webseite die aktuellsten Dokumentversionen zum Download zur Verfügung: http://www.stoeber.de/de/download

1.3 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.

1.4 Haftungsbeschränkung

Dieses Dokument wurde unter Berücksichtigung der geltenden Normen und Vorschriften sowie des Stands der Technik erstellt.

Für Schäden, die aufgrund einer Nichtbeachtung der Dokumentation oder aufgrund der nichtbestimmungsgemäßen Verwendung des Produkts entstehen, übernehmen Pilz und STÖBER keine Haftung. Dies gilt insbesondere für Schäden, die durch individuelle technische Veränderungen des Produkts oder dessen Projektierung und Bedienung durch nicht qualifiziertes Personal hervorgerufen wurden.

1.5 Weiterführende Informationen

Diese Bedienungsanleitung erläutert die Funktionsweise und den Betrieb des Sicherheitsmoduls SE6 und gibt Hinweise zum Anschluss des Produkts.

Beachten Sie darüber hinaus:

- Die Konfiguration des Sicherheitsmoduls SE6 wird zusätzlich in der Online-Hilfe von PASmotion beschrieben.
- Das Dokument "Sicherheitsmodul SE6 - Diagnose"

Die in nachfolgender Tabelle gelisteten Dokumentationen liefern weitere relevante Informationen zum Antriebsregler SD6. Aktuelle Dokumentversionen finden Sie unter:

http://www.stoeber.de/de/download

Gerät	Dokumentation	Inhalte	ID
Antriebsregler SD6	Inbetriebnahmeanleitung	Systemaufbau, technische Daten, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme	442536
Antriebsregler SD6	Handbuch	Systemaufbau, technische Daten, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme, Betrieb, Service, Diagnose	442425

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

1.6 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.

2 Übersicht

Das Sicherheitsmodul SE6 erweitert den Antriebsregler SE6 um antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen nach EN 61800-5-2.

Das Sicherheitsmodul SE6 ist mit STÖBER Antriebsreglern der Baureihe SD6 in den Baugrößen 0 – 3 kombinierbar.

Folgende sicherheitsbezogene Funktionen sind im Sicherheitsmodul SE6 enthalten:

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

Neben dem Sicherheitsmodul selbst sind an den Sicherheitsfunktionen der Antriebsregler 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 Antriebsreglers haben keine Rückwirkung auf die funktionale Sicherheit des Sicherheitsmoduls.

2.2 Sicherheitsfunktionen

Folgende Sicherheitsfunktionen sind im Sicherheitsmodul SE6 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 Betriebshalt - 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 Wiederanlaufsperre - Safe restart lock (SRL)
- Sicherer Status Ausgang - Safe status output (SSO)

Reaktionsfunktionen

Wird eine Grenzwertverletzung oder ein interner Fehler erkannt, löst das Sicherheitsmodul SE6 eine Reaktionsfunktion aus. Dadurch wird der Motor stillgesetzt und die Drehmoment-/Krafterzeugung sicher unterbrochen.

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

2.3 Merkmale

- 8 sichere, einpolige, digitale Eingänge, die zur Aktivierung von Sicherheitsfunktionen frei zugeordnet werden können.
- 5 sichere, einpolige, digitale 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.
- 1 sicherer zweipoliger Ausgang zur Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse.
- 1 zweipoliger Bremsenausgang zur funktionalen und sicherheitsbezogenen Verwendung (Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT [📖 59]).

Die Sicherheitsfunktionen werden im Konfigurations-Tool des Sicherheitsmoduls den sicheren Ein- und Ausgängen zugeordnet.

2.4 Klemmenübersicht SD6, Baugröße 0

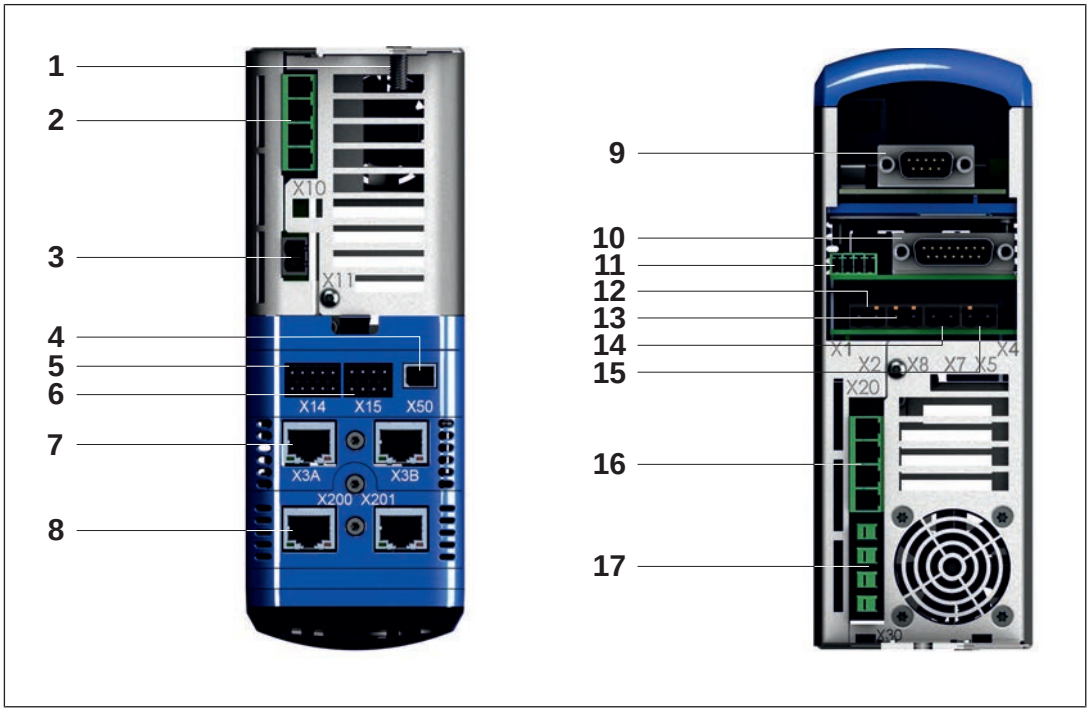


Abb.: Klemmenübersicht SD6, Baugröße 0

Legende

1	Gehäuseerdung
2	X10: Versorgung 230 V_{AC} / 400 V_{AC}
3	X11: Versorgung 24 V_{DC}
4	X50: Sicherheitstechnik SE6 (Encoder)
5	X14: Sicherheitstechnik SE6 (sichere Eingänge)
6	X15: Sicherheitstechnik SE6 (sichere Ausgänge und Versorgung für X50)
7	X3A, X3B: PC, IGB
8	X200, X201: Kommunikationsmodule EC6 (EtherCAT) und PN6 (PROFINET) oder X200: CA6 (CANopen)
9	X120: Encoderanschluss auf Klemmenmodul XI6 (alternativ X120 und X140: Encoderanschlüsse auf Klemmenmodul RI6)
10	X4: Encoder
11	X1: Freigabe und Relais
12	X2: Motortemperatursensor
13	X8: Bremse 2 (SBC+/-)
14	X7: Versorgung Bremse(n)
15	X5: Bremse 1 (BD1/BD2)
16	X20: Motor
17	X30: Zwischenkreiskopplung, Bremswiderstand

2.5 Klemmenübersicht SD6, Baugröße 1

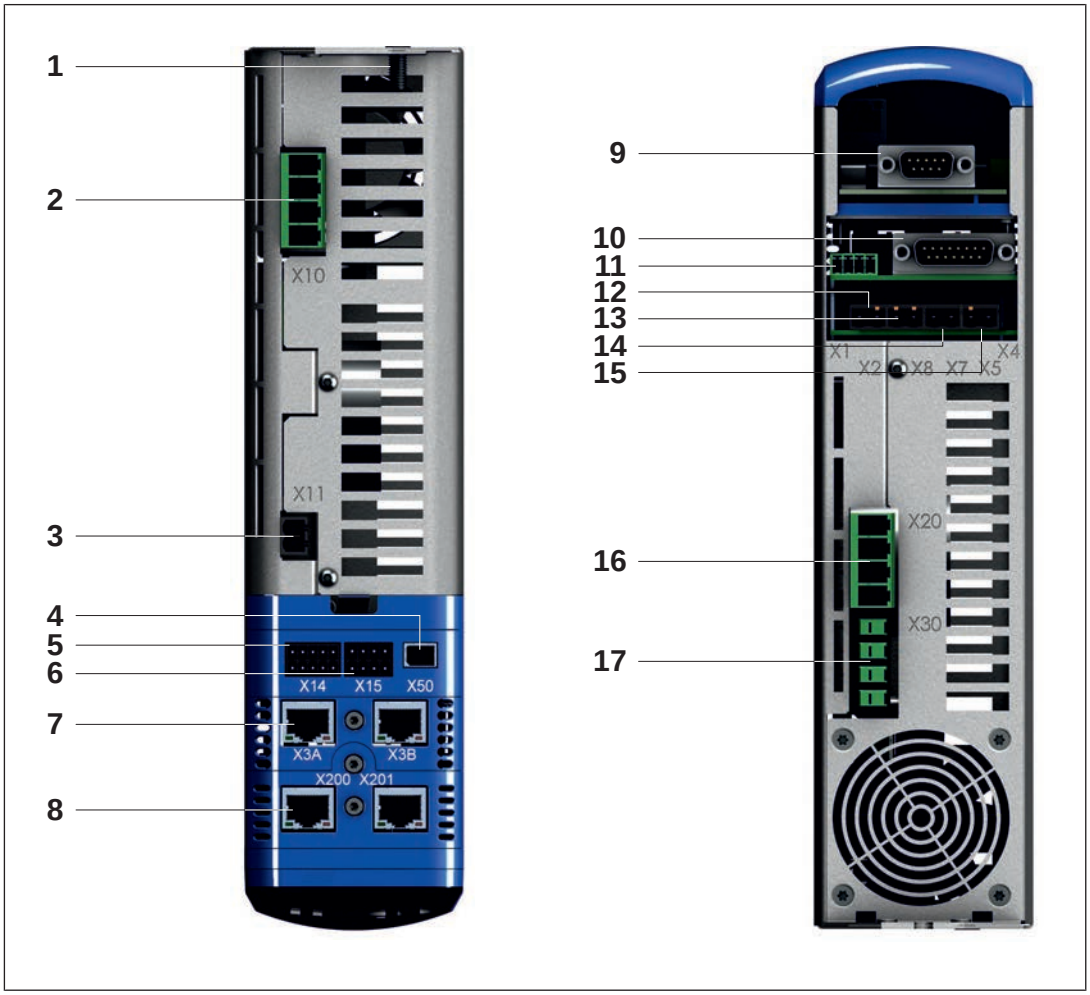


Abb.: Klemmenübersicht SD6, Baugröße 1

Legende

1	Gehäuseerdung
2	X10: Versorgung 400 V_{AC}
3	X11: Versorgung 24 V_{DC}
4	X50: Sicherheitstechnik SE6 (Encoder)
5	X14: Sicherheitstechnik SE6 (sichere Eingänge)
6	X15 Sicherheitstechnik SE6 (sichere Ausgänge und Versorgung für X50)
7	X3A, X3B: PC, IGB
8	X200, X201: Kommunikationsmodule EC6 (EtherCAT) und PN6 (PROFINET) oder X200: CA6 (CANopen)
9	X120: Encoderanschluss auf Klemmenmodul XI6 (alternativ X120 und X140: Encoderanschlüsse auf Klemmenmodul RI6)
10	X4: Encoder
11	X1: Freigabe und Relais
12	X2: Motortemperatursensor

13 X8: Bremse 2 (SBC+/-)

14 X7: Versorgung Bremse(n)

15 X5: Bremse 1 (BD1/BD2)

15 X20: Motor

17 X30: Zwischenkreiskopplung, Bremswiderstand

2.6 Klemmenübersicht SD6, Baugröße 2

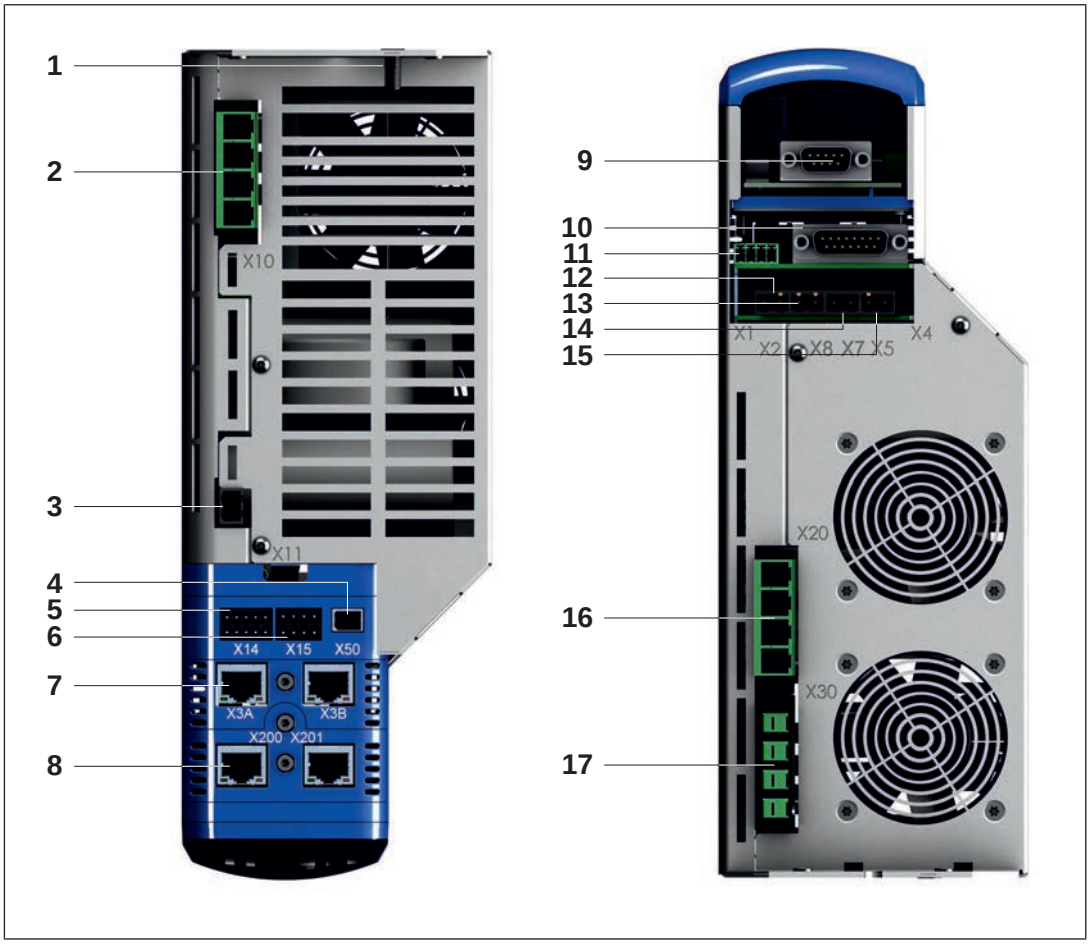


Abb.: Klemmenübersicht SD6, Baugröße 2

Legende

1 Gehäuseerdung

2 X10: Versorgung 400 V_{AC}

3 X11: Versorgung 24 V_{DC}

4 X50: Sicherheitstechnik SE6 (Encoder)

5 X14: Sicherheitstechnik SE6 (Sichere Eingänge)

6 X15: Sicherheitstechnik SE6 (sichere Ausgänge und Versorgung für X50)

7 X3A, X3B: PC, IGB

8 X200, X201: Kommunikationsmodule EC6 (EtherCAT) und PN6 (PROFINET) oder X200: CA6 (CANopen)

9 X120: Encoderanschluss auf Klemmenmodul XI6
(alternativ X120 und X140: Encoderanschlüsse auf Klemmenmodul RI6)

10 X4: Encoder

11 X1: Freigabe und Relais

12 X2: Motortemperatursensor

13 X8: Bremse 2 (SBC+/-)

14 X7: Versorgung Bremse(n)

15 X5: Bremse 1 (BD1/BD2)

16 X20: Motor

17 X30: Zwischenkreiskopplung, Bremswiderstand

2.7 Klemmenübersicht SD6, Baugröße 3

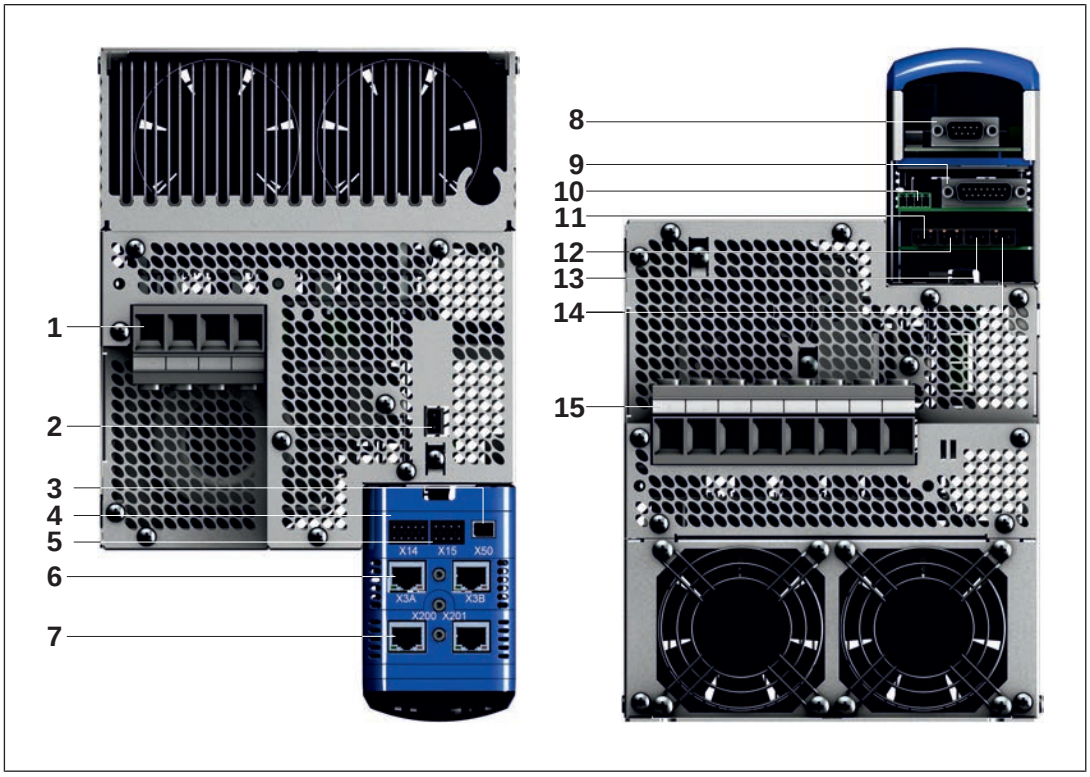


Abb.: Klemmenübersicht SD6; Baugröße 3

Legende

1 X10: Versorgung 400 V_{AC}

2 X11: Versorgung 24 V_{DC}

3 X50: Sicherheitstechnik SE6 (sichere Eingänge)

4 X14: Sicherheitstechnik SE6 (sichere Eingänge)

5 X15: Sicherheitstechnik SE6 (sichere Ausgänge und Versorgung für X50)

6 X3A, X3B: PC, IGB

7 X200, X201: Kommunikationsmodule EC6 (EtherCAT) und
PN6 (PROFINET) oder X200: CA6 (CANopen)

8	X120: Encoderanschluss auf Klemmenmodul XI6 (alternativ X120 und X140: Encoderanschlüsse auf Klemmenmodul RI6)
9	X4: Encoder
10	X1: Freigabe und Relais
11	X2: Motortemperatursensor
12	X8: Bremse 2 (SBC+/-)
13	X7: Versorgung Bremse(n)
14	X5: Bremse 1 (BD1/BD2)
15	X20: Motor, Zwischenkreiskopplung, Bremswiderstand

3 Sicherheit

3.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Antriebsregler SD6 mit eingebautem Sicherheitsmodul SE6 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 Antriebsregler SD6.
- der Online-Hilfe zum Konfigurations-Tool PASmotion.
- der EMV-gerechten Montage und Verdrahtung.

Als nicht bestimmungsgemäß gilt

- jegliche bauliche, technische oder elektrische Veränderung des Antriebsreglers.
- ein Einsatz des Antriebsreglers außerhalb der Bereiche, die in dessen Bedienungsanleitung beschrieben sind.
- ein von den dokumentierten technischen Daten (siehe Technische Daten [186]) abweichender Einsatz des Antriebsreglers.

Das Sicherheitsmodul SE6 darf nur zusammen mit den folgenden Antriebsreglern eingesetzt werden:

Baugröße Antriebsregler	Antriebsregler
Baugröße 0	SD6A02
	SD6A04
	SD6A06
Baugröße 1	SD6A14
	SD6A16
Baugröße 2	SD6A24
	SD6A26
Baugröße 3	SD6A34
	SD6A36
	SD6A38

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).

3.1.2 Zulässige Motor-Encoder

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

Zulässige Motor-Encoder
Resolver
Encoder EnDat 2.1/2.2 digital
Encoder EnDat 2.1 Sin/Cos
Linearencoder EnDat 2.2 digital
SSI-Encoder
SSI-Linearencoder
Sin/Cos-Linearencoder
Inkrementalencoder HTL, TTL
Hall-Encoder HTL, TTL

Die aufgeführten Motor-Encoder können, beliebig, an den verschiedenen Schnittstellen des Antriebsreglers und dessen Optionsmodulen angeschlossen werden.

3.1.3 Zulässige externe Encoder

WICHTIG

Zur Gewährleistung der Diversität darf der externe Encoder nicht vom gleichen Typ sein wie der Motor-Encoder.

Zulässige externe Encoder
SSI
TTL

Der Anschluss am Sicherheitsmodul SE6 erfolgt an X50.

Weitere Informationen zur Verdrahtung siehe Externe Encoder [📖 163].

Weitere Informationen zum Einsatz externer Encoder siehe Fehlererkennung Motor-Encoder [📖 45].

3.2 Sicherheitsvorschriften

3.2.1 Sicherheitsbetrachtung

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

Für das Produkt als Einzelkomponente ist funktionale Sicherheit garantiert. Dies garantiert jedoch nicht die funktionale Sicherheit der gesamten Maschine/Anlage. Um den gewünschten Sicherheitslevel der gesamten Maschine/Anlage erreichen zu können, definieren Sie für die Maschine/Anlage die Sicherheitsanforderungen und wie sie technisch und organisatorisch realisiert werden müssen.

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.

Eine fehlerhafte Konfiguration kann die Sicherheit des gesamten Prozesses zunichtemachen!

3.2.2 Qualifikation des Personals

Aufstellung, Montage, Programmierung, Inbetriebsetzung, Betrieb, Außerbetriebsetzung und Wartung der Produkte dürfen nur von 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.

3.2.3 Gewährleistung und Haftung

Gewährleistungs- und Haftungsansprüche gehen verloren, wenn

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

3.2.4 Entsorgung

- Beachten Sie bei sicherheitsgerichteten Anwendungen die Gebrauchsdauer T_M in den sicherheitstechnischen Kennzahlen.
- 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 SE6 verfügt über verschiedene Funktionen zur Fehlererkennung, wobei ein erkannter Fehler immer zu einer definierten Fehlerreaktion führt.

Die Fehlerarten sind im Kapitel Betriebszustände [📖 176] beschrieben.

Fehlererkennung und Fehlerreaktion sind in den Unterkapiteln im Kapitel Funktionsbeschreibung [📖 23] beschreiben.

3.4 Datensicherung und Datensicherheit

Beim Sicherheitsmodul SE6 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 SE6

Beim Sicherheitsmodul SE6 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 dem Paramodul 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 Funktionsbeschreibung

4.1 Übersicht

Das Sicherheitsmodul SE6 wird in den Antriebsregler SD6 eingebaut. Die Montage und deren Überprüfung erfolgt vor der Auslieferung durch STÖBER. Ein nachträglicher Einbau des Sicherheitsmoduls durch den Kunden ist nicht möglich. Im Folgenden wird die Kombination aus Antriebsregler mit integriertem Sicherheitsmodul als sicherer Antriebsregler bezeichnet.

Ein **sicheres Antriebssystem** besteht aus

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

INFO

Der Sicherheitskonfigurator PASmotion ist Teil der STÖBER DriveControl-Suite ab Version V6.3-B.

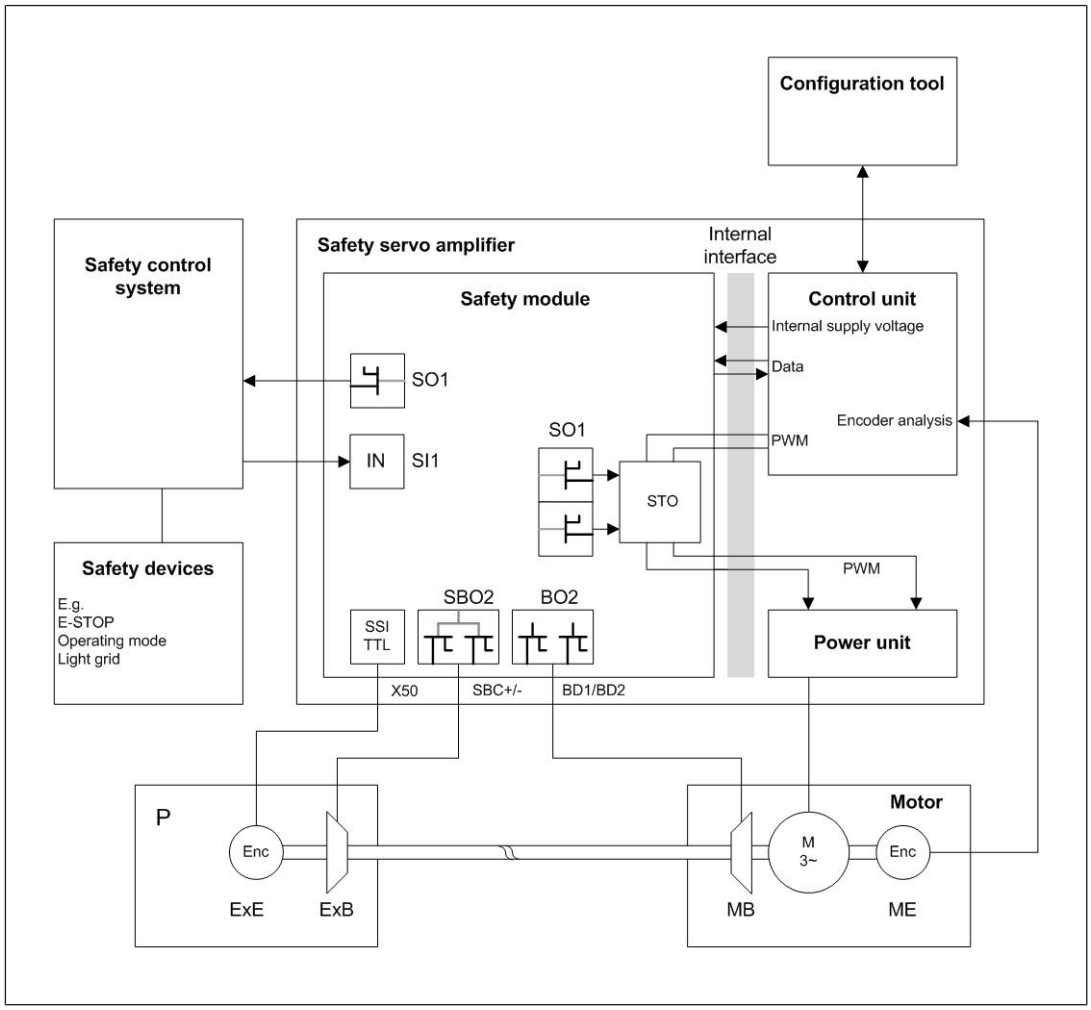


Abb.: Sicheres Antriebssystem

Legende

SO1	Sichere 2-polige STO-Ansteuerung
STO	Sichere Pulssperre 1 und sichere Pulssperre 2
SI1	Sicherer einpoliger Eingang (X14)
BO2	Zweipoliger Bremsenausgang zur funktionalen und sicherheitsbezogenen Verwendung (X5)
SBO2	Sicherer zweipoliger Bremsenausgang (X8)
MB	Motorbremse
P	Angetriebene Einrichtung
ME	Motor-Encoder
ExE	Externer Encoder
PWM	Pulsweitenmodulation
ExB	Externe Bremse

Das Sicherheitsmodul SE6 (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 Antriebsregler (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 (Querschluss, Kurzschluss) in der Verdrahtung der Ausgangssignale und leitet eine Fehlerreaktion ein.

Der sichere Antriebsregler

- 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 die Gerätekonfiguration auf dem Paramodul des Antriebsreglers.
- 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 Sicherheitmoduls (optional).
- verarbeitet sichere Rückmeldeausgänge des Sicherheitsmoduls (optional).
- erkennt Fehler (Querschluss, Kurzschluss) in der Verdrahtung zum Sicherheitsmodul und leitet eine Fehlerreaktion ein (optional).

Das Konfigurations-Tool PASmotion

- konfiguriert und parametriert das Sicherheitsmodul.
- sorgt für den sicheren Up- und Download der Konfigurationsdatei.
- zeigt den Status der Ein-/Ausgänge in der Online-Anzeige an.
- zeigt den Fehler-Stack an.

4.2 Allgemeine Festlegung

- 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).
- Festlegung der Dreh-/Bewegungsrichtung des Motors (bezogen auf die Motorwelle bei Blick auf den Motorflansch)
  - links, negativ, counterclockwise (CCW)
  - rechts, positiv, clockwise (CW)
- 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 [📖 176]

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.

4.3 Aktivierung der Sicherheitsfunktionen

Die Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls SE6 werden durch die Auswertung der Signalpegel an den sicheren digitalen Eingängen aktiviert oder deaktiviert. Die Eingänge arbeiten nach dem Ruhestromprinzip. Die Sicherheitssteuerung aktiviert die Sicherheitsfunktionen mit einem 0-Signal.

Die sicheren digitalen 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.

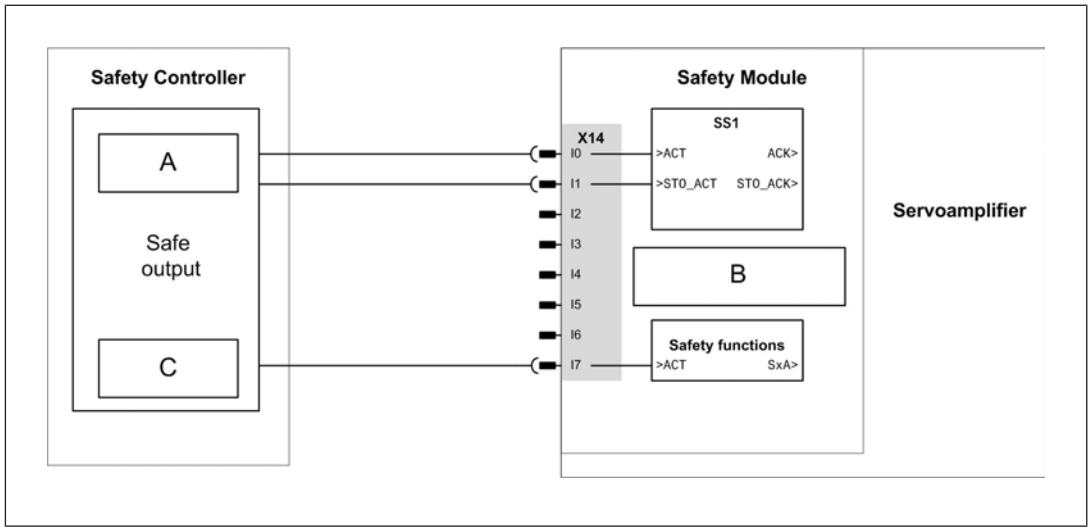


Abb.: Aktivierung einer Sicherheitsfunktion mit Fehlererkennung durch Testung

Legende

A Fehlererkennung durch getestete Steuersignale und Abschaltung bei Fehler durch einen zweiten Abschaltpfad STO_ACT.

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

C Fehlererkennung durch getestete Steuersignale und Abschaltung bei Fehler durch die SS1 Funktion.

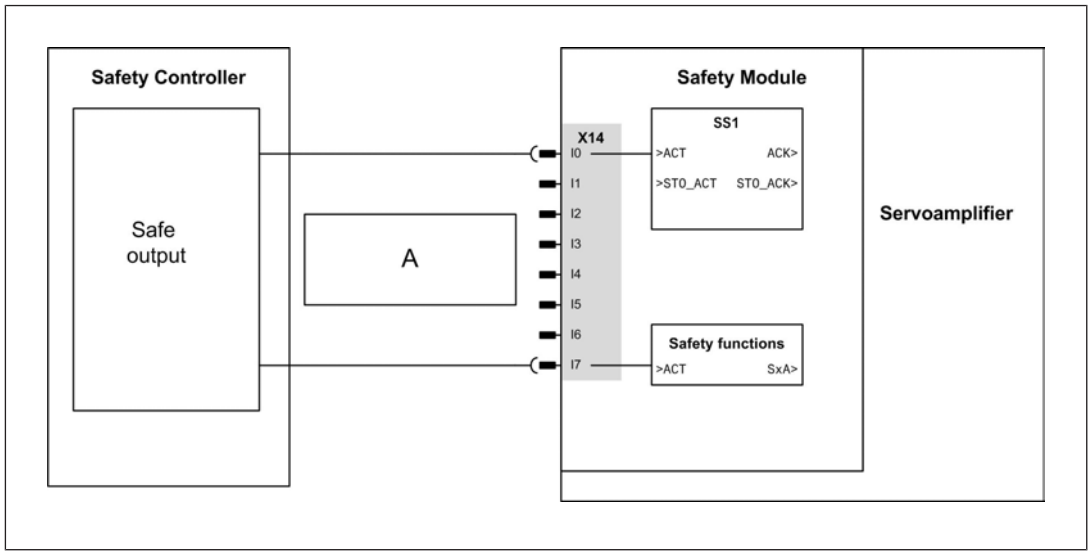


Abb.: Aktivierung einer Sicherheitsfunktion mit Fehlerausschluss

Legende

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

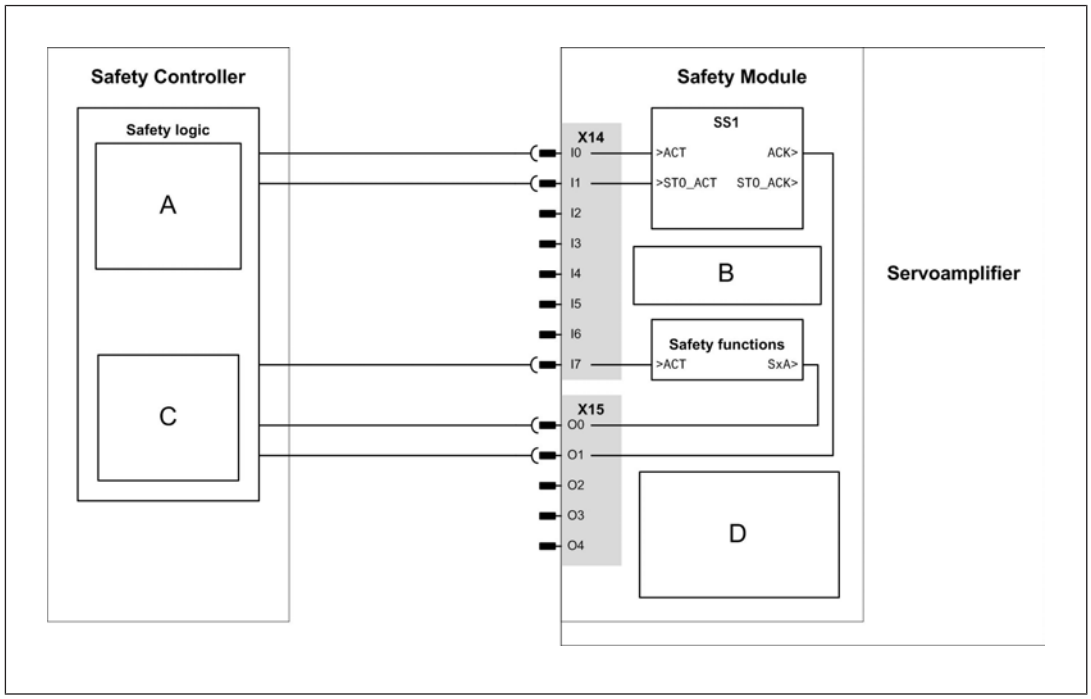


Abb.: Aktivierung einer Sicherheitsfunktion mit Fehlererkennung durch Rückführung

Legende

A Fehlererkennung (Kurzschlüsse und Querschlüsse) durch Auswertung des Signals SS1_ACK in der übergeordneten Steuerung und Abschaltung bei Fehler durch einen zweiten Abschaltpfad STO_ACT.

B Die sicheren 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 Ausgänge des Sicherheitsmoduls erkennen Fehler in der Verdrahtung. Bei Fehlererkennung wird die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert und der Motor stillgesetzt.

4.4 Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen

Die Zustände/der Status der Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls SE6 können über sichere digitale 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 digitalen 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) [📖 83].

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 digitalen 1-poligen Ausgänge des Sicherheitsmoduls kann dazu führen, dass abgeschaltete Ausgänge ein 1-Signal ausgeben.

Verwenden Sie für die Sicherheitssteuerung ein Netzteil mit Überspannungsschutz für die Ausgangsspannung. Die Ausgangsspannung muss auf maximal 40 V begrenzt sein.

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 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.

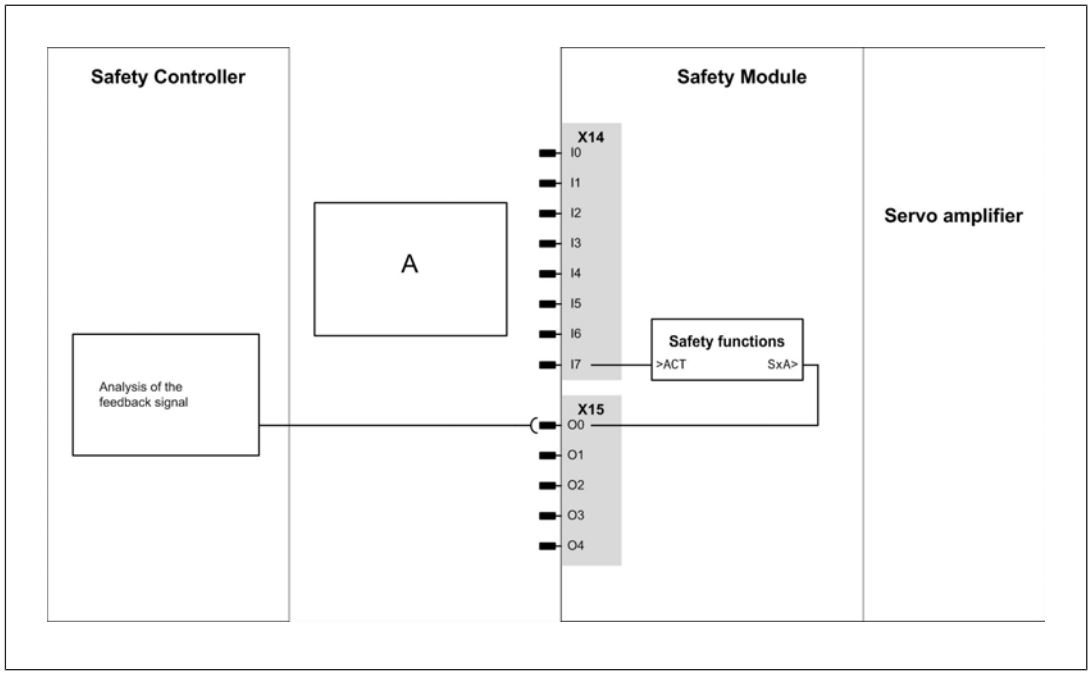


Abb.: Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen mit Fehlerausschluss

Legende

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

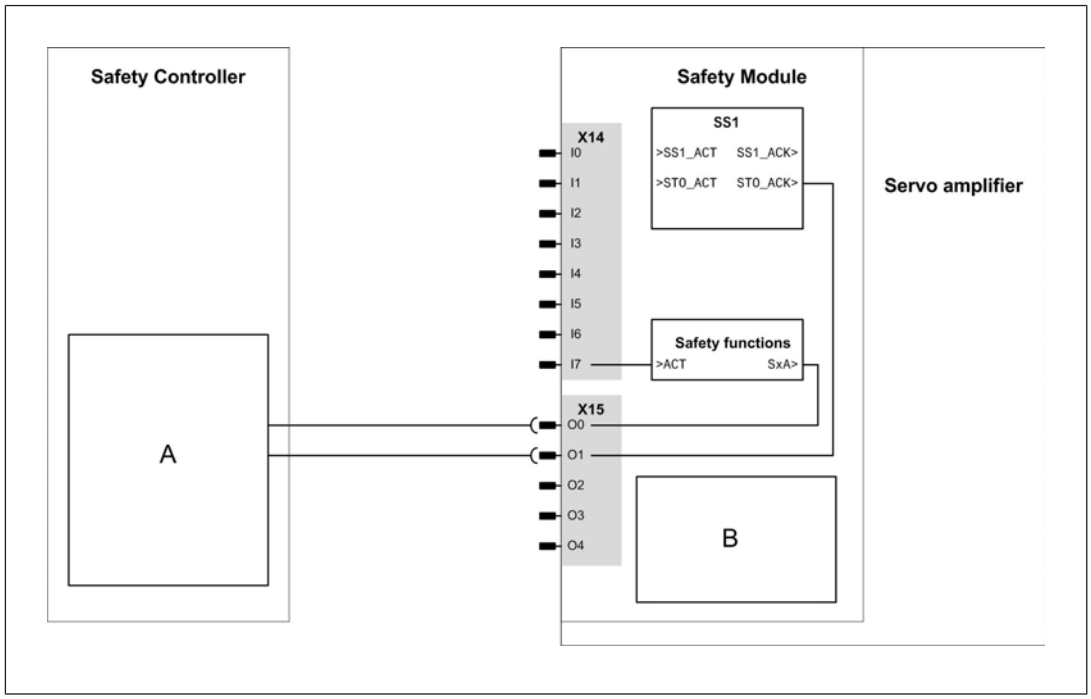


Abb.: Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen mit Auswertung eines zweiten zusätzlichen Rückmeldesignals

Legende

A Auswertung des Rückmeldesignals ACK der Sicherheitsfunktion.

Bei Fehlererkennung an den sicheren Ausgängen des Sicherheitsmoduls wird der Motor durch die Aktivierung der SS1 Funktion stillgesetzt und STO aktiviert. Dies wird vom Safety Controller durch Auswertung des STO_ACK-Signals erkannt.

B Die sicheren Ausgänge des Sicherheitsmoduls erkennen Fehler in der Verdrahtung.

Bei Fehlererkennung wird die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert und der Motor stillgesetzt.

4.5 Digitale Ein- und Ausgänge

Das Sicherheitsmodul verfügt über

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

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

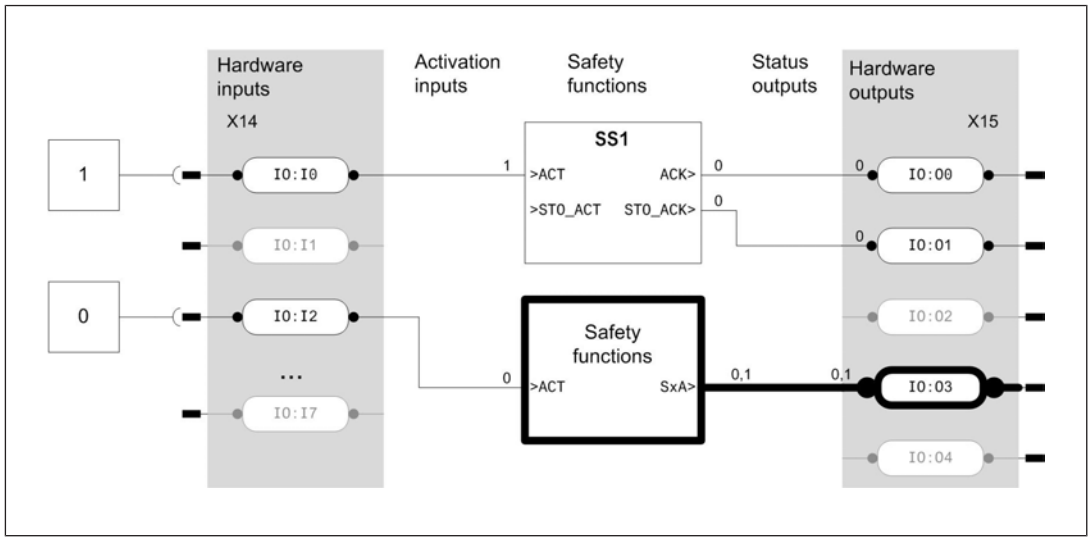


Abb.: Zuordnung Ein-/Ausgänge

Legende

Linienbreite dünn	Deaktivierte Sicherheitsfunktion
Linienbreite dick	Aktivierte Sicherheitsfunktion

4.5.1 Eingänge

Zuordnung der Eingänge

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

Signale am Eingang

0-Signal am Eingang: Sicherheitsfunktion ist aktiviert

1-Signal am Eingang: Sicherheitsfunktion ist deaktiviert

Eigenschaften der sicheren digitalen Eingänge

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

- Halbleiterausgänge
- Kontaktbasierte Ausgänge

Die 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 [📖 186]).
- einem Eingang vom Typ 1 nach EN 61131-2.

Bei aktiviertem Eingang (1-Signal), wird bei jedem Zyklus ($T_{CYCLE,}$ siehe Reaktionszeiten [📖 47]) die korrekte Funktion der internen Eingangsbeschaltung geprüft. Dies erfolgt durch eine Testtaktung.

Signalerkennung an den Eingängen

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

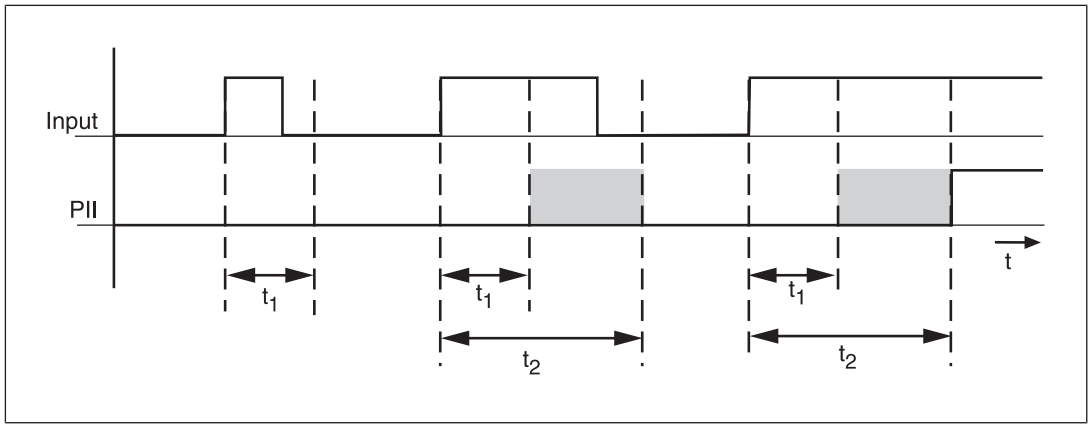


Abb.: Zeitdiagramm Signalerkennung

Legende

Input	Signal am Eingang
t_1	Minimale Verarbeitungszeit = Filterzeit (einstellbar) (siehe Technische Daten [📖 186])
t_2	Maximale Verarbeitungszeit = Filterzeit (einstellbar) + 1 Zyklus (siehe Technische Daten [📖 186])
PII	Zustand des Prozessabbildes der Eingänge (PAE) (PII – Process Image Input)
Grau hinterlegt	Zustand des Prozessabbildes (PAE) nicht definiert

Eingangsfilter (Impulsunterdrückung)

Die Eingänge können mit Software-Eingangsfiltern 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:

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

4.5.2 Ausgänge

4.5.2.1 Sichere 1-polige Ausgänge

Zuordnung der 1-poligen Ausgänge

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

0-Signal (0 V) am 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 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.

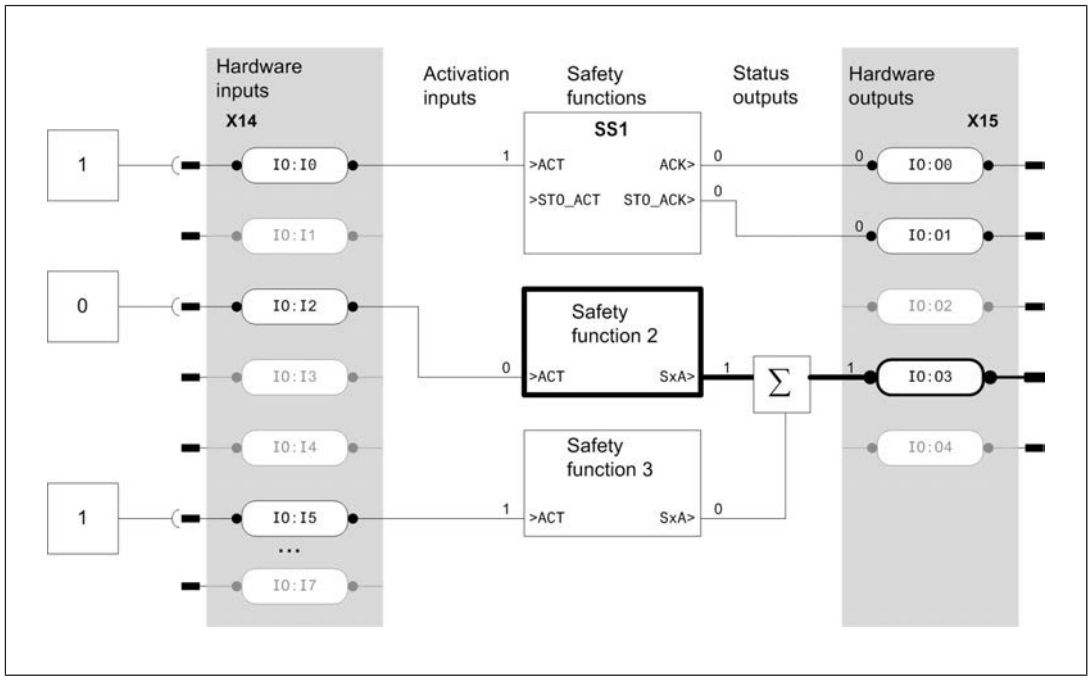


Abb.: Beispiel Sammelausgang 01

Legende

Safety function 2	Sicherheitsfunktion 2 **aktiviert**
Safety function 3	Sicherheitsfunktion 3 **nicht aktiviert**

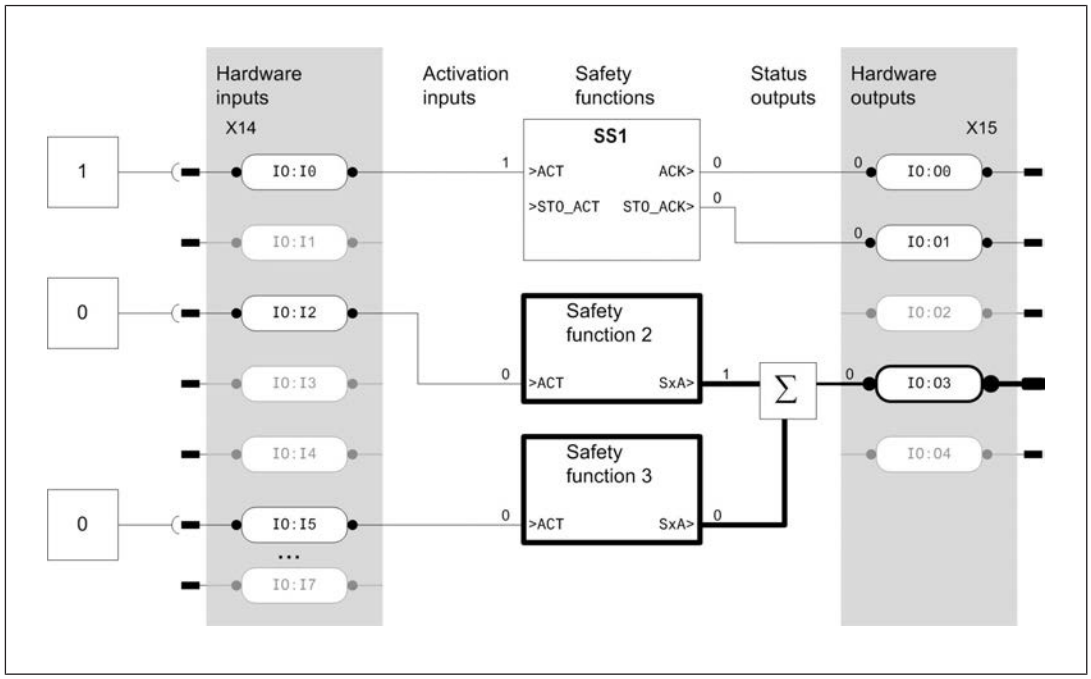


Abb.: Beispiel Sammelausgang 02

Legende

Safety function 2	Sicherheitsfunktion 2 **aktiviert**
Safety function 3	Sicherheitsfunktion 3 **aktiviert**

Versorgungsspannung

- Die 1-poligen Ausgänge werden über die 24 V_{DC} Einspeisung +24 V_Vouts (X15) versorgt.

Allgemeines

- Die maximale Kapazität an einem Ausgang ist abhängig von der Last (siehe Kennlinie: Kapazität C am Ausgang in Abhängigkeit vom Laststrom I). 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 Ausgänge des Sicherheitsmoduls SE6.

Ausgangstest

- Eingeschaltete Ausgänge werden mit regelmäßigen Ausschalttests geprüft.
  - Testimpulse für eingeschaltete Ausgänge: siehe Technische Daten [📖 186]
  - Eingeschaltete Ausgänge werden für die Dauer des Testimpulses ausgeschaltet.
  - Die Last darf durch den Test nicht abschalten.
- Ausgeschaltete Ausgänge werden mit regelmäßigen Einschalttests geprüft.
  - Testimpulse für ausgeschaltete Ausgänge: siehe Technische Daten [📖 186]
  - Ausgeschaltete Ausgänge werden für die Dauer des Testimpulses eingeschaltet.
  - Die Last darf durch den Test nicht einschalten.

WARNUNG!

Verletzungsgefahr

Beachten Sie bitte unbedingt die Impulsdauer, Wiederholungszeit der Einschalttests bei der Beschaltung eines Ausgangs mit Kapazitäten. Andernfalls kann die Last unbeabsichtigt einschalten.

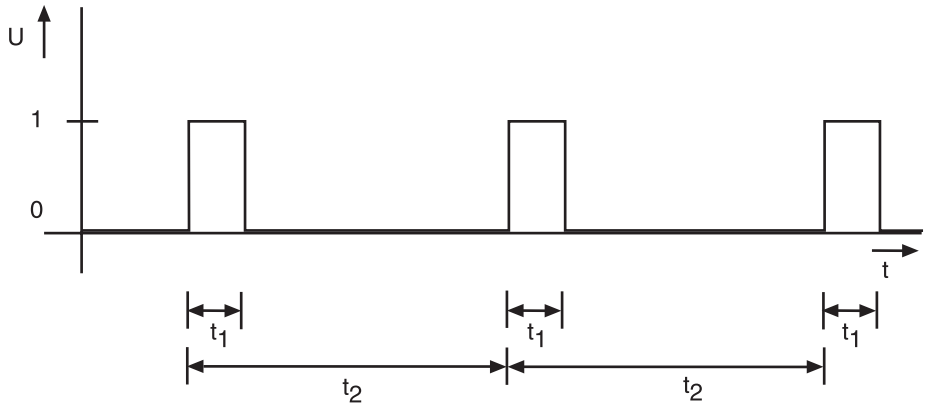


Abb.: Zeitdiagramm

Legende

1	1-Signal (high)
t_1	Impulsdauer des Ein-/Ausschalttests (siehe Technische Daten [📖 186])
t_2	Wiederholungszeit, Zeit zwischen zwei Ein-/Ausschalttests im Normalfall (siehe Technische Daten [📖 186])
0	0-Signal (low)

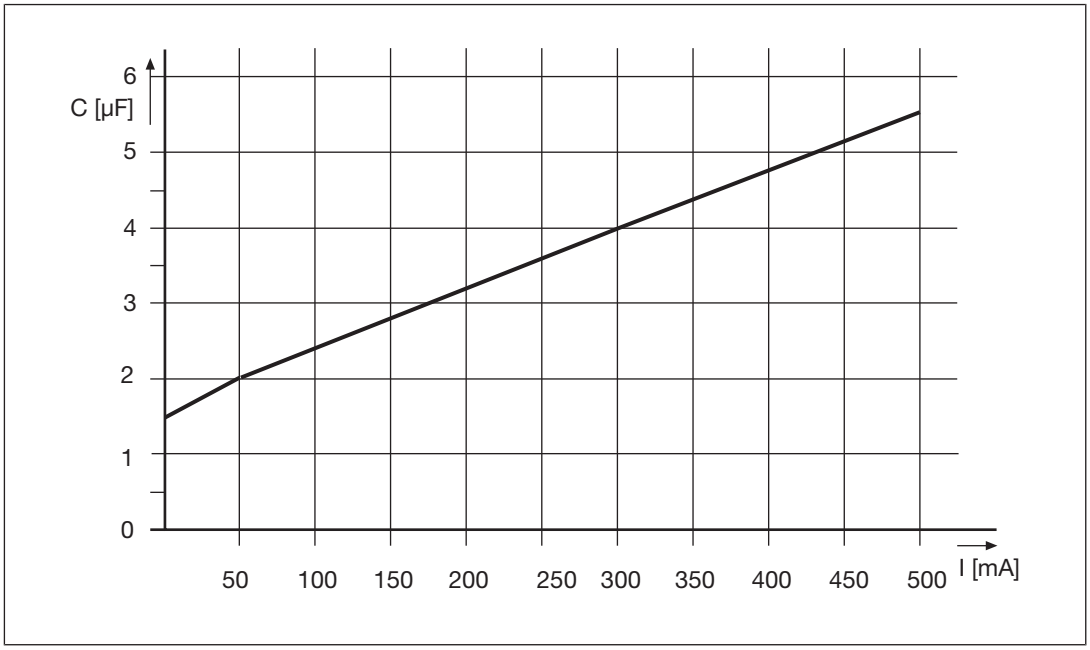


Abb.: Kennlinie: Kapazität C am Ausgang in Abhängigkeit vom Laststrom I

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 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 Ausgang noch einschalten lässt.
  - Erst beim nächsten Einschalten des 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 Ausgang abschalten lässt.
  - Erst beim nächsten Ausschalten des Ausgangs wird erkannt, ob sich der Ausgang schalten lässt.
  - Der Test der Spannungsversorgung der Ausgänge lässt sich nicht abschalten. Daher sind auch weiterhin noch Abschaltpulse im Ausgangssignal vorhanden.

Konfiguration der Ausschalttests im Konfigurations-Tool:

Physikalische Adresse	On Test	Off Test	Beschreibung
IO: O0 … IO: Ox	Aktiviert/Deaktiviert (Default: aktiviert)	Aktiviert/Deaktiviert (Default: aktiviert)	Über das Auswahlfeld wird festgelegt ob der Ein-/Ausschalttest ein- oder ausgeschaltet ist.

Test auf Querschluss

Es wird regelmäßig ein Querschlusstest zwischen den Ausgängen durchgeführt.

Für Anwendungen nach PL e (Kategorie 4) und SIL 3 muss die Querschlusserkennung durch

- den Einschalt-/Ausschalttest gewährleistet werden.

4.5.2.2 Nichtsichere 1-polige Ausgänge

Nichtsicherer 1-poliger Bremsenausgang BD1/BD2

Der 1-polige Bremsenausgang BD1/BD2 (X5) wird wie folgt verwendet:

- Nichtsichere Ansteuerung der Bremse 1 durch den Antriebsregler
- Sichere Ansteuerung der Bremse 1 durch die Sicherheitsfunktion SS1 bei STO in Kombination mit den Sicherheitsfunktionen SBC (zweite redundante Bremseneinrichtung) und SBT (Sicherer Bremsentest)

Siehe "Halten von Lasten" mit zwei Bremsen [72] und Sicherer Stopp 1 (Safe stop 1, SS1) [83]

0-Signal (0 V) am Ausgang (BD1/BD2):

- 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 Ausgang (BD1/BD2):

- 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.

4.5.2.3 2-polige Ausgänge

Sicherer 2-poliger Bremsenausgang (SBC+/SBC-)

Das Sicherheitsmodul verfügt über einen sicheren 2-poligen Ausgang (X8) zur Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse. Der Ausgang ist der Sicherheitsfunktion SBC (2-polig) zugeordnet.

0-Signal (0 V) am 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 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.

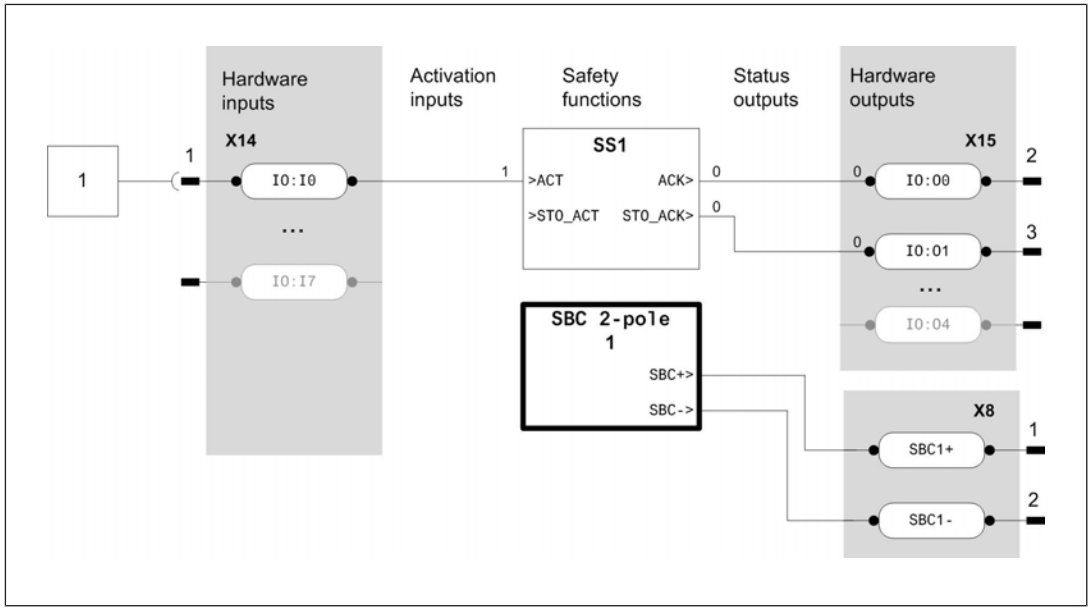


Abb.: Zuordnung IO SBC

Legende

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

Versorgungsspannung

- Der 2-polige Ausgang wird über die 24 V_{DC} Einspeisung am Stecker X7 versorgt.

Allgemeines

- Die maximale Kapazität an einem Ausgang ist abhängig von der Last (siehe Kennlinie). 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 Ausgänge des Sicherheitsmoduls SE6.
- Durch den Test des 2-poligen Ausgangs kann ein Drahtbruch erkannt werden.

- Der Ausgang ist nicht als 1-poliger Ausgang nutzbar.

Ausgangstest

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

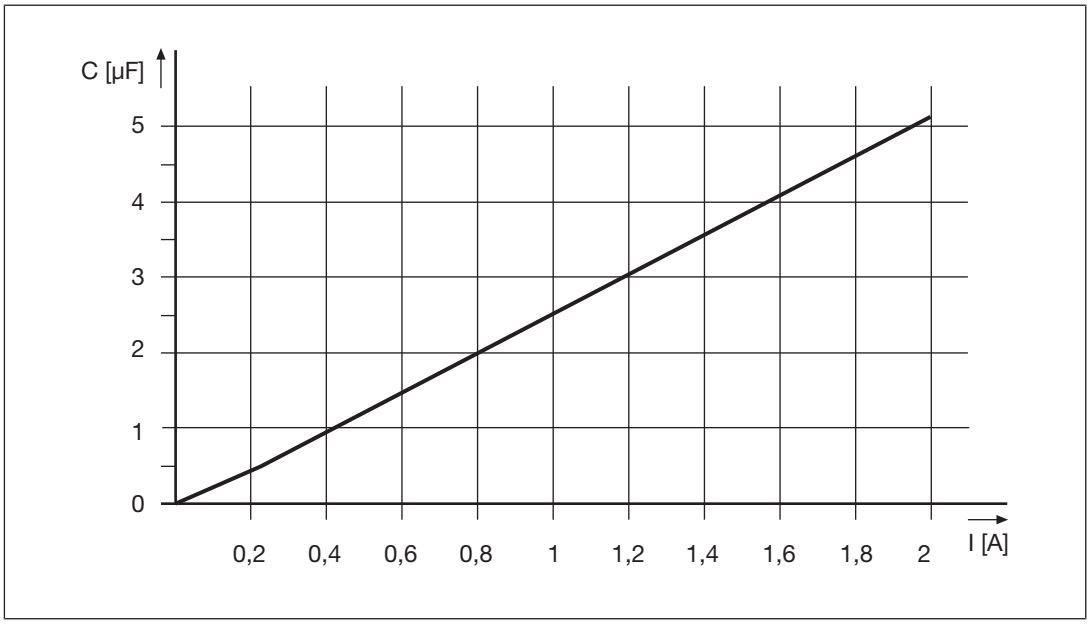


Abb.: Kapazität C am Ausgang in Abhängigkeit vom Laststrom I

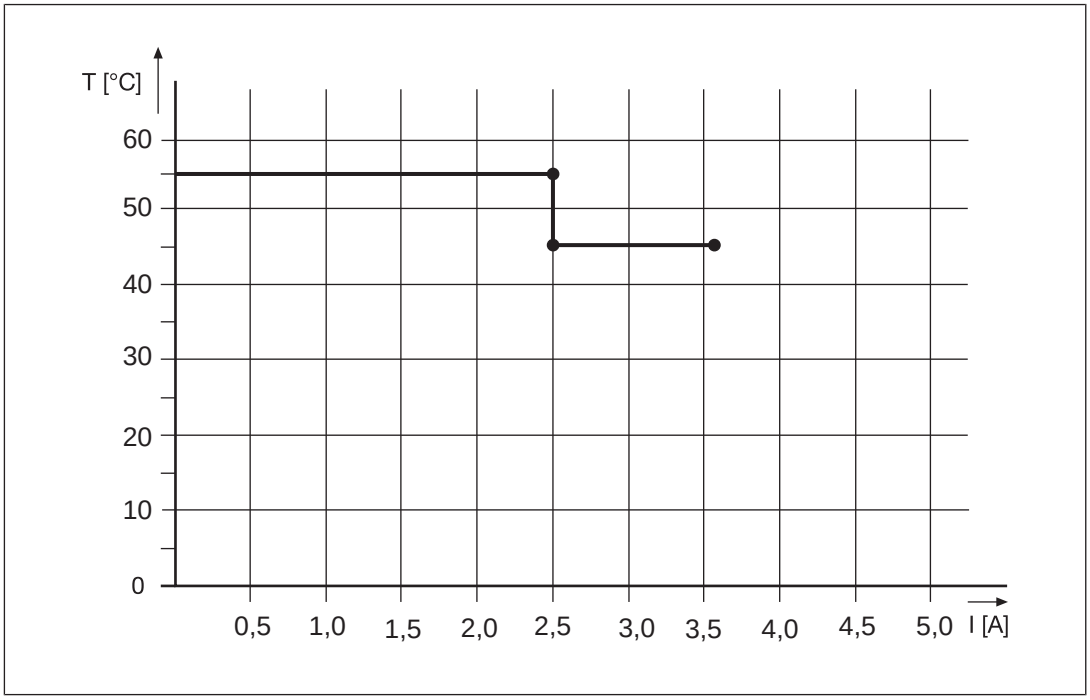


Abb.: Derating-Diagramm: Zulässige Umgebungstemperatur T in Abhängigkeit vom Laststrom I

Drahtbrucherkennung

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

4.6 Fehlererkennung Motor-Encoder

Hier werden verschiedene Aspekte der Fehlererkennung Motor-Encoder aufgezeigt.

4.6.1 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 Synchronmotor	Linearer Synchronmotor	Asynchronmotor	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 Absolut-Encoder (SSI)	X	X	X	X	X	X

INFO

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

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 (Polzahl/2) * Polpaarbreite, bei linearen Synchronmotoren

4.6.2 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, berücksichtig werden. Bei der Verwendung von zwei Encodern kann eine maximale zulässige Abweichung der Positionswerte der beiden Encoder im Konfigurations-Tool parametriert werden.

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

4.6.3 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	Asynchron-motor
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 Sicherheitstechnische Kennzahlen [📖 188] sind bereits verschiedene Encoder mit ihren Ausfallraten berücksichtigt.

4.7 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 gefahrbringenden Bewegung des Gesamtsystems ermittelt werden.

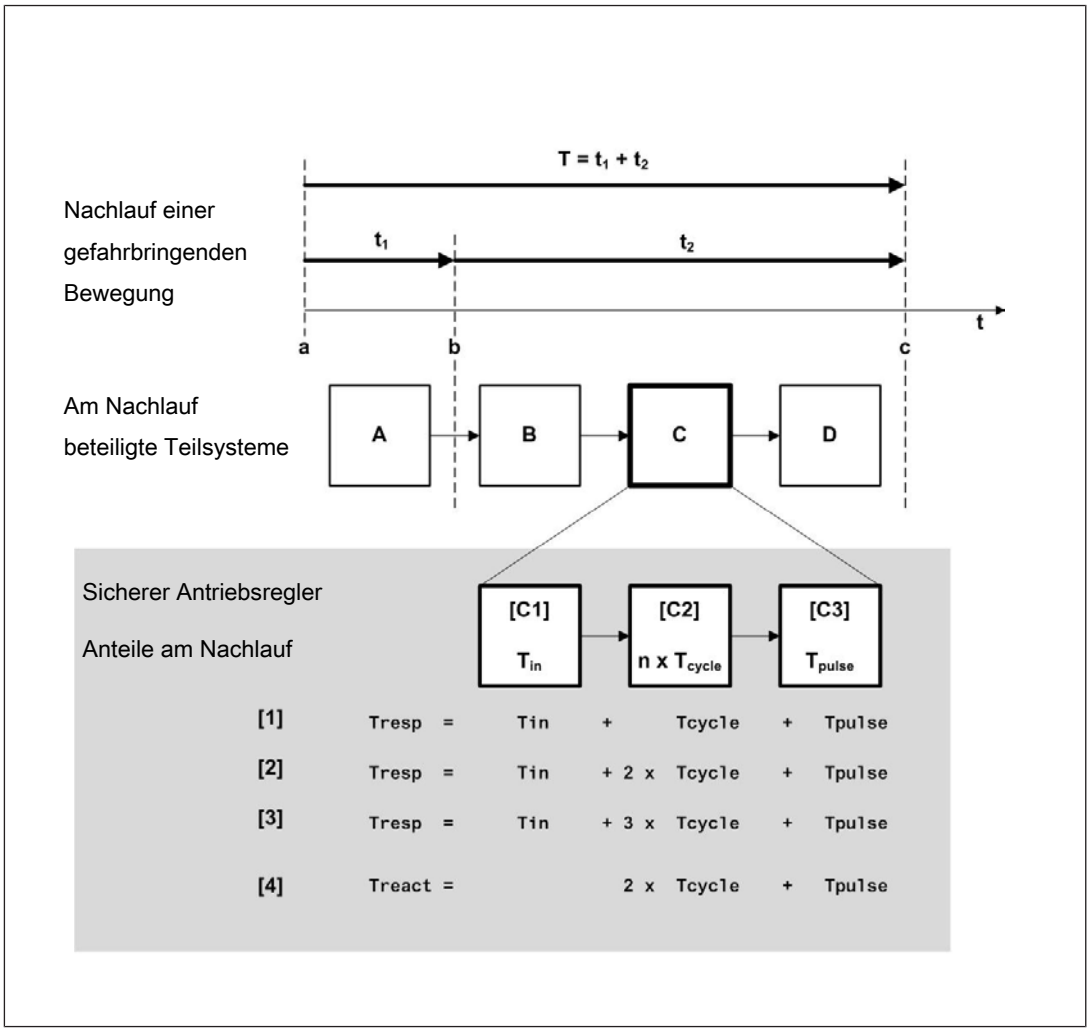


Abb.: Ermittlung des Nachlaufs

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 Antriebsregler
D	Mechanik
[C1]	Eingang mit einstellbarem Eingangsfilter
[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 Antriebsregler – sind die folgenden Zeiten in dieser Dokumentation angegeben:

Zeit	Beschreibung	Kapitel
Tin	Maximale Verarbeitungszeit des digitalen Eingangs	Eingänge
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 digitalen Eingangs (abhängig von der parametrierbaren Filterzeit).
- bei Auslösen einer Stopp-Funktion (Stopp-Kategorie 0) über den STO_ACT Eingang:
  - die Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls.

- bei Auslösen einer Stopp-Funktion (Stopp-Kategorie 0) über den SS1_ACT Eingang:
  - zweimal die Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls.
- bei Auslösen einer sicheren Bewegungsfunktion über den ACT Eingang bis zur Fehlerreaktion STO (SS1 mit Verzögerungszeit 0), Bewegung ist bei Aktivierung bereits gefahrbringend:
  - dreimal 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.

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 deshalb unbedingt die ordnungsgemäße Ausführung der Sicherheitsfunktion bei einer realen Relevanz solcher Bedingungen (kurze Verletzung des Gefahrenbereichs, schnelle Durchfahrt durch den gesperrten Bereich).
Beachten Sie bitte unbedingt auch das Kapitel
Sicherheitsprüfungen [📖 173].

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 Eingänge I0 … I7 können im Konfigurator, im Menü Sicherheitsfunktionen, unter "IO Belegung" eingestellt werden. Für die Filterzeit steht ein Wertebereich zwischen 1 ms und 10 ms zur Verfügung. Standardmäßig ist eine Filterzeit von 1 ms eingestellt.

4.8 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 Wiederanlaufsperre (SRL)

WICHTIG

Das Anlaufverhalten des Sicherheitsmoduls nach einem Fehler oder einem Stopp ist im nachfolgenden Kapitel Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls [📖 52] beschrieben und muss bei der Konstruktion des sicheren Wiederanlaufs der Maschine berücksichtigt werden.

4.9 Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls

Im Betriebszustand STO (siehe Betriebszustände [176])

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

Um den Betriebszustand STO zu verlassen (siehe Kapitel Betriebszustände [176]), 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 Antriebsregler
  - über den Befehl "QUITT"

Der Übergang der Betriebszustände von STO → STARTUP → RUN/FSRUN des Sicherheitsmoduls wird als RESTART bezeichnet (siehe Betriebszustände [176]). Beim Wechsel von STARTUP nach RUN/FSRUN wird die Sicherheitsfunktion STO deaktiviert (Endstufenfreigabe seitens des Antriebsreglers ist möglich) und der Motor kann eine Bewegung ausführen.

Das RESET-Verhalten des Sicherheitsmoduls SE6 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.
QUITT-Befehl des Antriebsreglers	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 SE6 ausgelöst.

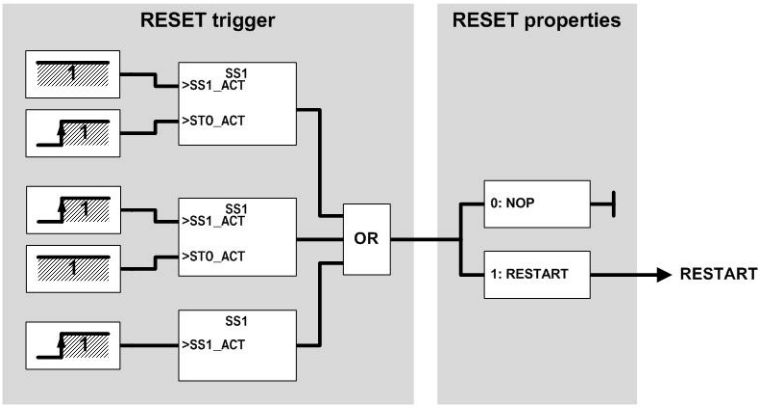


Abb.: RESET durch die Eingänge SS1_ACT oder STO_ACT

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**	**Ein-heit**	**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 QUITT-Befehl des Antriebsreglers

Der Quitt-Befehl des Antriebsreglers 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).

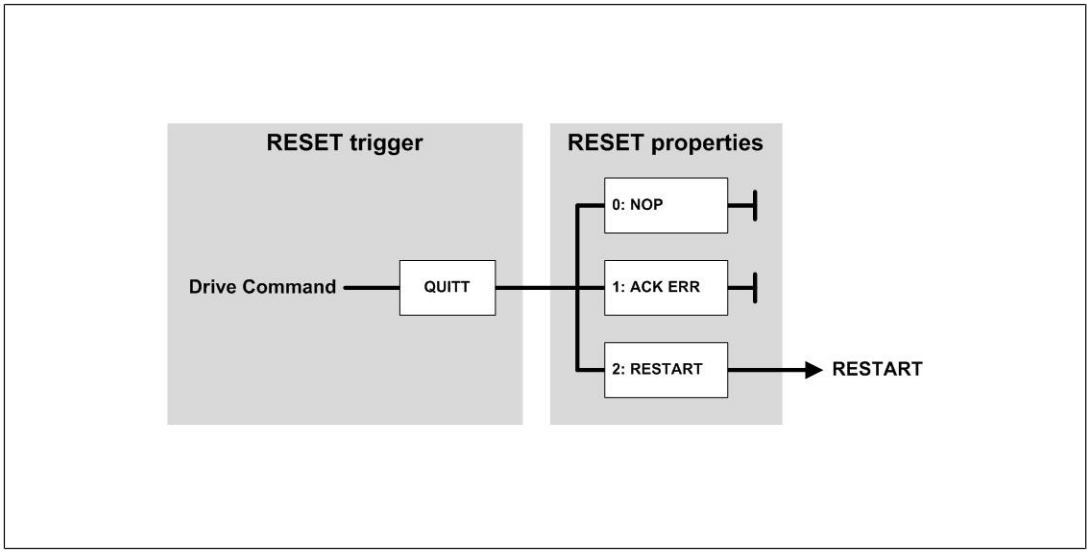


Abb.: RESET durch den QUITT-Befehl des Antriebsreglers

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: QUITT-Befehl des Antriebsreglers			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe**	**Ein-heit**	**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 QUITT-Befehl des Antriebsreglers zum RESTART des Sicherheitsmoduls verwendet, kann dies zu einer unbeabsichtigten Freigabe des Antriebsreglers und damit zu einem unerwarteten Anlauf des Motors führen.
Verwenden Sie den QUITT-Befehl des Antriebsreglers in Kombination mit der Sicherheitsfunktion sichere Wiederanlaufsperre (SRL) oder verwenden Sie die Eingänge SS1_ACT/STO_ACT der Sicherheitsfunktion SS1. Beide Kombinationen ermöglichen einen sicherheitsgerichteten RESET des Sicherheitsmoduls.

INFO

Der QUITT-Befehl kann vom Antriebsregler wie folgt ausgelöst werden:

- Durch Drücken der ESC-Taste am Bedienfeld des Antriebsreglers.
- Durch Setzen des Steuerbits A180, Bit 1 (Quelle Binärsignale Gerätesteuerung: A61 muss auf "Parameter" stehen).
- Durch Setzten des Steuerbits A181, Bit 1 (Quelle Binärsignale Gerätesteuerung: S31 muss auf "Parameter" stehen)
  Siehe Bedienungsanleitung Antriebsregler SD6

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 QUITT-Befehl des Antriebsreglers ausgelöst werden.
- Auslösen des RESTARTs des Sicherheitsmoduls (2: RESTART).

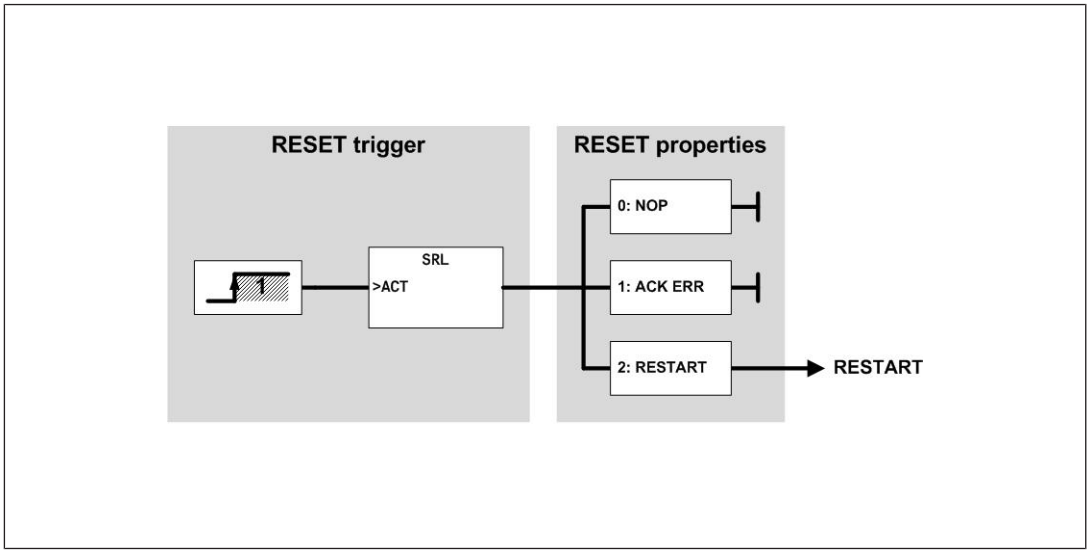


Abb.: RESET durch die Sicherheitsfunktion SRL

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**	**Ein-heit**	**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 Wiederanlaufsperre (SRL) [📖 144]

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

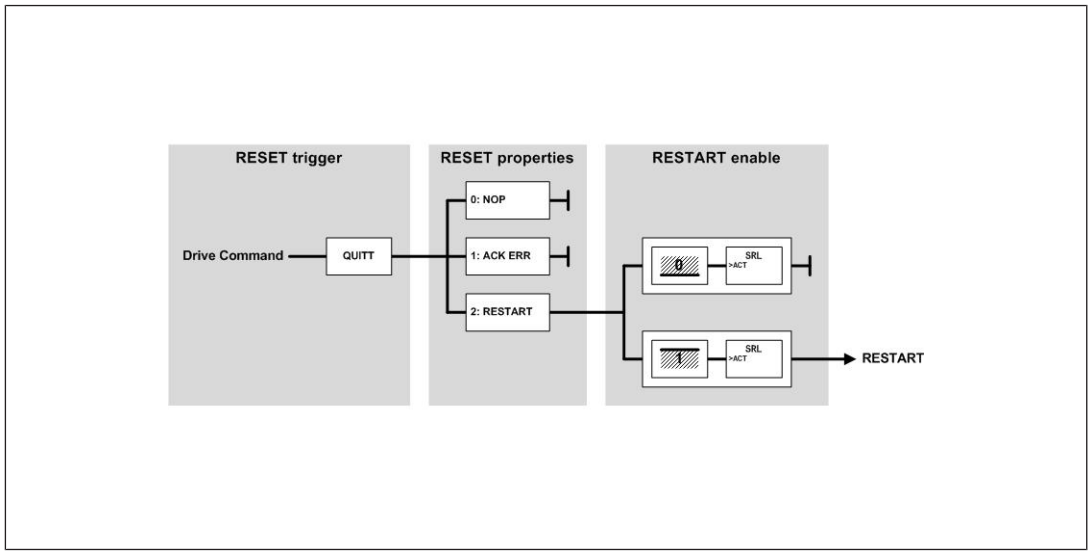


Abb.: RESET durch den QUITT-Befehl des Antriebsreglers und Freigabe durch die Sicherheitsfunktion SRL

Legende

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

4.10 Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT

Das Sicherheitsmodul SE6 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 SE6 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.

4.10.1 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

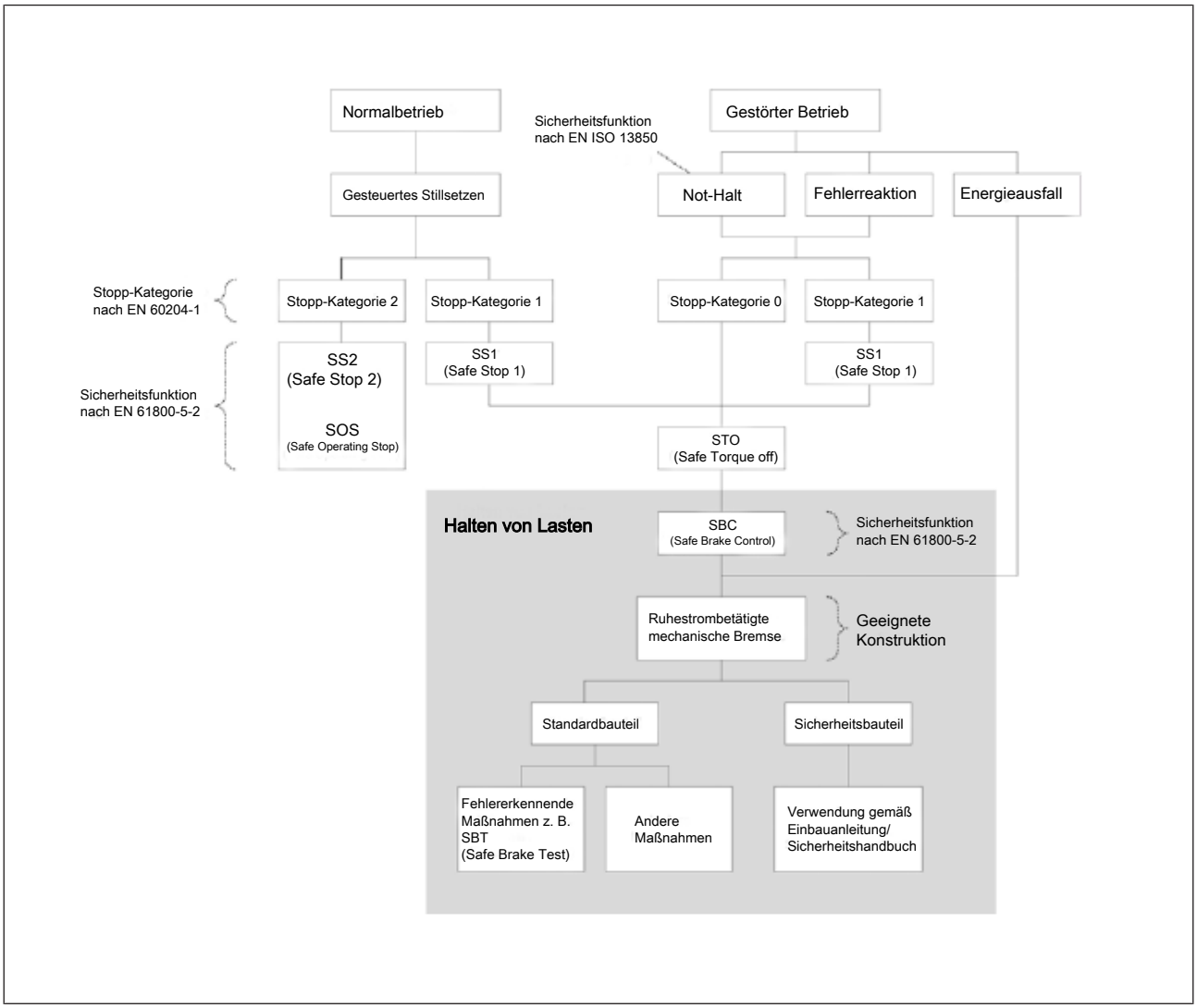


Abb.: Übersicht "Halten von Lasten" Normalbetrieb und Gestörter Betrieb

4.10.2 Ruhestrombetätigte, mechanische Bremsen

4.10.2.1 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

4.10.2.2 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

4.10.2.3 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.

4.10.3 Möglichkeiten zur Umsetzung "Halten von Lasten"

Das Sicherheitsmodul SE6 bietet die Möglichkeit

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

Das Sicherheitsmodul SE6 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

4.10.3.1 Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen durch das Sicherheitsmodul

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

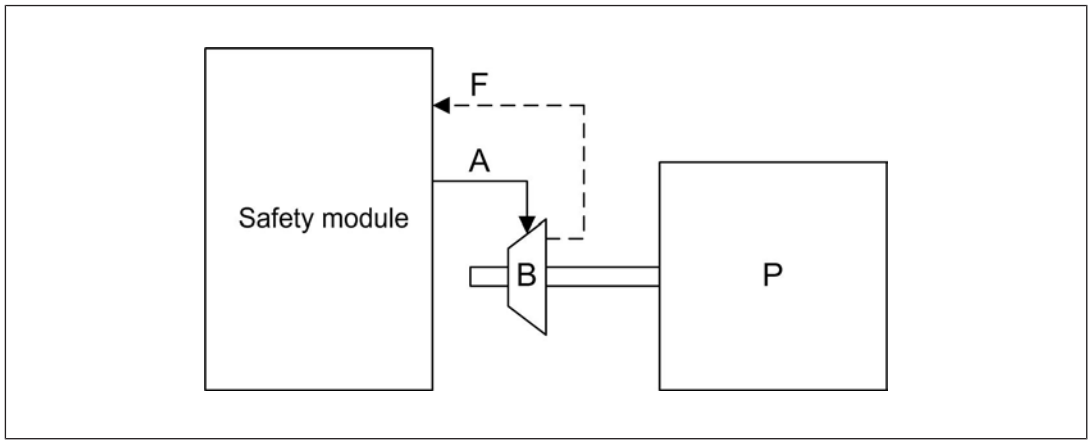


Abb.: Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen

Legende

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

4.10.3.2 Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung

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

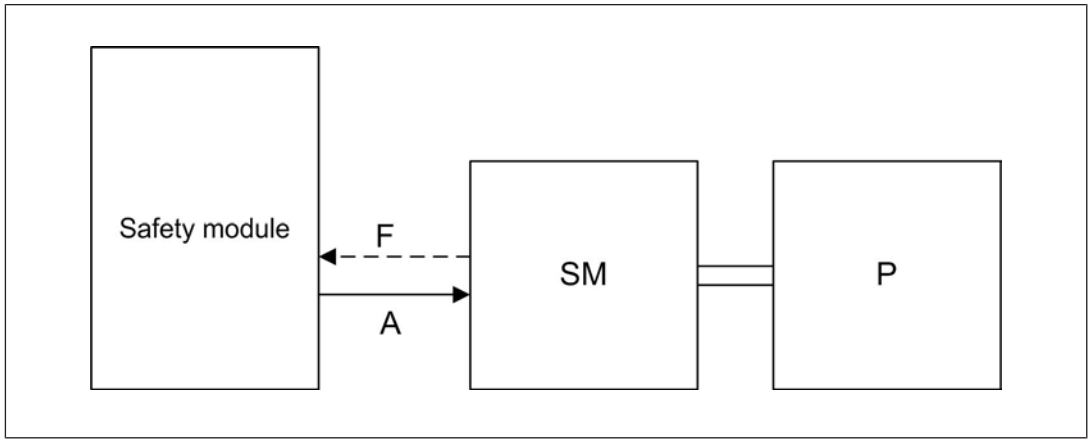


Abb.: Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung

Legende

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

4.10.4 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) [128]).
- 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.

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

Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse durch den 2-poligen SBC +/- Ausgang (X8) mit oder ohne Lüftungsüberwachung (Rückführung).

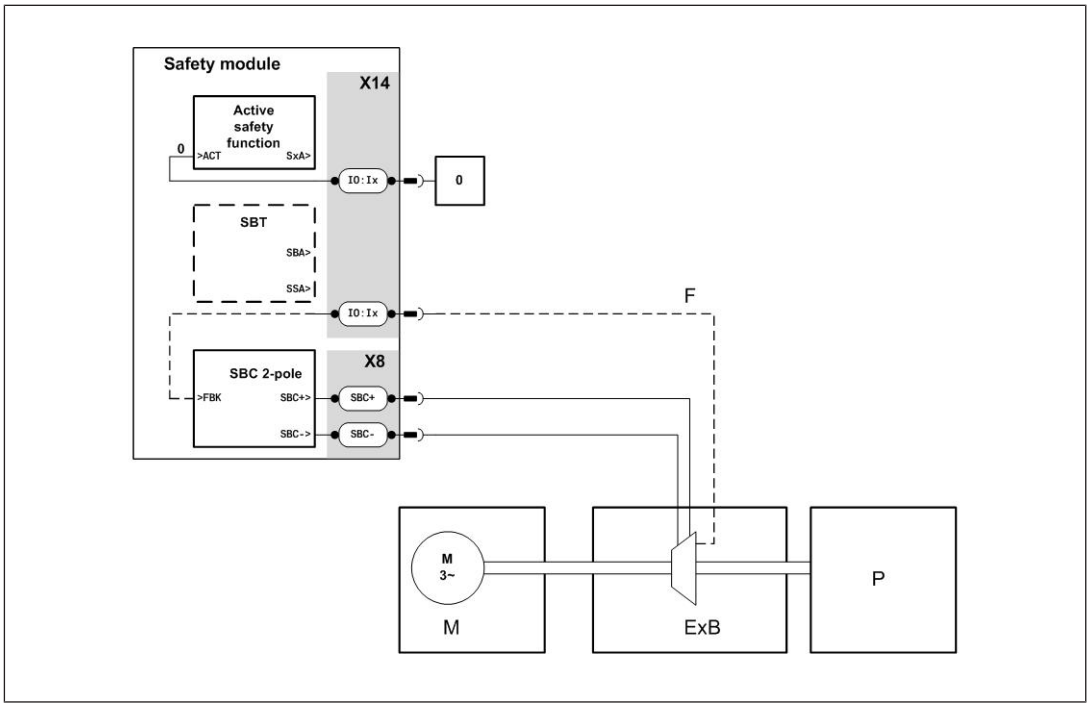


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer externen Bremse (Bremse 2) (Standardbauteil)

Legende

M	Motor
F	Optionale Lüftüberwachung (Rückführung)
- - -	Gestrichelte Linie, optional
ExB	Externe ruhestrombetätigte, mechanische Bremse (Bremse 2)
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 ≤ 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.
- 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 SE6 die Sicherheitsfunktion SBT konfiguriert sein und die Bremse muss getestet werden.

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

Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Motorbremse durch den 2-poligen SBC+/- Ausgang (X8).

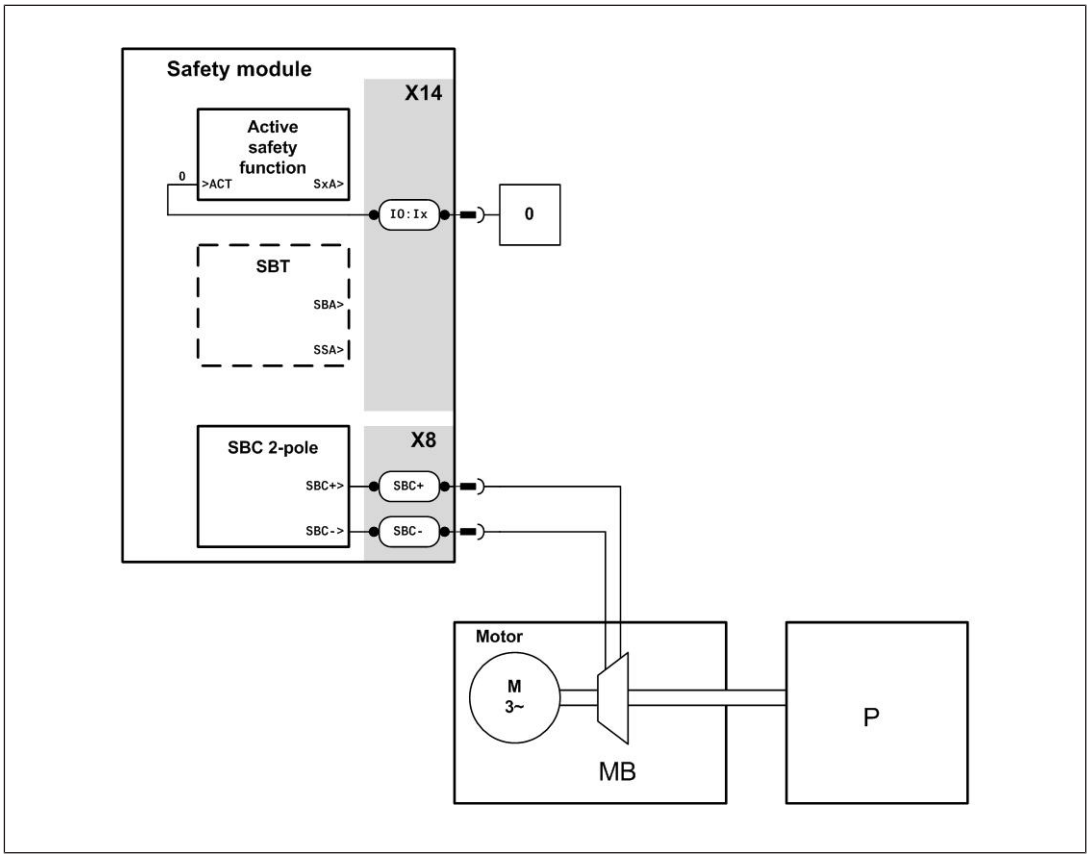


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer Motorbremse

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 ≤ 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 SE6 die Sicherheitsfunktion SBT konfiguriert sein und die Bremse muss getestet werden.

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

Ansteuerung einer externen ruhestrombetätigten, mechanischen Sicherheitsbremse durch den 2-poligen SBC+/- Ausgang (X8).

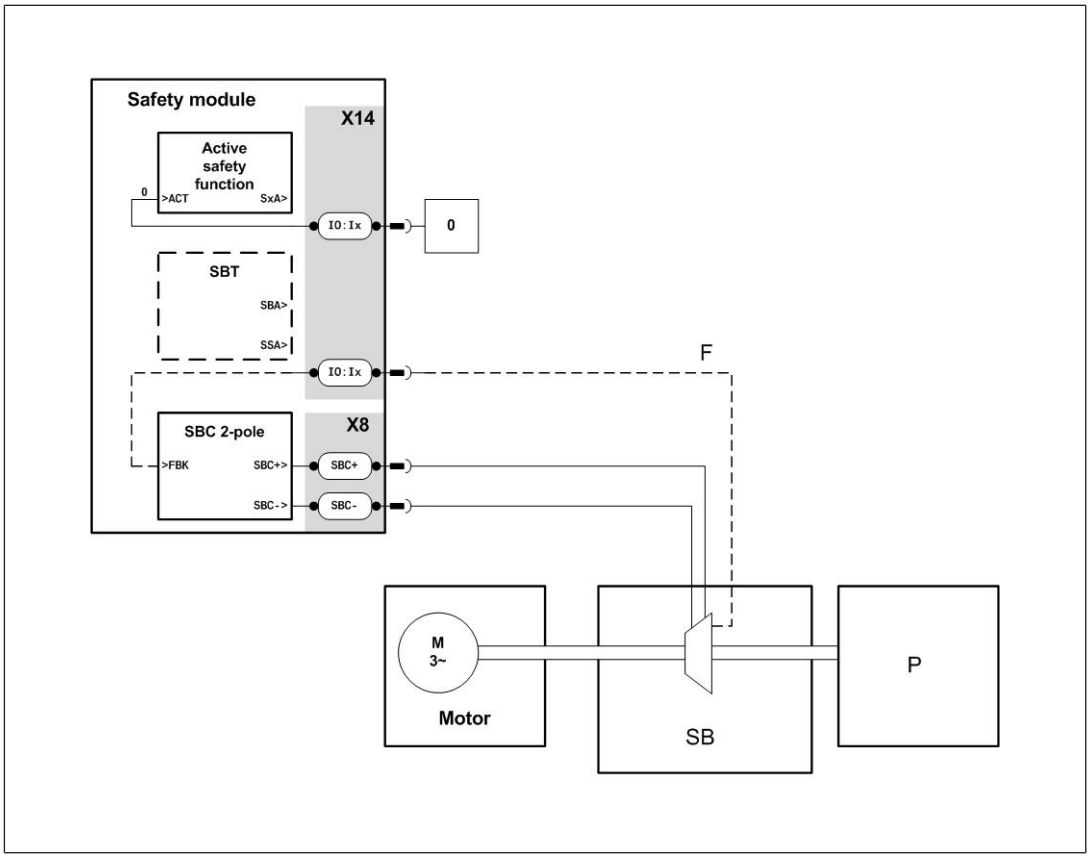


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer externen Sicherheitsbremse (Sicherheitsbauteil)

Legende

F	Optionale Lüftüberwachung
SB	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)	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.

4.10.4.4 "Halten von Lasten" durch Ansteuerung einer externen Einrichtung

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

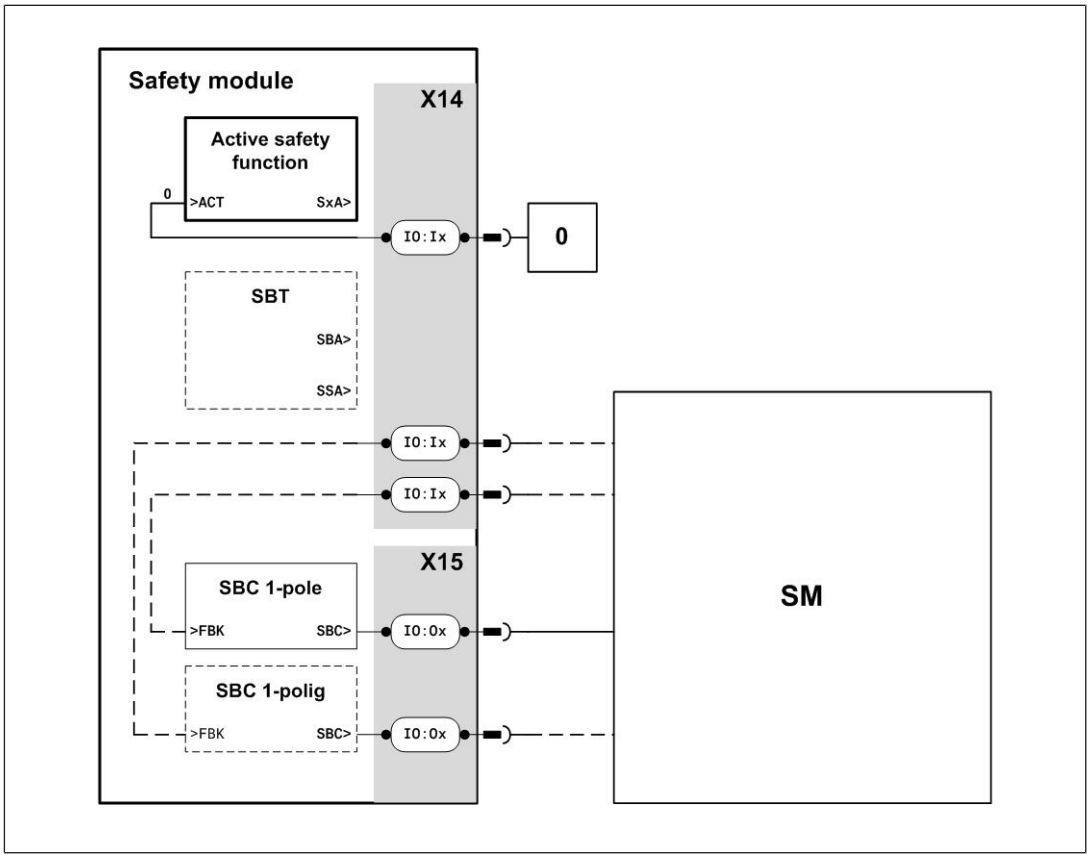


Abb.: "Halten von Lasten" durch Ansteuerung einer externen Einrichtung

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 SE6 erzeugt lediglich Ansteuersignale zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten".

- Bei Bedarf können Rückmeldesignale der Einrichtung vom Sicherheitsmodul SE6 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 [📖 29].

Wenden Sie die Maßnahmen in Kapitel Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT [📖 59] an.

4.10.4.5 "Halten von Lasten" mit zwei Bremsen

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

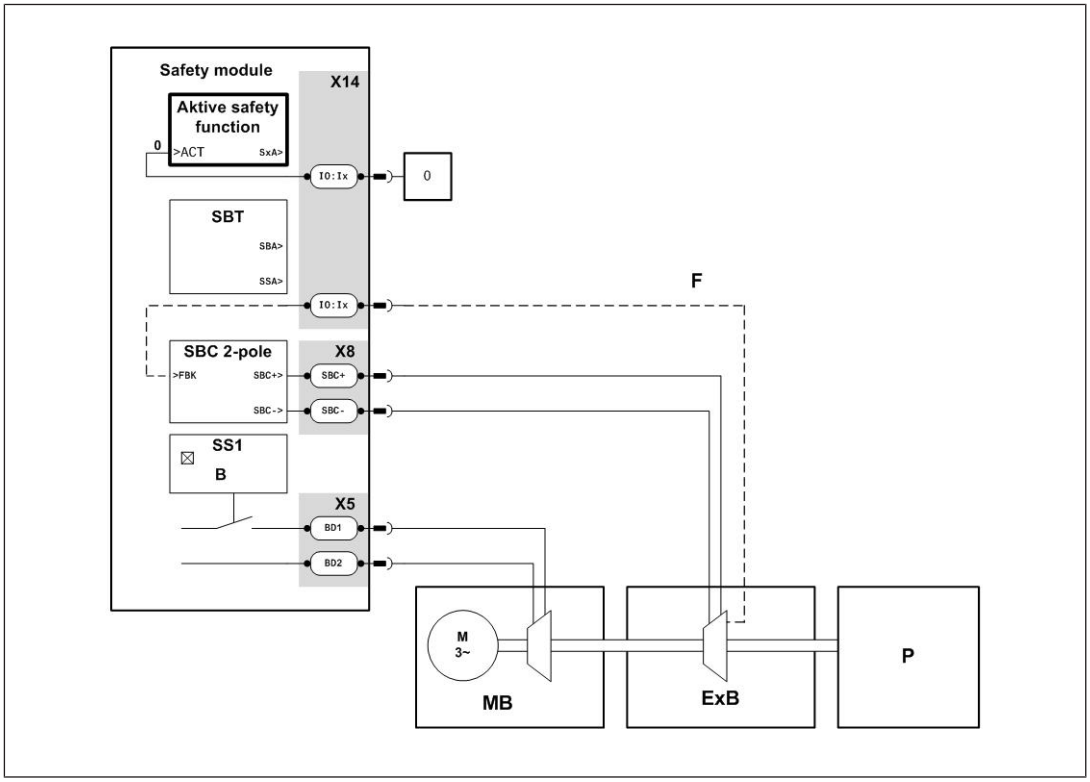


Abb.: "Halten von Lasten" mit zwei Bremsen

Legende

F	Optionale Lüftüberwachung
B	Ansteuerung BD1/BD2 bei STO
ExB	Externe ruhestrombetätigte, mechanische Bremse
MB	Ruhestrombetätigte, mechanische Motorbremse
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.

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

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

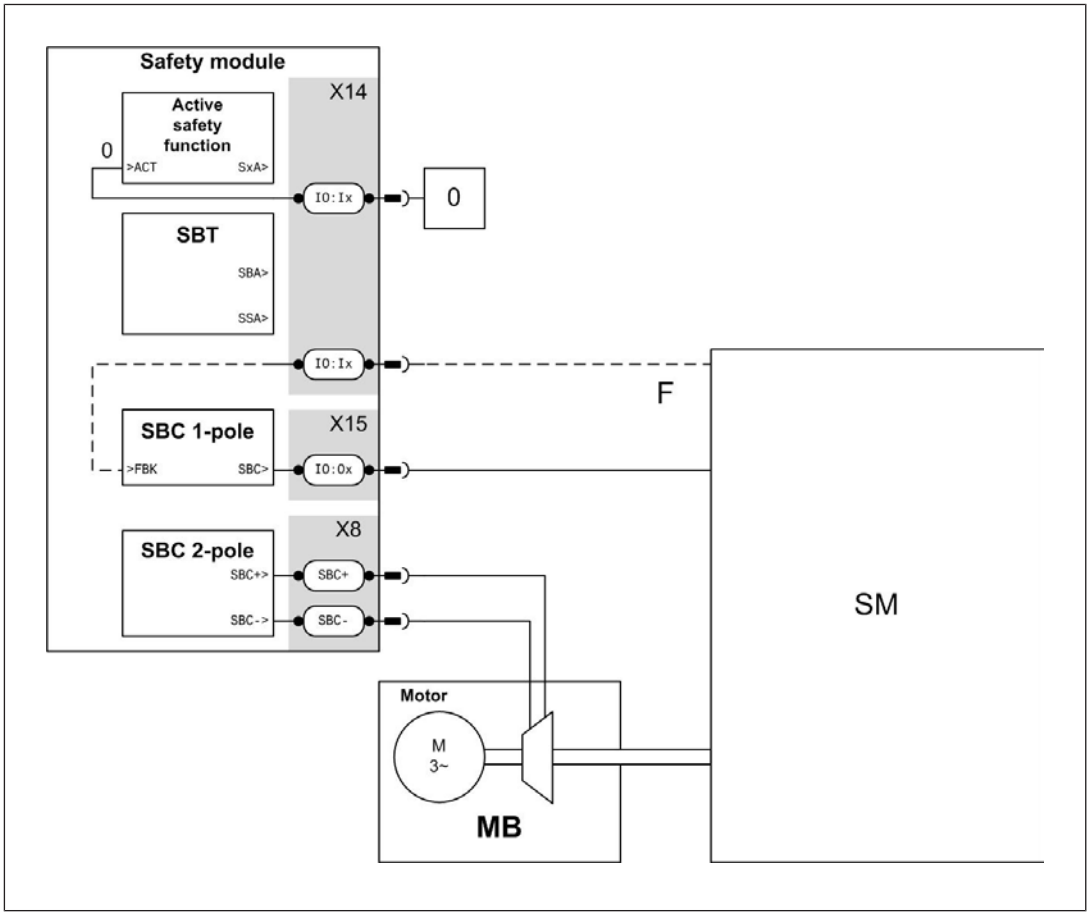


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer Motorbremse und einer externen sicheren Einrichtung

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 SE6 erzeugt für die externe Einrichtung lediglich Ansteuersignale zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten".
- Bei Bedarf können Rückmeldesignale der Einrichtung vom Sicherheitsmodul SE6 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 [📖 29].
- Bremsen müssen die Basisanforderungen der Anwendung erfüllen (Moment, Temperatur, Umgebung, Vibration, …).
- Bremsen müssen entsprechend der vom Hersteller vorgesehenen bestimmungsgemäßen Verwendung eingesetzt werden.

4.10.5 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 SE6
- Sicherheitskennwerte des Sicherheitsmoduls SE6
- 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

4.11 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 verdrahtet 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 Wiederanlaufsperre (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 Eingängen des Sicherheitsmoduls SE6 aktiviert, siehe Aktivierung der Sicherheitsfunktionen [📖 27].
- Die Eingänge arbeiten nach dem Ruhestromprinzip. Die Sicherheitssteuerung aktiviert die Sicherheitsfunktionen mit einem 0-Signal.

Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen

- Meldung über einpolige Halbleiterausgänge
  - 1-Signal: Bei aktivierter Überwachung und innerhalb der parametrierten Grenzwerte
  - 0-Signal: Bei inaktiver Überwachung oder außerhalb der parametrierten 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 parametrierten Grenzwerten (FAULT) wird die Sicherheitsfunktion SS1 mit Not-Halt-Bremsrampe ausgelöst und der Rückmeldeausgang der Sicherheitsfunktion auf 0-Signal geschaltet.

- Bei Überschreitung von parametrieten Grenzwerten bei Überwachungsfunktionen (FAULT) wird nur der Melde-Ausgang der Sicherheitsfunktion auf 0-Signal geschaltet.
- Bei internen Fehlern (FAULT) des Sicherheitsmoduls SE6 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. Krafterzeugung 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 [📖 176].

4.11.1 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 der Sicherheitskarte 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 digitalen 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 [📖 150]) gewählt werden.

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

4.11.2 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 SE6 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.

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) [83].
- 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 [176].

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 [59]. Hierfür muss die Sicherheitsfunktion SBC im Konfigurations-Tool konfiguriert werden. Der Ausgang wird bei aktivierter Sicherheitsfunktion STO auf 0-Signal gesetzt (Bremse fällt ein). Wird die Sicherheitsfunktion STO wieder aufgehoben, wird der Hardware-Ausgang der Sicherheitsfunktion SBC gemäß seiner Konfiguration angesteuert (Konfiguration: Kopplung zum Bremsenansteuersignal des Antriebsreglers aktiv oder nicht). Bei Lüftfreigabe wird der Hardware-Ausgang auf 1-Signal gesetzt (Bremse wird gelüftet).

Weitere Informationen zur Sicherheitsfunktion SBC siehe Sichere Bremsenansteuerung (SBC) [128].

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) [83] 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 Prüffrist läuft.

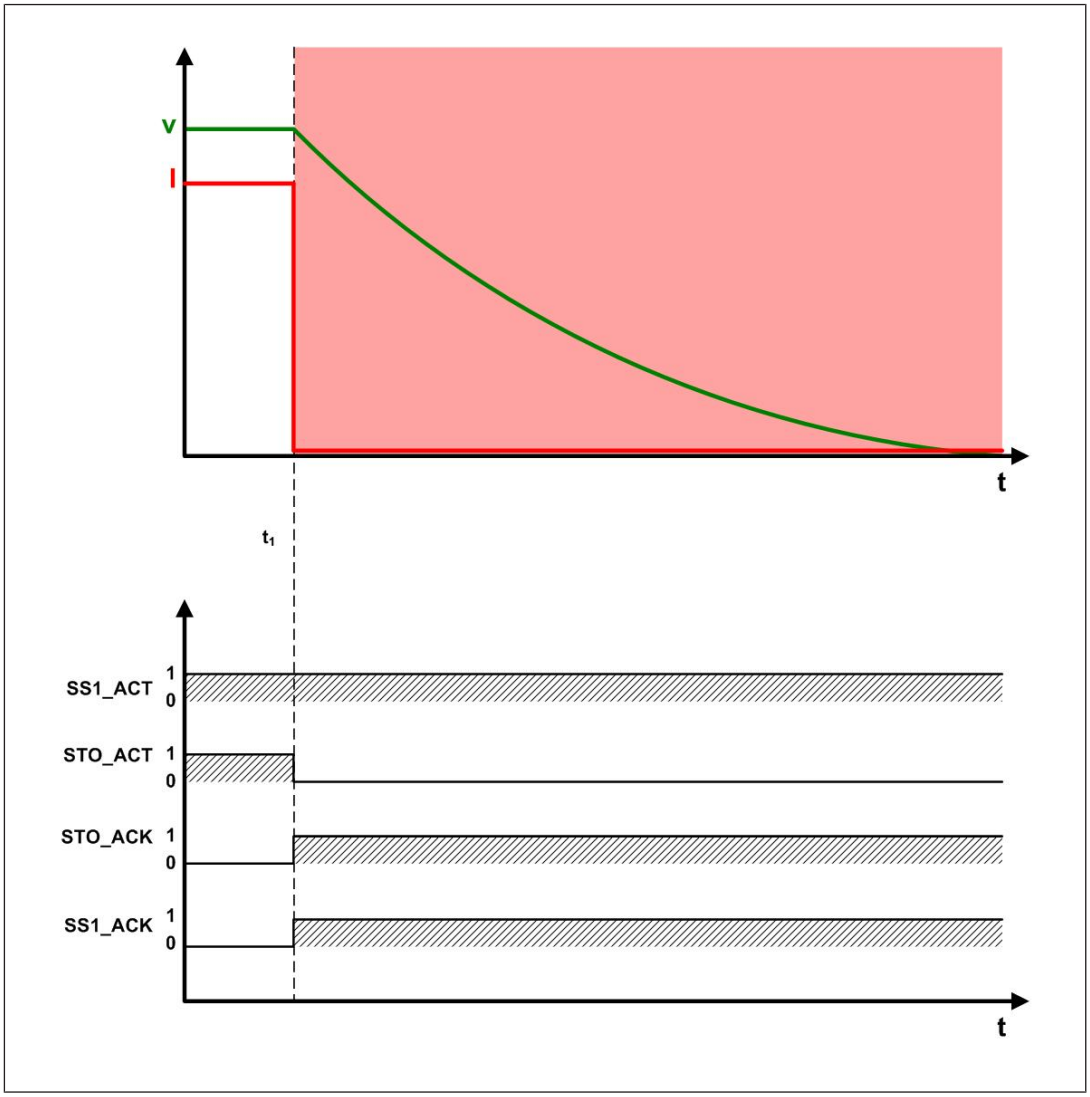


Abb.: Sicherheitsfunktion STO

Legende

v	Geschwindigkeit
T	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

4.11.3 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 [📖 52]).

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.

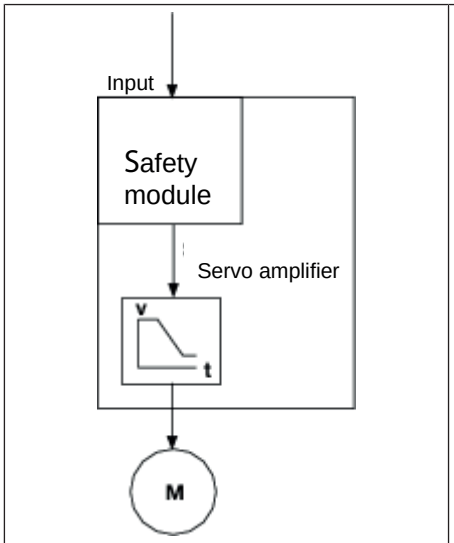
Motor stillsetzen im Normalbetrieb und im Fehlerfall

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

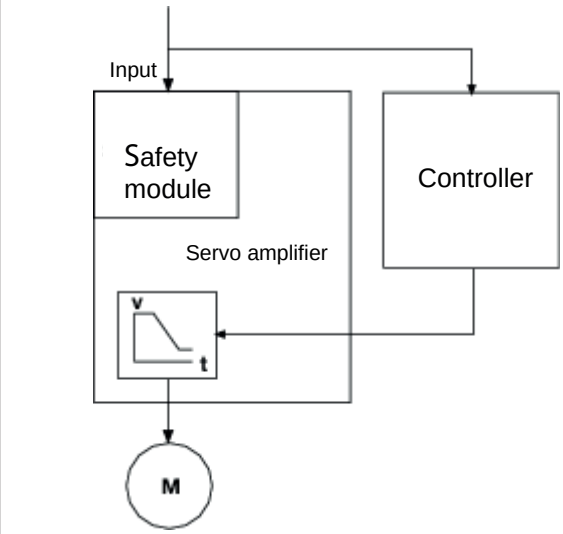
- antriebsgeführt - durch den Antriebsregler, oder
- steuerungsgeführt – durch eine übergeordnete Steuerung

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



Bremsrampe steuerungsgeführt

Bremsrampe antriebsgeführt

Das Sicherheitsmodul

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

Sollwerte von einer übergeordneten Steuerung werden vom Antriebsregler 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 Antriebsreglers zur Verfügung.
- stellt das Signal zum Start des Bremsvorgangs einer übergeordneten Steuerung über die Feldbusanbindung des Antriebsreglers zur Verfügung.

- überwacht den Bremsvorgang.

Informationen zur Feldbus-Kommunikation Antriebsregler/Steuerung

siehe Kapitel Feldbuskommunikation [📖 185].

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/s²]	Steigung der Bremsrampe für Normalbetrieb
Not-Halt-Bremsrampe ($a_{emergencyDec}$)	0 … 2147483647 (Default: 50000000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s²]	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) [📖 80])

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.

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 Rückmeldesignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

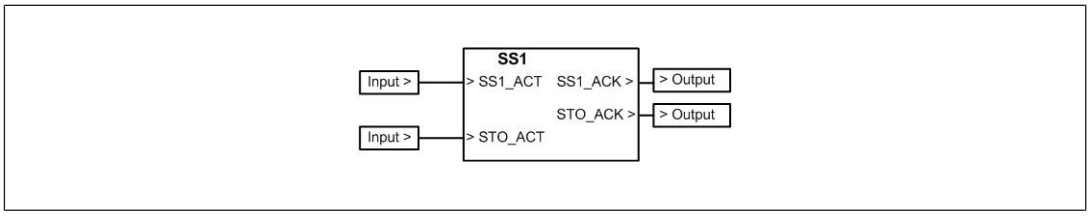


Abb.: Sicherheitsfunktion SS1

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)

Aktivierungseingang STO_ACT (optional)

- Über den Aktivierungseingang STO_ACT wird die Sicherheitsfunktion STO direkt aktiviert.
  (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

Feld: IO-Aktivierung			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe**	**Einheit**	**Beschreibung**
STO-Eingang aktivieren	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Verwendung Aktivierungseingang für STO

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.

Ansteuerung Bremsenausgang BD1/BD2 (X5) des Antriebsreglers durch das Sicherheitsmodul (optional)

Wird eine sichere Leistungsansteuerung für zwei ruhestrombetätigte Bremsen benötigt, so kann dies wie folgt umgesetzt werden:

- Leistungsansteuerung der ersten ruhestrombetätigten Bremse durch den sicheren Bremsenausgang SBC+/SBC- des Sicherheitsmoduls
- Leistungsansteuerung der zweiten ruhestrombetätigten Bremse durch den Bremsenausgang BD1/BD2 des Antriebsreglers

Funktion

Die Ansteuerung der ersten Bremse am SBC+/SBC- Ausgang erfolgt durch die Sicherheitsfunktion SBC (siehe Sichere Bremsenansteuerung (SBC) [128]).

Die Ansteuerung der zweiten Bremse am BD1/BD2 Ausgang erfolgt bei Aktivierung der Sicherheitsfunktion STO. Hierzu ist keine zusätzliche SBC Funktion notwendig.

Die Parametrierung erfolgt in der Sicherheitsfunktion SS1 durch das Konfigurations-Tool.

Konfiguration des Bremsenausgangs BD1/BD2 des Antriebsreglers im Konfigurations-Tool

Feld: Bremsenausgang BD1/BD2			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe**	**Einheit**	**Beschreibung**
Antriebsgesteuert (nicht sicher)	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	**Funktion aktiviert:** Der Antriebsregler hat zu jeder Zeit Kontrolle über den Bremsenausgang. Im Zustand STO kann die Bremse BD1/BD2 vom Antriebsregler gelüftet werden. **Funktion deaktiviert:** Im Zustand STO kann die Bremse BD1/BD2 vom Antriebsregler nicht gelüftet werden.

WARNUNG!

Möglicher Verlust der Sicherheitsfunktion

Durch eine optionale Konfiguration kann es zum Verlust der Sicherheitsfunktion kommen.
Wenn die zweite Bremse am Ausgang BD1/BD2 in einer Sicherheitsfunktion verwendet wird, muss die Funktion "Ansteuerung BD1/BD2 durch Antriebsregler (nicht sicher) deaktiviert sein.

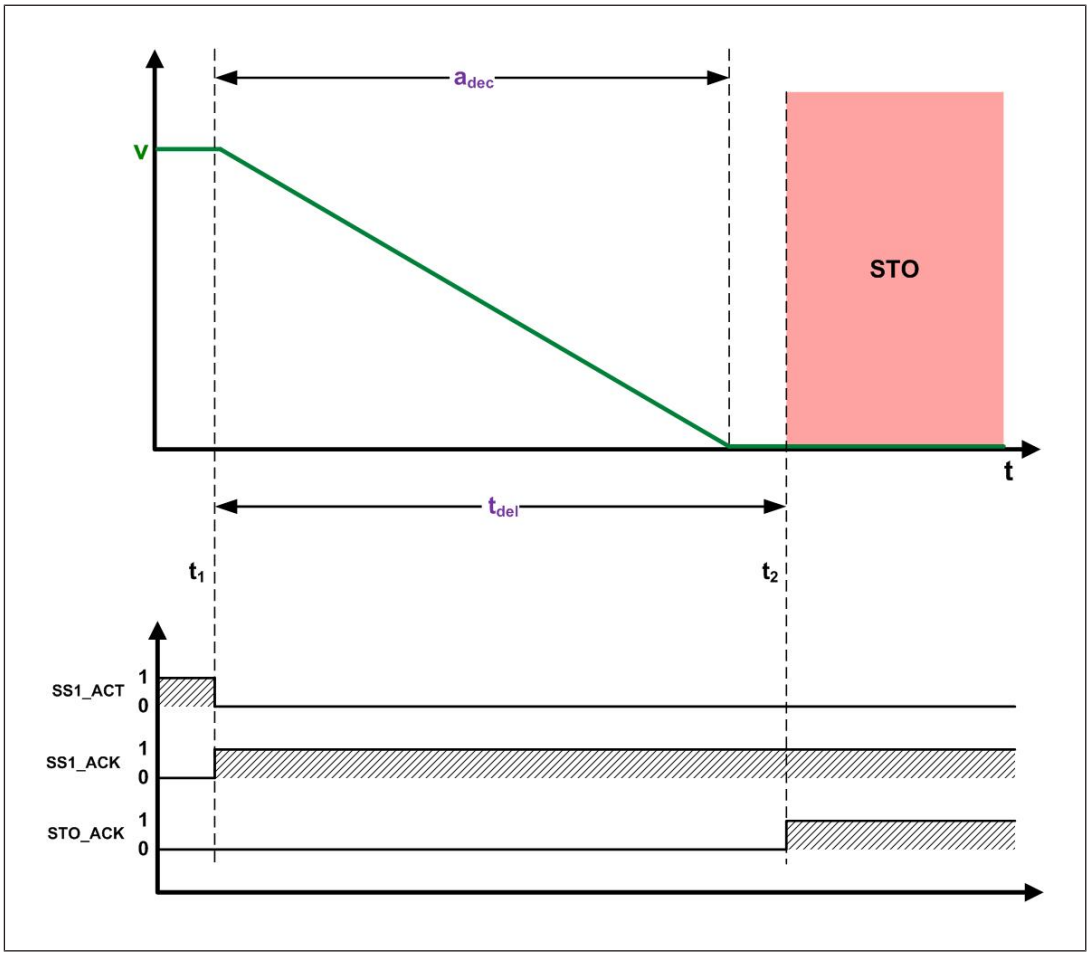


Abb.: Ablaufdiagramm: SS1 mit STO nach Ablauf der STO-Verzögerungszeit

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

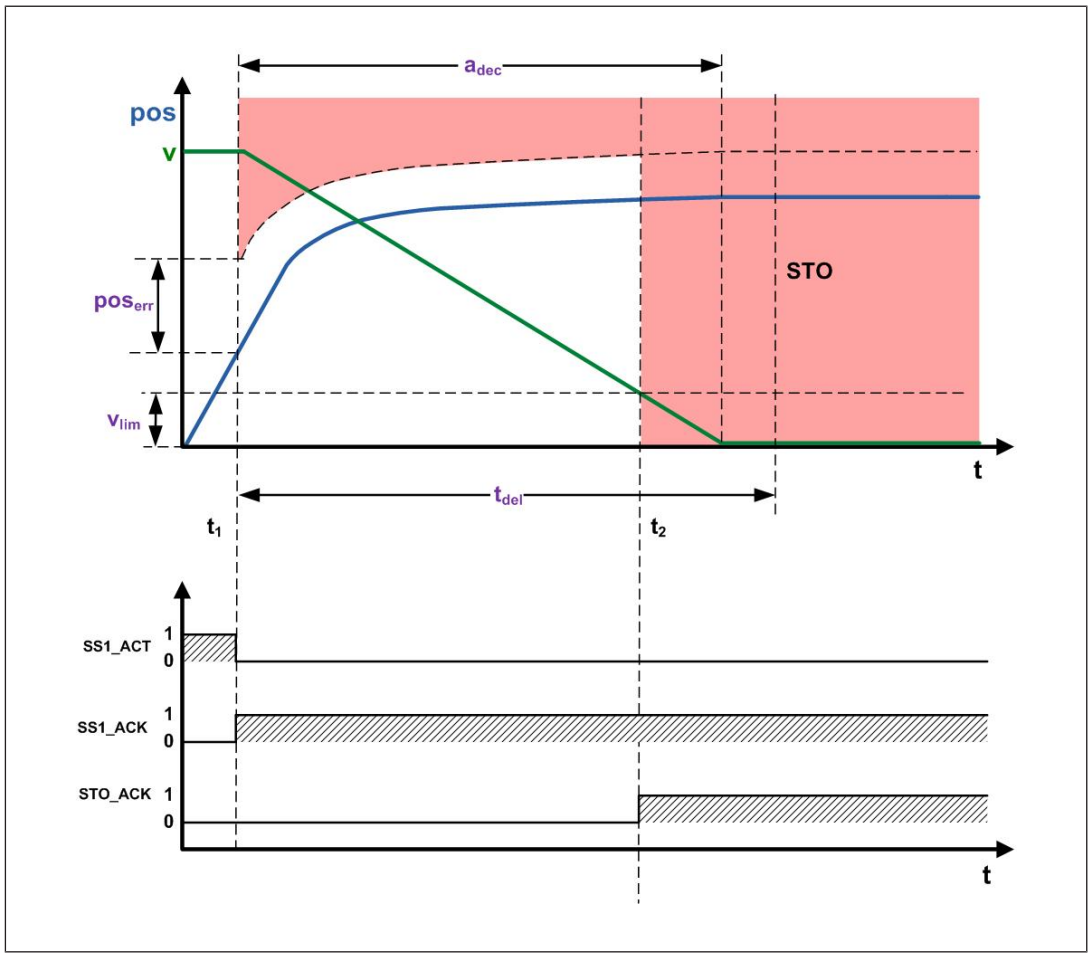


Abb.: Ablaufdiagramm: SS1 mit automatischem STO bei erkanntem Stillstand und Überwachung der Bremsrampe

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

4.11.4 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).

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SS2

Die Sicherheitsfunktion SS2 kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT.

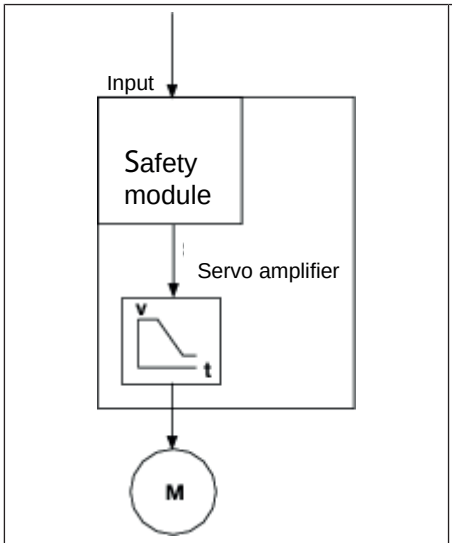
Motor stillsetzen

Die Steuerung der Bremsrampe zum Stillsetzen des Motors erfolgt entweder:

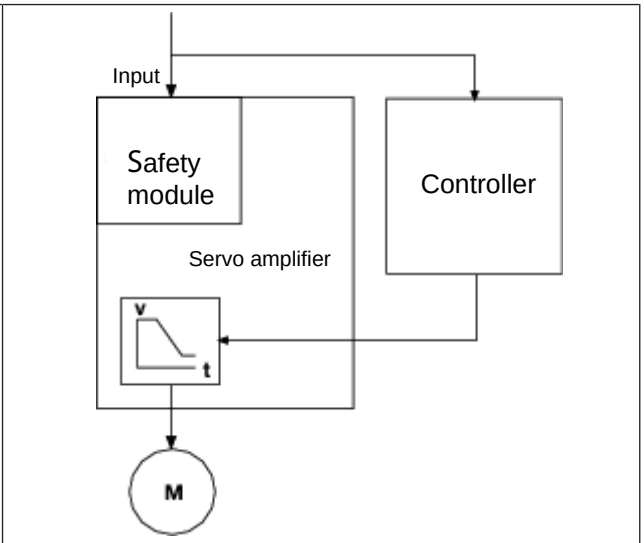
- Antriebsgeführt - durch den Antriebsregler, oder
- Steuerungsgeführt – durch eine übergeordnete Steuerung

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



Bremsrampe steuerungsgeführt

Bremsrampe antriebsgeführt

Das Sicherheitsmodul

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

Sollwerte von einer übergeordneten Steuerung werden vom Antriebsregler, 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 Antriebsreglers zur Verfügung.
- stellt das Signal zum Start des Bremsvorgangs einer übergeordneten Steuerung über die Feldbusanbindung des Antriebsreglers zur Verfügung.

- überwacht den Bremsvorgang.

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

Informationen zur Feldbus-Kommunikation Antriebsregler/Steuerung

siehe Kapitel Feldbuskommunikation [📖 185].

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: 0)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s²]	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: 10000000)	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 parametrierten Geschwindigkeitsgrenze (optional)

INFO

Der SOS wird spätestens nach Ablauf der Verzögerungszeit aktiviert.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool

Feld: Verzögerungszeit			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe**	**Ein-heit**	**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 parametrierten 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:

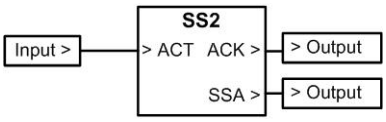


Abb.: Sicherheitsfunktion SS2

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.

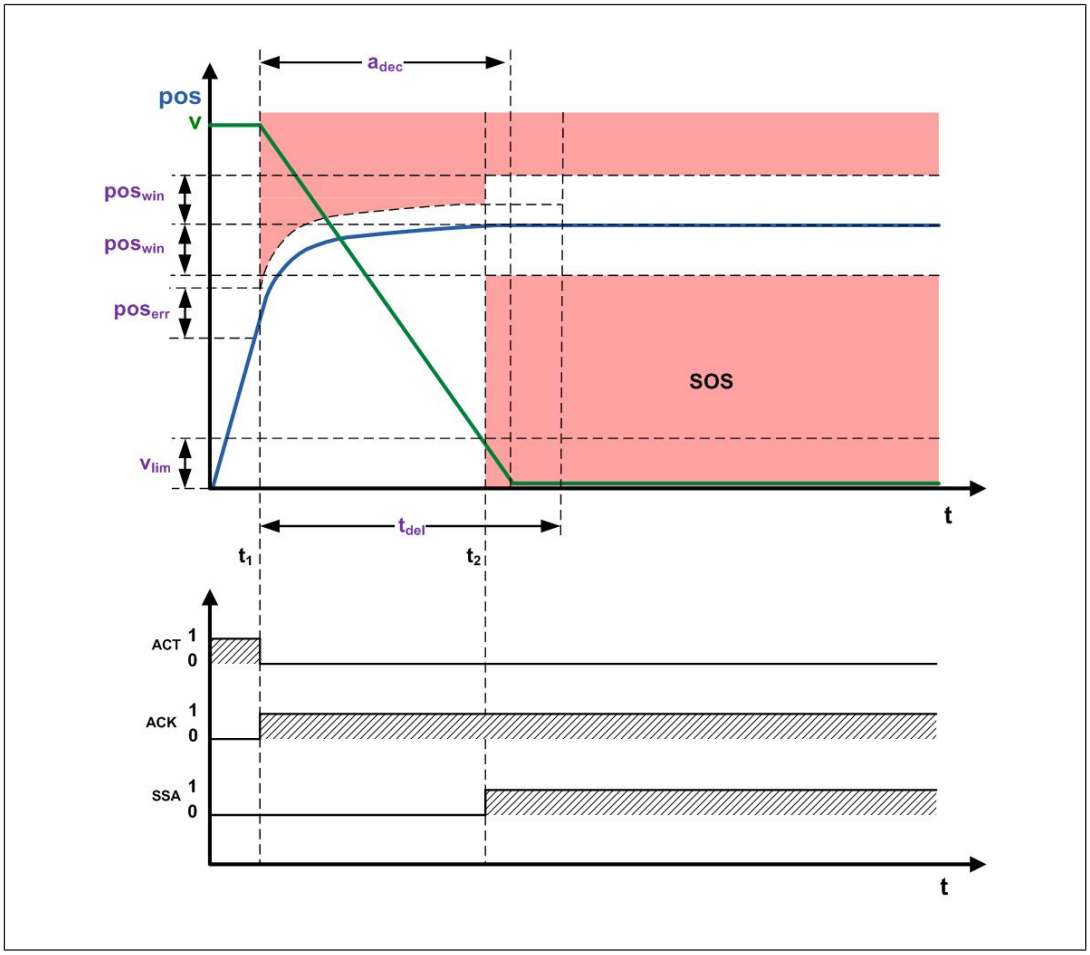


Abb.: Sicherheitsfunktion SS2

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

4.11.5 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 parametrierten 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) [78]
  - 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).

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 ⇨ 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 Stillstands-position (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:

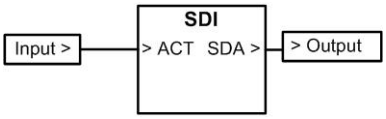


Abb.: Funktionsbaustein SDI

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.

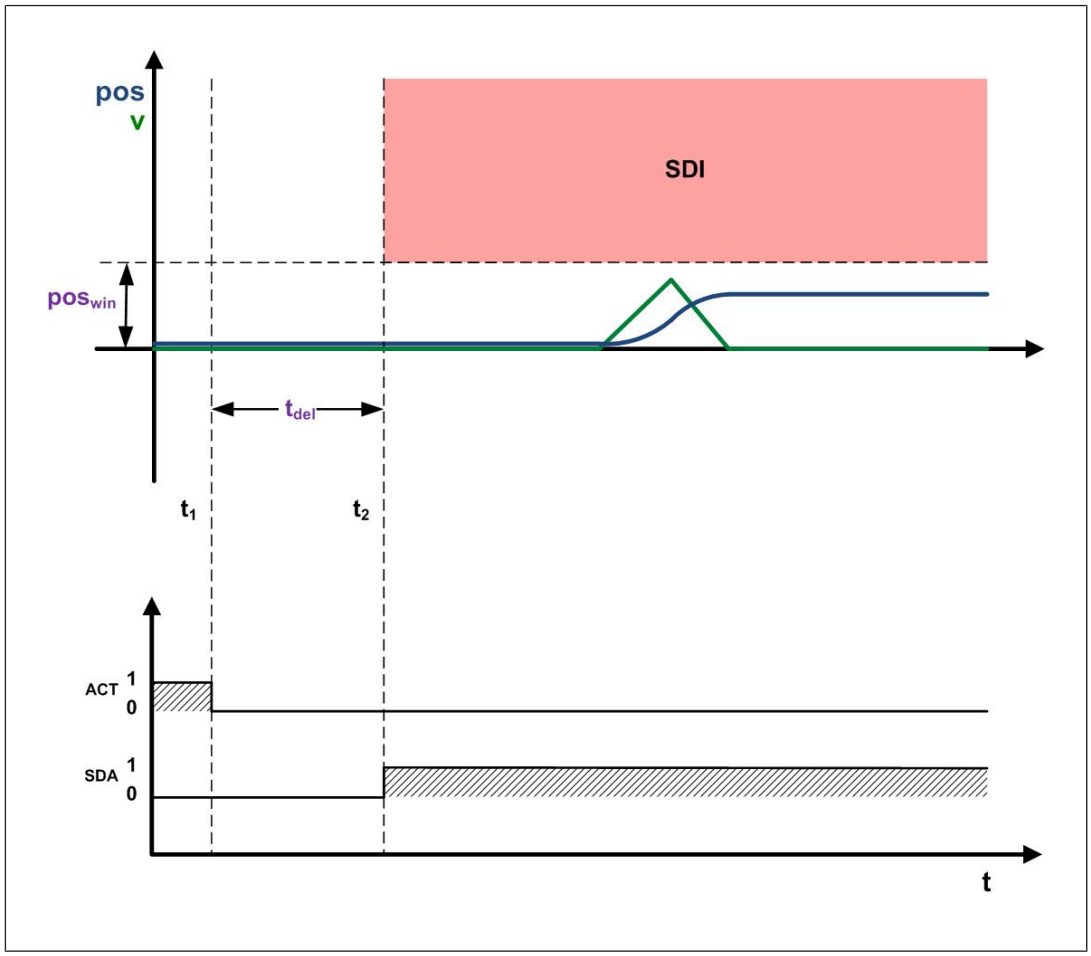


Abb.: Sicherheitsfunktion SDI

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 SSR
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 [📖 150].

4.11.6 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 parametrierten 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 parametrierten 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).

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 ⇨ 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 parametrierten Positionsgrenzwerten verglichen.
  Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLI im Konfigurations-Tool

Feld: Grenzwerte Schrittmaß			
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:

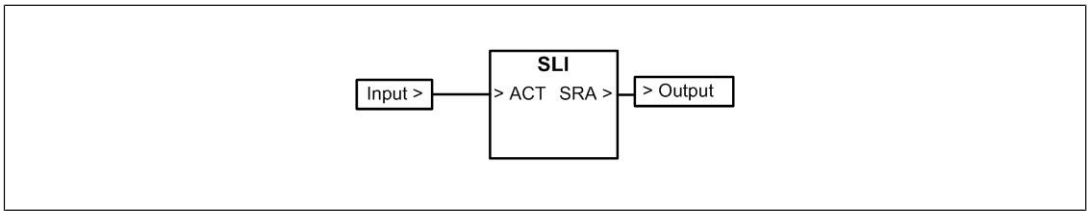


Abb.: Funktionsbaustein SLI

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.

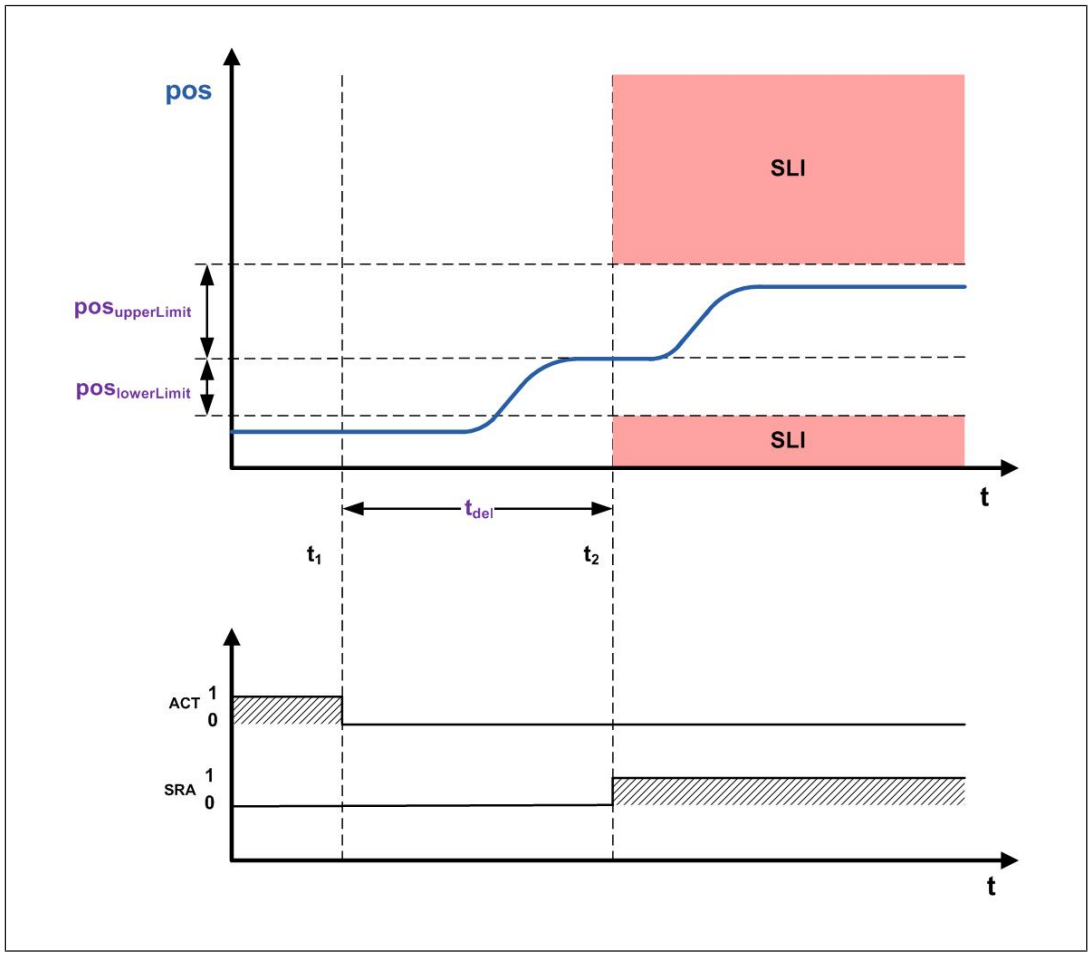


Abb.: Sicherheitsfunktion SLI

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 [📖 150].

4.11.7 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 parametrierten 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) [78]
  - 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).

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 parametrierten 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:

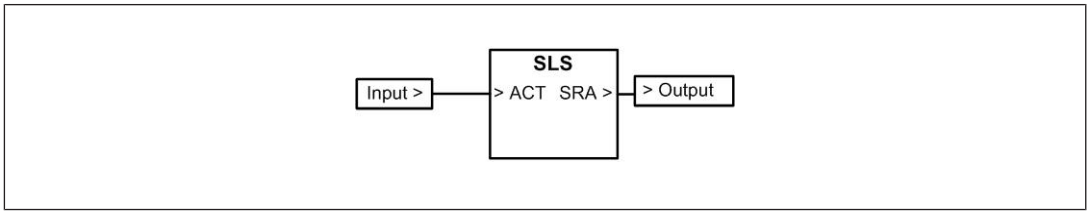


Abb.: Funktionsbaustein SLS

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 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

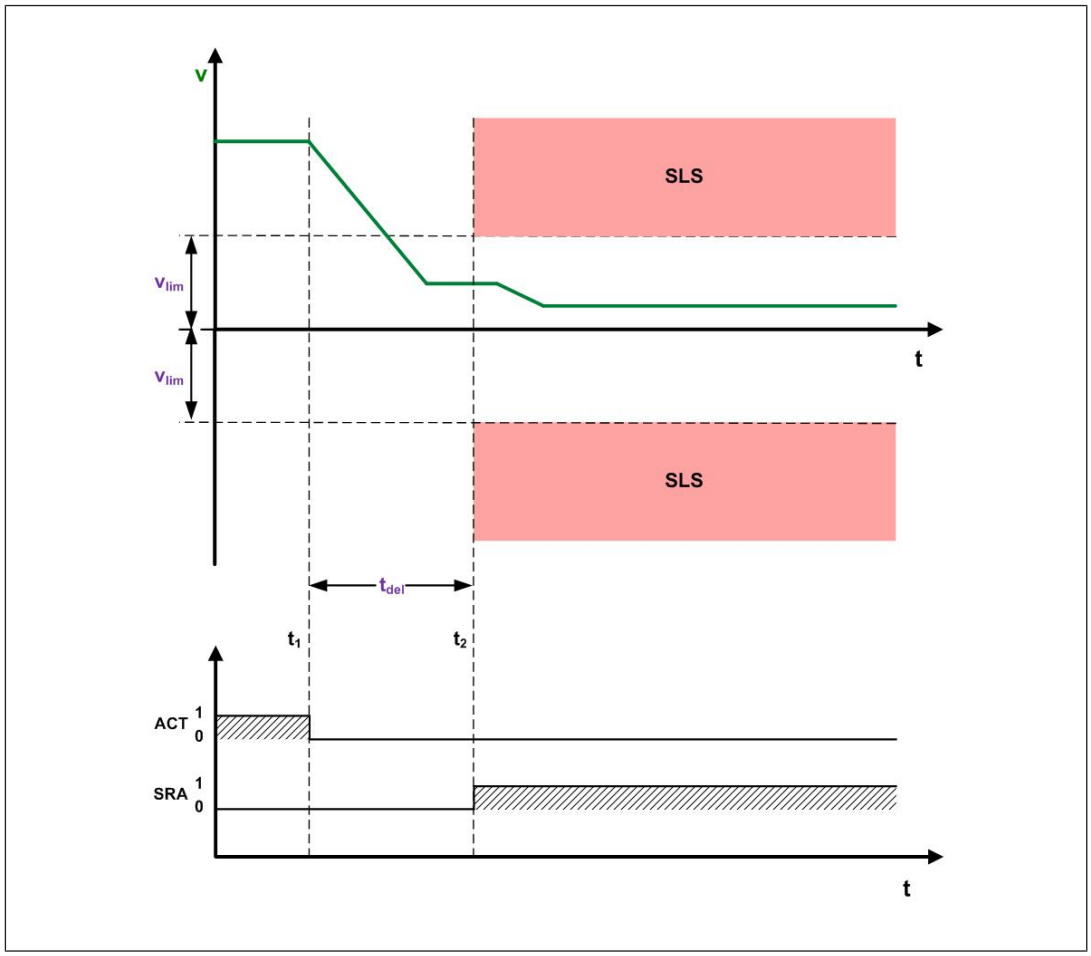


Abb.: Sicherheitsfunktion SLS ohne aktivierten Toleranzbereich

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

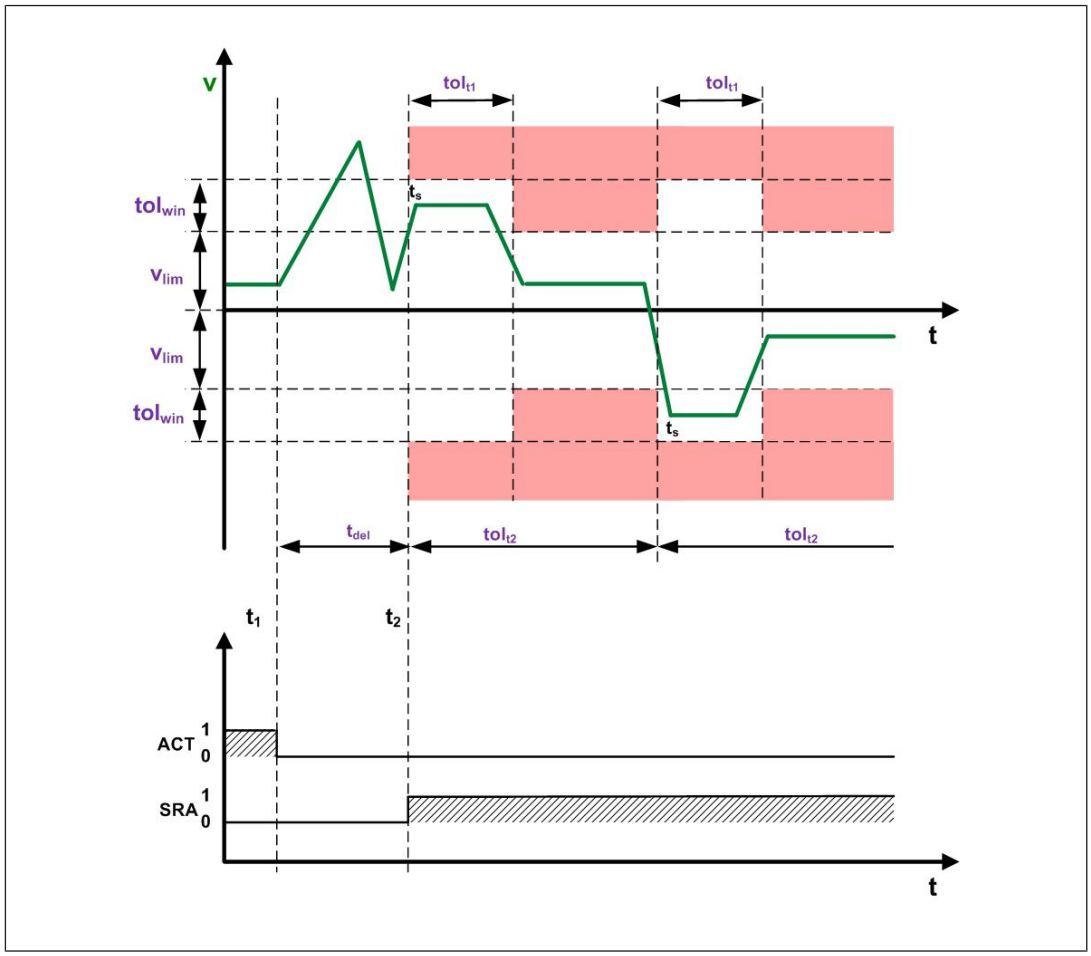


Abb.: Sicherheitsfunktion SLS mit aktiviertem Toleranzfenster

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 [📖 150].

4.11.8 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 parametrierten 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).

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 parametrierten 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:

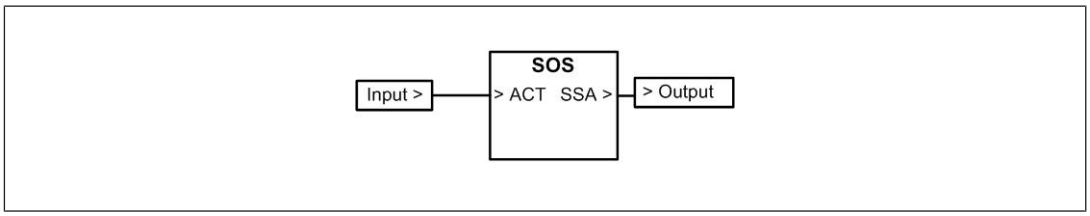


Abb.: Funktionsbaustein SOS

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.

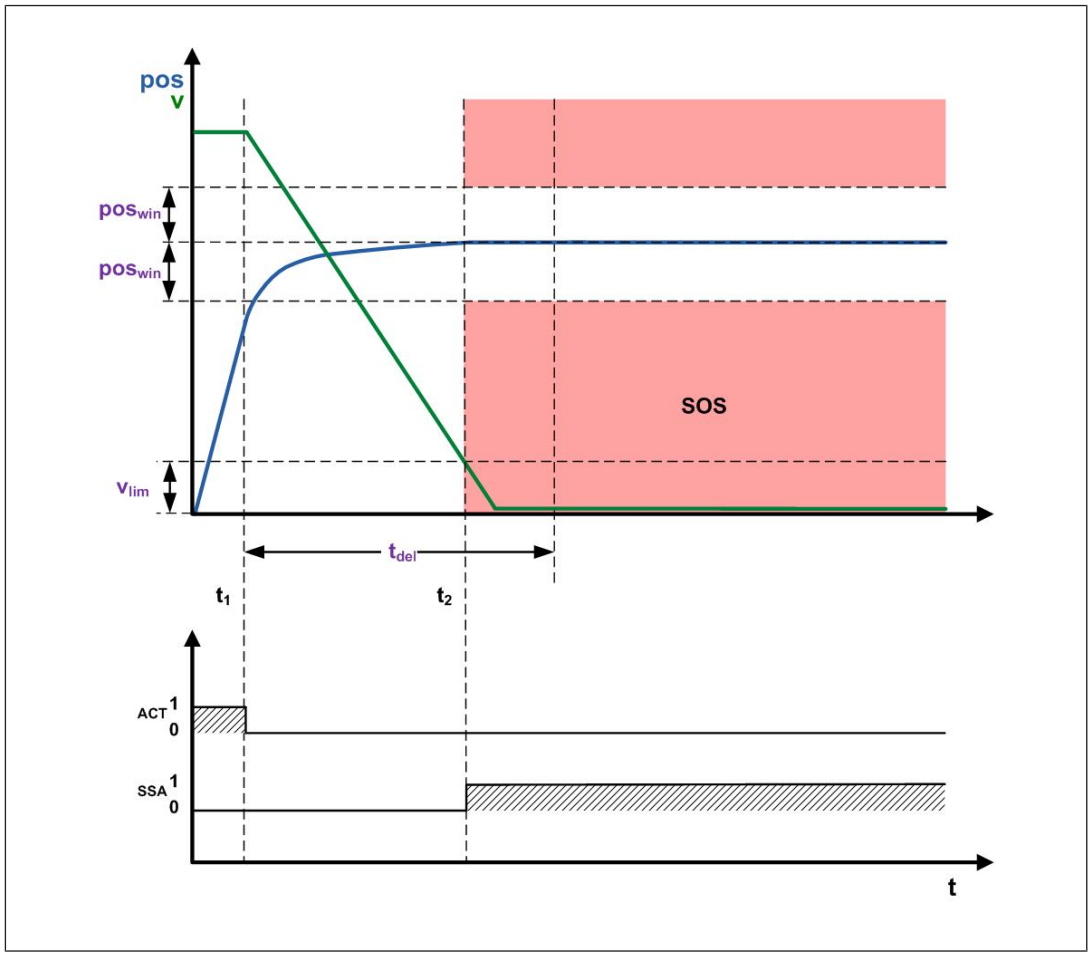


Abb.: Sicherheitsfunktion SOS

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 [📖 150].

4.11.9 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 parametrierten 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) [78]
  - 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).

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 parametrierten 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:

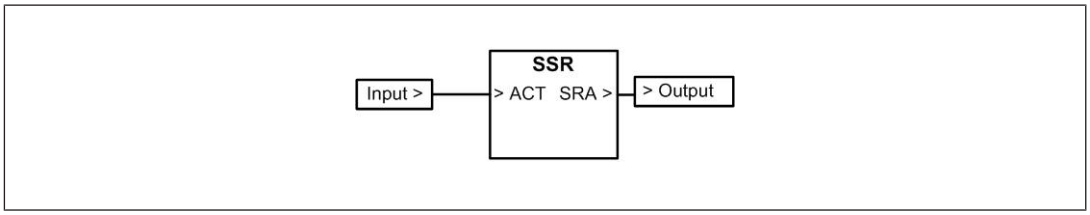


Abb.: Funktionsbaustein SSR

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

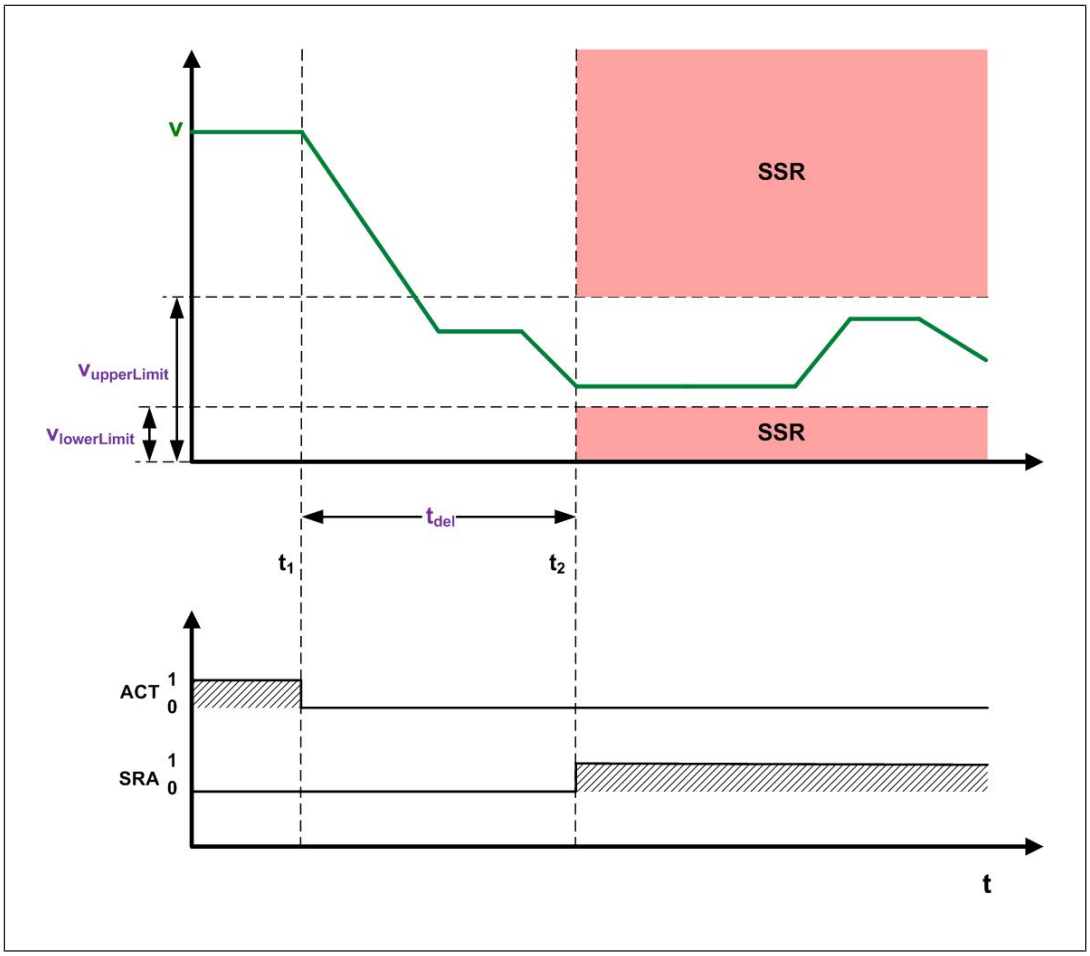


Abb.: Sicherheitsfunktion SSR ohne aktivierten Toleranzbereich

Legende

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

t_{del}	Verzögerungszeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SSR
t_2	Start der Überwachung
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SSR
SRA	Safe Range Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SSR

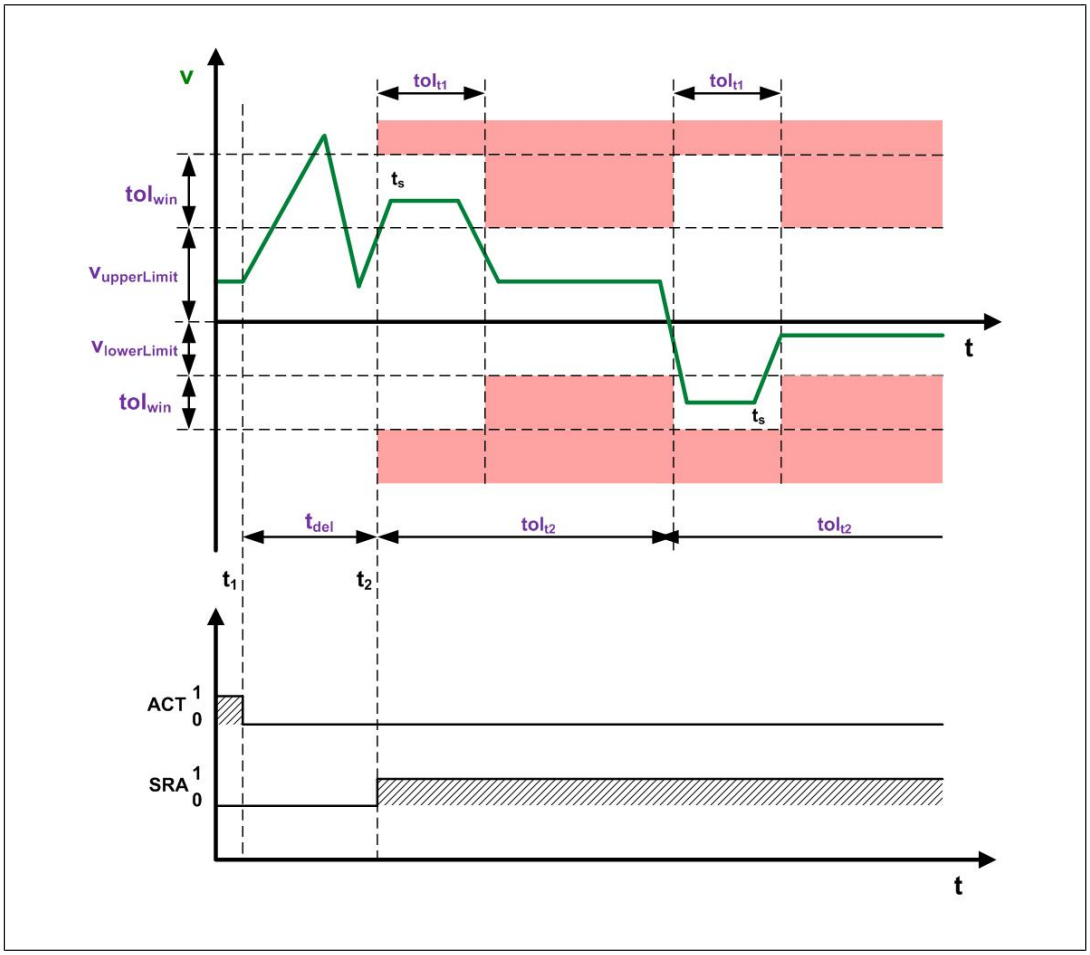


Abb.: Sicherheitsfunktion SSR mit aktiviertem Toleranzbereich

Legende

v	Geschwindigkeit
tol_{win}	Toleranzfenster
$v_{upperLimit}$	Oberer Grenzwert Geschwindigkeit
$v_{lowerLimit}$	Unterer Grenzwert Geschwindigkeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SSR
t_2	Start der Überwachung
t_s	Geschwindigkeit v überschreitet Grenzwert und aktiviert Toleranzbereich. (Toleranzfenster, Toleranzzeit, Toleranzperiode)
tol_{t1}	Toleranzzeit [ms]
tol_{t2}	Toleranzperiode [ms]

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 [📖 150].

4.11.10 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 parametrierten 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 Absolutwert-Encoder an die Schnittstelle X50 des Sicherheitsmoduls angeschlossen werden.

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 Übertragungsstrecke 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 Verfahrweg angepasst sind.

Aktivieren der Sicherheitsfunktion SLP

Die Sicherheitsfunktion SLP kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- Durch externe Aktivierung am Aktivierungseingang ACT
- Permanentüberwachung (optional) [78]
  - 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 Grenzwertüberschreitung 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).

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 parametrierten 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 Rückmeldsignale der Funktion auf sichere Ein- und Ausgänge gelegt werden:

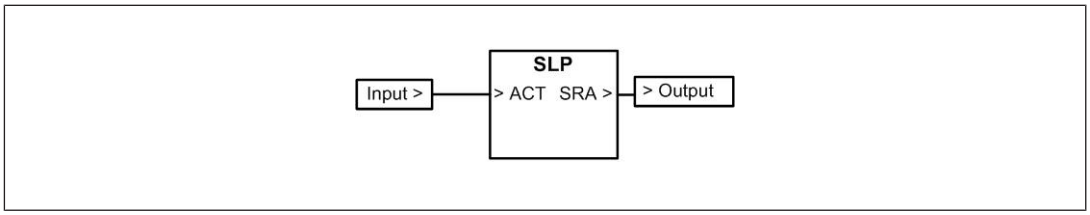


Abb.: Funktionsbaustein SLP

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

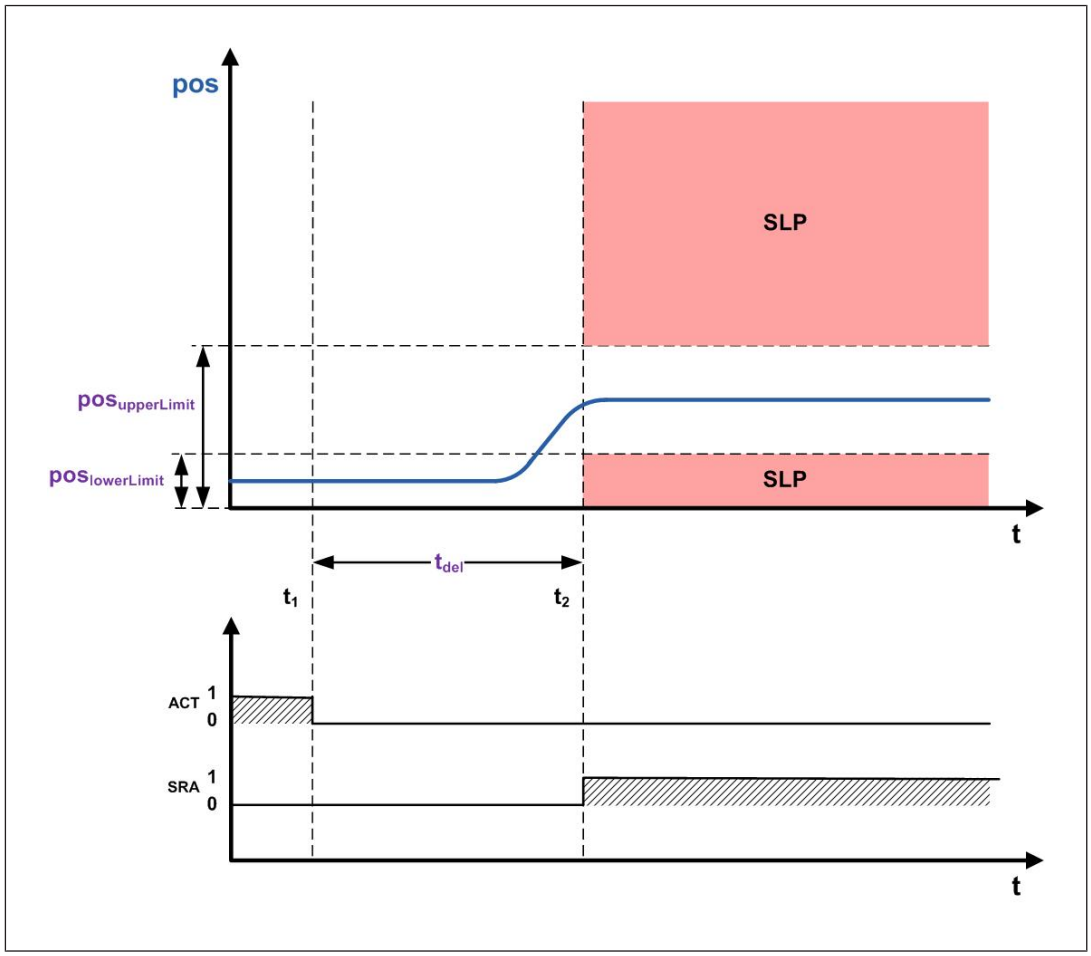


Abb.: Sicherheitsfunktion SLP (nicht invertiert)

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

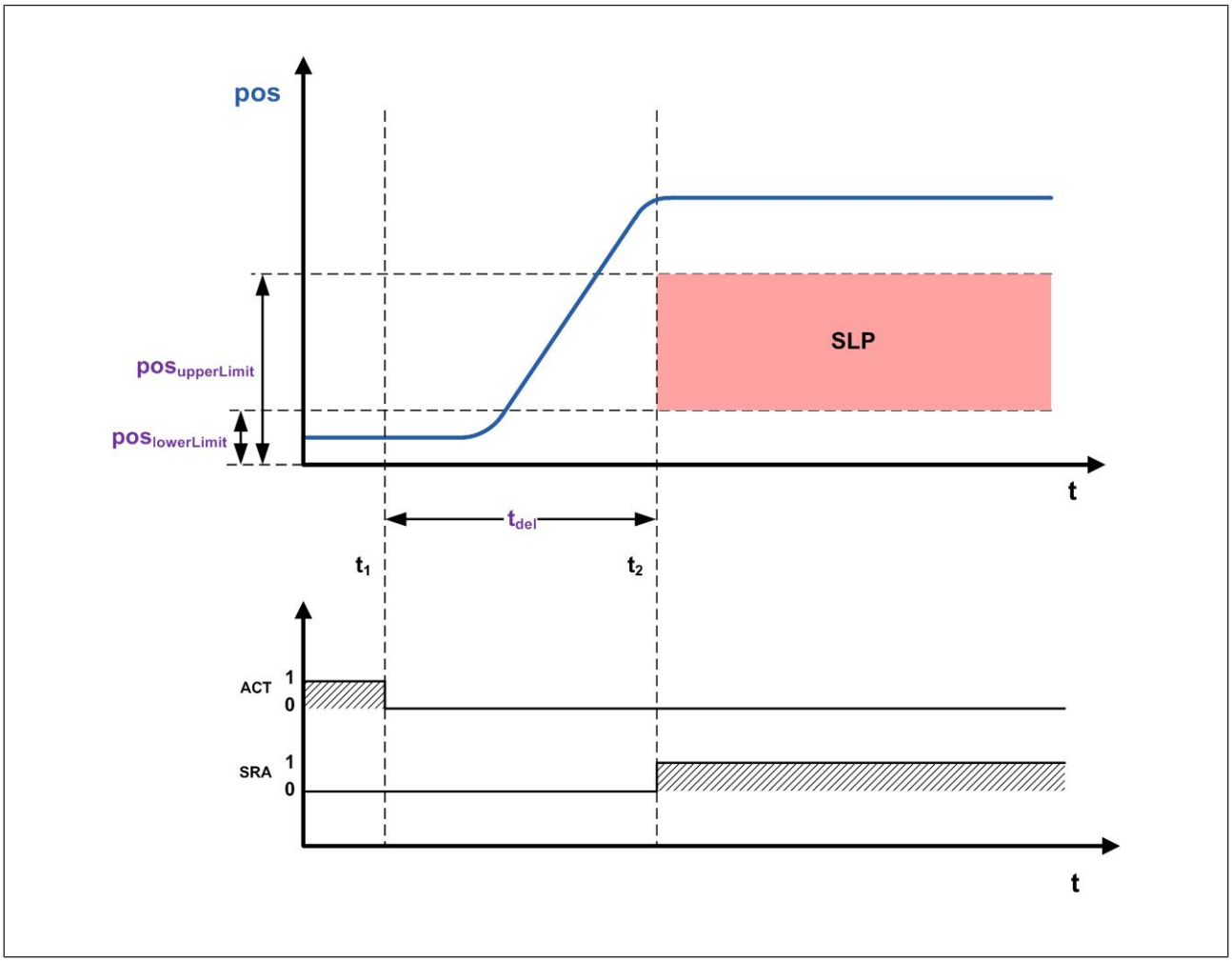


Abb.: Sicherheitsfunktion SLP (invertiert)

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 [📖 150].

4.11.11 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 [📖 59]

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 Antriebsregler

Das Sicherheitsmodul bietet die Möglichkeit, das nicht sichere Bremsenansteuerungssignal des Antriebsreglers SD6 dem sicheren Bremsenausgang einer SBC-Funktion zuzuordnen. Dadurch kann die funktionale Bremsenansteuerung des Antriebreglers 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 Antriebreglers SD6
- Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls SE6

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 Antriebsreglers 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 Antriebsregler ist nicht möglich.
- Das Sicherheitsmodul ist im Betriebszustand FSRUN
  - Der Bremsenausgang wird vom Antriebsregler 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 Antriebsreglers.

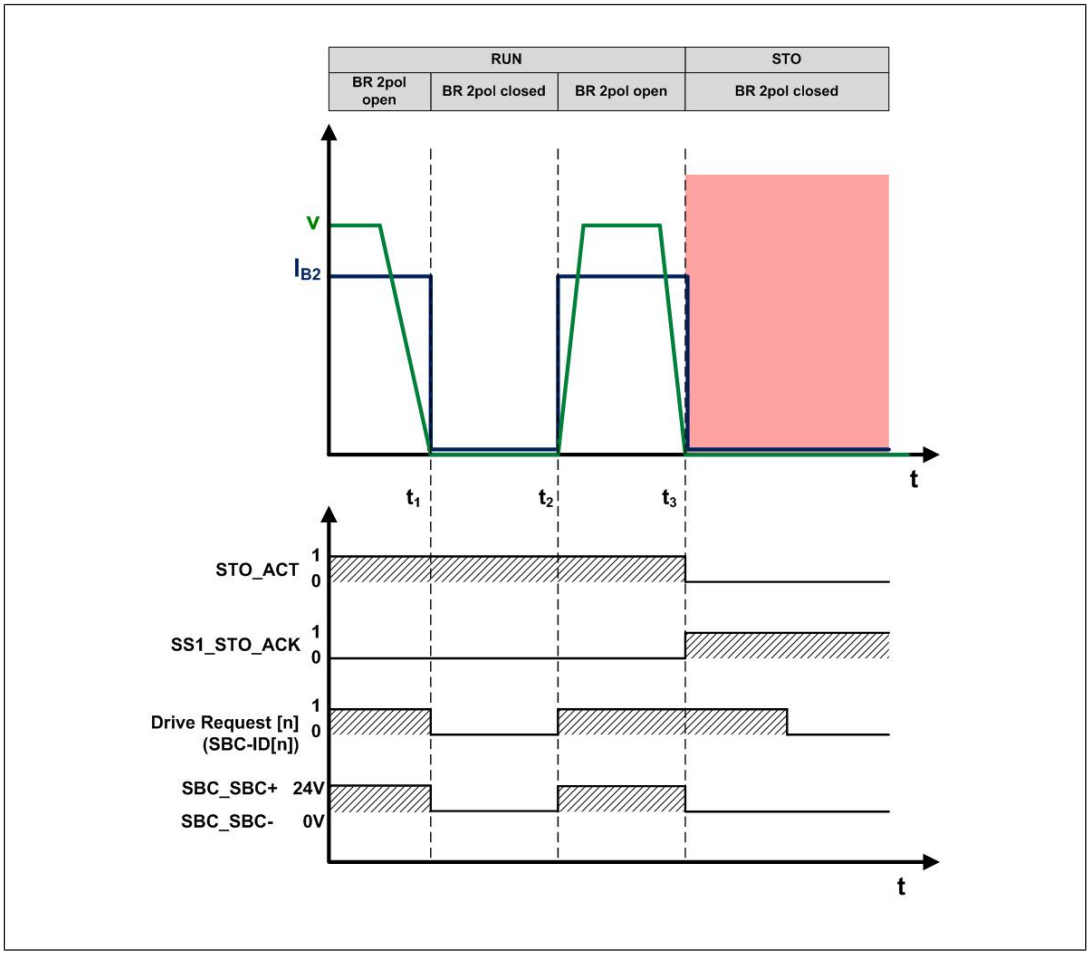


Abb.: Ablaufdiagramm Sicherheitsfunktion SBC bei aktivierter Kopplung

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 Antriebsreglers
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 parametriert 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.

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBC im Konfigurations-Tool

Feld: Feedback Control			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe**	**Ein-heit**	**Beschreibung**
Rückmeldeeingang	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren des Rückmel-deeingangs
Typ	1: Normally open (NO)	--	Auswahl Kontakttyp
	2: Normally closed (NC)		
Verzögerungszeit EIN (Ton)	0 …120000 (Default: 20)	[ms]	Maximale Verzöge-rungszeit bei Signal-wechsel auf 1-Signal
Verzögerungszeit AUS (Toff)	0 …120000 (Default: 20)	[ms]	Maximale Verzöge-rungszeit bei Signal-wechsel auf 0-Signal

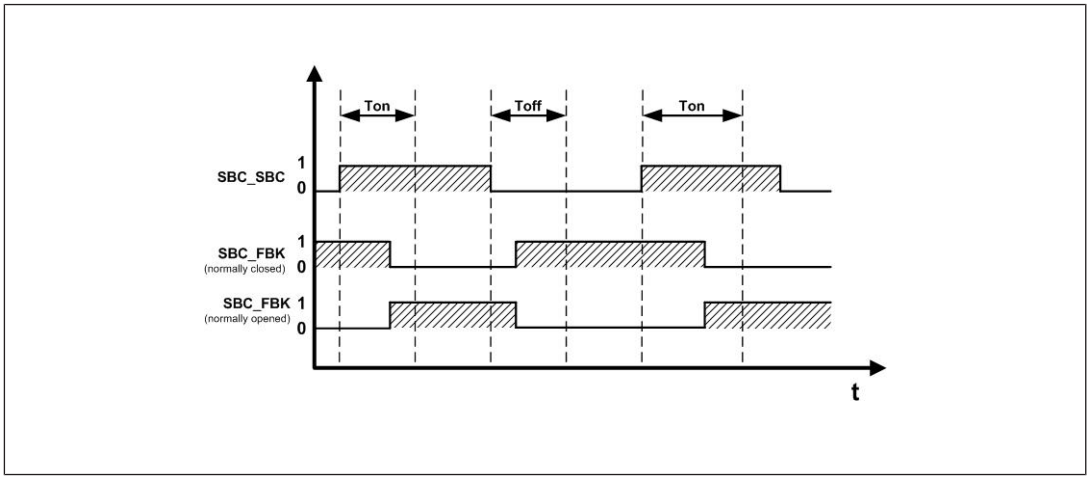


Abb.: Sicherheitsfunktion SBC, Rückmeldung

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 opend)	Rückmeldeeingang (Feedback FBK) (normally opened, NO)

4.11.11.1 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

Die verschiedenen Kombinationen sind in folgendem Kapitel beschrieben
Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT [📖 59]

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

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

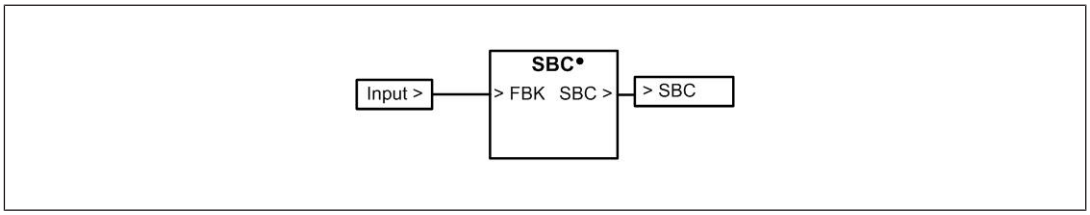


Abb.: Funktionsbaustein SBC 1-polig

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

4.11.11.3 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 des 2-poligen Ausgangs SBC+/- angeschlossen.

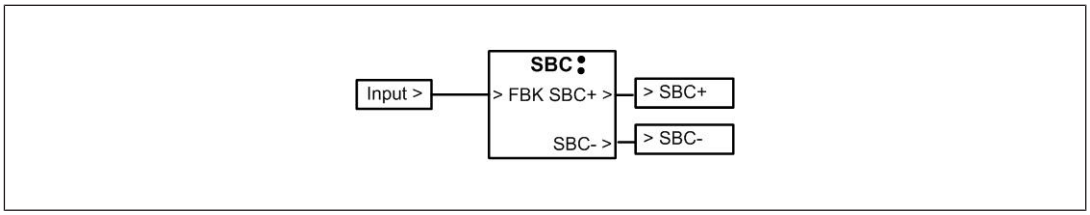


Abb.: Funktionsbaustein SBC 2-polig

Die Sicherheitsfunktion SBC 2-polig ist dem 2-poligen, digitalen Ausgang SBC+/SBC- zugeordnet (siehe Leistungsansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen durch das Sicherheitsmodul [📖 61]).

4.11.12 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.

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 Antriebsregler SD6 mit integriertem Sicherheitsmodul SE6
- Ein am Antriebsregler angeschlossener Motor (siehe Zulässige Motortypen [18]) mit Motor-Encoder (siehe Zulässige Motor-Encoder [18])
- Eine oder mehrere ruhestrombetätigte Bremsen/Bremseneinrichtungen

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 [59].

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.

ACHTUNG!

Verletzungsgefahr
Verwendung von zwei sicheren Bremsen (optional)

Überprüfen Sie nach jeder Aktualisierung der Antriebsregler-Firmware den Bremsentest auf Funktion. Während der Sicherheitsüberprüfung von Bremse 1 muss die Bremse 2 gelüftet sein. Während der Sicherheitsprüfung von Bremse 2 muss die Bremse 1 gelüftet sein.

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 Antriebsregler

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 Antriebsreglers .

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.

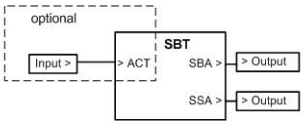


Abb.: Funktionsbausteine SBT

Legende

ACT	Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SBT aktiviert oder deaktiviert (0-Signal aktiviert, 1-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 Antriebsregler erfolgen (im Konfigurations-Tool wählbar).

Start der Testsequenz

Bei externer Aktivierung

- 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

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

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.

Ist ein Testschritt beendet, beginnt nach einer Wartezeit von zwei Sekunden der nächste Testschritt.

Die gesamte Testsequenz wird über eine im Konfigurations-Tool einstellbare Gesamtzeit (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.

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

Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT im Konfigurations-Tool

Feld: Maximale Gesamtzeit			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe**	**Einheit**	**Beschreibung**
Gesamtzeit (t_{Σ})	0 … 2147483647 (Default: 50)	[ms]	Wird innerhalb der Gesamtzeit der Bremsentest nicht durchgeführt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.

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.

Testschritt

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

Im Testschritt wird

- der drehmoment-/kraftbildende Teststrom für den angeschlossenen Motor eingeprägt.
- die Dauer der Bestromung 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

Für alle Testschritte

Feld: Testschritte			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe/ Fest eingestellt**	**Einheit**	**Beschreibung**
Wartezeit (t_{wait})	(Default: 2000) Ausgegraut (fest eingestellt)	[ms]	Wartezeit nach jedem Testschritt
Toleranz Teststrom	1 … 100000 (Default: 100)	[mA]	Toleranzfenster für den Teststrom
Testschritt durchführen	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktiviert den Testschritt

Für Testschritt 1

Feld: Testschritt 1			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe/ Fest eingestellt**	**Ein-heit**	**Beschreibung**
Teststrom	0 … 100000 (Default: 0)	[mA]	Max. **positiver Stromwert**, der erreicht werden muss
Dauer	Ausgegraut (fest eingestellt) (Default: 500)	[ms]	Dauer der Bestromung
Bremse 1	0: Bremse Antriebs-regler BD1/BD2 an X5	--	Festlegung der zu testenden Bremse

Für Testschritt 2

Feld: Testschritt 2			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe/ Fest eingestellt**	**Ein-heit**	**Beschreibung**
Teststrom	0 … **-**100000 (Default: 0)	[mA]	Max. **negativer Stromwert**, der erreicht werden muss
Dauer	Ausgegraut (fest eingestellt) (Default: 500)	[ms]	Dauer der Bestromung
Bremse 1	0: Bremse Antriebs-regler BD1/BD2 an X5	--	Festlegung der zu testenden Bremse

Für Testschritt 3

Feld: Testschritt 3			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe/ Fest eingestellt**	**Ein-heit**	**Beschreibung**
Teststrom	0 … 100000 (Default: 0)	[mA]	Max. **positiver Stromwert**, der erreicht werden muss
Dauer	Ausgegraut (fest eingestellt) (Default: 500)	[ms]	Dauer der Bestromung
SBC Funktion Bremse 2	SBC-NameX*	--	Festlegung der zu testenden Bremse
	SBC-NameY*	--	Festlegung der zu testenden Bremse
*SBC-NameX, SBC-NameY Die Bezeichnungen/Namen der Bremsen werden im Konfigurations-Tool der Sicherheitsfunktion SBC festgelegt.			

Für Testschritt 4

Feld: Testschritt 4			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe/ Fest einstellbar**	**Ein-heit**	**Beschreibung**
Teststrom	0 … -100000 (Default: 0)	[mA]	Max. **negativer Stromwert**, der erreicht werden muss
Dauer	Ausgegraut (fest eingestellt) (Default: 500)	[ms]	Dauer der Bestromung
SBC Funktion Bremse 2	SBC-NameX*	--	Festlegung der zu testenden Bremse
	SBC-NameY*	--	Festlegung der zu testenden Bremse
*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.

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.

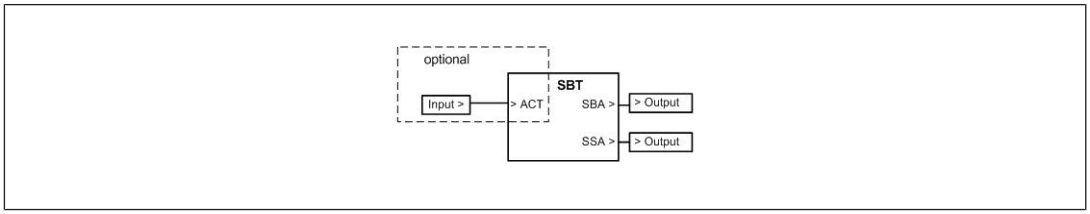


Abb.: Funktionsbausteine SBT

Legende

ACT	Über den Aktivierungseingang ACT wird die Sicherheitsfunktion SBT aktiviert oder deaktiviert (0-Signal aktiviert, 1-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 Antriebsregler erfolgen (im Konfigurations-Tool wählbar).

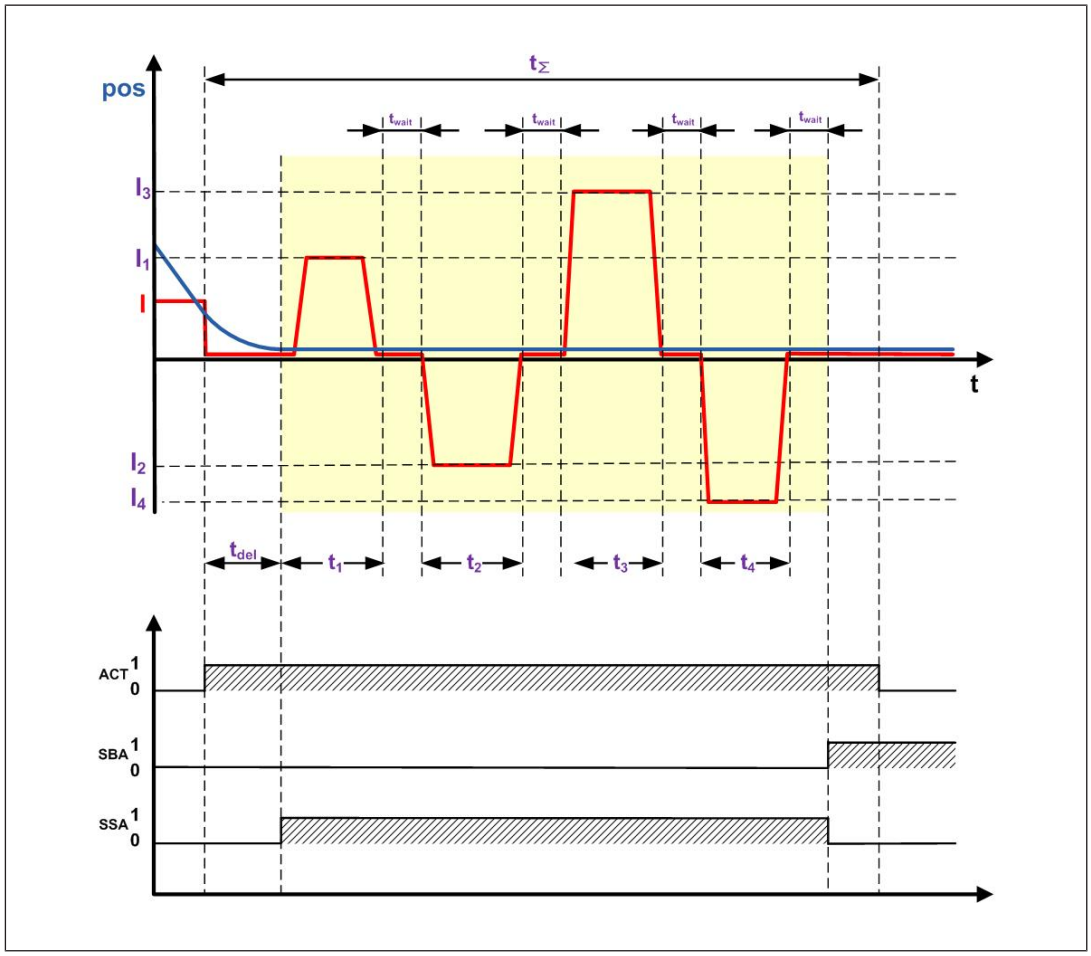


Abb.: Sicherheitsfunktion SBT

Legende

pos	Position
t_Σ	Gesamtzeit
t_{wait}	Wartezeit (fest eingestellt, 2 Sekunden, gilt für alle Testschritte)
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

4.11.13 Sichere Wiederanlaufsperre (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:

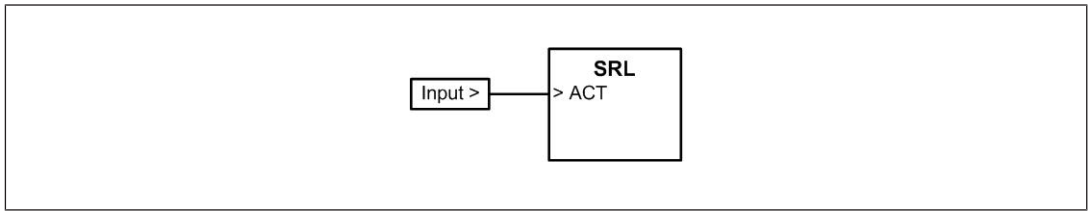


Abb.: Funktionsbaustein SRL

Legende

ACT	Über den Aktivierungseingang SRL_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 [51]
Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls [52]

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.

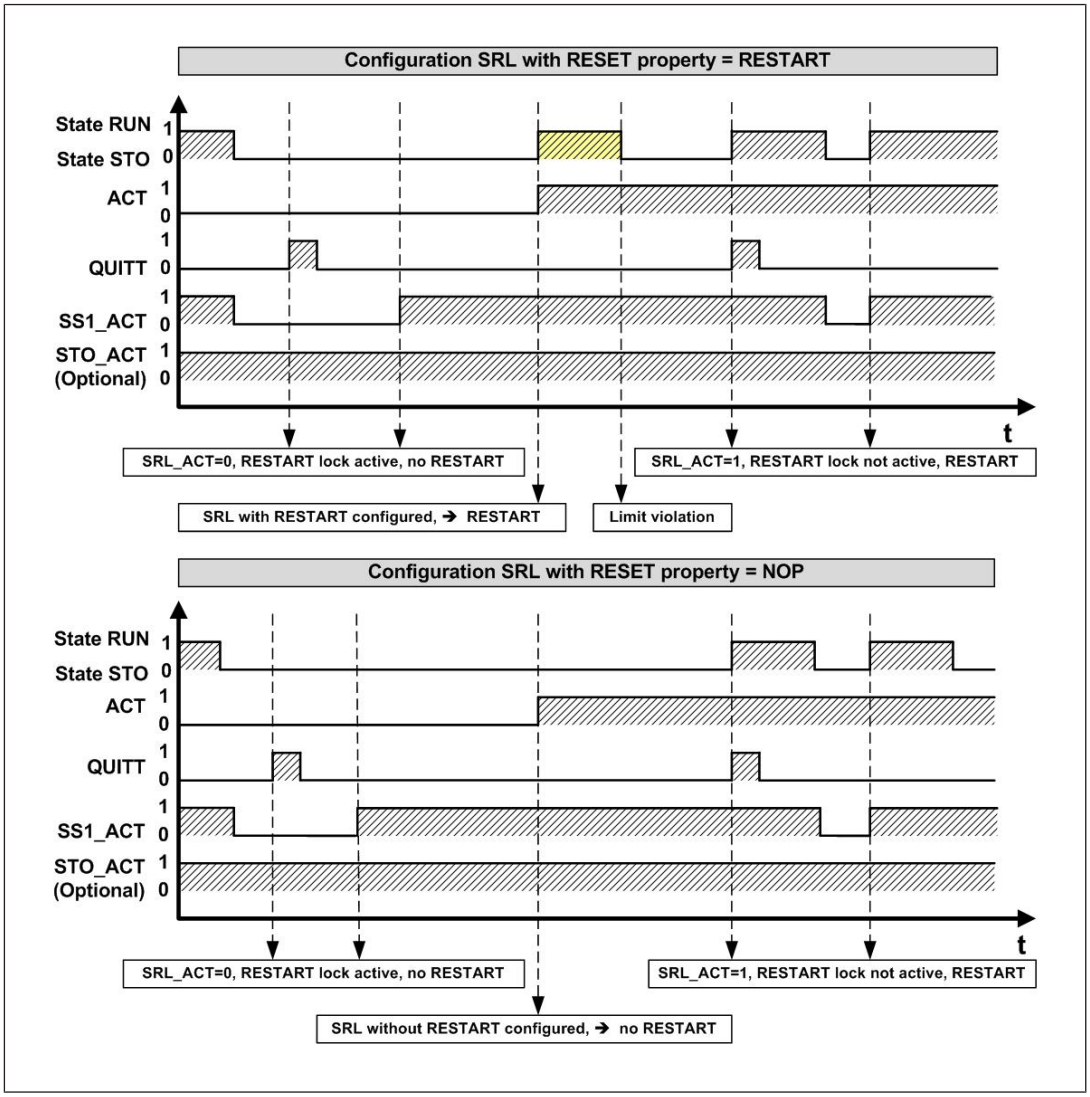


Abb.: Sicherheitsfunktion SRL, RESET

Legende

State RUN	Der Gerätezustand des Sicherheitsmoduls ist RUN. (siehe Betriebszustände [📖 176])
State STO	Der Gerätezustand des Sicherheitsmoduls ist STO (siehe Betriebszustände [📖 176])
ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SRL
QUITT	Über den Antriebsregler wurde der Befehl QUITT ausgeführt.
SS1_ACT	Eingang für Sicherheitsfunktion SS1
Optional STO_ACT	Optionaler Eingang für Sicherheitsfunktion STO

4.11.14 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 $\overline{\text{FAULT}}$ (kein Fehler) zur Verfügung.

Die Sicherheitsfunktion kann nur einmal verwendet werden.

Die Sicherheitsfunktion SSO benötig 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 [📖 176]
  - Sicherheitsmodul befindet sich im STARTUP, siehe Betriebszustände [📖 176]
  - Fataler Fehler

Ausgang FSRUN

1-Signal

- Eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist aktiv (das heißt ausgeschlossen SSO, SBC, SRL oder die Sicherheitsfunktionen SS1 wenn die Bremsrampenüberwachung nicht konfiguriert ist).
- Das Sicherheitsmodul befindet sich im Betriebszustand FSRUN (siehe Betriebszustände [📖 176])

0-Signal

- Es ist keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion aktiv (das heißt, aktiv sein können SSO, SBC, SRL oder die Sicherheitsfunktionen SS1 mit konfigurierter Bremsrampenüberwachung).
- Das Sicherheitsmodul befindet sich nicht im Betriebszustand FSRUN (siehe Betriebszustände [📖 176])

Ausgang $\overline{\text{FAULT}}$ (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:

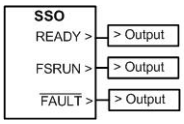


Abb.: Funktionsbaustein SSO

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)
$\overline{\text{FAULT}}$ (kein Fehler)	Der $\overline{\text{FAULT}}$-Ausgang meldet, ob das Sicherheitsmodul einen Fehler hat.

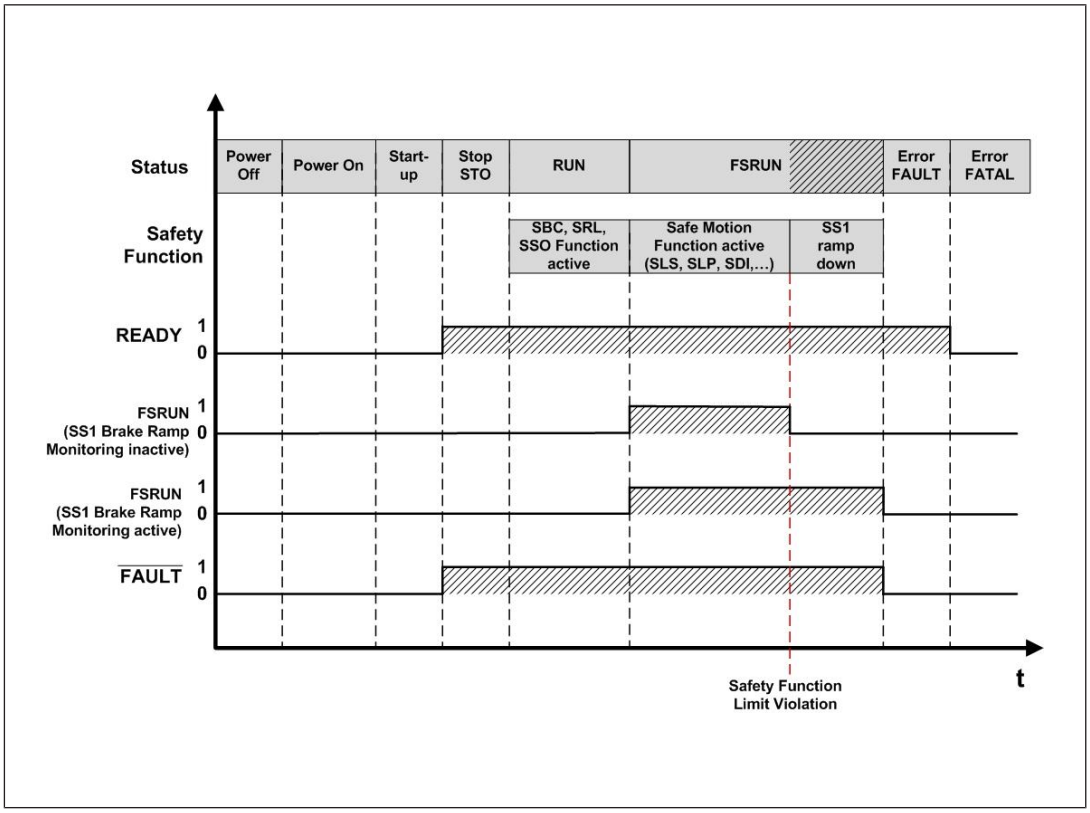


Abb.: Sicherheitsfunktion SSO

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

4.11.15 Hysterese für Überwachungsfunktionen

Zu den Grenzwerten für die Überwachung kann zusätzlich ein **Hysteresefenster** definiert werden.

Dadurch kann ein Toggeln des Rückmeldesignals im Bereich des Grenzwertes vermieden werden.

Für folgende Überwachungsfunktionen ist ein Hysteresefenster definierbar

- SDI-M (Sicher überwachte Bewegungsrichtung)
- SLI-M (Sicher überwachtes Schrittmaß)
- SLS-M (Sicher überwachte Geschwindigkeit)
- SOS-M (Sicher überwachter Betriebshalt)
- SSR-M (Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich)
- SLP-M (Sicher überwachte Position)

INFO

Hysterese (optional)

Wenn im Konfigurator einer Überwachungsfunktion die Option Permanentüberwachung (siehe Permanentüberwachung (optional) [78]) gewählt wurde, muss zwingend die Option Hysterese gewählt werden.

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

Verhalten bei Grenzwertüberschreitung

Wird eine Überschreitung eines Grenzwerts erkannt, wird der Ausgang der jeweiligen Sicherheitsfunktion zurückgesetzt (0-Signal).

Das erneute Setzen des Rückmeldeausgangs (1-Signal) muss über eine der beiden Funktionen erfolgen:

- SET/RESET-Funktion (Default)
- Hysterese (optional)

SET/RESET-Funktion (Default)

- Der Ausgang bleibt dauerhaft zurückgesetzt, auch wenn die Grenzwertüberschreitung nicht mehr vorliegt.
- Der Ausgang bleibt solange zurückgesetzt, bis nach einer Aktivierungsflanke am Eingang die Sicherheitsfunktion erneut aktiviert wurde, die Verzögerungszeit abgelaufen ist und die Grenzwertverletzung nicht mehr vorliegt.

Hysterese (optional)

- Nach einer Grenzwertüberschreitung wird der Rückmeldeausgang erst wieder gesetzt, wenn der Istwert um den konfigurierten Hysterese-Wert unter den Grenzwert gefallen ist.

Konfiguration einer Überwachungsfunktion mit Hysterese im Konfigurations-Tool

Feld: Hysterese			
Eingabefeld	**Gültige Eingabe**	**Einheit**	**Beschreibung**
Hysterese	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)		Aktiviert: Erneutes Setzen des Rückmeldeausgangs über die Hysterese. Deaktiviert: Die SET/RESET-Funktion ist aktiv.
Hysteresefenster ($hyst_{win}$)	0 … 100 (Default: 10)	[%]	Definiert ein zusätzliches Fenster zum festgelegten Grenzwert. Wenn der Istwert um das Hysteresefenster unter den Grenzwert gefallen ist, wird der Rückmeldeausgang erneut gesetzt.

Verhalten der Hysterese, abhängig von der Überwachungsfunktion

Sicherheitsfunktion	Gültige Eingabe	Beschreibung
SDI-M	-	Als Hysteresefenster wird das im Eingabefeld "Fenster Stillstandsposition (pos_{win})" konfigurierte Toleranzfenster verwendet. Wenn sich also nach einer Grenzwertüberschreitung die aktuelle Position um mehr als das konfigurierte Toleranzfenster in die korrekte Richtung bewegt, wird der Rückmeldeausgang wieder gesetzt.
SLI-M	0 … 100 %	Als Hysteresefenster wird 0 … 100 % des zulässigen Positionsbereichs, also der Summe aus dem Eingabewert "Oberer Grenzwert Position ($pos_{upperLimit}$)" und "Unterer Grenzwert Position ($pos_{lowerLimit}$)", verwendet.
SLS-M	0 … 100 %	Als Hysteresefenster wird 0 … 100 % des im Eingabefeld "Grenzwert Geschwindigkeit (v_{lim})" konfigurierten Grenzwertes verwendet.
SOS-M	0 … 100 %	Als Hysteresefenster wird 0 … 100 % des im Eingabefeld "Positionsfenster Stillstand (pos_{win})" konfigurierten Grenzwertes verwendet.
SSR-M	0 … 100 %	Als Hysteresefenster wird 0 … 100 % des zulässigen Geschwindigkeitsbereichs, also der Differenz zwischen dem Eingabewert "Oberer Grenzwert Geschwindigkeit ($v_{upperLimit}$)" und "Unterer Grenzwert Geschwindigkeit ($v_{lowerLimit}$)", verwendet.
SLP-M	0 … 100 %	Als Hysteresefenster wird 0 … 100% des zulässigen Positionsbereichs, also der Differenz zwischen dem Eingabewert "Oberer Grenzwert Position ($pos_{upperLimit}$)" und "Unterer Grenzwert Position ($pos_{lowerLimit}$)", verwendet.

Die Überwachungsfunktion SLS-M (Sicher überwachte Geschwindigkeit) dient als Beispiel für das Verhalten bei Hysterese und SET/RESET.

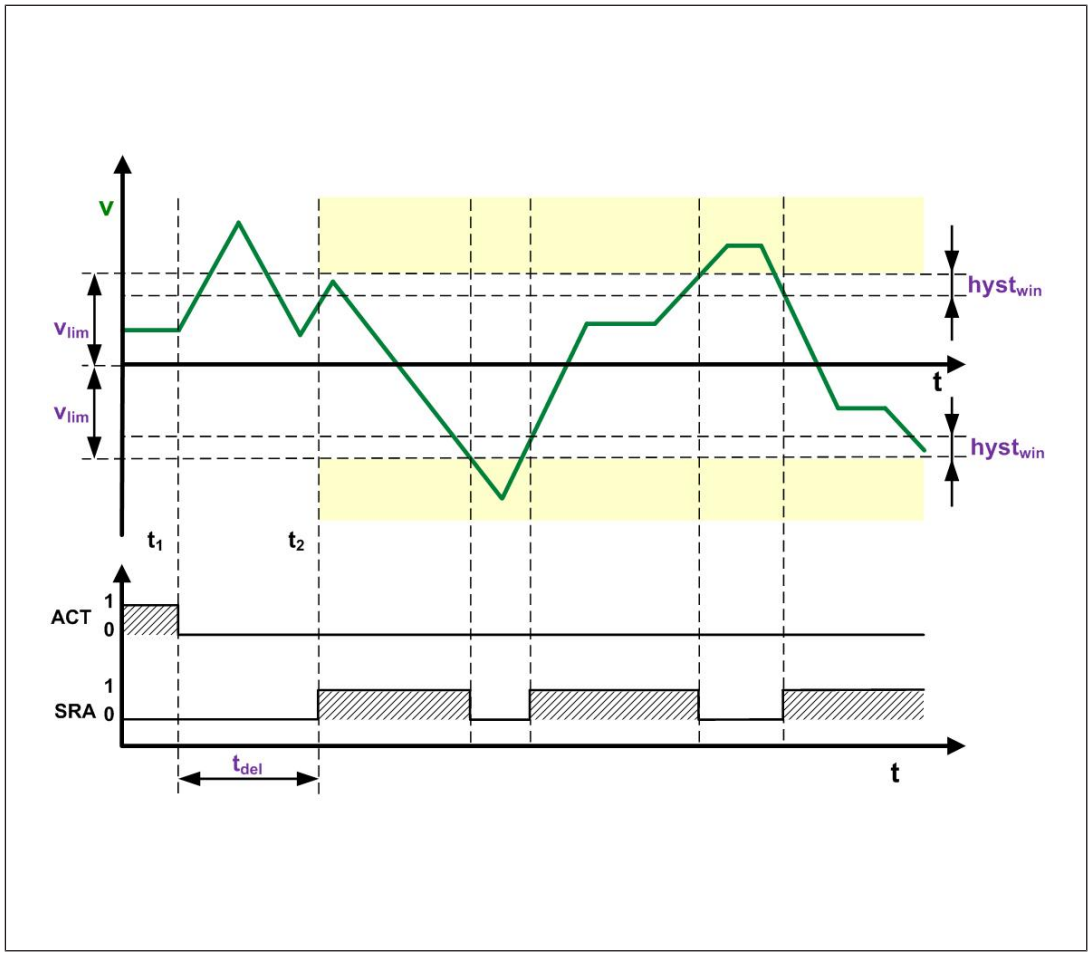


Abb.: Ablaufdiagramm SLS-M, Hysterese (optional)

Legende

v	Geschwindigkeit
$hyst_{win}$	Hysteresefenster
v_{lim}	Grenzwert Geschwindigkeit
t_1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLS-M
t_2	Start der Überwachung
t_{del}	Verzögerungszeit
ACT	Aktivierungseingang für Sicherheitsfunktion SLS-M
SRA	Safe Range Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLS-M

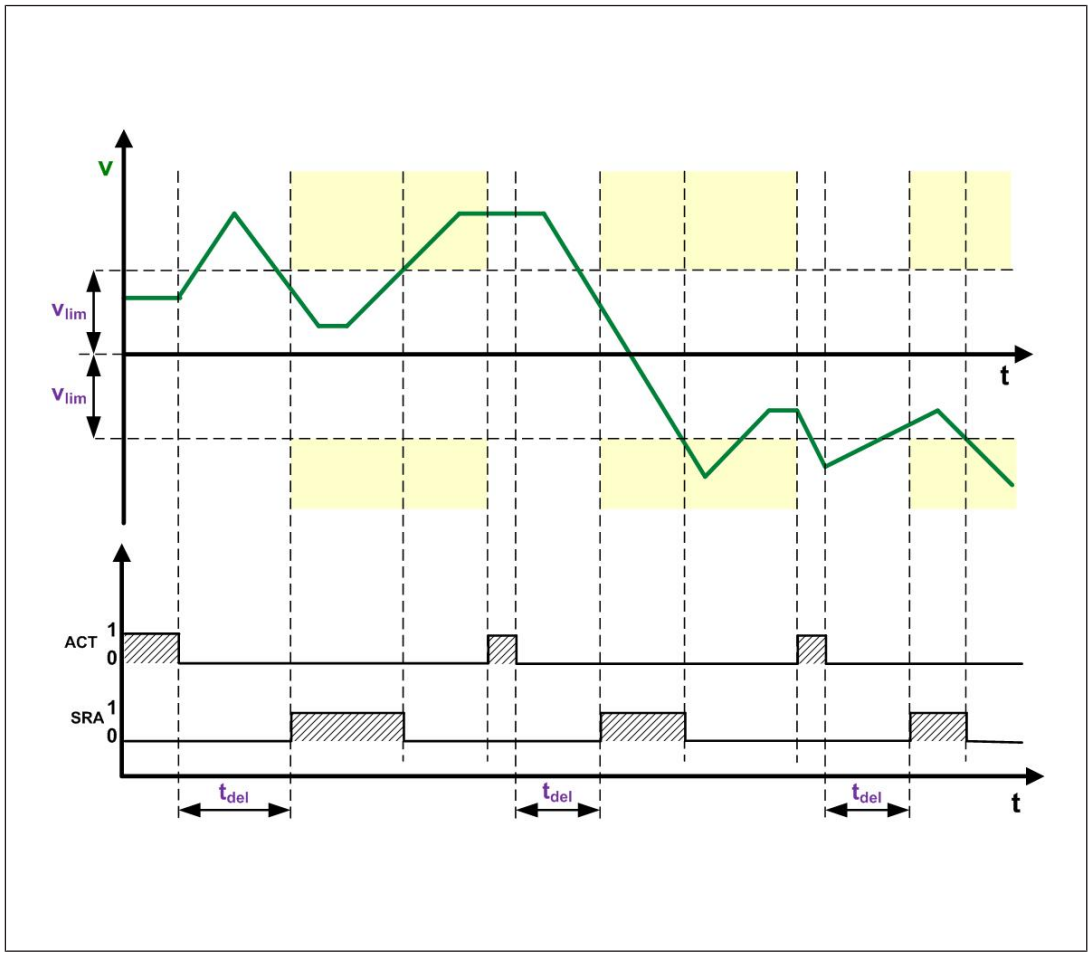


Abb.: Ablaufdiagramm SLS-M, SET/RESET (Default)

Legende

v	Geschwindigkeit
v_{lim}	Grenzwert Geschwindigkeit
t_{del}	Verzögerungszeit
ACT	Aktivierungseingang für Sicherheitsfunktion SLS-M
SRA	Safe Range Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLS-M

4.12 Konfiguration

Im Sicherheitskonfigurator (PASmotion) werden die vom Sicherheitsmodul auszuführenden Sicherheitsfunktionen festgelegt (PASmotion ist Bestandteil der DriveControlSuite):

- Konfiguration der für sichere Bewegungsabläufe notwendigen Sicherheitsfunktionen.
- Parametrierung
  - von Grenzwerten
  - von Bremsrampen für die Sicherheitsfunktionen
  - der Überwachung von Bewegungsabläufen
- Die Ein- und Ausgänge werden den Sicherheitsfunktionen zugeordnet.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten die Konfiguration zu übertragen.

Übertragung der Konfiguration zum Sicherheitsmodul

- Online vom Konfigurator zum Sicherheitsmodul (Download)
- Übertragung der Konfiguration vom Paramodul des Antriebsreglers auf das Sicherheitsmodul (Upload).
- Die Konfiguration wird beim Download auf Plausibilität geprüft.

Übertragung der Konfiguration vom Sicherheitsmodul

- Online vom Sicherheitsmodul zum Konfigurator (Upload)
- Speichern der Konfiguration auf dem Paramodul des Antriebsreglers.

Im Online-Betrieb sind möglich

- Anzeige von Betriebszuständen des Sicherheitsmoduls (in der Parameter-Navigation: Fehler-Stack)
- Anzeige von Meldungen (in der Parameter-Navigation: Fehler-Stack)
- Download Konfiguration auf das Sicherheitsmodul
- Upload Konfiguration auf den PC

Es sind folgende Sicherheitsmechanismen integriert

- Sichere Adressierung des Sicherheitsmoduls (Identifikation des Sicherheitsmoduls über die Seriennummer)
- 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.

5 Verdrahtung

5.1 Allgemein Hinweise zur Verdrahtung

Eingänge

Bitte beachten Sie die in folgendem Kapitel beschriebenen Maßnahmen zur Verdrahtung.
Aktivierung der Sicherheitsfunktionen [27]

Ausgänge

Bitte beachten Sie die in folgendem Kapitel beschriebenen Maßnahmen zur Verdrahtung.
Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen [29]

Leitungsmaterial

- Leitungsmaterial aus Kupferdraht verwenden.
- Max. Leitungslängen
  - Versorgungsspannung: max. 30 m
  - Digitale Ein- und Ausgänge: max. 30 m
  - 1-poliger Ausgang 1BD1/1BD2 (X5) max. 100 m
  - 2-poliger Ausgang SBC+/SBC- (X8) max. 100 m
  - Externer Encoder 30 … 50 m, siehe Externe Encoder [163]

Leiterquerschnitte

INFO

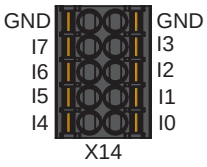
Die Angabe der Aderendhülsen (AEH) erfolgt in Anlehnung an DIN 46228-1 bzw. DIN 46228-4.

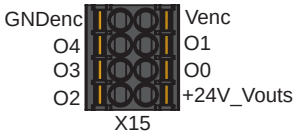
Klemmenspezifikation X2, X5, X7, X8		
Rastermaß	**5,08 mm**	
Nennstrom bei 40°C Umgebungs-temperatur	CE / UL / CSA	16 A/ 10 A/ 10 A
Max. Leiterquerschnitt	Flexibel ohne AEH	2,5 mm^2
	Flexibel mit AEH ohne Kunststoffkragen	2,5 mm^2
	Flexibel mit AEH mit Kunststoffkragen	2,5 mm^2
	2 Leiter flexibel mit Doppel-AEH mit Kunststoffkragen	--
	AWG nach UL/ CSA	12

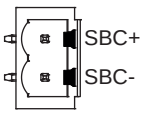
Klemmenspezifikation X2, X5, X7, X8		
Rastermaß	**5,08 mm**	
Min. Leiterquerschnitt	Flexibel ohne AEH	0,2 mm^2
	Flexibel mit AEH ohne Kunststoffkragen	0,2 mm^2
	Flexibel mit AEH mit Kunststoffkragen	0,2 mm^2
	2 Leiter flexibel mit Doppel-AEH mit Kunststoffkragen	--
	AWG nach UL/ CSA	26
Abisolierlänge	10 mm	

Klemmenspezifikation X14 / X15		
Rastermaß	**3,5 mm**	
Nennstrom bei 40°C Umgebungs-temperatur	CE / UL / CSA	8 A
Max. Leiterquerschnitt	Flexibel ohne AEH	1,5 mm^2
	Flexibel mit AEH ohne Kunststoffkragen	1,5 mm^2
	Flexibel mit AEH mit Kunststoffkragen	0,75 mm^2
	2 Leiter flexibel mit Doppel-AEH mit Kunststoffkragen	--
	AWG nach UL/ CSA	16
Min. Leiterquerschnitt	Flexibel ohne AEH	0,2 mm^2
	Flexibel mit AEH ohne Kunststoffkragen	0,25 mm^2
	Flexibel mit AEH mit Kunststoffkragen	0,25 mm^2
	2 Leiter flexibel mit Doppel-AEH mit Kunststoffkragen	--
	AWG nach UL/ CSA	24
Abisolierlänge	10 mm	

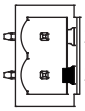
5.2 Steckerbelegung

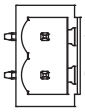
X14	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	I0	Sicherer digitaler Eingang
	2	I1	Sicherer digitaler Eingang
	3	I2	Sicherer digitaler Eingang
	4	I3	Sicherer digitaler Eingang
	5	GND	Bezugspotenzial für digitale Eingänge (0 V)
	6	I4	Sicherer digitaler Eingang
	7	I5	Sicherer digitaler Eingang
	8	I6	Sicherer digitaler Eingang
	9	I7	Sicherer digitaler Eingang
	10	GND	Bezugspotenzial für digitale Eingänge (0 V)

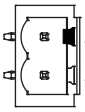
X15	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	+24V_Vouts	Versorgungsspannung für digitale Ausgänge (24 V_{DC}) (PELV) Hinweis: Die Versorgungsspannung wird auch dann benötigt, wenn keine sicheren Ausgänge genutzt werden.
	2	O0	Sicherer binärer Ausgang
	3	O1	Sicherer binärer Ausgang
	4	Venc	Versorgungsspannung für externen Encoder
	5	O2	Sicherer binärer Ausgang
	6	O3	Sicherer binärer Ausgang
	7	O4	Sicherer binärer Ausgang
	8	GNDenc	Bezugspotenzial für externen Encoder (0 V)

X8	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	SBC+	Ausgang Ansteuerung Bremse 2 +
	2	SBC-	Ausgang Ansteuerung Bremse 2 -

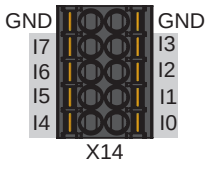
Die folgenden Steckerbelegungen/Funktionen sind in der Bedienungsanleitung des Antriebsreglers beschrieben:

X2	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	1TP1/1K1+	Motortemperaturfühler
	2	1TP2/1K2-	Motortemperaturfühler

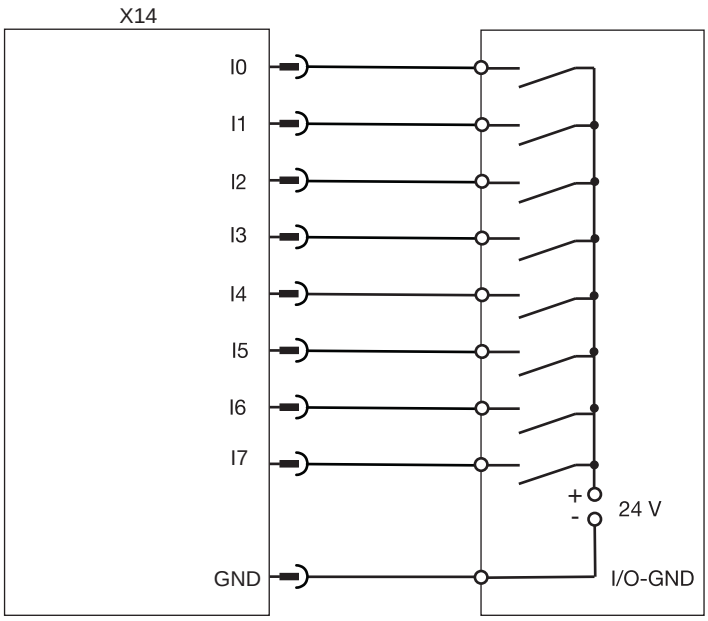
X7	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	+24 V	Versorgung Bremsen (PELV)
	2	GND	Versorgung Bremsen

X5	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	1BD1	Ausgang Ansteuerung Bremse 1 +
	2	1BD2	Ausgang Ansteuerung Bremse 1 -

5.3 Digitale Eingänge

X14	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	I0	Sicherer digitaler Eingang
	2	I1	Sicherer digitaler Eingang
	3	I2	Sicherer digitaler Eingang
	4	I3	Sicherer digitaler Eingang
	6	I4	Sicherer digitaler Eingang
	7	I5	Sicherer digitaler Eingang
	8	I6	Sicherer digitaler Eingang
	9	I7	Sicherer digitaler Eingang

Klemmenbelegung

Eingangskreis	Digitaler Eingang
	max. Leitungslänge: 30 m 24 V_{DC} massebezogen: X14 GND intern verbunden

Anschlussprinzip

5.4 Digitale Ausgänge

5.4.1 Versorgungsspannung

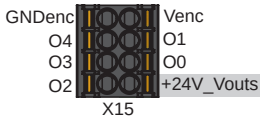
Die digitalen Ausgänge benötigen eine Versorgungsspannung von 24 V DC.

- Beachten Sie bei der Auswahl des Netzteils die Anforderungen im Kapitel Technische Daten [186].

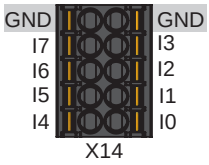
WARNUNG!

Lebensgefahr durch Stromschlag!

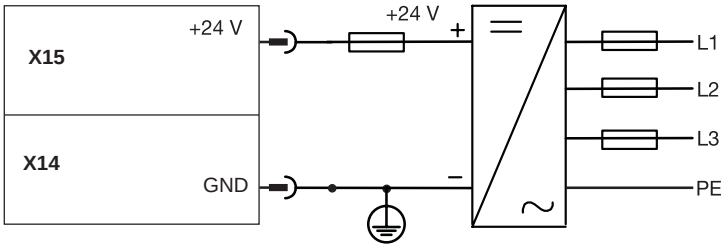
Achten Sie beim externen Netzteil zur Erzeugung der Versorgungsspannung auf eine sichere elektrische Trennung. Andernfalls besteht Lebensgefahr durch Stromschlag.

X15	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	+24 V_Vouts	Versorgungsspannung für digitale Ausgänge (24 V_{DC}) (PELV)

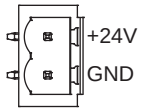
Klemmenbelegung

X14	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	5	GND	Bezugspotenzial für digitale Ausgänge (GND) GND ist mit GND intern verbunden
	10	GND	

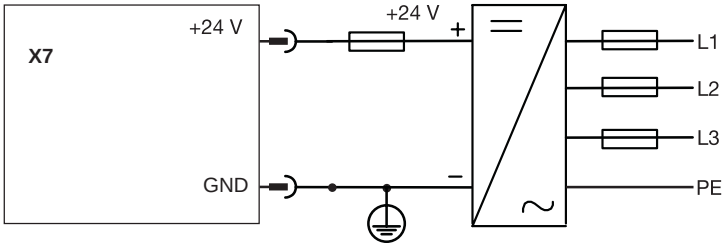
Klemmenbelegung

Versorgungsspannung	
	max. Leitungslänge: 30 m 24 V- Anschluss potenzialgetrennt aus externem Netzteil, z. B. mit Trenntransformator Absicherung 4 A T

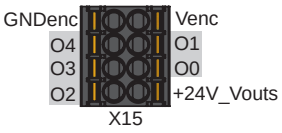
Anschluss

X7	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	+ 24 V	Versorgung Bremsen (PELV)
	2	GND	Versorgung Bremsen

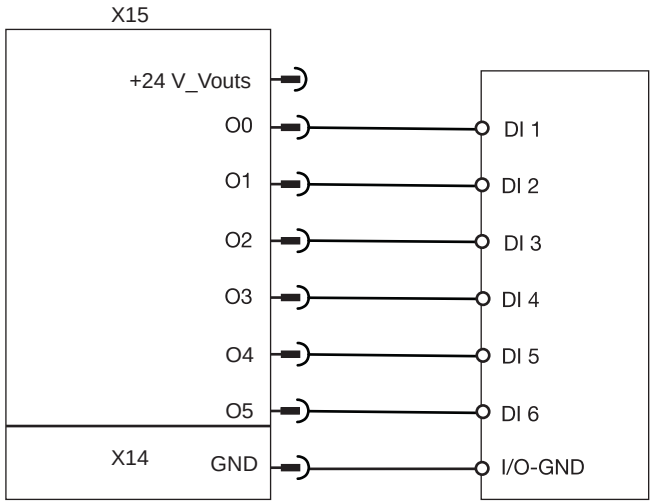
Klemmenbelegung

Versorgungsspannung	
	Max. Leitungslänge: 30 m Versorgungsspannung der Bremse: 24 V_{DC} (PELV) Toleranz: 0 … 20% Absicherung 8 A T

5.4.2 Einpolige Ausgänge

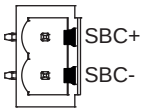
X15	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	2	O0	Sicherer binärer Ausgang
	3	O1	Sicherer binärer Ausgang
	5	O2	Sicherer binärer Ausgang
	6	O3	Sicherer binärer Ausgang
	7	O4	Sicherer binärer Ausgang

Klemmenbelegung

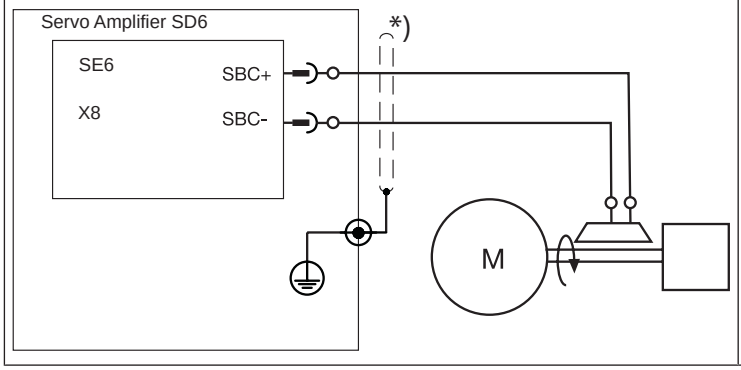
Ausgangskreis	Digitaler Ausgang
	max. Leitungslänge: 30 m 24 V_{DC}

Anschlussprinzip

5.4.3 Zweipolige Ausgänge

X8	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	SBC+	Ausgang: Ansteuerung Bremse 2 +
	2	SBC-	Ausgang: Ansteuerung Bremse 2 -

Steckerbelegung

Externe mechanische Bremse	Digitaler Ausgang
	max. Leitungslänge: 100 m *) Bei Antriebsreglern der Baugröße 3 sind geschirmte Leitungen notwendig

Anschluss

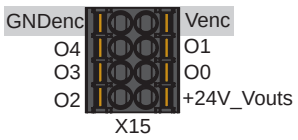
5.5 Externe Encoder

5.5.1 Versorgungsspannung

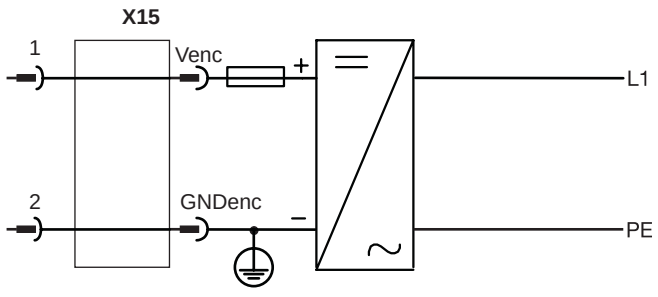
WARNUNG!

Lebensgefahr durch Stromschlag!

Achten Sie beim externen Netzteil zur Erzeugung der Versorgungsspannung auf eine sichere elektrische Trennung. Andernfalls besteht Lebensgefahr durch Stromschlag.

X15	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	4	Venc	Versorgungsspannung für externen Encoder (PELV)
	8	GNDenc	Bezugspotenzial für externen Encoder (0 V)

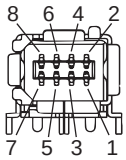
Klemmenbelegung

Versorgungsspannung	
	max. Leitungslänge: 30 m Absicherung 0,5 A T Max. Spannung 30 V_{DC}

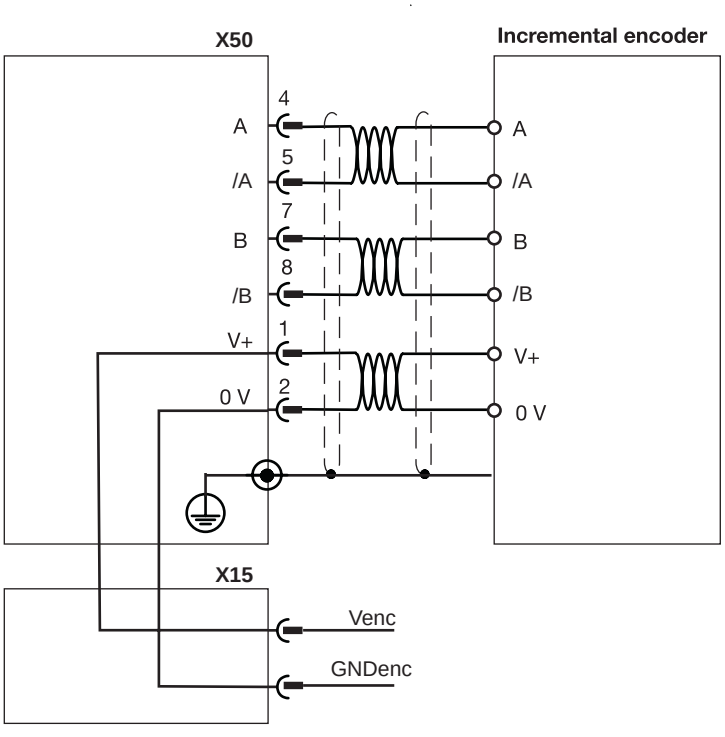
Anschluss

5.5.2 Inkrementalgeber mit TTL-Signal

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

X50	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	V+	Versorgungsspannung
	2	0 V	Bezugspotenzial Versorgungs-spannung
	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		

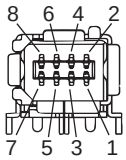
Steckerbelegung

Eingangskreis	Inkrementalgeber
	paarweise verdrillt, geschirmt Schirmanschluss im Gehäuse

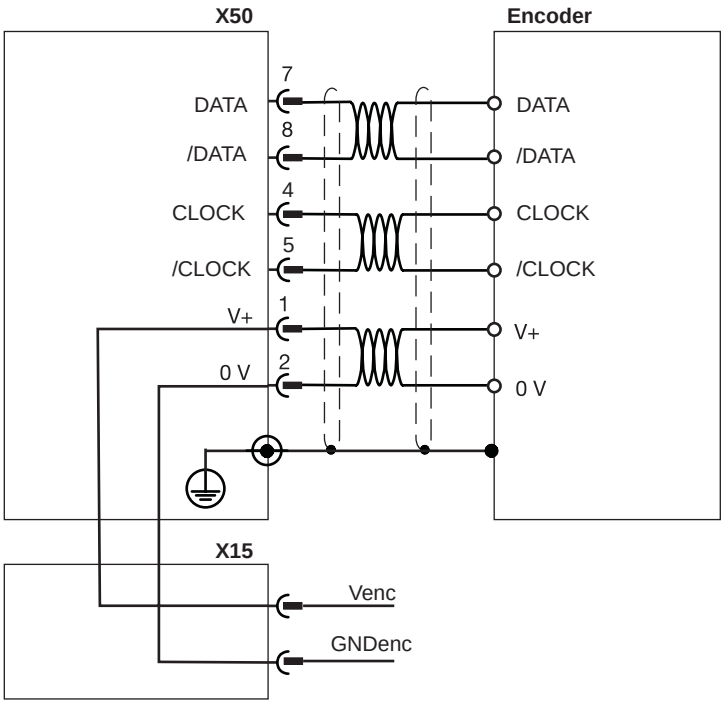
Anschluss

5.5.3 Absolutwertgeber mit SSI-Schnittstelle

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

X50	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
	1	V+	Versorgungsspannung
	2	0 V	Bezugspotenzial Versorgungs-spannung
	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

Eingangskreis	Absolutwertgeber
	geschirmt Schirmanschluss im Gehäuse

Anschluss

6 Inbetriebnahme

6.1 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 Antriebsreglers.

GEFAHR!

Lebensgefahr durch elektrischen Schlag!

Verdrahten Sie die elektrischen Anschlüsse der Antriebsregler 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!

Lebensgefahr durch automatischen Anlauf des Motors!

Der Motor kann nach Konfiguration des Sicherheitsmoduls sofort in Bewegung gesetzt werden, wenn in der Antriebskonfiguration die Option Autostart (Parameter A34) 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 Wiederanlaufsperre (SRL) verwendet werden.

6.2 Erstinbetriebnahme

Voraussetzungen für die Inbetriebnahme

- Der Antriebsregler ist für die Inbetriebnahme vorbereitet (siehe Bedienungsanleitung des Antriebsreglers).
- In der Inbetriebnahme-Software des Antriebsreglers muss das Sicherheitsmodul projektiert werden.
- Die Seriennummer des Sicherheitsmoduls ist bekannt. Sie kann im Antriebsregler über Parameter S54, wie folgt, ausgelesen werden:
  - Durch Aufrufen der Parameterliste in der Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite.
  - Über das Display des Antriebsreglers SD6

INFO

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

1. Sicherheitsmodul verdrahten

INFO

Beachten Sie die Hinweise im Kapitel "Verdrahtung".

- Schließen Sie das Bezugspotenzial für die Eingänge (X14/5) und die Versorgungsspannung der Ausgänge (X15/1) an.

INFO

Schalten Sie zu diesem Zeitpunkt die Versorgungsspannung nicht ein.

Verdrahten Sie die Ein- und 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 Antriebsregler verbinden

- Verbinden Sie den PC mit dem Antriebsregler.

3. Versorgungsspannung einschalten

- Schalten Sie alle Versorgungsspannungen des Antriebsreglers und des Sicherheitsmoduls ein.
  - ⇨ Das Display zeigt an: STÖBER ANTRIEBSTECHNIK SD6A
  - ⇨ Das Display zeigt an: Statusanzeige Selbsttest

Sie erkennen die Betriebsbereitschaft des Antriebsreglers und des Sicherheitsmoduls am Display des Antriebsreglers. Sie finden die Beschreibung der Statusausgabe des Sicherheitsmoduls in folgendem Kapitel Betrieb Sicherheitsmodul [📖 175].

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

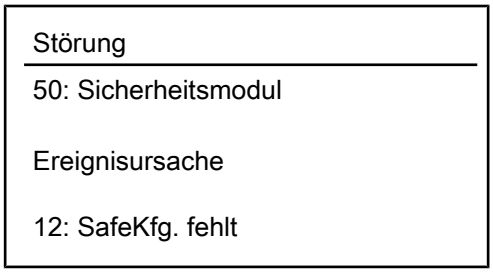
Weitere Informationen finden Sie im Kapitel Betriebszustände [📖 176].

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).

Das Display zeigt an:



4. DriveControlSuite starten und Sicherheitsmodul konfigurieren

- Starten Sie die Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite.
- Projektieren und konfigurieren Sie Ihr Antriebssystem.
  (Detaillierte Informationen entnehmen Sie der Inbetriebnahmeanleitung des Antriebsreglers SD6.)

5. Sicherheitsmoduls über PASmotion konfigurieren

INFO

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

- Markieren Sie im Projektbaum den Antriebsregler mit dem zu konfigurierenden Sicherheitsmodul SE6.
- Klicken Sie auf " Safety Konfiguration"
  - ⇨ Das Konfigurations-Tool PASmotion öffnet sich.
- Folgende Grundeinstellungen im Offline-Betrieb sind obligatorisch:
  - Kennwörter festlegen
  - Einheiten festlegen (optional)
    (Die Einheiten sind unabhängig vom Achsmodell des Antriebsreglers.)
  - Externer-Encoder (optional)
  - Motor konfigurieren
  - Sicherheitsfunktion SS1 Sicherer Stopp 1 konfigurieren
  - Ein- und 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 in Parameter S54 enthaltene Seriennummer des Sicherheitsmoduls über das SD6-Display oder die Parameterliste der DriveControlSuite ausgelesen.
- Schalten Sie die Antriebsregler SD6 ein und stellen Sie eine Online-Verbindung zu diesen her.
  - ⇨ Nach dem Aufbau der Verbindung zum Antriebsregler werden die Sicherheitskonfigurationen verglichen. Da bei einer Erstinbetriebnahme keine Konfiguration vorhanden sein kann, stellt PASmotion unterschiedliche Sicherheitskonfigurationen fest.
- Wählen Sie ***Weiter***.
- Bestätigen Sie die richtige Seriennummer des Sicherheitsmoduls.
- Wählen Sie ***Weiter.***
- Wählen Sie ***Download.***
  - ⇨ Das Fenster "Download erfolgreich abgeschlossen" (grüner Kreis mit Haken) öffnet sich.
- Wählen Sie ***Fertig.***

Ausführliche Informationen zum Download finden Sie in der Online-Hilfe des Sicherheitsmoduls.

7. Konfiguration auf dem sicheren Antriebsregler speichern

- Drücken Sie auf dem Antriebsregler das Disketten-Symbol oder speichern Sie die Konfiguration in der DriveControlSuite über Assistent "Werte speichern".
  - ⇨ Die Konfiguration wird auf dem Paramodul des Antriebsreglers gespeichert.

Sie haben die Konfiguration vom Sicherheitsmodul zum Antriebsregler erfolgreich übertragen und gespeichert.

8. Sicherheitsprüfungen

Beachten Sie bitte das folgende Kapitel Sicherheitsprüfungen [📖 173].

6.3 Wiederinbetriebnahme nach Gerätetausch

Der Antriebsregler SD6A mit Sicherheitsmodul wurde durch ein neues Gerät ersetzt.

Die auf dem Paramodul gespeicherte Konfiguration soll auf dem neuen Gerät installiert werden.

Gehen Sie wie folgt vor:

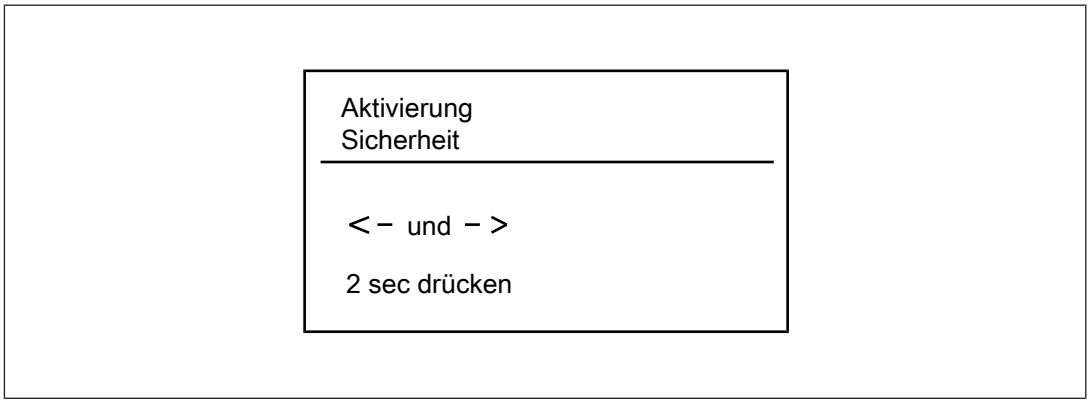
Paramodul in den neuen Antriebsregler stecken

- Entfernen Sie das mit dem Antriebsregler mitgelieferte Paramodul.
- Stecken Sie das Paramodul mit der gespeicherten Konfiguration in den Antriebsregler.

2. Versorgungsspannung einschalten

- Schalten Sie die Versorgungsspannung des Antriebsreglers ein.
  - ⇨ Das Display zeigt an: STÖBER ANTRIEBSTECHNIK SD6A
  - ⇨ Das Display zeigt an: Statusanzeige Selbsttest

Das Display zeigt an:

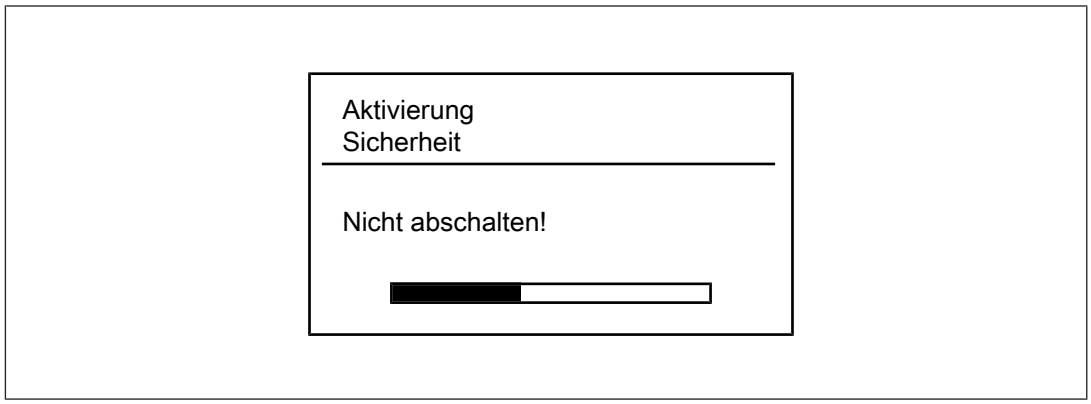


3. Konfiguration auf dem Sicherheitsmodul speichern

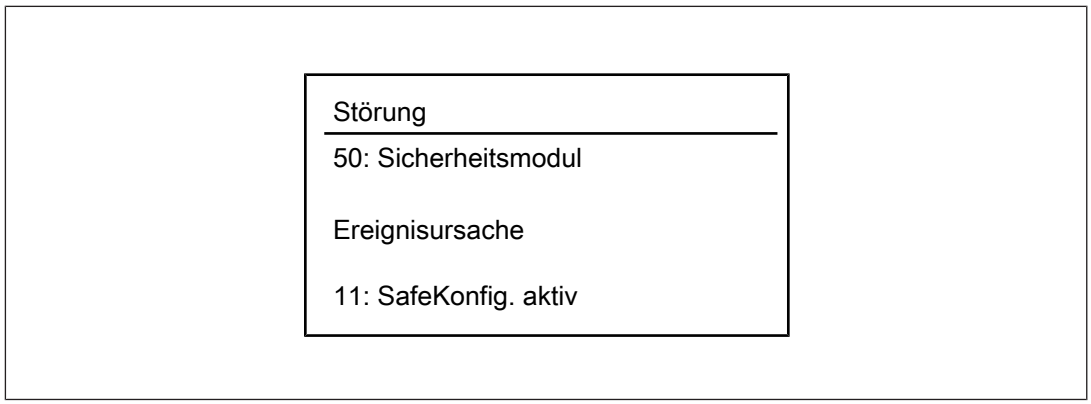
- Drücken Sie die Pfeiltaste rechts und die Pfeiltaste links gleichzeitig für zwei Sekunden.

Wenn Sie die Pfeiltasten nicht innerhalb von 60 Sekunden betätigen, wird die Übernahme der Daten abgebrochen (siehe Punkt 5.).

Das Display zeigt an:



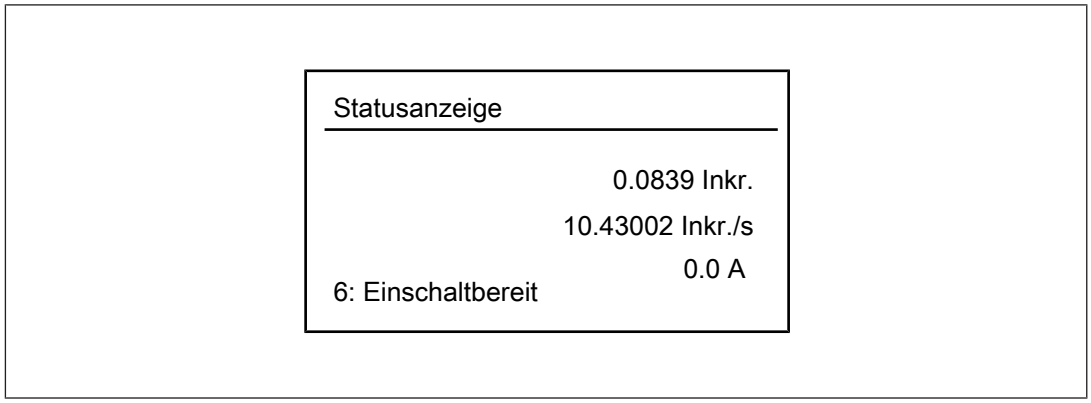
Das Display zeigt an:



4. Gerätetausch beenden

- Quittieren Sie die Meldung

Das Display zeigt an:



- Der Antriebsregler ist einschaltbereit.

INFO

Der Antriebsregler wechselt nur in "Einschaltbereit" wenn folgende Grundvoraussetzungen erfüllt sind:
- Die Sicherheitsfunktion STO ist inaktiv
- Der Zwischenkreis des Antriebsreglers ist aufgeladen
- Die Gerätefreigabe ist inaktiv

Der Parameter E49 des Antriebsreglers gibt an, warum der Antriebsregler nicht einschaltbereit ist.

5. Übernahme der Konfiguration vom Paramodul wurde abgebrochen

Die beiden Pfeiltasten rechts und links (siehe Punkt 2. und 3.) wurden nicht innerhalb von 60 Sekunden für zwei Sekunden betätigt.

⇨ Abbruch der Datenübernahme

Das Display zeigt an:

Störung
50: Sicherheitsmodul
Ereignisursache
13: ErrAktivierung

6. Sicherheitsprüfungen

Beachten Sie bitte das folgende Kapitel Sicherheitsprüfungen [📖 173].

6.4 Sicherheitsprüfungen

Das Sicherheitsmodul SE6 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 Antriebsreglers

Eine vollständige Prüfung umfasst die

- ordnungsgemäße Ausführung der verwendeten Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls SE6
- 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 SE6 aus der Risikoanalyse der Maschine bzw. Prozesses
- ist die Beschreibung des Sicherheitsmoduls SE6 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) [📖 134] .

7 Betrieb Sicherheitsmodul

Voraussetzungen für den Betriebszustand RUN sind:

- die Inbetriebnahme ist abgeschlossen
- die Konfigurationsdaten sind auf dem Sicherheitsmodul vorhanden
- die Sicherheitsfunktionen sind geprüft
- Das Display des Antriebsreglers zeigt an:
  Statusanzeige 6: Einschaltbereit (Parameter E80)

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 Ausgänge überwacht.
- werden permanente Selbsttests der Hardware durchgeführt.

7.1 Betriebszustände

Das Sicherheitsmodul befindet sich immer in einem eindeutig definierten Betriebszustand.

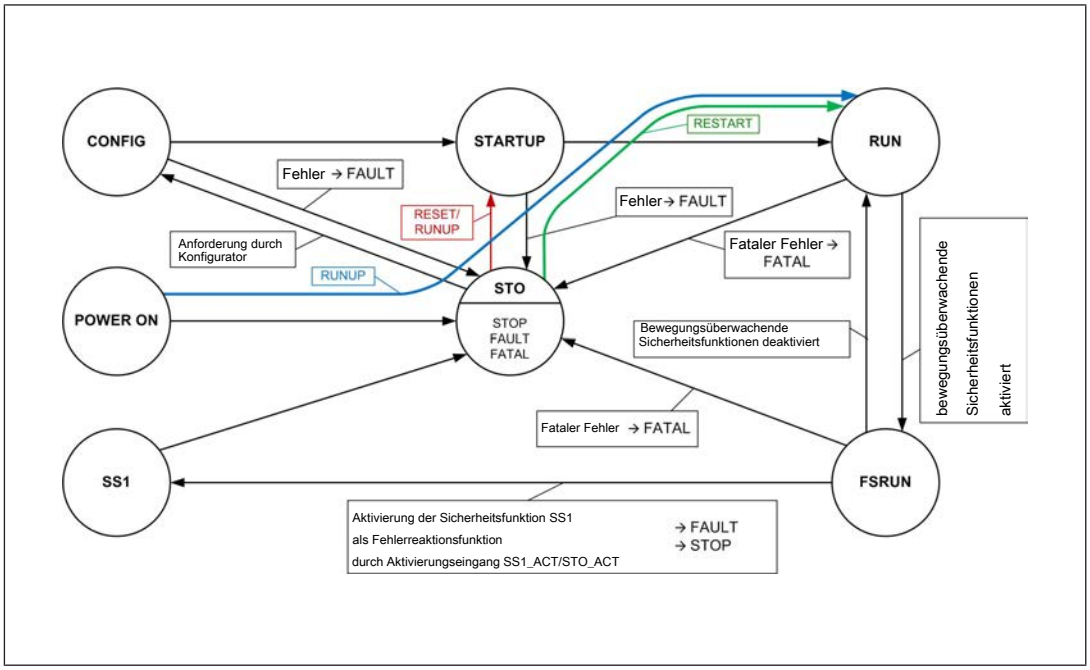


Abb.: Betriebszustände

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 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 [📖 51]) (siehe Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls [📖 52])
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.

7.2 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.

7.3 RESTART (Wiederanlauf)

Beim Wiederanlauf durchläuft das Sicherheitsmodul folgende Zustände:

STO → STARTUP → RUN

INFO

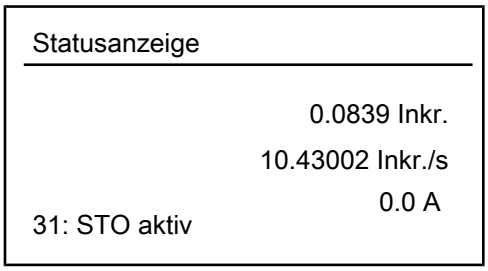
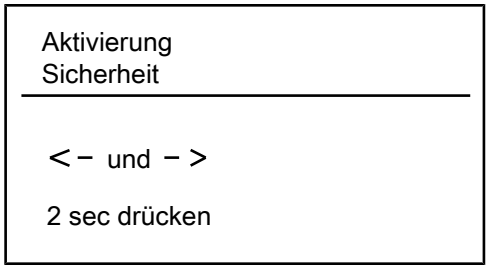
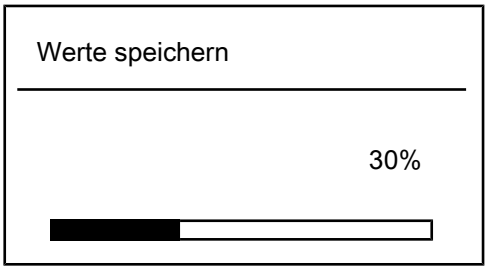
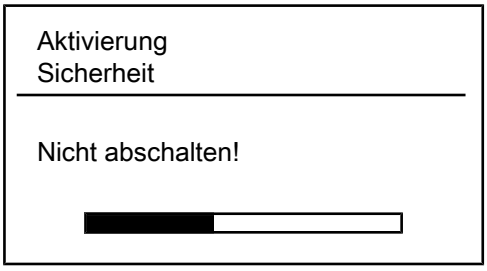
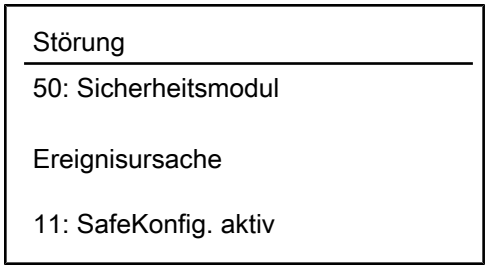
Das Sicherheitsmodul SE6 bietet unterschiedliche optionale Konfigurationsmöglichkeiten für den Wiederanlauf.

Über die Sicherheitsfunktionen Sichere Wiederanlaufsperre (SRL) und Sicherer Stopp 1 kann die RESTART-Funktion optional konfiguriert werden. (Siehe Sichere Wiederanlaufsperre (SRL) [📖 144])
Weitere Informationen zum RESET finden Sie in den Kapiteln
Sicherer Wiederanlauf der Maschine [📖 51]
Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls [📖 52].

7.4 Anzeigeelemente

Die Statusanzeige des Sicherheitsmoduls wird im Display des Antriebsreglers angezeigt.

Anzeige Display	Beschreibung
STÖBER ANTRIEBSTECHNIK SD6A [Aktuelle Geräte-Firmware]	Anzeige nach POWER ON
Statusanzeige Selbsttest	Anzeige nach POWER ON Das Sicherheitsmodul führt einen Selbsttest durch.
Statusanzeige 0.0839 Inkr. 10.43002 Inkr./s 0.0 A 6: Einschaltbereit	Der Antriebsregler ist einschaltbereit. Das Sicherheitsmodul ist im Zustand RUN.
...Sicherheit aktiv... 0.0839 Inkr. 10.43002 Inkr./s 0.0 A 6: Einschaltbereit	Der Antriebsregler ist einschaltbereit. Das Sicherheitsmodul ist im Zustand FSRUN.
Störung 50: Sicherheitsmodul Ereignisursache 12: SafeKfg. fehlt	Anzeige im Zustand STO_FAULT Sicherheitskonfiguration fehlt

Anzeige Display	Beschreibung
	Anzeige im Zustand STO STOP, FAULT, FATAL
	Nach Gerätetausch Aufforderung zum Drücken der Tasten Speichern der Konfiguration vom Paramodul auf dem neuen Antriebsregler.
	Nach Betätigen der Disketten-Taste oder dem Starten der Aktion A00: Werte speichern Übernahme der Konfiguration und Speichern auf das Paramodul.
	Nach Gerätetausch Anzeige während des Speichervorgangs der Konfiguration vom Paramodul auf der SE6.
	Nach Gerätetausch Der Speichervorgang vom Paramodul war erfolgreich. Das bewusste Quittieren der Übernahme der neuen Sicherheitskonfiguration ist erforderlich.

Anzeige Display	Beschreibung
Störung 50: Sicherheitsmodul Ereignisursache 13: ErrAktivierung	Nach Gerätetausch Die Übernahme der Daten vom Paramodul war nicht erfolgreich.

7.5 Meldungen

Informationen zu Meldungen des Sicherheitsmoduls entnehmen Sie dem separaten Dokument "Sicherheitsmodul SE6 – Diagnose".

7.6 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 digitalen Ein- und Ausgänge sind im Kapitel Digitale Ein- und Ausgänge [33] beschrieben.
- Für den Encoder ist eine Zwangsdynamisierung vorgeschrieben siehe Fehlererkennung Motor-Encoder [45].

8 Änderung, Wartung, Außerbetriebsetzung

8.1 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 Antriebsreglers.

– 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.

8.2 Wartung

An einem Sicherheitsmodul SE6 sind keine Wartungsarbeiten notwendig. Bitte senden Sie fehlerhafte Antriebsregler mit eingebautem Sicherheitsmodul an die Fa. Stöber zurück.

8.3 Außerbetriebsetzung

Beachten Sie die Gebrauchsdauer t_M in den sicherheitstechnischen Kennzahlen des Sicherheitsmoduls SE6.

Beachten Sie die Angaben zur Montage/Demontage in der Bedienungsanleitung des Antriebsreglers.

Beachten Sie bei der Außerbetriebsetzung die lokalen Gesetze zur Entsorgung von elektronischen Geräten (z. B. Elektro- und Elektronikgerätegesetz).

9 Feldbuskommunikation

Informationen zur Feldbuskommunikation finden Sie in der Bedienungsanleitung des Antriebsreglers DS6. Die Parameter zum Sicherheitsmodul befinden sich in der "S-Gruppe".

10 Technische Daten

Allgemein	
Zulassungen	**CE**
Anwendungsbereich	**Failsafe**
Eingang Absolutwertgeber	
Anzahl der Zählereingänge	**1**
Art der Zählereingänge	**SSI-Encoder**
Versorgungsspannung für Absolutwertgeber	**5 ... 30 VDC**
Signal des Ausgangs (Clock)	**Differenzsignal (RS-422)**
Max. Anzahl der Bits am Zählereingang	**12 - 28 Bit**
Übertragungsrate	**300 kHz**
Codierung des Eingangssignals	**Binär, Gray**
Signal am Dateneingang	**Differenzsignal (RS-422)**
Eingang Inkrementalgeber	
Anzahl der Eingänge	**1**
Versorgungsspannung für Inkrementalgeber	**5 ... 30 VDC**
Signalpegel bei "1"	**>= 2,5 V**
Signalpegel bei "0"	**<= 0,5 V**
Phasenlage der Differenzsignale A,/A und B,/B	**90° ±30°**
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	**5**
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	**1**
Max. Strom bei Umgebungstemperatur > 45 °C	**2,5 A**

Halbleiterausgänge 2-polig	
Typ. Ausgangsstrom bei "1"-Signal und Nennspannung Halbleiterausgang	**3,6 A**
Max. Schaltfrequenz	**1 Hz**
Reststrom bei "0"-Signal	**0,5 mA**
Kurzschlussfest	**ja**
Bremsenausgang BD1/BD2	
Max. Strom	**3 A**
mittlere Zeit bis zum Ausfall (MTTF)	**1098 Jahre**
Zeiten	
Zykluszeit Prozessorsystem	**3 ms**
Verzögerungszeit Pulssperre	**10 ms**
Umweltdaten	
Klimabeanspruchung	**EN 60068-2-1**
Umgebungstemperatur	
nach Norm	**EN 60721-3-3**
Temperaturbereich	**0 - 55 °C**
Lagertemperatur	
nach Norm	**DIN EN 60721-3-1**
Temperaturbereich	**-25 - 55 °C**
Max. Änderung	**20 K/h**
Feuchtebeanspruchung	
nach Norm	**EN 60721-3-3**
Feuchtigkeit	**85 % r. F.**
Betauung im Betrieb	**unzulässig**
EMV	**EN 61800-3**
Schwingungen	
nach Norm	**EN 60721-3-3**
Luft- und Kriechstrecken	
nach Norm	**EN 61800-5-1**
Überspannungskategorie	**III**
Verschmutzungsgrad	**2**
Schutzart	
nach Norm	**EN 60529**
Gehäuse	**IP20**
Klemmenbereich	**IP20**
Einbauraum (z. B. Schaltschrank)	**IP54**
Mechanische Daten	
Abmessungen	
Höhe	**15,6 mm**
Breite	**65,6 mm**
Tiefe	**260 mm**
Gewicht	**95 g**

Bei Normenangaben ohne Datum gelten die 2017-01 neuesten Ausgabestände.

10.1 Sicherheitstechnische Kennzahlen

Das Sicherheitsmodul SE6 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.

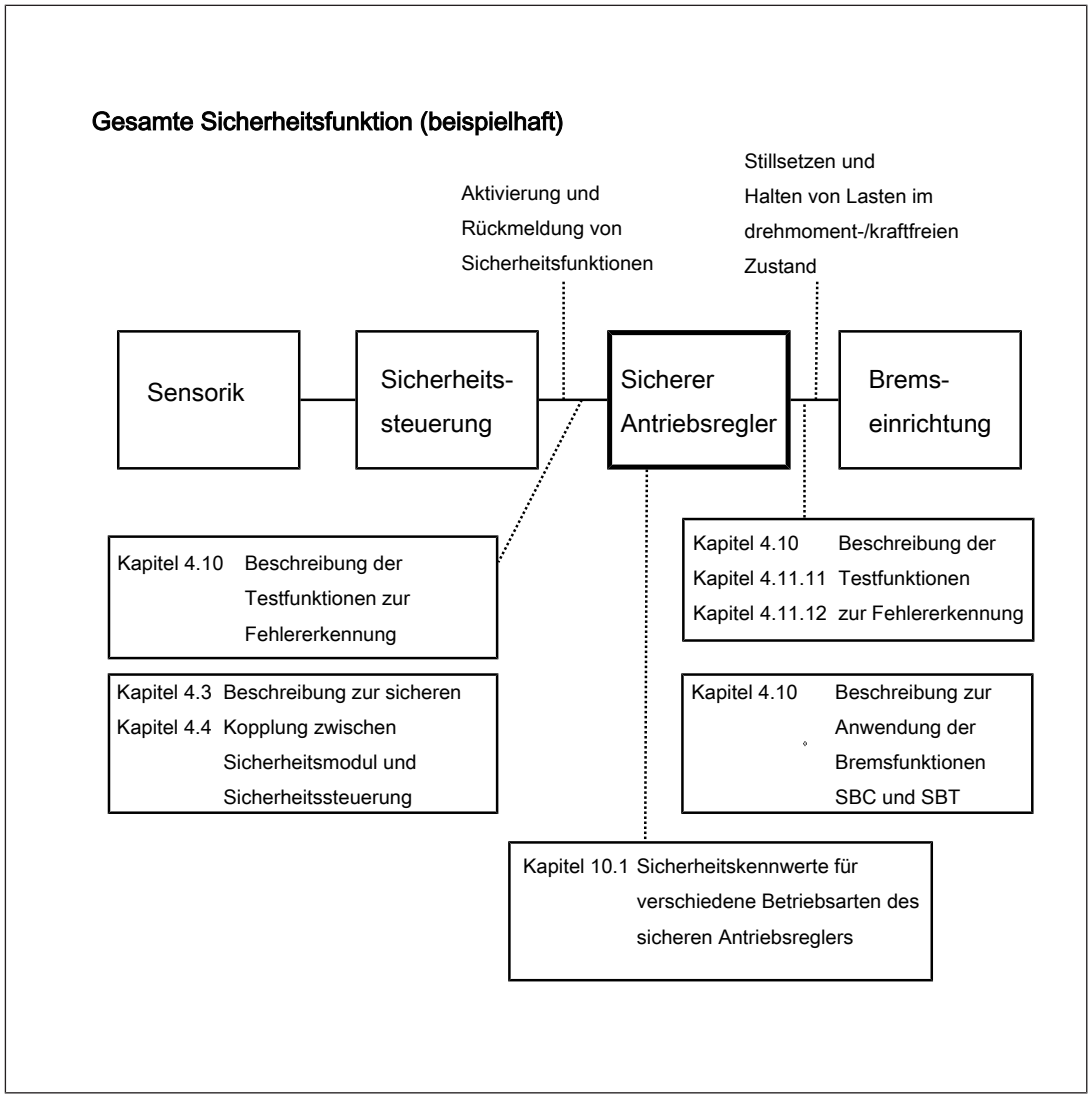


Abb.: Gesamte Sicherheitsfunktion und sicherheitsbezogene Teilsysteme

Ein "Sicherer Antriebsregler" ist eine bauliche und funktionale Einheit, bestehend aus

- einem Antriebsregler SD6 mit eingebautem Sicherheitsmodul SE6

Zur Bestimmung der Sicherheitsintegrität der Gesamtsicherheitsfunktion werden in dieser Bedienungsanleitung für das Teilsystem **sicherer Antriebsregler**

- 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 Antriebsregler** 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 [📖 45]

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 ≧ 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
Encoder MTTF ≧ 10a	▸ In dieser Betriebsart mögliche Positionssensoren – Motor-Encoder mit MTTF ≧ 10 Jahre und interne Systemgrößen – Motor-Encoder und externer Encoder mit MTTF ≧ 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 digitaler Eingang 1-polig – 2 x sicherer digitaler Ausgang 1-polig – 1 x sicherer digitaler Ausgang 2-polig	SIL 2, PL d (Kat. 3) Einschränkung durch die Ausfallrate des Encoder-Systems

Betriebsart	Beschreibung	Sicherheits-integrität Einschränkungen
Encoder MTTF ≧ 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 digitaler Eingang 1-polig – 2 x sicherer digitaler Ausgang 1-polig – 1 x sicherer digitaler Ausgang 2-polig	SIL 3, PL e (Kat. 4)

WICHTIG

Beachten Sie unbedingt die sicherheitstechnischen Kennzahlen, 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, Encoder MTTF ≥ 10a	**PL d**	**Cat. 3**	**SIL CL 2**	**1,12E-09**	**SIL 2**	**9,40E-05**	**20**
DIO, Encoder MTTF ≥ 57a	**PL e**	**Cat. 4**	**SIL CL 3**	**5,13E-10**	**SIL 3**	**4,45E-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.

10.2 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	-	-	3,6 A
Kapazitive Last	-	-	0,5 µF

Parameter Quelle	Min.	Typ.	Max.
Induktive Last	-	-	800 mH

11 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

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 parametrierten 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 parametrierten 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 parametrierten 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 parametrierten Grenzwerten wird gemeldet, löst aber keine Fehlerreaktionsfunktion aus.

Sichere Wiederanlaufsperre (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."

Technische Änderungen vorbehalten.

STÖBER ANTRIEBSTECHNIK GmbH + Co. KG
Kieselbronner Straße 12
75177 Pforzheim
Germany
Tel. +49 7231 582-0
mail@stoeber.de
www.stober.com

24 h Service Hotline +49 7231 582-3000