



# STÖBER

## ► Sicherheitsmodul SX6

**PILZ**  
THE SPIRIT OF SAFETY

Bedienungsanleitung-1006446-DE-03-STÖBER ID 443336.03



Dieses Dokument ist das Originaldokument.

Wo unvermeidbar, wurde aus Gründen der besseren Lesbarkeit die männliche Sprachform bei der Formulierung dieses Dokuments gewählt. Es wird versichert, dass alle Personen diskriminierungsfrei und gleichberechtigt betrachtet werden.

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

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



SD bedeutet Secure Digital

<b>1</b>	<b>Übersicht</b>	<b>6</b>
1.1	Aufbau	6
1.2	Sicherheitsfunktionen	6
1.3	Gerätemerkmale	7
1.4	Klemmenübersicht, Antriebsregler	8
1.4.1	Anschlussübersicht am Beispiel SC6A162	8
1.4.2	Anschlussübersicht am Beispiel SB6	9
<b>2</b>	<b>Einführung</b>	<b>11</b>
2.1	Beratung, Service, Anschrift	11
2.2	Verwendete Begriffe	11
2.3	Gültigkeit der Dokumentation	12
2.4	Aufbewahren der Dokumentation	12
2.5	Haftungsbeschränkung	12
2.6	Weiterführende Informationen	13
2.7	Zeichenerklärung	14
<b>3</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>15</b>
3.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	15
3.1.1	Zulässige Motortypen	16
3.1.2	Zulässige Motor-Encoder	16
3.1.3	Zulässige Bremsen	17
3.1.4	Fremdhersteller-Lizenzinformationen	17
3.2	Sicherheitsvorschriften	18
3.2.1	Sicherheitsbetrachtung	18
3.2.2	Qualifikation des Personals	18
3.2.3	Gewährleistung und Haftung	18
3.2.4	Entsorgung	18
3.3	Fehlerarten, Fehlererkennung und Fehlerreaktion	19
3.4	Datensicherung und Datensicherheit	19
<b>4</b>	<b>Security</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Funktionsbeschreibung</b>	<b>22</b>
5.1	Übersicht	22
5.2	Allgemeine Festlegung	26
5.2.1	Auflösung von Positionswerten	26
5.2.2	Festlegung der Dreh-/Bewegungsrichtung	26
5.2.3	Fehlerdefinition	26
5.2.4	Allgemeine Begriffsdefinition	27
5.2.5	Benennung von Ein- und Ausgängen der Sicherheitsfunktionen	27
5.3	Aktivierung und Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen	28
5.4	FSoE-Ein-/Ausgänge	29
5.4.1	FSoE-Eingänge	29
5.4.2	FSoE-Ausgänge	30
5.5	Sichere 2-polige Hardware-Ausgänge	35
5.6	FailSafe over EtherCAT-Schnittstelle (FSoE)	37
5.6.1	FSoE-Netzwerk	37

5.6.2	FSoE Connection .....	39
5.6.3	FSoE-Konfiguration .....	39
5.6.3.1	FSoE Subinstance-Adresse .....	40
5.6.3.2	FSoE Watchdog-Zeit .....	41
5.6.4	FSoE-Datenaustausch .....	41
5.6.5	FSoE-Kommunikation .....	42
5.6.5.1	Reaktionszeit der EtherCAT FSoE-Verbindung .....	42
5.6.5.2	Berechnung der minimalen FSoE Watchdog-Zeit .....	43
5.7	Fehlererkennung Motor-Encoder .....	43
5.7.1	Plausibilisierung mit internen Systemgrößen .....	43
5.7.2	Wegstrecke bis zur Fehlererkennung .....	45
5.7.3	Maximal erreichbare Sicherheitsintegrität .....	45
5.8	Reaktionszeiten .....	46
5.8.1	Reaktionszeit für die Erkennung einer Grenzwertüberschreitung .....	48
5.8.2	Reaktionszeit für die Fehlererkennung des Motor-Encoders .....	49
5.8.3	Kommutierungsfehler des Antriebsreglers .....	49
5.9	Sicherer Wiederanlauf der Maschine .....	50
5.10	Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls .....	51
5.11	Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT .....	58
5.11.1	Definition der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten" .....	58
5.11.2	Ruhestrombetätigte, mechanische Bremsen .....	59
5.11.2.1	Sicherheitsbauteile .....	59
5.11.2.2	Standardbauteile .....	60
5.11.2.3	Motorbremsen .....	60
5.11.3	Möglichkeiten zur Umsetzung "Halten von Lasten" .....	60
5.11.3.1	Direkte Ansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen durch das Sicherheitsmodul .....	60
5.11.3.2	Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung .....	61
5.11.4	Beispiele .....	62
5.11.4.1	"Halten von Lasten" mit einer Motorbremse und einer externen Einrichtung .....	63
5.11.4.2	"Halten von Lasten" mit einer externen Bremse (Standardbauteil) .....	65
5.11.4.3	"Halten von Lasten" mit einer Motorbremse (Standardbauteil) .....	67
5.11.4.4	"Halten von Lasten" mit einer externen Sicherheitsbremse (Sicherheitsbauteil) .....	69
5.11.4.5	"Halten von Lasten" durch Ansteuerung einer externen Einrichtung .....	71
5.11.4.6	"Halten von Lasten" mit zwei Bremsen .....	73
5.11.5	Vorgehensweise bei der Ermittlung der Sicherheitsintegrität .....	75
5.12	Sicherheitsfunktionen .....	76
5.12.1	Permanentüberwachung (optional) .....	78
5.12.2	Sicher abgeschaltetes Moment (Safe torque off, STO) .....	80
5.12.3	Sicherer Stopp 1 (Safe stop 1, SS1) .....	83
5.12.4	Sicherer Stopp 2 (Safe stop 2, SS2) .....	92
5.12.5	Sichere Bewegungsrichtung (SDI) und Sicher überwachte Bewegungsrichtung (SDI-M) .....	99
5.12.6	Sicher begrenztes Schrittmaß (SLI) und Sicher überwachtes Schrittmaß (SLI-M) .....	104
5.12.7	Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS) und Sicher überwachte Geschwindigkeit (SLS-M) ..	109
5.12.8	Sicherer Betriebshalt (SOS) und Sicher überwachter Betriebshalt (SOS-M) .....	115
5.12.9	Sicherer Geschwindigkeitsbereich (SSR) und Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich (SSR-M) .....	120
5.12.10	Sichere Bremsenansteuerung (SBC) .....	126
5.12.10.1	Kombinationsmöglichkeiten SBC 1-polig und SBC 2-polig .....	132

5.12.10.2	SBC mit 1-poligem Ausgang zur Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung .....	133
5.12.10.3	SBC mit 2-poligem Ausgang zur direkten und indirekten Ansteuerung einer Bremse .....	134
5.12.11	Sicherer Bremsentest (SBT) .....	135
5.12.12	Sichere Wiederanlaufsperr (SRL) .....	147
5.12.12.1	Auswirkungen RESET mit Sicherheitsfunktion "Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)" .....	149
5.12.12.2	Auswirkungen Hochlauf und Erneuerung der Konfiguration mit Sicherheitsfunktion "Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)" .....	150
5.12.13	Sicherer Statusausgang (SSO) .....	151
5.12.14	Hysteresis für Überwachungsfunktionen .....	154
5.13	Konfiguration .....	158
<b>6</b>	<b>Anschluss .....</b>	<b>160</b>
6.1	EtherCAT .....	160
<b>7</b>	<b>Inbetriebnahme .....</b>	<b>161</b>
7.1	Sicherheitshinweise .....	161
7.2	Erstinbetriebnahme .....	162
7.3	Wiederinbetriebnahme nach Gerätetausch .....	164
7.4	Sicherheitsprüfungen .....	167
<b>8</b>	<b>Betrieb Sicherheitsmodul .....</b>	<b>169</b>
8.1	Betriebszustände SX6 .....	169
8.1.1	Gerätezustand .....	170
8.1.2	Achszustand .....	173
8.2	RUNUP (Hochlauf) .....	175
8.3	RESTART (Wiederanlauf) .....	175
8.4	Anzeigeelemente .....	176
8.4.1	LEDs Sicherheitsmodul .....	176
8.4.2	LED Statusanzeige FSoE .....	178
8.5	Meldungen .....	179
8.6	Diagnosetests .....	179
<b>9</b>	<b>Änderung, Wartung, Außerbetriebnahme .....</b>	<b>180</b>
9.1	Änderung .....	180
9.2	Wartung .....	181
9.3	Außerbetriebnahme .....	181
<b>10</b>	<b>Feldbuskommunikation .....</b>	<b>182</b>
<b>11</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>183</b>
11.1	Sicherheitstechnische Kennzahlen .....	185
11.2	Klassifizierung nach ZVEI, CB24I .....	188
	<b>Glossar .....</b>	<b>190</b>

# 1 Übersicht

Das Sicherheitsmodul SX6 erweitert Antriebsregler der Baureihen SC6, SI6 und SB6 um antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen nach EN 61800-5-2.

Wenn im Folgenden von Antriebsreglern die Rede ist, sind die Baureihen SC6, SI6 und SB6 gemeint.

Folgende sicherheitsbezogene Funktionen sind im Sicherheitsmodul SX6 enthalten:

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

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

- ▶ Nichtsichere Motor-Encoder
- ▶ Nichtsichere mechanische Bremsen

## 1.1 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.

## 1.2 Sicherheitsfunktionen

Folgende Sicherheitsfunktionen sind im Sicherheitsmodul SX6 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)

### **Sichere Überwachungsfunktionen**

- ▶ Sicher überwachte Bewegungsrichtung - Safely-monitored direction (SDI-M)
- ▶ Sicher überwachttes 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 Bremsfunktionen**

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

#### **Sonstige Funktionen**

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

#### **Fehlerreaktionsfunktionen**


Wird eine Grenzwertverletzung oder ein interner Fehler erkannt, löst das Sicherheitsmodul SX6 eine Fehlerreaktionsfunktion aus. Dadurch wird der Motor stillgesetzt und die Drehmoment-/ Kraftherzeugung sicher unterbrochen.

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

## **1.3**

### **Gerätemerkmale**

Das Produkt hat folgende Merkmale:

- 2 sichere zweipolige Hardware-Ausgänge zur Ansteuerung von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen ([Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT](#)  58).
- EtherCAT FSoE-Schnittstelle zur sicheren Kommunikation mit einer FSoE MainInstance mit
  - 1 Byte Controlword pro Achse (ETG 6100.2 Safety Drive Profile)
  - 1 Byte Statusword pro Achse (ETG 6100.2 Safety Drive Profile)
  - 4 Byte Controlword (frei im Anwenderprogramm konfigurierbar)
  - 4 Byte Statusword (frei im Anwenderprogramm konfigurierbar)
  - 8-poliger DIP-Schalter für die FSoE-Adressierung

Die Sicherheitsfunktionen können im Konfigurations-Tool des Sicherheitsmoduls den frei verfügbaren Ein- und Ausgängen (EtherCAT FSoE Status-/Control-Bits) zugeordnet werden.

- Möglichkeit zur Überwachung der Encoder-Versorgungsspannung des Antriebsreglers

LED-Anzeigen für das Sicherheitsmodul SX6

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

LED-Anzeigen für FSoE-Status

- Status FSoE

## 1.4 Klemmenübersicht, Antriebsregler

### 1.4.1 Anschlussübersicht am Beispiel SC6A162

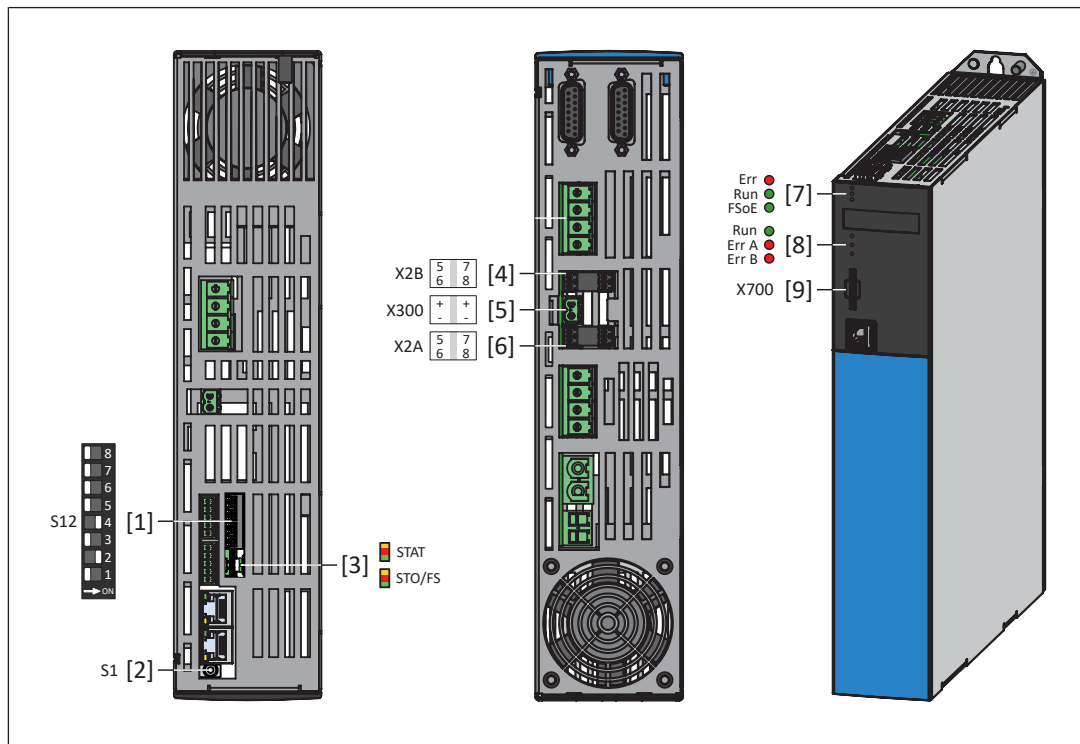


Abb.: Anschlussübersicht am Beispiel SC6A162

#### Legende

Geräteoberseite	Geräteunterseite	Gerätefront
[1] S12: DIP-Schalter für FSoE-Adresse	[4] X2B: Bremse B (Pin 5/6) und Temperatursensor B (Pin 7/8)	[7] 3 Diagnose-LEDs Kommunikation und Sicherheitstechnik
[2] S1 Bedientaste	[5] X300: Versorgung 24 V <sub>DC</sub> Bremse	[8] 3 Diagnose-LEDs Antriebsregler
[3] 2 Diagnose-LEDs des Sicherheitsmoduls zur Statusanzeige der Betriebszustände	[6] X2A: Bremse A (Pin 5/6) und Temperatursensor A (Pin 7/8)	[9] X700: SD-Slot



## 1.4.2 Anschlussübersicht am Beispiel SB6

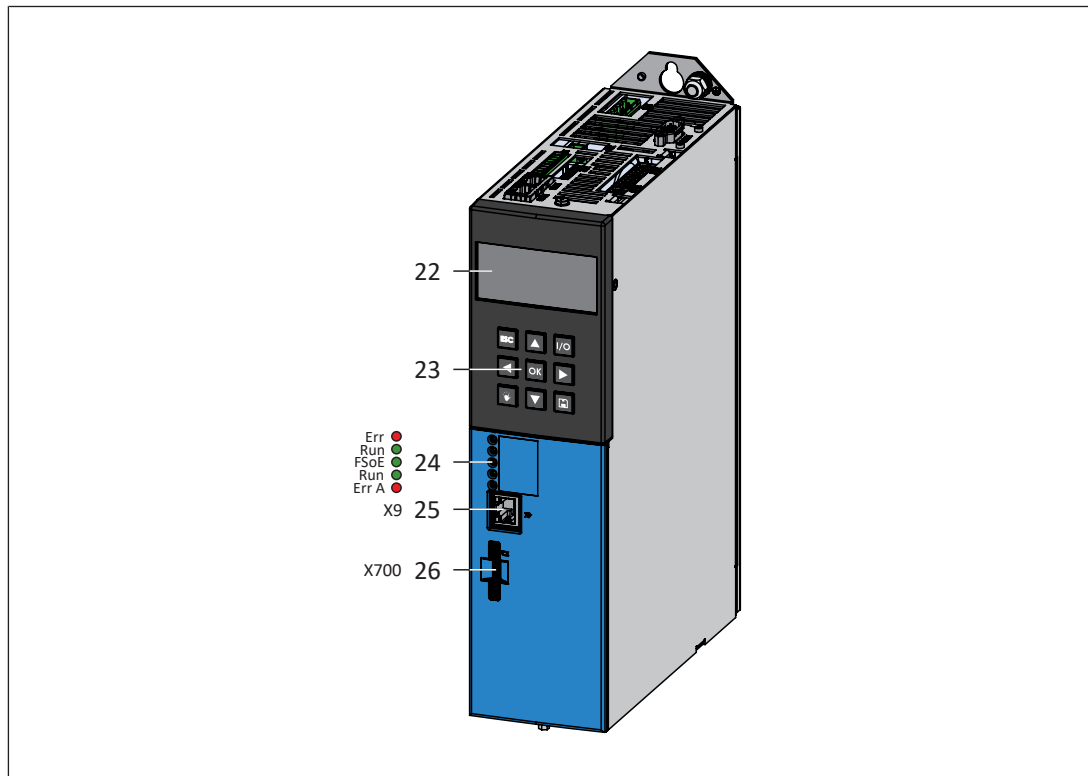


Abb.: Anschlussübersicht am Beispiel SB6 mit Option OP6 (Display), Gerätefront

### Legende

- 22 Display
- 23 Tasten (links/rechts, zur Wiederinbetriebnahme nach Gerätetausch)
- 24 5 Diagnose-LEDs
- 25 X9: Service-Schnittstelle Ethernet
- 26 X700: SD-Slot

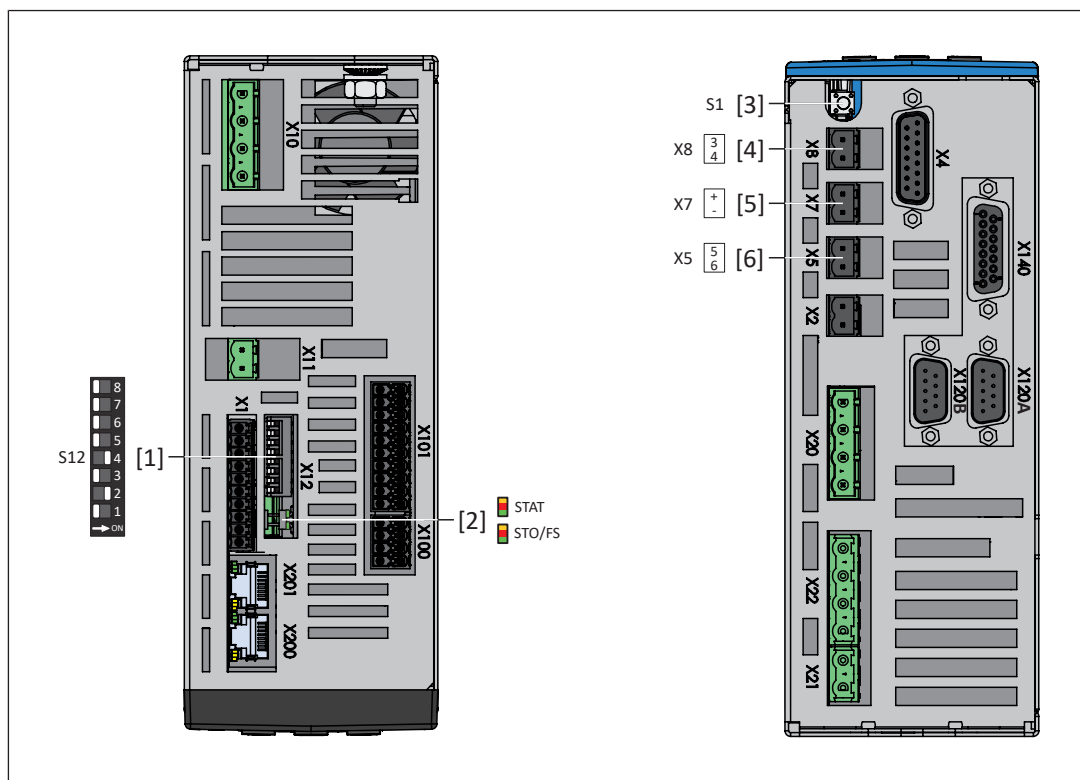


Abb.: Anschlussübersicht am Beispiel SB6, Geräteoberseite und Geräteunterseite

## Legende

### Geräteoberseite

- [1] S12: DIP-Schalter für FSoE-Adresse
- [2] 2 Diagnose-LEDs des Sicherheitsmoduls zur Statusanzeige der Betriebszustände

### Geräteunterseite

- [3] S1 Bedientaste
- [4] X8: Bremse
- [5] X7: Versorgung 24 V<sub>DC</sub> Bremsen
- [6] X5: Bremse

## 2 Einführung

Das Sicherheitsmodul und dessen Integration in die Antriebsregler sind das Ergebnis einer engen Kooperation zwischen der Pilz GmbH & Co. KG und der STÖBER Antriebstechnik GmbH + Co. KG.

### 2.1 Beratung, Service, Anschrift

Auf unserer Webseite stellen wir Ihnen zahlreiche Informationen und Dienstleistungen rund um unsere Produkte bereit:

<https://www.stoeber.de/services>

Für darüber hinausgehende oder individuelle Informationen, kontaktieren Sie unseren System-Support:

<https://www.stoeber.de/services/technologieberatung/>

Tel. +49 7231 582-3060

[systemsupport@stoeber.de](mailto:systemsupport@stoeber.de)

So erreichen Sie unsere 24h Service Hotline:

Tel. +49 7231 582-3000

Unsere Anschrift lautet:

STÖBER ANTRIEBSTECHNIK GmbH + Co. KG

Kieselbronner Straße 12

75177 Pforzheim, Germany

### 2.2 Verwendete Begriffe

EtherCAT® and Safety over EtherCAT® are registered trademarks and patented technology, licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.



EtherCAT Bezeichnungen	Abkürzungen der EtherCAT Bezeichnungen
Safety over EtherCAT	FSoE
MainDevice	MDevice
SubordinateDevice	SubDevice
MainInstance	MInstance
SubordinateInstance	SubInstance

## 2.3 Gültigkeit der Dokumentation

Die Dokumentation ist gültig für das Sicherheitsmodul SX6. Sie gilt, bis eine neue Dokumentation erscheint.

STÖBER stellt Ihnen auf der Webseite die aktuellsten Dokumentversionen zum Download zur Verfügung: <https://www.stoeber.de/downloads/>

## 2.4 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.

## 2.5 Haftungsbeschränkung

Dieses Dokument wurde unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung aktuellen 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.

## 2.6 Weiterführende Informationen

Diese Bedienungsanleitung erläutert die Funktionsweise und den Betrieb des Sicherheitsmoduls SX6 und gibt Hinweise zum Anschluss des Produkts.

Beachten Sie darüber hinaus:

- Die Konfiguration des Sicherheitsmoduls SX6 wird zusätzlich in der Online-Hilfe von **PASmotion Safety Configurator (PSC)** beschrieben. Im Folgenden wird dieses Konfigurations-Tool "PSC" genannt.

Die in nachfolgender Tabelle gelisteten Dokumentationen liefern weitere relevante Informationen zu den Antriebsreglern. Aktuelle Dokumentversionen finden Sie unter:

<https://www.stoeber.de/downloads/>

Gerät	Dokumentation	Inhalte	Id.-Nr.
Anreihentechnik mit SI6 und PS6	Handbuch	Systemaufbau, technische Daten, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme, Betrieb, Service, Diagnose	442727
Antriebsregler SC6	Handbuch	Systemaufbau, technische Daten, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme, Betrieb, Service, Diagnose	442789
Antriebsregler SB6	Handbuch	Systemaufbau, technische Daten, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme, Betrieb, Service, Diagnose	443339
Kommunikation EtherCAT – SC6, SI6	Handbuch	Elektrische Installation, Datentransfer, Inbetriebnahme, Diagnose, weiterführende Informationen	443024

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

## 2.7 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.

## 3 Sicherheit

### 3.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Antriebsregler mit eingebautem Sicherheitsmodul SX6 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 bis SIL 3
- ▶ die Anforderungen der EN 62061 bis SIL 3
- ▶ die Anforderungen der EN ISO 13849-1 bis PL e (Kategorie 4)

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört die Beachtung

- ▶ der Bedienungsanleitung Antriebsregler
- ▶ der Online-Hilfe zum Konfigurations-Tool PSC.
- ▶ 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](#)  183)) abweichender Einsatz des Antriebsreglers.

Das Sicherheitsmodul SX6 darf nur zusammen mit den folgenden Antriebsreglern eingesetzt werden:

Baureihe	Typ
SI6	SI6A061
	SI6A062
	SI6A161
	SI6A162
	SI6A261
	SI6A262
	SI6A361
SC6	SC6A062
	SC6A162
	SC6A261
SB6	SB6A06
	SB6A16
	SB6A26

### 3.1.1 Zulässige Motortypen

Für den Einsatz mit dem Sicherheitsmodul sind folgende Motortypen zugelassen:

- ▶ Rotatorische Synchronmotoren
- ▶ Lineare Synchronmotoren



#### INFO

Nicht zulässig ist der Betrieb von:

- Synchronmotoren ohne Motor-Encoder (sensorloser Betrieb)
- Asynchronmotoren

### 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	Schnittstelle Antriebsregler	
<b>Absolutwert-Encoder</b>	<b>SC6/SI6</b>	<b>SB6</b>
EnDat 3	X4	X4
EnDat 2.2	X4	X4, X140
EnDat 2.1 digital	X4	X4, X140
EnDat 2.1 Sin/Cos	---	X140
HIPERFACE DSL	X4	X4
SSI	X4	X4, X120
Resolver	X4	X140
<b>Inkremental-Encoder</b>	<b>SC6/SI6</b>	<b>SB6</b>
HTL	X101	X4, X1
TTL	X4	X4, X120
Sin/Cos	---	X140





#### **WICHTIG**

**Beachten Sie folgende Hinweise zum Einsatz der möglichen Motor-Encoder:**

- Es kann zu Problemen bei Wake & Shake kommen, wenn bei der Freigabe die Encoder-Überwachung aktiv ist.
- Bei der Anwendung mit Kommutierungsenncoder ist der Inkrementalencoder ausschlaggebend.
- Encoder mit serieller Datenübertragung müssen alle 200 µs einen neuen Wert bereitstellen.
- Die interne Encoder-Auflösung muss min. 4096 Ink./Umdrehung betragen.
- Digitale Inkrementalencoder benötigen eine Auflösung von min. 1024 Ink./Umdrehung.

### **3.1.3 Zulässige Bremsen**

Es dürfen nur ruhestrombetätigte, mechanische Bremsen verwendet werden.

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

- ▶ Magnetpulverbremsen
- ▶ Wirbelstrombremsen

#### **Wichtige Werte aus dem Datenblatt der ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse**

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

- ▶ Erlaubte Schalthäufigkeit
- ▶ Bremseneinfallzeit

Sie finden dazu weitere Information im Kapitel Bremsentest (SBT).

### **3.1.4 Fremdhersteller-Lizenzinformationen**

Im Produkt ist Open Source-Software enthalten, deren Nutzungsbedingungen den Einsatzbereich des Produkts zusätzlich einschränken können. Bitte beachten Sie unbedingt die Fremdhersteller-Lizenzinformationen.


Nähere Informationen erhalten Sie im Dokument "Third-party manufacturer license information SX6" (Dokumentennummer 1006997) unter [www.pilz.com](http://www.pilz.com).

## 3.2 Sicherheitsvorschriften

### 3.2.1 Sicherheitsbetrachtung

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

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

Für die Sicherheit des Projekts, das im Konfigurations-Tool PSC erstellt wird, ist der Anwender verantwortlich. Gehen Sie bei der Konfiguration im Projekt besonders sorgfältig vor und beachten Sie die für den Einsatzort geltenden Vorschriften und Normen (siehe auch [Sicherheitsprüfungen](#)  167).

### 3.2.2 Qualifikation des Personals

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

Eine befähigte Person ist eine qualifizierte und sachkundige Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse verfügt. Um Produkte, 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 Betriebspersonal 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 Kenndaten.
- ▶ Beachten Sie bei der Außerbetriebnahme die lokalen Gesetze zur Entsorgung von elektronischen Geräten (z. B. Elektro- und Elektronikgerätegesetz).

### 3.3 Fehlerarten, Fehlererkennung und Fehlerreaktion

Das Sicherheitsmodul SX6 verfügt über verschiedene Funktionen zur Fehlererkennung, wobei ein erkannter Fehler immer zu einer definierten Fehlerreaktion führt.

Die Fehlerarten sind im Kapitel [Fehlerdefinition](#)  26] beschrieben.

Fehlererkennung und Fehlerreaktion sind in den Unterkapiteln im Kapitel [Funktionsbeschreibung](#)  22] beschrieben.

### 3.4 Datensicherung und Datensicherheit

Beim Sicherheitsmodul SX6 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 SX6

Beim Sicherheitsmodul SX6 sind die folgenden technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Datensicherheit vorhanden:

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

Weitere Informationen siehe Kapitel [Security](#)  21]

## 4 Security

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

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

- ▶ Das Produkt ist nicht geschützt vor physischer Manipulation bzw. vor Auslesen von Speicherinhalten bei physischem Zugriff. Stellen Sie durch geeignete Maßnahmen sicher, dass kein physischer Zugriff durch unbefugte Personen erfolgen kann. Verwenden Sie zusätzlich Sicherheitssiegel, um Manipulationen am Produkt oder den Schnittstellen erkennen zu können. Als minimale Maßnahme wird der Einbau in einem verschließbaren Schaltschrank empfohlen.
- ▶ Der Konfigurationsrechner, der auf das Produkt zugreift, muss durch eine Firewall oder andere geeignete Maßnahmen gegen Angriffe geschützt werden. Es wird empfohlen, einen Virens Scanner auf diesem Konfigurationsrechner einzusetzen und diesen regelmäßig zu aktualisieren.
- ▶ Schützen Sie den Konfigurationsrechner und gegebenenfalls das Produkt vor unbefugter Benutzung durch die Vergabe von Kennwörtern und gegebenenfalls weitere Maßnahmen. Es wird zusätzlich empfohlen, dass der an diesem Konfigurationsrechner angemeldete Anwender nicht die Administrator-Rechte besitzt.
- ▶ Vergeben Sie ausschließlich starke Kennwörter und handhaben Sie die Kennwörter sorgfältig. Orientieren Sie sich an allgemein anerkannten Richtlinien wie beispielsweise der NIST 800-63b.
- ▶ Vergeben Sie verschiedene Berechtigungen für unterschiedliche Anwendergruppen (z. B. Diagnose – Konfiguration).

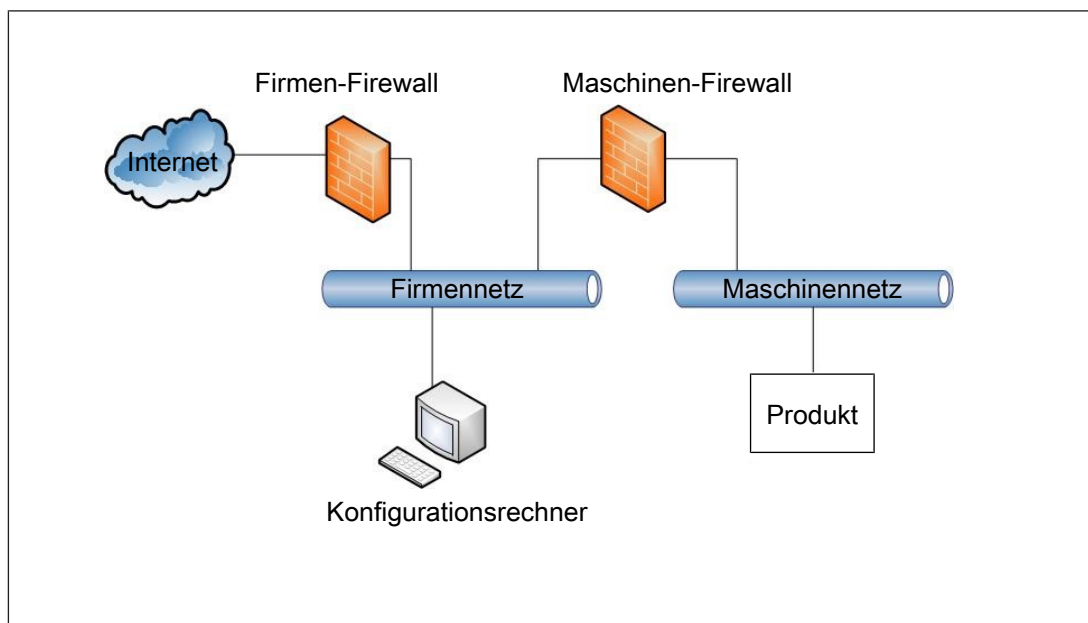


Abb.: Beispiel Netzwerktopologie

## 5 Funktionsbeschreibung

### 5.1 Übersicht

Das Sicherheitsmodul SX6 wird in den Antriebsregler eingebaut. Die Montage und deren Überprüfung erfolgt vor der Auslieferung. Ein nachträglicher Einbau des Sicherheitsmoduls durch Kunden ist nicht möglich. Im Folgenden wird die Kombination aus Antriebsregler und integriertem Sicherheitsmodul als sicherer Antriebsregler bezeichnet.

Ein **sicheres Antriebssystem** besteht aus

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



#### INFO

Der Sicherheitskonfigurator PSC ist Teil der STÖBER DriveControlSuite ab Version V6.6-A.

### Beispiel: Übersicht sicheres Antriebssystem mit einer Achse (Einzelachsbetrieb)

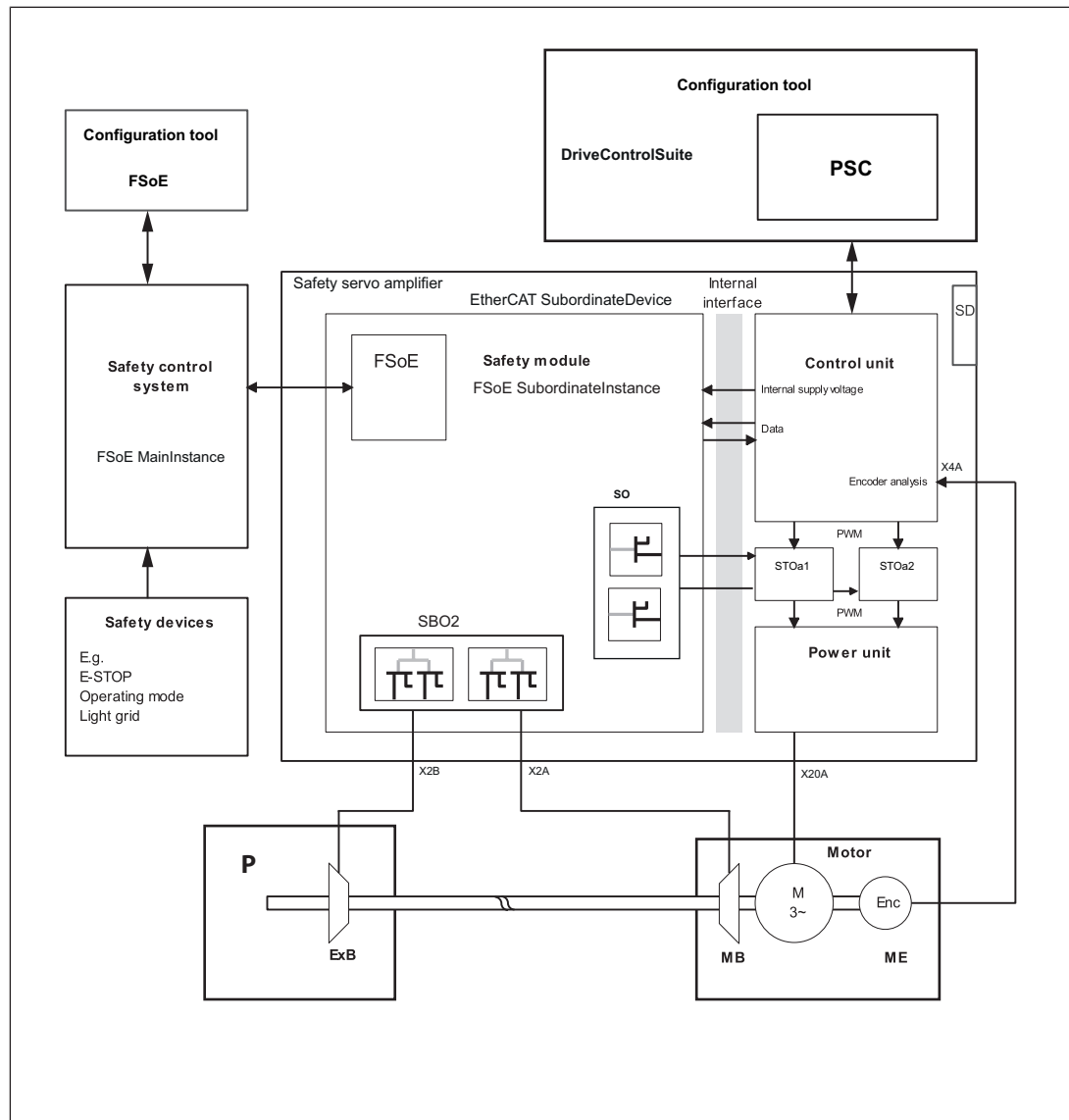


Abb.: Sicheres Antriebssystem mit einer Achse (hier beispielhaft mit Antriebsregler SI6/SC6)

## Legende

- |                   |                                                                                              |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| FSoE              | FailSafe over EtherCAT (Protokoll zur Übertragung sicherheitsrelevanter Daten über EtherCAT) |
| SD                | Karten-Slot für SD-Karte im Antriebsregler                                                   |
| SO                | Sicherer Ausgang zur STO-Ansteuerung                                                         |
| STO <sub>a1</sub> | Sicherer Abschaltpfad STO <sub>a1</sub>                                                      |
| STO <sub>a2</sub> | Sicherer Abschaltpfad STO <sub>a2</sub>                                                      |
| SBO2              | Sicherer 2-poliger Bremsenausgang                                                            |
| MB                | Motorbremse                                                                                  |
| P                 | Angetriebene Einrichtung                                                                     |
| ME                | Motor-Encoder                                                                                |
| PWM               | Pulsweitenmodulation                                                                         |

ExB Externe Bremse

**Beispiel: Übersicht sicheres Antriebssystem mit zwei Achsen (Doppelachsbetrieb)**

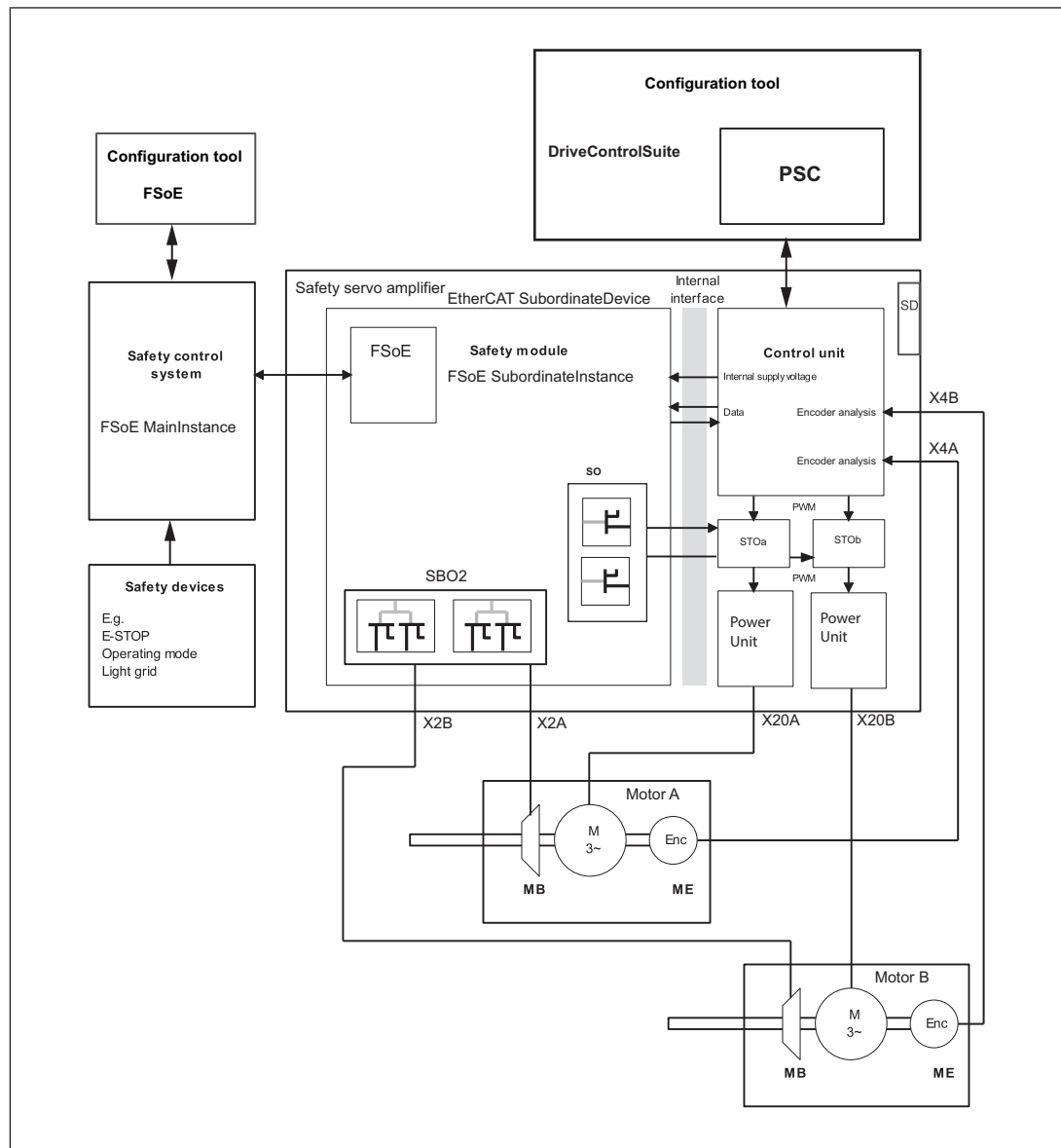


Abb.: Sicheres Antriebssystem mit zwei Achsen (hier beispielhaft mit Antriebsregler SI6/SC6)

**Legende**

- FSoE **FailSafe over EtherCAT** (Protokoll zur Übertragung sicherheitsrelevanter Daten über EtherCAT)
- SD Karten-Slot für SD-Karte im Antriebsregler
- SO Sicherer Ausgang zur STO-Ansteuerung
- STO<sub>a</sub> Sicherer Abschaltpfad STO<sub>a</sub>
- STO<sub>b</sub> Sicherer Abschaltpfad STO<sub>b</sub>
- SBO2 Sicherer 2-poliger Bremsenausgang
- MB Motorbremse



ME Motor-Encoder  
PWM Pulsweitenmodulation

### **Das Sicherheitsmodul SX6 (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 Fehlerreaktion auf der zugeordneten Antriebsachse aus.
- ▶ meldet den Status von Sicherheitsfunktionen an die Sicherheitssteuerung.
- ▶ aktiviert bei den Sicherheitsfunktionen SS1 und SS2 das gesteuerte Stillsetzen der zugeordneten Antriebsachse durch den Antriebsregler (optional).
- ▶ aktiviert auf Anforderung oder im Fehlerfall auf der zugeordneten Antriebsachse 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 (optional).

### **Der sichere Antriebsregler**

- ▶ unterbricht bei aktivierter Pulssperre die Drehmoment-/Krafterzeugung im Motor.
- ▶ bremst den Motor bei den Sicherheitsfunktionen SS1 und SS2 bis zum Stillstand (optional).
- ▶ überträgt Konfigurationsdaten vom Konfigurations-Tool auf das Sicherheitsmodul.
- ▶ speichert die Gerätekonfiguration im remanenten Speicher des Antriebsreglers.

### **Die Sicherheitssteuerung**

- ▶ wertet Signale von Sicherheitseinrichtungen aus, wie zum Beispiel:
  - Not-Halt-Taster
  - Schutztüren
  - Lichtschranken
  - Zweihand-Taster
- ▶ aktiviert die Sicherheitsfunktionen im Sicherheitsmodul (optional).
- ▶ verarbeitet sichere Rückmeldeausgänge des Sicherheitsmoduls (optional).

### **Das Konfigurations-Tool PSC**

- ▶ 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.

## 5.2 Allgemeine Festlegung

### 5.2.1 Auflösung von Positionswerten

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



#### **WARNUNG!**

#### **Funktionseinschränkung der Sicherheitsfunktion durch Verwendung benutzerdefinierter Einheiten!**

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

### 5.2.2 Festlegung der Dreh-/Bewegungsrichtung

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

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

### 5.2.3 Fehlerdefinition

Im Sicherheitsmodul können folgende Fehler auftreten:

#### ▶ Definition **globaler Fehler**

Ein globaler Fehler ist ein Fehler, der sich auf das gesamte Sicherheitsmodul (mit allen definierten Antriebsachsen) auswirkt. Dazu gehören die Fehlertypen "interner Fehler" und "FATALer Fehler".

Globale Fehler haben keinen Achsenbezug.

#### ▶ Definition **achsspezifischer Fehler**

Ein achsspezifischer Fehler ist ein Fehler, der nur auf einer Antriebsachse auftritt, wie zum Beispiel eine Grenzwertverletzung oder ein Fehler der Plausibilisierung des Motor-Encoders. Achsspezifische Fehler haben immer Achsenbezug.

#### ▶ Definition **interner Fehler**

Ein interner Fehler ist ein Fehler, der im System aufgetreten ist. Das Sicherheitsmodul löst die Sicherheitsfunktion "Sicherer Stopp 1 (SS1)" für alle konfigurierten Antriebsachsen aus.

#### ▶ Definition **FATALer Fehler**

Ein fataler Fehler ist nicht quittierbar. Tritt ein fataler Fehler auf, löst das Sicherheitsmodul die Sicherheitsfunktion "Sicher abgeschaltetes Moment (STO)" für alle konfigurierten Antriebsachsen aus.

## 5.2.4 Allgemeine Begriffsdefinition

Im Sicherheitsmodul sind folgende Begriffe verwendet:

► Definition "**Bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion**"

Bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktionen sind Funktionen, die eine Bewegung des Motors sicher überwachen können. Dazu gehören: SOS, SOS-M, SLS, SLS-M, SSR, SSR-M, SDI, SDI-M, SLI, SLI-M, SBT, SS2 und SS1 (nur bei aktiver Bremsrampenüberwachung).

Nicht dazu gehören: SSO, SBC, SRL und SS1, wenn die Bremsrampenüberwachung nicht konfiguriert ist.

## 5.2.5 Benennung von Ein- und Ausgängen der Sicherheitsfunktionen

Die Ein- und Ausgangsdaten der sicheren Feldbuskommunikation werden als sichere Steuer- und Statusinformationen bezeichnet.

Im Konfigurations-Tool PSC wird der Aktivierungseingang ACT mit einem sicheren Steuerbit verbunden. Der Rückmeldeausgang ACK wird mit einem sicheren Statusbit verbunden.

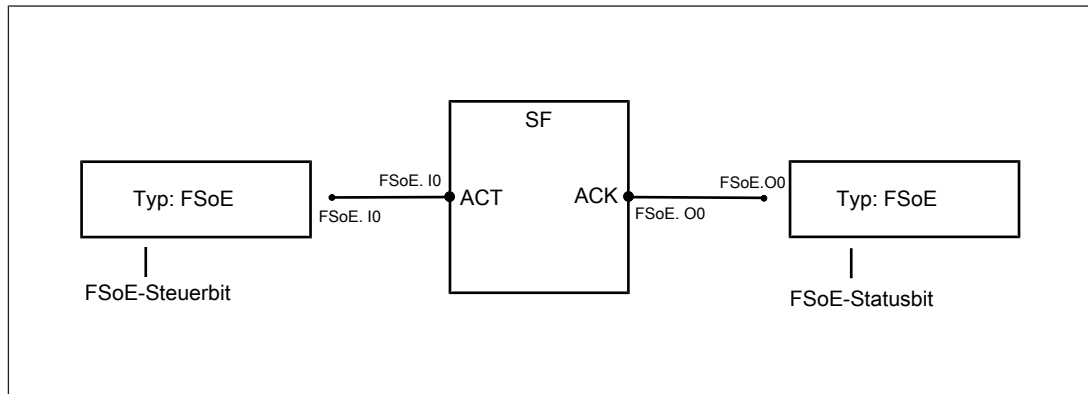


Abb.: Benennung der Ein- und Ausgänge

### Legende

SF Sicherheitsfunktion

ACT Aktivierungseingang

ACK Rückmeldeausgang (alternative Bezeichnungen: SRA, SDA, SSA, SBC...)

### 5.3 Aktivierung und Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen

Die Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls SX6 werden durch die Auswertung der Signalpegel an den sicheren Eingängen aktiviert oder deaktiviert. Die Eingänge arbeiten nach dem Ruhestromprinzip. Die Sicherheitssteuerung aktiviert die Sicherheitsfunktionen mit einem 0-Signal (Ausnahme: Die Sicherheitsfunktion SBT wird mit einem 1-Signal aktiviert).

Die Zustände/der Status der Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls SX6 können über Ausgänge an die Sicherheitssteuerung gemeldet werden.

#### EtherCAT FSoE

Für eine sichere Kopplung zwischen der Sicherheitssteuerung und dem Sicherheitsmodul über das Kommunikationssystem EtherCAT FSoE gilt folgende Eigenschaft:

- Sichere Übertragung wird vom Kommunikationssystem FSoE zugesichert

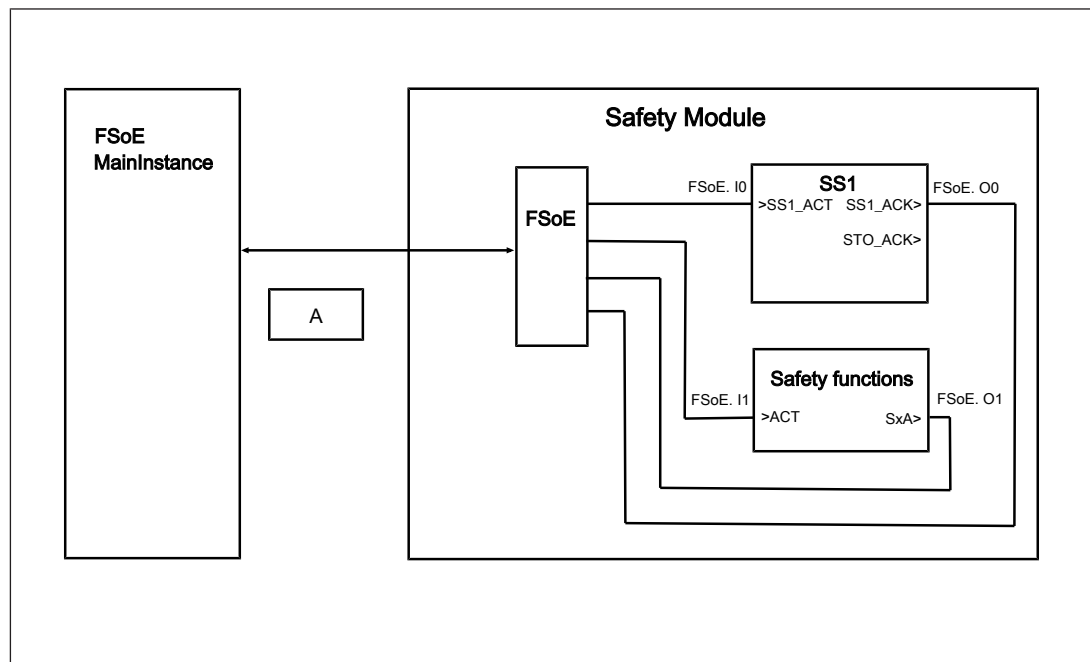


Abb.: Aktivierung und Rückmeldung einer Sicherheitsfunktion über FSoE

#### Legende

- A Fehlererkennung durch das Kommunikationssystem FSoE

## 5.4 FSoE-Ein-/Ausgänge

Das Sicherheitsmodul verfügt über

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

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

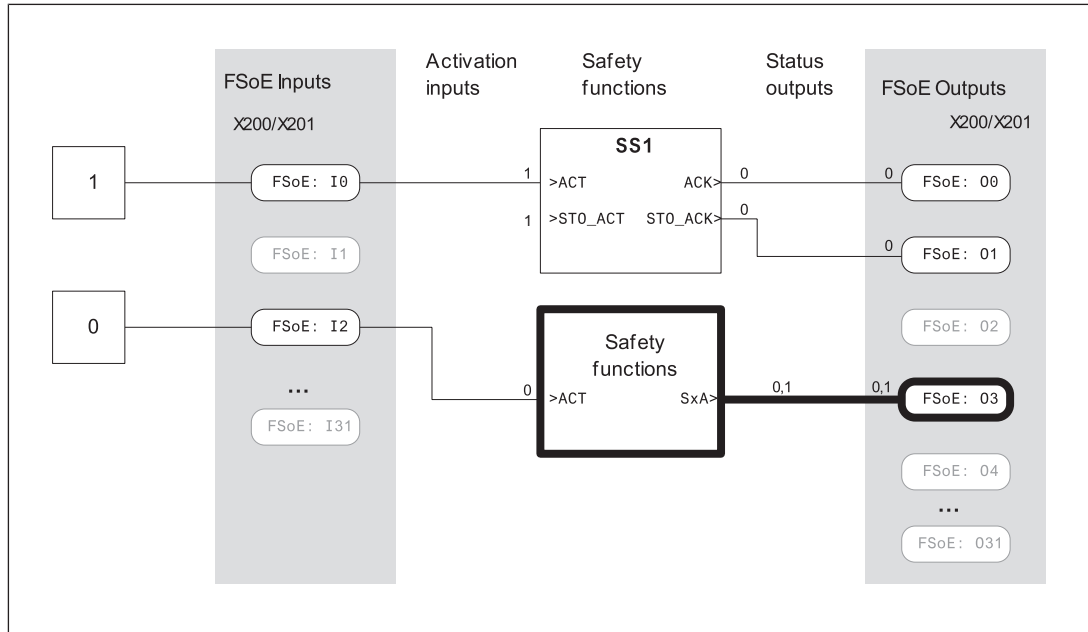


Abb.: Beispiel Zuordnung FSoE Ein-/Ausgänge

### Legende

Linienbreite dünn	Deaktivierte Sicherheitsfunktion
Linienbreite dick	Aktivierte Sicherheitsfunktion

### 5.4.1 FSoE-Eingänge

#### Zuordnung der FSoE-Eingänge

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

#### Signale am FSoE-Eingang

0-Signal am Eingang: Sicherheitsfunktion ist aktiviert

1-Signal am Eingang: Sicherheitsfunktion ist deaktiviert

## 5.4.2 FSoE-Ausgänge

### Zuordnung der FSoE-Ausgänge

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

#### 0-Signal am FSoE-Ausgang:

- ▶ Aktivierte Sicherheitsfunktion meldet eine Grenzwertverletzung oder einen gefahrbringenden Zustand.
- ▶ Sicherheitsfunktion ist nicht aktiv.

#### 1-Signal am FSoE-Ausgang:

- ▶ Aktivierte Sicherheitsfunktion meldet den sicheren Zustand.

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



#### WICHTIG

##### Gerätezustand STO

In den Gerätezuständen STO und STARTUP wird an allen Rückmeldeausgängen der konfigurierten Sicherheitsfunktionen ein 0-Signal ausgegeben.

Ausnahmen:

- Rückmeldeausgänge STO\_ACK und SS1\_ACK der Sicherheitsfunktion SS1 melden den aktiven Zustand STO mit einem 1-Signal.
- Rückmeldeausgang SBT\_SBA der Sicherheitsfunktion SBT bleibt gesetzt, solange die Prüfzeit läuft.
- Sicherer Statusausgang READY der Sicherheitsfunktion SSO meldet betriebsbereit mit einem 1-Signal.

### Rückmeldung über Sammelausgang

Bei der Zuordnung von FSoE-Ausgängen gibt es die Möglichkeit, mehrere Rückmeldeausgänge von Sicherheitsfunktionen einem FSoE-Ausgang zuzuordnen. Sobald ein Rückmeldeausgang einer aktiven Sicherheitsfunktion (d. h. Sicherheitsfunktion ist aktiviert und die Einschaltverzögerung ist abgelaufen) als Status einen 0-Wert ausgibt, wird der FSoE-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.

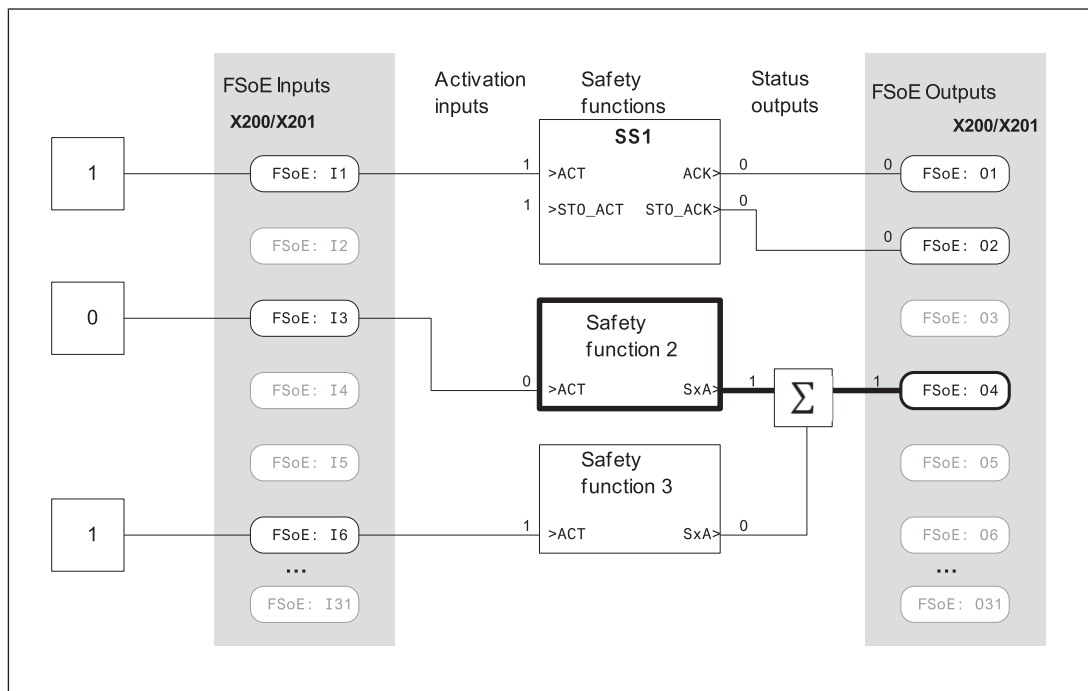


Abb.: Beispiel Sammelausgang gibt 1-Signal aus

### Legende

- Safety function 2      Sicherheitsfunktion 2 **aktiviert**, keine Grenzwertverletzung (1-Signal)
- Safety function 3      Sicherheitsfunktion 3 **nicht aktiviert** (0-Signal)

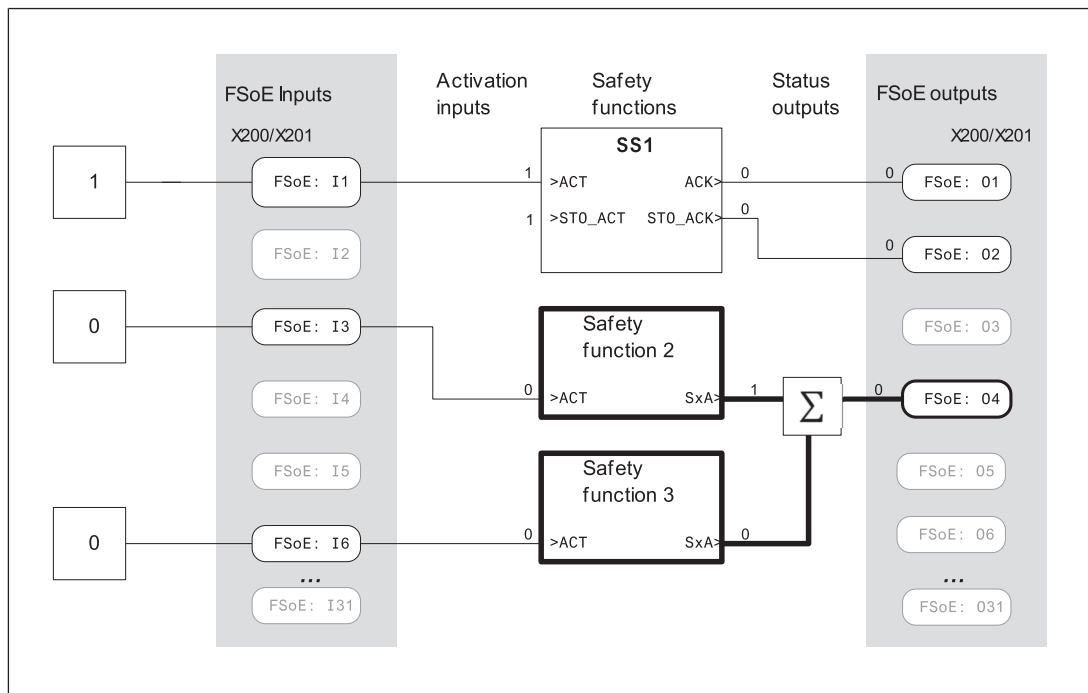


Abb.: Beispiel Sammelausgang gibt 0-Signal aus

### Legende

- |                   |                                                                              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Safety function 2 | Sicherheitsfunktion 2 <b>aktiviert, keine Grenzwertverletzung (1-Signal)</b> |
| Safety function 3 | Sicherheitsfunktion 3 <b>aktiviert, Grenzwertverletzung (0-Signal)</b>       |



### Sammelausgang in Verbindung mit Ausgängen von Sicherheitsfunktionen verschiedener Antriebsachsen

Sollen Ausgänge von Sicherheitsfunktionen, die verschiedenen Antriebsachsen zugeordnet sind, einem gemeinsamen FSoE-Ausgang zugeordnet werden, muss Folgendes beachtet werden:

Wird auf einer Achse die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert (z. B. als Folge einer Grenzwertverletzung), so wird der Ausgang der Sicherheitsfunktion, die dieser Achse zugeordnet ist, vom Sammelausgang nicht mehr berücksichtigt.

Erklärung: Bei Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS1 wird die zugeordnete Antriebsachse stillgesetzt und alle Sicherheitsfunktionen der betroffenen Achse deaktiviert.

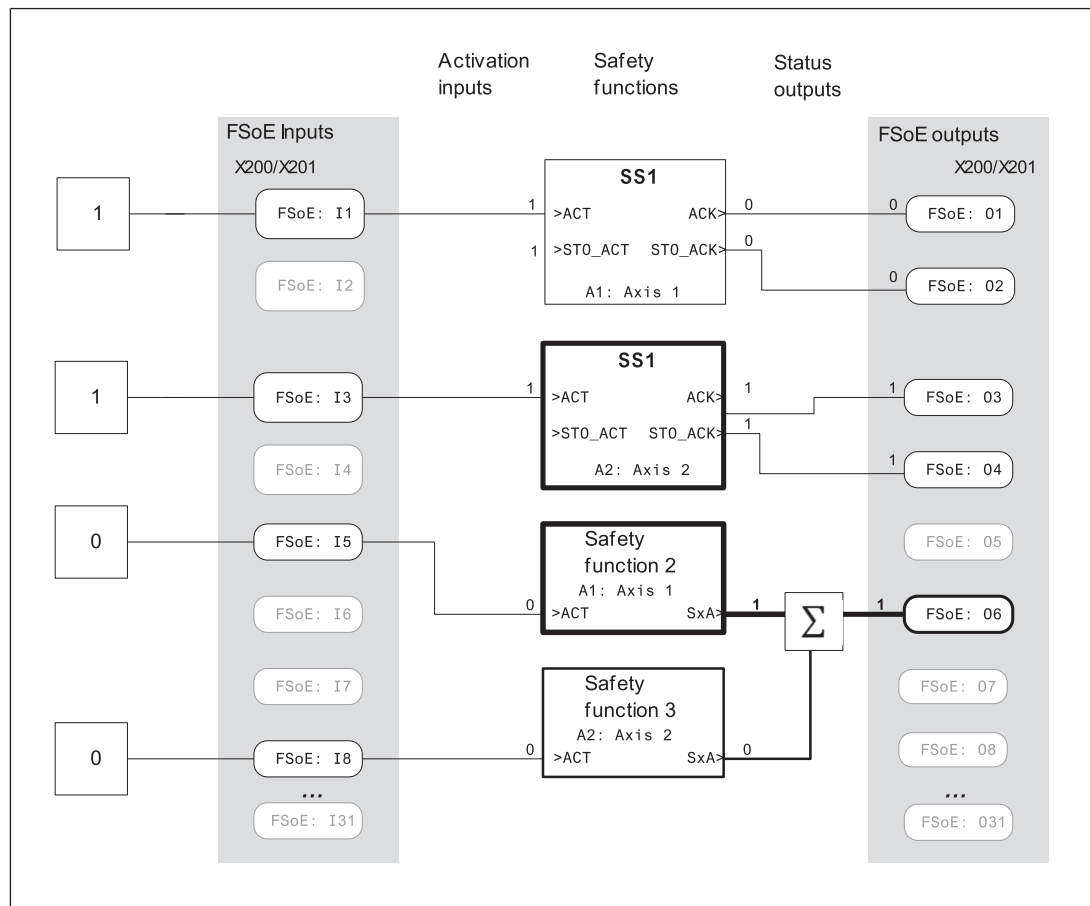


Abb.: Sammelausgang gibt 1-Signal aus (Beispiel Sammelausgang bei Sicherheitsfunktionen verschiedener Antriebsachsen)

#### Legende

SS1	SS1 Achse 1 <b>nicht aktiviert</b> (0-Signal)
Achse 1	
SS1	SS1 Achse 2 <b>aktiviert, Grenzwertverletzung</b> (1-Signal)
Achse 2	
SF 2	Sicherheitsfunktion 2, Achse 1
Achse 1	<b>aktiviert, keine Grenzwertverletzung</b> (1-Signal)

SF 3	Sicherheitsfunktion 3, Achse 2
Achse 2	<b>nicht aktiviert</b> (0-Signal)

## 5.5 Sichere 2-polige Hardware-Ausgänge

### Sichere 2-polige Bremsenausgänge

Das Sicherheitsmodul verfügt über zwei sichere 2-polige Hardware-Ausgänge zur Ansteuerung ruhestrombetätigter, mechanischer Bremsen. Die Ausgänge können der Sicherheitsfunktion SBC (2-polig) zugeordnet werden.

Die Zuordnung der Hardware-Ausgänge wird im Konfigurations-Tool durchgeführt.

#### 0-Signal (0 V) am Ausgang

- ▶ 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

- ▶ 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.

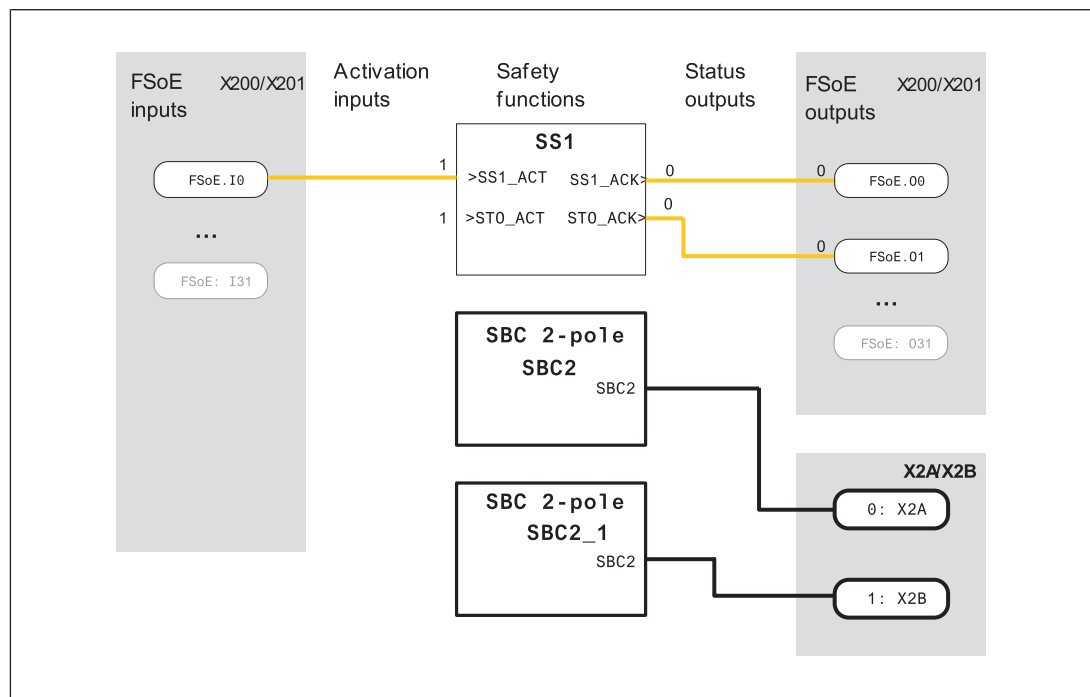


Abb.: Beispiel Zuordnung SBC 2-polig, beispielhaft am Antriebsregler SC6


#### Legende

SBC 2-pole	Sicherheitsfunktion SBC für 2-polige Bremsenausgänge
X2A/X2B (beispielhaft)	Sicherer 2-poliger Hardware-Ausgang zur Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse
Gelbe Linie	Sichere Feldbusverbindung



### Versorgungsspannung

- ▶ Die 2-poligen Bremsenausgänge werden über die 24 V<sub>DC</sub> Einspeisung am Stecker X300 versorgt.

### Allgemeines

- ▶ Die maximale Kapazität an einem Hardware-Ausgang ist begrenzt (siehe [Klassifizierung nach ZVEI, CB24I](#)  188], Sichere zweipolige HL-Ausgänge). Der Anschluss einer höheren Kapazität kann zu einem Fehler führen.
- ▶ Der Betrieb mit elektronischen Schützen ist nicht geprüft und kann zu Fehlern führen. Beachten Sie unbedingt die Spezifikation der Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls.
- ▶ Durch den Test des 2-poligen Hardware-Ausgangs kann ein Drahtbruch erkannt werden.
- ▶ Der Ausgang ist nicht als 1-poliger Ausgang nutzbar.

### Ausgangstest

- ▶ Einschaltete Hardware-Ausgänge werden mit regelmäßigen Ausschalttests geprüft.
  - Testimpulse für eingeschaltete Ausgänge: siehe [Technische Daten](#)  183]
  - Einschaltete Ausgänge werden für die Dauer des Testimpulses ausgeschaltet.
  - Die Last darf durch den Test nicht abschalten.
- ▶ Ausgeschaltete Hardware-Ausgänge werden mit regelmäßigen Einschalttests geprüft.
  - Testimpulse für ausgeschaltete Ausgänge: siehe [Technische Daten](#)  183]
  - Ausgeschaltete Ausgänge werden für die Dauer des Testimpulses eingeschaltet.
  - Die Last darf durch den Test nicht einschalten.

### Drahtbrucherkennung

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

## 5.6 FailSafe over EtherCAT-Schnittstelle (FSoE)

Die FailSafe over EtherCAT-Schnittstelle, im Folgenden auch als FSoE bezeichnet, dient zum sicheren Datenaustausch zwischen einem FSoE MainInstance Steuerungssystem und einem oder mehreren Antriebsreglern mit integriertem FSoE SubInstance Sicherheitsmodul über EtherCAT.

Die sicheren Ein- und Ausgangsdaten, die über FSoE übertragen werden, werden für jedes Sicherheitsmodul im Konfigurations-Tool PSC ausgewählt und konfiguriert.

### 5.6.1 FSoE-Netzwerk

Das FSoE-Protokoll ist in der Norm IEC 61784-3 international standardisiert und kennzeichnet ein sicheres Kommunikationssystem, mit dem sichere Prozessdaten zwischen FSoE-Geräten übertragen werden können. FSoE ist eine offene Technologie, unterstützt von der **EtherCAT Technology Group (ETG)**.

Voraussetzung für die sichere Datenkommunikation über ein FSoE-Netzwerk ist ein funktionierendes EtherCAT-Netzwerk. Dieses besteht grundsätzlich aus einem EtherCAT MainDevice [1] und einem oder mehreren EtherCAT SubDevices [5], [6]. Für einen sicheren Datenaustausch über ein FSoE-Netzwerk wird zusätzlich ein FSoE MainInstance Steuerungssystem [2] und ein oder mehrere FSoE SubInstance Geräte [7], [8] benötigt.

Die EtherCAT- und FSoE-Teilnehmer werden in einer Linientopologie miteinander verbunden. Das heißt, alle Teilnehmer werden ohne Abzweige aneinandergereiht. Die Reihenfolge der Teilnehmer bei der Projektierung hat keinen Einfluss auf die Kommunikation.

In diesem Beispiel fungiert der Antriebsregler als EtherCAT SubDevice [5], [6] und das integrierte Sicherheitsmodul SX6 als FSoE SubInstance [7], [8].

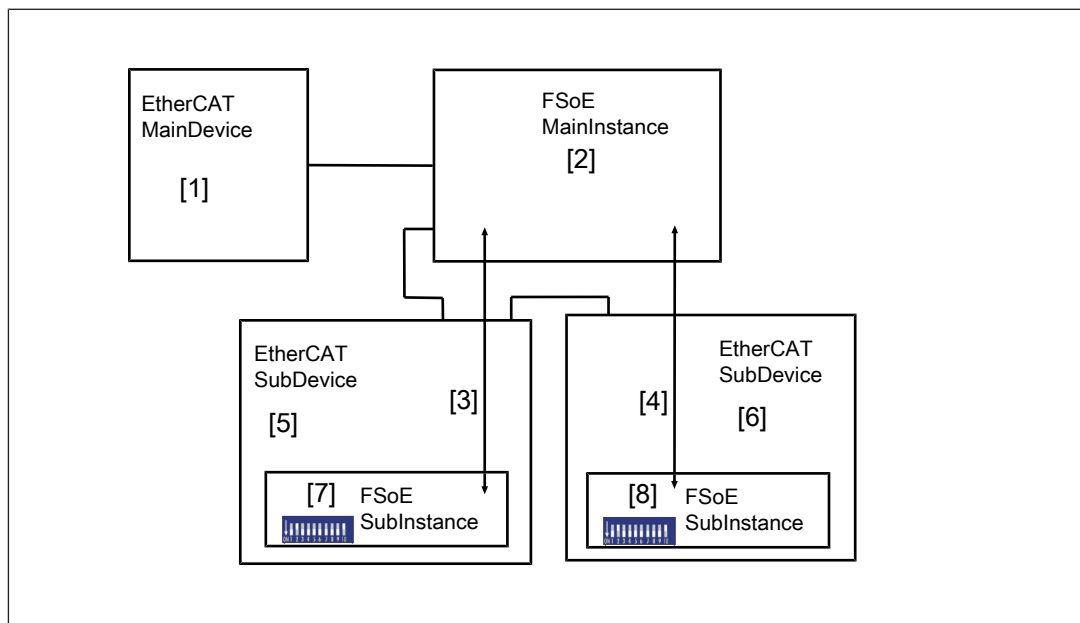


Abb.: Beispiel FSoE-Netzwerk

### Legende

- [1] Logic Controller, Motion Controller (EtherCAT MainDevice)
- [2] Sicherheitssteuerung (FSoE MainInstance)
- [3] Logische Verbindung zwischen FSoE MainInstance und FSoE SubInstance

#### **FSoE Connection mit FSoE Connection-ID 1**

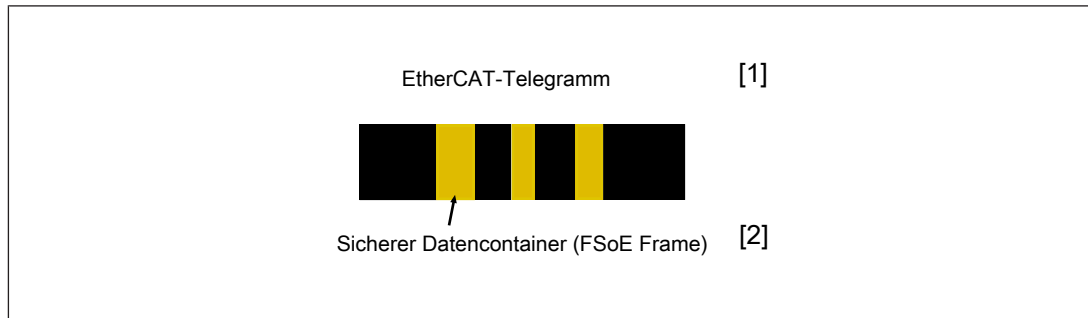
- [4] Logische Verbindung zwischen FSoE MainInstance und FSoE SubInstance

#### **FSoE Connection mit FSoE Connection-ID 2**

- [5] Antriebsregler A
- [6] Antriebsregler B
- [7] Sicherheitsmodul mit DIP-Schalter im Antriebsregler A  
mit systemweit eindeutiger **FSoE-Adresse**
- [8] Sicherheitsmodul mit DIP-Schalter im Antriebsregler B  
mit systemweit eindeutiger **FSoE-Adresse**

Innerhalb des Standard EtherCAT-Telegramms [1] werden, zwischen zwei Teilnehmern, in einem sicheren Datencontainer (FSoE Frame) [2], FSoE-Telegramme transportiert. Die FSoE-Telegramme werden im Antriebsregler an das Sicherheitsmodul weitergeleitet und sicherheitsgerichtet ausgewertet.

EtherCAT wird dabei als "black channel" betrachtet und enthält sowohl Standard- als auch sichere Daten.



#### Legende

- [1] EtherCAT-Telegramm enthält sichere Daten und Standard Daten
- [2] FSoE Frame enthält sichere Daten

### 5.6.2

#### FSoE Connection

Das FSoE MainInstance Steuerungssystem baut mit dem jeweiligen FSoE SubInstance Gerät eine logische Punkt-zu-Punkt-Verbindung auf.

In dieser Verbindung sendet der FSoE MainInstance ein Anforderungstelegramm an den jeweiligen FSoE SubInstance. Der FSoE MainInstance initiiert die Kommunikation und startet zeitgleich einen Watchdog mit konfigurierter **Watchdog-Zeit**. Der FSoE SubInstance quittiert die erhaltenen Daten an den FSoE MainInstance und startet ebenfalls zur Laufzeitüberwachung einen Watchdog. Der FSoE MainInstance empfängt und verarbeitet die Quittierung des FSoE SubInstance und stoppt den Watchdog. Wurden die Daten vollständig verarbeitet, erstellt der FSoE MainInstance ein neues Datenpaket. Der komplette Transfer der Protokolldaten (Anforderung und Antwort) stellt ein **FSoE-Zyklus** dar. Mithilfe des Watchdogs wird der Datentransfer von beiden Geräten überwacht.

#### FSoE Connection-ID

Die FSoE Connection-ID ist eine im Netzwerk eindeutige Kennung, die die Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen FSoE MainInstance und dem jeweiligen FSoE SubInstance definiert.

### 5.6.3

#### FSoE-Konfiguration

Die Konfiguration des FSoE-Netzwerks erfolgt mit dem Konfigurations-Tool des FSoE MainInstance Steuerungssystems. Die Kommunikationsparameter für das FSoE-Netzwerk werden im FSoE MainInstance abgespeichert. Das FSoE Subinstance Sicherheitsmodul erhält beim Power-On alle notwendigen Konfigurationsparameter für die FSoE-Kommunikation vom FSoE MainInstance.

Die FSoE Konfiguration für ein SX6 FSoE SubInstance Sicherheitsmodul umfasst min. folgende Parameter:

- FSoE SubInstance-Adresse
- FSoE Watchdog-Zeit

### 5.6.3.1

#### FSoE Subinstance-Adresse

Die FSoE SubInstance-Adresse wird mittels 8-poligem DIP-Schalter des Sicherheitsmoduls/Antriebsreglers eingestellt. Es stehen somit FSoE-Adressen von 1 bis 254 zur Verfügung. Adresse 0 und Adresse 255 ist nicht zulässig. Jede FSoE-Adresse darf innerhalb eines Netzwerks nur einmal vorkommen.



#### INFO

Die FSoE-Adresse wird im Hochlauf eingelesen. Um eine neue Adresse zu übernehmen ist ein Neustart des Antriebsreglers erforderlich.

#### FSoE-Adresseingabe über DIP-Schalter

Der DIP-Schalter für die Adresseingabe befindet sich auf der Oberseite des Antriebsreglers. Die Adresse ergibt sich aus den Wertigkeiten der DIP-Schalter, die auf ON gesetzt sind. Nachfolgende Grafik zeigt das Sicherheitsmodul samt DIP-Schalter mit den Wertigkeiten 2 und 8; die zugehörige FSoE-Adresse lautet 10.

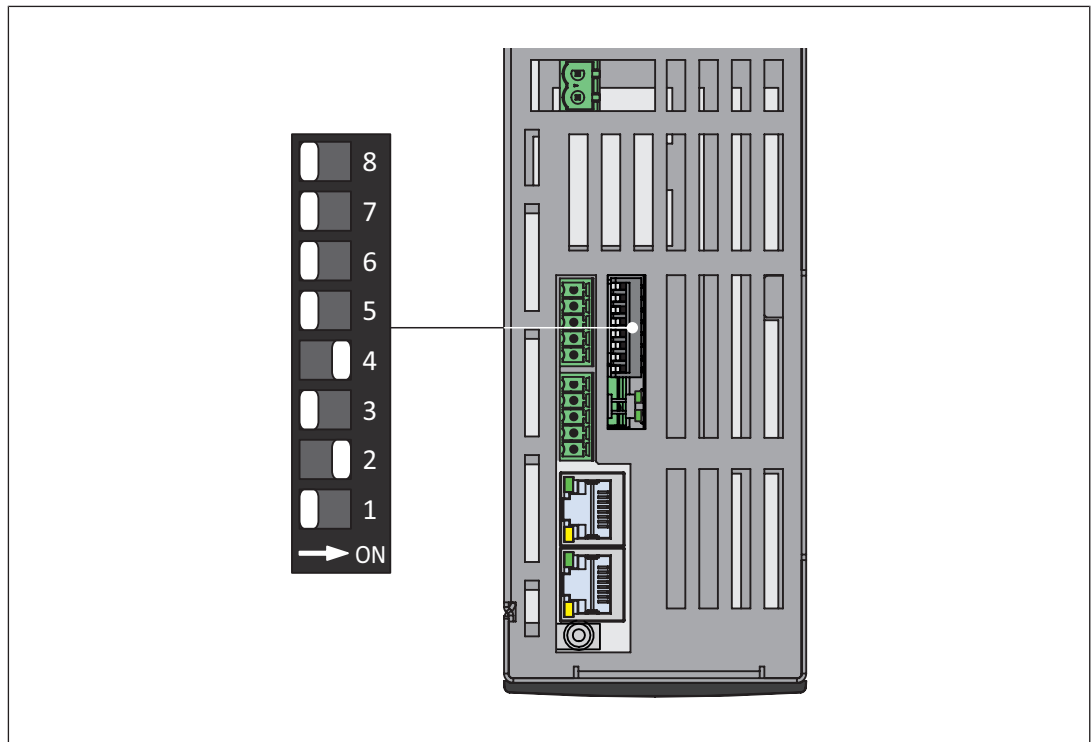


Abb.: Sicherheitsmodul/Antriebsregler DIP-Schalter




Schaltnummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Wertigkeit FSoE-Adresse	1	2	4	8	16	32	64	128

#### 5.6.3.2 FSoE Watchdog-Zeit

Um mögliche Störungen zu erkennen, wird die Kommunikation zwischen FSoE MainInstance und FSoE SubInstance durch einen FSoE Watchdog überwacht. Sobald ein FSoE-Telegramm versendet wurde, starten sowohl FSoE MainInstance als auch FSoE SubInstance einen sogenannten Watchdog. Erhalten FSoE MainInstance oder FSoE SubInstance vor Ablauf der Watchdog-Zeit kein entsprechendes Antworttelegramm, geht die FSoE-Verbindung in den Zustand RESET und das jeweilige Gerät wechselt in einen sicheren Zustand. Die Watchdog-Zeit wird bei der Berechnung der maximalen Reaktionszeit im Fehlerfall berücksichtigt.

Die FSoE Watchdog-Zeit ist die tolerierte Ausfalldauer von FSoE-Telegrammen zur Überwachung der FSoE-Kommunikation im EtherCAT-Netzwerk. Sie wird im "Safety Communication Parameter" des FSoE MainInstance für jede FSoE-Verbindung eingestellt.

Die FSoE Watchdog-Zeit kann auf einen Wert zwischen 10 ms und 10000 ms eingestellt werden. Bei Werten außerhalb des erlaubten Wertebereichs wird im Sicherheitsmodul SX6 ein globaler Fehler ausgelöst, siehe [Fehlerdefinition](#)  26].

#### 5.6.4 FSoE-Datenaustausch

Das FSoE SubInstance Sicherheitsmodul kann mit einem FSoE MainInstance Gerät sichere Daten austauschen. Die Kommunikation kann beginnen, wenn alle im FSoE-Netzwerk benötigten Teilnehmer konfiguriert sind und sich im FSoE-Zustand "Data" (zyklischer Datenaustausch der Prozessdaten läuft) befinden.

Die Kommunikation wird beendet, sobald ein FSoE-Teilnehmer einen FSoE Reset auslöst und dadurch die Teilnahme an der FSoE-Kommunikation beendet.

- ▶ Der Datenaustausch erfolgt zyklisch.
- ▶ Zu Beginn eines Zyklus liest das Sicherheitsmodul die Eingangsdaten von der FSoE MainInstance ein.
- ▶ Nach Ende eines Zyklus des Sicherheitsmoduls werden die Ausgangsdaten an die FSoE MainInstance übertragen.

##### Sichere FSoE-Ein- und Ausgänge

Für jedes Sicherheitsmodul können 32 sichere FSoE-Eingänge und 32 sichere FSoE-Ausgänge konfiguriert werden. Die Zuordnung der Ein- und Ausgänge zu den Sicherheitsfunktionen wird im Konfigurations-Tool PSC festgelegt.

Zusätzlich werden aus dem ETG.6100.2 Safety Drive Profile die folgenden Steuer- und Statusinformationen überstützt:

- ▶ Control Byte 1:
  - Bit 0: STO
- ▶ Status Byte 1:
  - Bit 0: STO

**INFO**

Das gesteuerte Stillsetzen (SS1) sollte gegenüber dem ungesteuerten Stillsetzen (STO) bevorzugt werden.

Für eine einfachere Diagnose im Fehlerfall wird empfohlen die STO-Funktion der Sicherheitsfunktion SS1 zu verwenden.

In diesem Fall muss das STO Steuerbit im Safe Drive Profil Control Byte dauerhaft auf 1 gesetzt werden. Sowohl die SS1 als auch eine direkte STO Anforderung kann an der Sicherheitsfunktion SS1 gewählt werden.

**5.6.5****FSoE-Kommunikation**

Im Folgenden ist die Kommunikation der Teilnehmer im EtherCAT/FSoE-Netzwerk dargestellt.

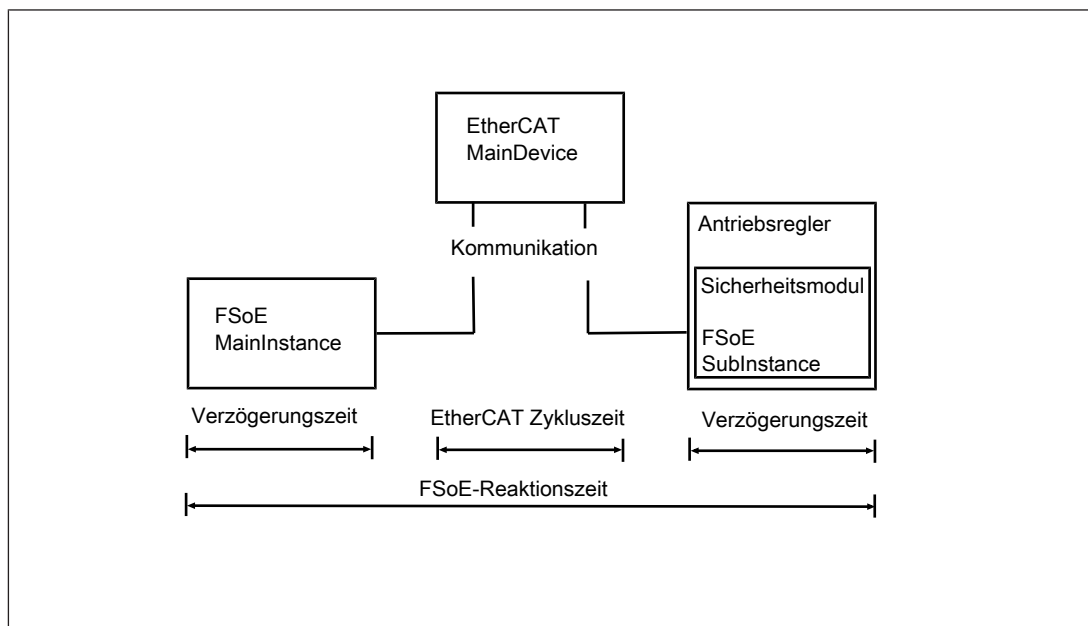


Abb.: FSoE-Reaktionszeit

**5.6.5.1****Reaktionszeit der EtherCAT FSoE-Verbindung**

Die EtherCAT FSoE-Reaktionszeit entspricht der Übertragungszeit eines Datentelegramms vom FSoE MainInstance zum FSoE SubInstance und setzt sich aus den Verzögerungszeiten der beteiligten Komponenten inklusive Kommunikation zusammen. Folgende Zeiten müssen in die Berechnung einbezogen werden:

- ▶ EtherCAT Zykluszeit
- ▶ Verzögerungszeit FSoE MainInstance
- ▶ Verzögerungszeit FSoE SubInstance
- ▶ FSoE Watchdog-Zeit (für die Berechnung der maximalen Reaktionszeit im Fehlerfall)

Reaktionszeit zwischen einer FSoE MainInstance und einem FSoE SubInstance Sicherheitsmodul im **fehlerfreien** Normalbetrieb (Worst Case).

Berechnung der FSoE-Reaktionszeit im Normalbetrieb [*]	
$T_{bus\_react} =$	2 x Zykluszeit FSoE MainInstance +
	6 x Zykluszeit EtherCAT-Kommunikation +
	2 x Zykluszeit FSoE SubInstance Sicherheitsmodul
[*] Daraus ergibt sich die min. FSoE Watchdog-Zeit, siehe <a href="#">Berechnung der minimalen Watchdog-Zeit</a> [43]	

Maximale Reaktionszeit zwischen einer FSoE MainInstance und einem FSoE SubInstance Sicherheitsmodul im **Fehlerfall**.

Berechnung der maximalen FSoE-Reaktionszeit im Fehlerfall	
$T_{bus\_max} =$	1 x FSoE Watchdog-Zeit +
	3 x Zykluszeit FSoE SubInstance Sicherheitsmodul

#### 5.6.5.2

#### Berechnung der minimalen FSoE Watchdog-Zeit

Berechnung der minimalen FSoE Watchdog-Zeit	
$T_{watchdog} > T_{bus\_react}$	



#### INFO

Die minimale FSoE Watchdog-Zeit entspricht der Reaktionszeit zwischen FSoE MainInstance und SX6 FSoE SubInstance Sicherheitsmodul im fehlerfreien Normalbetrieb des Systems.

Für eine fehlerfreie FSoE-Kommunikation sollte für die Watchdog-Zeit ein etwas größerer Wert als die FSoE-Reaktionszeit im Normalbetrieb eingestellt werden. Die zugefügte Reserve sollte in der Regel bei min. 10 % liegen.

## 5.7

## Fehlererkennung Motor-Encoder

Hier werden verschiedene Aspekte der Fehlererkennung Motor-Encoder aufgezeigt.

### 5.7.1

### Plausibilisierung mit internen Systemgrößen

Zur Erzeugung sicherer Geschwindigkeits- und Positionswerte müssen Fehler der angeschlossenen Encoder sicher erkannt werden. Das Sicherheitsmodul plausibilisiert hierfür die Positionswerte des angeschlossenen Motor-Encoders mit internen Systemgrößen.

Sensorik	Unterstützter Motortyp		Unterstützte Sicherheitsfunktionen	
	Rotativer Synchronmotor	Linearer Synchronmotor	SS1, SS2	SOS, SLS, SSR, SDI, SLI, SBC, SBT
Motor-Encoder und interne Systemgrößen	X	X	X	X



#### INFO

Die Plausibilisierung des Motor-Encoders mit internen Systemgrößen ist bis zu einer Ausgangsfrequenz des Leistungsteils von maximal 700 Hz möglich.

#### 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
- ▶ Mindestens eine Strecke von  $3/2 \cdot \text{Polpaarbreite}$ , bei linearen Synchronmotoren

### 5.7.2 Wegstrecke bis zur Fehlererkennung

Fehler eines angeschlossenen Motor-Encoders können durch die Plausibilisierung mit internen Systemgrößen erst nach bestimmten Wegstrecken erkannt werden. Dies muss in der Sicherheitsbetrachtung, zum Beispiel bei der Ermittlung der Nachlaufwege, berücksichtigt werden.


Sensorik	Fehlererkennung je Motortyp	
	Rotativer Synchronmotor	Linearer Synchronmotor
Motor-Encoder und interne Systemgrößen	Spätestens nach einer mechanischen Motorumdrehung	Spätestens nach einer gefahrenen Strecke von $3/2 \cdot \text{Polpaarbreite}$

### 5.7.3 Maximal erreichbare Sicherheitsintegrität

Die Fehlererkennung über interne Systemgrößen erreicht bei allen Sicherheitsfunktionen maximal folgende Werte für die Sicherheitsintegrität:

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

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

Im Kapitel [Technische Daten](#) [ 183]/Sicherheitstechnische Kennzahlen sind bereits verschiedene Encoder mit ihren Ausfallraten berücksichtigt.

## 5.8 Reaktionszeiten

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

Zur Bestimmung der Mindestabstände muss der Nachlauf der gefährbringenden Bewegung des Gesamtsystems ermittelt werden. Dieser setzt sich aus mehreren Zeiten zusammen.

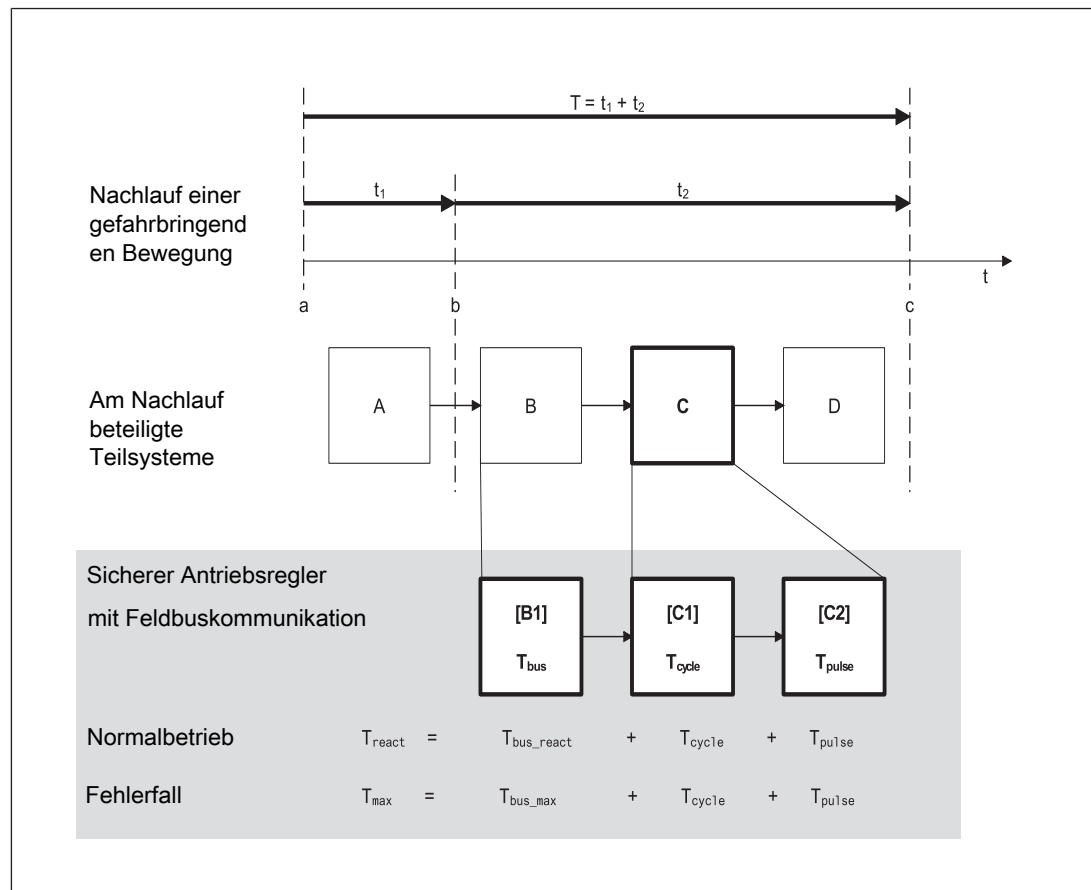


Abb.: Reaktionszeiten

### Legende

T	Nachlauf des gesamten Systems
$t_1$	Ansprechzeit der Schutzeinrichtung
$t_2$	Anhaltezeit
a	Auslösen der Schutzeinrichtung
b	AUS-Signal ist erzeugt
c	Sicherer Zustand der Maschine
A	Sensor/Schutzeinrichtung
B	Übergeordnete Sicherheitssteuerung
C	Sicherer Antriebsregler
D	Mechanik

[B1]	Reaktionszeit der Feldbuskommunikation
[C1]	Zykluszeit des Sicherheitsmoduls
[C2]	Einschaltverzögerung der sicheren Pulssperre
$T_{\text{react}}$	Reaktionszeit im Normalbetrieb
$T_{\text{max}}$	Reaktionszeit im Fehlerfall

Für das Teilsystem B – Sicherheitssteuerung mit Feldbuskommunikation – sind die folgenden Zeiten in dieser Dokumentation angegeben:

Zeit	Beschreibung	Kapitel
$T_{\text{bus\_react}}$	Reaktionszeit der Feldbuskommunikation im Normalbetrieb	<a href="#">FSoE-Kommunikation</a>
$T_{\text{bus\_max}}$	Maximale Reaktionszeit der Feldbuskommunikation im Fehlerfall	<a href="#">FSoE-Kommunikation</a>

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

Zeit	Beschreibung	Kapitel
$T_{\text{cycle}}$	Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls	<a href="#">Technische Daten</a>
$T_{\text{pulse}}$	Einschaltverzögerung der sicheren Pulssperre	<a href="#">Technische Daten</a>

#### Reaktionszeit im Normalbetrieb $T_{\text{react}}$

Diese Zeit beinhaltet

- Reaktionszeit der Feldbuskommunikation im Normalbetrieb.
- die Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls.
- die Einschaltverzögerung der sicheren Pulssperre.

#### Maximale Reaktionszeit im Fehlerfall $T_{\text{max}}$

Diese Zeit beinhaltet

- Maximale Reaktionszeit der Feldbuskommunikation im Fehlerfall.
- die Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls.
- die Einschaltverzögerung der sicheren Pulssperre.

#### Zykluszeit des Prozessorsystems $T_{\text{cycle}}$

Diese Zeit beinhaltet

- das Einlesen der Eingänge und der Positionswerte.
- das Ausführen der Sicherheitsfunktionen.
- das Erkennen von Grenzwertüberschreitungen.

- ▶ das Setzen der Ausgänge.
- ▶ das Aktivieren der Sicherheitsfunktion SS1 im Fehlerfall.



#### 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.

### 5.8.1

#### Reaktionszeit für die Erkennung einer Grenzwertüberschreitung

Die Reaktionszeit für die Erkennung einer Grenzwertüberschreitung entspricht der Zeit, in der der sichere Antriebsregler bei einer aktiven bewegungsüberwachenden Sicherheitsfunktion eine Verletzung des zulässigen Grenzwertes erkennt und die betroffene Antriebsachse stillsetzt.

Diese Zeit beinhaltet

- ▶ die Zykluszeit des Prozessorsystems des Sicherheitsmoduls ( $T_{\text{cycle}}$ ).
- ▶ die Einschaltverzögerung der sicheren Pulssperre ( $T_{\text{pulse}}$ ).

Eine Grenzwertüberschreitung wird erst zuverlässig erkannt, wenn sich der Antrieb länger als die Zykluszeit des Prozessorsystems  $T_{\text{cycle}}$  im nicht zulässigen Bereich befindet.

Maximale Reaktionszeit für die Erkennung einer Grenzwertüberschreitung

#### Berechnung der maximalen Reaktionszeit einer Grenzwertüberschreitung

$T_{\text{react}} =$	2 x Zykluszeit des Prozessorsystems ( $T_{\text{cycle}}$ ) +
	1 x Einschaltverzögerung der sicheren Pulssperre ( $T_{\text{pulse}}$ )






#### **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, so kann die Verletzung des nicht zulässigen Bereichs aufgrund der gegebenen Zykluszeit des Prozessors vom Sicherheitsmodul unter Umständen nicht erkannt werden.

- Prüfen Sie die ordnungsgemäße Ausführung der Sicherheitsfunktion bei einer realen Relevanz solcher Bedingungen (kurze Verletzung des Gefahrenbereichs, schnelle Durchfahrt durch den gesperrten Bereich).
- Beachten Sie auch das Kapitel [Sicherheitsprüfungen](#) [ 167].

## **5.8.2**

### **Reaktionszeit für die Fehlererkennung des Motor-Encoders**

Ein wesentlicher Aspekt des bestimmungsgemäßen Einsatzes des Sicherheitsmoduls mit den zulässigen Motortypen (siehe [Zulässige Motortypen](#) [ 16]) ist, dass für die Erkennung der Plausibilität zwischen Encoder und internen Systemgrößen die für die unterschiedlichen Motortypen angegebenen Weglängen zu berücksichtigen sind. Für eine Fehlerreaktion ist zusätzlich die Zeit bis zur Aktivierung der sicheren Stopp-Funktion SS1 und der darin enthaltenen Abbremsung der bewegten Massen mit zu berücksichtigen.

Die Reaktionszeit für die Erkennung eines Fehlers am Motor-Encoder ergibt sich aus der Zeit für die benötigte Weglänge zuzüglich der Zeit zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion und dem Abbremsen. Dies muss bei der Ermittlung der Mindestabstände bzw. des Nachlaufwegs bei gefahrbringenden Bewegungen der Maschine/Anlage berücksichtigt werden.



#### **WICHTIG**

Ein Fehler am Motor-Encoder kann zu einem Kommutierungsfehler am Antriebsregler führen (siehe Kommutierungsfehler des Antriebsreglers).

## **5.8.3**

### **Kommutierungsfehler des Antriebsreglers**

Eine fehlerhafte Kommutierung im Antriebsregler kann zu einer unkontrollierten Bewegung des Motors führen. Ein kontrolliertes Abbremsen mit der sicheren Stopp-Funktion SS1 ist in diesem Fall nicht mehr möglich. Um die damit zusammenhängende Erhöhung des Nachlaufwegs der Maschine/Anlage zu verringern, können folgende Maßnahmen getroffen werden:

- ▶ Konfiguration einer möglichst kurzen Not-Halt Bremsrampenzeit
- ▶ Aktivierung und Konfiguration der Bremsrampenüberwachung in der sicheren Stopp-Funktion SS1

## 5.9 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 Stopp 1 (SS1)
- ▶ Sicherer Stopp 2 (SS2)
- ▶ Sicherer Betriebshalt (SOS)
- ▶ Sichere Wiederanlaufsperrung (SRL)




### WICHTIG

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

## 5.10 Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls


Im Achszustand STO (siehe [Betriebszustände](#)  169)

- ▶ 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 (Gerätezustand oder Achszustand) STO zu verlassen (siehe Kapitel [Betriebszustände](#)  169), 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 (Gerätezustand oder Achszustand) von STO → STARTUP → RUN/FSRUN des Sicherheitsmoduls wird als RESTART bezeichnet (siehe [Betriebszustände](#)  169). 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 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.
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 ausgelöst.

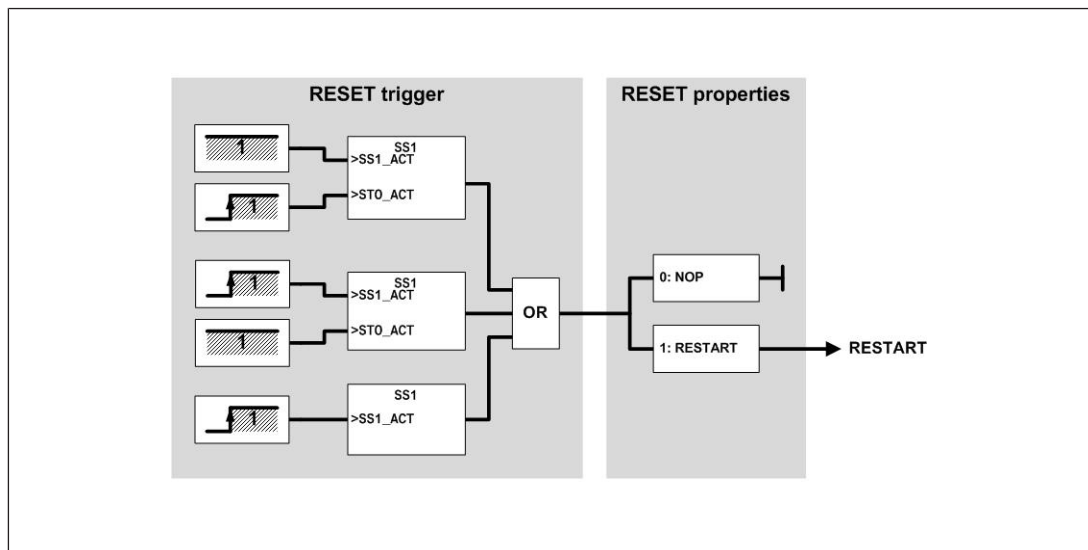


Abb.: RESET durch die Eingänge SS1\_ACT oder STO\_ACT

### Legende

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

### Konfiguration des RESET-Verhaltens im Konfigurations-Tool

Feld: RESET Trigger SS1: Eingänge SS1_ACT/STO_ACT			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
RESET-Verhalten	0: NOP	--	Keine Aktion Ein RESTART findet nicht statt.
	1: RESTART	--	Ein RESTART wird ausgelöst.



#### INFO

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



### WICHTIG

Befindet sich das Sicherheitsmodul im Betriebszustand (Gerätezustand oder Achszustand) 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:

- 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).

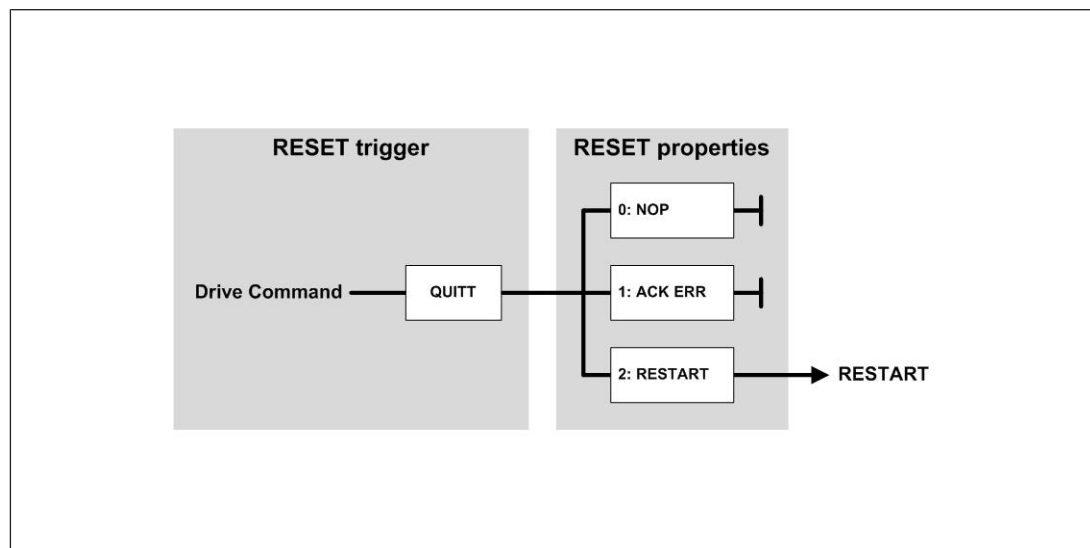


Abb.: RESET durch den QUITT-Befehl des Antriebsreglers

### Legende

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

**Konfiguration des RESET-Verhaltens im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: RESET Trigger: QUITT-Befehl des Antriebsreglers</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
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 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 Wiederanlaufsperrung (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 beispielhaft 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 Setzen des Steuerbits A181, Bit 1 (Quelle Binärsignale Gerätesteuerung: S31 muss auf "Parameter" stehen)

Applikationsspezifisch stehen dem Antriebsregler weitere Möglichkeiten zur Quittierung zur Verfügung. Diese werden im Handbuch des Antriebsreglers benannt.

### 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).

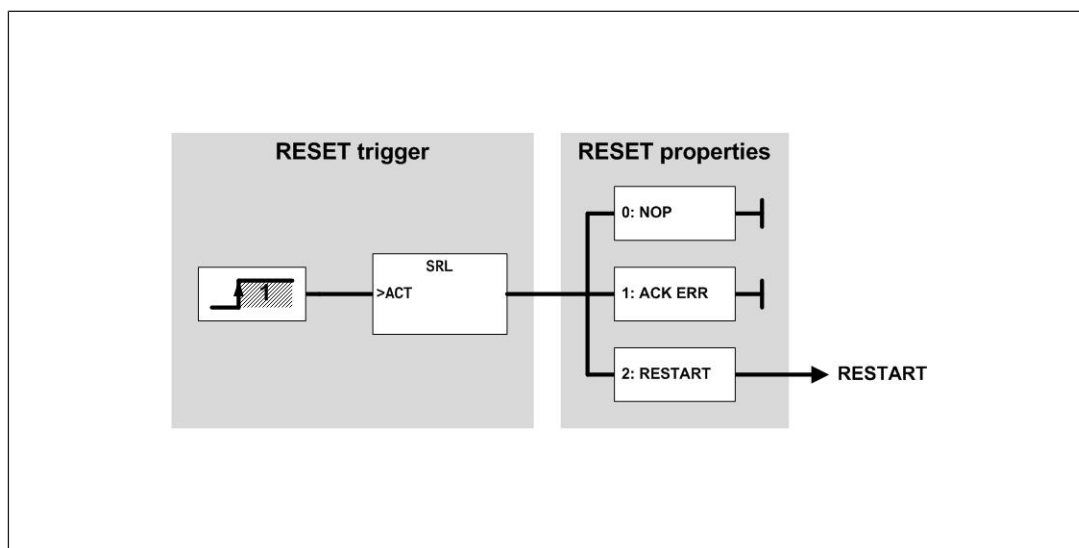


Abb.: RESET durch die Sicherheitsfunktion SRL

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

Die Sicherheitsfunktion SRL wird ausführlich in folgendem Kapitel beschrieben Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)



**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).

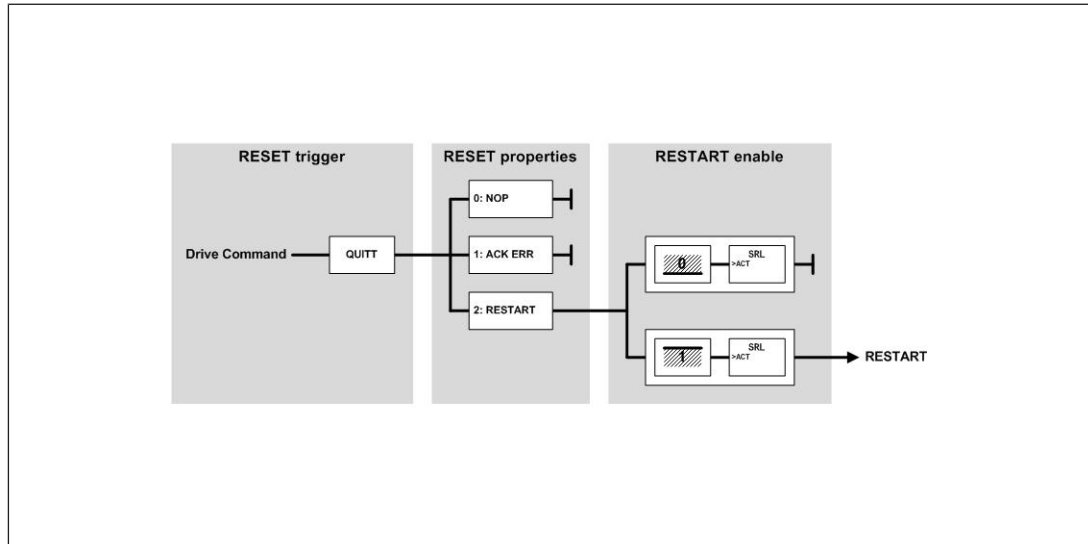


Abb.: RESET durch den QUITT-Befehl des Antriebsreglers und Freigabe durch die Sicherheitsfunktion SRL

### Legende

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

## 5.11 Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT

Das Sicherheitsmodul ermöglicht die Ansteuerung und den Test von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen. Im Umfeld von "Halten von Lasten" können mechanische Bremsen 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. Im Sicherheitsmodul kann die Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten" mit den Sicherheitsfunktionen SBC und SBT umgesetzt werden.

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



### WICHTIG

Beachten Sie, dass die Bremse für das "Stoppen von Lasten" geeignet sein muss.

### 5.11.1 Definition der Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten"

Die Sicherheitsfunktion "Halten von Lasten" ist eine technische Maßnahme zur Verhinderung ungewollter Bewegungen.

Schwerkraftbelastete Achsen müssen in Position gehalten werden:

- ▶ Im Normalbetrieb
- ▶ Im gestörten Betrieb

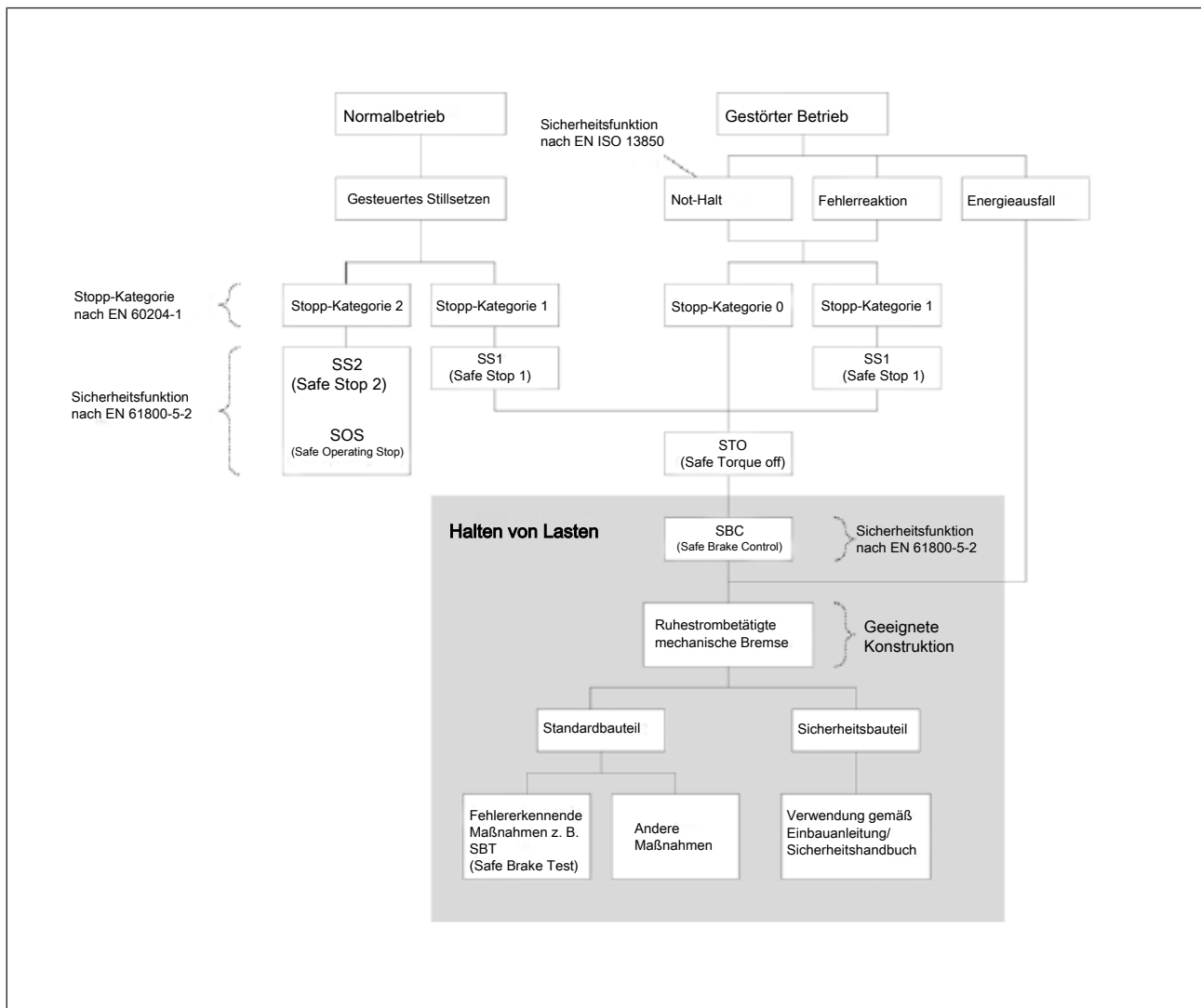


Abb.: Übersicht "Halten von Lasten" Normalbetrieb und Gestörter Betrieb

## 5.11.2 Ruhestrombetätigte, mechanische Bremsen

### 5.11.2.1 Sicherheitsbauteile

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

Der Hersteller liefert mit der Bremse folgende Dokumente:

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

#### **5.11.2.2 Standardbauteile**

Häufig kommen Bremsen als Standardbauteile in Sicherheitsfunktionen zum Einsatz.

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

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

Weitere notwendige Maßnahmen sind:

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

#### **5.11.2.3 Motorbremsen**

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

### **5.11.3 Möglichkeiten zur Umsetzung "Halten von Lasten"**

Das Sicherheitsmodul bietet die Möglichkeit

- ▶ der Ansteuerung von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen.
- ▶ der Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung zur Ansteuerung von Bremsen.

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

Das Umsetzungskonzept wird bestimmt durch:

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

Aus den vorgegebenen mechanischen Bremsen leiten sich folgende Anforderungen ab:

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

#### **5.11.3.1 Direkte Ansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen durch das Sicherheitsmodul**

Zur Ansteuerung werden die Bremsen an die 2-poligen Hardware-Ausgänge des Sicherheitsmoduls angeschlossen.

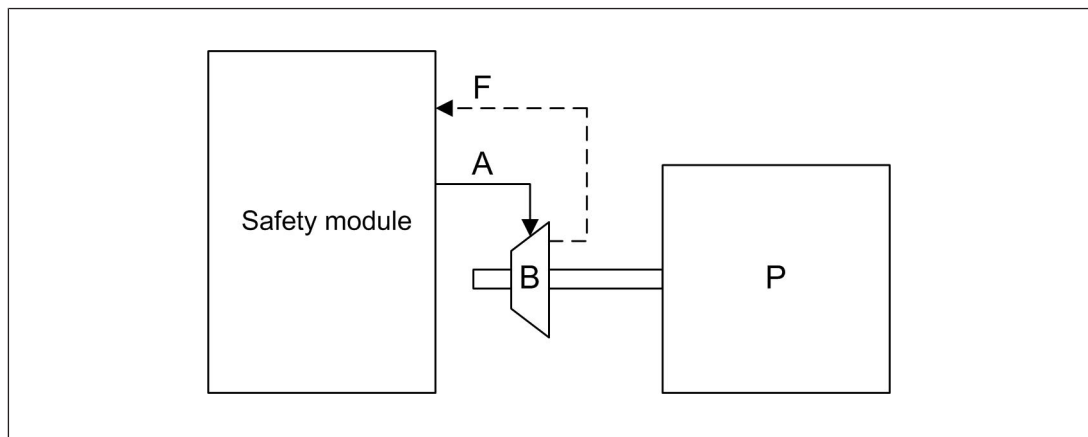


Abb.: Ansteuerung von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen

#### Legende

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

#### 5.11.3.2

#### Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung

Bei der Verwendung einer externen, sicheren Einrichtung wird diese über die Sicherheitsfunktion SBC 1-polig angesteuert.

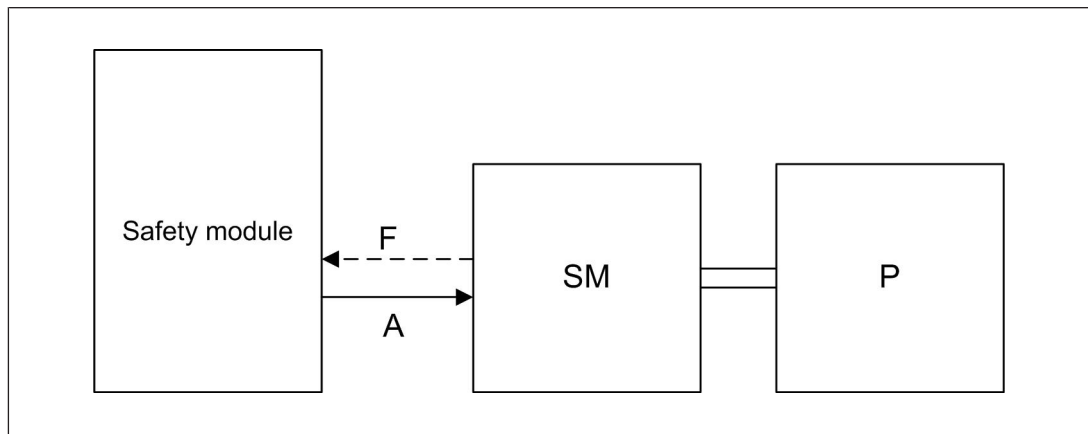


Abb.: Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung

#### Legende

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

### 5.11.4 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 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)).
- ▶ Es muss eine Fehlerbetrachtung für die eingesetzte mechanische Bremse durchgeführt werden.
- ▶ Es muss eine Fehlerbetrachtung für die angetriebene Einrichtung durchgeführt werden.



#### INFO

Die folgenden Beispiele zu den Möglichkeiten zur Umsetzung "Halten von Lasten" zeigen Ansteuerungen mit einer Antriebsachse.

## 5.11.4.1

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

Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Motorbremse und einer externen sicheren Einrichtung. In diesem Beispiel sollte als aktive Sicherheitsfunktion die Sicherheitsfunktion SOS (Sicherer Betriebshalt) verwendet werden.

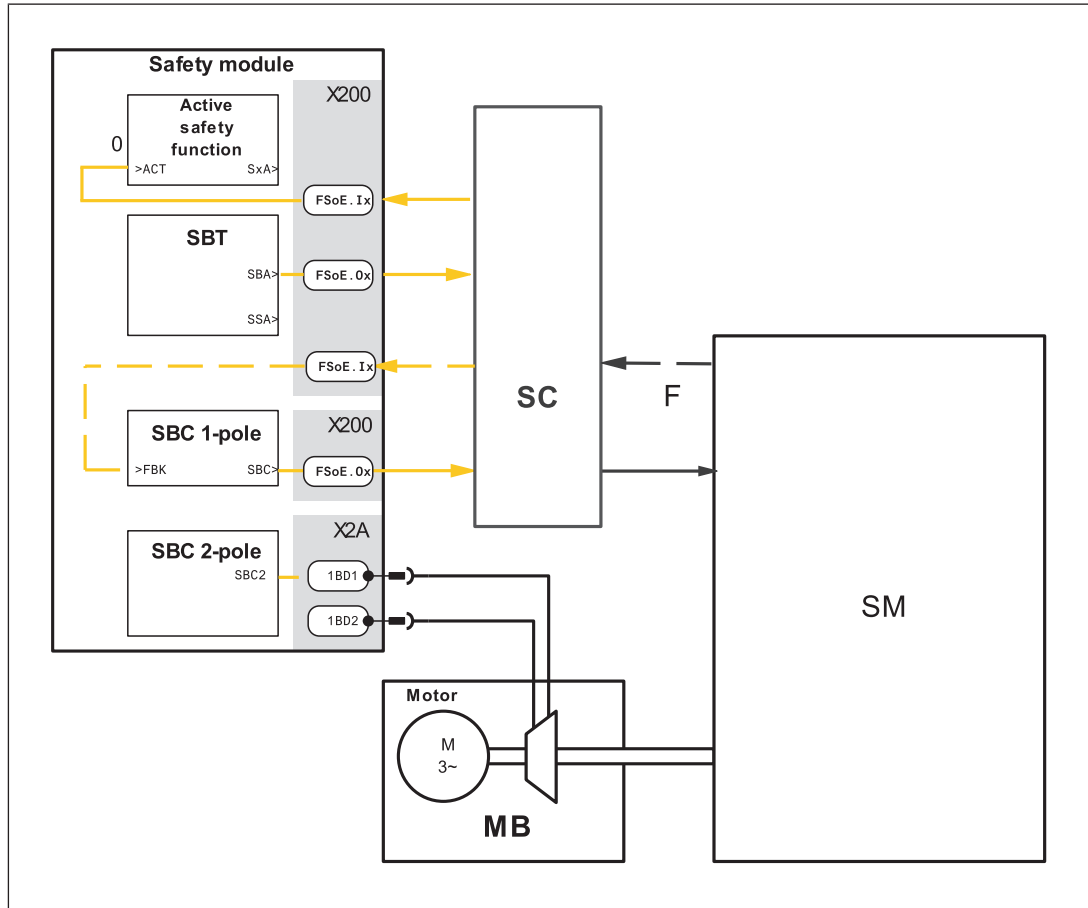


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer Motorbremse und einer externen sicheren Einrichtung

**Legende**

SC	Safety Controller (FS0E MainInstance)
F	Optionale Lüftüberwachung
---	Gestrichelte Linie, optional
SM	Sichere Einrichtung zum "Halten von Lasten"
MB	Ruhestrombetätigte, mechanische Motorbremse
Gelbe Linie	Sichere Feldbusverbindung

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

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	4
Einstufung der Motorbremse als bewährtes Bauteil (Kat. 1)	nicht erforderlich
Einstufung der Motorbremse als Sicherheitsbauteil	optional

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



#### 5.11.4.2 "Halten von Lasten" mit einer externen Bremse (Standardbauteil)

Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse durch den 2-poligen SBC+/- Ausgang (X2A) mit oder ohne Lüftungsüberwachung (Rückführung).

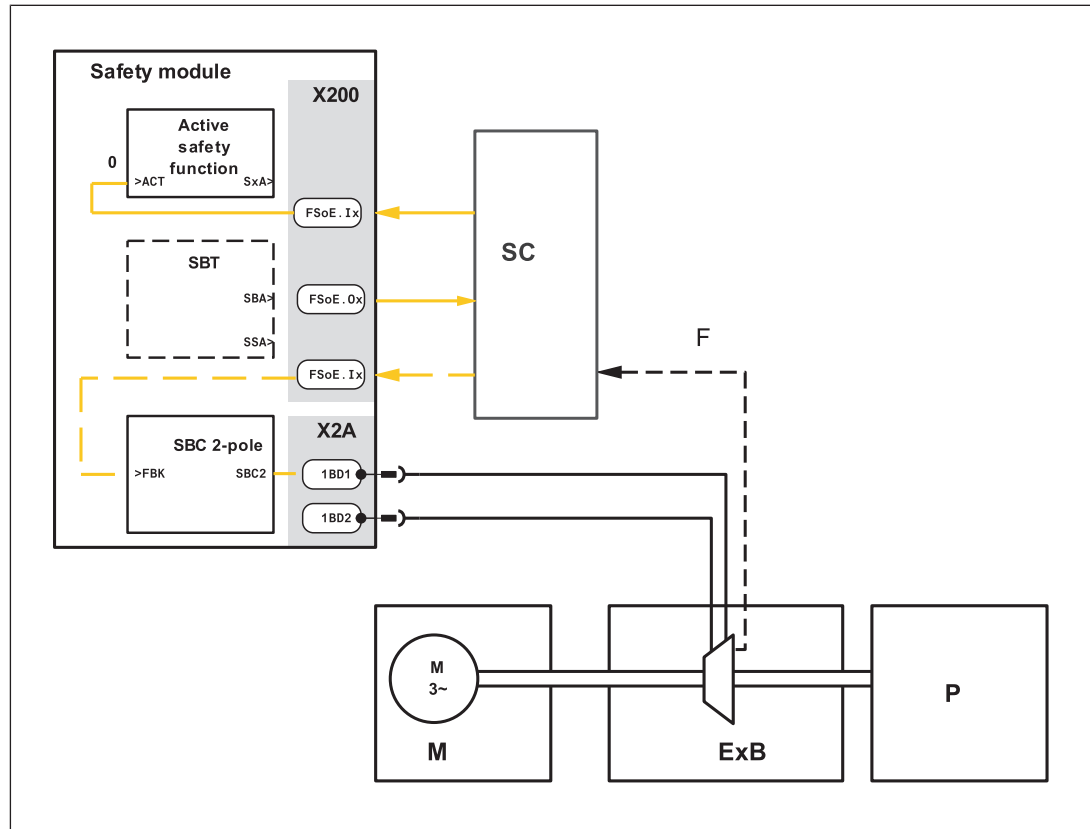


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer externen Bremse (Standardbauteil)

#### Legende

SC	Safety Controller (FSoE MainInstance)
M	Motor
F	Optionale Lüftüberwachung (Rückführung)
---	Gestrichelte Linie, optional
ExB	Externe ruhestrombetätigte, mechanische Bremse
P	Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerkraftbelastete Achse)
Gelbe Linie	Sichere Feldbusverbindung

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)	nicht erforderlich	erforderlich

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

**Es gelten folgende Hinweise:**

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

### 5.11.4.3 "Halten von Lasten" mit einer Motorbremse (Standardbauteil)

Ansteuerung einer ruhestrombetätigten, mechanischen Motorbremse durch den 2-poligen SBC+/- Ausgang (X2A).

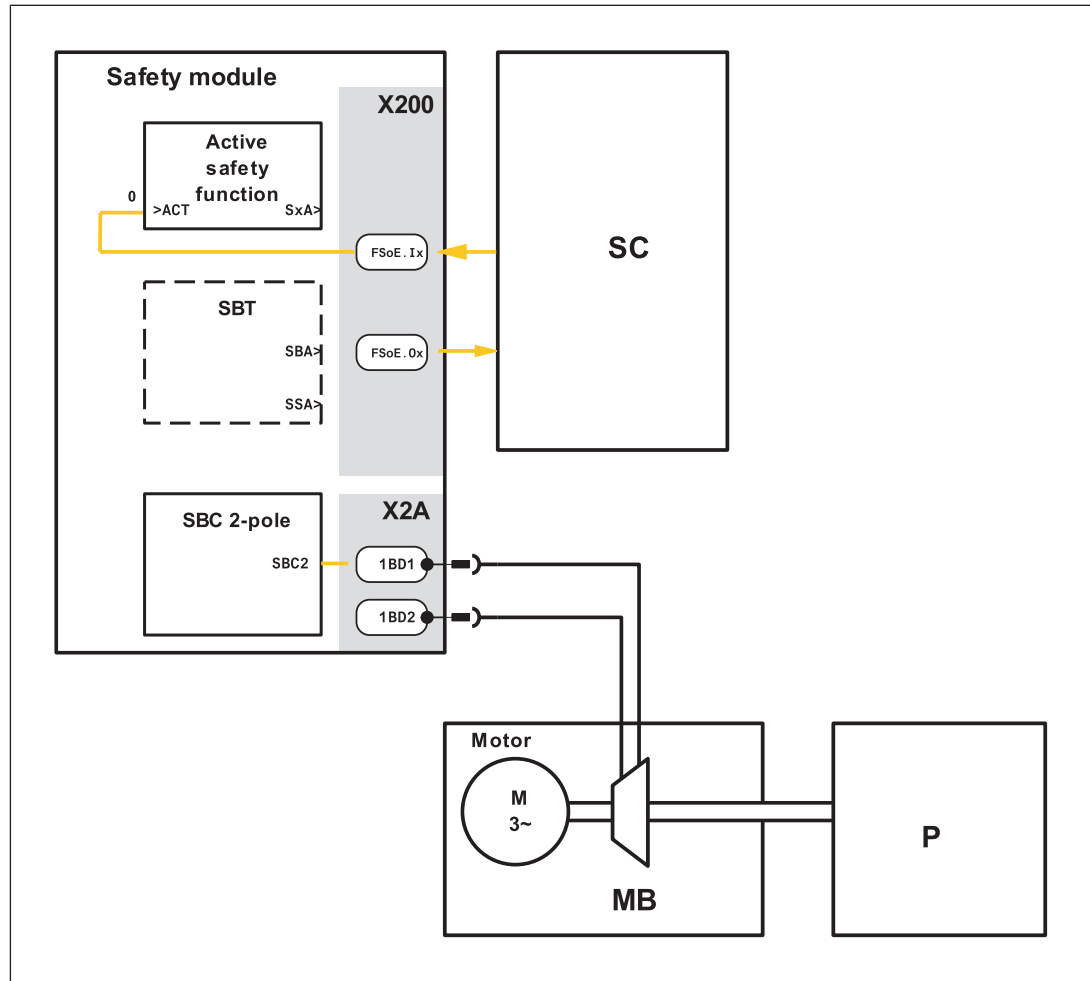


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer Motorbremse

#### Legende

SC	Safety Controller (FSOE MainInstance)
MB	Ruhestrombetätigte, mechanische Motorbremse
P	Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerlastbehaftete Achse)
Gelbe Linie	Sichere Feldbusverbindung

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)	nicht erforderlich	erforderlich

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

**Es gelten folgende Hinweise:**

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

#### 5.11.4.4 "Halten von Lasten" mit einer externen Sicherheitsbremse (Sicherheitsbauteil)

Ansteuerung einer externen ruhestrombetätigten, mechanischen Sicherheitsbremse durch den 2-poligen SBC+/- Ausgang (X2A).

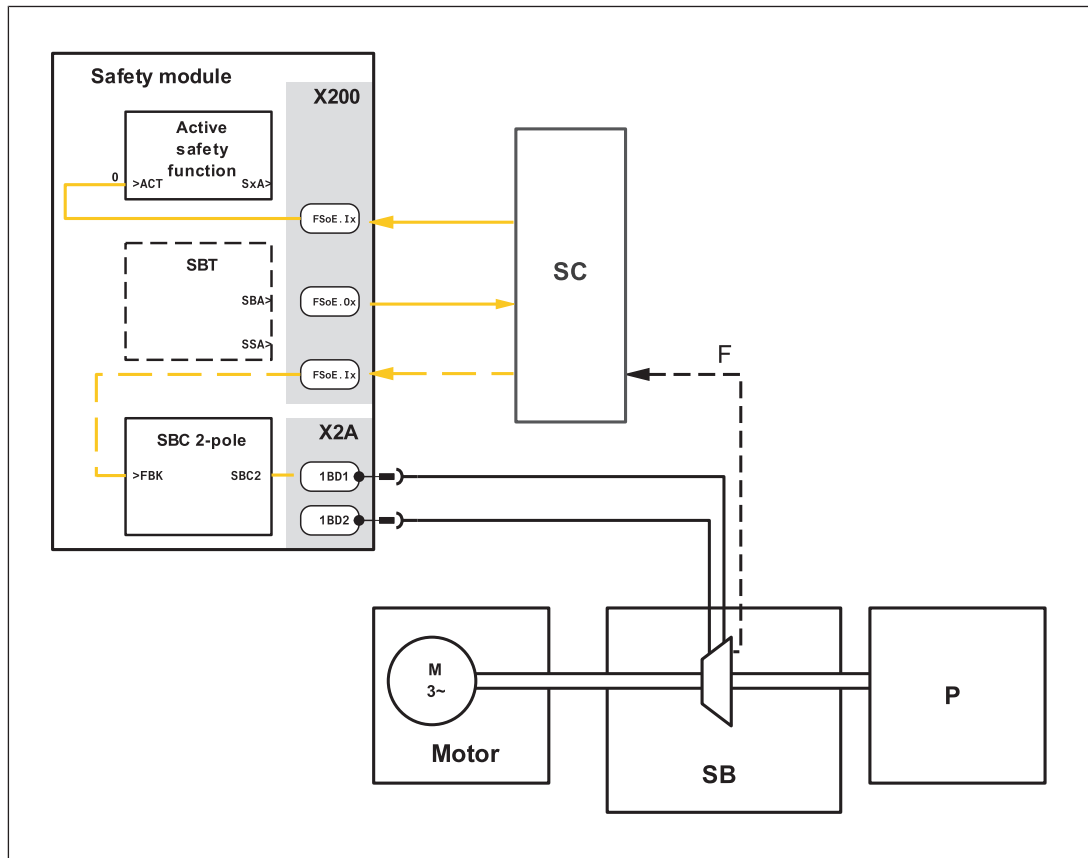


Abb.: "Halten von Lasten" mit einer externen Sicherheitsbremse (Sicherheitsbauteil)

#### Legende

SC	Safety Controller (FSOE MainInstance)
F	Optionale Lüftüberwachung
SB	Externe ruhestrombetätigte, mechanische Sicherheitsbremse
- - -	Gestrichelte Linie, optional
P	Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerkraftbelastete Achse)
Gelbe Linie	Sichere Feldbusverbindung

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

Max. Kategorie nach EN ISO 13849-1	4
Einstufung der Bremse als Sicherheitsbauteil	erforderlich

**Es gelten folgende Hinweise:**

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

#### 5.11.4.5

#### "Halten von Lasten" durch Ansteuerung einer externen Einrichtung

Ansteuerung einer externen sicheren Einrichtung zum Halten von Lasten und optionaler Auswertung von Rückführsignalen.

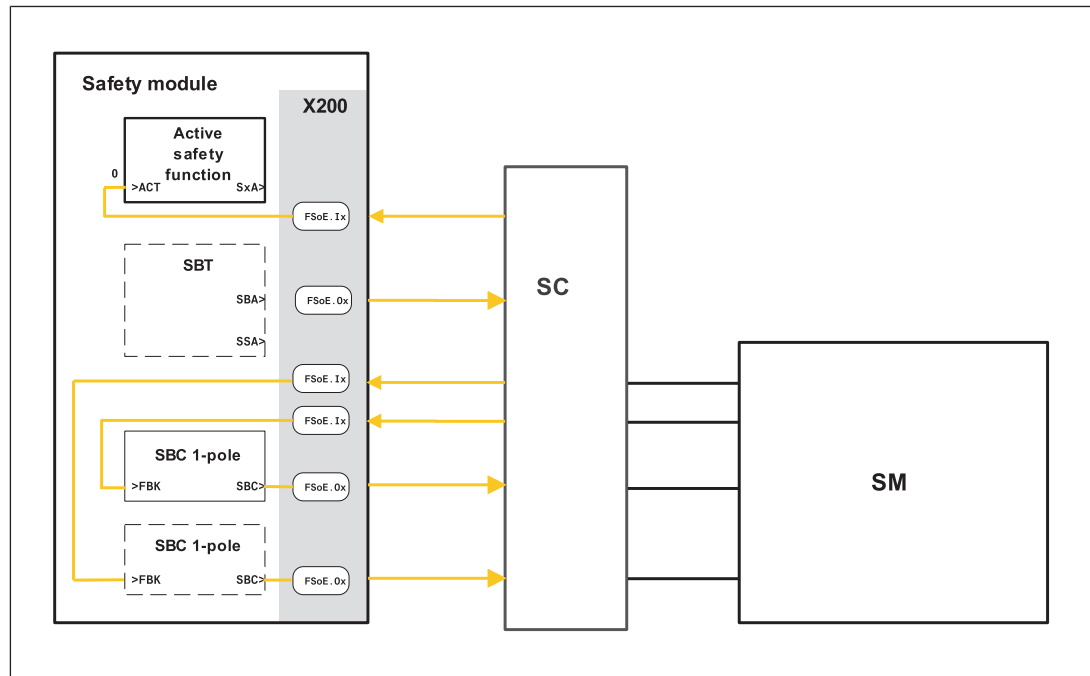


Abb.: "Halten von Lasten" durch Ansteuerung einer externen Einrichtung

#### Legende

SC	Safety Controller (FSoE MainInstance)
SM	Sichere Einrichtung zum Halten von Lasten
Gelbe Linie	Sichere Feldbusverbindung

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

- ▶ Fehlerbetrachtungen von Bremsen, Ansteuerung 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.



#### 5.11.4.6 "Halten von Lasten" mit zwei Bremsen

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

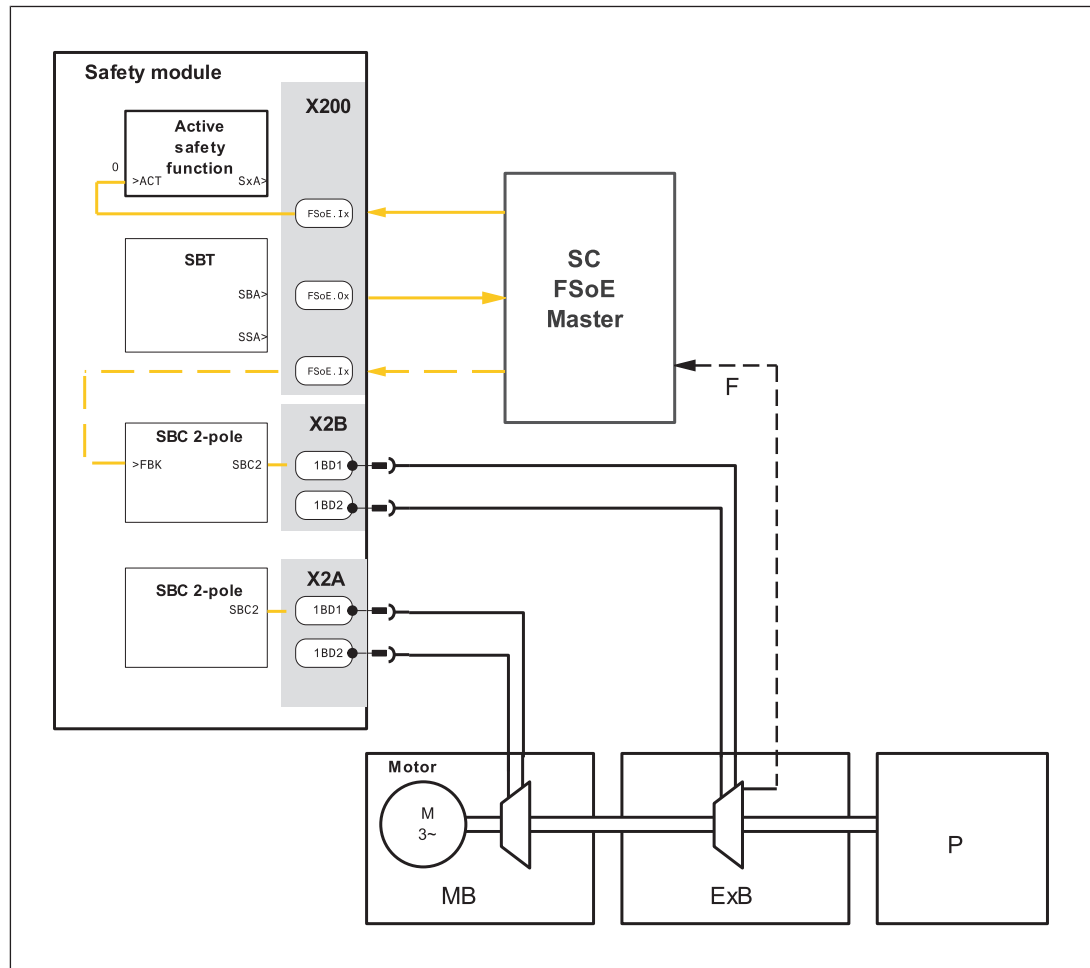


Abb.: "Halten von Lasten" mit zwei Bremsen

#### Legende

SC	Safety Controller (FSoE MainInstance)
F	Optionale Lüftüberwachung
- - -	Gestrichelte Linie, optional
MB	Ruhestrombetätigte, mechanische Motorbremse
ExB	Externe ruhestrombetätigte, mechanische Bremse
P	Angetriebene Einrichtung (zum Beispiel schwerkraftbelastete Achse)
Gelbe Linie	Sichere Feldbusverbindung

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

**Es gelten folgende Hinweise:**

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

### 5.11.5 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
- ▶ Sicherheitskennwerte des Sicherheitsmoduls
- ▶ Beschreibung der Testfunktionen zur Fehlerkennung

Folgende Werte müssen für die mechanischen Bremsen zusätzlich ermittelt werden:

- ▶  $MTTF_D$ -Werte
- ▶ Diagnosedeckungsgrad (DC)

Das Sicherheitsmodul bietet hierzu folgende Funktionen zur Fehlererkennung:

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

## 5.12 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 20 Sicherheitsfunktionen mit Funktionsbausteinen konfiguriert werden. Zusätzlich muss für jede Antriebsachse eine Sicherheitsfunktion Sicherer Stopp1 (SS1) konfiguriert werden.


Die Sicherheitsfunktion SS1 kann im Konfigurator nicht deaktiviert werden.

Folgende Funktionsbausteine der Sicherheitsfunktionen können nur **einmal pro Antriebsachse** verwendet werden:

- ▶ Sicherer Stopp 1 (SS1) - ist fester Bestandteil der Sicherheitskonfiguration -
- ▶ Sicherer Bremsentest (SBT)

Folgende Funktionsbausteine der Sicherheitsfunktionen können nur **einmal pro Gerät** verwendet werden:

- ▶ Sichere Wiederanlaufsperrung (SRL)
- ▶ Sicherer Statusausgang (SSO)

Die Kombinationsmöglichkeiten der Sicherheitsfunktion SBC sind in folgendem Kapitel beschrieben [Kombinationsmöglichkeiten SBC 1-polig und SBC 2-polig](#)  132].

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

### Aktivierung der Sicherheitsfunktionen

- ▶ Die Sicherheitsfunktionen werden über die Eingänge der FSoE-Schnittstelle aktiviert.
- ▶ Die Eingänge arbeiten nach dem Ruhestromprinzip. Die Sicherheitssteuerung aktiviert die Sicherheitsfunktionen mit einem 0-Signal (Ausnahme: Die Sicherheitsfunktion SBT wird mit einem 1-Signal aktiviert).

### Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen

- ▶ Meldung über Ausgänge der FSoE-Schnittstelle
  - 1-Signal: bei aktivierter Überwachung und innerhalb der parametrisierten Grenzwerte
  - 0-Signal: bei inaktiver Überwachung oder außerhalb der parametrisierten Grenzwerte

### Gleichzeitig aktivierte Sicherheitsfunktionen

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

### **Reaktion auf Grenzwertverletzungen einer Antriebsachse**

- ▶ Bei Überschreitung von parametrierten Grenzwerten wird die der Antriebsachse zugeordneten Sicherheitsfunktion SS1 mit Not-Halt-Bremsrampe ausgelöst und die Rückmeldeausgänge der Sicherheitsfunktionen auf 0-Signal geschaltet.
- ▶ Bei Überschreitung von parametrierten Grenzwerten bei Überwachungsfunktionen wird nur der Rückmeldeausgang der dieser Antriebsachse zugeordneten Sicherheitsfunktion auf 0-Signal geschaltet. Die Antriebsachse bleibt im Achszustand FSRUN.

### **Reaktion auf Fehler des Sicherheitsmoduls**

- ▶ Bei internen Fehlern des Sicherheitsmoduls wird die Sicherheitsfunktion SS1 aller Antriebsachsen mit Not-Halt-Bremsrampe ausgelöst.
- ▶ Bei schwerwiegenden Fehlern (FATAL), zum Beispiel bei internen Speicher- oder Datenfehlern, wird direkt die Sicherheitsfunktion STO an allen Antriebsachsen aktiviert. Die Drehmoment- bzw. Krafterzeugung in den Motoren 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 SX6](#)  [169](#).

### 5.12.1 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 Geräte- und Achszustand FSRUN (Safe Operation). Eine Aktivierung oder Deaktivierung zur Laufzeit ist nicht möglich.

- ▶ Die Sicherheitsfunktion wird ohne Aktivierungssignal, permanent ohne Einschaltverzögerung, überwacht.
- ▶ Es ist keine Aktivierung notwendig.



#### INFO

#### Permanentüberwachung in Verbindung mit der Steuerart "Wake and Shake"

Wird der Antriebsregler in der Steuerart "Wake and Shake" betrieben, ist die Option "Permanentüberwachung" nicht empfehlenswert.

Bei der Kommutierungsfindung über "Wake and Shake" kann die Plausibilisierung des Motor-Encoders bei einer permanent aktiven Sicherheitsfunktion auslösen.

#### 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)

##### 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)

#### Konfiguration der Permanentüberwachung im Konfigurations-Tool

Feld: Überwachungsart			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Überwachungsart	Aktivierung über Eingang (Default)	--	Aktivierung über Eingang
	Permanent	--	Aktiviert die Permanentüberwachung



#### INFO

##### Hysterese (optional)


Wenn im Konfigurator einer Überwachungsfunktion die **Überwachungsart "Permanent"** gewählt wurde, muss zwingend das **Überwachungsverhalten "Hysterese"** (siehe Hysterese für Überwachungsfunktionen) gewählt werden.

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

### 5.12.2 Sicher abgeschaltetes Moment (Safe torque off, STO)


Die Sicherheitsfunktion STO verhindert die Drehmoment- oder Krafterzeugung im Motor.

Sie ist für jede Antriebsachse über einen sicheren Abschaltpfad 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. Durch diese Verbindung ist die Sicherheitsfunktion STO einer Antriebsachse fest zugeordnet (siehe [Sicherer Stopp 1 \(Safe stop 1, SS1\)](#)  83]).

- ▶ 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.


#### STO Abschaltpfade


Im Sicherheitsmodul sind zwei zweikanalige STO-Abschaltpfade für sicherheitsgerichtete Anwendungen vorhanden (siehe [Übersicht](#)  22]).

In der Anwendung als Doppelachsregler steuert die Sicherheitsfunktion STO die beiden STO-Abschaltpfade getrennt voneinander an.


#### Aktivieren der Sicherheitsfunktion STO

Die Sicherheitsfunktion STO wird auf der zugeordneten Antriebsachse aktiviert:

- ▶ im Normalbetrieb durch 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 auf einer Achse wechselt die zugeordnete Antriebsachse in den Achszustand STO (siehe [Achszustand](#)  173]).

Die Sicherheitsfunktion STO wird auf allen konfigurierten Antriebsachsen aktiviert

- ▶ im Fehlerfall, als Fehlerreaktion bei Auftreten eines globalen Fehlers (siehe [Fehlerdefinition](#)  26])
- ▶ im Fehlerfall, als Fehlerreaktion bei Auftreten eines fatalen Fehlers

Bei aktivierter Sicherheitsfunktion STO auf allen Achsen wechselt das Sicherheitsmodul in den Gerätezustand STO (siehe [Gerätezustand](#)  170]).



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



#### WICHTIG

Für das Zusammenwirken der Sicherheitsfunktion STO mit der sicheren Bremsenansteuerung SBC muss bei den Sicherheitsfunktionen SS1 und SBC die gleiche Achszuordnung konfiguriert sein.

Weitere Informationen zur Sicherheitsfunktion SBC siehe [Sichere Bremsenansteuerung \(SBC\)](#) [📖 126].

### 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

##### Gerätezustand STO

In den Gerätezuständen STO und STARTUP wird an allen Rückmeldeausgängen der konfigurierten Sicherheitsfunktionen ein 0-Signal ausgegeben.

Ausnahmen:

- Rückmeldeausgänge STO\_ACK und SS1\_ACK der Sicherheitsfunktion SS1 melden den aktiven Zustand STO mit einem 1-Signal.
- Rückmeldeausgang SBT\_SBA der Sicherheitsfunktion SBT bleibt gesetzt, solange die Prüfzeit läuft.
- Sicherer Statusausgang READY der Sicherheitsfunktion SSO meldet betriebsbereit mit einem 1-Signal.

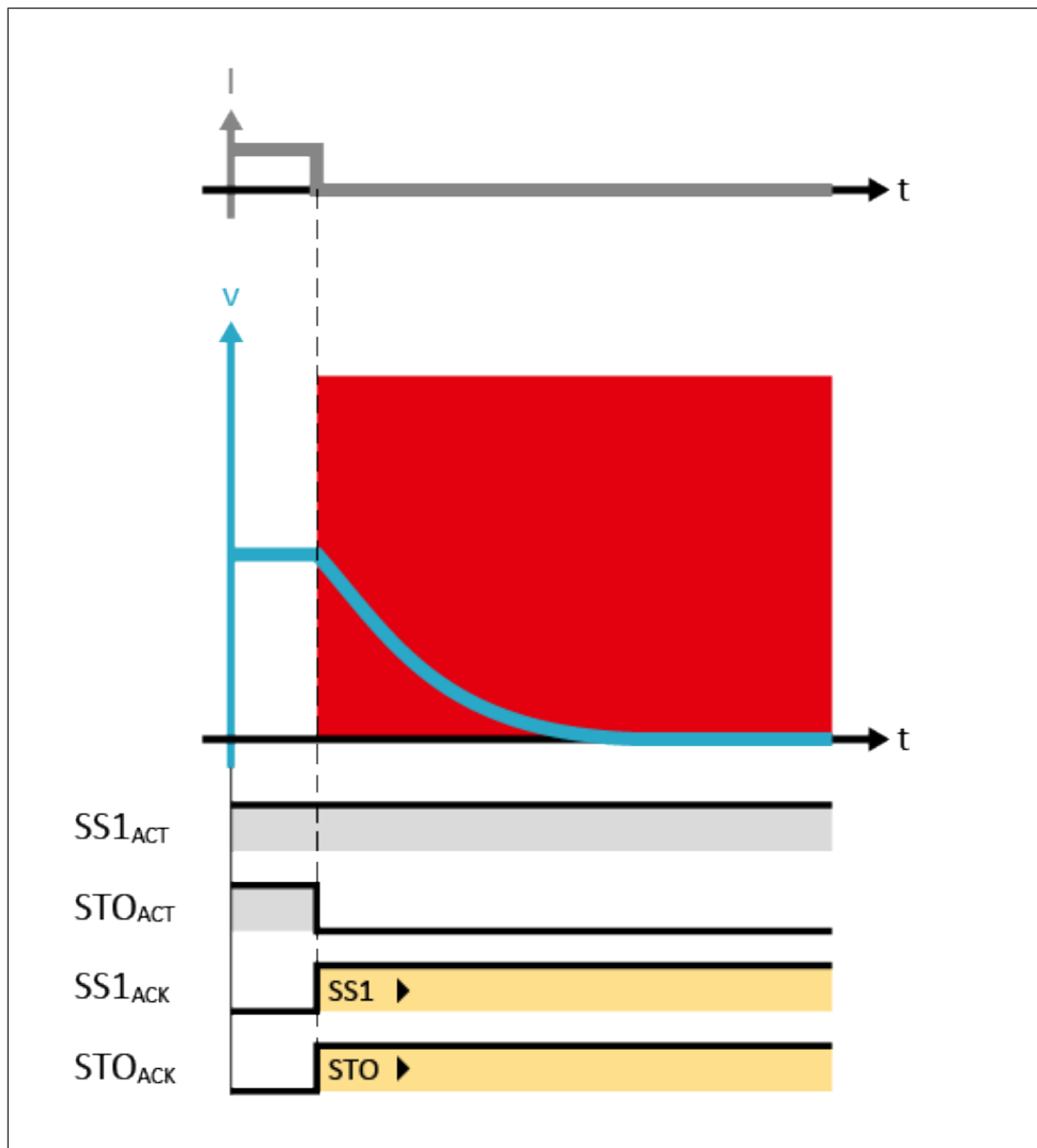


Abb.: Sicherheitsfunktion STO

### Legende

I	Strom, Drehmoment/Krafterzeugung (Torque)
v	Geschwindigkeit
t	Zeit
SS1 <sub>ACT</sub>	Eingang zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS1
STO <sub>ACT</sub>	Eingang zur Aktivierung der Sicherheitsfunktion STO Aktivierungseingang STO_ACT (optional)
SS1 <sub>ACK</sub>	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS1
STO <sub>ACK</sub>	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO

### 5.12.3 Sicherer Stopp 1 (Safe stop 1, SS1)

Die Sicherheitsfunktion SS1 ermöglicht ein gesteuertes Stillsetzen des Motors. 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 gesteuerten 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 SS1 ist einer Antriebsachse fest zugeordnet. Sie muss immer einmal pro Antriebsachse in einer Konfiguration enthalten sein. Sie kann nicht mehrfach pro Achse verwendet werden.

Über die Eingänge der Sicherheitsfunktion SS1 kann optional ein RESET der zugeordneten Antriebsachse durchgeführt werden (siehe Kapitel "Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls").

#### Aktivieren der Sicherheitsfunktion SS1

Die Sicherheitsfunktion SS1 kann auf verschiedene Weise aktiviert werden:

- ▶ Im Normalbetrieb durch 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.



#### INFO

Bei Auftreten eines Fehlers durch die Bremsrampenüberwachung im Modus "steuerungsgeführt", erfolgt die Steuerung der Bremsrampe immer "antriebsgeführt".

#### Zuordnung der Antriebsachse zur Sicherheitsfunktion SS1

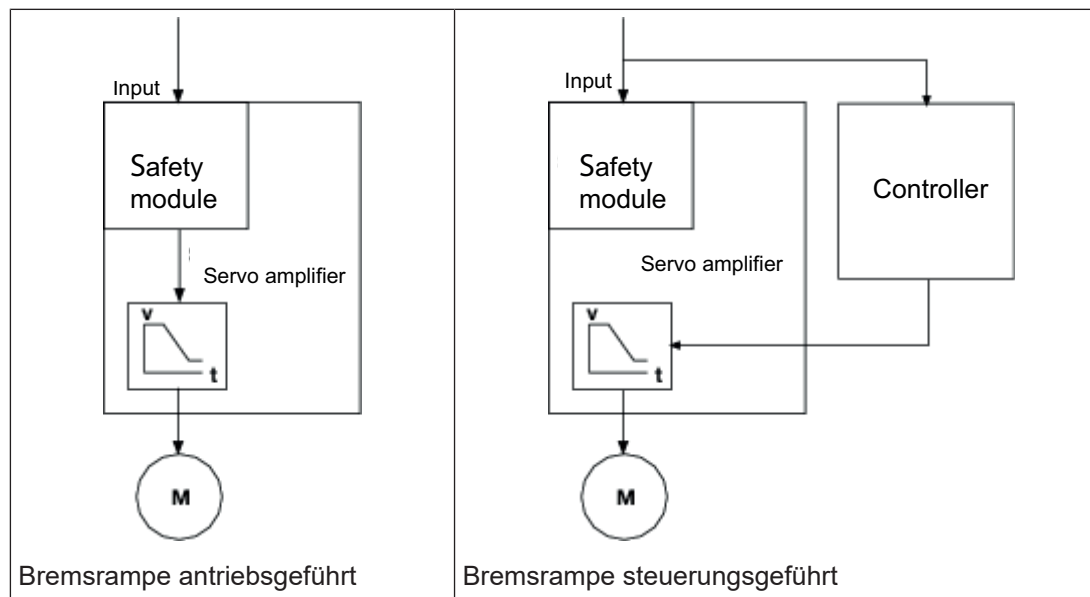
Die Sicherheitsfunktion SS1 ist einer Antriebsachse fest zugeordnet.

### Festgelegte Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Feld: Achse SS1			
Feld	Festgelegte Zuordnung	Einheit	Beschreibung
Achse	A1: Achse 1	--	Zuordnung zur Achse A
	oder		
	A2: Achse 2	--	Zuordnung zur Achse B

### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Feld: Vorgabe Bremsrampe		
Eingabefeld	Optionen	Beschreibung
Vorgabe Bremsrampe	Steuerung	Steuerung der Bremsrampe steuerungsgeführt (Extern)
	Antriebsregler (Default)	Steuerung der Bremsrampe antriebsgeführt (Intern)



### Bremsrampe antriebsgeführt

Das Sicherheitsmodul

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

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



### **WICHTIG**

#### **Bremsrampe antriebsgeführt**

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

Bei Wiederanlauf kann es zu Ausgleichsbewegungen des Motors kommen.

#### **Bremsrampe steuerungsgeführt**

Das Sicherheitsmodul

- ▶ stellt das Signal zum Start des Bremsvorgangs einer übergeordneten Steuerung über die Feldbusanbindung des Antriebsreglers zur Verfügung.
- ▶ überwacht den Bremsvorgang (optional).

#### **Informationen zur Feldbus-Kommunikation Antriebsregler/Steuerung**

siehe Kapitel [Feldbuskommunikation](#) [ 182].

#### **Not-Halt Bremsrampe**

Bei Auftreten eines Fehlers, zum Beispiel bei einer Grenzwertverletzung, bremst der Motor mit der Not-Halt Bremsrampe ab.

#### **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 des konfigurierbaren "Toleranzfenster Abbremsung" 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**

<b>Feld: Bremsrampenüberwachung (Antrieb)</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Bremsrampenüberwachung	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	---	Aktivieren der Bremsrampenüberwachung
Toleranzfenster Abbremsung Dec_win	0 ... 2147483647 (Default: 0)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Toleranzfenster Abbremsung bezogen auf die Position der Bremsrampe (Deceleration window)
Bremsrampe	0 ... 2147483647 (Default: 50000000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s <sup>2</sup> ]	Bremsrampe für Normalbetrieb
Not-Halt Bremsrampe	0 ... 2147483647 (Default: 50000000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s <sup>2</sup> ]	Not-Halt Bremsrampe

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Bremsrampenüberwachung (Steuerung)</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Fehlerreaktion	STO direkt	---	Bei steuerungsgeführter Bremsrampe direktes Auslösen der Sicherheitsfunktion STO
	Not-Halt	---	Bei steuerungsgeführter Bremsrampe Auslösen der Not-Halt Bremsrampe (antriebsgeführt)

**INFO**

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



#### INFO

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

### STO aktivieren

(siehe Sicher abgeschaltetes Moment (Safe torque off, STO))

Die Sicherheitsfunktion STO kann auf verschiedene Weise, auf der zugeordneten Antriebsachse, aktiviert werden:

- ▶ Nach Ablauf einer konfigurierten Maximalzeit im Normalbetrieb
- ▶ Nach Ablauf einer konfigurierten Not-Halt-Bremsrampenzeit im Fehlerfall
- ▶ Nach Unterschreitung einer konfigurierbaren Geschwindigkeitsgrenze (optional)
- ▶ Direkt über den Aktivierungseingang STO\_ACT (siehe [Aktivierung und Rückmeldung von Sicherheitsfunktionen](#) [📖 28])
- ▶ Direkt über das FSoE Control Byte1, Bit 0 (siehe Kapitel [FSoE-Datenaustausch](#) [📖 41])



#### INFO

Der STO wird spätestens nach Ablauf der Maximalzeit, auf der zugeordneten Antriebsachse, aktiviert.

### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Feld: Zeiten Bremsrampe			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Not-Halt Bremsrampenzeit	0 ... 120000 (Default: 50)	[ms]	Bremsrampenzeit für Not-Halt nach Fehler bis zum Abschalten mit STO.
Maximalzeit t <sub>max</sub>	0 ... 120000 (Default: 100)	[ms]	Maximalzeit für den Normalbetrieb zwischen Aktivierung von SS1 und Abschalten mit STO.



#### WICHTIG

Beachten Sie, dass Zeiten der Maximalzeit, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#) [📖 183]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

### Automatischer STO

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

- ▶ Die Motorgeschwindigkeit muss einen konfigurierten Geschwindigkeitsgrenzwert unterschreiten.
- ▶ Bei einem Geschwindigkeitsgrenzwert 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
Grenzwert Geschwindigkeit	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren des automatischen STO.
Grenzwert Geschwindigkeit v_lim	0 ... 16777215  (Default: 340)	Benutzerdefiniert  [Default: Inkremente/s]	Bei Unterschreiten des Geschwindigkeitsgrenzwerts wird die Sicherheitsfunktion STO ausgelöst.

### 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:

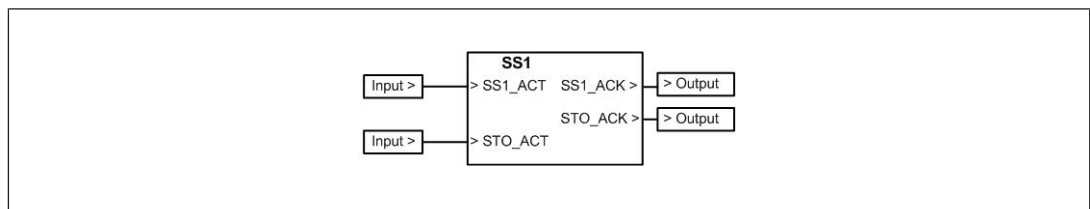


Abb.: Sicherheitsfunktion SS1

### 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.

### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS1 im Konfigurations-Tool

Feld: Zusätzliche Ein-/Ausgänge			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
STO ACT	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Verwendung Aktivierungseingang für STO



#### WICHTIG

Die Sicherheitsfunktion SS1 ist fester Bestandteil der Sicherheitskonfiguration.

Bei Aktivierung der Sicherheitsfunktion SS1 (antriebsgeführt) verliert eine Achse die Kopplung zu anderen Achsen in einem Achsverbund.

Die Sicherheitsfunktion SS1 ist genau einmal je Antriebsachse in jeder Sicherheitskonfiguration vorhanden.

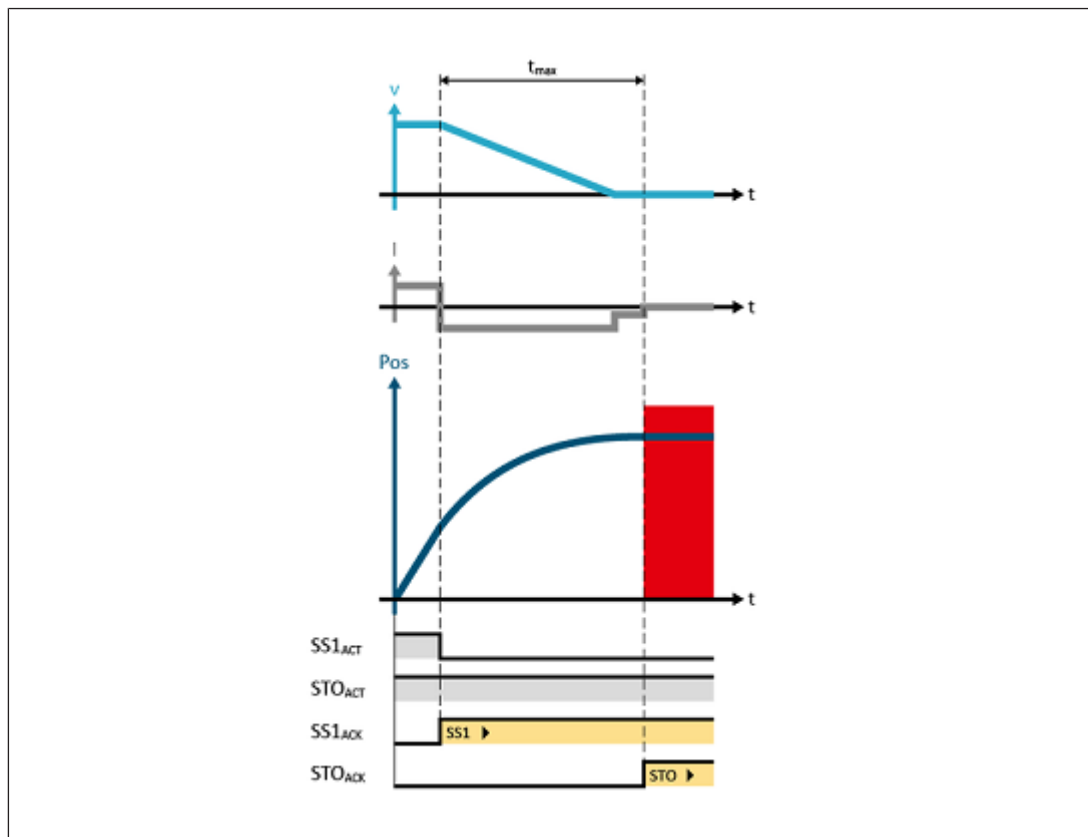


Abb.: Sicherheitsfunktion SS1

### Legende

$t_{max}$	Maximale Zeit der Bremsrampe
v	Geschwindigkeit
t	Zeit
I	Strom
Pos	Position
SS1 <sub>ACT</sub>	Eingang für Sicherheitsfunktion SS1
STO <sub>ACT</sub>	Eingang für Sicherheitsfunktion STO
SS1 <sub>ACK</sub>	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS1
STO <sub>ACK</sub>	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO

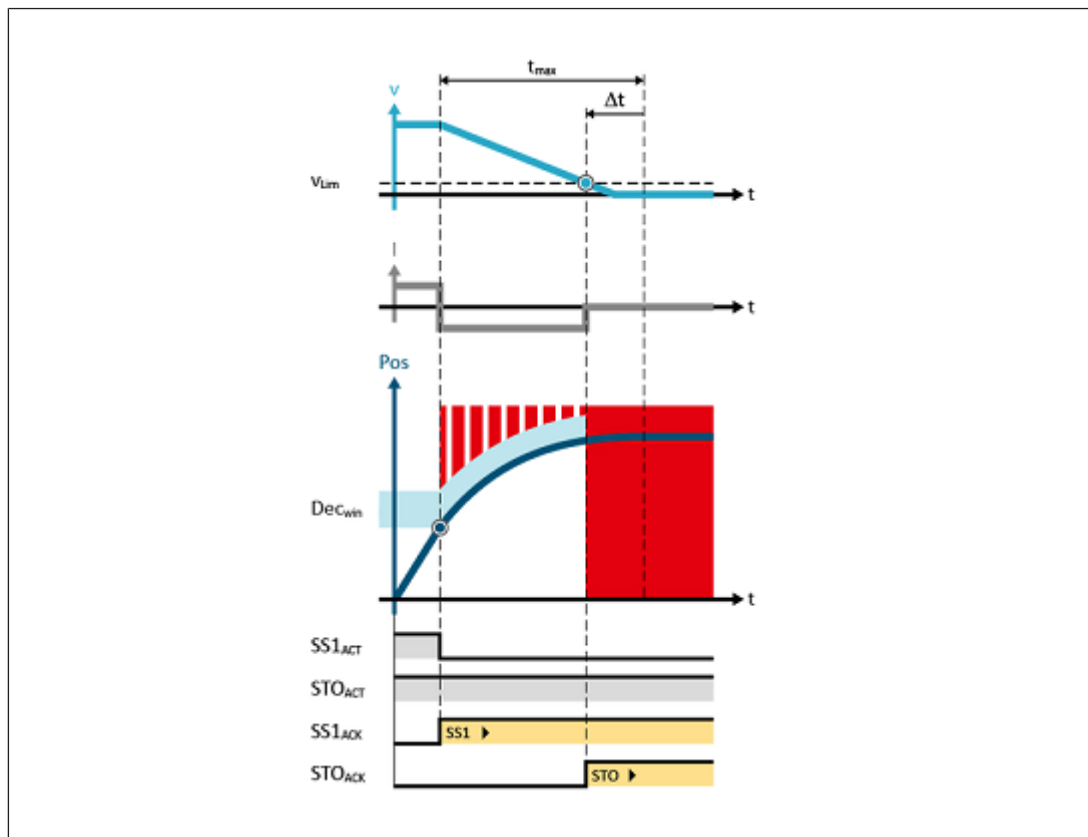


Abb.: Sicherheitsfunktion SS1 und Bremsrampenüberwachung

### Legende

$t_{max}$	Maximale Zeit der Bremsrampe
$v$	Geschwindigkeit
$t$	Zeit
$\Delta t$	Variable Zeit, die sich durch die Eingabe von $v_{lim}$ ergibt
$v_{lim}$	Grenzwert Geschwindigkeit
$I$	Strom
$Pos$	Position
$Dec_{win}$	Toleranzfenster Abbremsung (Deceleration window)
$SS1_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SS1
$STO_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion STO
$SS1_{ACK}$	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS1
$STO_{ACK}$	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO

### 5.12.4 Sicherer Stopp 2 (Safe stop 2, SS2)

Die Sicherheitsfunktion SS2 ermöglicht ein gesteuertes Stillsetzen des Motors. Anschließend wird der Motor auf sicheren Stillstand überwacht (SOS).

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

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



#### WICHTIG

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

#### Aktivieren der Sicherheitsfunktion SS2

Die Sicherheitsfunktion SS2 kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- ▶ durch Aktivierung am Aktivierungseingang ACT.

#### Motor stillsetzen

Die Steuerung der Bremsrampe zum Stillsetzen des Motors erfolgt entweder

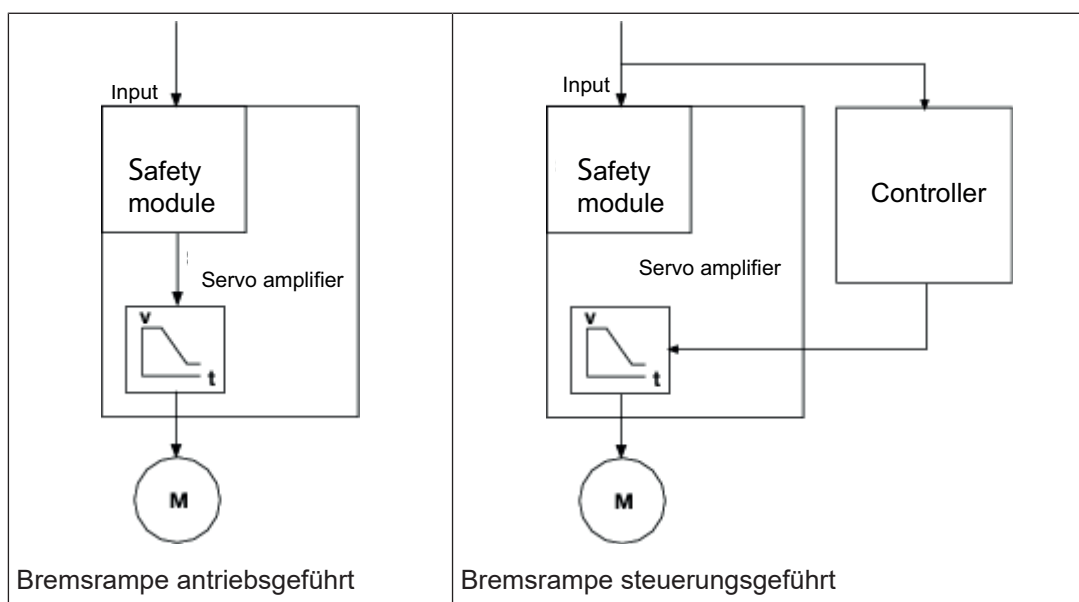
- ▶ antriebsgeführt - durch den Antriebsregler, oder
- ▶ steuerungsgeführt – durch eine übergeordnete Steuerung.

#### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool

Feld: Achse			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Achse	A1: Achse 1 (Default: A1)	--	Zuordnung zur Achse A
	A2: Achse 2	--	Zuordnung zur Achse B

## Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool

Feld: Vorgabe Bremsrampe		
Eingabefeld	Optionen	Beschreibung
Vorgabe Bremsrampe	Steuerung	Steuerung der Bremsrampe steuerungsgeführt (Extern)
	Antriebsregler (Default)	Steuerung der Bremsrampe antriebsgeführt (Intern)

**Bremsrampe antriebsgeführt**

Das Sicherheitsmodul

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

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

**WICHTIG****Bremsrampe antriebsgeführt**

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

Bei Wiederanlauf kann es zu Ausgleichsbewegungen des Motors kommen.

**Bremsrampe steuerungsgeführt**

Das Sicherheitsmodul

- ▶ stellt das Signal zum Start des Bremsvorgangs einer übergeordneten Steuerung über die Feldbusanbindung des Antriebsreglers zur Verfügung.
- ▶ überwacht den Bremsvorgang (optional).

**Informationen zur Feldbus-Kommunikation Antriebsregler/Steuerung**

siehe Kapitel Feldbuskommunikation.

**Bremsrampe für Fehlerfall**

Im Fehlerfall, zum Beispiel bei einer Grenzwertverletzung, wird die Sicherheitsfunktion SS1 aktiviert.

**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 des konfigurierbaren "Toleranzfenster Abbremsung" eine Fehlerreaktion ausgelöst.

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool**

Feld: Bremsrampenüberwachung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Bremsrampenüberwachung	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren der Bremsrampenüberwachung
Toleranzfenster Abbremsung Dec_win	0 ... 2147483647 (Default: 0)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Toleranzfenster Abbremsung bezogen auf die Position der Bremsrampe (Deceleration window)
Bremsrampe	0 ... 2147483647 (Default: 10000000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s <sup>2</sup> ]	Bremsrampe für Normalbetrieb
Maximalzeit t_max	0 ... 120000 (Default: 100)	[ms]	Maximalzeit für den Normalbetrieb zwischen Aktivierung SS2 und überwachtem Stillstand mit SOS.



#### INFO

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



#### INFO

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



#### WICHTIG

Beachten Sie, dass Zeiten der Maximalzeit, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten \[183\]](#)) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

### SOS aktivieren

Die Sicherheitsfunktion SOS kann auf verschiedene Weise aktiviert werden:

- Nach Ablauf der konfigurierten Maximalzeit
- Bei Unterschreiten einer parametrisierten Geschwindigkeitsgrenze (optional)



#### INFO

Der SOS wird spätestens nach Ablauf der konfigurierten Maximalzeit aktiviert.

### Überwachung mit der Sicherheitsfunktion SOS

- Die Ist-Position des Motors wird kontinuierlich mit dem parametrisierten Positionsfenster Stillstand verglichen. Beim Start der Überwachung wird der Rückmeldeausgang SSA aktiv (siehe Diagramm). Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Positionsfenster Stillstand</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Toleranz (Tol)	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 konfigurierten Maximalzeit die Sicherheitsfunktion SOS aktiviert. Dafür muss die Motorgeschwindigkeit einen konfigurierbaren Geschwindigkeitsgrenzwert unterschreiten.

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SS2 im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Automatischer SOS</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Grenzwert Geschwindigkeit	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren des automatischen SOS.
Grenzwert Geschwindigkeit v_lim	0 ... 16777215  (Default: 340)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s]	Bei Unterschreiten des Geschwindigkeitsgrenzwerts 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:



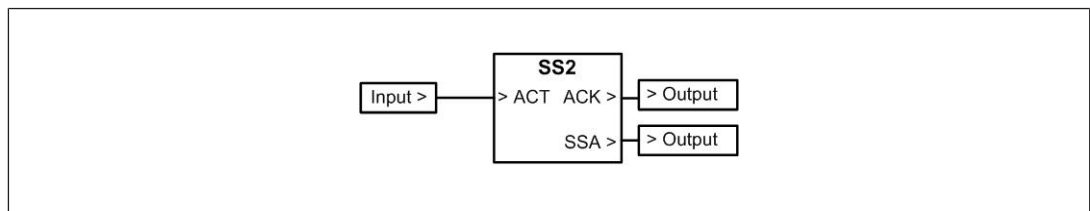


Abb.: Sicherheitsfunktion SS2

### 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.

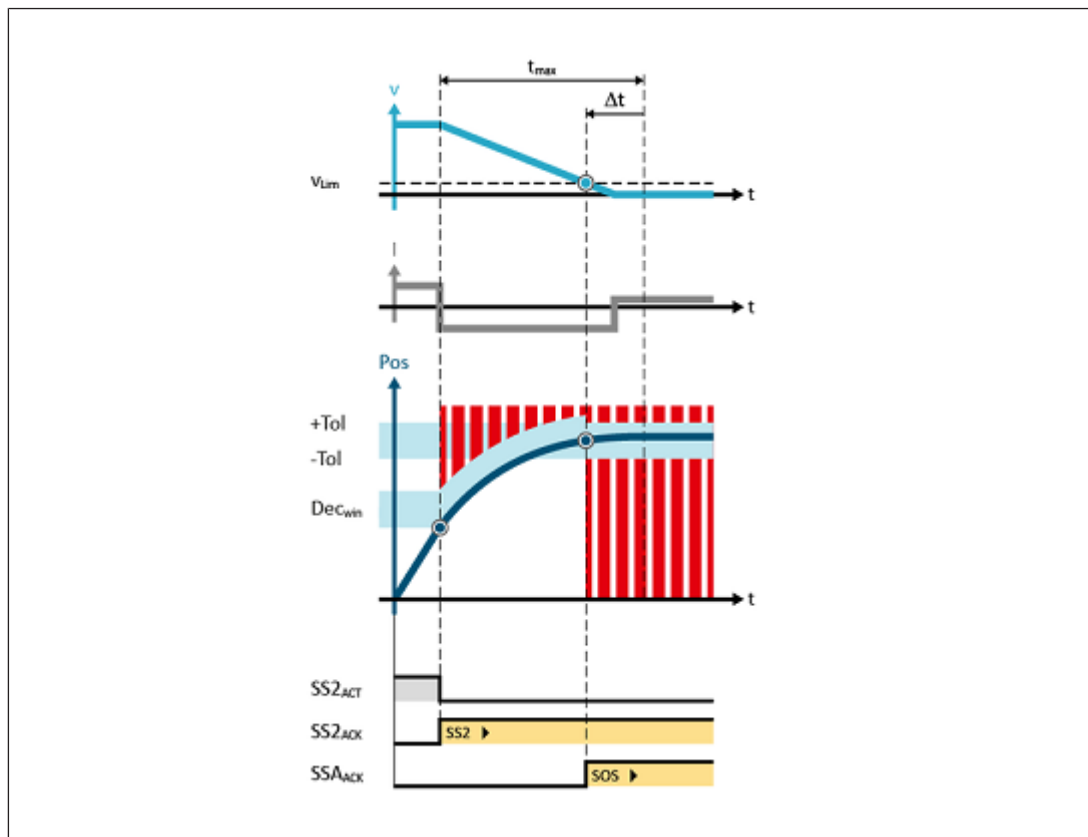


Abb.: Sicherheitsfunktion SS2 mit Bremsrampenüberwachung

### Legende

$t_{max}$	Maximale Zeit der Bremsrampe
$v$	Geschwindigkeit
$\Delta t$	Variable Zeit, die sich durch die Eingabe von $v_{lim}$ ergibt
$v_{lim}$	Grenzwert Geschwindigkeit
$I$	Strom
$Pos$	Position
$\pm Tol$	Toleranzfenster Stillstand $\pm$
$Dec_{win}$	Toleranzfenster Abbremsung (Deceleration window)
$SS2_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SS2
$SS2_{ACK}$	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SS2
$SSA_{ACK}$	Safe Stillstand Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Grenzwertüberwachung

### 5.12.5 Sichere Bewegungsrichtung (SDI) und Sicher überwachte Bewegungsrichtung (SDI-M)




#### INFO

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

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

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

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

Weitere Informationen siehe [Hysterese für Überwachungsfunktionen](#) [ 154]

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:

- ▶ Aktivierung über Eingang
- ▶ Permanent, siehe Permanentüberwachung (optional)
  - Die Bewegungsrichtung wird ohne Aktivierungssignal, permanent, ohne SDI-Einschaltverzögerung überwacht.
  - Es ist keine Aktivierung notwendig.

#### Start der Überwachung

- ▶ Nach Ablauf der SDI-Einschaltverzögerung

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SDI im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Achse</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Achse	A1: Achse 1 (Default: A1)	--	Zuordnung zur Achse A
	A2: Achse 2	--	Zuordnung zur Achse B

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SDI im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Einschaltverzögerung</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Einschaltverzögerung t_on	0 ... 120000  (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SDI und Beginn der Überwachung

**WICHTIG**

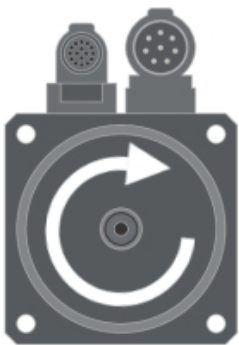
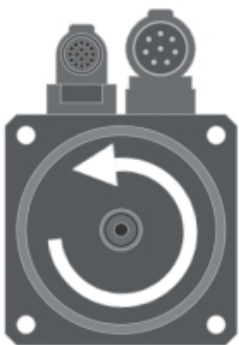
Beachten Sie, dass Zeiten der Einschaltverzögerung, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#) [183]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

**Überwachung**

- ▶ Die Bewegungsrichtung des Motors wird kontinuierlich mit der parametrisierten, 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 Fehlerreaktion ausgelöst.
- ▶ Der Rückmeldeausgang SDA ist aktiv (siehe Diagramm).

### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SDI im Konfigurations-Tool

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

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

### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SDI im Konfigurations-Tool

Feld: Positionsfenster Stillstand			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Positionsfenster Stillstand Tol_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 auf der zugeordneten Antriebsachse 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:

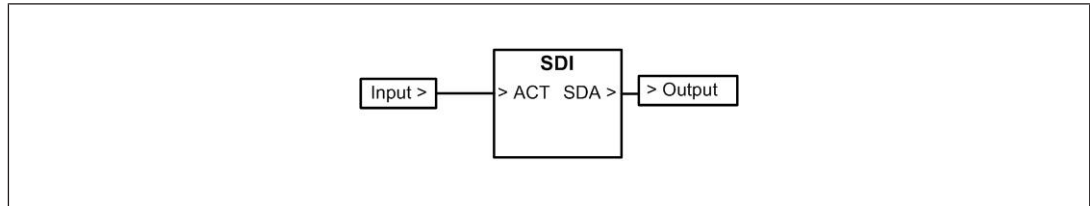


Abb.: Funktionsbaustein SDI

### 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.

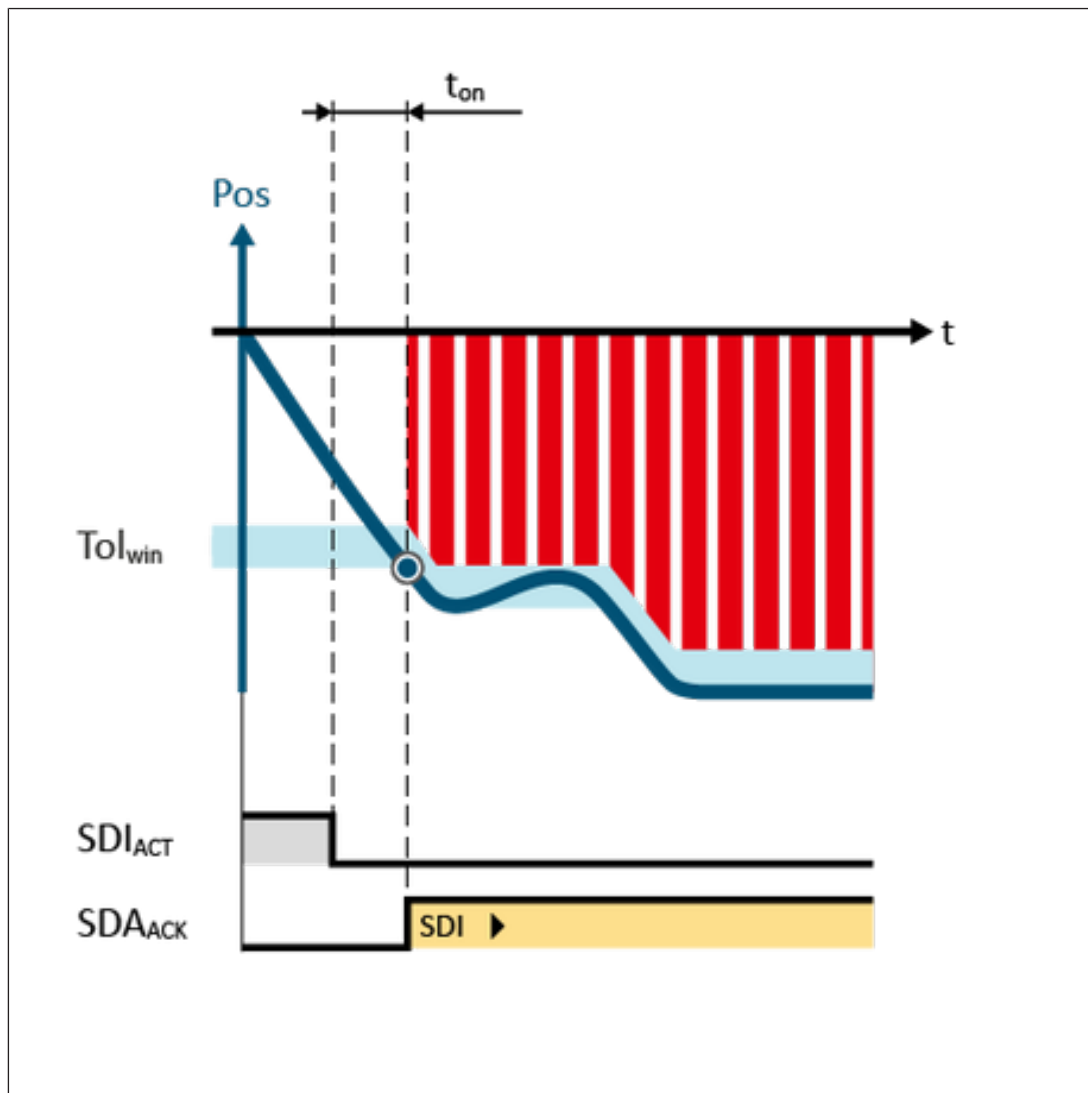



Abb.: Sicherheitsfunktion SDI, Zulässige Bewegungsrichtung negativ

### Legende

$t_{on}$	Einschaltverzögerung
$Pos$	Position
$Tol_{win}$	Positionsfenster Stillstand
$SDI_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SDI
$SDA_{ACK}$	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](#) [ 154].

## 5.12.6


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

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

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

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

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

Weitere Informationen siehe [Hysterese für Überwachungsfunktionen](#) [ 154]

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

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

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

**Aktivieren der Sicherheitsfunktion SLI**

Die Sicherheitsfunktion SLI kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- Durch Aktivierung am Aktivierungseingang ACT

**Start der Überwachung**

- Nach Ablauf der SLI-Einschaltverzögerung

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLI im Konfigurations-Tool**

Feld: Achse			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Achse	A1: Achse 1 (Default: A1)	--	Zuordnung zur Achse A
	A2: Achse 2	--	Zuordnung zur Achse B



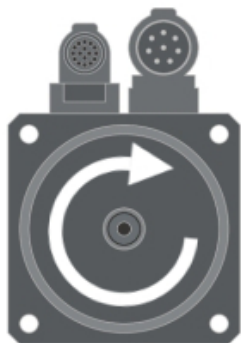
## Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLI im Konfigurations-Tool

Feld: Einschaltverzögerung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Einschaltverzögerung t_on	0 ... 120000  (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLI und Beginn der Überwachung

**WICHTIG**

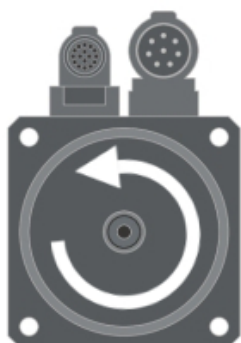
Beachten Sie, dass Zeiten der Einschaltverzögerung, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#) [183]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

## Info Rechtslauf/Linkslauf



**Rechtslauf** ⇒ positive Bewegungsrichtung

Die Welle dreht sich mit der Blickrichtung auf die Antriebsseite im Uhrzeigersinn.



**Linkslauf** ⇒ negative Bewegungsrichtung

Die Welle dreht sich mit der Blickrichtung auf die Antriebsseite gegen den Uhrzeigersinn.

**Überwachung**

- Die Position beim Start der Überwachung gilt als Referenzposition.

- Die aktuelle Position des Motors wird kontinuierlich mit den parametrisierten Positionsgrenzwerten verglichen.  
Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.
- Der Rückmeldeausgang SRA ist aktiv (siehe Diagramm).

#### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLI im Konfigurations-Tool

Feld: Grenzwerte Position			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Position max Pos_max	0 ..... 2147483647  (Default: 0)	Benutzerdefiniert  [Default: Inkrement]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.
Position min Pos_min	0 ... 2147483647  (Default: 0)	Benutzerdefiniert  [Default: Inkrement]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.

#### Fehlerreaktion SLI

- Bei einer Überschreitung eines Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 auf der zugeordneten Antriebsachse 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:

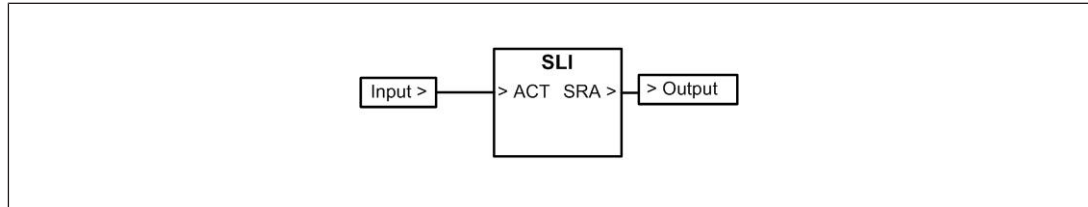


Abb.: Funktionsbaustein SLI

### 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.

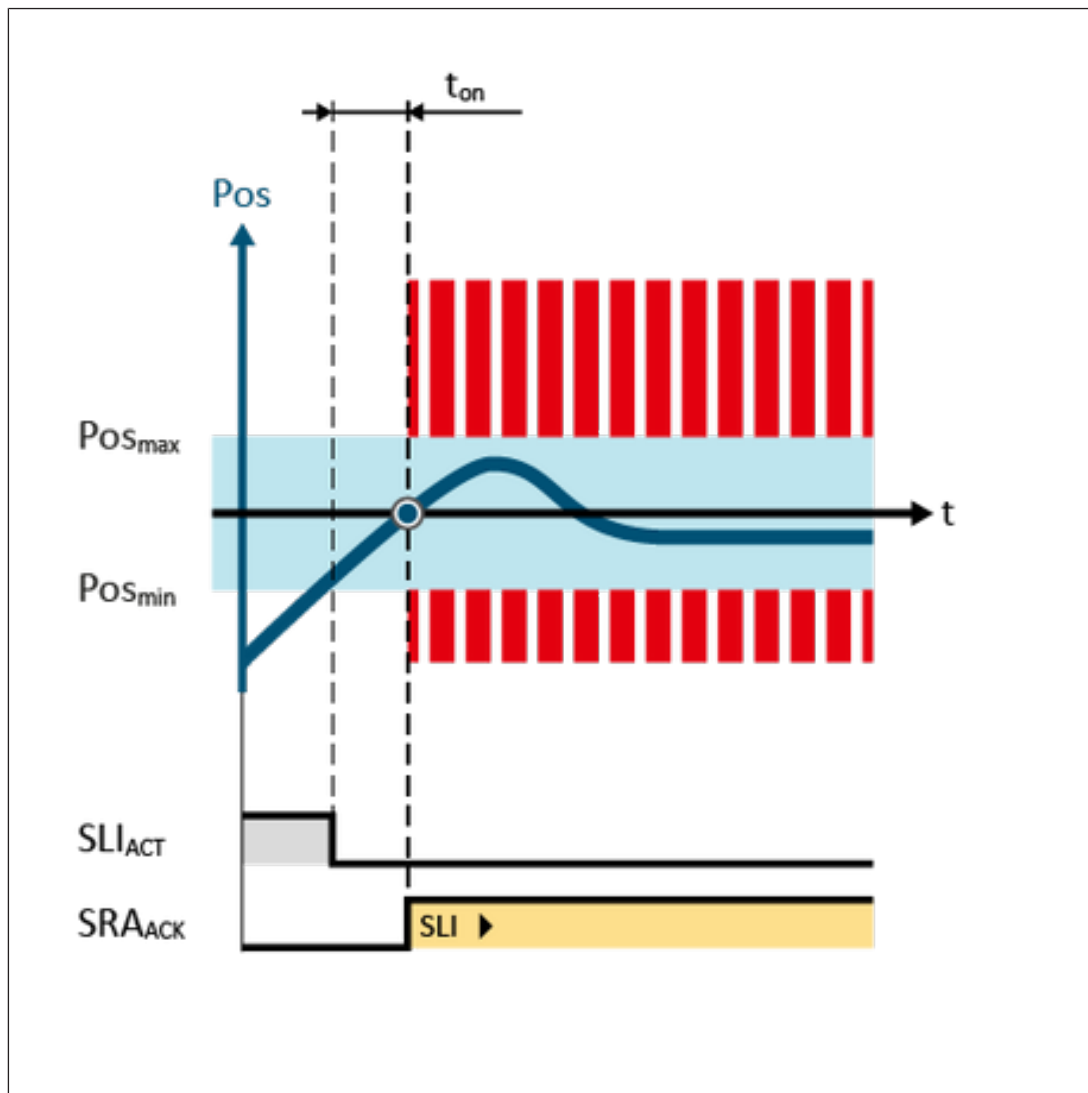


Abb.: Sicherheitsfunktion SLI

### Legende

$t_{on}$	Einschaltverzögerung
$Pos$	Position
$Pos_{max}$	Maximaler Grenzwert Position
$Pos_{min}$	Minimaler Grenzwert Position
$SLI_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SLI
$SRA_{ACK}$	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](#) [154].

### 5.12.7

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




### INFO

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

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

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

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

Weitere Informationen siehe [Hysterese für Überwachungsfunktionen](#) [ 154]

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:

- ▶ Aktivierung über Eingang
- ▶ Permanent, siehe Permanentüberwachung (optional)
  - Die Geschwindigkeit wird ohne Aktivierungssignal, permanent, ohne SLS-Einschaltverzögerung überwacht.
  - Es ist keine Aktivierung notwendig.

### Start der Überwachung

- ▶ Nach Ablauf der SLS-Einschaltverzögerung

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLS im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Achse SLS</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Achse	A1: Achse 1 (Default: A1)	--	Zuordnung zur Achse A
	A2: Achse 2	--	Zuordnung zur Achse B

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLS im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Einschaltverzögerung</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Einschaltverzögerung t_on	0 ... 120000  (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SLS und Beginn der Überwachung.

**WICHTIG**

Beachten Sie, dass Zeiten der Einschaltverzögerung, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#) [183]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

**Überwachung**

- Die Ist-Geschwindigkeit des Motors wird kontinuierlich mit dem parametrisierten Geschwindigkeitsgrenzwert verglichen.
- Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.
- Der Rückmeldeausgang ist aktiv (siehe Diagramm).

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SLS im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Grenzwert Geschwindigkeit</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
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 auf der zugeordneten Antriebsachse aus.
- ▶ Am Rückmeldeausgang SRA wird ein 0-Signal ausgegeben.

### Fehlerreaktion SLS-M

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

### Aktivierung und Rückmeldung

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

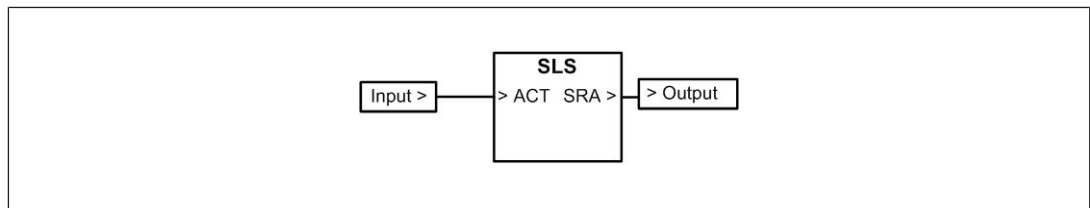


Abb.: Funktionsbaustein SLS

### Legende

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

### Toleranzbereich parametrieren (optional)

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

### Für den Toleranzbereich können folgende Werte parametrieren werden

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

### Aktivieren des Toleranzbereichs

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

### Fehlerreaktion Toleranzbereich

- ▶ Bei einer Überschreitung des Toleranzbereichs löst die Sicherheitsfunktion SS1 auf der zugeordneten Antriebsachse aus.

- Am Rückmeldeausgang SRA wird ein 0-Signal ausgegeben.

**Konfiguration des Toleranzbereichs im Konfigurations-Tool (optional)**

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



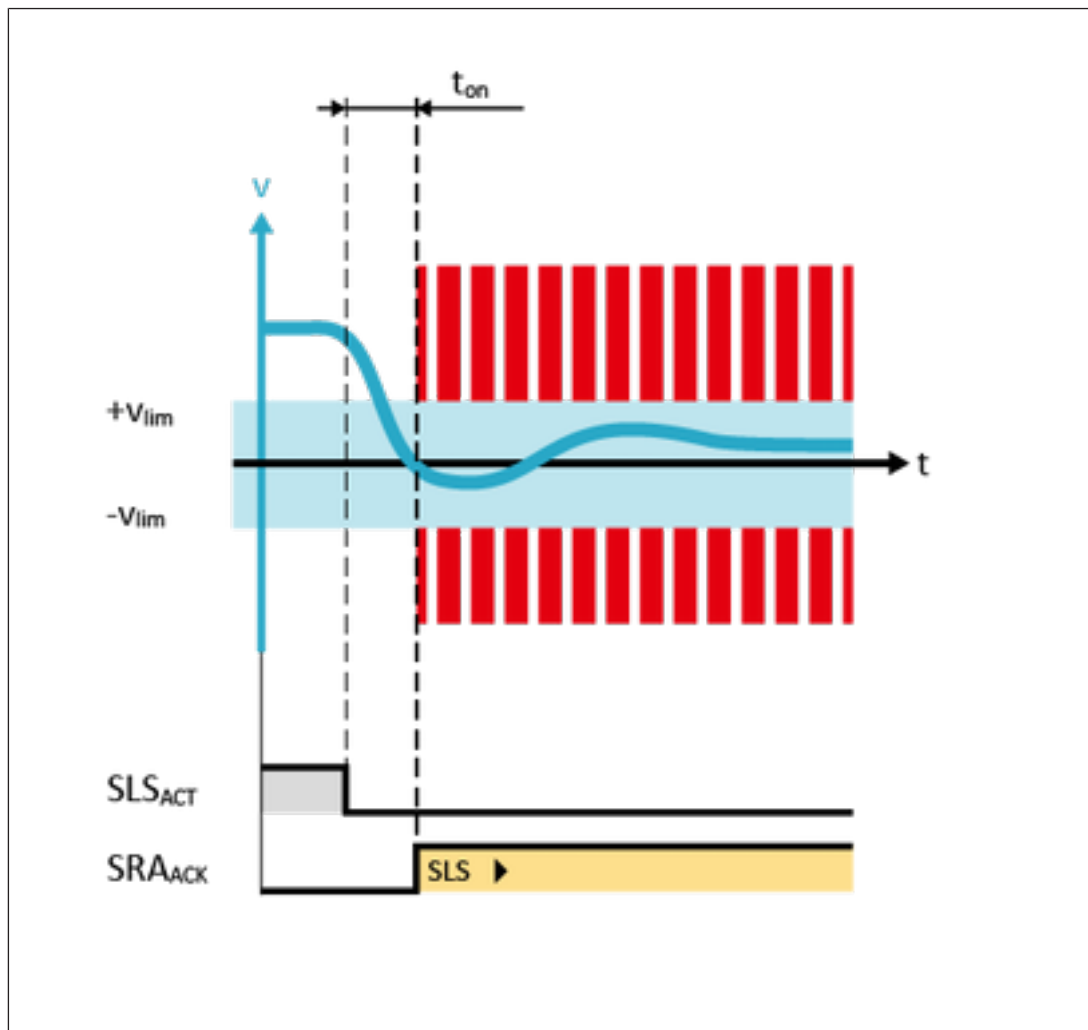


Abb.: Sicherheitsfunktion SLS ohne aktivierten Toleranzbereich

### Legende

$t_{on}$	Einschaltverzögerung
$v$	Geschwindigkeit
$\pm V_{lim}$	Grenzwert Geschwindigkeit +/-
$SLS_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SLS
$SRA_{ACK}$	Safe Range Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLS

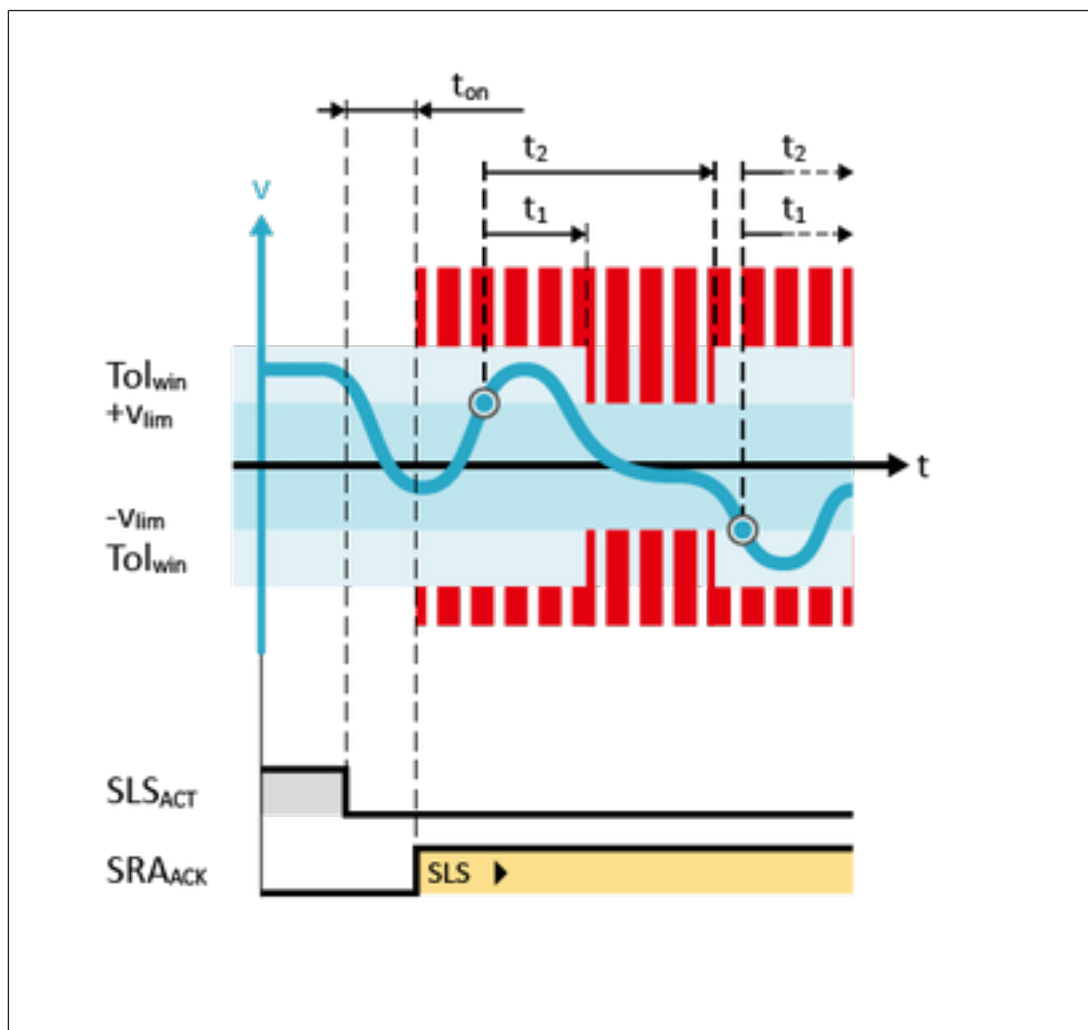


Abb.: Sicherheitsfunktion SLS mit aktiviertem Toleranzbereich

### Legende

$t_{on}$	Einschaltverzögerung
$t_2$	Toleranzperiode
$v$	Grenzwert Geschwindigkeit
$t_1$	Toleranzzeit
$Tol_{win}$	Toleranzfenster
$\pm v_{lim}$	Grenzwert Geschwindigkeit +/-
$SLS_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SLS
$SRA_{ACK}$	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](#) [154].

### 5.12.8 Sicherer Betriebshalt (SOS) und Sicher überwachter Betriebshalt (SOS-M)




#### INFO

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

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

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

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

Weitere Informationen siehe [Hysterese für Überwachungsfunktionen](#) [ 154]

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 Aktivierung am Aktivierungseingang ACT

#### Start der Überwachung

- ▶ Nach Ablauf der SOS-Einschaltverzögerung
- ▶ Bei Unterschreiten einer parametrisierten Geschwindigkeitsgrenze (optional)

#### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SOS im Konfigurations-Tool

Feld: Achse SOS			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Achse	A1: Achse 1 (Default: A1)	--	Zuordnung zur Achse A
	A2: Achse 2	--	Zuordnung zur Achse B

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SOS im Konfigurations-Tool**

Feld: Einschaltverzögerung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Einschaltverzögerung t_on	0 ... 120000  (Default: 100)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SOS und Beginn der Überwachung

**WICHTIG**

Beachten Sie, dass Zeiten der Einschaltverzögerung, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#) [183]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

**Überwachung**

- ▶ Die Position beim Start der Überwachung gilt als Referenzposition.
- ▶ Die Ist-Position des Motors wird kontinuierlich mit dem parametrisierten Positionsfenster Stillstand verglichen. Wird eine Überschreitung erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.
- ▶ Der Rückmeldeausgang ist aktiv (siehe Diagramm).

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SOS im Konfigurations-Tool**

Feld: Positionsfenster Stillstand			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Toleranz (Tol) Tol_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 auf der zugeordneten Antriebsachse 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 Einschaltverzögerung 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
Grenzwert Geschwindigkeit	Aktivieren/Deaktivieren (Default: Deaktiviert)	--	Aktivieren der automatischen Überwachung.
Grenzwert Geschwindigkeit v_lim	0 ... 16777215  (Default: 340)	Benutzerdefiniert  [Default: Inkremente/s]	Bei Unterschreiten des Geschwindigkeitsgrenzwerts wird die Überwachung gestartet.

### 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:

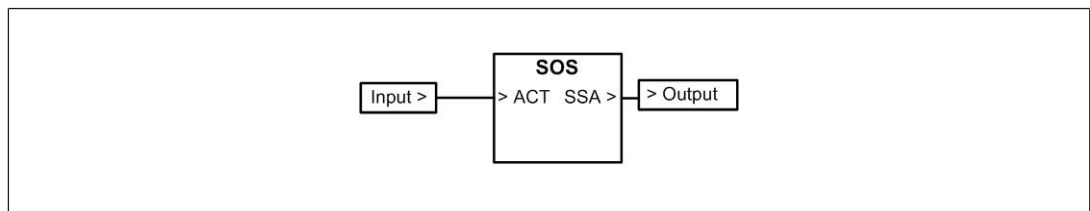


Abb.: Funktionsbaustein SOS

### 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.

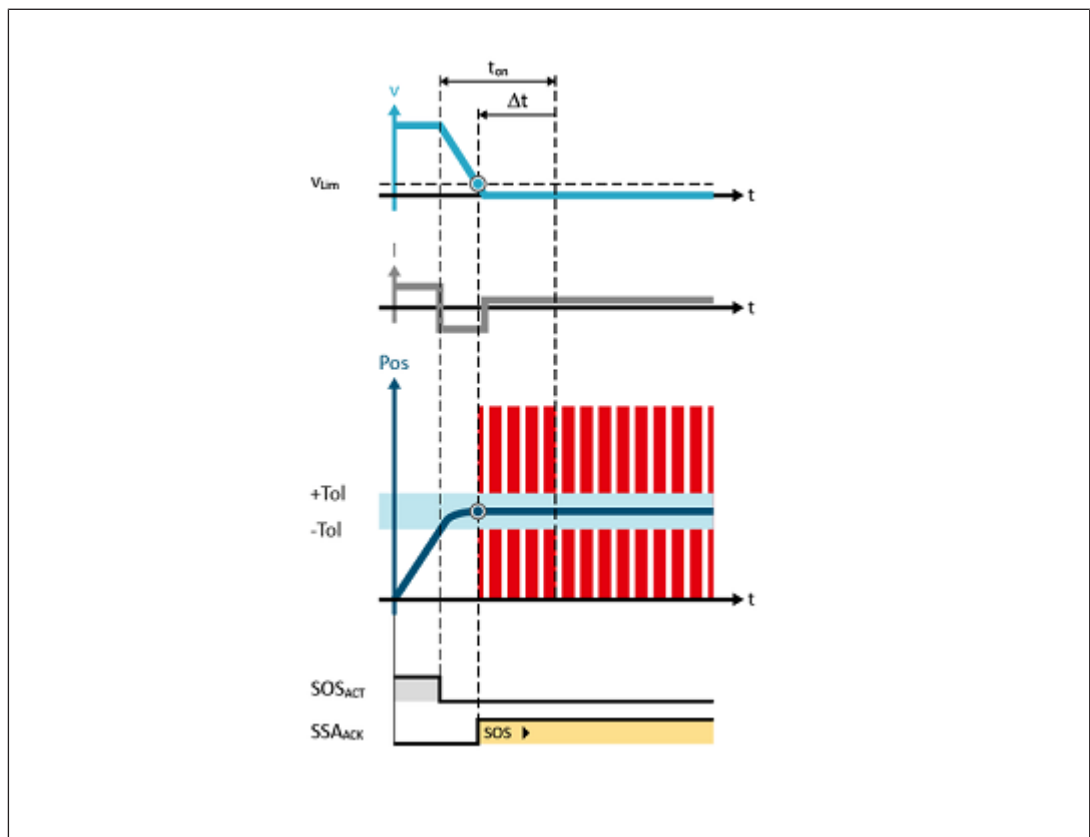



Abb.: Sicherheitsfunktion SOS

### Legende

- $t_{on}$  Einschaltverzögerung
- $v$  Geschwindigkeit
- $t$  Zeit
- $\Delta t$  Variable Zeit, die sich durch Eingabe von  $v_{lim}$  ergibt
- $v_{lim}$  Grenzwert Geschwindigkeit

I	Strom
Pos	Position
+/-Tol <sub>win</sub>	Toleranzfenster Stillstand +/-
SOS <sub>ACT</sub>	Eingang für Sicherheitsfunktion SOS
SSA <sub>ACK</sub>	Safe Standstill Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Grenzwertüberwachung

### Hysterese für Überwachungsfunktionen

Bei den Überwachungsfunktionen kann optional eine Hysterese konfiguriert werden, siehe [Hysterese für Überwachungsfunktionen](#) [ 154].

## 5.12.9


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

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

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

Bei Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird:

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

Weitere Informationen siehe [Hysterese für Überwachungsfunktionen](#) [ 154]

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 Aktivierung am Aktivierungseingang ACT
- ▶ Permanentüberwachung (optional)
  - Der Geschwindigkeitsbereich wird ohne Aktivierungssignal, permanent, ohne SSR-Einschaltverzögerung überwacht.
  - Es ist keine Aktivierung notwendig.

**Start der Überwachung**

- ▶ Nach Ablauf der SSR-Einschaltverzögerung.



**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SSR im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Achse SSR</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Achse	A1: Achse 1 (Default: A1)	--	Zuordnung zur Achse A
	A2: Achse 2	--	Zuordnung zur Achse B

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SSR im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Einschaltverzögerung</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Einschaltverzögerung t_on	0 ... 120000  (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SSR und Beginn der Überwachung

**WICHTIG**

Beachten Sie, dass Zeiten der Einschaltverzögerung, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#) [183]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

**Überwachung**

- ▶ Die Ist-Geschwindigkeit des Motors wird kontinuierlich mit dem maximal und minimal parametrisierten Geschwindigkeitsgrenzwert verglichen.
- ▶ Wird eine Überschreitung einer der beiden Grenzwerte erkannt, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.
- ▶ Der Rückmeldeausgang SRA ist aktiv (siehe Diagramm).

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SSR im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Grenzwerte Geschwindigkeit</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Maximaler Grenzwert Geschwindigkeit v_max	-16777216... 16777215 (Default: 100000)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente/s]	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts löst die Sicherheitsfunktion SS1 (Not-Halt-Bremsrampe) aus.
Minimaler Grenzwert Geschwindigkeit v_min	-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 auf der zugeordneten Antriebsachse 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:

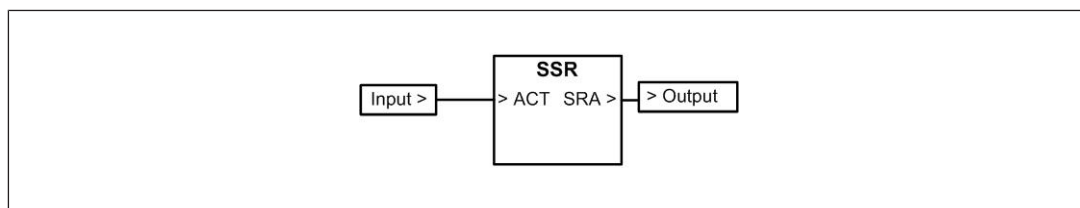


Abb.: Funktionsbaustein SSR

**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 parametrieren werden. Dieser Toleranzbereich modifiziert die eingestellten Grenzwerte. Dadurch können einmalige oder periodische Überschwinger, die die Grenzwerte überschreiten, toleriert werden.

**Für den Toleranzbereich können folgende Werte parametrieren werden**

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

**Aktivieren des Toleranzbereichs**

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

**Fehlerreaktion Toleranzbereich**

- ▶ Bei einer Überschreitung des Toleranzbereichs löst die Sicherheitsfunktion SS1 auf der zugeordneten Antriebsachse aus.
- ▶ Am Rückmeldeausgang SRA wird ein 0-Signal ausgegeben.

**Konfiguration des Toleranzbereichs im Konfigurations-Tool (optional)**

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

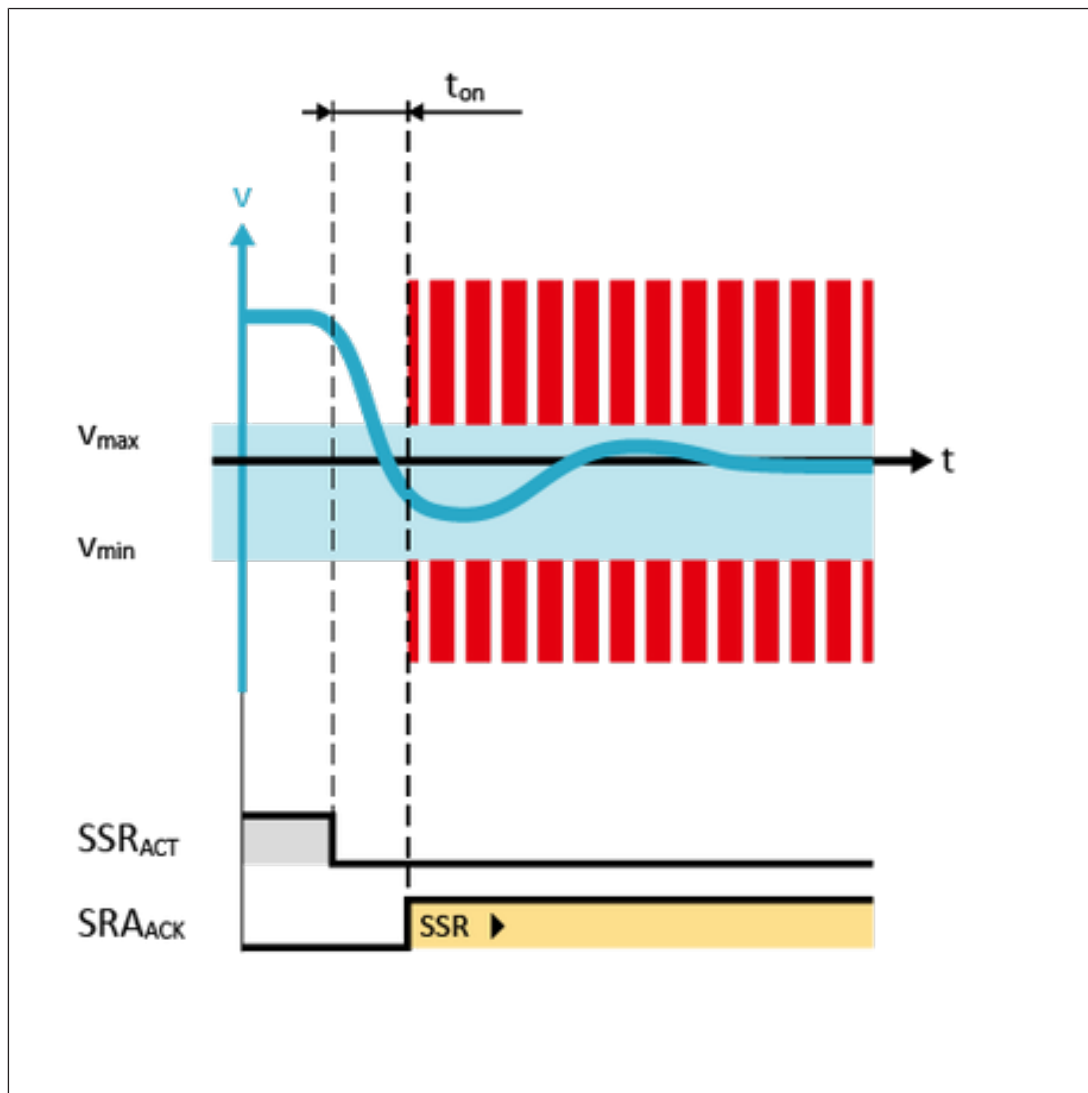


Abb.: Sicherheitsfunktion SSR ohne aktivierten Toleranzbereich

### Legende

$t_{on}$	Einschaltverzögerung
$v$	Geschwindigkeit
$V_{max}$	Maximaler Grenzwert Geschwindigkeit
$V_{min}$	Minimaler Grenzwert Geschwindigkeit
$SSR_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SSR
$SRA_{ACK}$	Safe Range Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SSR

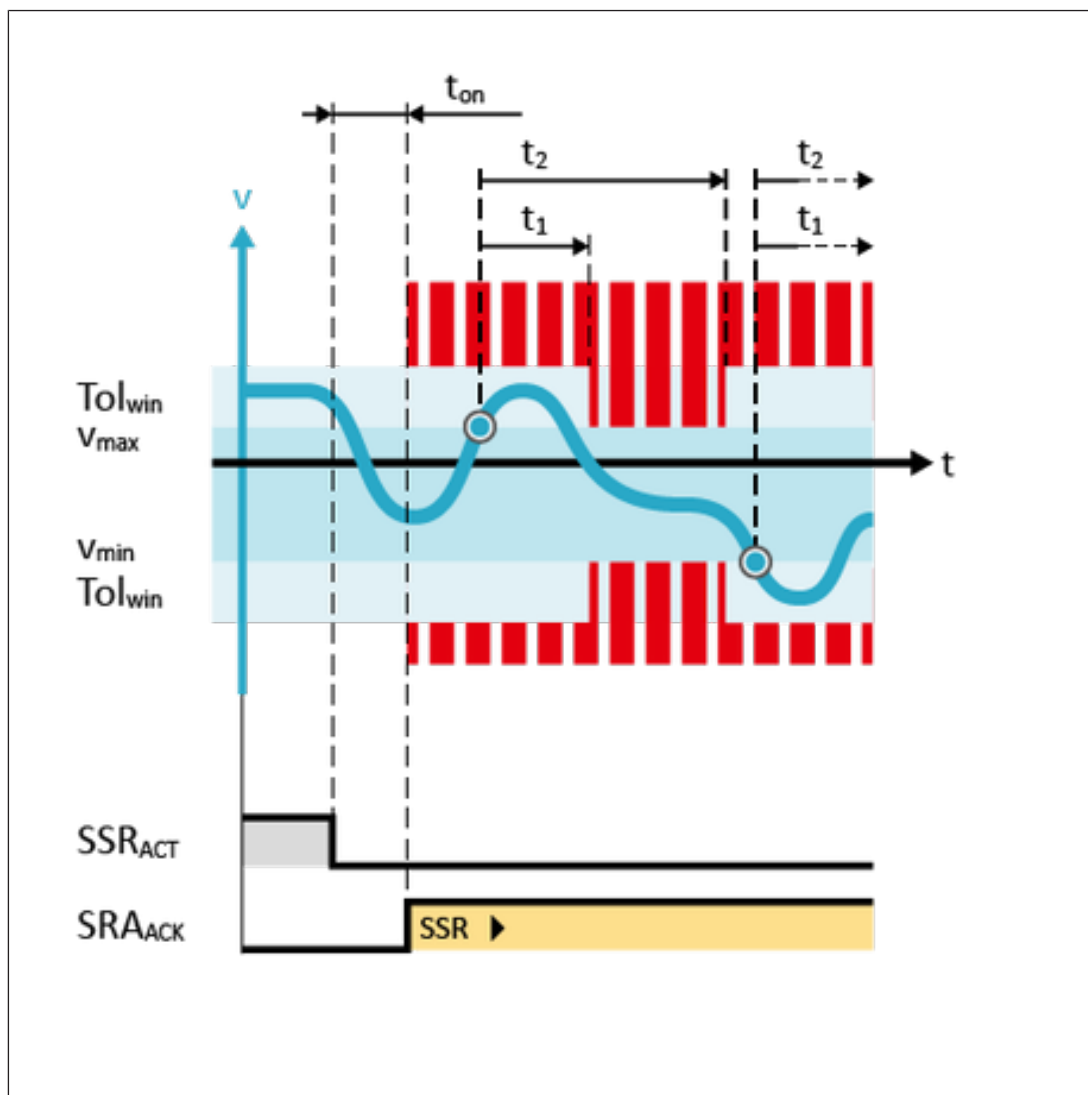


Abb.: Sicherheitsfunktion SSR mit aktiviertem Toleranzbereich

### Legende

$t_{on}$	Einschaltverzögerung
$t_2$	Toleranzperiode
$t_1$	Toleranzzeit
$Tol_{win}$	Toleranzfenster
$v_{max}$	Maximaler Grenzwert Geschwindigkeit
$v_{min}$	Minimaler Grenzwert Geschwindigkeit
$SSR_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SSR
$SRA_{ACK}$	Safe Range Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SSR

### Hysteresese für Überwachungsfunktionen

Bei den Überwachungsfunktionen kann optional eine Hysteresese konfiguriert werden, siehe [Hysteresese für Überwachungsfunktionen](#) [154].

### 5.12.10 Sichere Bremsenansteuerung (SBC)

Die Sicherheitsfunktion SBC liefert ein sicheres Ausgangssignal zur Ansteuerung einer

- ▶ ruhestrombetätigten mechanischen Bremse oder
- ▶ sicheren Einrichtung zur Ansteuerung einer Bremse, wie zum Beispiel dem PNOZ s50 der Firma Pilz.

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](#) [ 58]

#### 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 ist der Zustand des Ausgangs abhängig von der Parametrierung der SBC-Funktion.

#### Zuordnung der Antriebsachse zur Sicherheitsfunktion SBC

Die Sicherheitsfunktion SBC (einpölgiger Bremsenausgang SBC 1-pölg oder zweipölgiger Bremsenausgang SBC 2-pölg) muss einer Antriebsachse fest zugeordnet werden.

#### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBC (1-pölg und 2-pölg) im Konfigurations-Tool

Feld: Achse SBC (SBC 1-pölg/SBC 2-pölg)			
Eingabefeld	Göltige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Achse	A1: Achse 1 (Default: A1)	--	Zuordnung zur Achse A
	A2: Achse 2	--	Zuordnung zur Achse B



### INFO

Für die Funktionsbausteine SBC (SBC 1-polig/SBC 2-polig) gilt:  
 Beim Auslösen der Sicherheitsfunktion STO werden alle Funktionsbausteine SBC, die denselben Achsbezug wie die STO-Sicherheitsfunktion haben, abgeschaltet.  
 Dies ist unabhängig vom Bremsenansteuersignal des Antriebsreglers.

### Kopplung Bremsenansteuerung Antriebsregler

Das Sicherheitsmodul bietet die Möglichkeit, das nicht sichere Bremsenansteuerungssignal des Antriebsreglers dem sicheren Bremsenausgang einer SBC-Funktion zuzuordnen. Dadurch kann die funktionale Bremsenansteuerung des Antriebsreglers 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 Antriebsreglers
- ▶ Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls SX6

### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBC (1-polig und 2-polig) im Konfigurations-Tool

Feld: Kopplung Bremse mit Antriebsregler			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Kopplung Bremse mit Antriebsregler	0: Keine Kopplung (Default: 0)	--	Kopplung deaktiviert
	2: Kopplung Bremse 1	--	Kopplung des Bremsenansteuersignals 1 des Antriebsreglers auf das Sicherheitsmodul
	3: Kopplung Bremse 2	--	Kopplung des Bremsenansteuersignals 2 des Antriebsreglers auf das Sicherheitsmodul

### Bei inaktiver Kopplung verhält sich der sichere Bremsenausgang wie folgt:

- ▶ Das Sicherheitsmodul ist im Achszustand 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 Achszustand RUN oder FSRUN
  - Das Sicherheitsmodul gibt am Bremsenausgang ein 1-Signal aus.
  - Die Bremse wird gelüftet, oder die Bremseneinrichtung lässt die Bremse lüften.
  - Die Ansteuerung durch den Antriebsregler ist nicht möglich.

**Bei aktivierter Kopplung verhält sich der sichere Bremsenausgang wie folgt**

- ▶ Das Sicherheitsmodul ist im Achszustand 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 Achszustand RUN oder FSRUN
  - Der Bremsenausgang wird vom Antriebsregler nicht sicherheitsgerichtet angesteuert.



**WICHTIG**

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



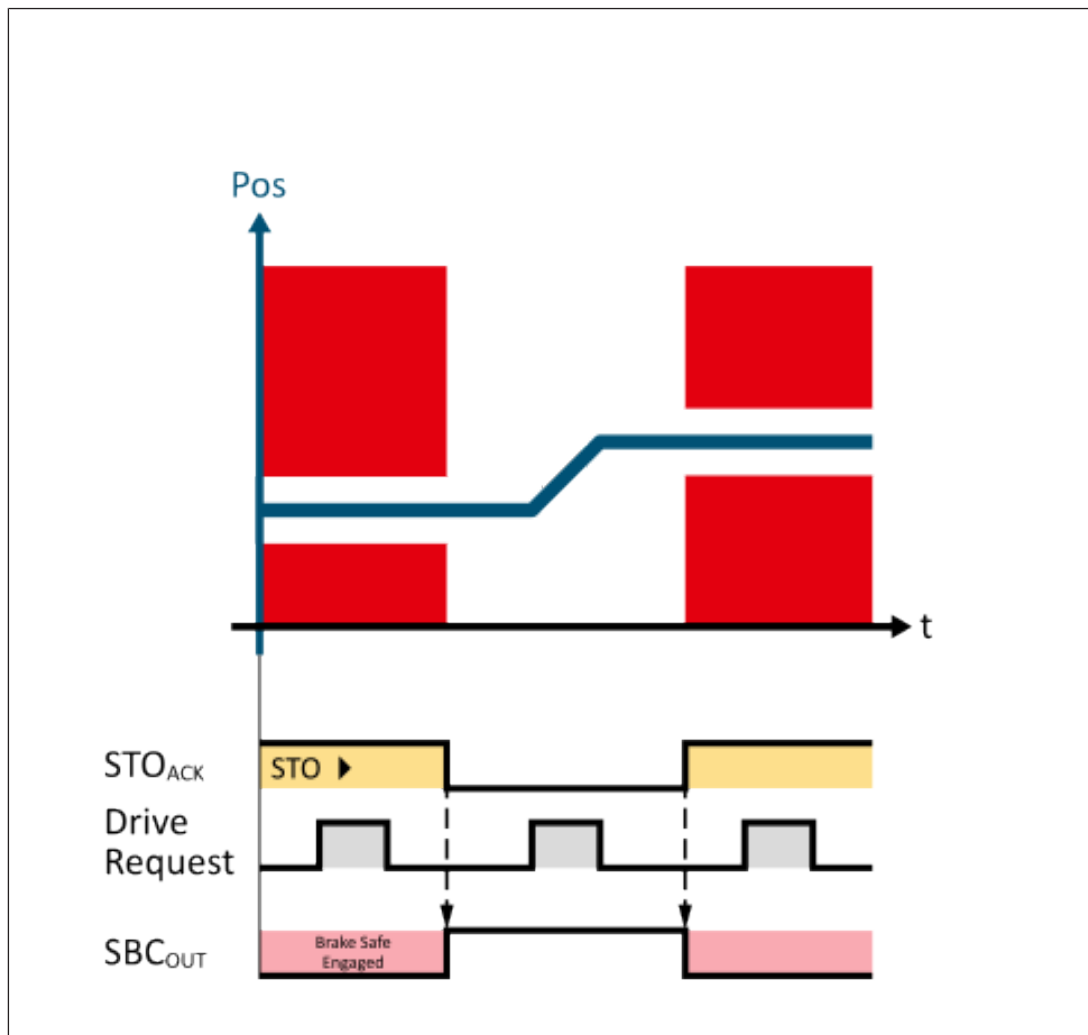


Abb.: Sicherheitsfunktion SBC Kopplung deaktiviert

### Legende

Pos	Position
STO <sub>ACK</sub>	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO
Drive Request	Bremsenansteuersignal des Antriebsreglers
SBC <sub>out</sub>	Ausgang Bremsenansteuerung

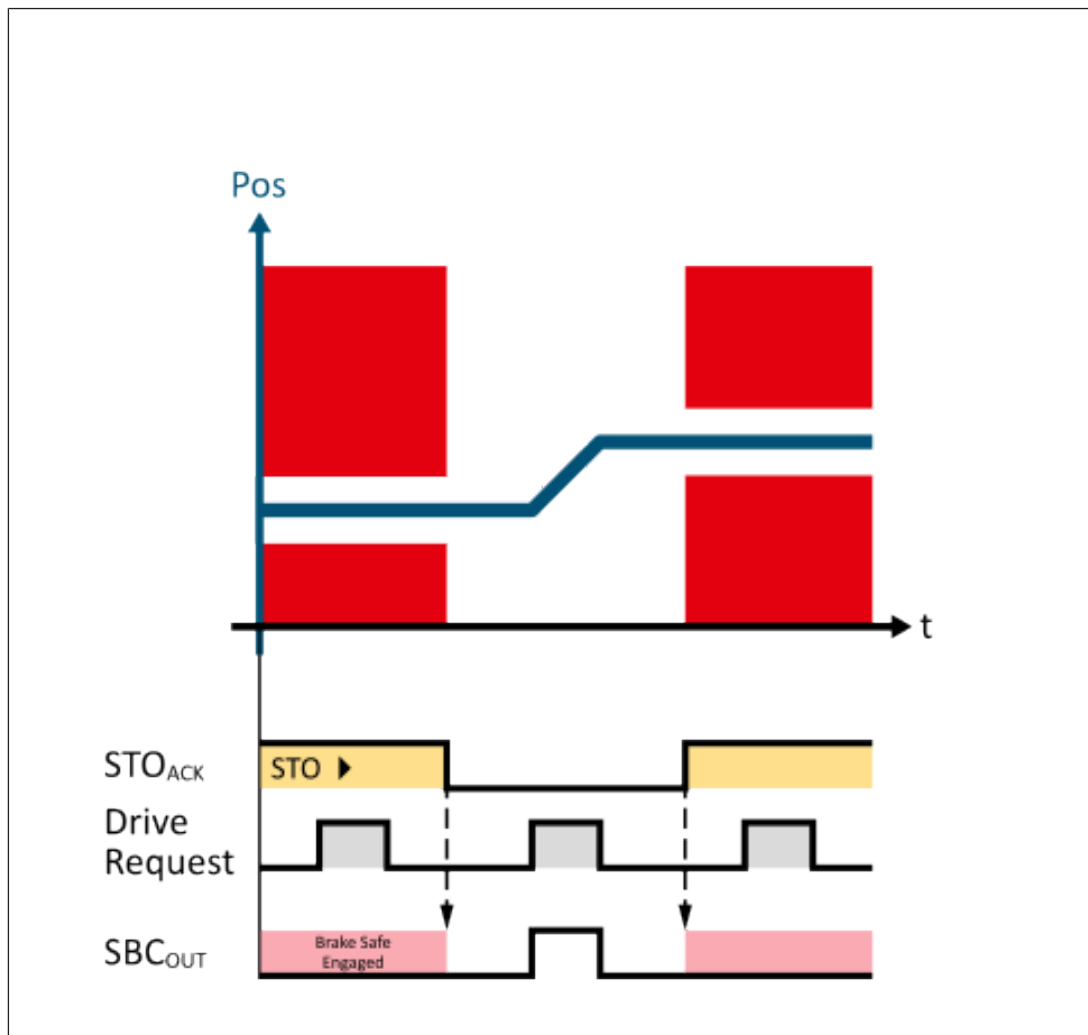


Abb.: Sicherheitsfunktion SBC Kopplung aktiviert

### Legende

Pos	Position
STO <sub>ACK</sub>	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion STO
Drive Request	Bremsenansteuersignal des Antriebsreglers
SBC <sub>out</sub>	Ausgang Bremsenansteuerung

### Verwendung eines Rückmeldeeingangs (optional)

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

Wird das Rückmeldesignal nicht korrekt am Eingang detektiert, so löst die Sicherheitsfunktion SS1 auf der zugeordneten Antriebsachse aus.

Als Rückmeldeeingang kann unter folgenden Eingängen gewählt werden:

- ▶ Sicherer FSoE-Feldbuseingang am Sicherheitsmodul
- ▶ Standardeingang am Antriebsregler

**Konfiguration des Rückmeldeeingangs im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Rückmeldung Bremse</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Feedback über Eingang aktivieren	0: Feedback aus (Default: 0)	--	Rückmeldung deaktiviert
	1: FSoE (sicher)	--	Rückmeldung über einen sicheren FSoE-Feldbuseingang am Sicherheitsmodul
	2: Bremse 1 (Eingang Antriebsregler, Quelle: F106)	--	Rückmeldung über Antriebsregler
	3: Bremse 2 (Eingang Antriebsregler, Quelle: F107)	--	Rückmeldung über Antriebsregler

Das Verhalten des Rückmeldesignals kann im Konfigurations-Tool parametrisiert 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 Einschaltverzögerung für das Rückmelden bei Signal-Wechsel auf 1-Signal (EIN) und die maximale Ausschaltverzögerung auf 0-Signal (AUS) kann im Konfigurations-Tool eingestellt werden.

**WICHTIG**

Beachten Sie, dass Zeiten der Einschaltverzögerung/Ausschaltverzögerung, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#) [183]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

**Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBC im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Rückmeldung Bremse</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Einschaltverzögerung Ton	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Maximale Einschaltverzögerung bei Signalwechsel auf 1-Signal
Ausschaltverzögerung Toff	0 ... 120000 (Default: 20)	[ms]	Maximale Ausschaltverzögerung bei Signalwechsel auf 0-Signal
Typ	1: normally opened (NO) 2: normally closed (NC) (Default: 2)	--	Auswahl Feedback-Typ

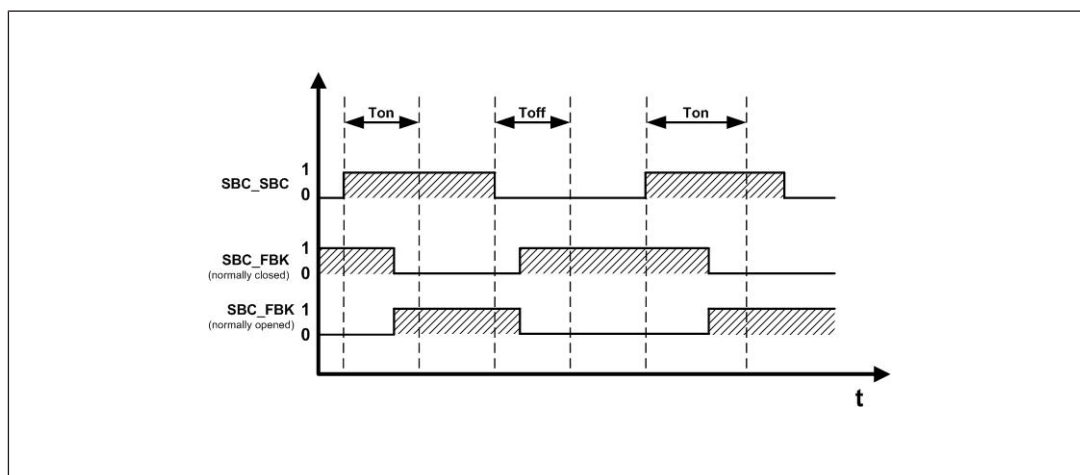


Abb.: Sicherheitsfunktion SBC, Rückmeldung

**Legende**

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

**5.12.10.1****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 die Funktionsbausteine SBC 1-polig und SBC 2-polig jeweils maximal zweimal verwendet werden.

Es können zudem nur zwei SBC-Funktionsbausteine pro Antriebsachse verwendet werden.

Mögliche Verwendung pro Antriebsachse der SBC-Funktionsbausteine:

SBC 1-polig + SBC 1-polig

SBC 2-polig + SBC 1-polig

SBC 2-polig + SBC 2-polig

Die verschiedenen Kombinationen sind in folgendem Kapitel beschrieben:

[Anwendung der sicheren Bremsfunktionen SBC und SBT](#) [ 58]

**5.12.10.2**

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

Die Sicherheitsfunktion SBC 1-polig ist vorgesehen zur indirekten Bremsenansteuerung oder zur Ansteuerung einer externen sicheren Bremseinrichtung.

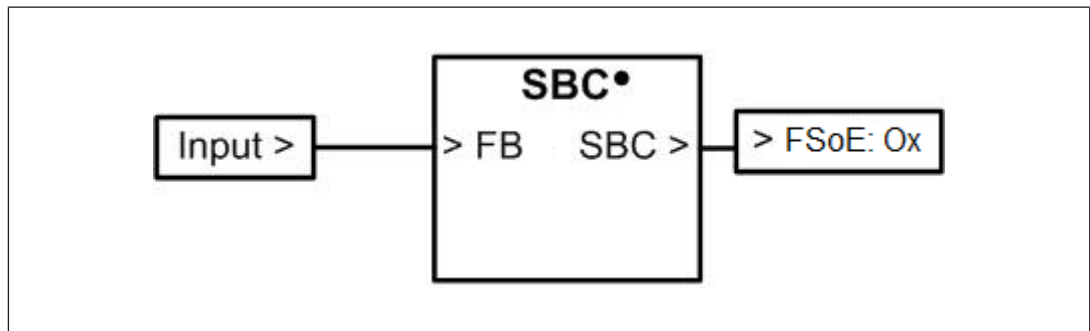


Abb.: Funktionsbaustein SBC 1-polig

Die Sicherheitsfunktion SBC 1-polig kann einem beliebigen FSoE-Ausgang zugeordnet werden.

### 5.12.10.3 SBC mit 2-poligem Ausgang zur direkten und indirekten Ansteuerung einer Bremse

Die Sicherheitsfunktion SBC 2-polig ist vorgesehen zur direkten Ansteuerung von ruhestrombetätigten, mechanischen Bremsen.

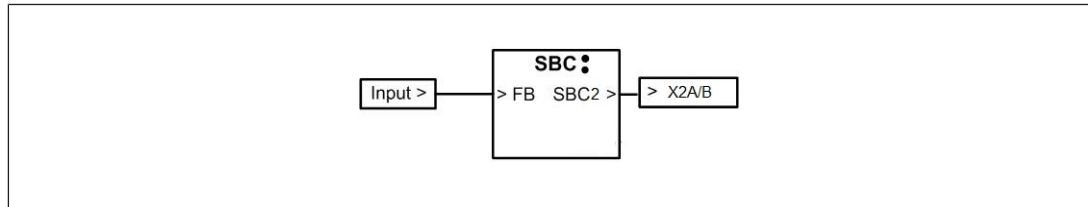


Abb.: Funktionsbaustein SCB 2-polig am Beispiel mit SC6 Antriebsregler

Die Sicherheitsfunktion SBC 2-polig muss einem 2-poligen SBC-Ausgang des Antriebsreglers zugeordnet werden (siehe Kapitel "Direkte Ansteuerung von ruhestrombetätigten mechanischen Bremsen durch das Sicherheitsmodul").

### 5.12.11 Sicherer Bremsentest (SBT)

Mit der Sicherheitsfunktion SBT kann die ordnungsgemäße Funktion von ruhestrombetätigten Bremsen getestet werden.

Die Sicherheitsfunktion SBT entspricht einem zyklischen Test der Bremseinrichtung.

Die Sicherheitsfunktion kann nur einmal pro Antriebsachse verwendet werden und ist der Antriebsachse fest zugeordnet.

Der sichere Bremsentest (SBT), in Verbindung mit der sicheren Bremsenansteuerung (SBC), erfüllt die Anforderungen zum Absichern von schwerkraftbelasteten Achsen der EN ISO 16090-1.



#### INFO

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

In der Testsequenz können bis zu vier Testschritte konfiguriert werden. In jedem Testschritt wird überprüft, ob die konfigurierte Bremse das erforderliche Haltemoment für die zugeordnete Antriebsachse über den 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 mit integriertem Sicherheitsmodul
- ▶ Ein am Antriebsregler angeschlossener Motor (siehe [Zulässige Motortypen](#) [📖 16]) mit Motor-Encoder (siehe [Zulässige Motor-Encoder](#) [📖 16])
- ▶ 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](#) [📖 58].



#### ACHTUNG!

#### Verletzungsgefahr

Bei einer defekten Bremse oder Bremseneinrichtung kann ein gefahrenbringender Zustand entstehen.

- Führen Sie den Bremsentest in einer dafür geeigneten Position durch und sorgen Sie dafür, dass sich während des Bremsentests keine Person im Gefahrenbereich aufhält.



#### INFO

Es ist möglich den Bremsentest für zwei Bremsen einer Achse durchzuführen, ohne den Motor der zugehörigen Antriebsachse zu bestromen (Schwerkrafttest).

Die Ausführung des Bremsentests ist nur möglich, wenn sich die der SBT-Funktion zugeordneten Antriebsachse im Achszustand RUN befindet und keine STOP-Funktion auf dieser Achse aktiv ist.

#### Encodertest

Zu Beginn des Bremsentests wird zunächst bei geöffneter Bremse/geöffneten Bremsen der Encoder der zugeordneten Antriebsachse getestet. Hierbei dreht der Motor mit ca. 60 1/min für maximal 45° in positiver Drehrichtung. Bei aktiver Drehrichtungssperre im Antriebsregler für die positive Drehrichtung, fährt der Motor in negative Drehrichtung. In dieser Phase ist die Stillstandsüberwachung des Sicherheitsmoduls noch nicht aktiv.

#### Prüffrist und Toleranzzeit

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



#### INFO

Die Prüffrist sollte gemäß Vorgabe der EN ISO 16090-1 bemessen sein (z. B. 8 h – einmal pro Schicht).

#### Die Prüffrist

- ▶ 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.
- ▶ wird durch RESTART auf der zugeordneten Antriebsachse, nach Fehler des Bremsentests und durch Ablauf der Toleranzzeit zurückgesetzt.

Erfolgt innerhalb der Toleranzzeit ebenfalls keine Aktivierung der Sicherheitsfunktion SBT

- ▶ wird der Motor auf der zugeordneten Antriebsachse mit der Sicherheitsfunktion SS1 stillgesetzt.
- ▶ wechselt die zugeordnete Antriebsachse des Motors über das Sicherheitsmodul in den Achszustand FAULT.



Wird nach dem Hochlauf des Sicherheitsmoduls der Gerätezustand 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: Prüfung Bremsentest			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Prüffrist	0 ... 10000 (Default: 480)	[min]	Zeit nach der die Sicherheitsfunktion SBT durchgeführt werden muss.
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 SBT\_ACT
- ▶ Durch interne Aktivierung über den Antriebsregler

#### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT im Konfigurations-Tool

Feld: Start Bremsentest		
Eingabefeld	Optionen	Beschreibung
Start Bremsentest	Eingang SBT_ACT (Default)	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SBT über Eingang SBT_ACT
	Antriebsregler	Aktivierung der Sicherheitsfunktion SBT über Antriebsregler

#### Start der Testsequenz

##### Bei externer Aktivierung am Aktivierungseingang des Sicherheitsmoduls

- ▶ beginnt nach Ablauf der SBT-Einschaltverzögerung die Testsequenz.
- ▶ signalisiert der Rückmeldeausgang SSA aktiv, dass die Achsposition auf Stillstand überwacht wird.

##### Bei interner Aktivierung über den Antriebsregler

- ▶ startet die Testsequenz ohne Einschaltverzögerung.
- ▶ signalisiert der Rückmeldeausgang SSA aktiv, dass die Achsposition auf Stillstand überwacht wird.

**INFO**

Beachten Sie, dass Zeiten der Einschaltverzögerung, die nicht einem Vielfachen der Zykluszeit des Prozessorsystems (siehe [Technische Daten](#) [183]) entsprechen, erst im darauffolgenden Systemzyklus ablaufen.

### Die Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT im Konfigurations-Tool

Feld: Einschaltverzögerung			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Einschaltverzögerung t_on	0 ... 120000  (Default: 20)	[ms]	Zeit zwischen Aktivierung der Sicherheitsfunktion SBT und Beginn der Überwachung

Die Einschaltverzögerung ist nur wirksam beim Start des Bremsentests über SBT\_ACT.

### Ablauf der Testsequenz

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

Die gesamte Testsequenz wird über eine im Konfigurations-Tool einstellbare Gesamtzeit t\_max (Timeout) überwacht und muss vor Ablauf dieser Zeitspanne beendet sein. Ist dies nicht der Fall, wird die Sicherheitsfunktion SS1 auf der zugeordneten Antriebsachse aktiviert und das Sicherheitsmodul wechselt in den Achzustand FAULT. Der Bremsentest gilt als nicht bestanden.

**INFO****Gesamtzeit manuell ermitteln**

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

Feld: Gesamtzeit (t_max)			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Gesamtzeit t_max	0 ... 2147483647 (Default: 30000)	[ms]	Wird innerhalb der Gesamtzeit der Bremsentest nicht abgeschlossen, wird eine Fehlerreaktion ausgelöst.



#### INFO

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

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

Feld: Toleranzfenster (Tol)			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Toleranzfenster Tol	0 ... 2147483647 (Default: 50)	Benutzerdefiniert [Default: Inkremente]	Toleranzfenster der Sicherheitsfunktion SBT während der Testsequenz.

Wird die Stillstandsposition verlassen (SOS löst aus), wird die Sicherheitsfunktion STO auf der zugeordneten Antriebsachse aktiviert und die Achse in den sicheren Zustand gebracht.

#### Abbruch der Testsequenz

Die Testsequenz kann durch folgende Sicherheitsfunktionen abgebrochen werden:

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

Nach Abbruch

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

#### Testschritte

##### Für alle Testschritte

Ist ein Testschritt beendet, beginnt nach Ablauf der Wartezeit  $t_{\text{wait}}$  und bei einem Wechsel der Bremse nach Ablauf der Lüftzeit  $t_{\text{lift}}$ , der nächste Testschritt.

Schlägt der Bremsentest in einem Testschritt fehl, so wird der gesamte Bremsentest abgebrochen und die Sicherheitsfunktion STO auf der zugeordneten Antriebsachse aktiviert.

Feld: Schritte			
Eingabefeld	Gültige Eingabe/ Fest eingestellt	Einheit	Beschreibung
Wartezeit (t <sub>wait</sub> )	100 ... 120000 (Default: 2000)	[ms]	Wartezeit nach jedem Testschritt

**INFO**

Die konfigurierte Wartezeit zwischen zwei Testschritten (Parameter Wartezeit t<sub>wait</sub>) muss mindestens der längsten Einfallzeit der angeschlossenen Bremsen entsprechen.

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

**Weitere Konfigurationsmöglichkeiten für alle Testschritte**

Feld: Toleranz Teststrom			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Toleranz Teststrom	0 ... 1000 (Default: 200)	[mA]	Toleranzfenster für Teststrom

**WICHTIG**

Beachten Sie, dass durch Konfiguration eines Toleranzwerts gleich oder größer des Teststroms die Stromüberwachung wirkungslos werden kann. Stellen Sie sicher, dass der "Toleranzwert Teststrom" korrekt und sinnvoll (maximal 90% des Betrags vom kleinsten konfigurierten Teststrom) eingestellt ist.

Feld: Strom Anstiegszeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Strom Anstiegszeit (t <sub>ramp</sub> )	0 ... 2147483647 (Default: 1500)	[ms]	Festlegung der Dauer bis zu Strommaximum.

Feld: Bremse Lüftzeit			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Bremse Lüftzeit (t_lift)	0 ... 10000 (Default: 200)	[ms]	Festlegung der Wartezeit um eine Bremse komplett zu lüften, bevor der Strom aktiviert wird.

### Testschritt

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

Im Testschritt wird

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

### Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT im Konfigurations-Tool

Feld: Schritt 1 ... 4			
Eingabefeld	Gültige Eingabe	Einheit	Beschreibung
Teststrom	-100000 ... 100000 (Default: 0)	[mA]	Max. Stromwert, der erreicht werden muss
Dauer	0 ... 120000 (Default: 1000)	[ms]	Dauer der Bestromung
Bremse	0 – Bremse	--	Nicht einstellbar
	1 – SBC-NameX* dieselbe Achszuordnung wie die SBT-Funktion	--	Festlegung der zu testenden Bremse
	2 – SBC-NameY* dieselbe Achszuordnung wie die SBT-Funktion	--	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.



#### INFO

Die EN ISO 16090-1 empfiehlt in Anhang G für schwerkraftbelastete Achsen:

- eine Mindesttestdauer von 1 s
- für Anwendungen mit einer Bremse, einen Test mit 1,3-facher Gewichtslast
- für Anwendungen mit zwei Bremsen, einen Test mit 1,0-facher Gewichtslast

Erkennt das Sicherheitsmodul durch eine der Überwachungsfunktionen einen Fehler

- ▶ wird die Sicherheitsfunktion STO auf der zugeordneten Antriebsachse aktiviert.
- ▶ wechselt die betroffene Antriebsachse in den Achszustand 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 Prüfzeit neu gestartet.
- ▶ am Rückmeldeausgang SBA ein 1-Signal ausgegeben.



#### INFO

Fehlermeldungen, die durch eine falsch ausgelegte Konfiguration der Sicherheitsfunktion SBT auftreten, können über die Diagnose (z. B. Fehler-Stack im Sicherheitskonfigurator "PSC") ausgelesen werden.

## 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.

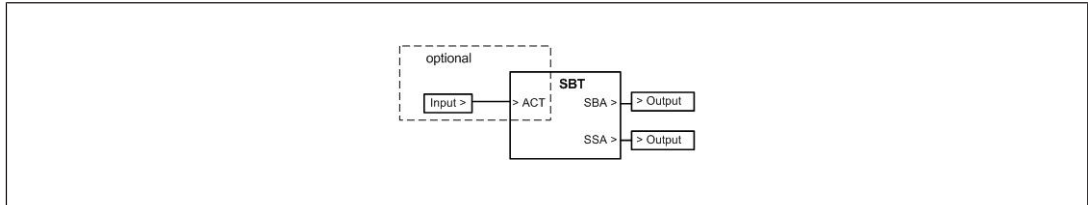


Abb.: Funktionsbaustein SBT

## Legende

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



### INFO

Als einzige Sicherheitsfunktion wird die Sicherheitsfunktion SBT mit positiver Flanke aktiviert.

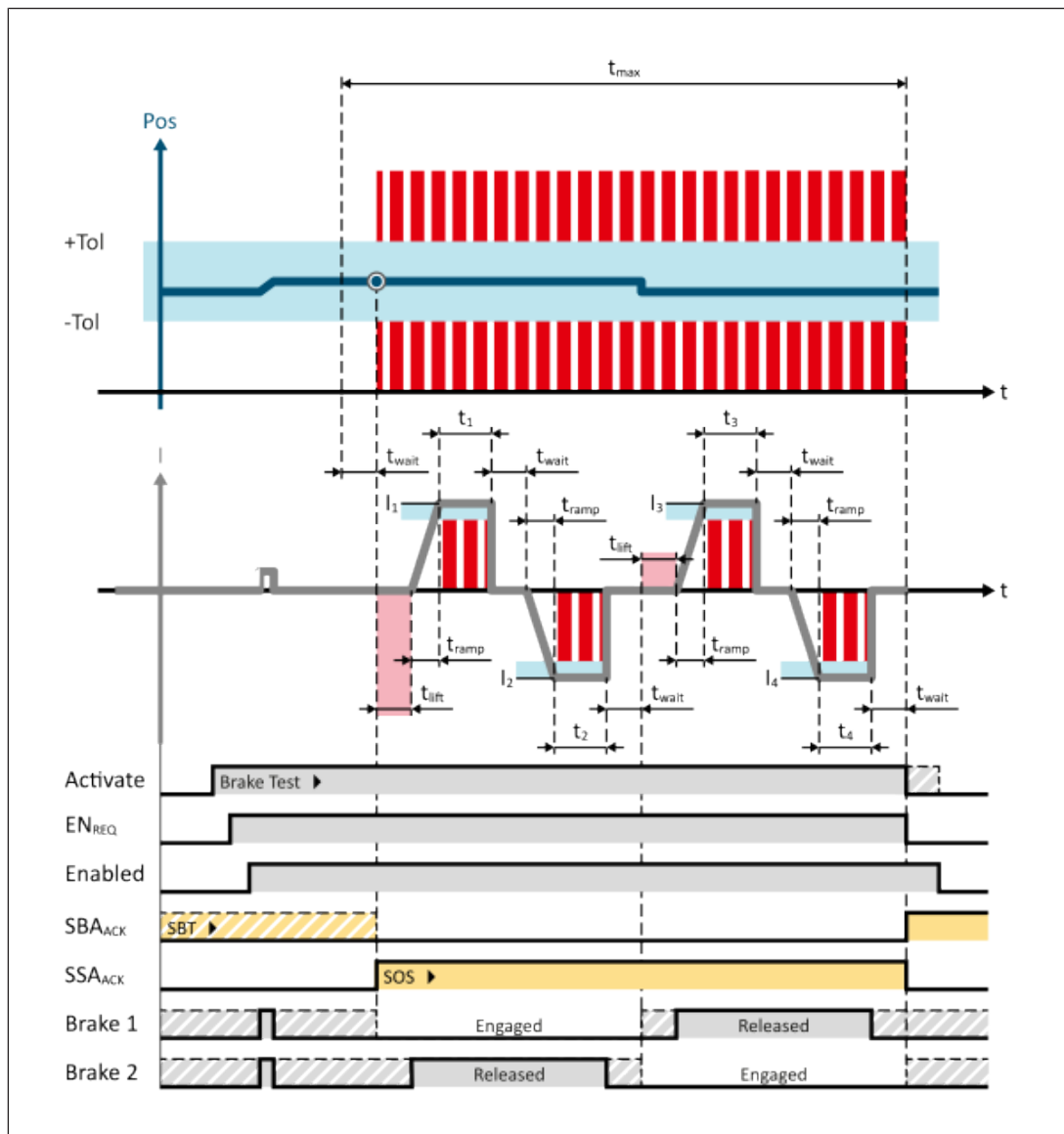


Abb.: Sicherheitsfunktion SBT mit Ansteuerung über Antriebsregler

### Legende

$t_{max}$	Gesamtzeit
$t_{on}$	Einschaltverzögerung
Pos	Position
+/-Tol	Toleranzfenster +/-
$t_{lift}$	Bremse Lüftzeit
$t_{ramp}$	Strom Anstiegszeit
$t_1$	Dauer Bremsentest Testschritt 1
$t_2$	Dauer Bremsentest Testschritt 2
$t_3$	Dauer Bremsentest Testschritt 3
$t_4$	Dauer Bremsentest Testschritt 4
$t_{wait}$	Wartezeit



$I_1$	Teststrom Testschritt 1
$I_2$	Teststrom Testschritt 2
$I_3$	Teststrom Testschritt 3
$I_4$	Teststrom Testschritt 4
$SBT_{ACT}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SBT
$SBA_{ACK}$	Safe Brake Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SBT
$SSA_{ACK}$	Safe Stillstand Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Stillstandsüberwachung

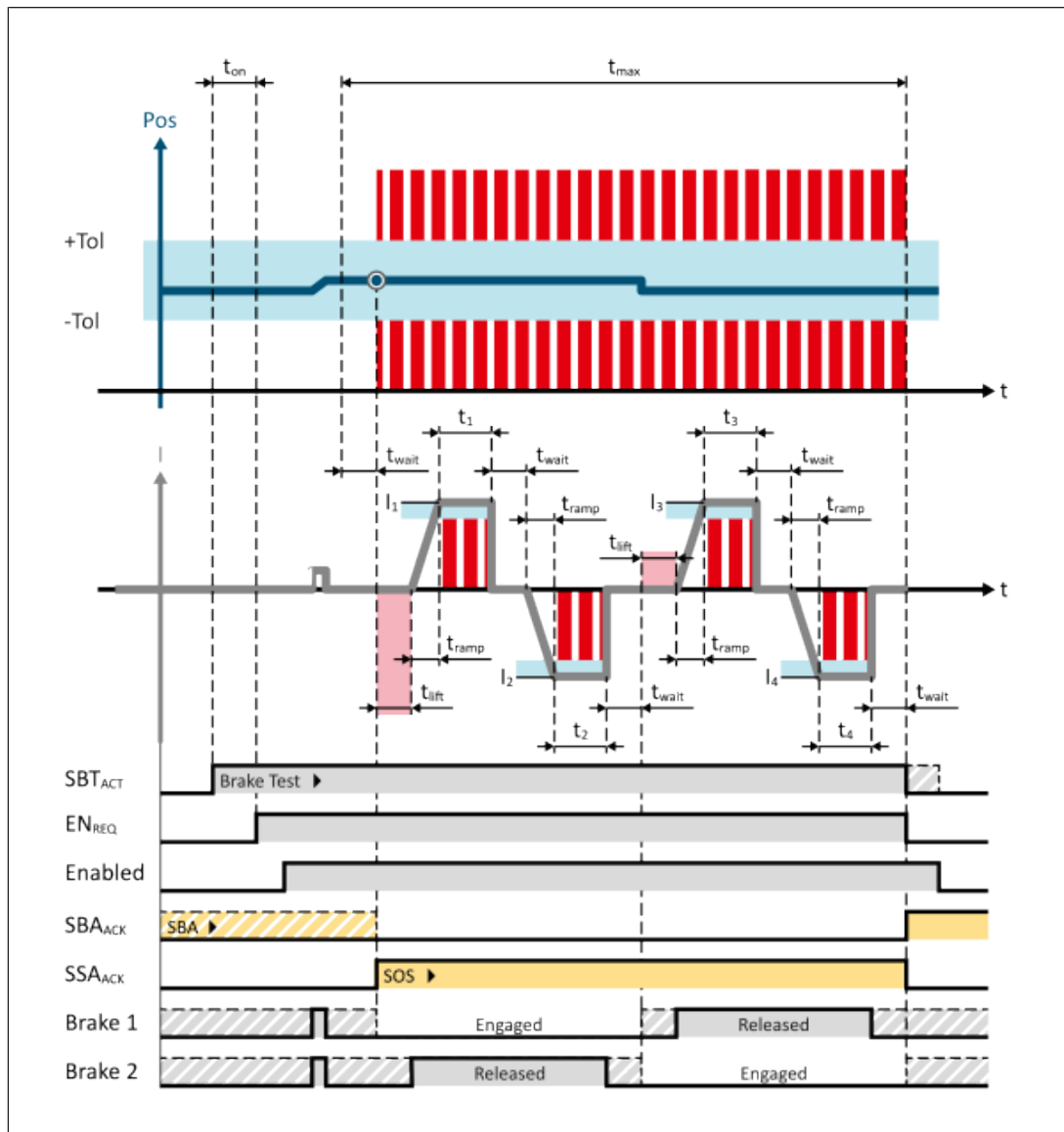


Abb.: Sicherheitsfunktion SBT mit Ansteuerung über "Eingang (SBT\_ACT)"

### Legende

$t_{max}$	Gesamtzeit
$t_{on}$	Einschaltverzögerung
Pos	Position

$\pm$ -Tol	Toleranzfenster $\pm$ -
$t_{\text{lft}}$	Bremse Lüftzeit
$t_{\text{ramp}}$	Strom Anstiegszeit
$t_1$	Dauer Bremsentest Testschritt 1
$t_2$	Dauer Bremsentest Testschritt 2
$t_3$	Dauer Bremsentest Testschritt 3
$t_4$	Dauer Bremsentest Testschritt 4
$t_{\text{wait}}$	Wartezeit
$I_1$	Teststrom Testschritt 1
$I_2$	Teststrom Testschritt 2
$I_3$	Teststrom Testschritt 3
$I_4$	Teststrom Testschritt 4
$SBT_{\text{ACT}}$	Eingang für Sicherheitsfunktion SBT
$SBA_{\text{ACK}}$	Safe Brake Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SBT
$SSA_{\text{ACK}}$	Safe Stillstand Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Stillstandsüberwachung

## 5.12.12 Sichere Wiederanlaufsperrung (SRL)

Die Sicherheitsfunktion SRL verhindert, dass das Sicherheitsmodul den Gerätezustand STO und den Achszustand STO durch ein Rücksetzen verlassen kann. Ein unerwarteter oder unbeabsichtigter Anlauf der Antriebsachse(n) ist dadurch nicht möglich.

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

Die Sicherheitsfunktion kann nur einmal in der Konfiguration verwendet werden.

### Aktivieren der Sicherheitsfunktion SRL

Die Sicherheitsfunktion SRL kann auf folgende Weise aktiviert werden:

- Durch Aktivierung am Aktivierungseingang ACT

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

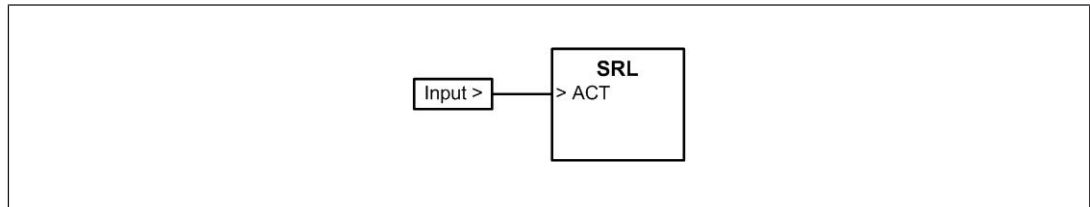


Abb.: Funktionsbaustein SRL

### Legende

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

### 0-Signal (aktiviert)

Der RESET ist gesperrt und kann nicht ausgelöst werden.

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

[Sicherer Wiederanlauf der Maschine](#) [50]

Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls

### 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**

<b>Feld: RESET Trigger</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
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 Ein RESTART wird ausgelöst.

**INFO**

Ein RESET der Antriebsachse(n) (Schalten in den Achszustand RUN) kann nur erfolgen, wenn der Aktivierungseingang SS1\_ACT und der Aktivierungseingang STO\_ACT (falls konfiguriert) und das STO-Bit im FSoE Controlword (FSoE Control Byte 1, Bit 0) auf 1-Signal sind.

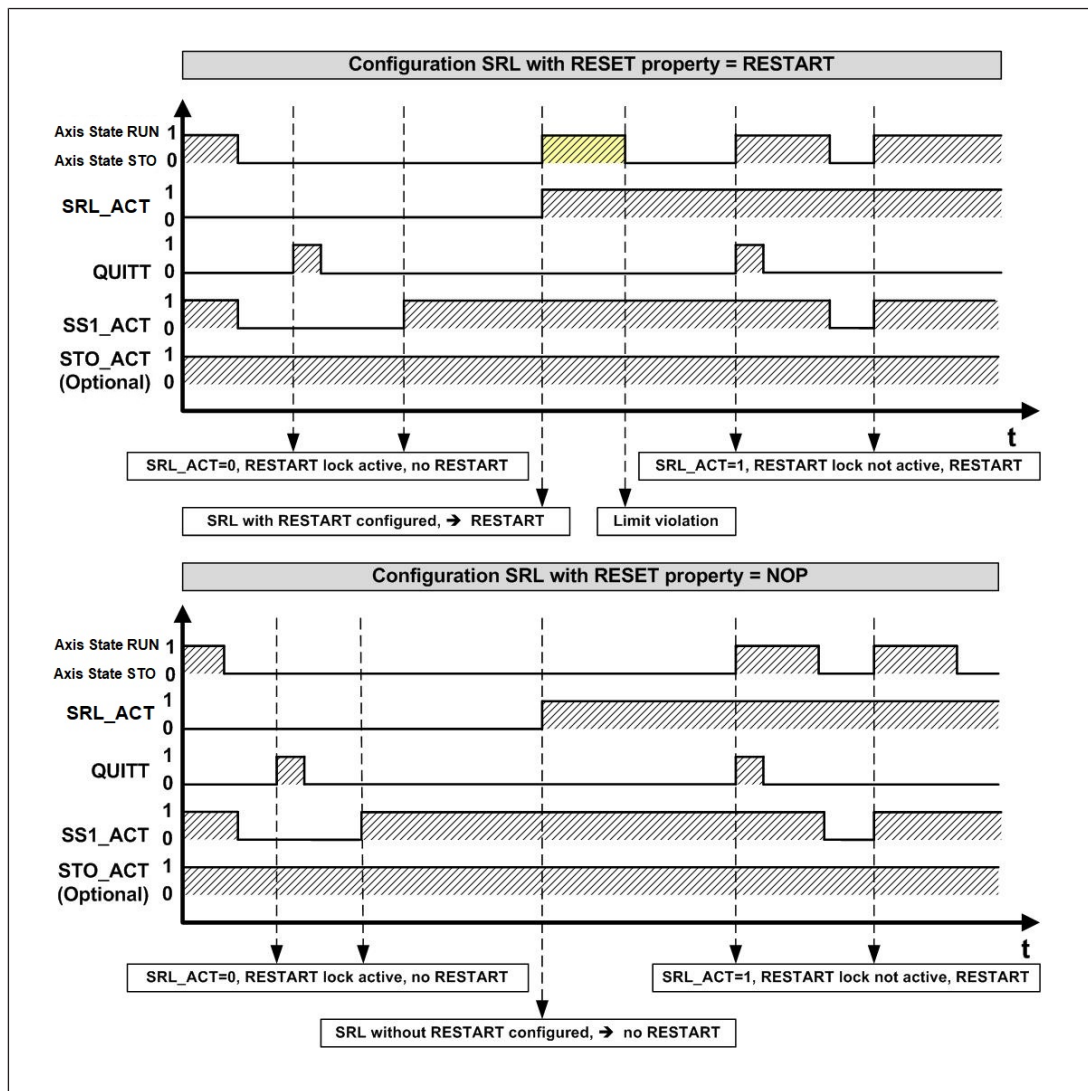


Abb.: Sicherheitsfunktion SRL, RESET

### Legende

Axis State RUN	Der Achszustand ist RUN (siehe <a href="#">Betriebszustände</a> [169]).
Axis State STO	Der Achszustand ist STO (siehe <a href="#">Betriebszustände</a> [169]).
SRL_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

#### 5.12.12.1

### Auswirkungen RESET mit Sicherheitsfunktion "Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)"

- Der RESET wirkt sich auf alle Achsen aus, die sich im Zustand STO befinden (siehe [Betriebszustände SX6](#) [169]).
- Bei einem RESET werden alle Fehler (global und achsspezifisch) zurückgesetzt.

#### 5.12.12.2      **Auswirkungen Hochlauf und Erneuerung der Konfiguration mit Sicherheitsfunktion "Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)"**

##### **Auswirkungen Hochlauf (RUNUP) mit Sicherheitsfunktion "Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)"**

- ▶ Beim Hochlauf mit konfigurierter SRL-Sicherheitsfunktion verhält sich das Sicherheitsmodul abhängig vom Zustand des Aktivierungseingangs SRL\_ACT:
  - SRL\_ACT = 0: Hochlauf endet im STO (Wiederanlaufsperr aktiv)
  - SRL\_ACT = 1: Hochlauf endet im RUN (Wiederanlaufsperr nicht aktiv)

##### **Auswirkungen Erneuerung der Konfiguration mit Sicherheitsfunktion "Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)"**

- ▶ Bei einer Erneuerung der Konfiguration mit konfigurierter SRL-Funktion verhält sich das Sicherheitsmodul abhängig vom Zustand des Aktivierungseingangs SRL\_ACT:
  - SRL\_ACT = 0: RESTART endet in STO (Wiederanlaufsperr aktiv)
  - SRL\_ACT = 1: RESTART endet im RUN (Wiederanlaufsperr nicht aktiv)

##### **Deaktivierung SRL**

Bei Ansteuerung der SRL-Sicherheitsfunktion über einen sicheren Feldbus-Eingang kann eine Deaktivierung der Funktion erst erfolgen, wenn die sichere Buskommunikation erfolgreich angelaufen und der zyklische Datenaustausch (Austausch der Prozessdaten) zwischen den Teilnehmern aktiv ist.

### 5.12.13 Sicherer Statusausgang (SSO)

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

Die Sicherheitsfunktion kann nur einmal in der Konfiguration verwendet werden.

Die Sicherheitsfunktion SSO benötigt keine explizite Aktivierung.

#### Ausgang READY

##### 1-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul ist betriebsbereit.

##### 0-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul ist in den folgenden Fällen nicht betriebsbereit:
  - Keine Versorgungsspannung
  - Sicherheitsmodul befindet sich im RUNUP, siehe [Betriebszustände \[169\]](#)
  - Sicherheitsmodul befindet sich im STARTUP, siehe [Betriebszustände \[169\]](#)
  - Fataler Fehler

#### Ausgang FSRUN

##### 1-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul befindet sich im Gerätezustand FSRUN (siehe [Betriebszustände \[169\]](#)).
  - Eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist aktiv (siehe Kapitel "[Allgemeine Begriffsdefinition \[27\]](#)").
  - Die Stillstandsüberwachung während des Bremsentests SBT ist aktiv (Phase "Encodertest" und "Einschaltverzögerung" ist bereits abgeschlossen).

##### 0-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul befindet sich nicht im Gerätezustand FSRUN (siehe [Betriebszustände \[169\]](#)).
  - Es ist keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion aktiv (siehe Kapitel "[Allgemeine Begriffsdefinition \[27\]](#)").
  - Die Stillstandsüberwachung während des Bremsentests SBT ist nicht aktiv.

#### Ausgang $\overline{\text{FAULT}}$ (kein Fehler)

##### 1-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul hat keinen Fehler.

##### 0-Signal

- ▶ Das Sicherheitsmodul hat einen Fehler.
- ▶ Das Sicherheitsmodul befindet sich im Gerätezustand STO-FAULT.
- ▶ Das Sicherheitsmodul befindet sich im Gerätezustand STO-FATAL.

## Rückmeldung

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

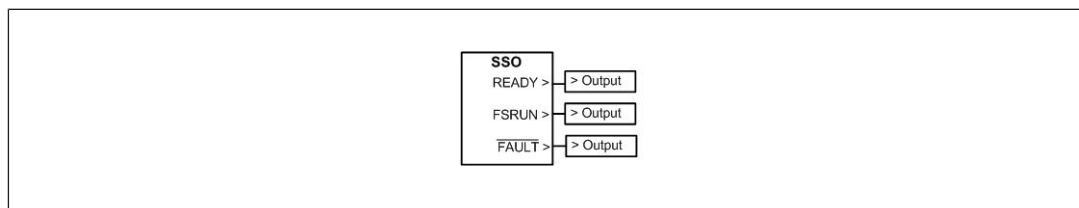


Abb.: Funktionsbaustein SSO

## Legende

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

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

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

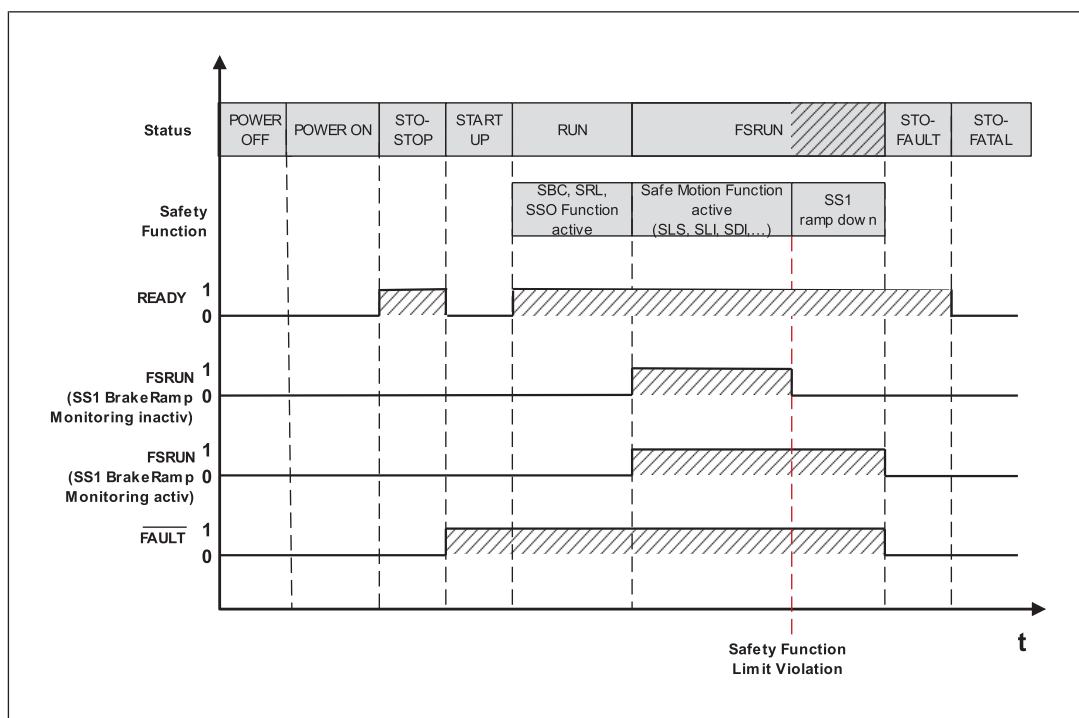


Abb.: Sicherheitsfunktion SSO

## Legende

**Status** Gerätestatus 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 bewegungsüberwachende 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)
<u>FAULT</u>	Ausgang für Rückmeldung, ob das Sicherheitsmodul einen Fehler hat.
Safety Function Limit Violation	Grenzwertüberschreitung einer bewegungsüberwachenden Sicherheitsfunktion

### 5.12.14 Hysterese für Überwachungsfunktionen

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

Dadurch kann ein Toggeln des Rückmeldesignals (ständiges Umschalten 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)



#### INFO

##### Hysterese (optional)

Wenn im Konfigurator einer Überwachungsfunktion die **Überwachungsart "Permanent"** (siehe [Permanentüberwachung \(optional\)](#) [78]) gewählt wurde, muss zwingend das **Überwachungsverhalten "Hysterese"** gewählt werden.

#### Überwachungsverhalten

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 (0-Signal), auch wenn die Grenzwertüberschreitung nicht mehr vorliegt.
- ▶ Der Ausgang bleibt solange zurückgesetzt (0-Signal), bis nach einer Aktivierungsflanke am Eingang die Sicherheitsfunktion erneut aktiviert wurde, die Einschaltverzögerung abgelaufen ist und die Grenzwertverletzung nicht mehr vorliegt.

##### Hysterese (optional)

- ▶ Definiert einen Bereich um den festgelegten Grenzwert, innerhalb dessen sich der Rückmeldeausgang nicht ändert.
- ▶ Nach einer Grenzwertüberschreitung wird der Rückmeldeausgang erst wieder gesetzt, wenn der Istwert den konfigurierten Hysterese-Bereich verlässt.

**Konfiguration einer Überwachungsfunktion mit Hysterese im Konfigurations-Tool**

<b>Feld: Überwachungsverhalten</b>			
<b>Eingabefeld</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Beschreibung</b>
Überwachungsverhalten	Set/Reset (Default)	--	Die Set/Reset-Funktion ist aktiv.
	Hysterese	---	Automatische Steuerung des Rückmeldeausgangs auf Basis des Hysterese-Fensters.
Hysteresefenster hyst_win	0 ... 100  (Default: 10)	[%]	Bereich um den festgelegten Grenzwert, innerhalb dessen sich der Rückmeldeausgang nicht ändert.

**Verhalten der Hysterese, abhängig von der Überwachungsfunktion**

<b>Sicherheitsfunktion</b>	<b>Gültige Eingabe</b>	<b>Beschreibung</b>
SDI-M	-	Als Hysteresefenster wird das im Eingabefeld "Positionsfenster Stillstand (Tol_win)" konfigurierte Toleranzfenster verwendet. Wenn sich 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 "Position max (Pos_max)" und "Position min (Pos_min)", 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 (Toleranz (Tol))" konfigurierten Grenzwertes verwendet.
SSR-M	0 ... 100 %	Als Hysteresefenster wird 0 ... 100 % des zulässigen Geschwindigkeitsbereichs, also der Differenz zwischen dem Eingabewert "Maximaler Grenzwert Geschwindigkeit (v_max)" und "Minimaler Grenzwert Geschwindigkeit (v_min)", verwendet.

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

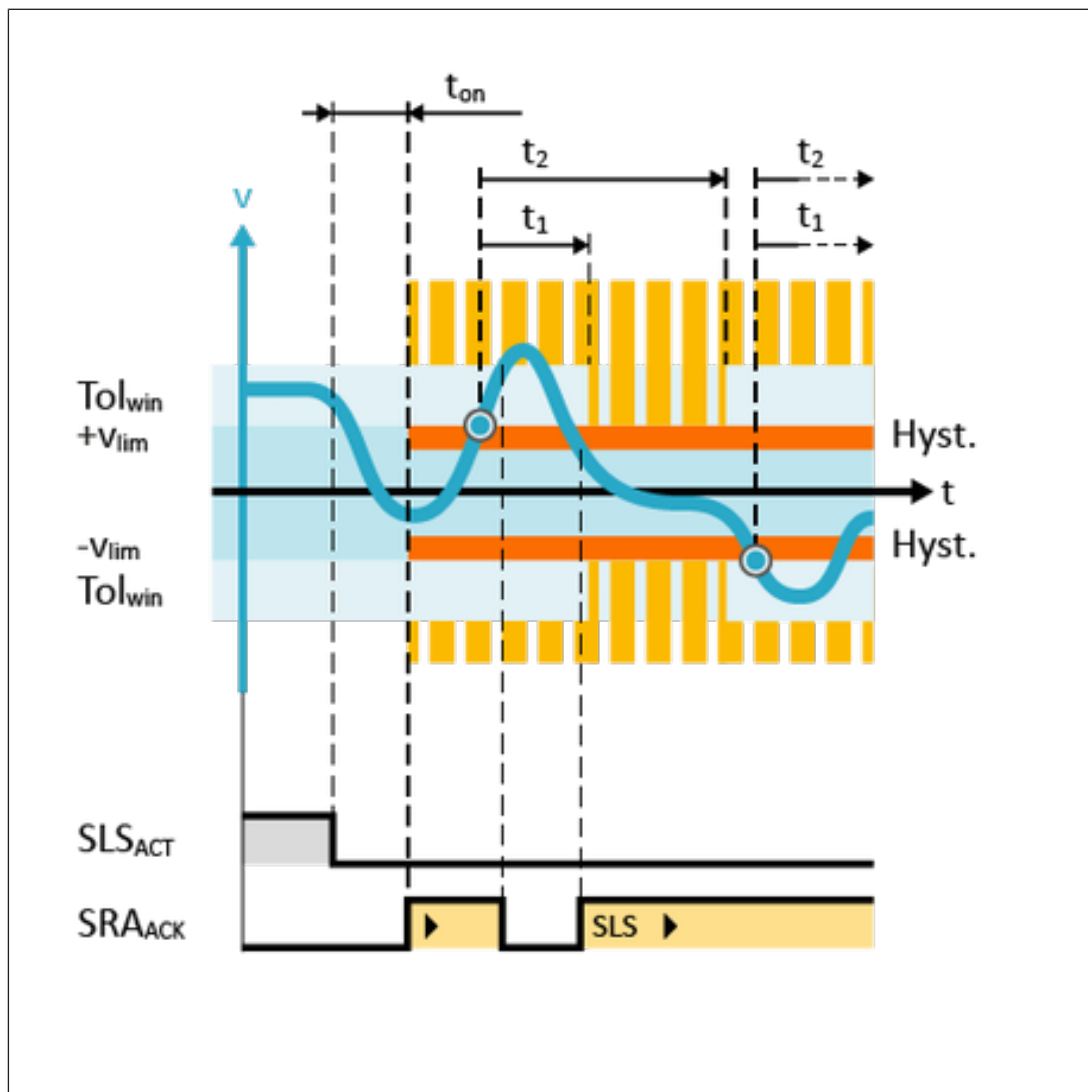


Abb.: Sicherheitsfunktion SLS-M, mit Überwachungsverhalten Hysterese

### Legende

$t_{on}$	Einschaltverzögerung
$t_2$	Toleranzperiode
$t_1$	Toleranzzeit
$Tol_{win}$	Toleranzfenster
$+/-v_{lim}$	Grenzwert Geschwindigkeit +/-
Hyst.	Hysteresefenster
$SLS_{ACT}$	Aktivierungseingang für Sicherheitsfunktion SLS-M
$SRA_{ACK}$	Safe Range Acknowledge Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLS-M

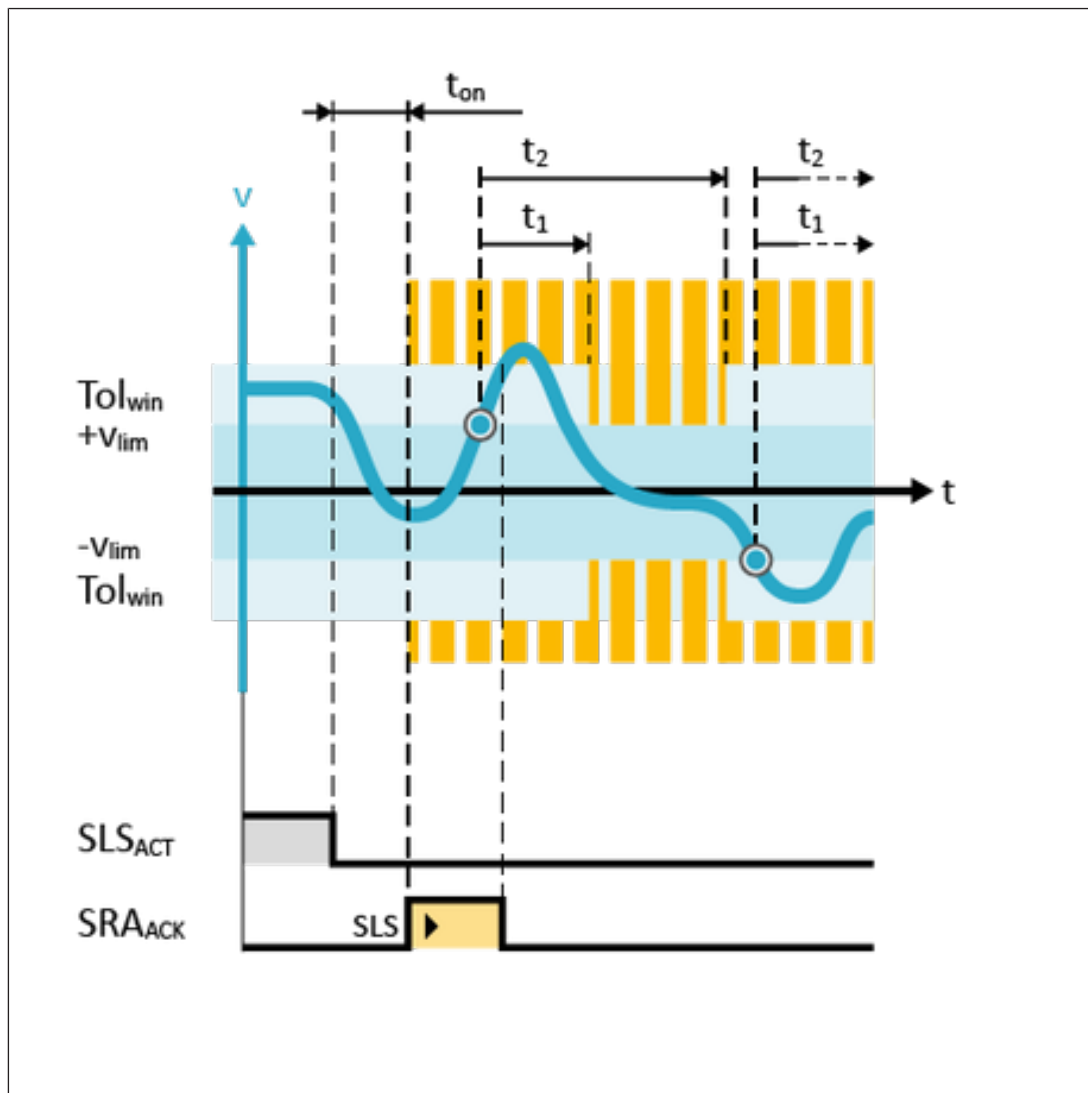


Abb.: Sicherheitsfunktion SLS-M, mit Überwachungsverhalten Set/Reset

### Legende

$t_{on}$	Einschaltverzögerung
$t_2$	Toleranzperiode
$t_1$	Toleranzzeit
$Tol_{win}$	Toleranzfenster
$\pm V_{lim}$	Grenzwert Geschwindigkeit +/-
$SLS_{ACT}$	Aktivierungseingang für Sicherheitsfunktion SLS-M
$SRA_{ACK}$	Safe Range Acknowledge
	Ausgang für Rückmeldung der Sicherheitsfunktion SLS-M

## 5.13 Konfiguration



### INFO

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

Im Sicherheitskonfigurator (PSC) werden die vom Sicherheitsmodul auszuführenden Sicherheitsfunktionen festgelegt:

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

Es gibt verschiedene Möglichkeiten die Konfiguration zu übertragen.

### Übertragung der Konfiguration zum Sicherheitsmodul

- ▶ Online vom Konfigurator zum Sicherheitsmodul (Download)
- ▶ Übertragung der Konfiguration von der SD-Speicherkarte des Antriebsreglers auf das Sicherheitsmodul.

### Übertragung der Konfiguration vom Sicherheitsmodul zum Konfigurations-Tool

- ▶ Online, vom Sicherheitsmodul zum Konfigurator (Upload)
- ▶ Offline, aus einem DriveControlSuite-Projekt zum Konfigurator

### Im Online-Betrieb sind möglich

- ▶ Anzeige von Betriebszuständen des Sicherheitsmoduls
- ▶ Anzeige von Meldungen des Sicherheitsmoduls (Fehler-Stack)
- ▶ Download Konfiguration von PC auf das Sicherheitsmodul
- ▶ Upload Konfiguration vom Sicherheitsmodul auf den PC
- ▶ Speichern der Konfiguration im remanenten Speicher des Antriebsreglers

### Es sind folgende Sicherheitsmechanismen integriert

- ▶ Sichere Adressierung des Sicherheitsmoduls (Identifikation des Sicherheitsmoduls über die Seriennummer)
- ▶ Die Konfiguration wird beim Download und Upload auf Plausibilität geprüft.

- ▶ Kennwortschutz für Zugriffe auf Projekte
- ▶ Kennwortschutz auf die Konfiguration beim Download und Upload
- ▶ Eindeutige Prüfsumme(n) für das Projekt

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



### INFO

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

## 6 Anschluss



### INFO

Informationen zum Anschluss der Bremsenausgänge finden Sie in den entsprechenden Handbüchern der Antriebsregler.

### 6.1 EtherCAT

Die Antriebsregler verfügen über die beiden RJ-45-Buchsen X200 und X201. Die zugehörige Pin-Belegung und Farbkodierung entsprechen dem Standard EIA/TIA-T568B.

X200 ist als Input mit dem vom EtherCAT-MainDevice oder dem Output eines vorgelagerten EtherCAT-Teilnehmers ankommenden Kabels zu verbinden. X201 ist als Output mit eventuell nachfolgenden EtherCAT-Teilnehmern zu verbinden.



### INFO

Weitere Informationen zum Anschluss der EtherCAT-Teilnehmer finden Sie in den entsprechenden Handbüchern der Antriebsregler.

Die maximale Kabellänge zwischen zwei EtherCAT/FSOE-Geräten beträgt 100 m.

Das Kabel muss mindestens der Qualitätsstufe CAT 5e entsprechen.

Folgende Kabel sind geeignet:

- ▶ Ethernet-Patch-Kabel
- ▶ Crossover-Kabel



## 7 Inbetriebnahme

### 7.1 Sicherheitshinweise

Beachten Sie bei der Inbetriebnahme/Wiederinbetriebnahme:

- ▶ Sichern Sie den Ort vorschriftsmäßig (Sperre, Warningschilder 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.



#### **WARNUNG!**

##### **Lebensgefahr durch elektrischen Schlag!**

- Verdrahten Sie die elektrischen Anschlüsse der Antriebsregler nie unter Spannung.
- Schalten Sie die Netzspannungen bei Arbeiten an der Geräteinstallation aus!
- Sorgen Sie für eine sichere Freischaltung des Schaltschranks, z. B. durch eine Zugangssperre oder Warningschilder.
- Schalten Sie die Spannungen erst bei der Inbetriebnahme ein!



#### **WARNUNG!**

##### **Gefahr durch automatischen Anlauf des Motors!**

Der Motor kann nach Konfiguration des Sicherheitsmoduls sofort in Bewegung gesetzt werden, wenn in der Antriebskonfiguration die Option Auto-start (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 zum Beispiel die Sicherheitsfunktion Sichere Wiederanlaufsperrung (SRL) verwendet werden.

## 7.2 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.




#### INFO

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

### 1. Sicherheitsmodul an das FSoE-Netzwerk anschließen



#### INFO

Beachten Sie die Hinweise im Kapitel [Anschluss](#) [ 160].

- ▶ Schließen Sie den Antriebsregler mit integriertem SX6 Sicherheitsmodul an das EtherCAT-/FSoE-Netzwerk an.



#### INFO


Schalten Sie zu diesem Zeitpunkt die Versorgungsspannung nicht ein.

### 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.

Sie erkennen die Betriebsbereitschaft des Antriebsreglers und des Sicherheitsmoduls an den LEDs des Antriebsreglers. Sie finden die Beschreibung der Statusausgabe des Sicherheitsmoduls im Kapitel [Anzeigeelemente](#) [ 176].

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

Weitere Informationen finden Sie im Kapitel [Betriebszustände SX6](#) [ 169].

Das Sicherheitsmodul geht in den Zustand STO\_FAULT.



#### INFO

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

### 4. 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.)

### 5. Sicherheitsmodul über PSC 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.



- ▶ Klicken Sie auf "Safety-Projektierung"
  - ⇒ Das Konfigurations-Tool PSC öffnet sich.
  - ⇒ Wählen Sie in der Projektverwaltung des Konfigurations-Tools das zu projektierende Sicherheitsmodul aus.
- ▶ Folgende Grundeinstellungen im Offline-Betrieb sind obligatorisch:
  - Kennwörter festlegen
  - Motor konfigurieren
  - Sicherheitsfunktion SS1 Sicherer Stopp 1 konfigurieren
  - Ein- und Ausgänge zuordnen
- ▶ Zusätzlich kann eine optionale Konfiguration erfolgen.
  - Einheiten festlegen  
(Die Einheiten sind unabhängig vom Achsmodell des Antriebsreglers.)

## 6. Download Sicherheitskonfiguration

Voraussetzungen für den Download der Sicherheitskonfiguration

- ▶ Im PSC 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 die Parameterliste der DriveControlSuite ausgelesen.
- ▶ Stellen Sie in der DriveControlSuite eine schreibende Online-Verbindung zum Antriebsregler her.
  - ⇒ Nach dem Aufbau der Verbindung zum Antriebsregler werden die Sicherheitskonfigurationen verglichen. Da bei einer Erstinbetriebnahme keine Konfiguration vorhanden sein kann, stellt PSC 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

- ▶ Speichern Sie die Konfiguration in der DriveControlSuite über Assistent "Werte speichern".
  - ⇒ Die Konfiguration wird im remanenten Speicher des Antriebsreglers gespeichert.

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

## 8. Sicherheitsprüfungen

Beachten Sie bitte das Kapitel [Sicherheitsprüfungen](#) [ 167].

## 7.3

## Wiederinbetriebnahme nach Gerätetausch

Der Antriebsregler mit Sicherheitsmodul wurde durch ein neues Gerät ersetzt.

Die auf der SD-Karte gespeicherte Konfiguration soll auf dem neuen Gerät installiert werden.



### INFO

Genaue Informationen zur Wiederinbetriebnahme nach Gerätetausch entnehmen Sie der Bedienungsanleitung der Antriebsregler.


**Die wichtigsten Schritte zur Wiederinbetriebnahme sind:**

**SD-Karte in den neuen Antriebsregler stecken und Antriebsregler einschalten**

- ▶ Stecken Sie die SD-Karte mit der gespeicherten Konfiguration in den Antriebsregler.
- ▶ Schalten Sie die 24 V DC Versorgungsspannung am Antriebsregler ein.

Für eine bewusste Übernahme der Sicherheitskonfiguration von der eingesteckten SD-Karte zum Sicherheitsmodul ist eine bewusste Handlung notwendig, die während der Wiederinbetriebnahme am Gerät vorgenommen werden muss. Die Vorgehensweise variiert, abhängig vom Typ des eingesetzten Antriebsreglers.


#### **Antriebsregler SC6/SI6**

- ▶ Wird an der LED Err A (siehe [Anschlussübersicht am Beispiel SC6A](#)  8) das Muster "Doppelblitz rot" angezeigt, drücken Sie für 2 Sekunden die Bedientaste S1. Dieses "2 Sekunden drücken" dient der bewussten Übernahme der Sicherheitskonfiguration von der SD-Karte und der Speicherung im Sicherheitsmodul. Beachten Sie, dass die Übernahme und das Speichern der Sicherheitskonfiguration auf dem Sicherheitsmodul eine bewusste Handlung ist.




#### **WICHTIG**

##### **Bewusste Handlung!**

Durch Betätigen der Bedientaste S1 (siehe [Anschlussübersicht am Beispiel SC6A](#)  8) für mindestens 2 Sekunden, bestätigen Sie die korrekte Zuordnung der Sicherheitskonfiguration zum Sicherheitsmodul.


#### **Antriebsregler SB6**

- ▶ Blinkt die rote LED mit 2-fachem Flash, beginnt die Aktivierung der Sicherheitskonfiguration. Drücken Sie innerhalb von 30 Sekunden die Bedientaste S1 (siehe [Anschlussübersicht am Beispiel SB6](#)  9) und halten Sie diese gedrückt bis die grüne Leuchtdiode mit 2-fachem Flash blinkt. Beachten Sie, dass die Übernahme und das Speichern der Sicherheitskonfiguration auf dem Sicherheitsmodul eine bewusste Handlung ist.




#### **WICHTIG**

##### **Bewusste Handlung!**

Durch Betätigen der Bedientaste S1 (siehe [Anschlussübersicht am Beispiel SB6](#)  9) bis die grüne Leuchtdiode mit 2-fachem Flash blinkt, bestätigen Sie die korrekte Zuordnung der Sicherheitskonfiguration zum Sicherheitsmodul.


### Antriebsregler SB6 mit Option OP6 (Display)

- Wird am Display AKTIVIERUNG SICHERHEIT angezeigt, drücken Sie für zwei Sekunden die linke und rechte Pfeiltaste (siehe [Anschlussübersicht am Beispiel SB6](#)  9), um die Sicherheitskonfiguration zu aktivieren. Beachten Sie, dass die Übernahme und das Speichern der Sicherheitskonfiguration auf dem Sicherheitsmodul eine bewusste Handlung ist.



#### WICHTIG

##### Bewusste Handlung!

Durch Betätigen der linken und rechten Pfeiltaste gleichzeitig (siehe [Anschlussübersicht am Beispiel SB6](#)  9) für mindestens 2 Sekunden, bestätigen Sie die korrekte Zuordnung der Sicherheitskonfiguration zum Sicherheitsmodul.

## 7.4 Sicherheitsprüfungen

Das Sicherheitsmodul 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 (z. B. bei Änderung von Motortyp, Motor-Encoder-Typ oder Bremsenauswahl)

### Eine vollständige Prüfung umfasst die

- ordnungsgemäße Ausführung der verwendeten Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls
- ordnungsgemäße Ausführung der Gesamtsicherheitsfunktion (z. B. Kombination und Integration von Sicherheitsfunktionen)
- Kontrolle der Parameter
- Überprüfung der Nachlaufwege und Sicherheitsabstände der Maschine/Anlage



#### WICHTIG

Bei der Inbetriebnahme der Maschine/Anlage sollte ein Verlust des Motor-Encoder-Signals und das damit möglicherweise verursachte Beschleunigen des Motors simuliert werden. Damit wird nachgewiesen, dass der berechnete Nachlaufweg und der sich daraus ergebende Mindestabstand der Maschine/Anlage ausreichend sind.

### Grundlage der Prüfung

- sind die Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen des Sicherheitsmoduls aus der Risikoanalyse der Maschine bzw. Prozesses
- ist die Beschreibung des Sicherheitsmoduls 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. Hierzu kann die CRC Sicherheitskonfiguration (siehe Tool PSC: Informationen zum Sicherheitsmodul) herangezogen werden.



### INFO

Die Prüfung muss wiederholt und im Prüfbericht vermerkt werden, wenn Parameter der Sicherheitsfunktionen verändert wurden.



## 8 Betrieb Sicherheitsmodul

Voraussetzungen für den Betrieb des Sicherheitsmoduls sind:

- ▶ die Konfigurationsdaten sind auf dem Sicherheitsmodul vorhanden
- ▶ die FSoE-Kommunikation läuft

Während des Betriebs

- ▶ werden Signalpegel und Flankenwechsel an den Eingängen der Sicherheitsfunktionen überwacht.
- ▶ werden die Sicherheitsfunktionen gemäß der Konfiguration ausgeführt.
- ▶ wird die Schaltfähigkeit der Hardware-Ausgänge überwacht.
- ▶ werden permanente Selbsttests des Sicherheitsmoduls durchgeführt.

### 8.1 Betriebszustände SX6

Das Sicherheitsmodul befindet sich immer in einem eindeutig definierten Betriebszustand. Dieser basiert auf dem achsübergreifenden Gerätezustand und den Achszuständen.



#### INFO

Verhalten der Achszustände im Gerätezustand STARTUP:  
Während des Hochlaufs (RUNUP) und beim Wiederanlauf (RESTART), wird im Gerätezustand STARTUP der Selbsttest des Sicherheitsmoduls ausgeführt. Der Achszustand einer Antriebsachse bleibt während dieser Zeit im Zustand STO und wechselt erst in den Achszustand RUN, wenn nach erfolgreichem Durchlauf des Selbsttests auch der Gerätezustand RUN erreicht ist.

### 8.1.1 Gerätezustand

Der Gerätezustand ergibt sich aus den Achszuständen (siehe [Achszustand](#)  173]).

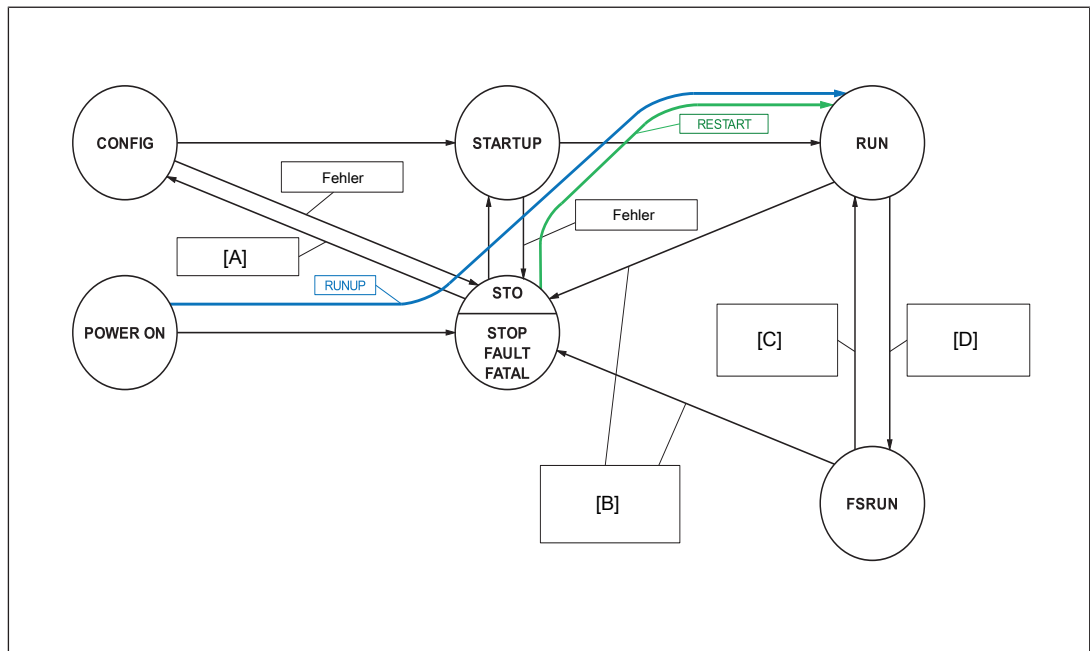



Abb.: Gerätezustand

## Legende

- [A] Anforderung durch Konfigurator
- [B] Übergang nach STO bei
  - alle Achsen sind im Zustand STO
  - Auftreten eines fatalen Fehlers (siehe Fehlerdefinition [ 26])
- [C] Keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion (SF) aktiv
- [D] Mindestens eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion (SF) aktiv

CONFIG	<p>Übertragung der Konfiguration zum Sicherheitsmodul.</p> <p>Der Motor aller konfigurierten Antriebsachsen ist im Betriebszustand CONFIG drehmoment-/kraftfrei geschaltet (STO ist aktiv).</p> <p>Übergang in Gerätezustand STARTUP: Konfiguration fehlerfrei übertragen</p> <p>Übergang in Gerätezustand STO: fehlerhafte Konfigurationsdaten</p>
POWER ON	<p>Die Versorgungsspannung liegt am Gerät an.</p> <p>Übergang in den Gerätezustand STO: nach Anlegen der Versorgungsspannung</p>
STARTUP	<p>Selbsttest des Sicherheitsmoduls wird ausgeführt.</p> <p>Übergang in Gerätezustand STO: nach Fehler</p> <p>Übergang in Gerätezustand RUN: kein Fehler steht an</p>

STO	<b>Befinden sich alle konfigurierten Antriebsachsen im Achszustand STO, befindet sich auch der Gerätezustand in STO.</b>
	Der Motor aller konfigurierten Antriebsachsen ist drehmoment-/kraftfrei geschaltet. Je nach Ursache sind folgende (Unter-)Zustände aktiv:
	<b>STOP – Stopp</b> Motor aller konfigurierten Antriebsachsen drehmoment-/kraftfrei geschaltet durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aktivierungseingang SS1_ACT oder</li> <li>▶ Aktivierungseingang STO_ACT (optional)</li> </ul>
	<b>FAULT – Fehler</b> Motor aller konfigurierten Antriebsachsen drehmoment-/kraftfrei geschaltet über die Sicherheitsfunktion SS1, als Folge einer Fehlerreaktion: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grenzwertverletzung</li> <li>▶ Interner Fehler durch Selbsttest</li> </ul>
	<b>FATAL – Fataler Fehler</b> Motor aller konfigurierten Antriebsachsen drehmoment-/kraftfrei geschaltet, über die Sicherheitsfunktion STO, als Folge einer Fehlerreaktion: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sicherheitskritischer Fehler, der ein Abschalten des gesamten Geräts erfordert</li> <li>▶ Interner Software-Fehler</li> </ul>
	Übergang in Gerätezustand CONFIG: nach Anforderung einer Konfiguration Übergang in Gerätezustand STARTUP: bei RUNUP oder RESTART
RUN (Normal Operation)	<b>Befindet sich mindestens eine Achse im Achszustand RUN und keine Achse im FSRUN, befindet sich auch der Gerätezustand in RUN.</b>
	Sicherheitsmodul in Betrieb: keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist aktiviert Übergang in Gerätezustand STO: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ nach fatalem Fehler (FATAL)</li> <li>▶ alle Antriebsachsen im STO</li> </ul> Übergang in Gerätezustand FSRUN: eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion einer konfigurierten Antriebsachse ist aktiviert

FSRUN (Safe Operation)	<p><b>Beindet sich mindestens eine Achse im Achszustand FSRUN, befindet sich auch der Gerätezustand in FSRUN.</b></p> <p>Sicherer Betrieb: mindestens eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion einer konfigurierten Antriebsachse ist aktiviert</p> <p>Übergang in Gerätezustand STO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ nach fatalem Fehler (FATAL)</li> <li>▶ alle Antriebsachsen im Achszustand STO</li> </ul> <p>Übergang in Gerätezustand RUN: keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist aktiv</p>
RESET	<p>Aktion, die den RESTART (Wiederanlauf) auslöst</p> <p>(siehe <a href="#">Sicherer Wiederanlauf der Maschine</a> [📖 50])</p> <p>(siehe Rücksetzen (RESET) des Sicherheitsmoduls)</p> <p>(siehe <a href="#">Auswirkungen RESET mit Sicherheitsfunktion "Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)"</a> [📖 149])</p>
RUNUP	<p>Hochlauf</p> <p>(siehe <a href="#">Auswirkungen Hochlauf und Erneuerung der Konfiguration mit Sicherheitsfunktion "Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)"</a> [📖 150])</p>
RESTART	Wiederanlauf



#### INFO

##### **Bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion**

Bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktionen sind alle Sicherheitsfunktionen mit Ausnahme von SSO, SBC, SRL und SS1, wenn die Bremsrampenüberwachung nicht konfiguriert ist.

### 8.1.2 Achszustand

Der Achszustand ergibt sich aus den Zuständen und Übergängen der Achszustandsmaschine.

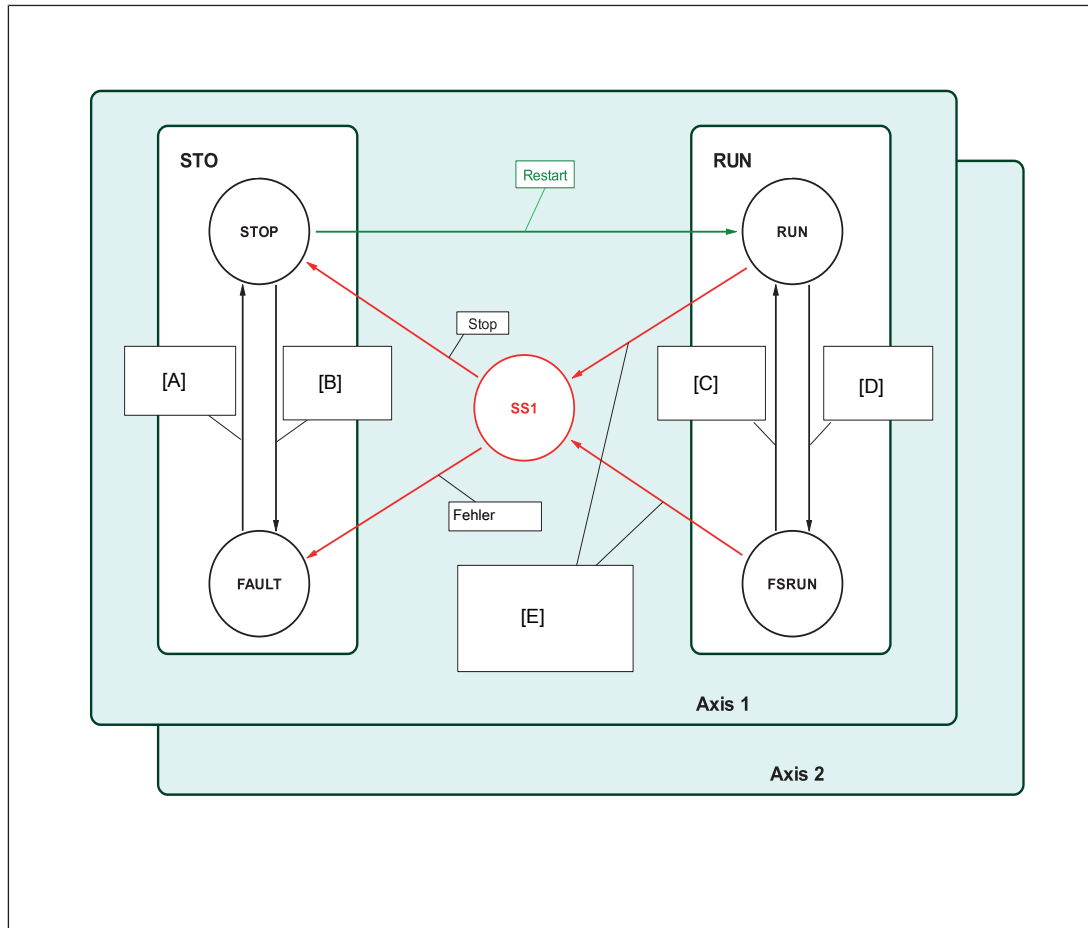


Abb.: Achszustand

#### Legende

[A]	Kein Fehler aktiv	
[B]	Fehler aktiv	
[C]	Keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion (SF) aktiv	
[D]	Mindestens eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion (SF) aktiv	
[E]	Aktivierung Sicherheitsfunktion SS1 bei:	
	Anforderung über SS1_ACT/STO_ACT	STOP
	Anforderung einer neuen Konfiguration	STOP
	Auftreten eines Fehlers (global, achsspezifisch)	FAULT
Siehe Fehlerdefinition [26]		

STO	<p>Der Motor der (zugeordneten) Antriebsachse ist drehmoment-/kraftfrei geschaltet.</p> <p>Übergang in Achszustand RUN: RESTART angefordert</p> <p>Je nach Ursache sind folgende (Unter-)Zustände aktiv:</p>
	<p><b>STOP</b></p> <p>Motor der (zugeordneten) Antriebsachse drehmoment-/kraftfrei geschaltet durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aktivierungseingang SS1_ACT oder</li> <li>▶ Aktivierungseingang STO_ACT (optional)</li> </ul> <p>Übergang in Achszustand FAULT: nach Fehler</p>
	<p><b>FAULT</b></p> <p>Motor der (zugeordneten) Antriebsachse drehmoment-/kraftfrei geschaltet über die Sicherheitsfunktion SS1, als Folge einer Fehlerreaktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grenzwertverletzung</li> <li>▶ Interner Fehler durch Selbsttest (globaler Fehler)</li> </ul> <p>Übergang in Achszustand STOP: nach Fehlerquittierung</p>
RUN (Normal Operation)	<p>Sicherheitsmodul in Betrieb: keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion ist aktiviert</p> <p>Übergang in Zustand FSRUN: eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion der (zugeordneten) Antriebsachse ist aktiviert</p> <p>Übergang in Achszustand SS1: nach Anforderung SS1</p>
FSRUN (Safe Operation)	<p>Sicherer Betrieb: mindestens eine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion der (zugeordneten) Antriebsachse ist aktiviert</p> <p>Übergang in Achszustand SS1: nach Anforderung SS1</p> <p>Übergang in Achszustand RUN: keine bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion der (zugeordneten) Antriebsachse ist aktiv</p>
RESTART	Wiederanlauf
SS1	SS1 wird auf der (zugeordneten) Antriebsachse ausgeführt



#### INFO

##### Bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktion

Bewegungsüberwachende Sicherheitsfunktionen sind alle Sicherheitsfunktionen mit Ausnahme von SSO, SBC, SRL und SS1, wenn die Bremsrampenüberwachung nicht konfiguriert ist.

## 8.2 RUNUP (Hochlauf)

Nach dem Einschalten durchläuft das Sicherheitsmodul folgende Gerätezustände:

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.

## 8.3 RESTART (Wiederanlauf)

Beim Wiederanlauf durchläuft das Sicherheitsmodul folgende Zustände:

STO → STARTUP → RUN



### INFO

**Das Sicherheitsmodul SX6 bietet unterschiedliche optionale Konfigurationsmöglichkeiten für den Wiederanlauf.**

Über die Sicherheitsfunktionen Sichere Wiederanlaufsperr (SRL) und Sicherer Stopp 1 kann die RESTART-Funktion optional konfiguriert werden.

Weitere Informationen zum RESET finden Sie in den Kapiteln

[Sicherer Wiederanlauf der Maschine](#) [📖 50]

[Rücksetzen \(RESET\) des Sicherheitsmoduls](#) [📖 51].

Sichere Wiederanlaufsperr (SRL)

### Wiederanlauf bei STO-STOP

Sie führen einen Wiederanlauf wie folgt durch:

- ▶ Schalten des Eingangs SS1\_ACT auf 1-Signal (positive Flanke)
  - ⇒ Das Sicherheitsmodul durchläuft die Zustände STARTUP → RUN → FSRUN (abhängig von der Konfiguration)

### Wiederanlauf bei STO-FAULT

Beseitigen Sie den Fehler und beachten Sie dabei:

- ▶ die Fehlermeldungen im Fehlerstack

Sie führen einen Wiederanlauf wie folgt durch:

- ▶ Schalten des Eingangs SS1\_ACT auf 1-Signal (positive Flanke)

oder

- ▶ Ausführen des Befehls "QUIT" des Antriebsreglers, siehe Kapitel [Rücksetzen \(RESET\) des Sicherheitsmoduls](#) [📖 51]

- ⇒ Das Sicherheitsmodul durchläuft die Zustände STARTUP → RUN → FSRUN  
(abhängig von der Konfiguration)

## 8.4 Anzeigeelemente

Auf dem Antriebsregler stehen Ihnen folgende für das Sicherheitsmodul relevante LEDs zur Verfügung:

- ▶ Auf der Oberseite des Antriebsreglers
  - LED "STAT" und LED "STO/FS" zur Statusanzeige des Sicherheitsmoduls
- ▶ Auf der Frontseite des Antriebsreglers
  - LED "FSoE" zur Statusanzeige der FSoE-Kommunikation

### 8.4.1 LEDs Sicherheitsmodul

Auf der Oberseite des Antriebsreglers sind zwei LEDs des Sicherheitsmoduls zur Statusanzeige der Betriebszustände sichtbar.

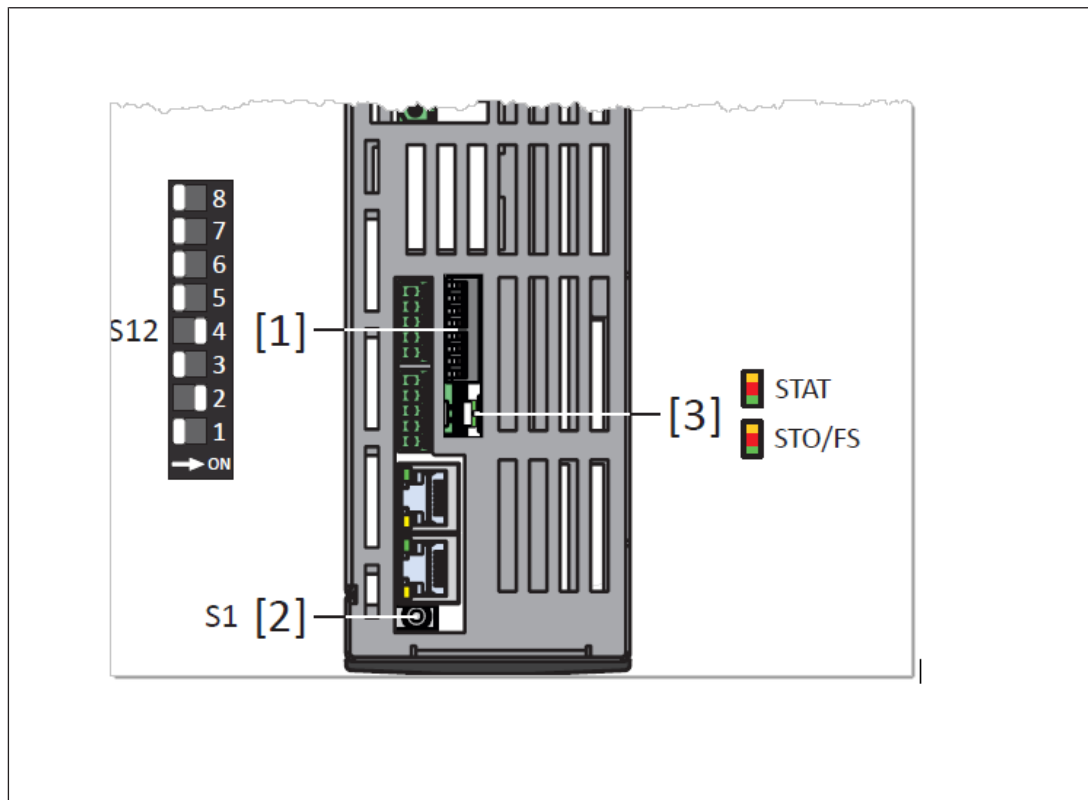











Abb.: Beispielhaft Antriebsregler SC6A Oberseite, LEDs des Sicherheitsmoduls

#### Legende

- [1] DIP-Schalter für FSoE-Adresse
- [2] S1 Bedientaste
- [3] **LEDs Sicherheitsmodul:**  
STAT  
STO/FS



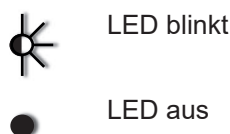
Bedeutung der LEDs "STAT" und "STO/FS"

LED			Gerätezustand/Bedeutung
Bezeichnung	Farbe	Status	
STAT		 aus	Versorgungsspannung liegt nicht an
	grün	 ein	RUN (normal operation) STO-STOP FSRUN (safe operation)
	grün	 blinkt	RUN (Anlauf)
STAT	rot	 ein	STO-FATAL
	rot	 blinkt	STO-FAULT
STAT	gelb	 blinkt	CONFIG
STO/FS		 aus	Versorgungsspannung liegt nicht an  RUN (normal operation)
	grün	 ein	FSRUN
STO/FS	rot	 ein	RUN (Anlauf) CONFIG STO FAULT FATAL

Legende



LED an



## 8.4.2 LED Statusanzeige FSoE

Auf der Frontseite des Antriebsreglers ist die LED "FSoE" zur Statusanzeige der FSoE-Kommunikation sichtbar. Sie informiert über den Zustand der FSoE-Kommunikation.

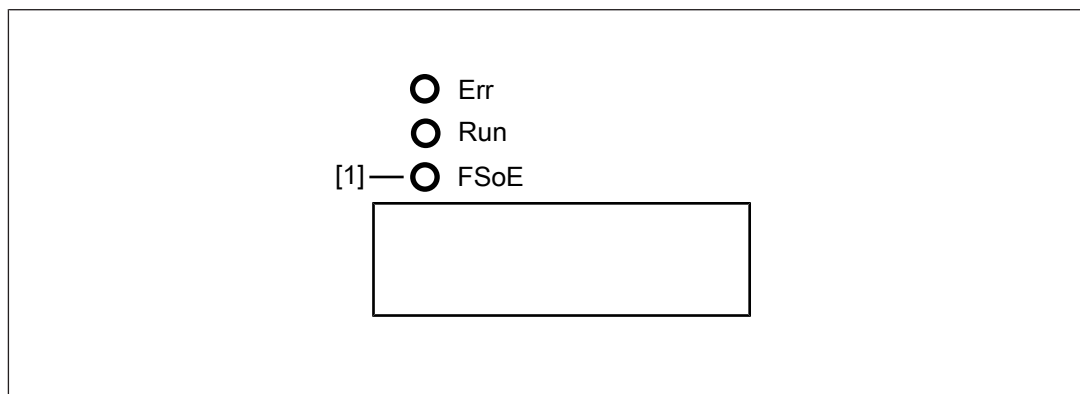


Abb.: Leuchtdioden Frontseite, beispielhaft Antriebsregler SC6






### Legende

[1] Leuchtdiode für den FSoE-Zustand

Bedeutung der LED "FSoE"

LED FSoE	Farbe	Bedeutung	Weitere Informationen
	--	Keine Kommunikation	Kommunikation befindet sich in unbekanntem Zustand oder im Initialisierungszustand, ungültige Konfiguration
	grün	Aufbau der FSoE-Kommunikation Übertragung der FSoE-Parameter	FSoE-Kommunikation wird aufgebaut, FSoE-Parameter werden übertragen
 (4 Hz)	grün	FSoE Anbindung aktiv FSoE-Verbindung im Zustand RESET	FSoE SubInstance ist bereit für die Kommunikation, FSoE-Verbindung ist aber noch im Zustand RESET
 (2 Hz)	grün	Kommunikation ist aktiv Prozessabbild leer	Kommunikation mit FSoE MainInstance ist aktiv, es werden ab noch keine Prozessdaten übertragen
	grün	Kommunikation ist aktiv	Kommunikation mit der FSoE MainInstance ist aktiv und es werden Prozessdaten empfangen/gesendet


### Legende

	LED an
	LED blinkt (2 Hz)
	LED blinkt (4 Hz)
	LED blitzt
	LED aus



## 8.5 Meldungen

Informationen zu Meldungen des Sicherheitsmoduls entnehmen Sie dem Handbuch des jeweiligen Antriebsreglers.

Für eine detaillierte Diagnose und Fehlererkennung gibt es die folgenden Möglichkeiten:

- ▶ LEDs auf der Oberseite des Antriebsreglers informieren über die Betriebszustände des Sicherheitsmoduls, siehe [Anzeigeelemente](#) [ 176].
- ▶ Ausgänge des Sicherheitsmoduls zeigen die Zustände der Sicherheitsfunktionen an (z. B. Rückmeldeausgang STO\_ACK der Sicherheitsfunktion SS1).
- ▶ Fehler und Meldungen werden im Fehler-Stack des Sicherheitsmoduls eingetragen.
- ▶ Im Online-Betrieb werden im Konfigurator PSC angezeigt:
  - Statusmeldungen des Sicherheitsmoduls
  - Fehlermeldungen des Sicherheitsmoduls (Fehler-Stack)

## 8.6 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 sicheren 2-poligen Hardware-Ausgänge sind im Kapitel [Sichere 2-polige Hardware-Ausgänge](#) [ 35] beschrieben.
- ▶ Für den Encoder ist eine Zwangsdynamisierung vorgeschrieben siehe [Fehlererkennung Motor-Encoder](#) [ 43].

## 9 Änderung, Wartung, Außerbetriebnahme

### 9.1 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.

## **9.2 Wartung**

An einem Sicherheitsmodul SX6 sind keine Wartungsarbeiten notwendig. Bitte senden Sie fehlerhafte Antriebsregler mit eingebautem Sicherheitsmodul an die Firma Stöber zurück.


## **9.3 Außerbetriebnahme**

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

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

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

## 10 Feldbuskommunikation

Weiterführende Informationen zur Feldbusanbindung entnehmen Sie dem zugehörigen Handbuch, siehe [Weiterführende Informationen](#)  13].

# 11 Technische Daten

Bei Normenangaben ohne Datum gelten die 2024-03 gültigen Ausgabestände.

Allgemein	
Anwendungsbereich	Failsafe
Halbleiterausgänge	
Galvanische Trennung	ja
Halbleiterausgänge 2-polig	
Anzahl Halbleiterausgänge zweipolig	2
Max. Strom bei Umgebungstemperatur > 45 °C	2,5 A
Typ. Ausgangsstrom bei "1"-Signal und Nennspannung Halbleiterausgang	2,5 A
Max. Schaltfrequenz	0,5 Hz
Reststrom bei "0"-Signal	0,5 mA
Kurzschlussfest	ja
Zeiten	
Zykluszeit Prozessorsystem	5 ms
Verzögerungszeit Pulssperre	1 ms
Umweltdaten	
Klimabeanspruchung	EN 60068-2-1, EN 60068-2-14, EN 60068-2-2, EN 60068-2-78
Umgebungstemperatur	
nach Norm	EN 60068-2-1, EN 60068-2-14, EN 60068-2-2
Temperaturbereich	0 - 55 °C
Lagertemperatur	
nach Norm	EN 60068-2-1/-2
Temperaturbereich	-40 - 70 °C
Max. Änderung	20 K/h
Feuchtebeanspruchung	
nach Norm	EN 60068-2-78
Feuchtigkeit	85 % r. F.
Betauung im Betrieb	unzulässig
Max. Betriebshöhe über NN	2000 m
EMV	EN 61800-3
Schwingungen	
nach Norm	EN 60068-2-6
Frequenz	10 - 57 Hz
Amplitude	0,075 mm
Schockbeanspruchung	
nach Norm	EN 60068-2-27
Anzahl der Schocks	3
Beschleunigung	50 m/s <sup>2</sup>
Dauer	30 ms

### **Umweltdaten**

#### Luft- und Kriechstrecken

nach Norm **EN 61800-5-1**

Überspannungskategorie **II**

Verschmutzungsgrad **2**

### **Mechanische Daten**

#### Abmessungen

Höhe **15 mm**

Breite **76 mm**

Tiefe **104 mm**

---

Gewicht **35 g**

---



## 11.1 Sicherheitstechnische Kennzahlen

Das Sicherheitsmodul 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.

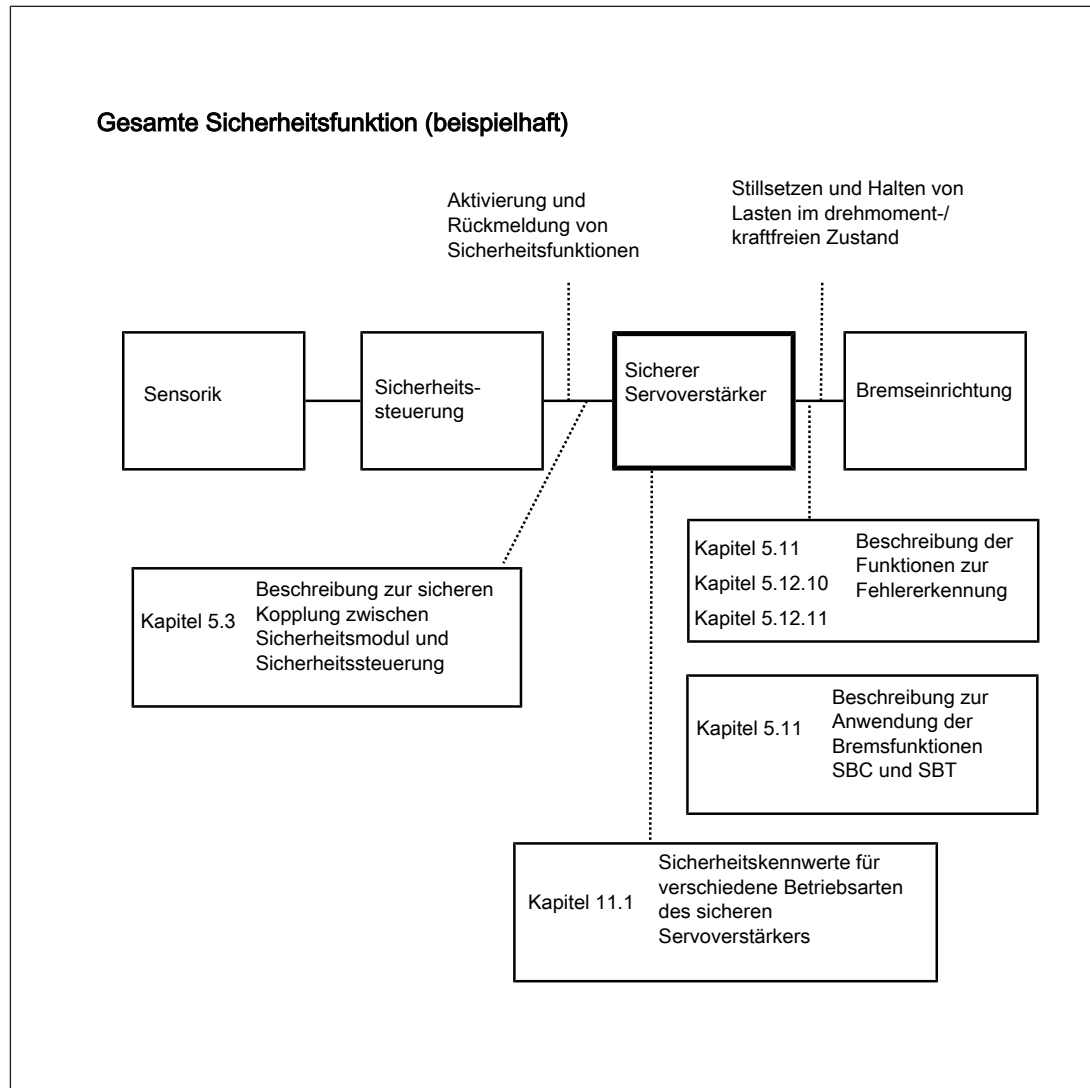


Abb.: Gesamte Sicherheitsfunktion und sicherheitsbezogene Teilsysteme

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

- einem Antriebsregler mit eingebautem Sicherheitsmodul SX6.

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 zwei diversitären Sensoren.

Folgende Kombination von Sensoren zur sicheren Positionserfassung kann verwendet werden:

- ▶ Motor-Encoder und interne Systemgrößen

Siehe auch Kapitel [Fehlererkennung Motor-Encoder](#)  43]

Um die Berechnung zu vereinfachen, sind Kombinationen der Sensoren mit angenommenen Ausfallraten in den sicherheitstechnischen Kennzahlen enthalten. Es ergeben sich in den Betriebsarten folgende Unterscheidungen:

- ▶ Betriebsart **Encoder MTTF  $\geq 10a$** 
  - Motor-Encoder mit MTTF  $\geq 10$  Jahre und interne Systemgrößen
  - Nach EN ISO 13849-1 kann für ein Bauteil ein MTTF<sub>D</sub> von zehn Jahren angenommen werden, sofern keine Herstellerdaten verfügbar sind.
  - Die Gebrauchsdauer des Motor-Encoders muss  $T_M = 20$  Jahre betragen.
- ▶ Betriebsart **Encoder MTTF  $\geq 57a$** 
  - Motor-Encoder mit MTTF  $\geq 57$  Jahre und interne Systemgrößen
  - 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<sub>D</sub> = 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 $\geq 10a$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ In dieser Betriebsart mögliche Positionssensoren               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Motor-Encoder mit MTTF <math>\geq 10</math> Jahre und interne Systemgrößen</li> </ul> </li> <li>▶ Sicherheitsfunktionen, die in dieser Betriebsart ausgeführt werden können               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stopp-Funktionen: STO, SS1, SS2</li> <li>– Bewegungsfunktionen: SLS, SSR, SOS, SDI, SLI</li> <li>– Überwachungsfunktionen: SLS-M, SSR-M, SOS-M, SDI-M, SLI-M</li> <li>– Bremsenmanagement: SBC</li> <li>– Sonstige Sicherheitsfunktionen: SRL, SSO</li> </ul> </li> <li>▶ Externe Schnittstellen, die in dieser Betriebsart von der Sicherheitsfunktion verwendet werden können:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– FailSafe over EtherCAT-Schnittstelle (FSoE)</li> <li>– 2 x sicherer Ausgang 2-polig</li> </ul> </li> </ul>	SIL 2, PL d (Kat. 3)  Einschränkung durch die Ausfallrate des Encoder-Systems
Encoder MTTF $\geq 57a$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ In dieser Betriebsart mögliche Positionssensoren               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Motor-Encoder mit MTTF <math>\geq 57</math> Jahre und interne Systemgrößen</li> </ul> </li> <li>▶ Sicherheitsfunktionen, die in dieser Betriebsart ausgeführt werden können               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stopp-Funktionen: STO, SS1, SS2</li> <li>– Bewegungsfunktionen: SLS, SSR, SOS, SDI, SLI</li> <li>– Überwachungsfunktionen: SLS-M, SSR-M, SOS-M, SDI-M, SLI-M</li> <li>– Bremsenmanagement: SBC</li> <li>– Sonstige Sicherheitsfunktionen: SRL, SSO</li> </ul> </li> <li>▶ Externe Schnittstellen, die in dieser Betriebsart von der Sicherheitsfunktion verwendet werden können:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– FailSafe over EtherCAT-Schnittstelle (FSoE)</li> <li>– 2 x sicherer Ausgang 2-polig</li> </ul> </li> </ul>	SIL 3, PL e (Kat. 4)

**WICHTIG**

Beachten Sie unbedingt die sicherheitstechnischen Kenndaten, um den erforderlichen Sicherheitslevel für Ihre Maschine/Anlage zu erreichen.

Betriebsart	EN ISO 13849-1	EN ISO 13849-1	EN IEC 62061	EN IEC 62061	EN/IEC 61511	EN/IEC 61511	EN ISO 13849-1
	PL	Kategorie	SIL CL/max. SIL	61508 PFH [1/h]	61508 SIL	61508 PFD	T <sub>M</sub> [Jahr]
FSoE, Encoder MTTF ≥ 10a	<b>PL d</b>	<b>Cat. 3</b>	<b>SIL 2</b>	<b>3,84E-09</b>	<b>SIL 2</b>	<b>2,44E-04</b>	<b>20</b>
FSoE, Encoder MTTF ≥ 57a	<b>PL e</b>	<b>Cat. 4</b>	<b>SIL 3</b>	<b>3,23E-09</b>	<b>SIL 3</b>	<b>1,95E-04</b>	<b>20</b>

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 Produkte und können von diesen abweichen.

## 11.2 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.

Sichere 2-polige HL-Ausgänge

Quelle			Senke			
Sicherheitsmodul	D2		Bremse	D2		

Parameter Quelle	Min.	Typ.	Max.
Testimpulsdauer	150 µs	-	350 µs
Testimpulsintervall	600 ms	-	
Leckstrom im AUS-Zustand	-	-	0,5 mA
Nennstrom im EIN-Zustand	-	-	2,5 A

Parameter Quelle	Min.	Typ.	Max.
Kapazitive Last	-	-	0,1 µF

**Sicher abgeschaltetes Moment (STO)**

Stoppfunktion nach EN 61800-5-2: "Dem Motor wird keine Energie zugeführt, die eine Drehung (oder bei einem Linearmotor eine Bewegung) verursachen kann. Das PDS(SR) (elektrisches Leistungsantriebssystem) liefert keine Energie an den Motor, die ein Drehmoment (oder bei einem Linearmotor eine Kraft) erzeugen kann."

**Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS)**

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SLS-Funktion verhindert, dass der Motor die festgelegte Begrenzung der Geschwindigkeit überschreitet."

**Sicher begrenzte Position (SLP)**

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SLP-Funktion verhindert, dass die Motorwelle die festgelegte Lagebegrenzung überschreitet."

**Sicher begrenztes Schrittmaß (SLI)**

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SLI-Funktion verhindert, dass die Motorwelle die festgelegte Begrenzung eines Lageschrittmasses überschreitet."

**Sicher überwachte Geschwindigkeit (SLS-M)**

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Überwachungsfunktion SLS-M basiert auf der normativen Sicherheitsfunktion SLS. Eine Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird gemeldet, löst aber keine Fehlerreaktionsfunktion aus.

**Sicher überwachte Position (SLP-M)**

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Überwachungsfunktion SLP-M basiert auf der normativen Sicherheitsfunktion SLP. Eine Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird gemeldet, löst aber keine Fehlerreaktionsfunktion aus.

**Sicher überwachter Geschwindigkeitsbereich (SSR-M)**

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Überwachungsfunktion SSR-M basiert auf der normativen Sicherheitsfunktion SSR. Eine Überschrei-

tung von parametrisierten Grenzwerten wird gemeldet, löst aber keine Fehlerreaktionsfunktion aus.

**Sichere Bewegungsrichtung (SDI)**

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SDI-Funktion verhindert, dass sich die Motorwelle in die unbeabsichtigte Richtung bewegt."

**Sichere Bremsenansteuerung (SBC)**

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SBC-Funktion liefert (ein) sichere(s) Ausgangssignal(e) zur Ansteuerung einer (von) ruhestrombetätigten, mechanischen Bremse(n)."

**Sichere überwachte Bewegungsrichtung (SDI-M)**

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Überwachungsfunktion SDI-M basiert auf der normativen Sicherheitsfunktion SDI. Eine Überschreitung von parametrisierten Grenzwerten wird gemeldet, löst aber keine Fehlerreaktionsfunktion aus.

**Sichere Wiederanlaufsperrung (SRL)**

Diese ergänzende Sicherheitsfunktion verhindert den unkontrollierten Start nach einer Störung/einem Fehler.

**Sicherer Betriebshalt (SOS)**

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SOS-Funktion verhindert, dass der Motor um mehr als einen festgelegten Betrag von der Halteposition abweicht. Das PDS(SR) (elektrisches Leistungsantriebssystem) liefert dem Motor die Energie, die ermöglicht, dass er dem Angreifen äußerer Kräfte standhält."

**Sicherer Bremsentest (SBT)**

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Die Sicherheitsfunktion SBT testet die ordnungsgemäße Funktion einer ruhestrombetätigten Bremse.

**Sicherer Geschwindigkeitsbereich (SSR)**

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Die SSR-Funktion hält die Motorgeschwindigkeit innerhalb festgelegter Grenzwerte."

**Sicherer Statusausgang (SSO)**

Ergänzende Sicherheitsfunktion: Sie dient zur Diagnose und bedient die sicheren Ausgänge mit Statusinformationen.

**Sicherer Stopp 1 (SS1)**

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Das PDS(SR) führt eine dieser Funktionen aus: a) entweder Auslösen und Steuern der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der STO-Funktion (siehe 4.2.2.2), wenn die Motordrehzahl unter einen festgelegten Grenzwert fällt, oder b) Auslösen und Überwachen der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der STO-Funktion, wenn die Motordrehzahl unter einen festgelegten Grenzwert fällt, oder c) Auslösen der Motorverzögerung und nach einer anwendungsspezifischen Zeitverzögerung Auslösen der STO-Funktion."

**Sicherer Stopp 2 (SS2)**

Sicherheitsfunktion nach EN 61800-5-2: "Das PDS(SR) führt eine dieser Funktionen aus: a) entweder Auslösen und Steuern der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der SOS-Funktion, 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@stoerber.de](mailto:mail@stoerber.de)

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

24 h Service Hotline +49 7231 582-3000