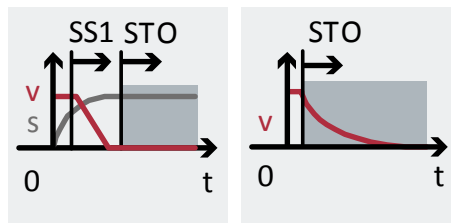


Sicherheits-Teilfunktionen SS1-t, STO Servoantriebsregler CMMT-ST-...-S0



Application Note
CMMT-AS-...-S0,
SS1-t, STO

Titel Application Note CMMT-AS-...-S0, SS1-t, STO
Version 1.0
Dokumentennummer (TSHQ) 100244
Original Deutsch
Autor Festo
Letztes Speicherdatum 03.07.2019

Rechtliche Hinweise

Im Folgenden ist mit „Festo“ die „Festo AG & Co.KG“ bezeichnet.

Diese Application Note ist unverbindlich. Diese Application Note stellt einen möglichen Lösungsansatz für einen beispielhaften Einsatzfall dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, insbesondere hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten für Ihren konkreten Einsatzfall. Die Application Note ist keine kundenspezifische Lösung, sondern soll lediglich Hilfestellung bei typischen Aufgabenstellungen bieten.

Die in der Application Note genannten Werte sind teilweise Annahmen und Abschätzungen, die eine detaillierte Betrachtung unter Zuhilfenahme der EN ISO 13849 Teil 1 und 2 nicht ersetzen.

Die tatsächlich erreichbaren Kennwerte (insbesondere PL, PFH_D, Kategorie, DC, MTTF_D, CCF) hängen von den eingesetzten Komponenten sowie wie ihren Einsatzbedingungen in der konkreten Applikation ab.

Die Application Note enthebt Sie nicht von der Pflicht, eine Risikobeurteilung und eine Validierung Ihrer spezifischen Anwendung vorzunehmen und die Einhaltung sämtlicher Vorgaben, insbesondere der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, selbst sicherzustellen. Sie als Anwender tragen für Ihren konkreten Einsatzfall und für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte in diesem Zusammenhang selbst die Verantwortung.

Festo lehnt jede Haftung für Schäden ab, die durch die Anwendung von gegebenenfalls falschen bzw. unzureichenden Informationen oder aufgrund fehlender Informationen in diesen Unterlagen entstehen. Dies gilt ebenfalls für Defekte, die durch unsachgemäße Behandlung von Geräten und Baugruppen entstehen. Für Schäden, die durch die Nichteinhaltung der Vorgaben der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entstehen, wird ebenfalls jede Haftung, mit Ausnahme von Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens Festo, abgelehnt.

Die Informationen dieses Dokuments gelten keinesfalls als Ersatz für die Bedienungsanleitung der jeweiligen Hersteller sowie der Konstruktion und Prüfung der jeweils eigenen Anwendung durch den Benutzer. Die jeweiligen Bedienungsanleitungen der Produkte von Festo sind unter www.festo.com zu finden. Der Benutzer dieses Dokuments muss selbst sicherstellen, dass jede Funktion, die hier beschrieben ist, auch in seiner Anwendung ordnungsgemäß funktioniert. Der Benutzer bleibt auch durch das Studium dieses Dokuments sowie durch die Nutzung der darin genannten Angaben allein verantwortlich für die eigene Anwendung.

Im Übrigen gelten die Regelungen bzgl. Haftung aus den Liefer-, Zahlungs- und Softwarenutzungsbedingungen von Festo, welche Sie unter www.festo.com finden. Diese lassen wir Ihnen auf Anforderung gerne zukommen.

Dieses Dokument ist nur geeignet für Personen mit ausreichender Fachkompetenz für Maschinensicherheit auf Basis der DIN EN ISO 12100 und DIN EN ISO 13849. Zusätzlich sind die folgenden Qualifikationen im Projektteam erforderlich:

- Fachkraft in der Elektrotechnik
- Fachkraft für die Programmierung von Steuerungen und Sicherheitsschaltgeräten

Urheberrechtshinweis

Diese Unterlagen sind geistiges Eigentum von Festo, der auch das ausschließliche Urheberrecht daran zusteht. Eine inhaltliche Änderung, die Vervielfältigung oder der Nachdruck dieser Unterlagen sowie deren Weitergabe an Dritte ist nur mit der ausdrücklichen schriftlichen Erlaubnis von Festo gestattet.

Festo behält sich das Recht vor, dieses Dokument vollständig oder teilweise zu ändern. Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber.

© (Festo AG & Co.KG, D - 73734 Esslingen, 2019)

Internet: www.festo.com

E-Mail: service_international@festo.com

Inhaltsverzeichnis

1	Beispielschaltungen	4
1.1	Auswahlhilfe für die Schaltungen	4
1.2	SS1-t, STO mit CMMT-ST-...-S0, kontaktbehafte Ausgänge, ohne Auswertung STA	5
1.2.1	Schaltplan	5
1.2.2	Komponenten	6
1.2.3	Beschreibung	6
1.2.4	Sicherheitsbetrachtung.....	7
1.3	SS1-t, STO mit CMMT-ST-...-S0, kontaktbehafte Ausgänge, mit Auswertung STA	8
1.3.1	Schaltplan	8
1.3.2	Komponenten	9
1.3.3	Beschreibung	9
1.3.4	Sicherheitsbetrachtung.....	10
1.4	SS1-t, STO mit CMMT-ST-...-S0, elektronische Ausgänge, ohne Auswertung STA	11
1.4.1	Schaltplan	11
1.4.2	Komponenten	12
1.4.3	Beschreibung	12
1.4.4	Sicherheitsbetrachtung.....	13
1.5	SS1-t, STO mit CMMT-ST-...-S0, elektronische Ausgänge, mit Auswertung STA	14
1.5.1	Schaltplan	14
1.5.2	Komponenten	15
1.5.3	Beschreibung	15
1.5.4	Sicherheitsbetrachtung.....	16
2	Literatur	17

1 Beispielschaltungen

- Die in diesem Dokument angegebenen Schaltungen sind Prinzipschaltungen, die auf Grund der Übersichtlichkeit und Umfang nicht vollständig sein können. Sicherheitsbefehlsgerät und Sicherheitsschaltgerät sind nicht Bestandteil dieses Dokuments und sind nur zur Information angegeben.
- Die verwendete Abkürzung für die Sicherheits-Teilfunktion bezieht sich auf die Definitionen in der DIN EN 61800-5-2 [1] für elektrische Leistungsantriebssysteme:
 - SS1-t: Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung (Safe Stop 1 Time Controlled)
 - STO: sichere Momentabschaltung (Safe Torque Off)
- Kategorie und PL nach DIN EN ISO 13849-1 [2].
- Zum Verständnis dieser Application Note sind folgende Dokumente erforderlich:
 - Beschreibung „Servoantriebsregler CMMT-ST-C8-1C-...-S0“. Diese Beschreibung ist im Internet verfügbar: http://ademsp00.de.festo.net/net/de_de/SupportPortal/Downloads/544124/596361/CMMT-ST-C8-1C-_-S0_description_2019-01_8097119d1.pdf
 - Beschreibung „Sicherheitsfunktion STO, SS1-t“ für den Servoantriebsregler CMMT-ST-C8-1C-...-S0. Diese Beschreibung ist im Internet verfügbar: http://ademsp00.de.festo.net/net/de_de/SupportPortal/Downloads/544132/596369/CMMT-ST-C8-1C-_-S0_description_2019-01_8097128d1.pdf
- Die hier beschriebene Schaltungen und das beschriebene Vorgehen sind eine Empfehlung, die andere Möglichkeiten nicht ausschließt.

1.1 Auswahlhilfe für die Schaltungen

Die in dieser Application Note angegebenen Schaltungen unterscheiden sich in folgenden Punkten:

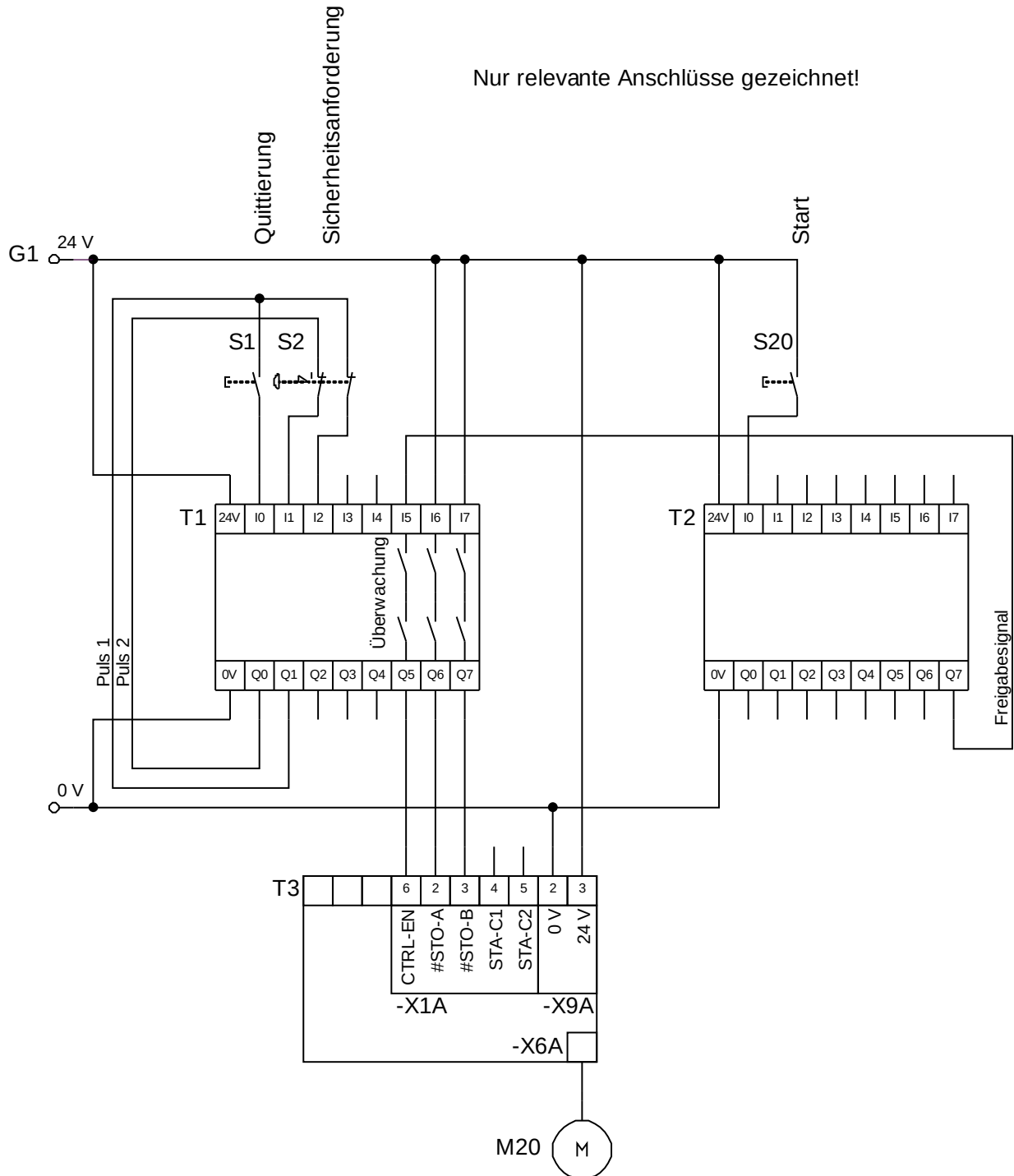
- Verwendung von sicheren Ausgängen des Sicherheitsschaltgeräts (T1) mit kontaktbehafteten Ausgängen ohne Kurz- und Querschlusserkennung oder elektronischen Ausgängen mit Kurz- und Querschlusserkennung
- Mit oder ohne Auswertung des Diagnosesignales des Servoantriebsreglers (T3) durch das Sicherheitsschaltgeräts (T1).

Abschnitt	Sicherheitsschaltgerät (T1)	Erreichbare Kategorie, und PL	Bemerkungen
1.2	Sicherheitsrelais oder -steuerung Kontaktbehaftete Ausgänge Ohne Kurz- und Querschlusserkennung Ohne Auswertung STA Geeignet für PL e, Kategorie 3	Schrittmotor: Kategorie 3, bis zu PL e EC-Motor: Kategorie 3, bis zu PL d	Fehlerrückmeldung für die Verdrahtung im Schaltschrank erforderlich
1.3	Sicherheitsrelais oder -steuerung Kontaktbehaftete Ausgänge Ohne Kurz- und Querschlusserkennung Mit Auswertung STA Geeignet für PL e, Kategorie 3	Kategorie 3, bis zu PL e	Fehlerrückmeldung für die Verdrahtung im Schaltschrank erforderlich
1.4	Sicherheitsrelais oder -steuerung Elektronische Ausgänge Mit Kurz- und Querschlusserkennung Ohne Auswertung STA Geeignet für PL d, Kategorie 3	Schrittmotor: Kategorie 3, bis zu PL e EC-Motor: Kategorie 3, bis zu PL d	
1.5	Sicherheitsrelais oder -steuerung Elektronische Ausgänge Mit Kurz- und Querschlusserkennung Mit Auswertung STA Geeignet für PL e, Kategorie 3	Kategorie 3, bis zu PL e	

1.2 SS1-t, STO mit CMMT-ST-...-S0, kontaktbehaftete Ausgänge, ohne Auswertung STA

- Mit Schrittmotoren: SS1-t, STO, Kategorie 3, bis zu PL e
- Mit EC-Motoren: SS1-t, STO, Kategorie 3, bis zu PL d
- Sicherheitsschaltgerät mit kontaktbehafteten Ausgängen
- Ohne Auswertung STA
- Fehlerrückmeldung Verdrahtung Schaltschrank erforderlich

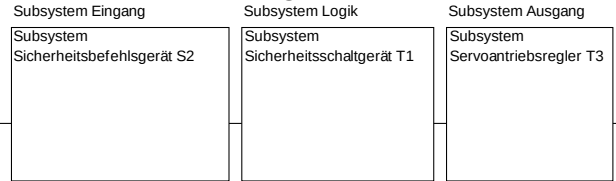
1.2.1 Schaltplan



1.2.2 Komponenten

Komponente	Typ (Teile-Nummer)	Bezeichnung / Hinweise	Anzahl	Hersteller
M20	EMM...-ST	Schrittmotor (oder EC-Motor)	1	Festo
S1		Quittierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Start-Taster	1	
T1		Sicherheitsschaltgerät	1	
T2		Funktionale Steuerung	1	
T3	CMMT-ST-...-S0	Servoantriebsregler	1	Festo

1.2.3 Beschreibung

Anwendung	Servoantriebsregler mit Schrittmotor oder EC-Motor ohne externe Kräfte, z.B. horizontale Achse
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheitsfunktion)	Stillsetzen bei Sicherheitsanforderung unter Verwendung der Sicherheits-Teilfunktion „Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung (SS1-t)“ mit dem sicheren Zustand „Sichere Momentabschaltung (STO)“, Mit Schrittmotoren: Kategorie 3, bis zu PL e Mit EC-Motoren: Kategorie 3, bis zu PL d 
Sicherer Zustand	Der Elektromotor (M20) wird funktional stillgesetzt und nach einer anwendungsspezifischen Zeit wird dem Elektromotor (M20) keine Energie zugeführt, die eine Kraft und eine Bewegung erzeugen kann. Es wird vorausgesetzt, dass dieser Zustand des Elektromotors (M20) der sichere Zustand ist. Hinweise: • Das Stillsetzen des Elektromotors (M20) erfolgt funktional und ist nicht sicherheitsbewertet, d.h. wird bei einem Fehler die Bewegung nicht stillgesetzt, sind evtl. zusätzliche Maßnahmen erforderlich, z.B. bei Linearachsen eine Endlagendämpfung. • Wirken auf den Elektromotor externe Kräfte, z.B. bei Vertikalachsen, kann die Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion STO eine gefährliche Bewegung zur Folge haben. Dann können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, z.B. eine Haltebremse. • Für die Verdrahtung zwischen Sicherheitsschaltgerät (T2) und Servoantriebsregler (T3) sind Fehlerausschlüsse auf Kurz- und Querschlüsse, z.B. nach DIN EN ISO 13849-2 [4], Tabelle D.4, erforderlich. Voraussetzungen dafür sind, dass das Sicherheitsschaltgerät (T2) und der Servoantriebsregler (T3) sich im gleichen Schaltschrank befinden und der Schaltschrank die Anforderungen nach DIN EN 60204-1 [3] erfüllt.
Funktionen der Schaltung	Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt: 1. Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen. 2. Anschließend wird der Ausgang (Q5) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) abgeschaltet. 3. Der Eingang „Freigabe Endstufe (CTRL-EN)“ des Servoantriebsreglers (T3) wird nicht mehr angesteuert. Dadurch verzögert der Servoantriebsregler (T3) den Antrieb funktional mit der Schnellhaltrampe. Dies entspricht einem Verhalten der

	Stopp-Kategorie 1 nach DIN EN 60204-1 [3]. Nach dem Beenden der Bremsrampe wird die Endstufe funktional abgeschaltet. 4. Anschließend werden der Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zeitverzögert abgeschaltet. Die erforderliche Zeitverzögerung ist in Abhängigkeit von der konkreten Anwendung zu bestimmen. 5. Die Eingänge „Safe torque off, Kanal A und B (#STO-A, #STO-B)“ des Servoantriebsreglers (T3) werden nicht mehr angesteuert. Dadurch wird die Ansteuerung der Leistungsendstufe sicher gesperrt und die Sicherheits-Teilfunktion STO angefordert.
Manuelle Rückstellfunktion	1. Nach dem Zurücksetzen der Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch das mechanische Entriegeln des Not-Halt-Schalters oder durch das Schließen der Schutztür, kann durch die Betätigung des Quittierungstasters (S1) der Start oder Wiederanlauf ermöglicht werden. 2. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) steuert über die Ausgänge (Q6, Q7) den Servoantriebsregler (T3) an. Dadurch wird die Ansteuerung der Leistungsendstufe wieder möglich und die Sicherheits-Teilfunktion STO wird nicht mehr ausgeführt. 3. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) lässt über den Ausgang (Q5) die Ansteuerung der „Freigabe Endstufe (CTRL-EN)“ durch die funktionale Steuerung (T2) wieder zu. Anschließend ist ein normaler Betrieb durch Betätigen des Start-Tasters (S20) möglich.
Diagnose	Der Diagnoseausgang (STA) muss für die angegebene Kategorie und PL nicht ausgewertet werden.

1.2.4 Sicherheitsbetrachtung

Eingang	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsbefehlsgerät (S2) durchzuführen.
Logik	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsschaltgerät (T1) durchzuführen. Hinweis: - Die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zum Schalten der Signale für die Eingänge (#STO-A, #STO-B) des Servoantriebsreglers (T3) sind kontaktbehaftet ohne Kurz- und Querschlusserkennung. - Die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) einschließlich der dafür erforderlichen Zeitverzögerung müssen bei der Verwendung eines Schrittmotors für PL e, Kategorie 3 bzw. bei der Verwendung eines EC-Motors für PL d, Kategorie 3 geeignet sein.
Ausgang	Die bestimmungsgemäße Verwendung des Servoantriebsreglers (T3) umfasst die Sicherheits-Teilfunktion STO mit Kategorie 3, bis zu PL e bei der Verwendung von Schrittmotoren bzw. Kategorie 3, bis zu PL d bei der Verwendung von EC-Motoren. Die für die Bestimmung der Zuverlässigkeit der Gesamtschaltung erforderliche PL, Kategorie und PFH_D des Servoantriebsreglers (T3) müssen vorliegen. Hinweis: In Abhängigkeit von dem verwendeten Elektromotor müssen die entsprechenden Sicherheitskennzahlen des Servoantriebsreglers (T3) gewählt werden: Entweder die Sicherheitskennzahlen für „Schrittmotoren“ oder „EC-Motoren ohne Auswertung STA“.

- SS1-t, STO, Kategorie 3, bis zu PL e
- Sicherheitsschaltgerät mit kontaktbehafteten Ausgängen
- Mit Auswertung STA
- Fehlerrückmeldung Verdrahtung Schaltschrank erforderlich

Nur relevante Anschlüsse gezeichnet!

Quittierung

Sicherheitsanforderung

Start

G1 24 V

0 V

Puls 1

Puls 2

S1

S2

T1

24V I0 I1 I2 I3 I4 I5 I6 I7

Überwachung

Q0 Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7

T2

24V I0 I1 I2 I3 I4 I5 I6 I7

Freigabesignal

Q0 Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7

T3

6 2 3 4 5 2 3

CTRL-EN #STO-A #STO-B STA-C1 STA-C2 0 V 24 V

-X1A -X9A -X6A

M20

M

1.3.2 Komponenten

Komponente	Typ (Teile-Nummer)	Bezeichnung / Hinweise	Anzahl	Hersteller
M20	EMM...-ST	Schrittmotor (oder EC-Motor)	1	Festo
S1		Quittierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Start-Taster	1	
T1		Sicherheitsschaltgerät	1	
T2		Funktionale Steuerung	1	
T3	CMMT-ST-...-S0	Servoantriebsregler	1	Festo

1.3.3 Beschreibung

Anwendung	Servoantriebsregler mit Schrittmotor oder EC-Motor ohne externe Kräfte, z.B. horizontale Achse
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheitsfunktion)	Stillsetzen bei Sicherheitsanforderung unter Verwendung der Sicherheits-Teilfunktion „Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung (SS1-t)“ mit dem sicheren Zustand „Sichere Momentabschaltung (STO)“, Kategorie 3, bis zu PL e
Sicherer Zustand	Der Elektromotor (M20) wird funktional stillgesetzt und nach einer anwendungsspezifischen Zeit wird dem Elektromotor (M20) keine Energie zugeführt, die eine Kraft und eine Bewegung erzeugen kann. Es wird vorausgesetzt, dass dieser Zustand des Elektromotors (M20) der sichere Zustand ist. Hinweise: • Das Stillsetzen des Elektromotors (M20) erfolgt funktional und ist nicht sicherheitsbewertet, d.h. wird bei einem Fehler die Bewegung nicht stillgesetzt, sind evtl. zusätzliche Maßnahmen erforderlich, z.B. bei Linearachsen eine Endlagendämpfung. • Wirken auf den Elektromotor externe Kräfte, z.B. bei Vertikalachsen, kann die Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion STO eine gefährliche Bewegung zur Folge haben. Dann können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, z.B. eine Haltebremse. • Für die Verdrahtung zwischen Sicherheitsschaltgerät (T2) und Servoantriebsregler (T3) sind Fehlerausschlüsse auf Kurz- und Querschlüsse, z.B. nach DIN EN ISO 13849-2 [4], Tabelle D.4, erforderlich. Voraussetzungen dafür sind, dass das Sicherheitsschaltgerät (T2) und der Servoantriebsregler (T3) sich im gleichen Schaltschrank befinden und der Schaltschrank die Anforderungen nach DIN EN 60204-1 [3] erfüllt.
Funktionen der Schaltung	Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt: 1. Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen. 2. Anschließend wird der Ausgang (Q5) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) abgeschaltet. 3. Der Eingang „Freigabe Endstufe (CTRL-EN)“ des Servoantriebsreglers (T3) wird nicht mehr angesteuert. Dadurch verzögert der Servoantriebsregler (T3) den Antrieb funktional mit der Schnellhaltrampe. Dies entspricht einem Verhalten der Stopp-Kategorie 1 nach DIN EN 60204-1 [3]. Nach dem Beenden der Bremsrampe wird die Endstufe funktional abgeschaltet. 4. Anschließend werden der Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zeitverzögert abgeschaltet. Die erforderliche Zeitverzögerung ist in Abhängigkeit von der konkreten Anwendung zu bestimmen.

	5. Die Eingänge „Safe torque off, Kanal A und B (#STO-A, #STO-B)“ des Servoantriebsreglers (T3) werden nicht mehr angesteuert. Dadurch wird die Ansteuerung der Leistungsendstufe sicher gesperrt und die Sicherheits-Teilfunktion STO angefordert.
Manuelle Rückstellfunktion	1. Nach dem Zurücksetzen der Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch das mechanische Entriegeln des Not-Halt-Schalters oder durch das Schließen der Schutztür, kann durch die Betätigung des Quittierungstasters (S1) der Start oder Wiederanlauf ermöglicht werden. 2. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) steuert über die Ausgänge (Q6, Q7) den Servoantriebsregler (T3) an. Dadurch wird die Ansteuerung der Leistungsendstufe wieder möglich und die Sicherheits-Teilfunktion STO wird nicht mehr ausgeführt. 3. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) lässt über den Ausgang (Q5) die Ansteuerung der „Freigabe Endstufe (CTRL-EN)“ durch die funktionale Steuerung (T2) wieder zu. Anschließend ist ein normaler Betrieb durch Betätigen des Start-Tasters (S20) möglich.
Diagnose	Der Diagnoseausgang STA meldet den Zustand der Sicherheits-Teilfunktion STO an das Sicherheitsschaltgerät (T1). Die Diagnose erfolgt über das Sicherheitsschaltgerät (T1): • Werden die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zeitverzögert abgeschaltet, werden über die Eingänge (#STO-A, #STO-B) des Servoantriebsreglers (T3) die Sicherheitsteilfunktion STO angefordert. Nach der, für den Servoantriebsregler typischen Zeit wird der Ausgang (STA) eingeschaltet. Diese Verzögerung der Diagnoserückmeldung kann auf eine minimal zulässige Zeit und muss auf eine maximal zulässige Zeit durch das Sicherheitsschaltgerät (T1) überwacht werden. • Werden die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) eingeschaltet, wird über die Eingänge (#STO-A, #STO-B) des Servoantriebsreglers (T3) die Sicherheits-Teilfunktion STO aufgehoben. Nach der, für den Servoantriebsregler typischen Zeit wird der Ausgang (STA) ausgeschaltet. Diese Verzögerung der Diagnoserückmeldung kann auf eine minimal zulässige Zeit und muss auf eine maximal zulässige Zeit durch das Sicherheitsschaltgerät (T1) überwacht werden. Wird durch die Diagnose ein Fehler erkannt, muss eine geeignete Fehlerreaktion durch das Sicherheitsschaltgerät (T1) erfolgen. Üblich ist, dass die Maschine in einen sicheren Zustand gebracht und ein weiterer Betrieb unterbunden wird.

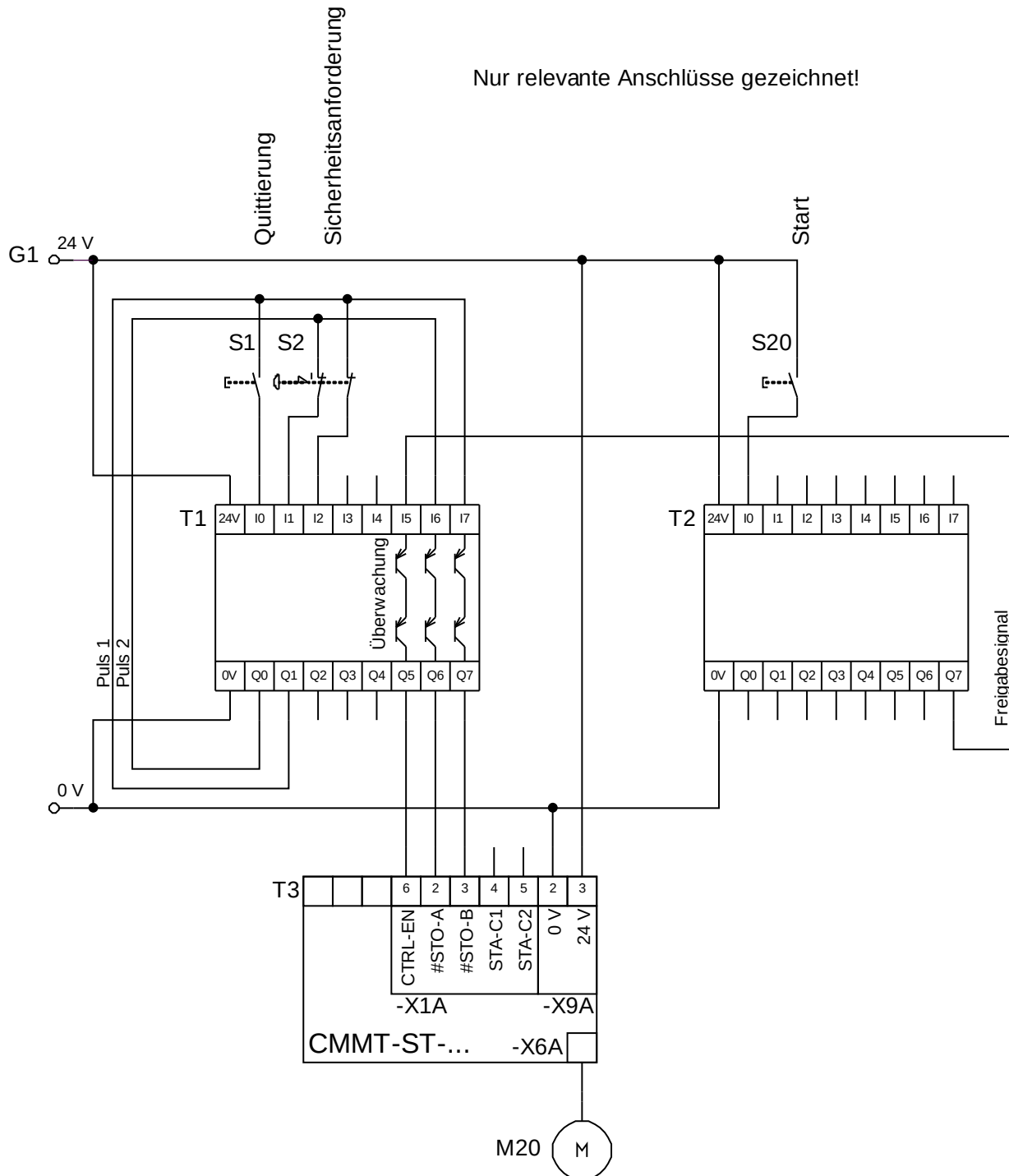
1.3.4 Sicherheitsbetrachtung

Eingang	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsbefehlsgerät (S2) durchzuführen.
Logik	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsschaltgerät (T1) durchzuführen. Hinweis: • Die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zum Schalten der Signale für die Eingänge (#STO-A, #STO-B) des Servoantriebsreglers (T3) sind kontaktbehafet ohne Kurz- und Querschlusserkennung. • Die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) einschließlich der dafür erforderlichen Zeitverzögerung müssen für PL e, Kategorie 3 geeignet sein.
Ausgang	Die bestimmungsgemäße Verwendung des Servoantriebsreglers (T3) umfasst die Sicherheits-Teilfunktion STO mit Kategorie 3, bis zu PL e. Die für die Bestimmung der Zuverlässigkeit der Gesamtschaltung erforderliche PL, Kategorie und PFH_D des Servoantriebsreglers (T3) müssen vorliegen. Hinweis: • In Abhängigkeit von dem verwendeten Elektromotor müssen die entsprechenden Sicherheitskennzahlen des Servoantriebsreglers (T3) gewählt werden: Entweder die Sicherheitskennzahlen für „Schrittmotoren“ oder „EC-Motoren mit Auswertung STA“.

1.4 SS1-t, STO mit CMMT-ST-...-S0, elektronische Ausgänge, ohne Auswertung STA

- Mit Schrittmotoren: SS1-t, STO, Kategorie 3, bis zu PL e
- Mit EC-Motoren: SS1-t, STO, Kategorie 3, bis zu PL d
- Sicherheitsschaltgerät mit elektronischen Ausgängen
- Ohne Auswertung STA

1.4.1 Schaltplan



1.4.2 Komponenten

Komponente	Typ (Teile-Nummer)	Bezeichnung / Hinweise	Anzahl	Hersteller
M20	EMM...-ST	Schrittmotor (oder EC-Motor)	1	Festo
S1		Quittierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Start-Taster	1	
T1		Sicherheitsschaltgerät	1	
T2		Funktionale Steuerung	1	
T3	CMMT-ST-...-S0	Servoantriebsregler	1	Festo

1.4.3 Beschreibung

Anwendung	Servoantriebsregler mit Schrittmotor oder EC-Motor ohne externe Kräfte, z.B. horizontale Achse
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheitsfunktion)	Stillsetzen bei Sicherheitsanforderung unter Verwendung der Sicherheits-Teilfunktion „Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung (SS1-t)“ mit dem sicheren Zustand „Sichere Momentabschaltung (STO)“. Mit Schrittmotoren: Kategorie 3, bis zu PL e Mit EC-Motoren: Kategorie 3, bis zu PL d
Sicherer Zustand	Der Elektromotor (M20) wird funktional stillgesetzt und nach einer anwendungsspezifischen Zeit wird dem Elektromotor (M20) keine Energie zugeführt, die eine Kraft und eine Bewegung erzeugen kann. Es wird vorausgesetzt, dass dieser Zustand des Elektromotors (M20) der sichere Zustand ist. Hinweise: - Das Stillsetzen des Elektromotors (M20) erfolgt funktional und ist nicht sicherheitsbewertet, d.h. wird bei einem Fehler die Bewegung nicht stillgesetzt, sind evtl. zusätzliche Maßnahmen erforderlich, z.B. bei Linearachsen eine Endlagendämpfung. - Wirken auf den Elektromotor externe Kräfte, z.B. bei Vertikalachsen, kann die Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion STO eine gefährliche Bewegung zur Folge haben. Dann können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, z.B. eine Haltebremse.
Funktionen der Schaltung	Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt: - Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen. - Anschließend wird der Ausgang (Q5) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) abgeschaltet. - Der Eingang „Freigabe Endstufe (CTRL-EN)“ des Servoantriebsreglers (T3) wird nicht mehr angesteuert. Dadurch verzögert der Servoantriebsregler (T3) den Antrieb funktional mit der Schnellhaltrampe. Dies entspricht einem Verhalten der Stopp-Kategorie 1 nach DIN EN 60204-1 [3]. Nach dem Beenden der Bremsrampe wird die Endstufe funktional abgeschaltet. - Anschließend werden der Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zeitverzögert abgeschaltet. Die erforderliche Zeitverzögerung ist in Abhängigkeit von der konkreten Anwendung zu bestimmen. - Die Eingänge „Safe torque off, Kanal A und B (#STO-A, #STO-B)“ des Servoantriebsreglers (T3) werden nicht mehr angesteuert. Dadurch wird die

	Ansteuerung der Leistungsstufe sicher gesperrt und die Sicherheits-Teilfunktion STO angefordert.
Manuelle Rückstellfunktion	1. Nach dem Zurücksetzen der Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch das mechanische Entriegeln des Not-Halt-Schalters oder durch das Schließen der Schutztür, kann durch die Betätigung des Quittierungstasters (S1) der Start oder Wiederanlauf ermöglicht werden. 2. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) steuert über die Ausgänge (Q6, Q7) den Servoantriebsregler (T3) an. Dadurch wird die Ansteuerung der Leistungsstufe wieder möglich und die Sicherheits-Teilfunktion STO wird nicht mehr ausgeführt. 3. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) lässt über den Ausgang (Q5) die Ansteuerung der „Freigabe Endstufe (CTRL-EN)“ durch die funktionale Steuerung (T2) wieder zu. Anschließend ist ein normaler Betrieb durch Betätigen des Start-Tasters (S20) möglich.
Diagnose	Der Diagnoseausgang (STA) muss für die angegebene Kategorie und PL nicht ausgewertet werden.

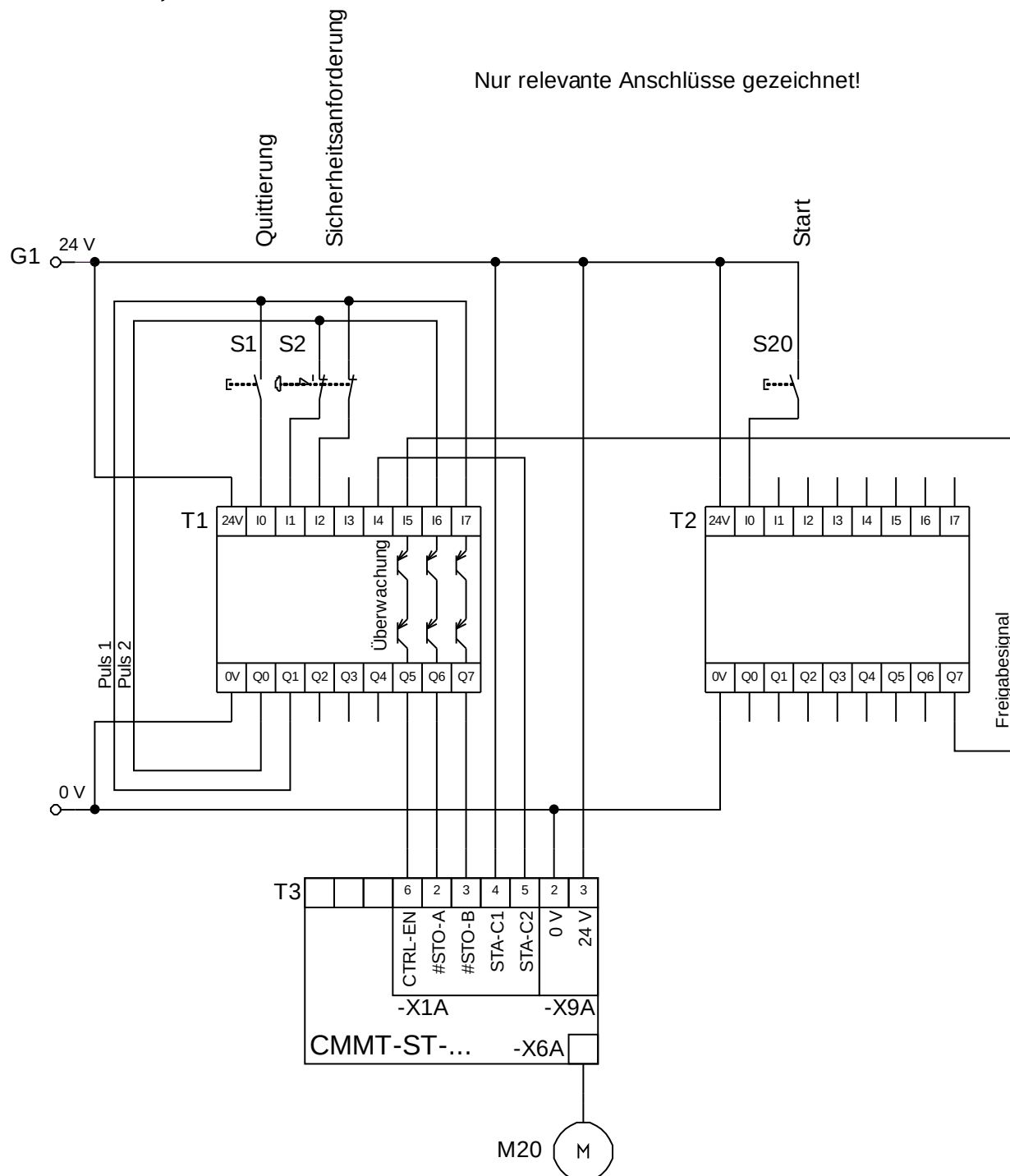
1.4.4 Sicherheitsbetrachtung

Eingang	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsbefehlsgerät (S2) durchzuführen.
Logik	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsschaltgerät (T1) durchzuführen. Hinweis: • Die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zum Schalten der Signale für die Eingänge (#STO-A, #STO-B) des Servoantriebsreglers (T3) sind elektronische Ausgänge mit Kurz- und Querschlusserkennung. • Die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) einschließlich der dafür erforderlichen Zeitverzögerung müssen bei der Verwendung eines Schrittmotors für PL e, Kategorie 3 bzw. bei der Verwendung eines EC-Motors für PL d, Kategorie 3 geeignet sein.
Ausgang	Die bestimmungsgemäße Verwendung des Servoantriebsreglers (T3) umfasst die Sicherheits-Teilfunktion STO mit Kategorie 3, bis zu PL e bei der Verwendung von Schrittmotoren bzw. Kategorie 3, bis zu PL d bei der Verwendung von EC-Motoren. Die für die Bestimmung der Zuverlässigkeit der Gesamtschaltung erforderliche PL, Kategorie und PFH₀ des Servoantriebsreglers (T3) müssen vorliegen. Hinweis: • In Abhängigkeit von dem verwendeten Elektromotor müssen die entsprechenden Sicherheitskennzahlen des Servoantriebsreglers (T3) gewählt werden: Entweder die Sicherheitskennzahlen für „Schrittmotoren“ oder „EC-Motoren ohne Auswertung STA“.

1.5 SS1-t, STO mit CMMT-ST-...-S0, elektronische Ausgänge, mit Auswertung STA

- STO, Kategorie 3, bis zu PL e
- Sicherheitsschaltgerät mit elektronischen Ausgängen
- Mit Auswertung STA

1.5.1 Schaltplan



1.5.2 Komponenten

Komponente	Typ (Teile-Nummer)	Bezeichnung / Hinweise	Anzahl	Hersteller
M20	EMM...-ST	Schrittmotor (oder EC-Motor)	1	Festo
S1		Quittierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Start-Taster	1	
T1		Sicherheitsschaltgerät	1	
T2		Funktionale Steuerung	1	
T3	CMMT-ST-...-S0	Servoantriebsregler	1	Festo

1.5.3 Beschreibung

Anwendung	Servoantriebsregler mit Schrittmotor oder EC-Motor ohne externe Kräfte, z.B. horizontale Achse
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheitsfunktion)	Stillsetzen bei Sicherheitsanforderung unter Verwendung der Sicherheits-Teilfunktion „Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung (SS1-t)“ mit dem sicheren Zustand „Sichere Momentabschaltung (STO)“, Kategorie 3, bis zu PL e
Sicherer Zustand	Der Elektromotor (M20) wird funktional stillgesetzt und nach einer anwendungsspezifischen Zeit wird dem Elektromotor (M20) keine Energie zugeführt, die eine Kraft und eine Bewegung erzeugen kann. Es wird vorausgesetzt, dass dieser Zustand des Elektromotors (M20) der sichere Zustand ist. Hinweise: - Das Stillsetzen des Elektromotors (M20) erfolgt funktional und ist nicht sicherheitsbewertet, d.h. wird bei einem Fehler die Bewegung nicht stillgesetzt, sind evtl. zusätzliche Maßnahmen erforderlich, z.B. bei Linearachsen eine Endlagendämpfung. - Wirken auf den Elektromotor externe Kräfte, z.B. bei Vertikalachsen, kann die Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion STO eine gefährliche Bewegung zur Folge haben. Dann können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, z.B. eine Haltebremse.
Funktionen der Schaltung	Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt: - Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen. - Anschließend wird der Ausgang (Q5) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) abgeschaltet. - Der Eingang „Freigabe Endstufe (CTRL-EN)“ des Servoantriebsreglers (T3) wird nicht mehr angesteuert. Dadurch verzögert der Servoantriebsregler (T3) den Antrieb funktional mit der Schnellhaltrampe. Dies entspricht einem Verhalten der Stopp-Kategorie 1 nach DIN EN 60204-1 [3]. Nach dem Beenden der Bremsrampe wird die Endstufe funktional abgeschaltet. - Anschließend werden der Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zeitverzögert abgeschaltet. Die erforderliche Zeitverzögerung ist in Abhängigkeit von der konkreten Anwendung zu bestimmen. - Die Eingänge „Safe torque off, Kanal A und B (#STO-A, #STO-B)“ des Servoantriebsreglers (T3) werden nicht mehr angesteuert. Dadurch wird die Ansteuerung der Leistungsendstufe sicher gesperrt und die Sicherheits-Teilfunktion STO angefordert.

Manuelle Rückstellfunktion	1. Nach dem Zurücksetzen der Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch das mechanische Entriegeln des Not-Halt-Schalters oder durch das Schließen der Schutztür, kann durch die Betätigung des Quittierungstasters (S1) der Start oder Wiederanlauf ermöglicht werden. 2. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) steuert über die Ausgänge (Q6, Q7) den Servoantriebsregler (T3) an. Dadurch wird die Ansteuerung der Leistungsstufe wieder möglich und die Sicherheits-Teilfunktion STO wird nicht mehr ausgeführt. 3. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) lässt über den Ausgang (Q5) die Ansteuerung der „Freigabe Endstufe (CTRL-EN)“ durch die funktionale Steuerung (T2) wieder zu. Anschließend ist ein normaler Betrieb durch Betätigen des Start-Tasters (S20) möglich.
Diagnose	Der Diagnoseausgang STA meldet den Zustand der Sicherheits-Teilfunktion STO an das Sicherheitsschaltgerät (T1). Die Diagnose erfolgt über das Sicherheitsschaltgerät (T1): • Werden die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zeitverzögert abgeschaltet, werden über die Eingänge (#STO-A, #STO-B) des Servoantriebsreglers (T3) die Sicherheitsteilfunktion STO angefordert. Nach der, für den Servoantriebsregler typischen Zeit wird der Ausgang (STA) eingeschaltet. Diese Verzögerung der Diagnoserückmeldung kann auf eine minimal zulässige Zeit und muss auf eine maximal zulässige Zeit durch das Sicherheitsschaltgerät (T1) überwacht werden. • Werden die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) eingeschaltet, wird über die Eingänge (#STO-A, #STO-B) des Servoantriebsreglers (T3) die Sicherheits-Teilfunktion STO aufgehoben. Nach der, für den Servoantriebsregler typischen Zeit wird der Ausgang (STA) ausgeschaltet. Diese Verzögerung der Diagnoserückmeldung kann auf eine minimal zulässige Zeit und muss auf eine maximal zulässige Zeit durch das Sicherheitsschaltgerät (T1) überwacht werden. Wird durch die Diagnose ein Fehler erkannt, muss eine geeignete Fehlerreaktion durch das Sicherheitsschaltgerät (T1) erfolgen. Üblich ist, dass die Maschine in einen sicheren Zustand gebracht und ein weiterer Betrieb unterbunden wird.

1.5.4 Sicherheitsbetrachtung

Eingang	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsbefehlsgerät (S2) durchzuführen.
Logik	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsschaltgerät (T1) durchzuführen. Hinweis: • Die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) zum Schalten der Signale für die Eingänge (#STO-A, #STO-B) des Servoantriebsreglers (T3) sind elektronische Ausgänge mit Kurz- und Querschlusserkennung. • Die Ausgänge (Q6, Q7) des Sicherheitsschaltgeräts (T1) einschließlich der dafür erforderlichen Zeitverzögerung müssen für PL e, Kategorie 3 geeignet sein.
Ausgang	Die bestimmungsgemäße Verwendung des Servoantriebsreglers (T3) umfasst die Sicherheits-Teilfunktion STO mit Kategorie 3, bis zu PL e. Die für die Bestimmung der Zuverlässigkeit der Gesamtschaltung erforderliche PL, Kategorie und PFH_D des Servoantriebsreglers (T3) müssen vorliegen. Hinweis: • In Abhängigkeit von dem verwendeten Elektromotor müssen die entsprechenden Sicherheitskennzahlen des Servoantriebsreglers (T3) gewählt werden: Entweder die Sicherheitskennzahlen für „Schrittmotoren“ oder „EC-Motoren mit Auswertung STA“.

2 Literatur

- [1] DIN EN 61800-5-2:2017-11 - Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl - Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit - Funktionale Sicherheit (IEC 61800-5-2:2016); Deutsche Fassung EN 61800-5-2:2017
- [2] DIN EN ISO 13849-1:2016-06 - Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2015
- [3] DIN EN 60204-1:2007-06 - Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:2006
- [4] DIN EN ISO 13849-2:2013-02 - Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 13849-2:2012