

ASP 5001

Betriebsanleitung

Daten

Konzept

Beispiel



ab V 5.6-S

10/2017

de

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Einleitung | 4 |
| 1.1 | Weiterführende Dokumentationen | 5 |
| 1.2 | Weitere Unterstützung | 6 |
| 2 | Sicherheitshinweise | 7 |
| 2.1 | Bestandteil des Produkts | 7 |
| 2.2 | Qualifiziertes Personal | 8 |
| 2.3 | Restgefahren | 8 |
| 2.4 | Darstellung von Sicherheitshinweisen | 9 |
| 3 | Konzept | 10 |
| 3.1 | 1. Abschaltweg | 11 |
| 3.1.1 | Ansteuerung | 11 |
| 3.1.2 | Steuerbefehle und Statusinformationen | 11 |
| 3.2 | 2. Abschaltweg | 12 |
| 3.3 | Gesamtfunktionalität | 12 |
| 4 | Daten | 13 |
| 4.1 | 1. Abschaltweg | 13 |
| 4.2 | ASP 5001 | 13 |
| 5 | Sicherheitsfunktion abwählen und anfordern | 16 |
| 5.1 | STO abwählen | 16 |
| 5.2 | STO anfordern | 17 |
| 5.3 | SS1 anfordern | 18 |
| 6 | Anwendungsbeispiel | 19 |
| 6.1 | Beschreibung | 19 |
| 6.2 | Berechnungen der Ausfallwahrscheinlichkeit | 20 |

| | | |
|-------|--------------------------------------|----|
| 6.3 | Ergebnis | 23 |
| 6.3.1 | DC = 60 % für Ta1 | 23 |
| 6.3.2 | DC = 90 % für Ta1 | 23 |
| 7 | Sicherheitskennzahlen xDS 5000 | 24 |
| 7.1 | PFH und MTTF | 24 |
| 7.1.1 | BG 0 bis BG 2 | 24 |
| 7.1.2 | BG 3 | 26 |
| 7.2 | CCF | 27 |
| 8 | Glossar | 28 |

1 Einleitung

Mit Geräten der 5. STÖBER Umrichtergeneration kann die Sicherheitsfunktion *Sicher abgeschaltetes Moment* (STO, Safe Torque Off) realisiert werden.

Es stehen zwei Abschaltwege zur Verfügung:

Beim ersten Abschaltweg wird die Freigabefunktion des Antriebsreglers verwendet. Die Diagnose kann über einen Binärausgang oder ein Feldbussystem durchgeführt werden.

Beim zweiten Abschaltweg wird die Option ASP 5001 eingesetzt. Wird die Sicherheitsfunktion angefordert, werden über die Schaltelemente eines Sicherheitsrelais die Ansteuerung der Endstufe abgeschaltet und der zwangsgeführte Meldekontakt an den externen Sicherheitskreis geschaltet (NC-Kontakt).

Das Anlaufen des Motors wird auch dann verhindert, wenn Defekte im Bereich der Endstufe oder der Ansteuerschaltung vorliegen, da das erforderliche Drehfeld nicht mehr generiert wird.

Vorteile der Option Anlaufsperr:

- Kein Schalten der Netzspannung erforderlich
- Schnellerer Wiederanlauf möglich
- Geringer Kontaktverschleiß
- Reduzierter Verdrahtungsaufwand

Die folgende Tabelle zeigt, für welche Umrichter das Zubehör ASP 5001 zertifiziert erhältlich ist:

| Umrichter | Baugröße | | | |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | BG 0 | BG 1 | BG 2 | BG 3 |
| MDS 5000A | Zertifiziert | Zertifiziert | Zertifiziert | Zertifiziert |
| FDS 5000A | Zertifiziert | Zertifiziert | — | — |
| SDS 5000A | Zertifiziert | Zertifiziert | Zertifiziert | Zertifiziert |

Mit ASP 5001 sind Anwendungen realisierbar bis maximal:

- PL e in Kategorie 3 nach DIN EN ISO 13849-1:2008-12 bzw.
- SIL 3 nach DIN EN 61800-5-2:2008-04.

Sie finden das Zertifikat unter www.stoeber.de.



1.1 Weiterführende Dokumentationen

| Handbuch | Inhalte | ID |
|----------------------------------|--|--------|
| Inbetriebnahmeanleitung MDS 5000 | Neuinstallation, Tausch, Funktionstest | 442296 |
| Bedienhandbuch MDS 5000 | Einrichten des Umrichters | 442284 |

Aktuelle Dokumentversionen finden Sie unter www.stoeber.de.

| Handbuch | Inhalte | ID |
|----------------------------------|--|--------|
| Inbetriebnahmeanleitung FDS 5000 | Neuinstallation, Tausch, Funktionstest | 442292 |
| Bedienhandbuch FDS 5000 | Einrichten des Umrichters | 442280 |

Aktuelle Dokumentversionen finden Sie unter www.stoeber.de.

| Handbuch | Inhalte | ID |
|----------------------------------|--|--------|
| Inbetriebnahmeanleitung SDS 5000 | Neuinstallation, Tausch, Funktionstest | 442300 |
| Bedienhandbuch SDS 5000 | Einrichten des Umrichters | 442288 |

Aktuelle Dokumentversionen finden Sie unter www.stoeber.de.

Die Geräte der 5. STÖBER Umrichter-Generation können optional mit verschiedenen Feldbussystemen verbunden werden. Die Anbindung wird in folgenden Handbüchern beschrieben:

| Handbücher | ID |
|----------------------------|--------|
| Bedienhandbuch PROFIBUS DP | 441685 |
| Bedienhandbuch CANopen | 441684 |
| Bedienhandbuch EtherCAT | 441895 |
| Bedienhandbuch PROFINET | 442339 |
| Bedienhandbuch USS | 441706 |

Aktuelle Dokumentversionen finden Sie unter www.stoeber.de.

1.2 Weitere Unterstützung

Falls Sie Fragen zur Technik haben, die Ihnen das vorliegende Dokument nicht beantwortet, wenden Sie sich bitte an:

- Telefon: +49 7231 582-3060
- E-Mail: applications@stoeber.de

Falls Sie Fragen zur Dokumentation haben, wenden Sie sich bitte an:

- E-Mail: electronics@stoeber.de

Falls Sie Fragen zu Schulungen haben, wenden Sie sich bitte an:

- E-Mail: training@stoeber.de

2 Sicherheitshinweise



WARNUNG!

Vom Umrichter und seinem Zubehör können Gefahren ausgehen.

- ▶ Lesen und beachten Sie die Sicherheitshinweise in diesem Kapitel, bevor Sie die ASP 5001 in Ihrer Anwendung einsetzen.

Die Option ASP 5001 sorgt nicht für eine galvanische Trennung vom speisenden Netz. An den Motorklemmen können auch bei angeforderter Sicherheitsfunktion gefährliche Spannungen vorhanden sein! Die Funktion ist keine Schutzeinrichtung gegen *Elektrischen Schlag* gemäß DIN EN 60204-1.

- Sichern Sie die Anlage bei Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten durch eine entsprechende spannungsfreie Schaltung und Anlagenabsicherung ab!
- Beachten Sie die Vorschriften für Not-Aus-Situationen!

Das Zubehör sorgt für die Abschaltung des Drehfelds.

- Sichern Sie vertikal verfahrenende Achsen gegen Absturz!

Beachten Sie, dass es durch Ansteuerung der Sicherheitsfunktion *Sicher abgeschaltetes Moment* mit OSSD-Signalen zu unerwartetem Maschinenverhalten kommen kann. Die Freigabe des Umrichters kann OSSD-Signale nicht auswerten und in der Voreinstellung auch nicht tolerieren.

- Aktivieren Sie die OSSD-Toleranz der Schnittstelle, in dem Sie in Parameter *A43 Freigabe-Ausschaltverzögerung* eine dem OSSD-Signal entsprechende Verzögerung eintragen. Beachten Sie, dass die OSSD-Signale nicht ausgewertet, sondern unterdrückt werden!

2.1 Bestandteil des Produkts

Da diese Dokumentation wichtige Informationen zum sicheren und effizienten Umgang mit dem Produkt enthält, bewahren Sie diese bis zur Produktentsorgung unbedingt in unmittelbarer Nähe des Produkts und für das qualifizierte Personal jederzeit zugänglich auf.

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

2.2 Qualifiziertes Personal

Von den Geräten können Restgefahren ausgehen. Deshalb dürfen alle Projektierungs-, Transport-, Installations- und Inbetriebnahmearbeiten sowie die Bedienung und die Entsorgung nur von geschultem Personal durchgeführt werden, das die möglichen Gefahren kennt.

Das Personal muss für die entsprechende Tätigkeit die erforderliche Qualifikation haben. Die folgende Tabelle listet für die Tätigkeiten Beispiele der beruflichen Qualifikation auf:

| Tätigkeit | Mögliche berufliche Qualifikation |
|--|--|
| Transport und Lagerung | Fachkraft für Lagerlogistik oder vergleichbare Ausbildung |
| Projektierung | - Dipl.-Ing. in der Fachrichtung Elektrotechnik oder Elektrische Energietechnik - Techniker/in in der Fachrichtung Elektrotechnik |
| Einbau und Anschluss | Elektroniker/in |
| Inbetriebnahme (einer Standardapplikation) | - Techniker/in in der Fachrichtung Elektrotechnik - Elektrotechnikermeister/in |
| Programmierung | Dipl.-Ing. in der Fachrichtung Elektrotechnik oder Elektrische Energietechnik |
| Betrieb | - Techniker/in in der Fachrichtung Elektrotechnik - Elektrotechnikermeister/in |
| Entsorgung | Elektroniker/in |

Dazu müssen die gültigen Vorschriften, die gesetzlichen Vorgaben, die Regelwerke, die vorliegende Technische Dokumentation und besonders die darin enthaltenen Sicherheitshinweise sorgfältig

- gelesen,
- verstanden und
- beachtet werden.

2.3 Restgefahren

Bei Kurzschluss zweier Leistungstransistoren kann trotz aktivierter Sicherheitsfunktion am Motor eine Restbewegung von bis zu 180°/Polpaar auftreten! (Bsp.: 4-poliger Motor: Restbewegung maximal $180^\circ/2 = 90^\circ$).

- Berücksichtigen Sie diese Restbewegung bei der Risikoanalyse!

Wird die Sicherheitsfunktion bei laufendem Motor aktiviert, trudelt der Motor aus. Ein gesteuertes Stillsetzen ist nicht mehr möglich.

- Berücksichtigen Sie dies bei Ihrer Anlagenprojektierung!

2.4 Darstellung von Sicherheitshinweisen

ACHTUNG

Achtung

bedeutet, dass ein Sachschaden eintreten kann,

- ▶ falls die genannten Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

VORSICHT!

Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann,

- ▶ falls die genannten Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

WARNUNG!

Warnung

bedeutet, dass erhebliche Lebensgefahr eintreten kann,

- ▶ falls die genannten Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

GEFAHR!

Gefahr

bedeutet, dass erhebliche Lebensgefahr eintreten wird,

- ▶ falls die genannten Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Information

bedeutet eine wichtige Information über das Produkt oder die Hervorhebung eines Dokumentationsteils, auf den besonders aufmerksam gemacht werden soll.

3 Konzept

WARNUNG!

Lebensgefahr durch unsachgemäße Verwendung.

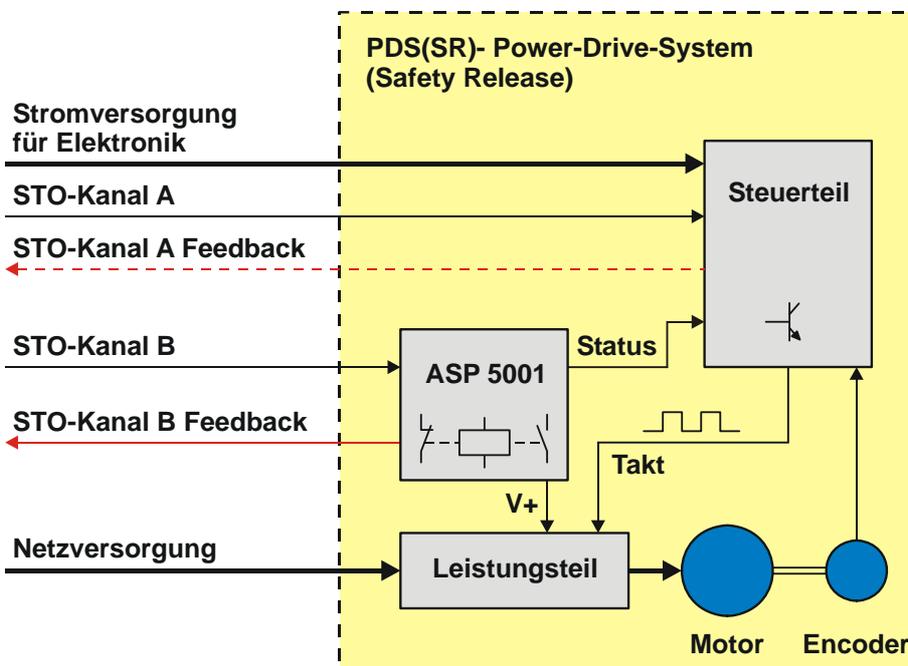
- ▶ Eine sicherheitstechnische Einbindung der 5. STÖBER Umrichtergeneration ist ohne die ASP 5001 nicht zulässig.

Mit dem STÖBER-Sicherheitskonzept können Strukturen bis einschließlich

- PL e in Kategorie 3 nach DIN EN ISO 13948-1:2008-12 bzw.
- SIL 3 in HF1 nach DIN EN 61800-5-2:2008-04 aufgebaut werden.

In den Umrichter integriert ist die Sicherheitsfunktion *Sicher abgeschaltetes Moment* (Safe Torque Off, STO). Bei geeigneter externer Beschaltung kann z. B. die Sicherheitsfunktion *Sicherer Stopp 1* (Safe Stop 1, SS1) gemäß DIN EN 61800-5-2:2008-04 oder ein Stopp der Kategorie 1 nach DIN EN 60204-1:2007-06 realisiert werden. Dabei bildet STO die sichere Rückfallebene.

Die Geräte der 5. STÖBER Umrichtergeneration erfüllen die Anforderungen an Kategorie 3 bzw. HF1-Strukturen. Entsprechend verfügt das Gerät über 2 voneinander unabhängige Abschaltwege.



3.1 1. Abschaltweg

3.1.1 Ansteuerung

Der 1. Abschaltweg ist der Freigabekanal der Steuerelektronik. Die Steuerelektronik wertet zwei Signale aus: Die Freigabe an X1.3 und das Signal Zusatzfreigabe. Freigabe und Zusatzfreigabe sind geräteintern UND-verknüpft, d. h. beide Signale müssen aktiv sein, damit die Leistungsendstufe eingeschaltet wird. Die Freigabe an X1.3 muss in jedem Fall aktiviert werden. Sie stellen in Parameter *A60 Zusatzfreigabe Quelle* ein,

- welche Quelle das Signale liefert und
- wie das Signal der Zusatzfreigabe ausgewertet wird.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Möglichkeiten auf.

| Einstellung in Parameter <i>A60</i> | Ansteuerung des Freigabekanals |
|-------------------------------------|--|
| <i>1:High</i> | Zusatzfreigabe ist ständig aktiv. Die Leistungsendstufe wird über die Freigabe an X1.3 aktiviert. |
| <i>2:Parameter</i> | Bei dieser Einstellung in <i>A60</i> wird der Zustand von Parameter <i>A180 Bit 0</i> ausgewertet. <i>A180</i> wird per Feldbus beschrieben. |
| <i>3:BE1 bis 28:BE13-invers</i> | Das Signal der Zusatzfreigabe wird über die eingestellte Klemme nicht invertiert oder invertiert ausgewertet. |

Sollte Ihre Applikation von den von STÖBER ANTRIEBTECHNIK GmbH & Co. KG zur Verfügung gestellten Standardapplikationen abweichen, müssen Sie durch Tests sicherstellen, dass der 1. Abschaltweg – d. h. Freigabe und Zusatzfreigabe – in jedem Fall wirksam ist.

3.1.2 Steuerbefehle und Statusinformationen

Die Rückmeldung des 1. Abschaltwegs erfolgt durch das Signal *A900 SysFreigabeAusgang* über einen Binärausgang oder per Feldbus. Das Signal muss von der überlagerten Steuerung dynamisch, d. h. auf Zustandswechsel geprüft werden.

Die Koordinate *A900* wird z. B. in den Parameter *F61* für die Ausgabe auf BA1 eingetragen. Erfolgt die Rückmeldung über ein Feldbussystem, aktivieren Sie die Watchdog-Funktionalität des Bussystems. Beachten Sie dazu die Feldbusdokumentation (s. Kapitel 1.1 Weiterführende Dokumentationen).

Lesen Sie per Feldbus den Parameter *E200 Device Status Byte* aus. Das Rückmeldesignal wird von *Bit 0 Freigegeben* geliefert.

3.2 2. Abschaltweg

Der 2. Abschaltweg wird mit der ASP 5001 realisiert. Auf der ASP 5001 ist ein zwangsgeführtes Sicherheitsrelais integriert.



Information

Beachten Sie, dass die ASP 5001 bei den Baugrößen BG 0, BG 1 und BG 2 optional ist. Der Einbau und die Reparatur des Zubehörs dürfen nur von STÖBER ANTRIEBSTECHNIK durchgeführt werden. Bestellen Sie daher bei diesen Baugrößen die Umrichter mit Einbau der ASP 5001.

Bei der Baugröße BG 3 ist die ASP 5001 standardmäßig eingebaut.

Damit die Leistungsendstufe des Umrichters vom Steuerteil angesteuert werden kann, muss die Sicherheitsfunktion STO an der Klemme X12.3 abgewählt werden.

Die Rückmeldung des Schaltzustands der ASP 5001 erfolgt über den NC-Kontakt an den Klemmen X12.1 und X12.2. Wird die Sicherheitsfunktion STO abgewählt, wird der Kontakt geöffnet. Wird die ASP 5001 nicht angesteuert, ist der Kontakt geschlossen und die Sicherheitsfunktion ist angefordert.

3.3 Gesamtfunktionalität

Beachten Sie, dass die folgenden Parameter die Sicherheitsfunktion beeinflussen können:

- *A39 Tmax Schnellhalt*
- *A43 Freigabe-Ausschaltverzögerung*
- *A44 Freigabe Schnellhalt*
- *A55 Taste Hand-Funktion*
- *A60 Zusatzfreigabe Quelle*
- Die Parameter *F61 BA1-Quelle* bis *F70 BA10-Quelle*

Beachten Sie dies bei der Projektierung, Inbetriebnahme und Änderungen Ihres Projekts.

Stellen Sie sicher,

- dass die Einstellung der Parameter zu Ihrer Anwendung passt.
- dass nach der Inbetriebnahme und jeder Änderung die gewünschte Gesamtfunktionalität erreicht wird.

4 Daten

In diesem Kapitel finden Sie die Daten des Freigabepfads und der ASP 5001.

4.1 1. Abschaltweg

Klemmenbeschreibung X1

| Pin | Bezeichnung | Funktion | Daten |
|-----|-------------|----------|---|
| 3 | GND | Freigabe | High-Pegel $\geq 12\text{ V}$ Low-Pegel $< 8\text{ V}$ |
| 4 | + Eingang | | $I_{E\text{ max}} = 16\text{ mA}$ $U_{E\text{ max}} = 30\text{ V}$ |

Die konfigurierbaren Binärausgänge stehen an verschiedenen Klemmen zur Verfügung. Beachten Sie dazu die Projektierhandbücher (s. Kapitel 1.2 Weitere Unterstützung). Die Binärausgänge haben folgende technische Daten:

- $I_{A\text{ max}} = 50\text{ mA}$
- $U_{A\text{ max}} \leq U_E$
- $T_{A\text{ typ}} = 1\text{ ms}$

Sicherheitsrelevante Daten des Freigabepfads

| Rückmeldung | MTTF _D | DC _{avg} | Mission Time |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Ohne Rückmeldung | 377 Jahre | 60 % | 20 Jahre |
| Mit Rückmeldung | 377 Jahre | 90 % | 20 Jahre |

4.2 ASP 5001

Klemmenbeschreibung X12

| Pin | Bez. | Funktion | |
|---|------|---|---------------------------|
|  | 1 | Rückmeldung; Muss in den Sicherheitskreis der Steuerung eingebunden werden! | |
| | 2 | | (Öffner) |
| | 3 | Relaispule 1 (+) | Ansteuerung ^{a)} |
| | 4 | Relaispule 2 (-) | |

a) Für einen UL-konformen Einsatz ist die Verwendung einer Sicherung 4 AT in der 24-V-Zuleitung Vorschrift. Die Sicherung muss nach UL 248 zugelassen sein.

Spulendaten

| Datum | Wert |
|--------------------------|---|
| Spannung | 20 V _{DC} – 28 V _{DC} |
| Nennstrom I _N | 70 mA |
| Schutzbeschaltung | Freilaufdiode |

Kontaktdaten

| Datum | Wert |
|-------------------------|--------|
| Mindestschaltspannung | 10 V |
| Maximalschaltspannung | 30 V |
| Mindestschaltstrom | 10 mA |
| Maximalschaltstrom | 300 mA |
| Maximale Schaltfrequenz | 0,1 Hz |



Information

Der Rückmeldekontakt muss von der überlagerten Sicherheitssteuerung überwacht werden.

Mindestlebensdauer Relais

| Gebrauchskategorie | Strom | Schaltzyklen |
|--------------------|--------|--------------|
| DC-12 | 300 mA | 450000 |
| DC-13 | 300 mA | 250000 |

B_{10D}-Werte der ASP 5001

| Gebrauchskategorie | Strom | B _{10D} -Wert |
|--------------------|-------|--|
| DC-13 | 1 A | BG 0 – BG 2: 10000000 Zyklen BG 3: 7000000 Zyklen |



Information

Der Diagnosedeckungsgrad für zwangsgeführte Sicherheitsrelais beträgt 99 % gemäß DIN EN ISO 13849-1:2008-12.

Maximaler Leiterquerschnitt

| Anschlussart | Maximaler Leiterquerschnitt [mm ²] |
|---|--|
| Starr | 1,5 |
| Flexibel | 1,5 |
| Flexibel mit Aderendhülse ohne Kunststoffhülse | 1,5 |
| Flexibel mit Aderendhülse mit Kunststoffhülse | 0,5 |
| 2 Leiter gleichen Querschnitts mit Doppeladerendhülse | — |

5 Sicherheitsfunktion abwählen und anfordern

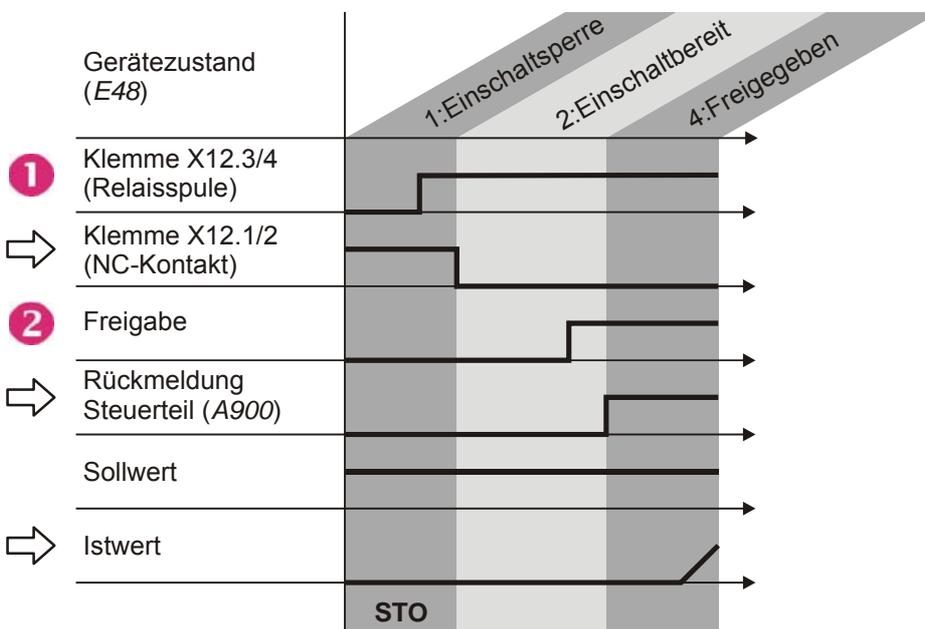
In diesem Kapitel erfahren Sie, wie Sie die Sicherheitsfunktion abwählen und anfordern.

Eine Sicherheitsfunktion abzuwählen bedeutet, dass der sichere Zustand verlassen und der reguläre Betrieb des Antriebs zugelassen wird. Eine Sicherheitsfunktion anzufordern bedeutet, dass der reguläre Betrieb verlassen und der Umrichter in den sicheren Zustand gebracht wird.

5.1 STO abwählen

STO abwählen

1. Schalten Sie das Signal an der Klemme X12.3/4 ein.
 - ⇒ Der NC-Kontakt an der Klemme X12.1/2 wird geöffnet.
2. Schalten Sie die Reglerfreigabe ein.
 - ⇒ Die Rückmeldung bestätigt die Freigabe.
- ⇒ Sie haben die Sicherheitsfunktion STO abwählt.

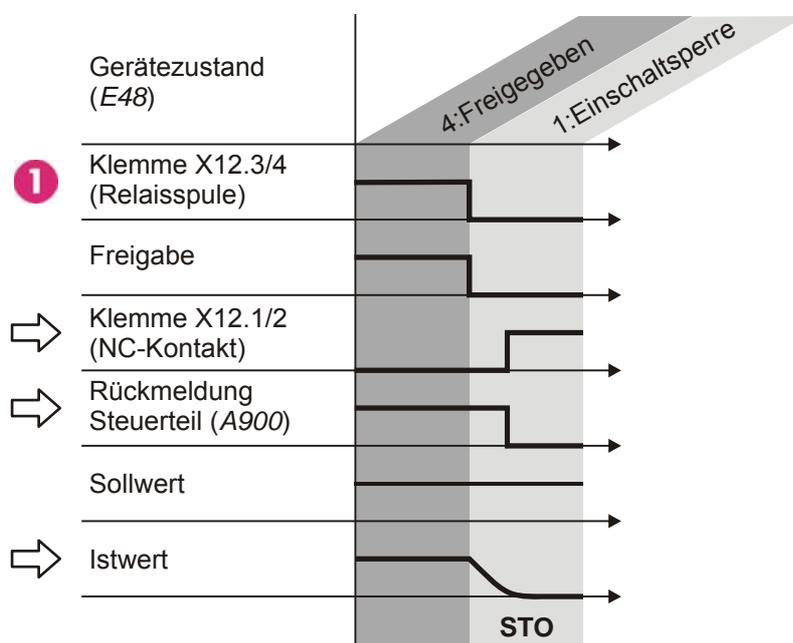




5.2 STO anfordern

STO anfordern

1. Schalten Sie das Signal an der Klemme X12.3/4 und die Reglerfreigabe aus.
 - ⇒ Der NC-Kontakt an der Klemme X12.1/2 wird geschlossen.
 - ⇒ Die Rückmeldung wird ausgeschaltet.
- ⇒ Sie haben die Sicherheitsfunktion angefordert.



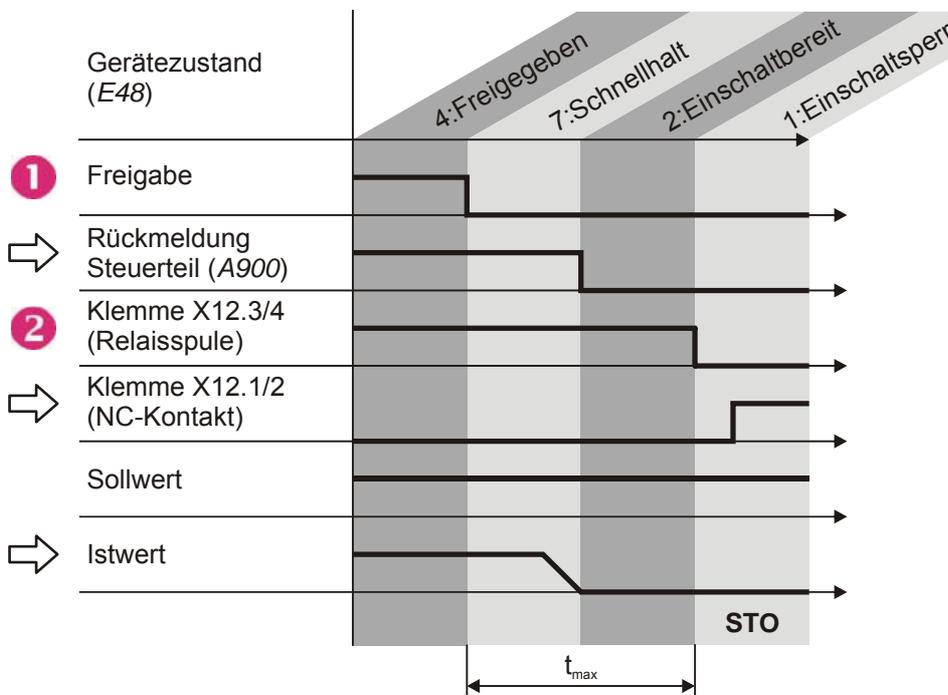
Information

Zur Freigabe der Leistungsendstufe können zusätzlich zur Reglerfreigabe weitere Signale notwendig sein, z. B. .

5.3 SS1 anfordern

SS1 anfordern

1. Schalten Sie die Reglerfreigabe aus.
 - ⇒ Es wird ein projektierte Schnellhalt (s. Parameter A44) durchgeführt. Ist der Schnellhalt abgeschlossen, meldet die Rückmeldung des Steuerteils, dass das Leistungsteil nicht mehr freigegeben ist.
2. Schalten Sie das Signal an der Klemme X12.3/4 aus.
 - ⇒ Der NC-Kontakt an der Klemme X12.1/2 wird geschlossen.
- ⇒ Sie haben die Sicherheitsfunktion angefordert.



t_{max} = Anwendungsabhängige, maximal zulässige Verzögerungszeit, nach der die Abschaltung der Relaisspule erfolgen muss.



Information

Beachten Sie, dass beim Anfordern von SS1 die Schritte 1 und 2 innerhalb einer maximal zulässigen Verzögerungszeit (t_{max}) erfolgen müssen. Die maximal zulässige Verzögerungszeit ist Bestandteil der Sicherheitsfunktion SS1. Die Dauer richtet sich nach Ihrer Anwendung.

6 Anwendungsbeispiel

6.1 Beschreibung

Dieses Beispiel zeigt die Realisierung der Sicherheitsfunktion STO unter Verwendung eines Umrichters der 5. STÖBER Umrichter-Generation (xDS 5000) in Verbindung mit einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung und einem Sicherheitsschaltgerät.

Die Sicherheitsfunktion in diesem Beispiel wird durch Öffnen der Schutztüre ausgelöst, was über die Positionsschalter (B1/B2) von dem Sicherheitsschaltgerät (K1) erfasst wird.

Über die Freigabekontakte von K1 werden die beiden Abschaltpfade (T1a, T1b) im xDS 5000 angesteuert.

Neben der Sicherheitsfunktion STO kann bei Verwendung eines geeigneten Sicherheitsschaltgerätes (K1) auch die Sicherheitsfunktion SS1 realisiert werden, sofern K1 über entsprechende Freigabekontakte mit Zeitverzögerung verfügt.

Abschaltpfad 1

Der Abschaltpfad 1 im xDS 5000 (T1a) wird über den Reglerfreigabe-Eingang aktiviert. Durch Schalten des Signals an diesem Eingang auf Low-Pegel wird im Steuerteil die Generierung der Pulsmuster gesperrt. Für die Sicherheitsfunktion STO geschieht dies unmittelbar nach Anforderung der Sicherheitsfunktion. Für den SS1 muss im xDS 5000 eine Stopp-Rampe parametrieren werden, um den Antrieb zunächst gesteuert stillsetzen zu können, bevor die Generierung der Pulsmuster gesperrt wird. Eine Rückmeldung des Steuerteils an das Sicherheitsschaltgerät (K1) kann über einen Binärausgang und ein Koppelrelais (K2) erfolgen.

Abschaltpfad 2

Den zweiten Abschaltpfad im Umrichter bildet ein Sicherheitsrelais (T1b), über dessen NO-Kontakt (Schließer) die Ansteuerung für die Treiberstufe abgeschaltet wird. Dieses Relais ist auf der Option ASP 5001 untergebracht. Beim STO erfolgt die Abschaltung unmittelbar nach Anforderung der Sicherheitsfunktion und beim SS1 entsprechend zeitverzögert. Der zwangsgeführte NC-Kontakt (Öffner) des Sicherheitsrelais (T1b) wird zur Fehleraufdeckung in den Rückführkreis des Sicherheitsschaltgerätes (K1) eingebunden.

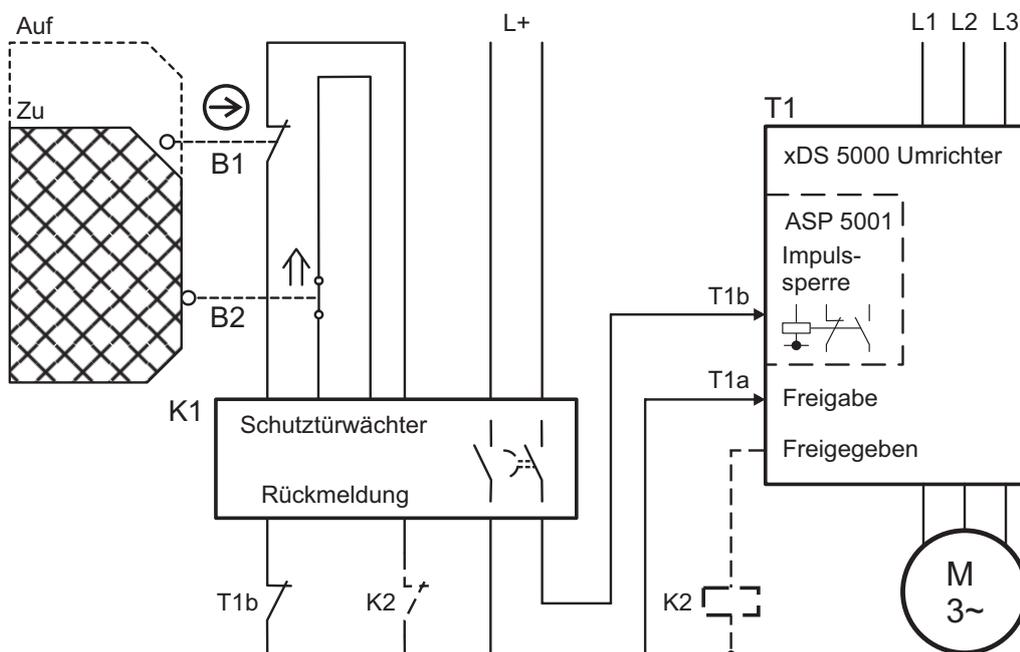


Abb. 6-1 Prinzipschaltbild

6.2 Berechnungen der Ausfallwahrscheinlichkeit

Die Berechnung für die Sicherheitsfunktionen STO bzw. SS1 wurde auf Basis des in Abb. 6-2 sicherheitsbezogenen Blockdiagramms durchgeföhrt, das sich aus dem Prinzipschaltbild (s. Kapitel 5.1) ableiten lässt.

Für einen Teil der Berechnungen wurde der Software-Assistent SISTEMA in der Version V 1.1.2 genutzt.

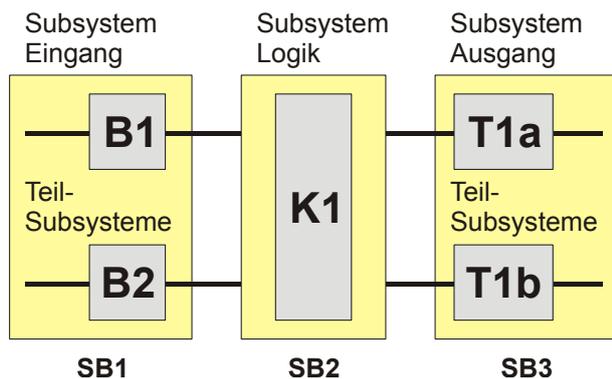


Abb. 6-2 Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm

Die Schaltung lässt sich in drei Subsysteme aufteilen. Hierbei bildet die Schutzeinrichtung mit den Positionsschaltern (B1/B2) das Subsystem SB 1, das Sicherheitsschaltgerät (K1) das Subsystem SB 2 und die Abschaltpfade im xDS 5000 (T1a/T1b) sind im Subsystem SB 3 zusammengefasst.



Bei dem Sicherheitsschaltgerät K1 handelt es sich um ein fertiges Produkt, das die Anforderungen der Kategorie 4 und des PL e erfüllt. Die Ausfallwahrscheinlichkeit wird vom Hersteller mit $PFH = 2,31 \times 10^{-9}$ 1/h angegeben.

Für die anderen beiden Subsysteme SB 1 und SB 3 wird die Ausfallwahrscheinlichkeit (PFH) im Folgenden berechnet.

Um die Ausfallwahrscheinlichkeit für die gesamte Sicherheitsfunktion vom Sensor bis zum Aktor zu bestimmen, werden die PFH-Werte der einzelnen Subsysteme am Ende addiert.

MTTF_d

- SB 1: Für den Positionsschalter mit Zwangsöffnung B1 ist ein Fehlerausschluss für den elektrischen Kontakt möglich. Für den elektrischen Schließerkontakt von B2 wird ein B_{10d} -Wert von 2 000 000 Zyklen angenommen. Das gilt auch für den mechanischen Teil von B1 und B2. Bei 365 Arbeitstagen, 16 Arbeitsstunden und einer Zykluszeit von 5 Minuten (300 s) ist für diese Komponenten $n_{op} = 70\,080$ Zyklen/Jahr.

Die MTTF_d für Positionsschalter B1 beträgt 285 Jahre und für B2 143 Jahre.

Beide Werte werden in SISTEMA auf 100 Jahre gekürzt (hoch).

- SB 3:

Für das Subsystem kann anhand der Tabelle in Kapitel 3.3 für eine Zykluszeit von 5 Minuten ein MTTF_d-Wert von 100 Jahren angenommen werden.

DC_{avg}

• SB 1:

DC = 99 % für die Positionsschalter B1 und B2 beruht auf dem Vergleich der beiden Eingangssignale im Sicherheitsschaltgerät K1. Dies entspricht auch der DC_{avg} für dieses Subsystem (hoch).

• SB 3:

Für den Abschaltpfad T1a wird eine DC = 90 % abgeschätzt, wenn eine Rückmeldung des Freigabe-Status über einen Binärausgang und ein Koppelrelais an das Sicherheitsschaltgerät K1 erfolgt. Ohne die Einbindung eines Rückmeldesignals von T1a in den Rückführkreis von K1 kann lediglich eine DC = 60 % für eine Fehleraufdeckung durch den Prozess angenommen werden.

DC = 99 % für das Sicherheitsrelais T1b ergibt sich aus der direkten Überwachung des zwangsgeführten Kontakts durch K1. Mit einem Feedback von T1a ergibt dies eine DC_{avg} = 91,9 % (mittel) und ohne T1a Feedback 68,2 % (niedrig).

CCF

Die Mindestanforderungen sind erfüllt, s. Kapitel 7.2

| Subsystem | Berechnung | Ausfallwahrscheinlichkeit | |
|-----------|--------------------------------|---|---|
| | | DC 60% für T1a | DC 90% für T1a |
| SB 1 | SISTEMA | $\text{PFH}_d = 2,47 \times 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ | $\text{PFH}_d = 2,47 \times 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ |
| SB 2 | Herstellerangabe | $\text{PFH}_d = 2,31 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ | $\text{PFH}_d = 2,31 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ |
| SB 3 | Herstellerangabe ^{a)} | $\text{PFH}_d = 3,47 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ | $\text{PFH}_d = 2,61 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ |
| Gesamt | — | $\text{PFH}_d = 3,04 \times 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ | $\text{PFH}_d = 2,96 \times 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ |

a) s. Tabelle Kapitel 7.1

6.3 Ergebnis

6.3.1 DC = 60 % für Ta1

Die Ausfallwahrscheinlichkeit für den sicherheitsrelevanten Teil des Umrichters bei einem DC = 60 % für T1a wurde mit $PFH_d = 3,47 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ ermittelt, was unter Berücksichtigung der strukturellen Einschränkungen der Architektur einem SIL 2 gemäß DIN EN 61800-5-2 entspricht. Damit sind 0,35 % der PFH_d von SIL 2 verbraucht.

Die Beziehung zwischen PL und SIL wird der Tabelle 4 der DIN EN ISO 13849-1 entnommen. SIL 2 in hoher/kontinuierlicher Betriebsart entspricht nach dieser Tabelle einem PL d. Die Anforderungen der Kategorie 3 bzgl. der Mindestanforderungen für DC_{avg} , $MTTF_d$ und CCF werden ebenfalls erfüllt.

Für die gesamte Sicherheitsfunktion STO bzw. SS1, wie sie im entsprechenden Applikationsbeispiel beschrieben ist, wird eine Ausfallwahrscheinlichkeit von $PFH_d = 3,04 \times 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ bestimmt, was ebenfalls einem PL d bzw. SIL 2 entspricht.

6.3.2 DC = 90 % für Ta1

Die Ausfallwahrscheinlichkeit für den sicherheitsrelevanten Teil des Umrichters bei einem DC = 90 % für T1a wurde mit $PFH_d = 2,61 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ ermittelt, was unter Berücksichtigung der strukturellen Einschränkungen der Architektur einem SIL 3 gemäß DIN EN 61800-5-2 entspricht. Damit sind 2,61 % der PFH_d von SIL 3 verbraucht.

Die Beziehung zwischen PL und SIL wird der Tabelle 4 der DIN EN ISO 13849-1 entnommen. SIL 3 in hoher/kontinuierlicher Betriebsart entspricht nach dieser Tabelle einem PL e. Die Anforderungen der Kategorie 3 bzgl. der Mindestanforderungen für DC_{avg} , $MTTF_d$ und CCF werden ebenfalls erfüllt.

Für die gesamte Sicherheitsfunktion STO bzw. SS1, wie sie im entsprechenden Applikationsbeispiel beschrieben ist, wird eine Ausfallwahrscheinlichkeit von $PFH_d = 2,96 \times 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ bestimmt, was ebenfalls einem PL e bzw. SIL 3 entspricht.

7 Sicherheitskennzahlen xDS 5000

7.1 PFH und MTTF

Beachten Sie bei den folgenden Tabellen die Aufschlüsselung nach Baugrößen und täglicher Betriebszeit.

7.1.1 BG 0 bis BG 2

16 Stunden Betriebszeit täglich

| Zykluszeit | PFH [1/h] | | MTTF _d [Jahre] | |
|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| | DC = 60 % | DC = 90 % | DC = 60 % | DC = 90 % |
| 1 Minute | $1,015 \times 10^{-8}$ | $7,164 \times 10^{-9}$ | 100 ^{a)} | 100 ^{a)} |
| 2 Minuten | $6,059 \times 10^{-9}$ | $4,554 \times 10^{-9}$ | | |
| 5 Minuten | $2,432 \times 10^{-9}$ | $1,824 \times 10^{-9}$ | | |
| 10 Minuten | $1,218 \times 10^{-9}$ | $9,123 \times 10^{-10}$ | | |
| 30 Minuten | $4,062 \times 10^{-10}$ | $3,042 \times 10^{-10}$ | | |
| 1 Stunde | $2,032 \times 10^{-10}$ | $1,521 \times 10^{-10}$ | | |
| 2 Stunden | $1,016 \times 10^{-10}$ | $7,605 \times 10^{-11}$ | | |
| 4 Stunden | $5,080 \times 10^{-11}$ | $3,803 \times 10^{-11}$ | | |
| 8 Stunden | $2,540 \times 10^{-11}$ | $1,901 \times 10^{-11}$ | | |
| 16 Stunden | $1,270 \times 10^{-11}$ | $9,506 \times 10^{-12}$ | | |
| 1 Tag | $8,467 \times 10^{-12}$ | $6,338 \times 10^{-12}$ | | |
| 2 Tage | $4,234 \times 10^{-12}$ | $3,169 \times 10^{-12}$ | | |
| 5 Tage | $1,693 \times 10^{-12}$ | $1,268 \times 10^{-12}$ | | |
| 1 Woche | $1,210 \times 10^{-12}$ | $9,054 \times 10^{-13}$ | | |
| 2 Wochen | $6,048 \times 10^{-13}$ | $4,527 \times 10^{-13}$ | | |
| 1 Monat | $2,784 \times 10^{-13}$ | $2,084 \times 10^{-13}$ | | |
| 6 Monate | $4,639 \times 10^{-14}$ | $3,473 \times 10^{-14}$ | | |
| 12 Monate | $2,320 \times 10^{-14}$ | $1,736 \times 10^{-14}$ | | |

a) MTTF_d wird gemäß DIN EN ISO 13849-1:2008-12 auf 100 Jahre gekürzt.



24 Stunden Betriebszeit täglich

| Zykluszeit | PFH [1/h] | | MTTF _d [Jahre] | |
|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| | DC = 60 % | DC = 90 % | DC = 60 % | DC = 90 % |
| 1 Minute | $1,220 \times 10^{-8}$ | $7,721 \times 10^{-9}$ | 100 ^{a)} | 100 ^{a)} |
| 2 Minuten | $9,060 \times 10^{-9}$ | $6,825 \times 10^{-9}$ | | |
| 5 Minuten | $3,644 \times 10^{-9}$ | $2,735 \times 10^{-9}$ | | |
| 10 Minuten | $1,825 \times 10^{-9}$ | $1,368 \times 10^{-9}$ | | |
| 30 Minuten | $6,092 \times 10^{-10}$ | $4,562 \times 10^{-10}$ | | |
| 1 Stunde | $3,047 \times 10^{-10}$ | $2,281 \times 10^{-10}$ | | |
| 2 Stunden | $1,524 \times 10^{-10}$ | $1,141 \times 10^{-10}$ | | |
| 4 Stunden | $7,620 \times 10^{-11}$ | $5,704 \times 10^{-11}$ | | |
| 8 Stunden | $3,810 \times 10^{-11}$ | $2,852 \times 10^{-11}$ | | |
| 16 Stunden | $1,905 \times 10^{-11}$ | $1,426 \times 10^{-11}$ | | |
| 1 Tag | $1,270 \times 10^{-11}$ | $9,506 \times 10^{-12}$ | | |
| 2 Tage | $6,350 \times 10^{-12}$ | $4,753 \times 10^{-12}$ | | |
| 5 Tage | $2,540 \times 10^{-12}$ | $1,901 \times 10^{-12}$ | | |
| 1 Woche | $1,814 \times 10^{-12}$ | $1,358 \times 10^{-12}$ | | |
| 2 Wochen | $9,072 \times 10^{-13}$ | $6,790 \times 10^{-13}$ | | |
| 1 Monat | $4,176 \times 10^{-13}$ | $3,125 \times 10^{-13}$ | | |
| 6 Monate | $6,959 \times 10^{-14}$ | $5,209 \times 10^{-14}$ | | |
| 12 Monate | $3,480 \times 10^{-14}$ | $2,604 \times 10^{-14}$ | | |

a) MTTF_d wird gemäß DIN EN ISO 13849-1:2008-12 auf 100 Jahre gekürzt.

7.1.2 BG 3

16 Stunden Betriebszeit täglich

| Zykluszeit | PFH [1/h] | | MTTF _d [Jahre] | |
|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| | DC = 60 % | DC = 90 % | DC = 60 % | DC = 90 % |
| 1 Minute | $1,190 \times 10^{-8}$ | $7,642 \times 10^{-9}$ | 100 ^{a)} | 100 ^{a)} |
| 2 Minuten | $8,632 \times 10^{-9}$ | $6,501 \times 10^{-9}$ | | |
| 5 Minuten | $3,471 \times 10^{-9}$ | $2,605 \times 10^{-9}$ | | |
| 10 Minuten | $1,739 \times 10^{-9}$ | $1,303 \times 10^{-9}$ | | |
| 30 Minuten | $5,803 \times 10^{-10}$ | $4,345 \times 10^{-10}$ | | |
| 1 Stunde | $2,902 \times 10^{-10}$ | $2,173 \times 10^{-10}$ | | |
| 2 Stunden | $1,451 \times 10^{-10}$ | $1,086 \times 10^{-10}$ | | |
| 4 Stunden | $7,257 \times 10^{-11}$ | $5,432 \times 10^{-11}$ | | |
| 8 Stunden | $3,629 \times 10^{-11}$ | $2,716 \times 10^{-11}$ | | |
| 16 Stunden | $1,814 \times 10^{-11}$ | $1,358 \times 10^{-11}$ | | |
| 1 Tag | $1,210 \times 10^{-11}$ | $9,054 \times 10^{-12}$ | | |
| 2 Tage | $6,048 \times 10^{-12}$ | $4,527 \times 10^{-12}$ | | |
| 5 Tage | $2,419 \times 10^{-12}$ | $1,811 \times 10^{-12}$ | | |
| 1 Woche | $1,728 \times 10^{-12}$ | $1,293 \times 10^{-12}$ | | |
| 2 Wochen | $8,640 \times 10^{-13}$ | $6,467 \times 10^{-13}$ | | |
| 1 Monat | $3,977 \times 10^{-13}$ | $2,977 \times 10^{-13}$ | | |
| 6 Monate | $6,628 \times 10^{-14}$ | $4,961 \times 10^{-14}$ | | |
| 12 Monate | $3,314 \times 10^{-14}$ | $2,480 \times 10^{-14}$ | | |

a) MTTF_d wird gemäß DIN EN ISO 13849-1:2008-12 auf 100 Jahre gekürzt.



24 Stunden Betriebszeit täglich

| Zykluszeit | PFH [1/h] | | MTTF _d [Jahre] | |
|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| | DC = 60 % | DC = 90 % | DC = 60 % | DC = 90 % |
| 1 Minute | $1,480 \times 10^{-8}$ | $8,434 \times 10^{-9}$ | 100 ^{a)} | 100 ^{a)} |
| 2 Minuten | $1,044 \times 10^{-8}$ | $7,244 \times 10^{-9}$ | | |
| 5 Minuten | $5,198 \times 10^{-9}$ | $3,905 \times 10^{-9}$ | | |
| 10 Minuten | $2,606 \times 10^{-9}$ | $1,954 \times 10^{-9}$ | | |
| 30 Minuten | $8,701 \times 10^{-10}$ | $6,517 \times 10^{-10}$ | | |
| 1 Stunde | $4,353 \times 10^{-10}$ | $3,259 \times 10^{-10}$ | | |
| 2 Stunden | $2,177 \times 10^{-10}$ | $1,630 \times 10^{-10}$ | | |
| 4 Stunden | $1,088 \times 10^{-10}$ | $8,148 \times 10^{-11}$ | | |
| 8 Stunden | $5,443 \times 10^{-11}$ | $4,074 \times 10^{-11}$ | | |
| 16 Stunden | $2,721 \times 10^{-11}$ | $2,037 \times 10^{-11}$ | | |
| 1 Tag | $1,814 \times 10^{-11}$ | $1,358 \times 10^{-11}$ | | |
| 2 Tage | $9,072 \times 10^{-12}$ | $6,790 \times 10^{-12}$ | | |
| 5 Tage | $3,629 \times 10^{-12}$ | $2,716 \times 10^{-12}$ | | |
| 1 Woche | $2,592 \times 10^{-12}$ | $1,940 \times 10^{-12}$ | | |
| 2 Wochen | $1,296 \times 10^{-12}$ | $9,700 \times 10^{-13}$ | | |
| 1 Monat | $5,965 \times 10^{-13}$ | $4,465 \times 10^{-13}$ | | |
| 6 Monate | $9,942 \times 10^{-14}$ | $7,441 \times 10^{-14}$ | | |
| 12 Monate | $4,971 \times 10^{-14}$ | $3,721 \times 10^{-14}$ | | |

a) MTTF_d wird gemäß DIN EN ISO 13849-1:2008-12 auf 100 Jahre gekürzt.

7.2 CCF

Zur Vermeidung von Ausfällen aufgrund gemeinsamer Ursache wurden folgende Maßnahmen getroffen:

- Physikalische Trennung zwischen den Signalpfaden (15)
- Diversität (20)
- Schutz gegen Überspannung (15)
- Prüfungen der EMV-Störfestigkeit (25)
- Prüfungen gegenüber allen relevanten Umgebungsbedingungen (10)

Die Abschätzung dieser Maßnahmen ergab eine Punktezahl von 85. Dadurch sind die Mindestanforderungen erfüllt.

8 Glossar

B10d

Gibt die mittlere Anzahl von Schaltzyklen an, bis 10 % der beteiligten Komponenten/Bauteile gefährlich ausgefallen sind.

CCF – Common Cause Failures

Dt.: Ausfälle aufgrund gemeinsamer Ursache

Einflussgrößen, die sich auf mehrere Systeme gleichzeitig auswirken, z. B. Ausfälle verschiedener Komponenten aufgrund eines einzelnen Ereignisses, wobei diese Ausfälle nicht auf gegenseitiger Ursache beruhen.

DC_{avg} – average Diagnostic Coverage

Dt.: Durchschnittlicher Diagnosedeckungsgrad

Gibt die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit an, Fehler durch einen Test zu offenbaren.

MTTF, MTTF_d – Mean Time To (dangerous) Failure

Dt. Mittlere Betriebsdauer bis zum (gefährlichen) Ausfall, auch mittlere Lebensdauer

Statistische Kenngröße, die durch Versuche und Erfahrungswerte ermittelt wird. Gibt keine garantierte Lebensdauer oder garantiert ausfallfreie Zeit an.

PFH, PFH_d – Probability of a (dangerous) Failure per Hour

Dt: Wahrscheinlichkeit eines (gefahrbringenden) Ausfalls pro Stunde.

PL – Performance Level

Dt.: Leistungsgrad

Kennwert (gemäß EN ISO 13849) für die Zuverlässigkeit, mit der eine Steuerung eine Sicherheitsfunktion erfüllt.

SIL – Safety Integrity Level

Dt.: Integritätslevel – Sicherheit

Sicherheitskennzahl gemäß EN62061 bzw. EN61508.

Adressenverzeichnisse

Immer aktuell im Internet: www.stober.com (Kontakt)

- Technische Büros (TB) für Beratung und Vertrieb in Deutschland
- Weltweite Präsenz für Beratung und Vertrieb in über 25 Ländern
- Servicepartner Deutschland
- Service Network International
- **STÖBER Tochtergesellschaften:**

USA

STOBER DRIVES INC.
1781 Downing Drive
41056 Maysville
Fon +1 606 759 5090
sales@stober.com
www.stober.com

Schweiz

STÖBER SCHWEIZ AG
Rugghözli 2
5453 Remetschwil
Fon +41 56 496 96 50
sales@stoeber.ch
www.stoeber.ch

Italien

STÖBER TRASMISSIONI S. r. l.
Via Italo Calvino, 7 Palazzina D
20017 Rho (MI)
Fon +39 02 93909570
sales@stober.it
www.stober.it

Österreich

STÖBER ANTRIEBSTECHNIK
GmbH
Hauptstraße 41a
4663 Laakirchen
Fon +43 7613 7600-0
sales@stoeber.at
www.stoeber.at

Frankreich

STOBER S.a.r.l.
131, Chemin du Bac à Traille
Les Portes du Rhône
69300 Caluire-et-Cuire
Fon +33 4 78.98.91.80
sales@stober.fr
www.stober.fr

Südostasien

STOBER South East Asia
sales@stober.sg
www.stober.sg

Großbritannien

STOBER DRIVES LTD.
Centrix House
Upper Keys Business Village
Keys Park Road, Hednesford
Cannock | Staffordshire WS12 2HA
Fon +44 1543 458 858
sales@stober.co.uk
www.stober.co.uk

China

STOBER China
German Centre Beijing Unit 2010,
Landmark Tower 2 8 North
Dongsanhuan Road
Chaoyang District BEIJING 10004
Fon +86 10 6590 7391
sales@stoeber.cn
www.stoeber.cn

Japan

STOBER JAPAN K. K.
Elips Building 4F, 6 chome 15-8,
Hon-komagome, Bunkyo-ku
113-0021 Tokyo
Fon +81 3 5395 6788
sales@stober.co.jp
www.stober.co.jp

Türkei

STOBER Turkey
Istanbul
Fon +90 212 338 8014
sales-turkey@stober.com
www.stober.com

Taiwan

STOBER Branch Office Taiwan
sales@stober.tw
www.stober.tw



STÖBER



STÖBER ANTRIEBSTECHNIK GmbH & Co. KG

Kieselbronner Str. 12
75177 PFORZHEIM
GERMANY
Fon +49 7231 582-0
mail@stoerber.de

24 h Service Hotline +49 7231 5823000

www.stoerber.com

Technische Änderungen vorbehalten
Errors and changes excepted
ID 442180.07
10/2017



4 4 2 1 8 0 . 0 7