



BU 0235 – de

Funktionale Sicherheit

Zusatzanleitung für Baureihe SK 250E-FDS

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Allgemeines	4
1.1.1	Dokumentation	4
1.1.2	Dokumenthistorie.....	4
1.1.3	Zu diesem Handbuch	5
1.2	Mitgeltende Dokumente	5
1.3	Darstellungskonventionen.....	5
1.3.1	Warnhinweise	5
1.3.2	Andere Hinweise	5
2	Sicherheits-, Installations- und Anwendungshinweise	6
3	Funktionsbeschreibung	9
3.1	Sichere Abschaltwege.....	10
3.1.1	Sichere Pulssperre	10
3.2	Digitaleingänge (DIN1 / DIN4).....	11
3.3	Sicherheitsfunktionen.....	12
3.3.1	Sicher abgeschaltetes Moment, STO	12
3.3.2	Sicherer Stopp1, SS1	12
3.4	Beispiele / Realisierung.....	13
3.4.1	Funktion STO	13
3.4.2	Funktion SS1	15
3.4.3	Einfache Wiederanlaufsperrre	17
3.4.4	Beispiel ohne sicheren Abschaltweg	18
3.4.5	Fehlerausschluss für die Verdrahtung	19
4	Montage und Installation	21
4.1	Einbau und Montage	21
4.2	Elektrischer Anschluss	21
4.2.1	Verdrahtungsrichtlinien.....	21
4.2.2	Netzanschluss	21
4.2.3	Anschluss Steuerleitungen	22
4.2.3.1	Ansteuerungsebene	22
4.2.3.2	Konfiguration der Optionsplätze der Ansteuerungsebene	23
4.2.3.3	Details Steueranschlüsse	24
4.3	Details sichere Abschaltwege	25
4.3.1	Sicherer Abschaltweg - Sichere Pulssperre	25
4.3.1.1	Betrieb am OSSD	25
4.3.1.2	EMV	25
4.3.1.3	Beispiel – Mehrgerätebetrieb	26
5	Inbetriebnahme	27
5.1	Inbetriebnahmeschritte STO	28
5.2	Inbetriebnahmeschritte SS1.....	28
5.3	Validierung	29
6	Parameter	30
6.1	Parameterbeschreibung.....	30
6.1.1	Steuerklemmen	31
6.1.2	Zusatzparameter	33
7	Meldungen zum Betriebszustand	34
8	Zusatzinformationen	36
8.1	Sicherheitsschaltgeräte.....	36
8.1.1	Ausgangsspannung.....	36
8.1.2	Schaltvermögen und Strombelastung.....	36
8.1.3	OSSD-Ausgänge, Testpulse.....	37
8.2	Sicherheitseinstufungen.....	38
8.2.1	IEC 60204-1:2005	38
8.2.2	IEC 61800-5-2:2007	38
8.2.3	IEC 61508:2010.....	38
8.2.4	ISO 13849-1:2015	39

9	Technische Daten.....	40
9.1	Daten der sicheren Pulssperre.....	41
9.2	Daten der Digitaleingänge.....	42
10	Anhang.....	43
10.1	Reparaturhinweise	43
10.2	Service- und Inbetriebnahmehinweise	44
10.3	Dokumente und Software.....	44
10.4	Zertifikate	44
10.5	Abkürzungen.....	45

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

1.1.1 Dokumentation

Bezeichnung:	BU 0235
Materialnummer:	6072351
Reihe:	Funktionale Sicherheit für Frequenzumrichter der Baureihe
	NORDAC Link (SK 250E ... SK 280E)
Geltungsbereich:	SK 260E-FDS, SK 280E-FDS

1.1.2 Dokumenthistorie

Ausgabe	Version	Bemerkungen
Bestellnummer	Software	
BU 0235 , März 2017 6072351/ 1217	V 1.1 R1	Erste Ausgabe
BU 0235 , Juli 2017 6072351/ 2917	V 1.1 R2	Ergänzung Link zum TÜV - Zertifikat für Frequenzumrichter mit „sicheren Abschaltwegen“

1.1.3 Zu diesem Handbuch

Dieses Handbuch soll Ihnen bei der Inbetriebnahme einer „sicheren Stopp“ Funktion (STO bzw. SS1) mit einem Frequenzumrichter der Getriebebau NORD GmbH & Co. KG (kurz NORD) helfen. Es richtet sich an Elektrofachkräfte, die eine entsprechende Antriebslösung planen, projektieren, installieren und einrichten (☞ Abschnitt 2 "Sicherheits-, Installations- und Anwendungshinweise"). Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen setzen voraus, dass die mit der Arbeit betrauten Elektrofachkräfte mit dem Umgang mit elektronischer Antriebstechnik, insbesondere den Geräten aus dem Hause NORD, vertraut sind.

Dieses Handbuch enthält ausschließlich Informationen und Beschreibungen zur Funktionalen Sicherheit und die für die Funktionale Sicherheit relevanten Zusatzinformationen zum Frequenzumrichter der Getriebebau NORD GmbH & Co. KG.

1.2 Mitgeltende Dokumente

Dieses Handbuch ist nur zusammen mit der Betriebsanleitung des eingesetzten Gerätes gültig. Nur gemeinsam mit diesem Dokument stehen alle für eine sichere Inbetriebnahme der Antriebsaufgabe erforderlichen Informationen zur Verfügung. Eine Liste der Dokumente finden Sie im ☞ Abschnitt 10.3 "Dokumente und Software".

Die erforderlichen Dokumente finden Sie unter www.nord.com.

1.3 Darstellungskonventionen

1.3.1 Warnhinweise

Warnhinweise für die Sicherheit der Benutzer und der Busschnittstellen sind wie folgt gekennzeichnet:

 **GEFAHR**

Dieser Warnhinweis warnt vor Personengefährdungen, die zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

 **WARNUNG**

Dieser Warnhinweis warnt vor Personengefährdungen, die zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen können.

 **VORSICHT**

Dieser Warnhinweis warnt vor Personengefährdungen, die zu leichten bis mittelschweren Verletzungen führen können.

ACHTUNG

Dieser Warnhinweis warnt vor Sachschäden.

1.3.2 Andere Hinweise

 **Information**

Dieser Hinweis zeigt Tipps und wichtige Informationen.

2 Sicherheits-, Installations- und Anwendungshinweise

Bevor Sie am oder mit dem Gerät arbeiten, lesen Sie nachfolgende Sicherheitshinweise besonders aufmerksam durch. Beachten Sie alle weiterführenden Informationen aus dem Handbuch des Gerätes.

Nichtbeachtung kann schwere oder tödliche Verletzungen und Schäden am Gerät oder dessen Umfeld zur Folge haben.

Diese Sicherheitshinweise sind aufzubewahren!

1. Allgemein

Während des Betriebes können die Geräte ihrer Schutzart entsprechend spannungsführende, blanke Teile, sowie heiße Oberflächen besitzen.

Das Gerät wird mit gefährlicher Spannung betrieben. An allen Anschlussklemmen (u.a. Netzeingang, Motoranschluss), an Zuleitungen, Kontaktleisten und Leiterkarten kann gefährliche Spannung anliegen, selbst wenn das Gerät außer Betrieb ist oder der Motor nicht dreht (z. B. durch Elektroniksperrle, blockierten Antrieb oder Kurzschluss an den Ausgangsklemmen).

Das Gerät ist nicht mit einem Netzhauptschalter ausgestattet und steht somit, wenn es an Netzspannung angeschlossen ist, immer unter Spannung.

Auch bei netzseitig spannungsfrei geschaltetem Antrieb kann sich ein angeschlossener Motor drehen und möglicher Weise eine gefährliche Spannung generieren.

Bei Berührung solcher gefährlichen Spannungen besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages der zu schweren oder tödlichen Personenschäden führen kann.

Bei unzulässigem Entfernen der erforderlichen Abdeckung, bei unsachgemäßem Einsatz, bei falscher Installation oder Bedienung, besteht die Gefahr von schweren Personen- oder Sachschäden.

Der Kühlkörper und alle anderen metallischen Teile können sich auf Temperaturen größer 70°C aufwärmen.

Eine Berührung solcher Teile kann lokale Verbrennung an den betreffenden Körperteilen zur Folge haben (Abkühlzeiten und Abstand zu benachbarten Bauteilen einhalten).

Weitere Informationen sind der Dokumentation zu entnehmen.

Alle Arbeiten zum Transport, zur Installation und Inbetriebnahme sowie zur Instandhaltung sind von qualifiziertem Fachpersonal auszuführen (IEC 364 bzw. CENELEC HD 384 oder DIN VDE 0100 und IEC 664 oder DIN VDE 0110 und nationale Unfallverhütungsvorschriften beachten).

2. Qualifiziertes Fachpersonal

Qualifiziertes Fachpersonal im Sinne dieser grundsätzlichen Sicherheitshinweise sind Personen, die mit Aufstellung, Montage, Inbetriebsetzung und Betrieb des Produktes vertraut sind und über die ihrer Tätigkeit entsprechenden Qualifikationen verfügen.

Ferner darf das Gerät bzw. das damit in Zusammenhang stehend Zubehör nur von qualifizierten Elektrofachkräften installiert und in Betrieb genommen werden. Eine Elektrofachkraft ist eine Person, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse besitzt hinsichtlich

- des Einschaltens, Abschaltens, Freischaltens, Erdens und Kennzeichnens von Stromkreisen und Geräten,
- der ordnungsgemäßen Wartung und Anwendung von Schutzeinrichtungen entsprechend festgelegter Sicherheitsstandards.

3. Bestimmungsgemäße Verwendung – allgemein

Die Frequenzumrichter sind Geräte für industrielle und gewerbliche Anlagen zum Betreiben von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Kurzschlussläufer und Permanent Magnet Synchron Motoren - PMSM. Diese Motoren müssen zum Betrieb an Frequenzumrichtern geeignet sein, andere Lasten dürfen nicht an die Geräte angeschlossen werden.

Die Geräte sind Komponenten, die zum Einbau in elektrische Anlagen oder Maschinen bestimmt sind.

Die technischen Daten sowie die Angaben zu Anschlussbedingungen sind dem Leistungsschild und der Dokumentation zu entnehmen und unbedingt einzuhalten.

Die Geräte dürfen nur Sicherheitsfunktionen übernehmen, die beschrieben und ausdrücklich zugelassen sind.

CE- gekennzeichnete Geräte erfüllen die Anforderungen der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU. Es werden die in der Konformitätserklärung genannten harmonisierten Normen für die Geräte angewendet.

a. Ergänzung: Bestimmungsgemäße Verwendung innerhalb der Europäischen Union

Bei Einbau in Maschinen ist die Inbetriebnahme der Geräte (d. h. die Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebes) solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine den Bestimmungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie) entspricht; EN 60204 ist zu beachten.

Die Inbetriebnahme (d.h. die Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebes) ist nur bei Einhaltung der EMV-Richtlinie 2014/30/EU erlaubt.

b. Ergänzung: Bestimmungsgemäße Verwendung außerhalb der Europäischen Union

Für den Einbau und die Inbetriebnahme des Gerätes sind die örtlichen Bestimmungen des Betreibers, am Betriebsort einzuhalten (vergleiche auch „a) Ergänzung: Bestimmungsgemäße Verwendung innerhalb der Europäischen Union“).

4. Transport, Einlagerung

Die Hinweise aus dem Handbuch für Transport, Lagerung und sachgemäße Handhabung sind zu beachten.

5. Aufstellung

Stellen Sie sicher, dass das Gerät und der Motor für die richtige Anschlussspannung spezifiziert sind.

Die Aufstellung und Kühlung der Geräte muss entsprechend den Vorschriften der zugehörigen Dokumentation erfolgen

Die Geräte sind vor unzulässiger Beanspruchung zu schützen. Insbesondere dürfen bei Transport und Handhabung keine Bauelemente verbogen und/oder Isolationsabstände verändert werden. Die Berührung elektronischer Bauelemente und Kontakte ist zu vermeiden.

Die Geräte enthalten elektrostatisch gefährdete Bauelemente, die leicht durch unsachgemäße Behandlung beschädigt werden können. Elektrische Komponenten dürfen nicht mechanisch beschädigt oder zerstört werden (unter Umständen Gesundheitsgefährdung!).

6. Elektrischer Anschluss

Installationen und Arbeiten nur bei spannungsfrei geschaltetem Gerät durchführen und Wartezeit von mindestens 5 Minuten nach dem netzseitigen Abschalten beachten! (Das Gerät kann nach dem netzseitigen Abschalten bis zu 5 Minuten gefährliche Spannung führen).

Bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Geräten sind die geltenden nationalen Unfallverhütungsvorschriften (z. B. BGV A3, vorherige VBG 4) zu beachten.

Die elektrische Installation ist nach den einschlägigen Vorschriften durchzuführen (z. B. Leitungsquerschnitte, Absicherungen, Schutzleiteranbindung). Darüber hinausgehende Hinweise sind in der Dokumentation enthalten.

Hinweise für die EMV-gerechte Installation, wie Schirmung, Erdung, Anordnung von Filtern und Verlegung der Leitungen, befinden sich in der Dokumentation der Geräte. Diese Hinweise sind auch bei CE-gekennzeichneten Geräten stets zu beachten. Die Einhaltung der durch die EMV-Gesetzgebung geforderten Grenzwerte liegt in der Verantwortung des Herstellers der Anlage oder Maschine.

Eine ungenügende Erdung kann im Fehlerfall bei Berührung des Gerätes zu einem elektrischen Schlag mit möglicher Weise tödlichen Folgen führen.

Daher ist das Gerät nur für einen festen Anschluss bestimmt und darf nur mit wirksamen Erdungsverbindungen betrieben werden, die den örtlichen Vorschriften für große Ableitströme (> 3,5 mA) entsprechen.

Die Spannungsversorgung des Gerätes kann dieses direkt oder indirekt in Betrieb setzen bzw. bei Berührung elektrisch leitender Teile zu einem elektrischen Schlag mit möglicher Weise tödlichen Folgen führen.

Alle Leistungsanschlüsse (z. B. Spannungsversorgung) immer allpolig trennen.

7. Betrieb

Keine defekten Geräte oder Geräte mit defektem oder beschädigtem Gehäuse oder fehlenden Abdeckungen verwenden. Anderenfalls besteht die Gefahr von schweren oder tödlichen Verletzungen durch elektrischen Schlag oder durch das Bersten elektrischer Bauteile, wie z. B. leistungsstarker Elektrolytkondensatoren.

Anlagen, in die die Geräte eingebaut sind, müssen ggf. mit zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen gemäß den jeweils gültigen Sicherheitsbestimmungen (z. B. Gesetz über technische Arbeitsmittel, Unfallverhütungsvorschriften usw.) ausgerüstet werden.

Die Parametrierung und Konfiguration der Geräte ist so zu wählen, dass hieraus keine Gefahren entstehen.

Während des Betriebes sind alle Abdeckungen geschlossen zu halten.

Unter bestimmten Einstellbedingungen kann das Gerät bzw. ein an ihm angeschlossener Motor nach dem netzseitigen Einschalten automatisch anlaufen. Eine damit angetriebene Maschine (Presse / Kettenzug / Walze / Ventilator etc.) kann so einen unerwarteten Bewegungsvorgang einleiten. In deren Folge sind verschiedenste Verletzungen auch an Dritten möglich.

Vor dem Netzeinschalten den Gefahrenbereich durch Warnung und Entfernung aller Personen aus dem Gefahrenbereich sichern!

8. Wartung und Instandhaltung

Nach dem Trennen der Geräte von der Versorgungsspannung dürfen spannungsführende Geräteteile und Leistungsanschlüsse wegen möglicherweise aufgeladener Kondensatoren nicht sofort berührt werden. Hierzu sind die entsprechenden Hinweisschilder auf dem Gerät zu beachten.

Weitere Informationen sind der Dokumentation zu entnehmen.

9. Explosionsgefährdete Umgebung (ATEX)

Das Gerät ist nicht für den Betrieb oder Montagearbeiten in explosionsgefährdeter Umgebung (ATEX) zugelassen.

3 Funktionsbeschreibung

Um Gefährdung von Menschen und Beschädigung von Material zu verhindern, ist es nötig Maschinen sicher abschalten zu können. Die in diesem Dokument benannten Frequenzumrichter stellen hierfür sichere Abschaltwege bereit.

Die nachfolgende grundsätzliche Erklärung der Funktionsweise des Frequenzumrichters dient einem besseren Verständnis der Wirkungsweise der Abschaltwege:

Die Netzspannungen werden gleichgerichtet und die so entstandene DC-Zwischenkreisspannung wird nach den Erfordernissen des Betriebszustandes des Motors (Frequenz und Spannung) wieder wechselgerichtet.

Die Halbleiterschalter des Wechselrichters (T1 bis T6) werden mit einem sehr komplexen Pulsmuster angesteuert. Dieses Pulsmuster wird von dem Mikrokontroller (μC) erzeugt und vom Treiber verstärkt. Der Treiber übernimmt dabei die Umsetzung der Logik-Signale auf die Steuerspannungen der Halbleiterschalter. Die Halbleiterschalter werden durch die Steuerspannung geschaltet und das Pulsmuster wird in verstärkter Form an die Motorklemmen angelegt. Aufgrund der Tiefpasswirkung des Motors entsteht aus der pulsförmigen Spannung, einer dreiphasigen pulswertenmodulierten Sinusspannung, ein Drehstromsystem. Der Motor entwickelt ein Drehmoment.

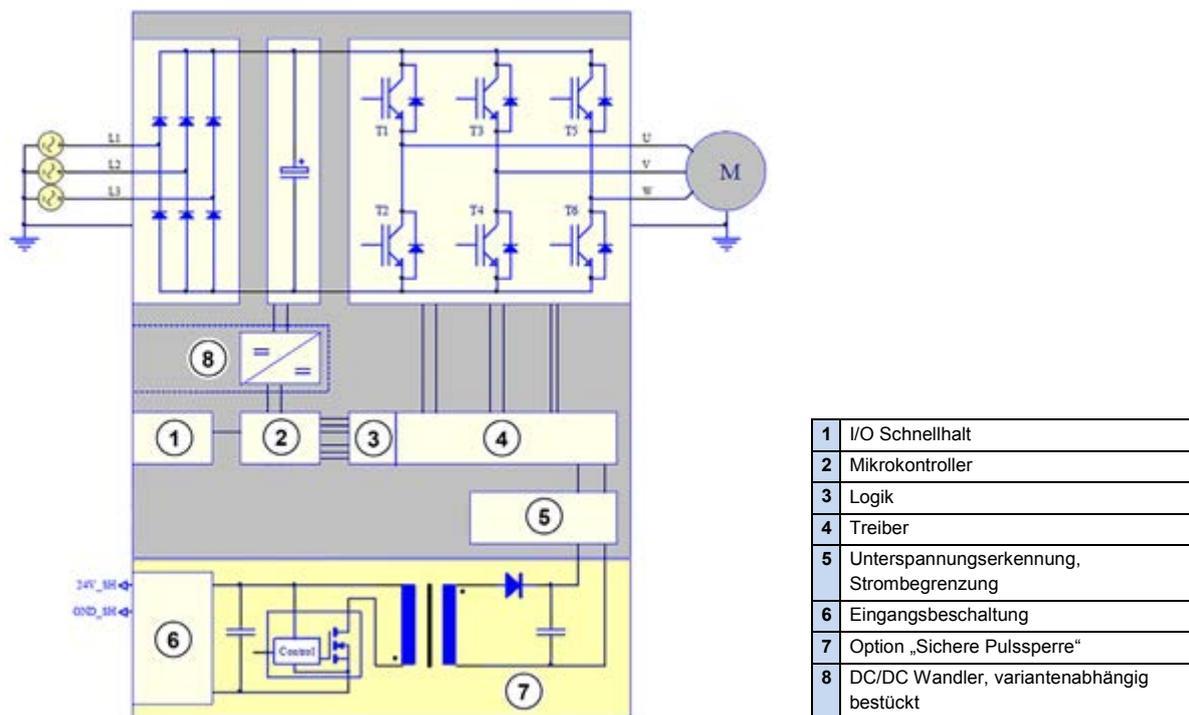


Abbildung 1: Aufbau sichere Pulssperre

Durch Verwendung und Kombination von sicheren Abschaltwegen und Digitaleingängen (DIN1 / DIN4) lassen sich die sicherheitsbezogenen Stoppfunktionen STO und SS1 mit unterschiedlichen Sicherheits- und Performanceleveln sowie eine einfache Wiederanlaufsperr realisieren.

3.1 Sichere Abschaltwege

Mit einem sicheren Abschaltweg wird das Moment abgeschaltet und eine Stopp-Funktion ausgeführt. Da diese gegenüber anderen Steuerfunktionen Vorrang hat, ist diese Stopp-Funktion für das Stillsetzen im Notfall geeignet. Diese Funktion wird „sicher abgeschaltetes Moment“ oder abgekürzt STO (engl.: safe torque off) genannt.

Die sichere Abschaltung des Drehmoments gemäß der Sicherheitsfunktion STO setzt die Unterbrechung des Stromflusses im Motor voraus.

Hierfür stehen folgende Abschaltwege zu Verfügung:

- „Sichere Pulssperre“

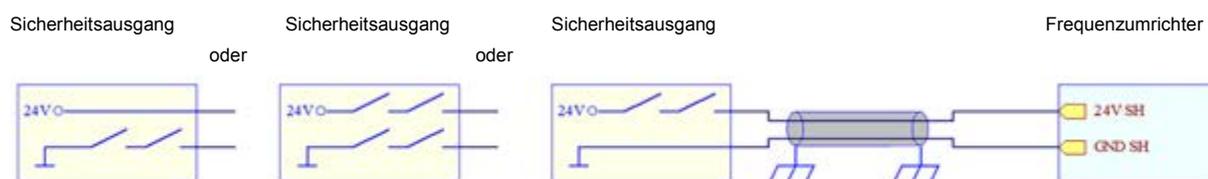
Es ist ebenso möglich, den Motor zunächst gesteuert still zu setzen und anschließend das Moment abzuschalten. Diese Funktion wird „sicherer Stopp 1“ oder abgekürzt SS1 (engl.: safe stop 1) genannt.

3.1.1 Sichere Pulssperre

Die Geräte, die mit der „sicheren Pulssperre“ ausgerüstet sind, besitzen einen zusätzlichen DC/DC-Wandler, welcher aus einer 24 V Spannung (Kontakte **24V_SH**, **GND_SH**) die Versorgungsspannung für die Treiber erzeugt.

Wird diese 24 V Spannung abgeschaltet, so überträgt der DC/DC-Wandler keine Energie zu den Treibern. Da nun die Treiber nicht versorgt werden, gelangen keine Steuerpulse an die Halbleiterschalter (T1 bis T6) des Wechselrichters. Der Stromfluss in den Halbleiterschaltern und im Motor wird unterbrochen. D.h. der Motor entwickelt nach einer gewissen Reaktionszeit der Elektronik und nach der Abklingzeit des Motorstromes kein antreibendes Moment.

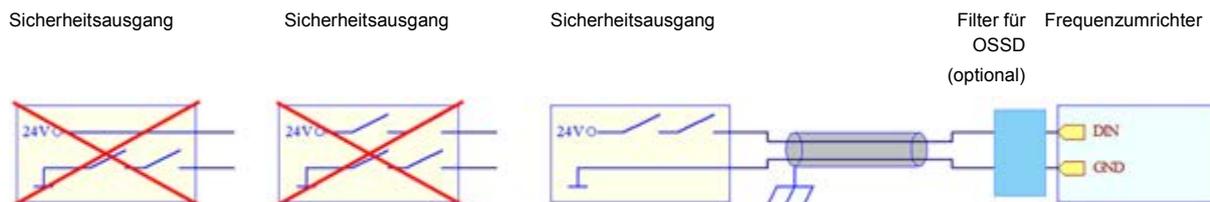
Das Abschalten der 24 V Spannung über die Kontakte 24V_SH und GND_SH hat mit einer sicherheitsgerichteten Schalteinrichtung zu erfolgen. Hierzu kann sowohl der Anschluss des Kontaktes **24V_SH** als auch der des Kontaktes **GND_SH** von der 24 V Spannungsquelle getrennt werden. Vorzugsweise wird der Anschluss des Kontaktes **24V_SH** getrennt.



3.2 Digitaleingänge (DIN1 / DIN4)

Zur Realisierung einer Sicherheitsfunktion können die Digitaleingänge (DIN1 / DIN4) als Hilfeingänge, z.B. zum Auslösen eines Bremsvorganges, verwendet werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Digitaleingänge nur geringen Sicherheitsanforderungen genügen. Es wird immer ein sicherer Abschaltweg benötigt!

Die Digitaleingänge, weitere I/O und die 24 V Versorgung verfügen über einen gemeinsamen Ground. D. h. ein Digitaleingang darf nur über das Auftrennen seines Anschlusses abgeschaltet werden. Das **Abschalten über GND ist nicht möglich!**



Ein Filter beim Betrieb an einem OSSD (Output Signal Switching Device) wird nur in einem stark gestörten Umfeld benötigt.

Wenn nur geringe Anforderungen an die funktionale Sicherheit gestellt werden, kann die Sicherheitsfunktion auch mit den Digitaleingängen realisiert werden. Es wird empfohlen dies nur in Erwägung zu ziehen, wenn die Risikoanalyse ergeben hat, dass beim Ausfall der Sicherheitsfunktion nur leichte (üblicherweise reversible) Verletzungen auftreten können (📖 Abschnitt 8.2). Im Zweifel sollte immer der sichere Abschaltweg verwendet werden.

⚠️ WARNUNG

Verlust der Sicherheitsfunktion

Der Digitaleingang **DIN4** kann **wahlweise** über **M1** oder **M2** angeschlossen werden.

Ein **paralleler Anschluss** von **DIN4** auf **M1** und **M2** mit verschiedenen Sensorsignalen bzw. aus verschiedenen Signalquellen **führt zum Verlust der Sicherheitsfunktion**, da technisch bedingt eine Überlagerung der Signale nicht auszuschließen ist. Ein paralleler Anschluss ist somit nicht zulässig.

3.3 Sicherheitsfunktionen



WARNUNG

Versagen einer mechanischen Bremse

Die Ansteuerung einer mechanischen Bremse über den Frequenzumrichter erfolgt nicht sicherheitsgerichtet!

Die Auslösung der Funktion „STO“ führt dazu, dass eine vom Frequenzumrichter angesteuerte mechanische Bremse einfällt. Die Bremse übernimmt die gesamte Last des Antriebs mit all seinen rotierenden Massen und versucht ihn stillzusetzen.

Eine Bremse, die nicht für solch einen Fall ausgelegt ist (z.B. Haltebremse) kann dabei beschädigt werden und versagen. In dessen Folge sind mglw. schwere bzw. tödliche Verletzungen bzw. Beschädigungen an der Anlage durch z.B. herunterfallende Lasten (Hubwerk) möglich.

Daher ist bei Verwendung einer Bremse

- diese als Betriebsbremse auszulegen oder
- sicherzustellen, dass der Antrieb stillgesetzt wird, bevor die Funktion „STO“ aktiviert wird.

3.3.1 Sicher abgeschaltetes Moment, STO

Bei der Funktion STO wird das antreibende Moment schnellst möglich (siehe technische Daten → Reaktionszeit) abgeschaltet und der Antrieb (Motor mit Arbeitsmaschine) trudelt aus. Dieses Verhalten entspricht der Stoppkategorie 0 (ungesteuertes Bremsen) nach EN 60204-1. Es vergeht somit eine undefinierte Zeit bis der Antrieb keine gefährliche Bewegung mehr ausführt und der sichere Zustand erreicht wird. Eine Überwachung, ob bzw. wann der Antrieb den sicheren Zustand erreicht, ist im Frequenzumrichter nicht integriert.

Je nach der verwendeten Schaltvorrichtung und der Nutzung der sicheren Abschaltwege ist die Funktion STO mit der Sicherheitskategorie 4 gemäß DIN EN ISO 13849-1 realisierbar.

3.3.2 Sicherer Stopp1, SS1

Bei der Funktion SS1 wird der Motor zunächst durch den Frequenzumrichter gebremst. Nach dem Stillsetzen wird in die Funktion STO gewechselt. Dieses Verhalten entspricht der Stoppkategorie 1 (gesteuertes Bremsen) nach IEC 60204-1. Der Wechsel in die Funktion STO kann überwacht nach dem Erreichen des Stillstands oder über ein sicherheitsgerichtetes Zeitrelais (verzögerter Ausgang eines Sicherheitsschaltgerätes) erfolgen.



Information

Gesteuertes Bremsen

Das gesteuerte Bremsen wird über einen Digitaleingang ausgelöst und genügt damit nur geringen Sicherheitsanforderungen!

Beim Versagen des gesteuerten Bremsen wird in die Funktion STO gewechselt!

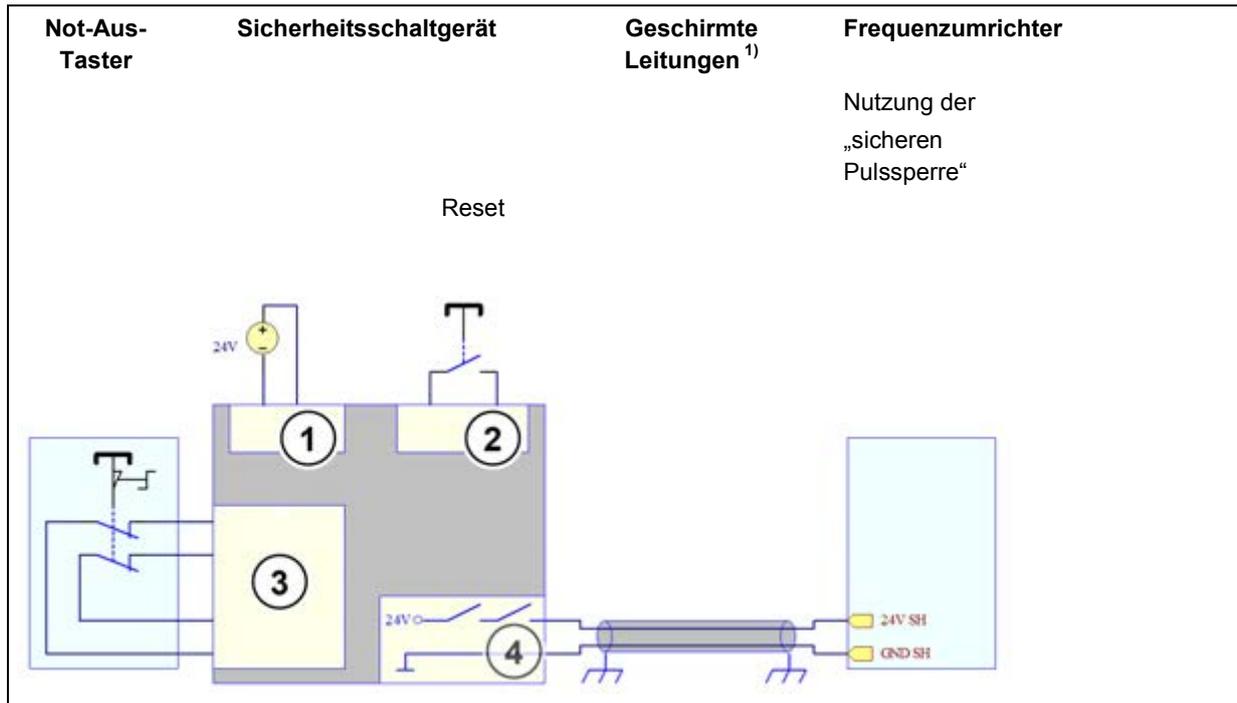
Ggf. ist der Bremsvorgang zu überwachen!

3.4 Beispiele / Realisierung

Im Folgenden werden beispielhaft einige Lösungen für die Sicherheitsfunktionen STO und SS1 gezeigt.

3.4.1 Funktion STO

Die Realisierung einer Sicherheitsfunktion erfordert üblicher Weise die Verwendung eines Sicherheitsschaltgerätes. Die Sicherheitskategorie der Funktion wird dabei durch die Komponente mit der kleinsten Kategorie bestimmt.



1) Geschirmte Leitungen für den Fehlerausschluss nach DIN EN ISO 13849-2

1	Versorgungsspannung
2	Reset – Kreis
3	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
4	Sicherheitsausgang

In diesem Beispiel kann die Sicherheitskategorie 4 nach DIN EN ISO 13849-1 erreicht werden! Voraussetzung hierfür ist, dass der Not-Aus Taster, das Sicherheitsschaltgerät und die Verdrahtung die Anforderungen an die Kategorie 4 erfüllen. Dies kann zum Beispiel wie folgt erreicht werden:

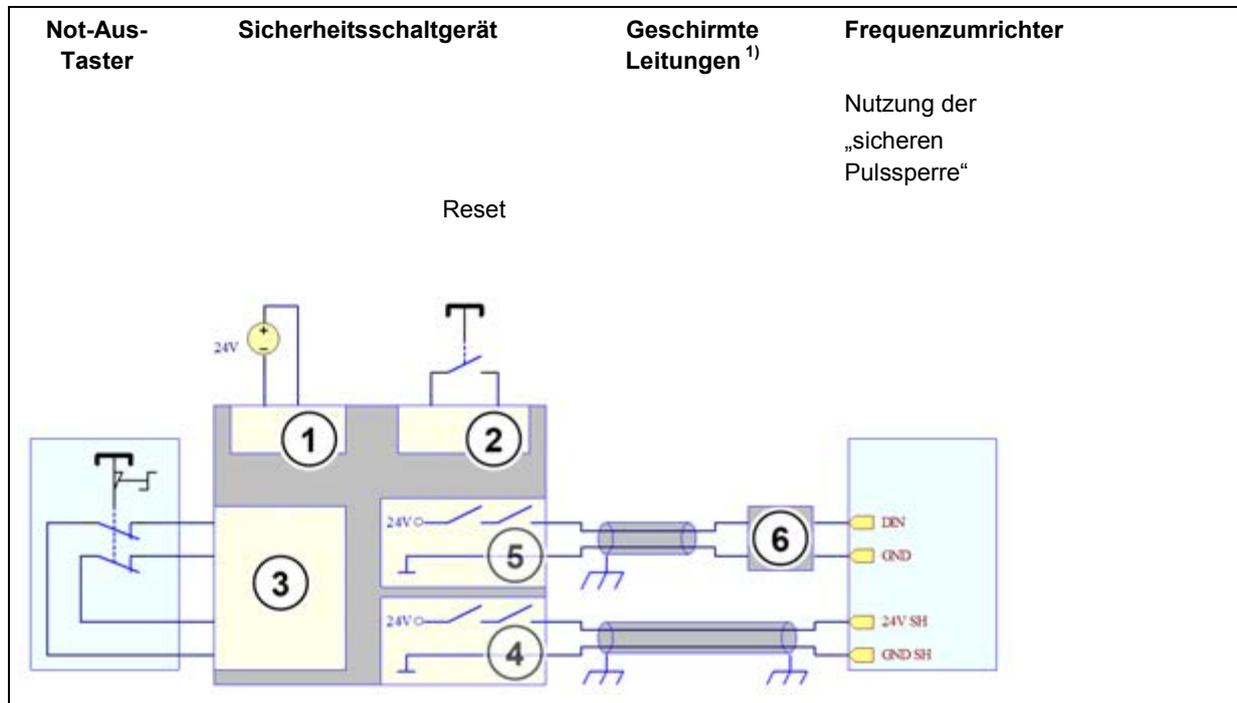
- Redundantes Sicherheitsschaltgerät mit Selbstüberwachung
- Zweikanaliger Eingangskreis Querschlusserkennung (und entsprechenden Not-Aus Taster)
- Sicherheitsausgang mit periodischen Abschalttests (OSSD)
- Fehlerausschluss nach DIN EN ISO 13849-2 für die Verdrahtung zwischen Schaltgerät und den Eingangsklemmen des verwendeten sicheren Abschaltweges durch die Verwendung einer geschirmten Leitung und gemäß Grafik aufgelegtem Schirm.

Wird die „sichere Pulssperre“ bei einem freigegeben Frequenzumrichter ausgelöst, führt dies zum Fehlerereignis **E018** (18.0 „Sicherheitskreis“).

Um dies zu verhindern, kann ein Digitaleingang (**DIN1 / DIN4**) mit der Funktion „10“ („Spannung sperren“) parametrisiert werden.

Durch die zusätzliche Verwendung eines Digitaleingangs kann die typische Reaktionszeit verkürzt werden. Zur Ansteuerung des Digitaleingangs wird ein zweiter Sicherheitsausgang benötigt.

Insbesondere wenn das Schaltgerät seine Sicherheitsausgänge nur im Ablauf eines Freigabezyklus überprüft, wie dies bei einigen elektromechanischen Schaltgeräten der Fall ist, ist diese Lösung vorzuziehen. Je nach den Sicherheitsanforderungen ist ein geeignetes Prüfintervall festzulegen.



1) Geschirmte Leitungen für den Fehlerausschluss nach DIN EN ISO 13849-2

1	Versorgungsspannung
2	Reset – Kreis
3	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
4	Sicherheitsausgang 1
5	Sicherheitsausgang 2
6	Filter für OSSD (optional) – nur in stark gestörtem Umfeld erforderlich

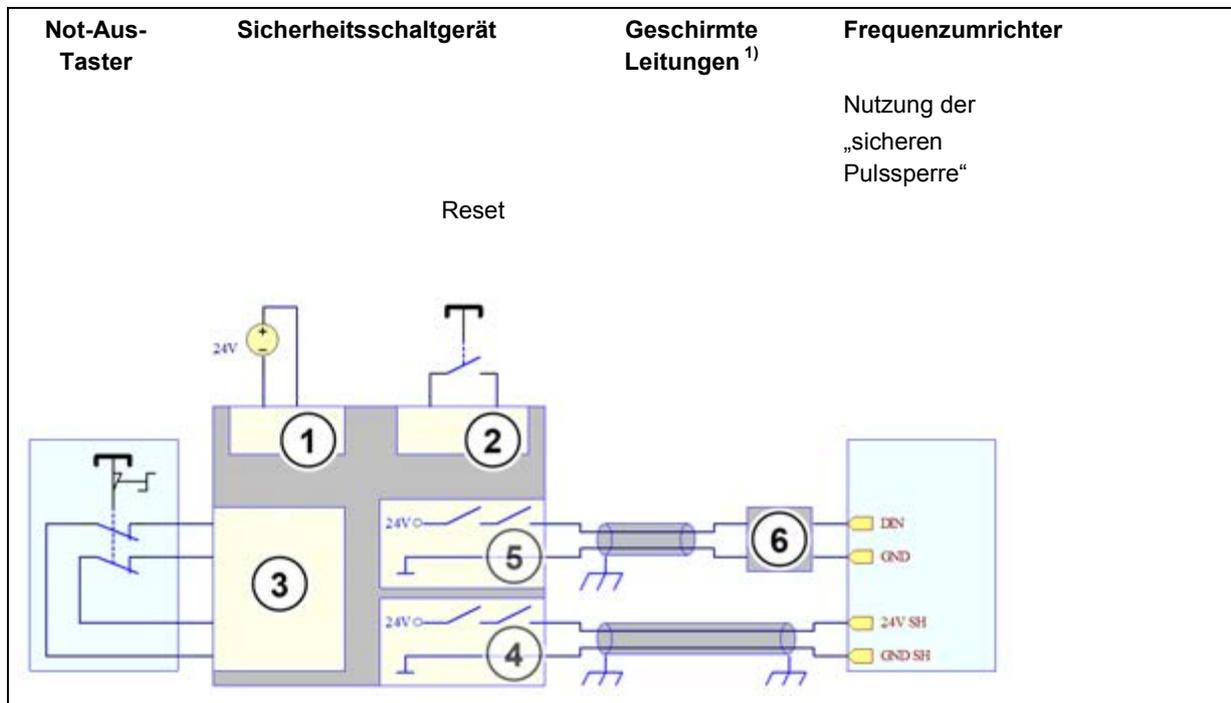
Für den Anschluss jedes Sicherheitsausganges ist ein **eigenes abgeschirmtes Kabel** zu verwenden! Bei der Verwendung eines Sicherheitsschaltgerätes mit querschlussüberwachten OSSD-Ausgängen können die Leitungen beider Sicherheitsausgänge jedoch auch in einem gemeinsamen geschirmten Kabel geführt werden.

Die Anforderungen an die Sicherheitskategorie 4 werden nur durch die „sichere Pulssperre“ erfüllt. Die **Digitaleingänge (DIN1 / DIN4)** erreichen nur die **Sicherheitskategorie 1 und PL c** (Performance Level c).

In der Zeitspanne zwischen dem Aktivieren der Sicherheitsfunktion über einen Digitaleingang und dem Aktivieren des STOs über die Anschlüsse „24 V SH“ und „GND SH“ kann der Frequenzumrichter ebenfalls nur die Sicherheitskategorie 1 und PL c erfüllen.

3.4.2 Funktion SS1

Zur Realisierung der Funktion SS1 wird immer ein Digitaleingang benötigt. Mit diesem Digitaleingang wird ein vom Frequenzumrichter auszuführender Bremsvorgang eingeleitet. Der verwendete Digitaleingang wird hierzu auf die Funktion „11“ (Schnellhalt) parametrieret.



1) Geschirmte Leitungen für den Fehlerrückmeldung nach DIN EN ISO 13849-2

1	Versorgungsspannung
2	Reset – Kreis
3	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
4	Sicherheitsausgang 1 (verzögert)
5	Sicherheitsausgang 2
6	Filter für OSSD (optional) – nur in stark gestörtem Umfeld erforderlich

Die Betätigung des Not-Aus Tasters (Anforderung der Sicherheitsfunktion) führt zunächst zur Auslösung eines gesteuerten Bremsvorganges über einen Digitaleingang „DIN“. Dabei muss gewährleistet sein, dass der Antrieb in der parametrieren Schnellhaltzeit **P426** stillgesetzt wird. Nach Ablauf einer vom Sicherheitsschaltgerät gesteuerten Verzögerungszeit wird STO ausgelöst. Die Verzögerungszeit ist so zu bemessen, dass die Verzögerung größer ist als die Schnellhaltzeit plus der DC-Nachlaufzeit **P559**. Die Verzögerungszeit muss dabei sicherheitsgerichtet gebildet werden.

Nach Ablauf der oben genannten, im Sicherheitsschaltgerät eingestellten Verzögerungszeit wechselt der Frequenzumrichter in jedem Fall in die Funktion **STO**. Dies gilt auch bei einem Versagen des gesteuerten Bremsens.

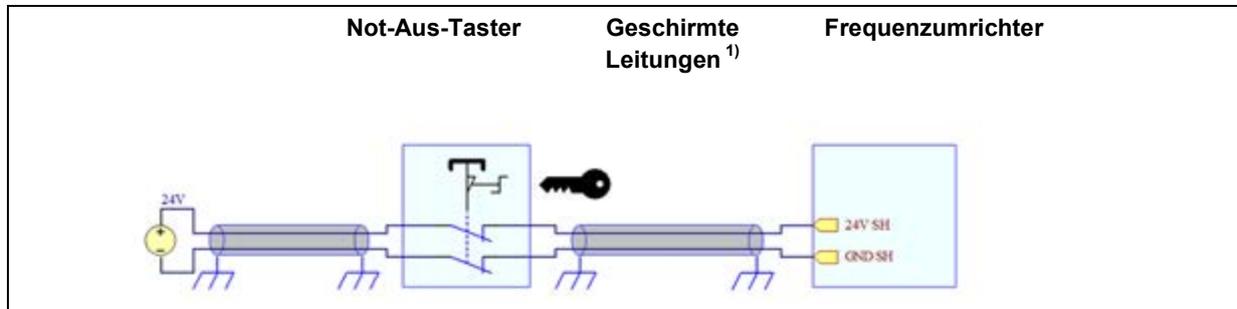
Für den Anschluss jedes Sicherheitsausganges ist ein **eigenes abgeschirmtes Kabel** zu verwenden! Bei der Verwendung eines Sicherheitsschaltgerätes mit querschlussüberwachten OSSD-Ausgängen können die Leitungen beider Sicherheitsausgänge jedoch auch in einem gemeinsamen geschirmten Kabel geführt werden.

Die Anforderungen an die Sicherheitskategorie 4 werden nur durch die „sichere Pulssperre“ erfüllt. Die **Digitaleingänge (DIN1 / DIN4)** erreichen nur die **Sicherheitskategorie 1 und PL c** (Performance Level c).

In der Zeitspanne zwischen dem Aktivieren der Sicherheitsfunktion über einen Digitaleingang und dem Aktivieren des STOs über die Anschlüsse „24 V SH“ und „GND SH“ kann der Frequenzumrichter ebenfalls nur die Sicherheitskategorie 1 und PL c erfüllen.

3.4.3 Einfache Wiederanlaufsperr

Die Sicherheitskategorie 4 nach DIN EN ISO 13849-1 ist mit einer direkten zweikanaligen Auslösung der „sicheren Pulssperre“ mit Hilfe eines sicheren Schaltelementes erreichbar. Das folgende Bild zeigt hierzu ein Beispiel mit einem Not-Aus-Taster (zwangsgeführte Kontakte, Sicherheitskategorie 4).



1) Geschirmte Leitungen für den Fehlerausschluss nach DIN EN ISO 13849-2

Um die Sicherheitskategorie 4 zu erreichen, muss für die vorgeschalteten Komponenten der Fehlerausschluss nach DIN EN ISO 13849-2 Kapitel D.5 möglich sein (fest verlegte Verdrahtung und zweikanaliger Taster mit unabhängigen zwangsöffnenden Kontakten). D. h. für dieses Beispiel, dass der Not-Aus Taster und die Verkabelung so zu gestalten sind, dass Kurzschlüsse am Not-Aus Taster und Schlüsse zu anderen spannungsführenden Systemen ausgeschlossen werden können.

In diesem Beispiel gibt es keinen Reset Kreis, wie bei den Sicherheitsschaltgeräten. Wenn die Risikoanalyse ergeben hat, dass die Aufhebung des Stoppbefehls durch eine manuelle beabsichtigte Handlung bestätigt werden muss, lassen sich die Anforderung an das Rückstellen organisatorisch erfüllen (z. B. durch einen Not-Aus Taster mit Schlüsselentriegelung und einer maschinenfernen Aufbewahrung des Schlüssels).

Wird die „sichere Pulssperre“ bei einem freigegeben Frequenzumrichter ausgelöst, führt dies zum Fehlerereignis **E018** (18.0 „Sicherheitskreis“).

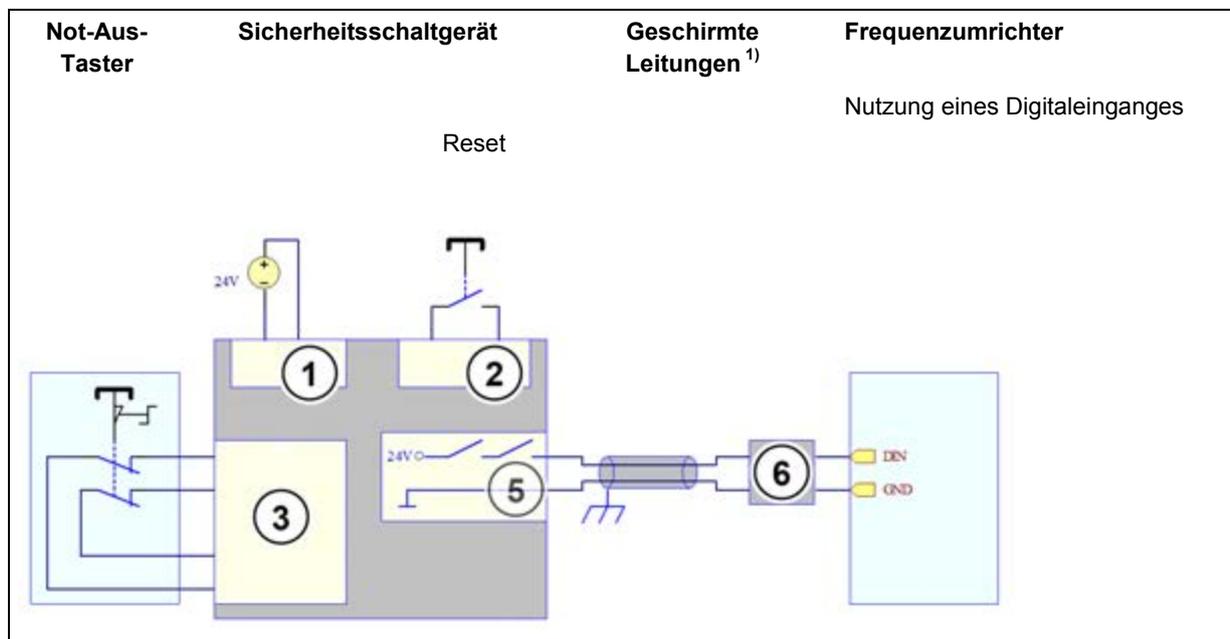
i Information

Funktionen P428 und P506

Bei Verwendung der Funktionen **P506** „Automatische Fehlerquittierung“ und **P428** „Automatischer Anlauf“ (siehe Beschreibung im Handbuch BU 0250) läuft der Antrieb nach dem Entriegeln des Not-Aus Tasters sofort los. Daher wird dringend empfohlen diese Funktionen nicht in Kombination und insbesondere nicht für sicherheitsrelevante Anwendungen zu benutzen.

3.4.4 Beispiel ohne sicheren Abschaltweg

Es ist möglich die Sicherheitsfunktionen STO oder SS1 nur mit einem Digitaleingang und einem Sicherheitsschaltgerät zur realisieren. Mit dieser Schaltungsvariante kann nach DIN EN ISO 13849-1 jedoch maximal die Sicherheitskategorie 1 erreicht werden. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass neben dem Digitaleingang auch alle anderen Komponenten (Sicherheitsschaltgerät, Not-Aus Taster, Verdrahtung) die Anforderungen an die Kategorie 1 erfüllen.



1) Geschirmte Leitungen für den Fehlerausschluss nach DIN EN ISO 13849-2

1	Versorgungsspannung
2	Reset – Kreis
3	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
4	Nicht verfügbar
5	Sicherheitsausgang
6	Filter für OSSD (optional) – nur in stark gestörtem Umfeld erforderlich

Zur Realisierung der Sicherheitsfunktion STO wird der verwendete Digitaleingang auf die Funktion „10“ („Spannung sperren“) parametrieret.

Bei der Sicherheitsfunktion SS1 wird der Digitaleingang mit der Funktion „11“ („Schnellhalt“) parametrieret. Über den Parameter **P426** wird die Schnellhaltzeit eingestellt. Dabei muss gewährleistet sein, dass der Antrieb in der parametrieren Schnellhaltzeit auch tatsächlich stillgesetzt wird.

i Information

Sicherheitskategorie

Die Realisierung einer Sicherheitsschaltung ohne sicheren Abschaltweg (wie oben beschrieben) ermöglicht maximal die Einhaltung der Sicherheitskategorie 1 (bzw. Performance Level c). Diese Schaltungsvariante ist darüber hinaus nicht SIL-fähig (📖 Abschnitt 8.2 "Sicherheitseinstufungen").

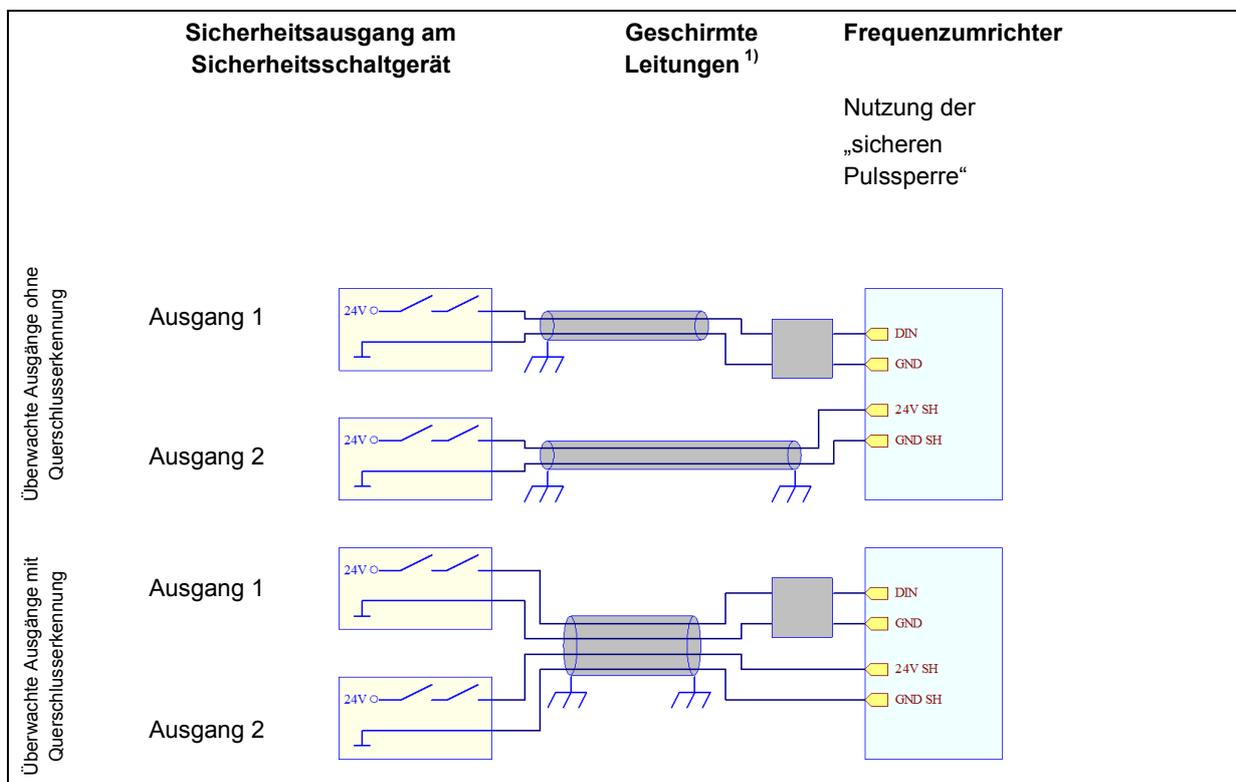
Diese Schaltungsvariante sollte demnach nur dann in Erwägung gezogen werden, wenn auch nur geringe Anforderungen an die funktionale Sicherheit zu erfüllen sind und wenn die Risikoanalyse ergeben hat, dass beim Ausfall der Sicherheitsfunktion nur leichte (üblicherweise reversible) Verletzungen auftreten können (📖 Abschnitt 8.2 "Sicherheitseinstufungen"). Im Zweifel ist immer ein sicherer Abschaltweg zu verwenden (📖 Abschnitt 3.1 "Sichere Abschaltwege").

3.4.5 Fehlerausschluss für die Verdrahtung

In den obigen Beispielen wurde für jeden zur Realisierung der Sicherheitsfunktion verwendeten Eingang ein eigenes geschirmtes Kabel verwendet, dessen Schirm korrekt geerdet ist (siehe auch nachfolgende Abbildung). Diese Maßnahme dient dem Fehlerausschluss nach DIN EN ISO 13849-2 für den Kurzschlussfall zwischen beliebigen Leitern.

Dieser Fehlerausschluss ist erforderlich, um die Anforderungen an die Sicherheitskategorie 4 nach DIN EN ISO 13849-1 zu erfüllen. Das bedeutet, dass weder ein einzelner erkannter Fehler noch eine Anhäufung von unerkannten Fehlern zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen. Ein Schluss von einer Fremdspannung, z. B. von einer 24 V Steuerleitung, zum 24 V Eingang eines sicheren Abschaltweges könnte zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen. D. h. dieser Fehler muss durch geeignete Maßnahmen verhindert werden.

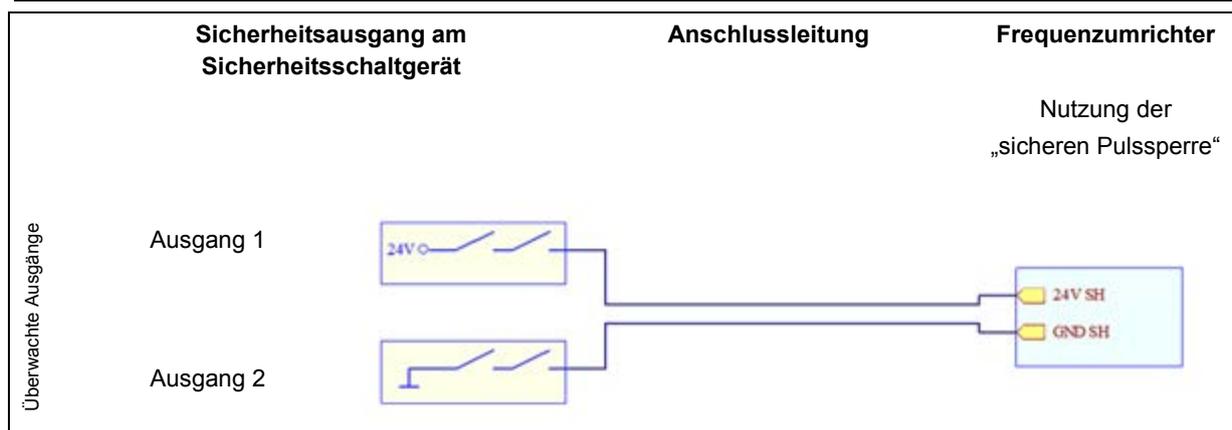
Es ist nicht zwingend für jeden Eingang ein eigenes geschirmtes Kabel erforderlich. So können ggf. die Leitungen für den Digitaleingang und den sicheren Abschaltweg gemeinsam in einem geschirmten Kabel verlegt werden, wenn die überwachten Sicherheitsausgänge des Schaltgerätes über eine Querschlusserkennung verfügen (siehe nachfolgende Abbildung). Die Wirksamkeit der Querschlusserkennung ist ggf. nachzuweisen.



1) Geschirmte Leitungen für den Fehlerausschluss nach DIN EN ISO 13849-2, für den Anschluss des Sicherheitsausganges an einen Digitaleingang mit optionalem Filter für OSSD (– nur in stark gestörtem Umfeld erforderlich).

Auch andere Maßnahmen (eigener Kabelkanal, Verlegung im Panzerrohr, etc.) sind denkbar. Genaueres ergibt sich aus der Risikoanalyse und der FMEA für die konkrete Anwendung.

Für die „sichere Pulssperre“ ist es auch denkbar, diese über zwei Sicherheitsausgänge, einen Ausgang 24 V schaltend und einen Ausgang GND schaltend, auszulösen.



In diesem Fall wird nicht zwingend ein geschirmtes Kabel benötigt, wenn die Sicherheitsausgänge überwacht werden. Wenn zum Beispiel weitere 24 V Steuerleitungen im gleichen Kabelkanal verlegt werden und man einen Fehler, Kurzschluss von 24V_SH zu einer Steuerleitung (= 24 V), unterstellt, würde dieser Fehler durch die Ausgangüberwachung des Schaltgerätes erkannt und die „sichere Pulssperre“ durch den zweiten Sicherheitsausgang ausgelöst werden. Genaueres ergibt sich aus der FMEA für die konkrete Anwendung.

Wenn kein geschirmtes Kabel für die Verdrahtung der Sicherheitsfunktion verwendet wird, sind ggf. die Einflüsse von elektromagnetischen Feldern zu berücksichtigen. So ist die Verwendung eines 1 m langen Kabels (im eigenen Kabelkanal) in einem Umfeld ohne starke elektromagnetische Felder tendenziell ungefährlich, während die Verlegung einer langen Leitung, in unmittelbarer Nähe zu einem starken Sender oder einer Mittelspannungsverteilung, zum Ausfall der Sicherheitsfunktion führen kann. Aus diesem Grunde wird generell die Verwendung von geschirmten Kabeln empfohlen.

4 Montage und Installation

Die Installationshinweise dieses Zusatzhandbuches umfassen nur die Belange, die im Zusammenhang mit der funktionalen Sicherheit stehen. Weitere Informationen sind dem Handbuch zum Frequenzumrichter (BU 0250) zu entnehmen.

4.1 Einbau und Montage

Die Einbauhinweise aus dem Handbuch BU 0250 sind zu beachten!

4.2 Elektrischer Anschluss

Die Hinweise zur Installation bzw. elektrischem Anschluss aus dem Handbuch BU 0250, sowie alle nachfolgenden Informationen sind zu beachten!



WARNUNG

Elektrischer Schlag

Die Berührung elektrisch leitender Teile kann zu einem elektrischen Schlag mit möglicher Weise schweren oder tödlichen Verletzungen führen.

- Vor Beginn der Installationsarbeiten das Gerät elektrisch freischalten.
- Nur an elektrisch spannungslos geschalteten Geräten arbeiten.



WARNUNG

Elektrischer Schlag

Der Frequenzumrichter führt nach dem Abschalten bis zu 5 Minuten gefährliche Spannung.

- Arbeiten erst nach einer Wartezeit von mindestens 5 Minuten nach dem netzseitigen Abschalten (Freischalten) beginnen.
-

4.2.1 Verdrahtungsrichtlinien

Es gelten die Verdrahtungsrichtlinien aus dem Handbuch des Frequenzumrichters (BU 0250)!

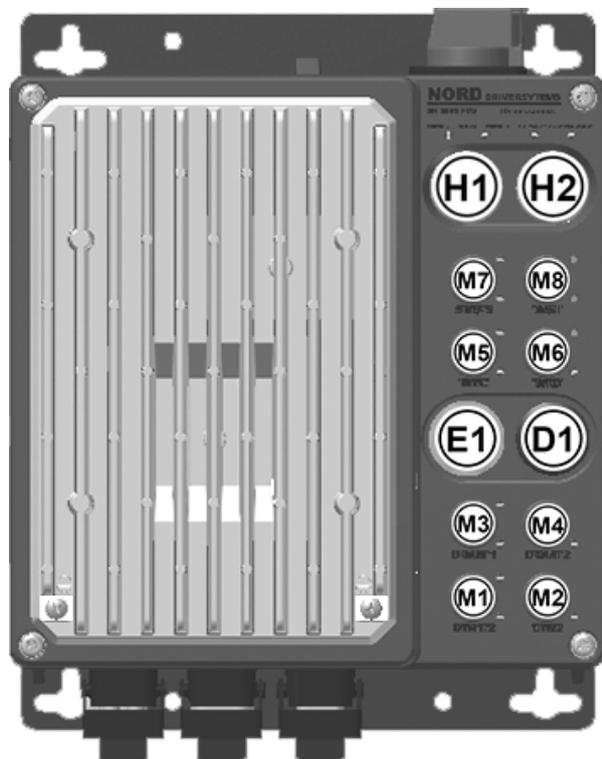
4.2.2 Netzanschluss

Die Geräte mit denen eine Sicherheitsfunktion realisiert wird dürfen nur an TN-Netzen und TT-Netzen betrieben werden. Der Betrieb an IT-Netzen und „Grounded Corner“ ist nicht vorgesehen.

4.2.3 Anschluss Steuerleitungen

Der elektrische Anschluss erfolgt ausschließlich über Steckverbinder am Gerät.

4.2.3.1 Ansteuerungsebene



Lage: front

Die Bestückung und die Funktionen der einzelnen Optionsplätze sind variabel. Sie werden direkt von der Spezifikation durch den Kunden beeinflusst, sind aber auch indirekt abhängig von weiteren Ausstattungsmerkmalen.

Die Bedeutungen der jedem Optionsplatz zugeordneten LEDs sind ebenso abhängig.

- D1** = Diagnoseöffnung
- E1** = Statusanzeigen (LEDs)
- H1** = Bedienelement 1
- H2** = Bedienelement 2
- M1** =
- ... Signalanschlüsse
- M8** =

4.2.3.2 Konfiguration der Optionsplätze der Ansteuerungsebene

Die Optionsplätze **M1** bis **M8** sind für M12-Steckverbinder konzipiert. Die für das Gerät relevante Zuordnung der Anschlüsse bzw. der Funktionen der einzelnen Optionsplätze ist direkt am Optionsplatz aufgedruckt. Im Folgenden sind nur die Optionsplätze benannt, die im Zusammenhang mit dem Sicherem Halt stehen können.

Optionsplatz	Optionstyp	Funktion	relevanter Parameter	Bemerkung
M1	a Keine Option			
	b Initiator 1	INI1	DIN1 DIN4	P420[-01] P420[-04]
M2	a Keine Option			
	b Initiator 2	INI2	DIN4	P420[-04]
M3	a Keine Option			
	b Aktor 1	Act1	DOUT1 DOUT2	P434[-01] P434[-02]
M4	a Keine Option			
	b Aktor 2	Act2	DOUT2	P434[-02]
M6	a Sicherer Halt	STO		

Steckerbelegung der M12 Steckverbinder

In Abhängigkeit von der Funktion werden 5-polige M12 Anbausteckverbinder mit farbigem Buchsen- bzw. Steckereinsatz verbaut. Die Farben spiegeln die funktionale Zugehörigkeit des Steckverbinders wider und ermöglichen so ein einfaches Auffinden am Gerät. Das gleiche trifft auf die farbliche Gestaltung der Abdeckkappen zu.

Folgende Steckverbinder können am Gerät, abhängig von der Kundenspezifikation, verwendet werden.

Es werden nur die Funktionen benannt, die im Zusammenhang mit dem Sicherem Halt stehen können.

Optionsplätze M1 bis M8

Funktion	Steckverbinder					Optionsplatz		
	Kontaktbild	Kontaktbelegung					Nr.	Farbe
DIN1 / DIN4		24 V	DIN4	GND	DIN1	PE	M1	sw
DIN4		24 V		GND	DIN4	PE	M2	sw
DOUT1 / DOUT2		24 V	DOUT2	GND	DOUT1	PE	M3	sw
DOUT2		24 V		GND	DOUT2	PE	M4	sw
STO				GND SH	24 V SH		M6	ge

4.2.3.3 Details Steueranschlüsse

Bedeutung Funktionen		Beschreibung / technische Daten	
Kontakt (Bezeichnung)	Bedeutung	Parameter Nr.	Funktion Werkseinstellung
Digitale Ausgänge	Signalisierung von Betriebszuständen des Gerätes		
	nach EN 61131-2 24 V DC Bei induktiven Lasten: Schutz durch Freilaufdiode herstellen!	Maximale Belastung 50 mA	
DOUT1	Digitaler Ausgang 1	P434 [-01]	Keine Funktion
DOUT2	Digitaler Ausgang 2	P434 [-02]	Keine Funktion
Hinweise für Busansteuerung: Die digitalen Ausgänge können mit den User-Bits im Steuerwort gesetzt werden. DOUT1: P480 [-11] = Steuerwort Bit 8 DOUT2: P480 [-12] = Steuerwort Bit 9			



Information

Digitalausgang

Ein Digitalausgang kann verwendet werden, um den Zustand der „sicheren Pulssperre“ auszugeben. Dabei ist zu beachten, dass diese Zustandsanzeige nicht sicherheitsgerichtet ist.

Digitale Eingänge		Ansteuerung des Gerätes durch eine externe Steuerung, Schalter u. Ä.	
DIN1	Digitaler Eingang 1	P420 [-01]	Keine Funktion
DIN4	Digitaler Eingang 4	P420 [-04]	Keine Funktion
Funktionale Sicherheit „Sicherer Halt“		Sicherheitsgerichteter Eingang	
		Details: BU0235, „Technische Daten“	Der Eingang ist immer aktiv. Um das Gerät in Betriebsbereitschaft versetzen zu können, ist dieser Eingang mit der erforderlichen Spannung zu versorgen.
24V SH	24 V Eingang	-	-
GND SH	Bezugspotential	-	-

4.3 Details sichere Abschaltwege

4.3.1 Sicherer Abschaltweg - Sichere Pulssperre

Für die „sichere Pulssperre“ ist eine zweiadrige, geschirmte Leitung zu verwenden. Der Schirm ist beidseitig aufzulegen! Der Spannungsfall auf dem Kabel darf folgende Werte nicht überschreiten:

- mechanisches Sicherheitsschaltgerät: $\Delta U_{\text{Kabel}} \leq 3 \text{ V}$
- elektronisches Sicherheitsschaltgerät: $\Delta U_{\text{Kabel}} \leq 1 \text{ V}$.

Zur Berechnung ist der Spitzenstrom $I_{\text{IN,Peak}}$ (📖 Abschnitt 9 "Technische Daten") anzusetzen.

4.3.1.1 Betrieb am OSSD

Die „sichere Pulssperre“ ist speziell für den Betrieb an einem OSSD vorgesehen.

Die Kapazität zwischen den Adern (inklusive der Schirmkapazitäten) darf einen Wert von **x = 10 nF** pro angeschlossenen Frequenzumrichter nicht überschreiten.

Der Wert **x** ermittelt sich wie folgt:

$$x = 2 \text{ nF} * t_{\text{OSSD}} / 0,1 \text{ ms} \quad \text{mit } t_{\text{OSSD}} = \text{Breite des Testpulses, max. } 0,5 \text{ ms}$$

Hier gelten ggf. weitere Einschränkungen hinsichtlich des Sicherheitsschaltgerätes.

4.3.1.2 EMV

Die EMV-Richtwerte (📖 Handbuch BU 0250) können bei einer EMV gerechten Verdrahtung bis zu einer Leitungslänge von 100 m zwischen dem Sicherheitsschaltgerät und dem Frequenzumrichter eingehalten werden.

4.3.1.3 Beispiel – Mehrgerätebetrieb

Beim Betrieb mehrerer Frequenzumrichter an einem Sicherheitsschaltgerät sind das Schaltvermögen des Schaltgerätes und die Belastbarkeit des speisenden 24 V Netzteils zu beachten.

Der Schirm ist fachgerecht aufzulegen (📖 Abbildungen im Abschnitt 3.1 "Sichere Abschaltwege").

Die zulässigen Spannungsfälle auf dem Kabel sind zu beachten!

Beispiel

Gegeben

- 4 Frequenzumrichter sind an einem elektronischen Sicherheitsschaltgerät angeschlossen.
- Die Frequenzumrichter befinden sich nebeneinander in einer Anlage.
- Zwischen den Frequenzumrichtern und dem Sicherheitsschaltgerät sind 20 m zu überbrücken.
- Es wird ein geschirmtes Kabel 2 x 1,5 mm² verwendet.

Es gilt

$$R = \rho_{CU} * \frac{l}{q} \quad \text{mit} \quad \rho_{CU} \cong 19\Omega * \frac{mm^2}{km}$$

$$I_{IN,Peak} = 0.5 \text{ A} \quad (\text{📖 Abschnitt 9 "Technische Daten" })$$

Lösung

Es ist die zweifache Kabellänge anzusetzen, da auf beiden Adern Spannungsfälle auftreten.

$$R \cong 0.5\Omega$$

$$\Delta U_{Kabel} = R * \text{Anzahl}_{FU} * I_{IN,Peak} = 0.5 \Omega * 4 * 0.5 \text{ A} = 1 \text{ V}$$

$$\Delta U_{Kabel} \leq 1 \text{ V} \quad \rightarrow \quad \text{o.k.}$$

5 Inbetriebnahme

WARNUNG

Elektrischer Schlag

An den Steckkontakten für die Leistungsanschlüsse (z. B. Netzkabel, Motorkabel) kann gefährliche Spannung anliegen, selbst wenn das Gerät außer Betrieb ist.

- Keine Kontakte berühren
 - Nicht benötigte Anschlüsse mit dafür vorgesehene Abdeckkappen schützen.
-

WARNUNG

Elektrischer Schlag

An den Kontakten für den Motoranschluss kann auch dann eine gefährliche Spannung anliegen, wenn der Sichere Halt (die Funktion „STO“) aktiv ist.

- Keine Kontakte berühren
 - Nicht benötigte Anschlüsse mit dafür vorgesehenen Abdeckkappen schützen
-

Im Folgenden werden nur die für die **Funktionale Sicherheit** spezifischen Belange der Inbetriebnahme betrachtet. Ein ausführliches Kapitel zur Inbetriebnahme des Gerätes und seiner Grund- bzw. Standardfunktionen sowie aller dafür erforderlichen Geräteparameter entnehmen Sie bitte dem Handbuch zum Frequenzumrichter BU 0250.

Für die Realisierung einer Sicherheitsfunktion (STO oder SS1) wird neben einem „sicheren Abschaltweg“ in der Regel zusätzlich ein Digitaleingang verwendet, der mit einer speziellen Funktion zu belegen ist. Aus diesem Grund werden bei der Inbetriebnahme für die Parametrierung wahlweise ein PC mit RS232/485-Schnittstelle oder eine Simple-/ParameterBox benötigt.

5.1 Inbetriebnahmeschritte STO

- Ein Sicherheitsausgang des verwendeten Sicherheitsschaltgerätes wird mit einem sicheren Abschaltweg verbunden ( Abschnitt 3.1 "Sichere Abschaltwege").

Je nach der erforderlichen Sicherheitskategorie muss ggf. ein Fehler in der Verdrahtung (Kurzschluss zwischen beliebigen Leitern) ausgeschlossen werden können.

Es wird empfohlen für den verwendeten sicheren Abschaltweg eine eigene zweiadrige geschirmte Leitung zu verwenden und deren Schirm fachgerecht aufzulegen ( Abschnitt 3.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung").

- Durch die zusätzliche Verwendung eines Digitaleingangs kann die typische Reaktionszeit verkürzt werden.

Hierzu wird einer der Digitaleingänge (DIN1 / DIN4) mit der Funktion „10“ (Spannung sperren) parametrieren. Es sind hierbei in jedem Fall die unterschiedlichen Bezugspotentiale zu beachten.

Es wird empfohlen für den verwendeten sicheren Abschaltweg und für die im Rahmen der funktionalen Sicherheit verwendeten Digitaleingänge jeweils eine eigene zweiadrige geschirmte Leitung zu verwenden und deren Schirme fachgerecht aufzulegen ( Abschnitt 3.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung").

- Die Ein-/Ausschaltverzögerung des betreffenden Digitaleinganges (siehe Parameter **P475**) darf nicht verwendet werden (Einstellung „0“).
- Je nach Anwendung kann durch die Aufhebung der Sicherheitsfunktion eine Gefährdung auftreten, so dass ein Überwacher Start erforderlich ist. In diesem Fall darf der „Automatische Anlauf“ (**P428**) nicht verwendet werden (Einstellung „0“).

5.2 Inbetriebnahmeschritte SS1

- Ein Sicherheitsausgang des verwendeten Sicherheitsschaltgerätes wird mit einem Digitaleingang verbunden ( Abschnitt 3.4.2 "Funktion SS1").

Es wird empfohlen hierfür eine eigene zweiadrige geschirmte Leitung zu verwenden und dessen Schirm fachgerecht aufzulegen ( Abschnitt 3.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung").

- Ein sicherer Abschaltweg wird mit einem verzögerten Sicherheitsausgang des verwendeten Sicherheitsschaltgerätes verbunden. ( Abschnitt 3.1 "Sichere Abschaltwege").

Es wird empfohlen hierfür eine eigene zweiadrige geschirmte Leitung zu verwenden. Der Kabelschirm ist **beidseitig** aufzulegen ( Abschnitt 3.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung").

- Der gewählte Digitaleingang ist mit der Funktion „11“ (Schnellhalt) zu parametrieren.



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Versagen von SS1

Das Bremsverhalten des Antriebs kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Der Modus „Sicherer Stopp 1“ ist damit möglicherweise nicht korrekt einzuhalten.

Um eine daraus erwachsende Gefährdung abzuwenden ist im Zuge der Inbetriebnahme durch eine abschließende Validierung nachzuweisen, dass mit den getätigten Einstellungen die Anforderungen für die spezielle beabsichtigte Verwendung erfüllt werden und dass das Gerät zu keiner Zeit außerhalb seiner Nenndaten betrieben wird.

Für die Funktion SS1 sind die Parameter **P426** (Schnellhaltezeit) und ggf. **P559** (DC-Nachlaufzeit) gemäß den Anforderung der Anwendung zu parametrieren. Die Verzögerungszeit des verzögerten Sicherheitsausgangs des Sicherheitsschaltgerätes ist so zu bemessen, dass sie größer ist als die Schnellhaltezeit zuzüglich der DC-Nachlaufzeit.

Die reelle Anhaltezeit für den Antrieb ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Sie kann von der parametrisierten Schnellhaltezeit (**P426**) abweichen, wenn beispielsweise eines oder mehrere der folgenden Ereignisse während des aktiven Schnellhalts auftreten.

- Erreichen / Überschreiten der Leistungsgrenze des Gerätes
- Erreichen / Überschreiten eines oder mehrerer parametrierter Grenzwerte (z.B.: **P112**, **P536**, **P537**)
- Verwendung der Gleichstrombremsung (Funktion „DC-Bremung sofort“) im Parameter **P108**.

Bei Verwendung des Ausschaltmodus „DC-Bremung sofort“ wird die Schnellhaltezeit nicht berücksichtigt. Es wird die gleiche Bremszeit (resultierend aus den Einstellungen in **P109**, **P110**) wie beim Ausschalten verwendet.

Im ungünstigsten Fall kann der Antrieb während der parametrisierten Schnellhaltezeit nicht bis zum Stillstand abgebremst werden. Er wechselt noch vor Ablauf der parametrisierten Schnellhaltezeit in den Modus „Sicher abgeschaltetes Moment“ (**STO**) und trudelt aus.

- Die Ein-/Ausschaltverzögerung des betreffenden Digitaleinganges (siehe Parameter **P475**) darf nicht verwendet werden (Einstellung „0“).
- Je nach Anwendung kann durch die Aufhebung der Sicherheitsfunktion eine Gefährdung auftreten, so dass ein Überwacher Start erforderlich ist. In diesem Fall darf der „Automatische Anlauf“ (**P428**) nicht verwendet werden (Einstellung „0“).

5.3 Validierung

Es ist zwingend durch eine Validierung nachzuweisen, dass die Anforderungen für die spezielle beabsichtigte Verwendung erfüllt werden.

6 Parameter

Im Folgenden sind nur die für die **Funktionale Sicherheit** spezifischen Parameter sowie Anzeige- und Einstellmöglichkeiten aufgeführt. Eine detaillierte Übersicht über alle zur Verfügung stehenden Parameter entnehmen Sie bitte dem Handbuch zum Frequenzumrichter BU 0250.

i Information **Relevante Parameter für STO bzw. SS1**

Um die Funktion **STO** zu realisieren ist, abhängig vom verwendeten Digitaleingang, der dem Digitaleingang zugehörige Parameter auf die Funktion „10“ („Spannung sperren“) einzustellen.

Für die Funktion **SS1** wird der Parameter des betreffenden Digitaleinganges auf die Funktion „11“ („Schnellhalt“) eingestellt. Zusätzlich sind im Parameter **P426** die „Schnellhaltezeit“ und im Parameter **P559** die „DC-Nachlaufzeit“ einzutragen.

Für die Funktion **SS1** muss die „Schnellhaltezeit“ so bemessen sein, dass der Antrieb in der angegebenen Zeit auch tatsächlich zum Stillstand kommt. An die „Schnellhaltezeit“ schließt sich die „DC-Nachlaufzeit“ an.

Die Verzugszeit des verzögerten Ausgangs des Sicherheitsschaltgerätes muss so bemessen sein, dass sie größer ist als die parametrisierten Werte für die „Schnellhaltezeit“ zuzüglich der „DC-Nachlaufzeit“.

6.1 Parameterbeschreibung

P000 (Parameternummer)	Betriebsanzeige (Parametername)	xx ¹⁾	S	P
Einstellbereich (bzw. Anzeigebereich)	Darstellung des typischen Anzeigeformates (z.B. (bin = binär)), des möglichen Einstellbereiches sowie der Anzahl der Nachkommastellen	mitgeltende(r) Parameter:	Auflistung weiterer Parameter, die im unmittelbaren Zusammenhang stehen	
Arrays	[-01] Bei Parametern, die eine Unterstruktur in mehrere Arrays aufweisen, wird diese hier dargestellt.			
Werkseinstellung	{ 0 } Standardeinstellung, die der Parameter typischer Weise im Auslieferungszustand des Gerätes aufweist bzw. in die er nach Ausführung einer „Werkseinstellung“ (siehe Parameter P523) gesetzt wird.			
Geltungsbereich	Aufführung des bzw. der Gerätevarianten, für die dieser Parameter gilt. Wenn der Parameter allgemeingültig ist, d.h. für die gesamte Baureihe gilt, entfällt diese Zeile.			
Beschreibung	Beschreibung, Funktionsweise, Bedeutung u.Ä. zu diesem Parameter.			
Hinweis	Zusätzliche Hinweise zu diesem Parameter			
Einstellwerte (bzw. Anzeigewerte)	Auflistung der mögliche Einstellwerte, mit Beschreibung der jeweiligen Funktionen			

1) xx = sonstige Kennzeichen

Abbildung 2: Erläuterung der Parameterbeschreibung

i Information **Parameterbeschreibung**

Nicht benötigte Informationszeilen werden auch nicht aufgeführt.

Anmerkungen / Erklärungen

Kennzeichen	Benennung	Bedeutung
S	Supervisor-Parameter	Der Parameter kann nur angezeigt und verändert werden, wenn der passende Supervisor-Code eingestellt wurde (siehe Parameter P003).
P	Parametersatzabhängig	Der Parameter bietet unterschiedliche Einstellmöglichkeiten, die abhängig vom gewählten Parametersatz sind.

6.1.1 Steuerklemmen

P420		Digitaleingänge			
Arrays	[-01] ... [-07]				
Geltungsbereich	(DIN1 / DIN4)				
Beschreibung	Zuweisung von Funktionen für den Digitaleingang				
Einstellwerte	Wert		Bedeutung		
	0	Aus	Der Eingang wird nicht verwendet.		
	10	Spannung sperren	Die FU Ausgangsspannung wird abgeschaltet, der Motor läuft frei aus.	low	
	11	Schnellhalt	Der FU reduziert die Frequenz mit der programmierten Schnellhaltezeit aus P426 . ¹⁾	low	

1) Ausnahme: **P108**, Einstellung „DC-Bremung sofort“. Bei Verwendung des Ausschaltmodus „DC-Bremung sofort“ wird die Schnellhaltezeit nicht berücksichtigt. Es wird die gleiche Bremszeit (resultierend aus den Einstellungen in **P109**, **P110**) wie beim Ausschalten verwendet.

P426		Schnellhaltezeit		S	P
Beschreibung	Einstellung der Bremszeit für die Funktion Schnellhalt, die über einen Digitaleingang, die Busansteuerung, die Tastatur oder automatisch im Fehlerfall ausgelöst werden kann. Die Schnellhaltezeit ist die Zeit, die der linearen Frequenzreduzierung von der eingestellten Maximalfrequenz (P105) bis auf 0 Hz, entspricht. Wird mit einem aktuellen Sollwert < 100 % gearbeitet, verkürzt sich die Schnellhaltezeit entsprechend.				
Einstellwerte	0,01 ... 320,00				
<p>WARNUNG! Verletzungsgefahr durch Versagen von SS1</p> <p>Das Bremsverhalten des Antriebs kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Der Modus „Sicherer Stopp 1“ ist damit möglicherweise nicht korrekt einzuhalten.</p> <p>Um eine daraus erwachsende Gefährdung abzuwenden ist im Zuge der Inbetriebnahme durch eine abschließende Validierung nachzuweisen, dass mit den getätigten Einstellungen die Anforderungen für die spezielle beabsichtigte Verwendung erfüllt werden und dass das Gerät zu keiner Zeit außerhalb seiner Nenndaten betrieben wird.</p>					

P428		Automatischer Anlauf		S	P
Einstellbereich	0 ... 1				
Beschreibung	Entscheidung, wie der Frequenzumrichter auf ein Freigabesignal reagieren soll.				
Einstellwerte	Wert		Bedeutung		
	0	Aus	Das Gerät erwartet am Digitaleingang, der auf „Freigabe“ parametrierung wurde, eine Flanke (Signalwechsel „low → high“), um den Antrieb zu starten. Wird das Gerät bei einem aktiven Freigabesignal eingeschaltet (Netzspannung ein), wechselt es unmittelbar in „Einschaltsperr“.		
	1	Ein	Das Gerät erwartet am Digitaleingang, der auf „Freigabe“ parametrierung wurde, einen Signalpegel („high“), um den Antrieb zu starten. ACHTUNG! Verletzungsgefahr! Der Antrieb läuft sofort los!		

P434		Digitalausgang Funk.	
Arrays	[-01] ... [-02]		
Beschreibung	Zuweisung von Funktionen für den Digitalausgang		
Einstellwerte	Wert		Bedeutung
	0	Aus	Der Ausgang wird nicht verwendet.
	01	Externe Bremse	Zur Steuerung einer mechanischen Bremse am Motor. Details siehe BU 0250 WARNUNG: Versagen der Bremse! Ansteuerung erfolgt nicht sicherheitsgerichtet! Bremse als Betriebsbremse auslegen. Sicherstellen, dass Antrieb stillgesetzt wird, bevor „STO“ aktiv.
	07	Störung	Gesamtstörmeldung. Details siehe BU 0250
	39	STO inaktiv	Die Funktion bildet die Reaktion der „sicheren Pulssperre“ ab. Das Signal fällt ab (high → low), wenn STO und sicherer Halt aktiv sind.

P481		Funkt. BusIO Out Bits		S
Arrays	[-01] ... [-10]			
Beschreibung	Zuweisung von Funktionen für die Bus IO Out Bits. Die Bus IO Out Bits werden vom Frequenzumrichter wie Digitalausgänge behandelt.			
Einstellwerte	Wert		Bedeutung	
	0	Aus	Der Ausgang wird nicht verwendet.	
	01	Externe Bremse	Zur Steuerung einer mechanischen Bremse am Motor. Details siehe BU 0250 WARNUNG: Versagen der Bremse! Ansteuerung erfolgt nicht sicherheitsgerichtet! Bremse als Betriebsbremse auslegen. Sicherstellen, dass Antrieb stillgesetzt wird, bevor „STO“ aktiv.	
	07	Störung	Gesamtstörmeldung. Details siehe BU 0250	
	39	STO inaktiv	Die Funktion bildet die Reaktion der „sicheren Pulssperre“ ab. Das Signal fällt ab (high → low), wenn STO und sicherer Halt aktiv sind.	

6.1.2 Zusatzparameter

P506	Auto Störungsquitt.		S
Beschreibung	Automatische Quittierung einer Störungsmeldung. (Details siehe  BU 0250)		
Hinweis	Die automatische Störungsquittierung sollte in Verbindung mit einer Sicherheitsfunktion nicht verwendet werden.		
Einstellwerte	0 = Überwachung ist abgeschaltet		
P550	EEPROM Kopierauftrag		
Beschreibung	Die auf dem internen EEPROM und auf dem Memory- Modul abgespeicherten Datensätze können untereinander kopiert werden. Das schließt ein auf dem Gerät vorhandenes PLC-Programm mit ein.		
Hinweis	Gültig nur mit Option: „-EEP“ (steckbares EEPROM): Das Gerät nutzt immer den Datensatz, der auf dem internen EEPROM hinterlegt ist. WARNUNG! Verlust der sicheren Funktion. Nach dem Kopieren von Parametern sind die sicheren Funktionen erneut zu validieren. Nur so wird sichergestellt, dass die sicheren Funktionen fehlerfrei funktionieren.		
Einstellwerte	Wert	Bedeutung	
	0	Keine Änderung	
	1	Extern → Intern Der Datensatz wird vom Memory- Modul (externes EEPROM) auf das interne EEPROM kopiert.	
	2	Intern → Extern Der Datensatz wird vom internen EEPROM auf das Memory- Modul (externes EEPROM) kopiert.	
	3	Extern ← → Intern Die Datensätze werden zwischen beiden EEPROMs getauscht.	
P559	DC-Nachlaufzeit		S P
Einstellbereich	0,00 ... 5,00 s		
Beschreibung	Abschluss eines Bremsvorganges durch zeitlich begrenztes Zuschalten einer Gleichspannung auf die Motoranschlussklemmen. (Details siehe  BU 0250)		

7 Meldungen zum Betriebszustand

Ein Großteil der Funktionen und Betriebsdaten des Frequenzumrichters wird ständig überwacht und zeitgleich mit Grenzwerten verglichen. Wird eine Abweichung festgestellt, reagiert der Frequenzumrichter mit einer Warnung oder einer Störmeldung.

Die grundlegenden Informationen hierzu entnehmen Sie bitte der Betriebsanleitung zum Gerät.

Im Folgenden sind alle Störungen bzw. Gründe, die zu einer Einschaltsperrung des Frequenzumrichters führen und im Zusammenhang mit der STO – Funktionalität zusammenhängen, aufgelistet.

WARNUNG

Verlust der sicheren Funktion

Ein EEPROM – Fehler kann dazu führen, dass die Funktionen „Spannung sperren“ und „Schnellhalt“ der Digitaleingänge (DIN1 / DIN4) nicht mehr oder nicht mehr korrekt arbeiten.

Nach einem EEPROM – Fehler sind die im Zusammenhang mit den sicheren Funktionen verwendeten Digitaleingänge erneut zu validieren. Nur so wird sichergestellt, dass die sicheren Funktionen fehlerfrei funktionieren.

Störmeldungen

Anzeige in der Simple- / ControlBox		Störung Text in der ParameterBox	Ursache • Abhilfe
Gruppe	Detail in P700 [-01] / P701		
E008	8.0	Parameterverlust (EEPROM - Maximalwert überschritten)	Fehler in EEPROM-Daten <ul style="list-style-type: none"> • Softwareversion des gespeicherten Datensatzes passt nicht zur Softwareversion des FU. HINWEIS <u>Fehlerhafte Parameter</u> werden automatisch neu geladen (Werkseinstellung). <ul style="list-style-type: none"> • EMV- Störungen (siehe auch E020)
	8.1	Umrichtertyp falsch	<ul style="list-style-type: none"> • EEPROM defekt
	8.2	reserviert	
	8.3	EEPROM KSE Fehler (Kundenschnittstelle falsch erkannt (KSE Ausstattung))	Ausbaustufe des Frequenzumrichters wird nicht richtig erkannt. <ul style="list-style-type: none"> • Netzspannung aus- und wieder einschalten.
	8.4	EEPROM interner Fehler (Datenbankversion falsch)	
	8.7	EEPR Kopie ungleich	
E018	18.0	Sicherheitskreis	Während der Frequenzumrichter freigegeben war hat der Sicherheitskreis -sichere Pulssperre- ausgelöst.

Meldungen Einschaltsperr

Anzeige in der Simple- / ControlBox		Grund Text in der ParameterBox	Ursache • Abhilfe
Gruppe	Detail in P700 [-03]		
1018	18.0	STO aktiv	Der Sicherheitskreis -sichere Pulssperre- wurde ausgelöst. Ein angeschlossener Motor erzeugt kein Drehmoment.

Zustandsinformationen

Es ist möglich Zustandsinformationen mittels ParameterBox, SimpleBox oder über einen Feldbus abzufragen. Diese Informationen werden **nicht sicherheitsgerichtet** bereitgestellt, sondern sind nur informativ!

Der Zustand der „sicheren Pulssperre“ und der digitalen Ein- und Ausgänge kann über die Informationsparameter und ggf. über das Zustandswort via Kommunikation über einen Feldbus abgefragt werden.

Um die Reaktion der „sicheren Pulssperre“ abfragen zu können, muss der Digitalausgang, ein Bus Out Bit oder ein freies Bit des Zustandswortes (Bit 10 oder Bit 13) mit der Funktion „39“ (STO inaktiv) belegt werden. Der Zustand dieses Bits kann über die Parameter **P711** („Zustand Relais“) **P741 [-01]** („Statuswort“) oder **P741 [-05]** („Bus Out Bits“) ausgelesen, bzw. wird via Bus-Protokoll übertragen.

Für die „sichere Pulssperre“ kann sowohl der Zustand an den Eingangskontakten (24V_SH, GND_SH), als auch die Reaktion der sicheren Pulssperre abgefragt werden.

8 Zusatzinformationen

8.1 Sicherheitsschaltgeräte

Das für die beabsichtigte Verwendung benutzte Sicherheitsschaltgerät, sowie alle weiteren zur Realisierung einer Sicherheitsfunktion benötigten Komponenten müssen den Anforderungen der speziellen Anwendung gemäß einer Risikoanalyse genügen.

Die Ausgänge der Schaltgeräte müssen nachfolgend aufgeführte Randbedingungen erfüllen.

8.1.1 Ausgangsspannung

Die angegebene Spannung muss an den Eingangsklemmen des Frequenzumrichters anliegen. D. h. es ist auch der Spannungsfall auf dem verwendeten Kabel zu berücksichtigen.

- Mechanisches Sicherheitsschaltgerät
24 V ± 25 % (18 V...30 V)
- Elektronisches Sicherheitsschaltgerät mit OSSD-Ausgängen
24 V - 20 % / + 25 % (19,2 V...30 V) für die „sichere Pulssperre“

8.1.2 Schaltvermögen und Strombelastung

Die Sicherheitsausgänge der verwendeten Schaltgeräte müssen für die nachfolgend aufgeführten Belastungen ausgelegt sein.

Belastung je angeschlossenem Frequenzumrichter	„sichere Pulssperre“
Dauerstrom (Mittelwert)	≤ 125 mA
Einschaltstrom	≤ 500 mA, für $t \leq 2 \text{ ms}$
Stützkapazität (hinter Verpolschutz)	20 μF
Spitzenstrom nach einem OSSD-Testpuls (periodisch)	≤ 500 mA, für $t \leq 300 \mu\text{s}$

Information

Erhöhte Stromaufnahme beim Einschalten bzw. nach Testpuls eines OSSD

Aufgrund der Stützkondensatoren der sicheren Abschaltwege kommt es beim Einschalten und nach einem Testpuls eines OSSD kurzzeitig zu einer erhöhten Stromaufnahme. Die „sichere Pulssperre“ ist mit einer aktiven Strombegrenzung ausgestattet um die Belastung für einen Sicherheitsausgang zu minimieren.

8.1.3 OSSD-Ausgänge, Testpulse

- $t_{\text{off}} \leq 0,5 \text{ ms}$ (Breite des Prüfpulses)

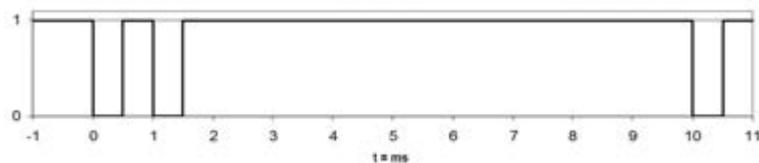
Maximale Zeit, in der der Ausgang des Sicherheitsschaltgerätes zu Prüfzwecken abgeschaltet wird.

- $D \geq 90 \%$ (Duty, Einschaltverhältnis)

Es liegt zu mindestens 90 % der Zeit die Versorgungsspannung an. D.h. für einen Testpuls von $t_{\text{off}} = 0,5 \text{ ms}$ liegt anschließend die Versorgungsspannung für mindestens $t_{\text{on}} = 4,5 \text{ ms}$ an.

- Doppelpulse sind zulässig, wenn die zwei Pulse mindestens 1 ms auseinander liegen und die Bedingung für D eingehalten wird.

Zulässige Testpulse eines OSSD



Mit der maximalen Pulsbreite ergibt sich folgender Ablauf:

- Erster Testpuls mit $t_{\text{off}} = 0,5 \text{ ms}$,
- anschließend liegt für 0,5 ms die Versorgungsspannung an,
- gefolgt von dem zweiten Testpuls mit $t_{\text{off}} = 0,5 \text{ ms}$,
- anschließend liegt für mindestens 8,5 ms die Versorgungsspannung an!

8.2 Sicherheitseinstufungen

8.2.1 IEC 60204-1:2005

(Deutsche Fassung EN 60204-1:2006)

Die Anforderungen an die Stoppfunktionen der Kategorie 0 und der Kategorie 1 können mit der „sicheren Pulssperre“ erfüllt werden.

Das gesteuerte Bremsen der Stoppfunktion der Kategorie 1 erfolgt nicht sicherheitsgerichtet über die Standardfunktionalität des Frequenzumrichters. Der Übergang in die Stoppfunktion der Kategorie 0 erfolgt sicherheitsgerichtet.

8.2.2 IEC 61800-5-2:2007

(Deutsche Fassung EN 61800-5-2:2007)

Mit dem sicheren Abschaltweg „sichere Pulssperre“, können die Anforderungen an die Funktionen „sicher abgeschaltetes Moment“ (STO) und „sicherer Stopp 1“ (SS1) erfüllt werden.

Bei der Funktion SS1 erfolgt keine sichere Überwachung der Motorverzögerung oder der Motordrehzahl durch den Frequenzumrichter. Wenn eine Risikoanalyse ergeben hat, dass eine Überwachung erforderlich ist, so hat diese durch eine externe sichere Steuerung zu erfolgen. Die in den Beispielen beschriebene Lösung für die Funktion SS1 entspricht dem Verhalten nach IEC 61800-5-2:2007, Abschnitt 4.2.2.3, Absatz c) „Auslösen der Motorverzögerung und nach einer anwendungsspezifischen Zeitverzögerung Auslösen der STO-Funktion“. Die Motorverzögerung erfolgt nicht sicherheitsgerichtet über die Standardfunktionalität des Frequenzumrichters. Der Übergang in die Funktion STO erfolgt sicherheitsgerichtet.

8.2.3 IEC 61508:2010

(Deutsche Fassung EN 61508:2010)

Für die sicherheitsbezogenen Stoppfunktionen STO und SS1 (Bezeichnung gemäß IEC 61800-5-2:2007) erfüllen die Frequenzumrichter mit den laut diesem Handbuch zutreffenden sicheren Abschaltwegen die Anforderungen an SIL 3. Der gesteuerte Bremsvorgang der Stoppfunktion SS1 ist nicht SIL fähig.

(📖 Abschnitt 9.1 "Daten der sicheren Pulssperre")

Information

Digitaleingänge

Die Digitaleingänge sind nicht SIL-fähig!

8.2.4 ISO 13849-1:2015

(Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2016)

Für die sicherheitsbezogenen Stoppfunktionen, STO und SS1 (Bezeichnung gemäß IEC 61800-5-2:2007), erfüllen die Frequenzumrichter mit den laut diesem Handbuch zutreffenden sicheren Abschaltwegen die Anforderungen an den Performance Level e. Dabei kann die Sicherheitskategorie 4 erreicht werden.

(📖 Abschnitt 9.1 "Daten der sicheren Pulssperre")

Die Digitaleingänge (DIN1 / DIN4), die bei der Realisierung sicherheitsbezogener Stoppfunktionen in erster Linie als Hilfseingänge vorgesehen sind, können die Anforderungen an die Sicherheitskategorie 1 und den Performance Level c erfüllen.

(📖 Abschnitt 9.2 "Daten der Digitaleingänge")



Information

Bewertung der Sicherheitsfunktion

Die in den technischen Daten (📖 Abschnitt 9 "Technische Daten") angegebenen Werte berücksichtigen nur die jeweils genannten Eingänge bzw. Abschaltwege!

Die zur Realisierung einer Sicherheitsfunktion zusätzlich benötigten Komponenten, wie Sicherheitsschaltgerät, Not-Aus Taster, etc., müssen bei der Bewertung der Sicherheitsfunktion mit berücksichtigt werden. Die hieraus resultierenden sicherheitsrelevanten Kennwerte werden durch diese Komponenten maßgeblich beeinflusst.

9 Technische Daten

Es gelten die Technischen Daten aus dem Handbuch zum Gerät (BU 0250).

Hiervon abweichend gilt:

Funktion	Spezifikation
Maximale Aufstellhöhe über NN	≤ 2000 m

Ergänzend gelten die folgenden, technischen Daten.

9.1 Daten der sicheren Pulssperre

Funktion	Spezifikation	
Eingangsspannung	+ 24 V	
Spannungstoleranz	± 25 % (18 V ... 30 V)	
Betrieb am OSSD	- 20 % ... + 25 % (19,2 V ... 30 V)	
Stromaufnahme (Mittelwert)	≤ 125 mA	
Spitzenstrom (Peak, beim Einschalten oder am OSSD)	≤ 500 mA	
Leitungslänge	≤ 100 m	
Leitungskapazität	≤ 20 nF pro angeschlossenen Frequenzumrichter (≤ 4 nF * t _{OSSD} / 0,1 ms (mit t _{OSSD} max. 0,5 ms))	
Einschaltverzögerung	≤ 200 ms	
Reaktionszeit	≤ 300 ms (≤ 65 ms typisch)	
Zykluszeit	≥ 1 s	
Anforderungen an OSSDs	Testpulsbreite	≤ 500 µs
	Duty (high Pegel)	≥ 90 %
	Abstand von Doppelpulsen	≥ 1 ms (Dutyfaktor beachten)
Sicherheits- Integritätslevel (IEC 61508)	SIL 3	
Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde	PFH = 0	
Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls bei Anforderung	PFD = 0	
Anteil sicherer Ausfälle	SFF = 100 %	
Sicherheitskategorie (nach EN ISO 13849-1)	Kategorie 4	
Performance Level (nach EN 13849-1)	PL e	
Die mittlere Zeit bis zum gefährbringenden Ausfall	MTTF _d = „hoch“ (>100 Jahre)	
Diagnosedeckungsgrad (DC)	kann nicht ermittelt werden (PFH=0)	
Gebrauchsdauer	TM = 20 Jahre	

9.2 Daten der Digitaleingänge

(Nur gültig für die Digitaleingänge: **DIN1** und **DIN4**)

Funktion	Spezifikation	
Eingangsspannung	+ 24 V	
Spannungstoleranz	+/- 37,5 % ... + 25 % (15 V ... 30 V)	
High Pegel (V_{T+})	15 V ... 30 V	
Low Pegel (V_{T-})	0 V ... 5 V	
Eingangswiderstand	$\approx 9,5 \text{ k}\Omega$ (für den Low Pegel) $\approx 2,5 \text{ k}\Omega \dots 3,5 \text{ k}\Omega$ (für den High Pegel)	
Eingangskapazität	10 nF	
Abtastzeit	$\leq 1 \text{ ms}$	
Reaktionszeit	$\leq 5 \text{ ms}$	
Anforderungen an OSSDs	Testpulsbreite	$\leq 500 \mu\text{s}$
	Duty (high Pegel)	$\geq 90 \%$
	Abstand von Doppelpulsen	$\geq 1 \text{ ms}$ (Dutyfaktor beachten)
Sicherheits-Integritätslevel (IEC 61508)	Die Digitaleingänge sind nicht SIL-fähig	
Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde	PFH < 700 FIT	
Anteil sichere Ausfälle	SFF > 72 %	
Sicherheitskategorie (nach EN ISO 13849-1)	Kategorie 1	
Performance Level (nach EN 13849-1)	PL c	
Die mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall	MTTF _d = „hoch“ (>100 Jahre)	
Diagnosedeckungsgrad (DC)	kein DC	
Gebrauchsdauer	TM = 20 Jahre	

10 Anhang

10.1 Reparaturhinweise

Um Reparaturzeiten so kurz wie möglich zu halten, geben Sie bei Rücksendung eines Geräts bitte den Grund für die Rücksendung und mindestens einen Ansprechpartner für Rückfragen an.

Im Reparaturfall senden Sie das Gerät bitte an folgende Anschrift:

NORD Electronic DRIVESYSTEMS GmbH

Tjüchkampstraße 37

26606 Aurich

i Information

Fremdzubehör

Entfernen Sie vor Rücksendung einer Busschnittstelle und/oder eines Frequenzumrichters externes Zubehör wie Netzkabel, Potentiometer, externe Anzeigen etc., das nicht von Getriebebau NORD GmbH & Co. KG geliefert wurde. Bei Rücksendung eines Geräts mit externem Zubehör kann von Getriebebau NORD GmbH & Co. KG für das Zubehör keine Gewähr übernommen werden.

i Information

Warenbegleitschein

Verwenden Sie für Rücksendungen bitte den ausgefüllten Warenbegleitschein. Sie finden ihn auf unserer Homepage www.nord.com oder direkt unter dem Link [Warenbegleitschein](#).

Bei Rückfragen zur Reparatur wenden Sie sich bitte an:

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG

Fon +49 (0) 45 32 / 289-2515

Fax +49 (0) 45 32 / 289-2555

10.2 Service- und Inbetriebnahmehinweise

Bei Problemen, z. B. während der Inbetriebnahme, nehmen Sie Kontakt mit unserem Service auf:

☎ +49 4532 289-2125

Unser Service steht Ihnen rund um die Uhr (24 h/7 Tage) zur Verfügung und kann Ihnen am besten helfen, wenn Sie folgende Informationen vom Gerät (z. B. Frequenzumrichter) und dessen Zubehör (z. B. Busschnittstelle) bereithalten:

- Typenbezeichnung,
- Seriennummer,
- Firmwareversion.

10.3 Dokumente und Software

Dokumente und Software können Sie von unserer Internetseite www.nord.com herunterladen.

Mitgeltende und weiterführende Dokumente

Dokumentation	Inhalt
BU 0250	Handbuch für Feldverteiler NORDAC <i>LINK SK 250E-FDS .. SK 280E-FDS</i>
BU 0000	Handbuch zum Umgang mit der NORD CON-Software
BU 0040	Handbuch zum Umgang mit den NORD-Parametrierboxen

Software

Software	Beschreibung
NORD CON	Parametrier- und Diagnosesoftware

10.4 Zertifikate

Die für die „Funktionale Sicherheit“ relevanten Zertifikate können Sie von unserer Internetseite www.nord.com herunterladen.

Zertifikate

Dokumentation	Inhalt
C330704	Zertifikat für Frequenzumrichter mit "sicheren Abschaltwegen" für Frequenzumrichter NORDAC <i>Link SK 260E-FDS / SK 280E-FDS</i>

10.5 Abkürzungen

- **AS-i** AS-Interface
- **BW** Bremswiderstand
- **DIN** Digitaleingang
- **DOUT** Digitalausgang
- **EMV** Elektromagnetische Verträglichkeit
- **FU** Frequenzumrichter
- **GND** Ground
- **OSSD** Output Signal Switching Device
- **P** Parametersatzabhängiger Parameter, d.h. ein Parameter, dem in jedem der 4 Parametersätze des Frequenzumrichters unterschiedliche Funktionen bzw. Werte zugewiesen werden können.
- **S** Supervisor Parameter, d.h. Ein Parameter der nur sichtbar wird, wenn der korrekte Supervisor Code in Parameter **P003** eingetragen ist
- **SH** „Sicherer Halt“ (Funktionale Sicherheit)
- **SS1** „Safe Stop 1“, sicherer Stopp 1
- **STO** „Safe Torque Off“, sicher abgeschaltetes Moment
- **SW** Software-, bzw. Firmwareversion des Frequenzumrichters (kann im Parameter **P707** angezeigt werden)

Stichwortverzeichnis

A

Auto. Störungsquitt. (P506)	33
Automatischer Anlauf (P428).....	31

B

Beispiel	26
SS1	15
STO.....	13

D

DC-Nachlaufzeit (P559).....	33
Digitalausgang Funk. (P434).....	32
Digitaleingänge	11
Digitaleingänge (P420).....	31
Dokumente	
mitgeltend	44

E

EEPROM Kopierauftrag (P550)	33
EMV	25

F

Fehlerausschluss.....	19
Funkt. BusIO Out Bits (P481).....	32

G

Geltungsbereich	4
gesteuertes Bremsen	12

I

IEC 60204-1	
2005	38
IEC 61508	
2010	38
IEC 61800-5-2	
2007	38
Inbetriebnahme.....	27
SS1	28
STO.....	28
ISO 13849-1	
2015	39

M

mechanische Bremse	12
Meldungen	
Betriebszustand.....	34
Störung.....	34

N

Norm	
IEC 60204-1	
2005	38
IEC 61508	
2010	38
IEC 61800-5-2	
2007	38
ISO 13849-1	
2015.....	39

O

OSSD	25, 36
------------	--------

P

Parameter	30
Parameterverlust.....	34

R

Reparatur	43
Rücksendung	43

S

Schnellhaltezeit (P426).....	31
Sichere Pulssperre.....	25
Beispiel.....	26
OSSD	25
Sicherer Abschaltweg	
Sichere Pulssperre	25
Sicherheitsfunktionen	
Sicher abgeschaltetes Moment.....	12
Sicherer Stopp1.....	12
SS1.....	12
STO	12
Sicherheitsschaltgeräte.....	36
Software	44

SS1	12	V	
Beispiel.....	15	Validierung	29
Inbetriebnahme	28	W	
STO	12	Warenbegleitschein	43
Beispiel.....	13	Wiederanlaufsperr.....	17
Inbetriebnahme	28	Z	
T		Zertifikate	44
Technische Daten.....	40		

NORD DRIVESYSTEMS Group

Headquarters and Technology Centre
in Bargteheide, close to Hamburg

Innovative drive solutions
for more than 100 branches of industry

Mechanical products
parallel shaft, helical gear, bevel gear and worm gear units

Electrical products
IE2/IE3/IE4 motors

Electronic products
centralised and decentralised frequency inverters,
motor starters and field distribution systems

7 state-of-the-art production plants
for all drive components

Subsidiaries and sales partners
in 89 countries on 5 continents
provide local stocks, assembly, production,
technical support and customer service

More than 3,300 employees throughout the world
create customer oriented solutions

www.nord.com/locator

Headquarters:

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG
Getriebebau-Nord-Straße 1
22941 Bargteheide, Germany
T: +49 (0) 4532 / 289-0
F: +49 (0) 4532 / 289-22 53
info@nord.com, www.nord.com

Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group

