



**BU 0630 – de**

**Funktionale Sicherheit**

Zusatzanleitung für Baureihe SK 500P





## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>6</b>
1.1	Allgemeines .....	6
1.1.1	Dokumentation .....	6
1.1.2	Dokumenthistorie.....	6
1.1.3	Zu diesem Handbuch .....	7
1.2	Mitgeltende Dokumente .....	7
1.3	Darstellungskonventionen.....	7
1.3.1	Warnhinweise .....	7
1.3.2	Andere Hinweise .....	7
1.4	Sicherheits-, Installations- und Anwendungshinweise.....	8
<b>2</b>	<b>Funktionsbeschreibung</b> .....	<b>12</b>
2.1	Aufbau der sicheren Abschaltwege.....	12
2.2	Sichere Abschaltwege.....	13
2.2.1	Sichere Pulssperre .....	13
2.2.2	Safety Digitaleingang.....	15
2.3	Sicherheitsfunktionen.....	16
2.3.1	Sicher abgeschaltetes Drehmoment, STO .....	16
2.3.2	Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung, SS1-t .....	16
2.3.3	Prioritäten und Fehlerreaktion .....	17
2.4	Beispiele / Realisierung.....	17
2.4.1	Funktion STO .....	17
2.4.2	Funktion SS1-t.....	20
2.4.3	Einfache Wiederanlaufsperr .....	22
2.4.4	Beispiel ohne „Sichere Pulssperre“ .....	23
2.4.5	Fehlerausschluss für die Verdrahtung .....	26
<b>3</b>	<b>Montage und Installation</b> .....	<b>29</b>
3.1	Einbau und Montage.....	29
3.1.1	Montage einer Kundenschnittstelle SK CU5-STO und SK CU5-MLT .....	29
3.2	Elektrischer Anschluss .....	30
3.2.1	Verdrahtungsrichtlinien.....	30
3.2.2	Netzanschluss .....	30
3.2.3	Anschluss Steuerleitungen .....	31
3.2.4	Details Steuerklemmen .....	32
3.3	Details sichere Abschaltwege .....	33
3.3.1	Verkabelung und Schirmung .....	33
3.3.2	Betrieb am OSSD .....	33
3.3.2.1	Einzelbetrieb .....	33
3.3.2.2	Mehrgerätebetrieb .....	35
3.3.3	EMV.....	36
<b>4</b>	<b>Inbetriebnahme</b> .....	<b>37</b>
4.1	Inbetriebnahmeschritte STO .....	37
4.2	Inbetriebnahmeschritte SS1-t.....	38
4.3	Validierung .....	41
<b>5</b>	<b>Parameter</b> .....	<b>42</b>
5.1	Parametrierung .....	42
5.2	Parameterbeschreibung.....	43
5.2.1	Steuerklemmen .....	44
5.2.2	Zusatzparameter .....	48

<b>6</b>	<b>Meldungen zum Betriebszustand .....</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>Zusatzinformationen .....</b>	<b>52</b>
7.1	Sicherheitsschaltgeräte.....	52
7.1.1	Ausgangsspannung der Sicherheitsgeräte.....	52
7.1.2	Schaltvermögen und Strombelastung.....	52
7.1.3	OSSD-Ausgänge, Testpulse.....	54
7.2	Sicherheitseinstufungen.....	55
7.2.1	IEC 60204-1:2016 .....	55
7.2.2	IEC 61800-5-2:2016 .....	55
7.2.3	IEC 61508:2010.....	56
7.2.4	ISO 13849-1:2015 .....	56
<b>8</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>57</b>
8.1	Sichere Pulssperre und Safety Digitaleingang .....	57
<b>9</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>59</b>
9.1	Wartungshinweise.....	59
9.2	Reparaturhinweise .....	59
9.3	Service- und Inbetriebnahmehinweise .....	60
9.4	Dokumente und Software.....	60
9.5	Zertifikate .....	60
9.6	Abkürzungen.....	61

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

### 1.1.1 Dokumentation

Bezeichnung: **BU 0630**

Materialnummer: **6076301**

Reihe: **Funktionale Sicherheit für Frequenzumrichter der Baureihe NORDAC PRO SK 500P**

Geltungsbereich:

- Geräte mit integrierten Sicherheitseingängen: SK 510P, SK 540P
- Geräte in Kombination mit Kundenschnittstellen-Erweiterungen mit Sicherheitseingängen: SK 530P, SK 550P
- Kundenschnittstellenerweiterungen: SK CU5-STO, SK\_CU5-MLT
- Ab NORDAC PRO Softwareversion V1.2 R0

### 1.1.2 Dokumenthistorie

Ausgabe	Baureihe	Version	Bemerkungen
Bestellnummer		Software	
BU 0630, Juli 2020	SK 500P	V1.2 R0	Erste Ausgabe
6076301/ 2020			

### 1.1.3 Zu diesem Handbuch

Dieses Handbuch soll Ihnen bei der Inbetriebnahme einer „sicheren Stopp“ Funktion (STO oder SS1-t) 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 1.4 "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 9.4 "Dokumente und Software".

Die erforderlichen Dokumente finden Sie unter [www.nord.com](http://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.

---

## 1.4 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

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

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

Während des Betriebes können die Geräte ihrer Schutzart entsprechend spannungsführende, blanke, gegebenenfalls auch bewegliche oder rotierende 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 Netz Hauptschalter ausgestattet und steht somit, wenn es an Netzspannung angeschlossen ist, immer unter Spannung. An einem angeschlossenen, stillstehenden Motor kann daher auch Spannung anstehen.

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.

Das Gerät und ggf. vorhandene Leistungssteckverbinder dürfen nicht unter Spannung abgezogen werden! Nichtbeachtung kann die Bildung eines Lichtbogens verursachen, der neben einem entsprechenden Verletzungsrisiko auch das Risiko von Beschädigungen bzw. der Zerstörung des Gerätes zur Folge haben.

Das Verlöschen der Status-LED und anderer Anzeigeelemente ist kein Indikator dafür, dass das Gerät vom Netz getrennt und spannungslos ist.

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).

Alle Arbeiten am Gerät, z. B. 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). Insbesondere sind sowohl die allgemeinen und regionalen Montage- und Sicherheitsvorschriften für Arbeiten an Starkstromanlagen (z.B. VDE), als auch die den fachgerechten Einsatz von Werkzeugen und die Benutzung persönlicher Schutzeinrichtungen betreffenden Vorschriften zu beachten.

Bei sämtlichen Arbeiten am Gerät ist darauf zu achten, dass keine Fremdkörper, lose Teile, Feuchtigkeit oder Staub in das Gerät gelangen bzw. im Gerät verbleiben (Kurzschluss- Brand- und Korrosionsgefahr).

Weitere Informationen sind der Dokumentation zu entnehmen.

### 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 60204-1 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“).

### **Transport, Einlagerung**

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

Die zulässigen mechanischen und klimatischen Umweltbedingungen (siehe Technische Daten im Handbuch des Gerätes) sind einzuhalten.

Bei Bedarf sind geeignete, ausreichend bemessene Transportmittel (z. B. Hebezeuge, Seilführungen) zu verwenden.

### **Aufstellung und Montage**

Die Aufstellung und Kühlung des Gerätes muss entsprechend den Vorschriften der zugehörigen Dokumentation erfolgen. Die zulässigen mechanischen und klimatischen Umweltbedingungen (siehe Technische Daten im Handbuch des Gerätes) sind einzuhalten.

Das Gerät ist vor unzulässiger Beanspruchung zu schützen. Insbesondere dürfen keine Bauelemente verbogen und/oder Isolationsabstände verändert werden. Die Berührung elektronischer Bauelemente und Kontakte ist zu vermeiden.

Das Gerät und dessen Optionsbaugruppen enthalten elektrostatisch gefährdete Bauelemente, die leicht durch unsachgemäße Behandlung beschädigt werden können. Elektrische Komponenten dürfen nicht mechanisch beschädigt oder zerstört werden.

### **Elektrischer Anschluss**

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

Installations- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten nur bei spannungsfrei geschaltetem Gerät durchführen und Wartezeit von mindestens 5 Minuten nach dem netzseitigen Abschalten beachten! (Das Gerät kann nach dem netzseitigen Abschalten wegen möglicherweise aufgeladener Kondensatoren mehr als 5 Minuten gefährliche Spannung führen). Vor Beginn der Arbeiten ist durch Messung unbedingt die Spannungsfreiheit an allen Kontakten der Leistungsteckverbinder bzw. der Anschlussklemmen festzustellen.

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

Hinweise für die EMV-gerechte Installation, wie Schirmung, Erdung, Anordnung von Filtern und Verlegung der Leitungen befinden sich in der Dokumentation des Gerätes sowie in der Technischen Information [TI 80-0011](#). 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.

Das Gerät darf nur mit wirksamen Erdungsverbindungen betrieben werden, die den örtlichen Vorschriften für große Ableitströme ( $> 3,5 \text{ mA}$ ) entsprechen. Detaillierte Informationen zu den Anschluss- und Betriebsbedingungen entnehmen Sie bitte der Technischen Information [TI 80-0019](#).

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

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

### **Betrieb**

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.

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!

Das Gerät verursacht betriebsbedingt Geräusche im für den Menschen hörbaren Frequenzbereich. Diese Geräusche können längerfristig zu Stress, Unbehagen und Ermüdungserscheinungen mit negativen Auswirkungen auf die Konzentration führen. Der Frequenzbereich, respektive der Ton, kann durch Anpassung der Pulsfrequenz in einen weniger störenden bzw. nahezu nicht mehr hörbaren Bereich verschoben werden. Dabei ist jedoch ein möglicherweise entstehendes Derating (verringerte Leistung) des Gerätes zu beachten.

Wenn Handfunkgeräte in einem Umkreis des PDS(SR) von weniger als 20 cm betrieben werden, kann das PDS(SR) gestört werden.

### ***Wartung, Instandhaltung und Außerbetriebnahme***

Installations- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten nur bei spannungsfrei geschaltetem Gerät durchführen und Wartezeit von mindestens 5 Minuten nach dem netzseitigen Abschalten beachten! (Das Gerät kann nach dem netzseitigen Abschalten wegen möglicherweise aufgeladener Kondensatoren mehr als 5 Minuten gefährliche Spannung führen). Vor Beginn der Arbeiten ist durch Messung unbedingt die Spannungsfreiheit an allen Kontakten der Leistungsteckverbinder bzw. der Anschlussklemmen festzustellen.

Weitere Informationen sind dem Handbuch des Gerätes zu entnehmen.

### **4. Explosionsgefährdete Umgebung (ATEX)**

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

## 2 Funktionsbeschreibung

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

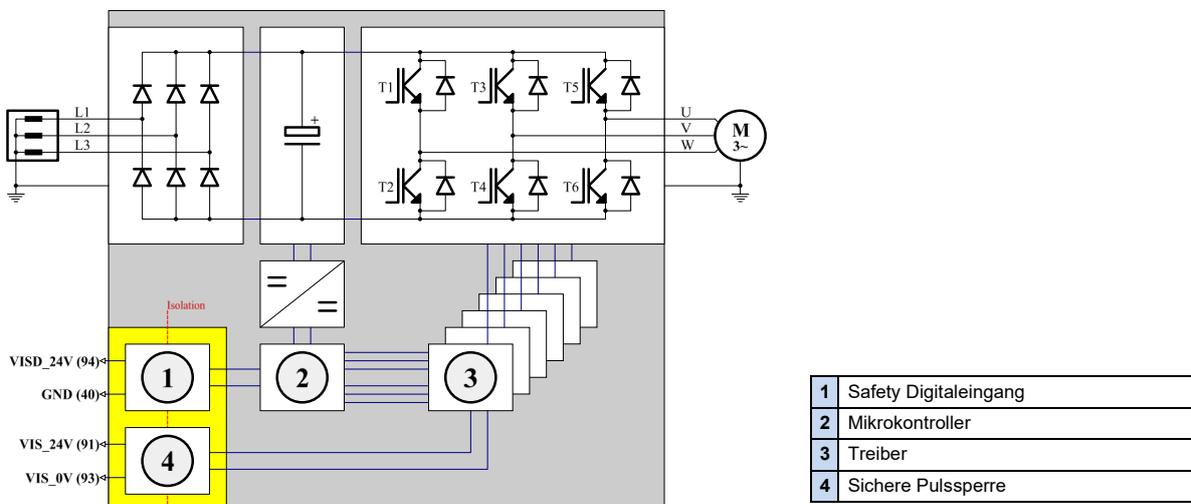
Die nachfolgende, grundsätzliche Erklärung der Funktionsweise des Frequenzumrichters dient einem besseren Verständnis der Wirkungsweise der Abschaltwege:

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

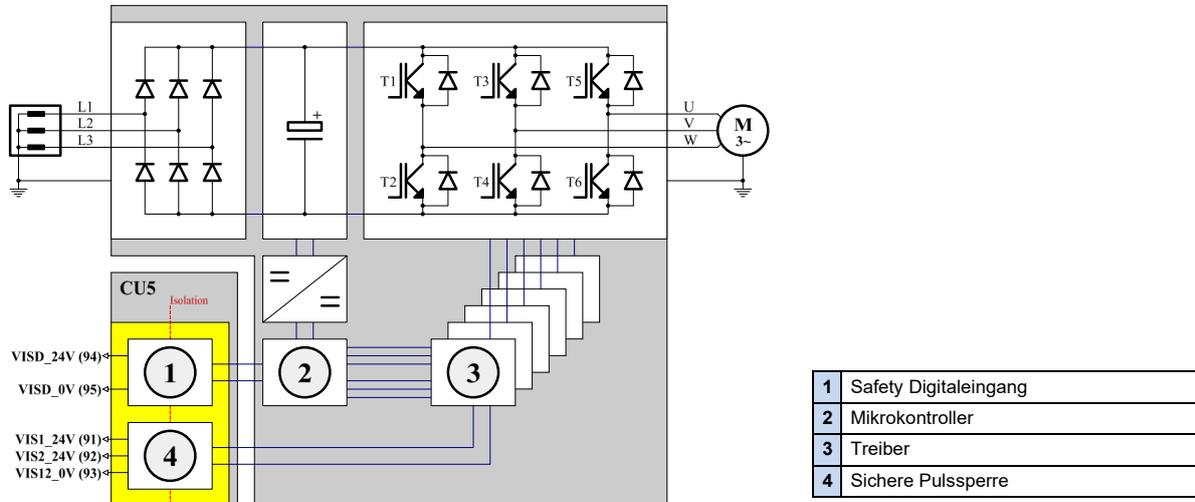
Die Halbleiterschalter des Wechselrichters (T1 bis T6) werden mit einem sehr komplexen Pulsmuster angesteuert. Dieses Pulsmuster wird von dem Mikrokontroller ( $\mu\text{C}$ ) erzeugt und vom Treiber verstärkt. Der Treiber übernimmt dabei die Umsetzung der Logik-Signale auf die Steuerspannungen der Halbleiterschalter. 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 pulsformigen Spannung, einer dreiphasigen pulsweitenmodulierten Sinusspannung, ein Drehstromsystem. Der Motor entwickelt ein Drehmoment.

### 2.1 Aufbau der sicheren Abschaltwege

#### Aufbau „Sichere Pulssperre“ SK 510P, SK 540P



### Aufbau „Sichere Pulssperre“ SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT



Durch Verwendung und Kombination der sicheren Abschaltwege „Sichere Pulssperre“ und/oder „Safety Digitaleingang“ lassen sich die sicherheitsbezogenen Stoppfunktionen STO und SS1-t mit unterschiedlichen Sicherheits- und Leistungsstufen sowie eine einfache Wiederanlaufsperrung realisieren.

## 2.2 Sichere Abschaltwege

Für die Frequenzumrichter der Baureihe SK 500P stehen zwei Varianten der sicheren Abschaltwege zur Verfügung:

1. SK 510P und SK 540P verfügen über eine festverbaute Sicherheitsbaugruppe.
2. SK 530P und SK 550P können mit einer optionalen Kundenschnittstellenerweiterung ausgestattet werden. Die steckbaren Baugruppen SK CU5-STO und SK CU5-MLT stellen sichere Abschaltwege zur Verfügung.

Beide Varianten stellen folgende sicheren Abschaltwege zur Verfügung:

- „Sichere Pulssperre“
- „Safety Digitaleingang“

Mit Hilfe der sicheren Abschaltwege können folgende sicheren Stopp-Funktionen ausgeführt werden:

- **STO** (en: safe torque off), sicher abgeschaltetes Drehmoment
- **SS1-t** (en: safe stop 1 time controlled), Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung

### 2.2.1 Sichere Pulssperre

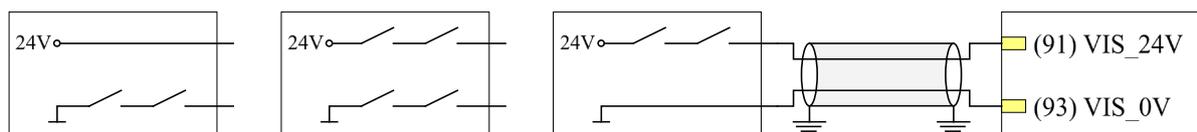
Die „Sichere Pulssperre“ erzeugt mit Hilfe eines zusätzlichen DC/DC-Wandlers die Versorgungsspannung für die Treiber. Hierfür muss der „Sicheren Pulssperre“ eine 24 V-Spannung oder zwei 24 V-Spannungen zugeführt werden. Dies muss wie folgt erfolgen:

- SK 510P, SK 540P: 1 x 24 V über den Kontakt **VIS\_24V** mit dem Bezugspotential **VIS\_0V**
- SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT: 2 x 24 V über die Kontakte **VIS1\_24V** und **VIS2\_24V** mit dem gemeinsamen Bezugspotential **VIS12\_0V**

Wird diese 24 V-Spannung abgeschaltet, 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 Drehmoment.

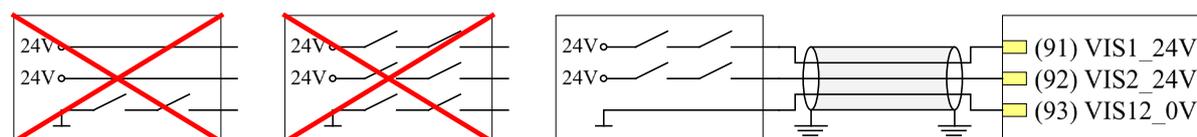
Das Abschalten der 24 V-Spannungen hat mit einer sicherheitsgerichteten Schalteinrichtung zu erfolgen. Je nach der Variante der sicheren Abschaltwege kann dies unterschiedlich erfolgen.

#### SK 510P, SK 540P

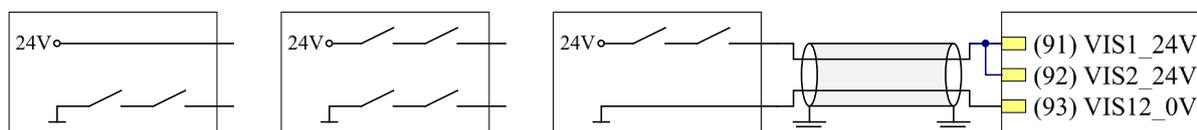


Hier kann sowohl der Anschluss des Kontaktes **VIS\_24V** als auch der des Kontaktes **VIS\_0V** von der 24 V-Spannungsquelle getrennt werden. Vorzugsweise wird der Anschluss des Kontaktes **VIS\_24V** getrennt.

#### SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT



Diese Variante verfügt über einen zweikanaligen Eingangskreis. Beide Kontakte **VIS1\_24V** und **VIS2\_24V** haben ein gemeinsames Bezugspotential **VIS12\_0V**. Bei einer zweikanaligen Verwendung der „Sicheren Pulssperre“ darf dieses Bezugspotential nicht aufgetrennt werden. Die „Sichere Pulssperre“ kann auch in dieser Variante einkanalig verwendet werden. D. h. die beiden Kontakte **VIS1\_24V** und **VIS2\_24V** werden parallelgeschaltet.



In diesem Fall kann sowohl die 24 V-Spannung als auch das Bezugspotential **VIS12\_0V** aufgetrennt werden. Vorzugsweise werden die parallelgeschalteten Kontakte **VIS1\_24V** und **VIS2\_24V** getrennt.

### 2.2.2 Safety Digitaleingang

Der „Safety Digitaleingang“ ist explizit für die Realisierung einer Sicherheitsfunktion vorgesehen. Dies bedeutet auch, dass die Standard-Digitaleingänge nicht für die Realisierung einer Sicherheitsfunktion verwendet werden dürfen!

Der Weg der sicheren Auslösung erfolgt beim „Safety Digitaleingang“ über den Mikrokontroller. Dieser unterbricht die Steuersignale zu den Treibern, oder er stellt ein Pulsmuster mit dem der angeschlossene Motor gesteuert still gesetzt wird.

Der „Safety Digitaleingang“ kann mit den folgenden Funktionen parametrierbar werden:

- „**Spannung Sperren**“

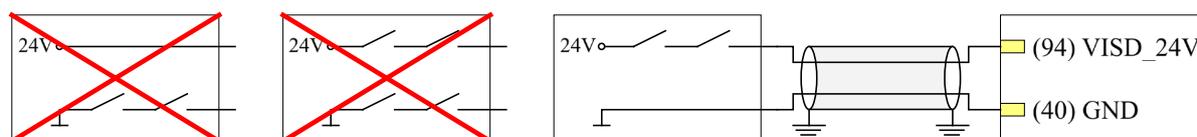
Der Mikrokontroller unterbricht die Steuersignale zu den Treibern. Es gelangen keine Steuerpulse an die Halbleiterschalter (T1 bis T6) des Wechselrichters. D. h. der Stromfluss in den Halbleiterschaltern und im Motor wird unterbrochen, und der Motor trudelt aus.

- „**Schnellhalt**“

Der Mikrokontroller setzt den Motor durch geeignete Steuerimpulse entsprechend einer zuvor eingestellten Schnellhaltzeit geführt still.

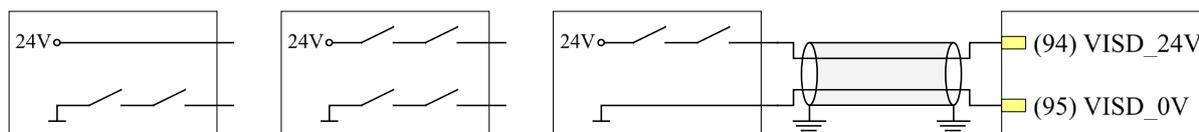
Bezüglich der Funktion ist der „Safety Digitaleingang“ bei beiden Varianten der sicheren Abschaltwege identisch. Es gibt jedoch Unterschiede hinsichtlich des Bezugspotentials.

#### SK 510P, SK 540P



Hier hat der „Safety Digitaleingang“ mit dem Kontakt **VISD\_24V** das Bezugspotential **GND**. Dies ist dasselbe Bezugspotential wie für alle anderen analogen und digitalen Ein- und Ausgänge des Frequenzumrichters. Folglich kann durch die Auftrennung des Bezugspotentials nicht der „Safety Digitaleingang“ ausgelöst werden.

#### SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT



Der „Safety Digitaleingang“ auf den CU5-Baugruppen verfügt über ein eigenes Bezugspotential **VISD\_0V**. D. h. hier kann auch dieses Bezugspotential aufgetrennt werden um den „Safety Digitaleingang“ auszulösen. Vorzugsweise wird der Anschluss des Kontaktes **VISD\_24V** getrennt.

## 2.3 Sicherheitsfunktionen

### **WARNUNG**

#### **Versagen einer mechanischen Bremse**

Die Ansteuerung einer mechanischen Bremse über den Frequenzumrichter erfolgt nicht sicherheitsgerichtet. Die Auslösung der Funktion "STO" und die Fehlerreaktionsfunktion führen 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 die gesamte Last ausgelegt ist (z. B. Haltebremse), kann beschädigt werden und versagen. Dies kann schwere oder tödliche Verletzungen oder Beschädigungen an der Anlage durch z. B. herunterfallende Lasten zur Folge haben.

- Bremse als Betriebsbremse auslegen
- Sicherstellen, dass der Antrieb stillgesetzt wird, bevor die Funktion „STO“ aktiviert wird.

#### **2.3.1 Sicher abgeschaltetes Drehmoment, STO**

Die Funktion STO verhindert, dass dem Motor eine krafterzeugende Energie zugeführt wird. Diese Funktion kann nach ISO 14118 genutzt werden, um einen unerwarteten Anlauf zu verhindern und/oder das antreibende Drehmoment schnellstmöglich (siehe technische Daten → Reaktionszeit) abzuschalten und den Antrieb (Motor mit Arbeitsmaschine) austrudeln zu lassen.

Dieses Verhalten entspricht der Stoppkategorie 0 (ungesteuertes Stillsetzen) nach EN 60204-1. Je nach Anwendung kann von der austrudelnden Bewegung für eine undefinierte Zeit eine Gefahr ausgehen. Eine Überwachung, ob oder wann der Antrieb den sicheren Zustand erreicht, ist im Frequenzumrichter nicht integriert.

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

Bei einer Synchronmaschine kann es beim Versagen des Leistungsteils des Frequenzumrichters trotz aktivierter STO-Funktion zu einer Ausrichtbewegung um eine Polteilung kommen.

#### **2.3.2 Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung, SS1-t**

Die Frequenzumrichter der Reihe SK 500P unterstützen die Realisierung der Funktion SS1 in der Variante SS1-t, Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung.

Zum Stillsetzen des Motors löst der Frequenzumrichter einen Schnellhalt aus. Nach einer anwendungsspezifischen Zeit wird dann in die Funktion STO geschaltet. Dieses Verhalten entspricht der Stoppkategorie 1 (gesteuertes Stillsetzen) nach IEC 60204-1. Der Wechsel in die Funktion STO erfolgt zeitgesteuert über ein externes, sicherheitsgerichtetes Zeit-Relais (verzögerter Ausgang eines Sicherheitsschaltgerätes).

### **Information**

#### **Gesteuertes Stillsetzen**

Das gesteuerte Stillsetzen wird über den „Safety Digitaleingang“ ausgelöst und genügt geringeren Sicherheitsanforderungen als die Funktion STO, die mittels der „Sicheren Pulssperre“ ausgelöst wird.

Das gesteuerte Stillsetzen von SS1-t kann unerkannt versagen und darf nicht verwendet werden, wenn dieses Versagen eine gefahrbringende Situation in der Anwendung verursachen kann.

### 2.3.3 Prioritäten und Fehlerreaktion

Da die „Sichere Pulssperre“ auf der Abschaltung der Versorgungsspannung der Treiber für die Halbleiterschalter (T1 bis T6) des Wechselrichters beruht, hat dieser Abschaltweg die höchste Priorität. D. h. wenn mit der „Sicheren Pulssperre“ die Sicherheitsfunktion STO realisiert wird, hat auch die Sicherheitsfunktion STO die höchste Priorität. Werden parallel die Sicherheitsfunktionen STO und SS1-t realisiert, ist zu beachten, dass das über den „Safety Digitaleingang“ ausgelöste gesteuerte Stillsetzen des Motors mit dem Auslösen der „Sicheren Pulssperre“ abgebrochen wird.

Der „Safety Digitaleingang“ verfügt über eine interne Fehlerdiagnose. Wenn diese Diagnose einen Fehler erkennt, werden die Ansteuersignale für die Treiber der Halbleiterschalter (T1 bis T6) des Wechselrichters abgeschaltet. Diese Fehlerreaktion entspricht dem Verhalten der Sicherheitsfunktion STO mit der Besonderheit, dass dieser Fehlerzustand nur durch ein Netzspannungs-Reset des Frequenzumrichters quittiert werden kann. Das Quittieren über ein Bussystem oder die Digitaleingänge ist nicht möglich.

ANMERKUNG: Wenn durch die Fehlerreaktion eine gefährbringende Situation in der Endanwendung entstehen kann, darf die Funktion SS1-t nicht verwendet werden!

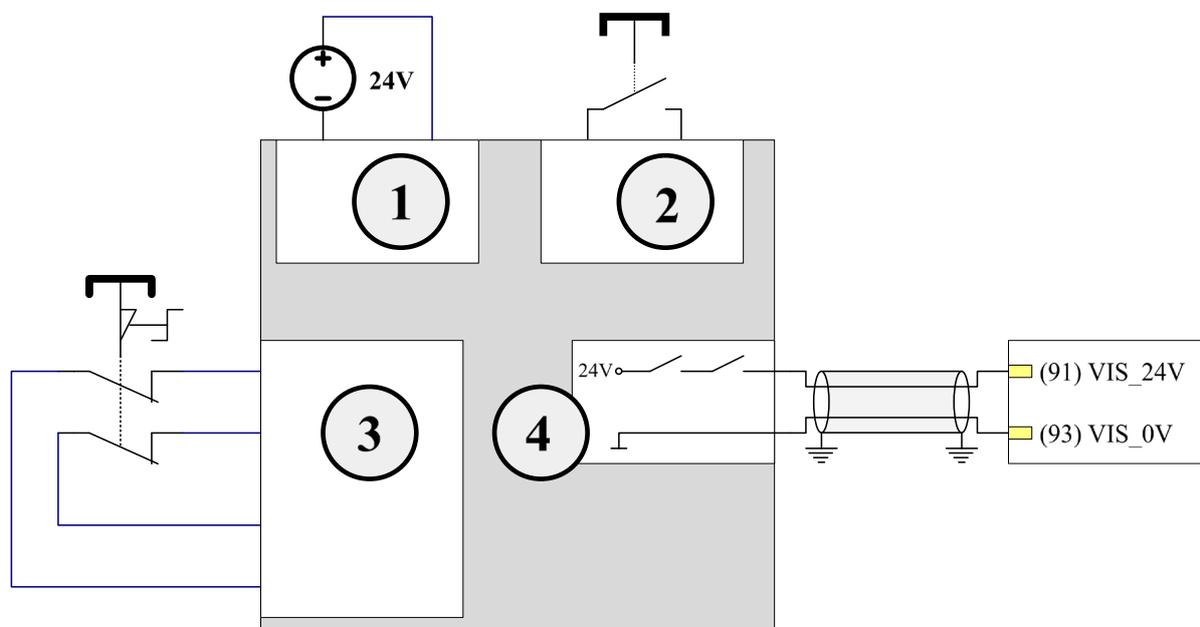
## 2.4 Beispiele / Realisierung

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

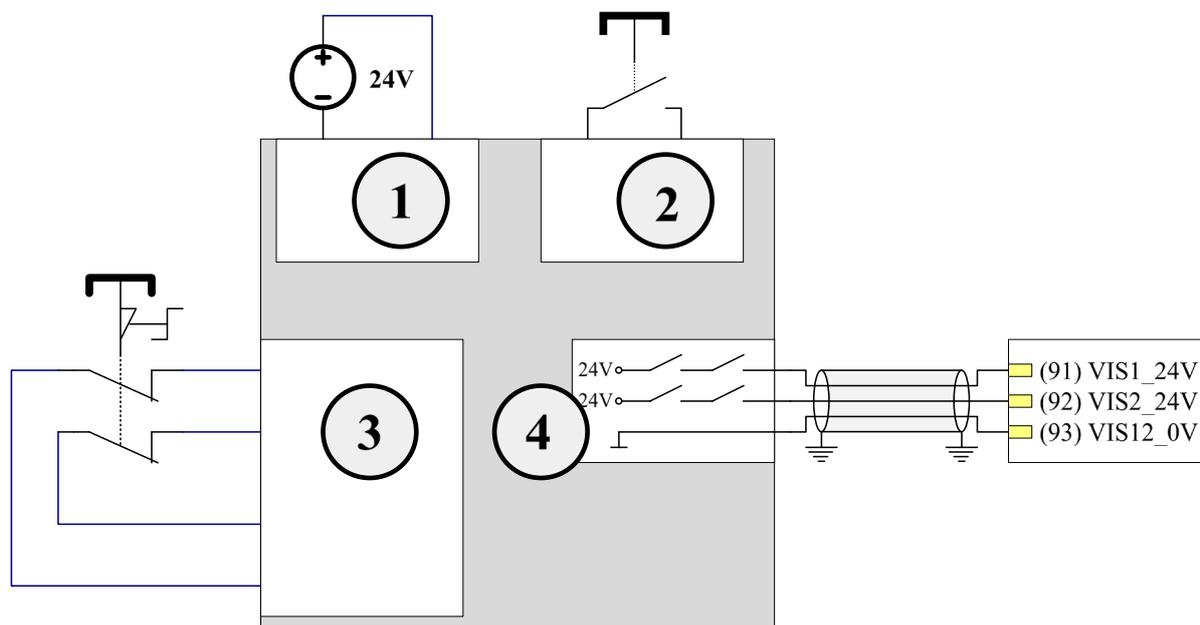
### 2.4.1 Funktion STO

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

#### SK 510P, SK 540P



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

**SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT**


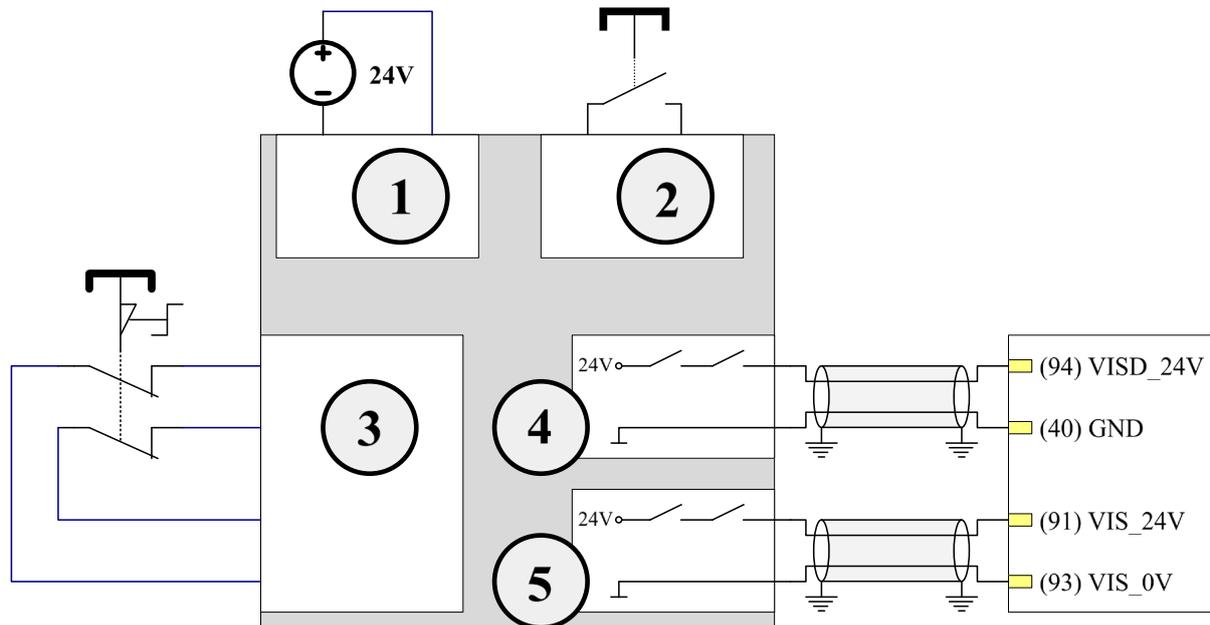
1	Versorgungsspannung
2	Reset-Kreis
3	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
4	2x Sicherheitsausgang mit gemeinsamem Bezug (GND)

Wird die „Sichere Pulssperre“ bei einem freigegeben Frequenzumrichter ausgelöst, führt dies zum Fehlerereignis **E018** (18.0 „Sicherheitskreis“). Um dies zu verhindern, kann der „Safety Digitaleingang“ mit der Funktion „Spannung sperren“ (**P424 = 1**) zusätzlich verwendet werden.

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

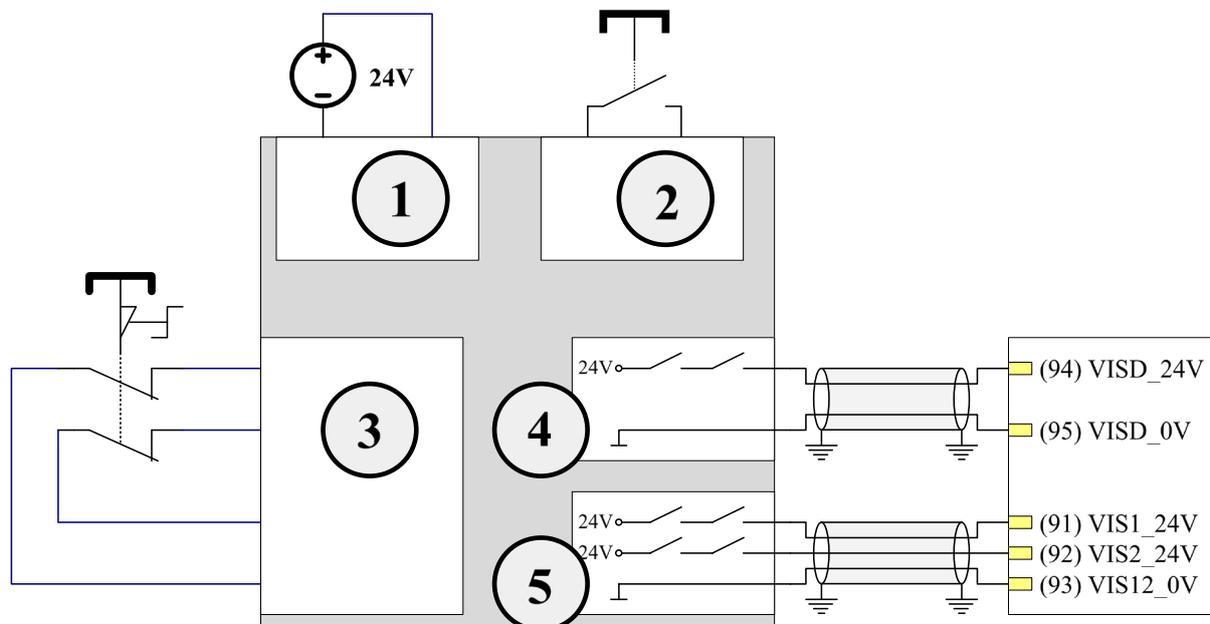
Insbesondere wenn das Schaltgerät seine Sicherheitsausgänge nur im Ablauf eines Freigabezyklus überprüft, wie dies bei einigen elektromechanischen Schaltgeräten der Fall ist, ist diese Lösung vorzuziehen. Je nach den Sicherheitsanforderungen ist ein geeignetes Prüfintervall festzulegen.

### SK 510P, SK 540P



1	Versorgungsspannung
2	Reset-Kreis
3	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
4	Sicherheitsausgang
5	Sicherheitsausgang

### SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT



1	Versorgungsspannung
2	Reset-Kreis
3	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
4	Sicherheitsausgang
5	2x Sicherheitsausgang mit gemeinsamem Bezug (GND)

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

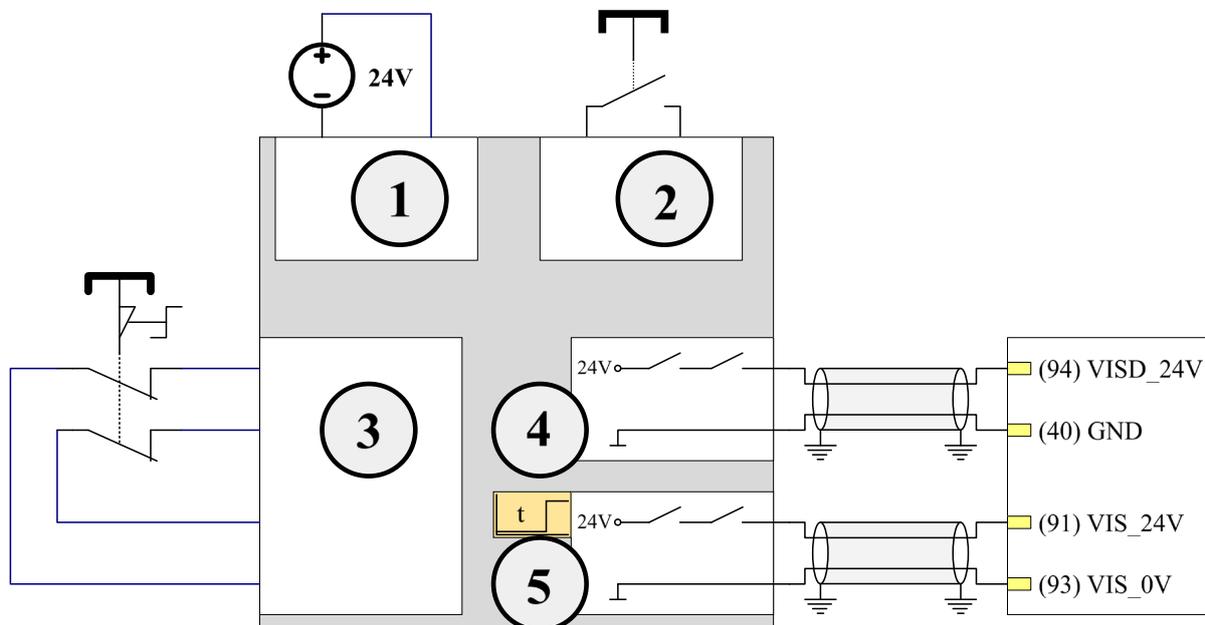
Die Anforderungen an die Kategorie 4 und PL e werden nur durch die „Sichere Pulssperre“ erfüllt. Der „Safety Digitaleingang“ erreicht nur die Kategorie 2 und PL d (Performance Level d).

In der Zeitspanne zwischen dem Aktivieren der Sicherheitsfunktion über den „Safety Digitaleingang“ und dem Aktivieren des STOs über die „Sichere Pulssperre“ kann der Frequenzumrichter ebenfalls nur die Kategorie 2 und PL d erfüllen.

### 2.4.2 Funktion SS1-t

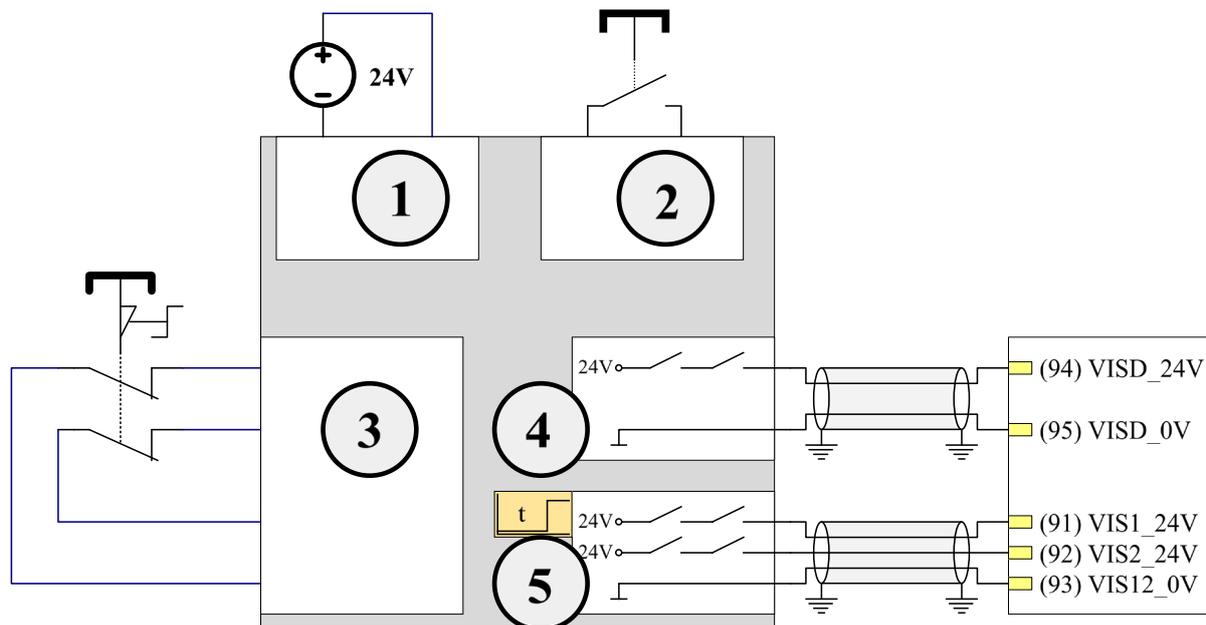
Zur Realisierung der Funktion SS1-t wird immer der „Safety Digitaleingang“ mit der Funktion „Schnellhalt“ (**P424 = 2**) benötigt.

#### SK 510P, SK 540P



1	Versorgungsspannung
2	Reset-Kreis
3	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
4	Sicherheitsausgang
5	Sicherheitsausgang, verzögert mit sicherem Zeitglied

### SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT



1	Versorgungsspannung
2	Reset-Kreis
3	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
4	Sicherheitsausgang
5	2x Sicherheitsausgang mit gemeinsamem Bezug (GND), verzögert mit sicherem Zeitglied

Die Betätigung des Not-Aus-Tasters (Anforderung der Sicherheitsfunktion) führt zunächst zur Auslösung eines gesteuerten Stillsetzvorgangs über den „Safety Digitaleingang“. Dabei muss gewährleistet sein, dass der Antrieb in der parametrisierten „Schnellhaltzeit“ (**P426**) stillgesetzt wird. Nach Ablauf einer vom Sicherheitsschaltgerät gesteuerten Verzögerungszeit wird die Funktion STO über die „Sichere Pulssperre“ 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 Stillsetzens.

Die Frequenzumrichter der Baureihe SK 500P verfügen über eine zusätzliche Überwachung, die über den Parameter „Safety SS1 max. Zeit“ (**P423**) eingestellt wird. Wird der Motor innerhalb der „Safety SS1 max. Zeit“ (**P423**) nicht stillgesetzt, führt der Frequenzumrichter die Fehlerreaktionsfunktion aus und generiert eine Fehlermeldung. D. h. auch in diesem Fall trudelt der Motor aus.

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

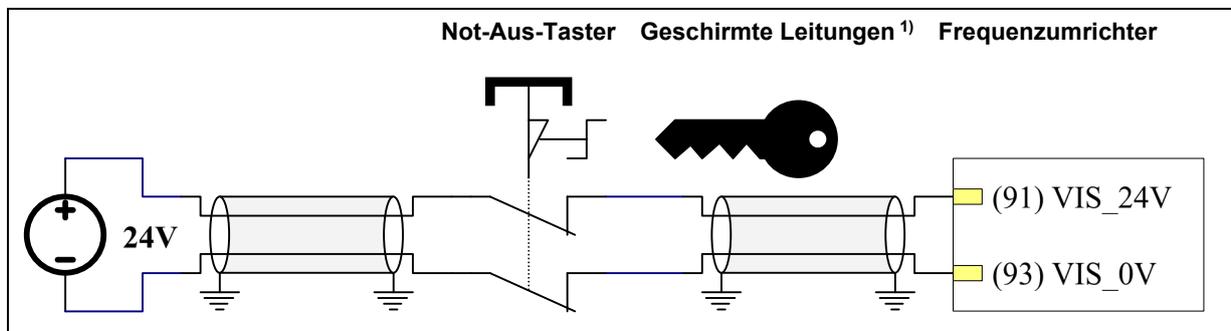
Die Anforderungen an die Kategorie 4 und PL e werden nur durch die „Sichere Pulssperre“ erfüllt. Der „Safety Digitaleingang“ erreicht nur die Kategorie 2 und PL d (Performance Level d).

In der Zeitspanne zwischen dem Aktivieren der Sicherheitsfunktion SS1-t über den „Safety Digitaleingang“ und dem Aktivieren der Funktion STOs über die „Sichere Pulssperre“ kann der Frequenzumrichter ebenfalls nur die Anforderungen Kategorie 2 und PL d erfüllen.

### 2.4.3 Einfache Wiederanlaufsperrung

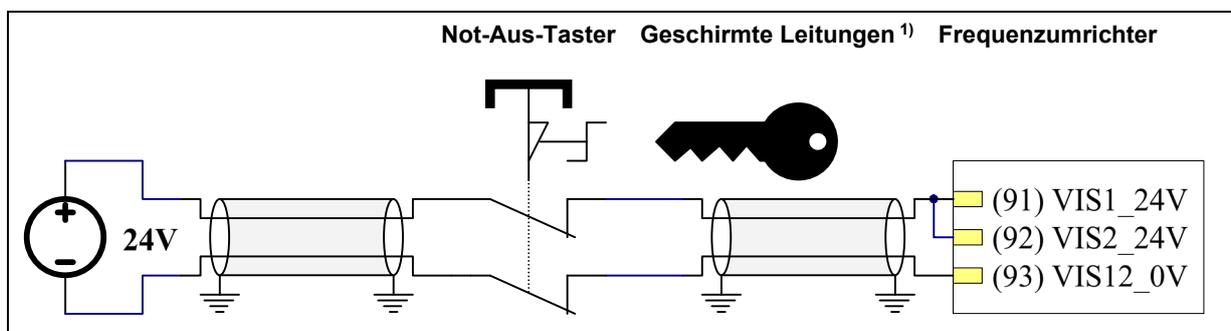
Die Kategorie 4 nach DIN EN ISO 13849-1 ist mit einer direkten zweikanaligen Auslösung der „Sicheren Pulssperre“ mit Hilfe eines sicheren Schaltelementes erreichbar. Die folgenden Bilder zeigen hierzu Beispiele mit einem Not-Aus-Taster (zwangsgeführte Kontakte, Kategorie 4).

#### SK 510P, SK 540P



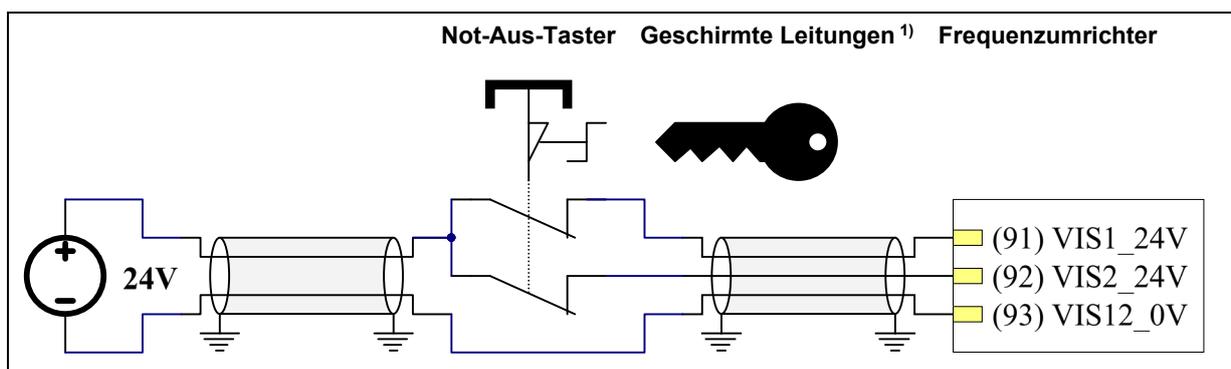
1) Geschirmte Leitungen für den Fehlerausschluss nach DIN EN ISO 13849-2

#### SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT



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

oder



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

Um die Kategorie 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“).

### **Information**

Bei Verwendung der Funktionen „Automatische Fehlerquittierung“ (**P506**) und „Automatischer Anlauf“ (**P428**) (siehe BU 0600) 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.

#### 2.4.4 Beispiel ohne „Sichere Pulssperre“

### **WARNUNG**

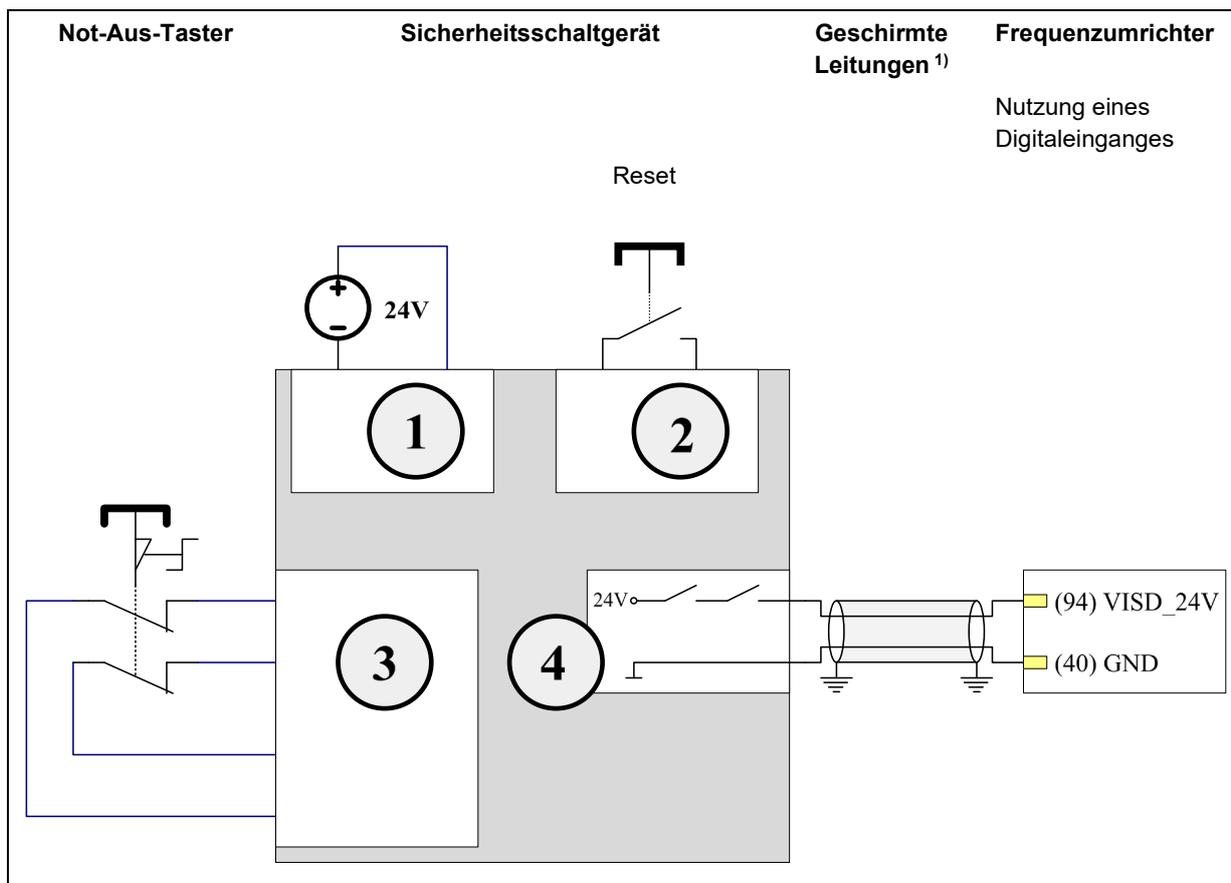
#### **Gefährliche Bewegung**

Bei der Realisierung der Sicherheitsfunktionen STO/SS1-t ausschließlich über den „Safety Digitaleingang“, kann dem Antrieb zu jedem Zeitpunkt, auch nach dem Stillsetzen, unerwartet Energie zugeführt werden. Dies kann unter Umständen zu einer gefährlichen Bewegung führen. In diesem Fall wird nach maximal der Fehlerreaktionszeit (siehe technische Daten → 35 ms) die Fehlerreaktionsfunktion ausgeführt.

- Realisieren Sie die Sicherheitsfunktion mit „Sicherer Pulssperre“.

Es ist möglich die Sicherheitsfunktionen STO oder SS1-t nur mit dem „Safety Digitaleingang“ und einem Sicherheitsschaltgerät zur realisieren. Mit dieser Schaltungsvariante kann nach DIN EN ISO 13849-1 jedoch maximal die Kategorie 2 erreicht werden. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass neben dem Digitaleingang auch alle anderen Komponenten (Sicherheitsschaltgerät, Not-Aus-Taster, Verdrahtung) die Anforderungen an die Kategorie 2 erfüllen.

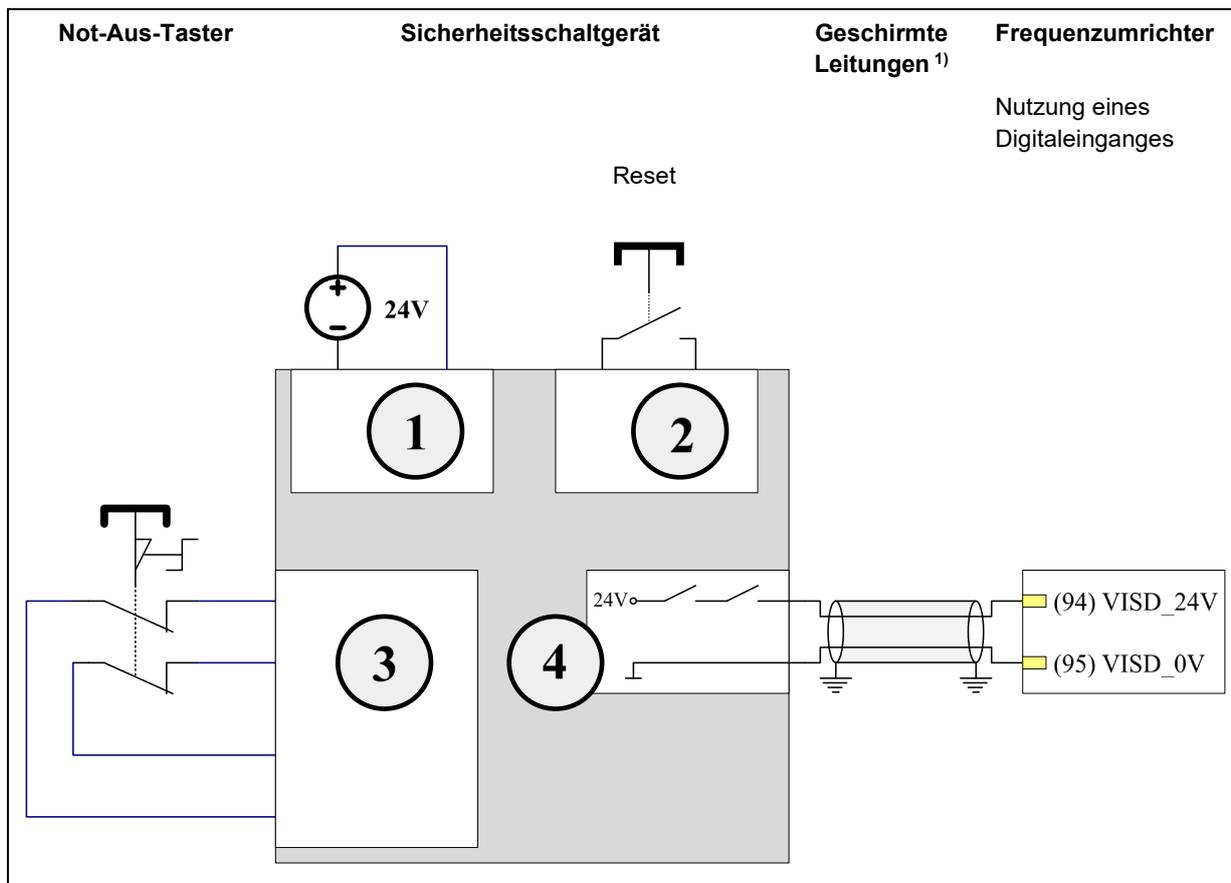
**SK 510P, SK 540P**



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

<b>1</b>	Versorgungsspannung
<b>2</b>	Reset-Kreis
<b>3</b>	Eingangskreis mit Querschlusserkennung
<b>4</b>	Sicherheitsausgang

### SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT



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

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

Zur Realisierung der Sicherheitsfunktion STO wird der „Safety Digitaleingang“ auf die Funktion „Spannung sperren“ (**P424 = 1**) parametrier.

Bei der Sicherheitsfunktion SS1-t wird der „Safety Digitaleingang“ mit der Funktion „Schnellhalt“ (**P424 = 2**) parametrier. Über den Parameter **P426** wird die Schnellhaltzeit eingestellt. Dabei muss gewährleistet sein, dass der Antrieb in der parametrieren Schnellhaltzeit auch tatsächlich stillgesetzt wird.

### Information

#### Kategorie

Die Realisierung einer Sicherheitsschaltung nur mit dem „Safety Digitaleingang“, wie oben beschrieben, ermöglicht maximal die Einhaltung der Kategorie 2, bzw. Performance Level d, siehe 8.1 "Sichere Pulssperre und Safety Digitaleingang").

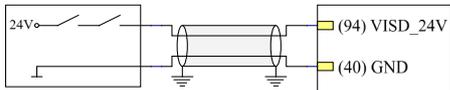
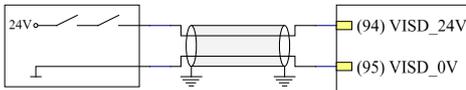
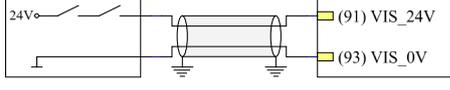
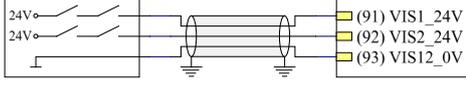
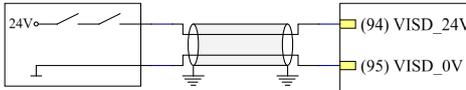
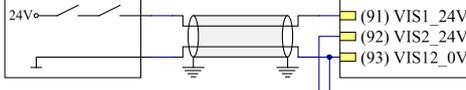
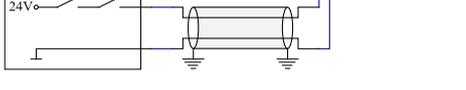
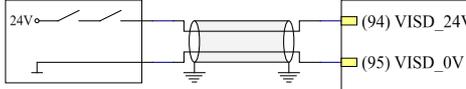
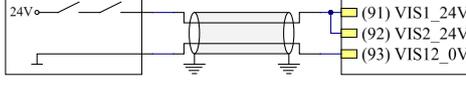
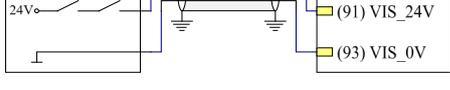
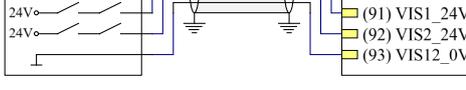
Diese Schaltungsvariante sollte demnach nur dann in Erwägung gezogen werden, wenn auch nur geringe Anforderungen an die funktionale Sicherheit zu erfüllen sind und wenn die Risikoanalyse ergeben hat, dass beim Ausfall der Sicherheitsfunktion nur leichte (üblicherweise reversible) Verletzungen auftreten können. Im Zweifel ist immer die „Sichere Pulssperre“ zu verwenden (siehe 2.2.1 "Sichere Pulssperre").

### 2.4.5 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 Kategorie 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 gegebenenfalls die Leitungen für den "Safety Digitaleingang" und die "Sichere Pulssperre" 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 gegebenenfalls nachzuweisen.

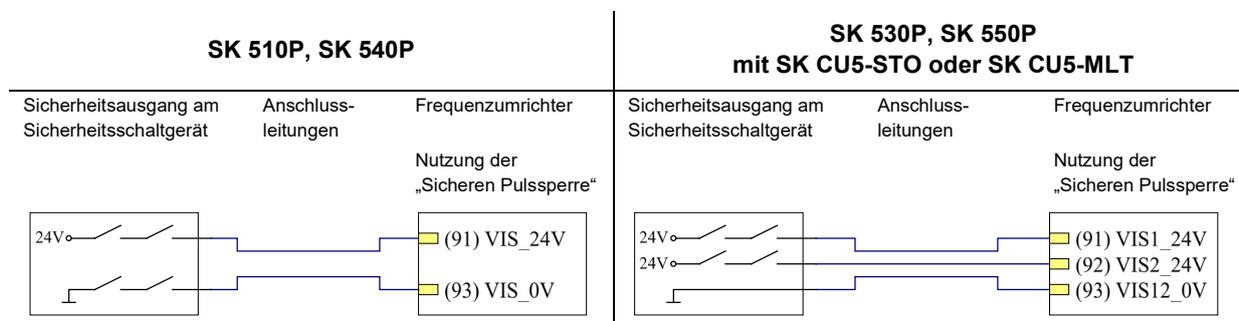
	SK 510P, SK 540P	SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT	
	<p>Sicherheitsausgang am Sicherheitsgerät    Geschirmte Leitungen <sup>1)</sup>    Frequenzumrichter Nutzung der „Sicheren Pulssperre“</p>	<p>Sicherheitsausgang am Sicherheitsgerät    Geschirmte Leitungen <sup>1)</sup>    Frequenzumrichter Nutzung der „Sicheren Pulssperre“</p>	
Überwachte Ausgänge ohne Querschlusserkennung	Ausgang 1	 <p>(94) VISD_24V (40) GND</p>	 <p>(94) VISD_24V (95) VISD_0V</p>
	Ausgang 2	 <p>(91) VIS_24V (93) VIS_0V</p>	 <p>(91) VIS1_24V (92) VIS2_24V (93) VIS12_0V</p>
	Ausgang 1		 <p>(94) VISD_24V (95) VISD_0V</p>
	Ausgang 2		 <p>(91) VIS1_24V (92) VIS2_24V (93) VIS12_0V</p>
	Ausgang 3		
	Ausgang 1		 <p>(94) VISD_24V (95) VISD_0V</p>
Ausgang 2		 <p>(91) VIS1_24V (92) VIS2_24V (93) VIS12_0V</p>	
Überwachte Ausgänge mit Querschlusserkennung	Ausgang 1	 <p>(94) VISD_24V (40) GND</p>	 <p>(94) VISD_24V (95) VISD_0V</p>
	Ausgang 2	 <p>(91) VIS_24V (93) VIS_0V</p>	 <p>(91) VIS1_24V (92) VIS2_24V (93) VIS12_0V</p>

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

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. Einschränkungen siehe 2.2.1 "Sichere Pulssperre".

### Überwachte Ausgänge



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 des Ausgangs des Sicherheitsschaltgerätes (24 V) 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. Eine Gefahr kann durch einen Kurzschluss einer Steuerleitung (= 24 V) zu beiden Sicherheitsausgängen (24 V) entstehen. Genauereres 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.

### 3 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 0600) zu entnehmen.

#### 3.1 Einbau und Montage

Die Einbauhinweise aus dem Handbuch BU 0600 sind zu beachten!

Der Frequenzumrichter entspricht der Schutzart IP20. Er darf nur in einem ausreichend belüftetem Einbauraum mit der Schutzart IP54 (oder höher) verbaut werden.

##### 3.1.1 Montage einer Kundenschnittstelle SK CU5-STO und SK CU5-MLT

### **! GEFAHR**

#### Gefahr eines elektrischen Schlags

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

- Arbeiten nur bei spannungsfrei geschaltetem Frequenzumrichter durchführen und Wartezeit von mindestens 5 Minuten nach dem netzseitigen Abschalten beachten!

Die Montage ist wie folgt durchzuführen:

1. Netzspannung ausschalten, Wartezeit beachten.
2. Steuerklemmenabdeckung nach unten verschieben und entfernen.
3. Blinddeckel durch Lösen der Entriegelung am unteren Rand mit nach oben drehender Bewegung entfernen.
4. Geräteinterne Brücke des STO-Kontaktes mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers oder einer kleinen Spitzzange herausbrechen. Anderenfalls lässt sich die Kundenschnittstelle nicht montieren.

### **i Information**

Sobald die Brücke entfernt ist, können Sie den Frequenzumrichter ohne CU5 mit funktionaler Sicherheit nicht mehr betreiben.

5. Kundenschnittstelle am oberen Rand einhaken und mit leichtem Druck einrasten. Auf einwandfreie Kontaktierung der Steckerleiste achten.
6. Steuerklemmen- und Blindabdeckung schließen.



Steuerklemmen- und Blindabdeckung entfernen.



STO-Kontakt-Brücke entfernen.



Kundenschnittstelle SK CU5-STO montieren.



Steuerklemmen- und Blindabdeckung montieren.

## 3.2 Elektrischer Anschluss

Die Hinweise zur Installation bzw. elektrischem Anschluss aus dem Handbuch BU 0600, 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.

### 3.2.1 Verdrahtungsrichtlinien

Werden für die Anschlüsse X19 (an Position X17) oder X20 flexible Leitungen (mehr- oder feindrätig) eingesetzt, sind zwingend Aderendhülsen zu verwenden. Zusätzlich gelten die Verdrahtungsrichtlinien aus dem Handbuch des Frequenzumrichters (BU 0600)!

### 3.2.2 Netzanschluss

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

Für den Betrieb im IT-Netz

- müssen die IT-Netz Schrauben entfernt werden
- muss ein Bremswiderstand verwendet werden

### ACHTUNG

#### Betrieb am IT-Netz

Tritt ein Netzfehler (Erdschluss) in einem IT-Netz auf, so kann sich der Zwischenkreis eines angeschlossenen Frequenzumrichters aufladen, auch wenn dieser abgeschaltet ist. Dies führt zur Zerstörung der Zwischenkreiskondensatoren durch Überladung.

- Bremswiderstand zum Abbau überschüssiger Energie anschließen.

### ACHTUNG

#### Betrieb am IT-Netz

Wird im Sicherheitskreis des „Safety Digitaleingangs“ ein Fehler erkannt, schaltet die Pulserzeugung des Frequenzumrichters ab. Hiervon ist auch die Ansteuerung des Brems-Choppers betroffen. Wenn der „Safety Digitaleingang“ verwendet wird (**P424 = 1** oder **P424 = 2**), sind die möglichen auslösenden Fehler:

- erkannter Fehler in der Hardware des „Safety Digitaleingangs“
- Überschreiten der „Safety SS1 max. Zeit“ (**P423**)
- fehlerhafte Eingabe der Prüfsumme „Safety CRC“ (**P499**) oder des „Passwortes“ (**P497, P498**).

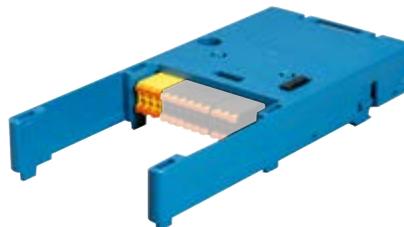
Beim Auftreten eines solchen Fehlers und gleichzeitig im IT-Netz vorliegenden Erdschluss, kann sich der Frequenzumrichter nicht von einer möglichen Überladung der Zwischenkreiskondensatoren schützen. Die Fehlerhäufigkeit der Hardware ist sehr gering, so dass eine besondere Vorsicht bei der Inbetriebnahme im IT-Netz geboten ist.

Es wird empfohlen, die Parametrierung und mögliche Erdschlussprüfungen, wie z. B. den Test eines Erdschlusswächters, nicht gleichzeitig durchzuführen.

### 3.2.3 Anschluss Steuerleitungen

Die Anschlussklemmen der „Sicheren Pulssperre“ befinden sich an verschiedenen Positionen.

1. on board (SK 510P/SK 540P)
2. als steckbare Schnittstelle SK CU5-STO oder SK CU5-MLT (SK 530P oder SK 550P)

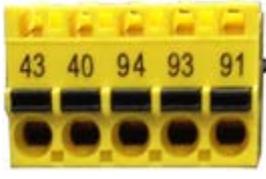


#### Information

Steuerleitungen getrennt von Netz- und Motorleitungen verlegen und gegebenenfalls abschirmen.

### 3.2.4 Details Steuerklemmen

#### On board (SK 510P/SK 540P)

Anschluss X19 (an Position X17)	Bezeichnung	Nr.	Beschreibung
	24VOut	43	24 V-Spannungsausgang
	GND	40	Bezugspotential für 24 V-Ausgang und „Safety Digitaleingang“
	VISD_24V	94	„Safety Digitaleingang“
	VIS_0V	93	Bezugspotential für „Sichere Pulssperre“
	VIS_24V	91	24 V-Eingang der „Sicheren Pulssperre“

Die STO-Funktion ist einkanalig ausgeführt. Für die Funktion SS1-t muss über den „Safety Digitaleingang“ die Funktion „Schnellhalt“ ausgelöst werden. Hierfür ist nur der Digitaleingang VISD\_24V mit Klemmennummer 94 zu verwenden. Die Funktion wird über den Parameter „Safety Digitaleingang“ (**P424**) eingestellt.

**Anschlussklemmen:** Push-In, Ab-Isolierlänge 10 mm

**Anschlussquerschnitt:** 0,2 ... 2,5 mm<sup>2</sup>, AWG 24 ... 12, starr

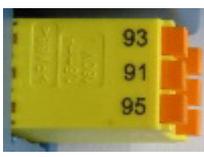
0,25 ... 2,5 mm<sup>2</sup>, AWG 24 ... 12, flexibel mit Aderendhülse

Zwei Leiter gleichen Querschnitts: 0,5 ... 1,5 mm<sup>2</sup>, flexibel mit TWIN-Aderendhülse

#### Steckbare Schnittstelle SK CU5-STO oder SK CU5-MLT

Die STO-Funktion ist zweikanalig ausgeführt. Für eine einkanalige Ausführung sind die Eingänge VIS1\_24V und VIS2\_24V parallel zu schalten.

Für die Funktion SS1-t muss über den „Safety Digitaleingang“ die Funktion „Schnellhalt“ ausgelöst werden. Hierfür ist nur der Digitaleingang VISD\_24V mit Klemmennummer 94 zu verwenden. Die Funktion wird über den Parameter „Safety Digitaleingang“ (**P424**) eingestellt.

Anschluss X20	Bezeichnung	Nr.	Beschreibung
 Oberseite	VIS2_24V	92	24 V-STO-Eingang 2 (SI2)
	VIS12_0V	93	Bezugspotential für STO-Eingänge (SI1/2)
	VISD_24V	94	„Safety Digitaleingang“
 Unterseite	VIS12_0V	93	Bezugspotential für die STO-Eingänge (SI1/2)
	VIS1_24V	91	24 V-STO-Eingang 1 (SI1)
	VISD_0V	95	Bezugspotential für den „Safety Digitaleingang“

**Anschlussklemmen:** Push-In, Abisolierlänge 10 mm

**Anschlussquerschnitt:** 0,2 ... 1,5 mm<sup>2</sup>, AWG 24 ... 16, starr

0,25 ... 1,5 mm<sup>2</sup>, AWG 24 ... 16, flexibel mit Aderendhülse

Querschnitt	Länge der Aderendhülsen ohne Isolierkragen, nach DIN 46228-1	Länge der Aderendhülsen mit Isolierkragen, nach DIN 46228-4
0,25 mm <sup>2</sup>	5 mm ... 7 mm	8 mm ... 10 mm
0,34 mm <sup>2</sup>	7 mm	8 mm ... 10 mm
0,05 mm <sup>2</sup>	8 mm ... 10 mm	8 mm ... 10 mm
0,75 mm <sup>2</sup>	8 mm ... 10 mm	8 mm ... 10 mm
1,00 mm <sup>2</sup>	8 mm ... 10 mm	-
1,50 mm <sup>2</sup>	10 mm	-

Zwei Leiter gleichen Querschnitts sind nicht möglich.

## 3.3 Details sichere Abschaltwege

### 3.3.1 Verkabelung und Schirmung

Für die On-Board-Variante (SK 510P; SK 540P) der „sicheren Pulssperre“ wird empfohlen, eine zweiadrige, geschirmte Leitung zu verwenden. Für die steckbare Variante (SK CU5-STO; SK CU5-MLT) der „Sicheren Pulssperre“ und den „Safety Digitaleingang“ wird der Einsatz einer geschirmten Leitung empfohlen (siehe 2.4.5 "Fehlerrückmeldung für die Verdrahtung"). Der Schirm ist beidseitig aufzulegen. Der Spannungsfall auf dem Kabel ist zu berücksichtigen.

### 3.3.2 Betrieb am OSSD

Bei OSSD-Ausgängen („Output Switching Signal Device“) handelt es sich um Ausgänge die mit Hilfe von Testpulsen eine Selbstprüfung durchführen. Zyklisch werden für kurze Zeitfenster die Ausgänge je nach Zustand des Ausgangs ein- oder ausgeschaltet. Der Spannungspegel wird vom Ausgang zurückgelesen und überprüft, ob der Ausgang der erwarteten Spannungspegeländerung folgt. Die Testpulse selber dürfen von Eingängen nicht als Zustandsänderungen interpretiert werden.

Die „Sichere Pulssperre“ und der „Safety Digitaleingang“ sind speziell für den Betrieb an einem OSSD vorgesehen. Für das verwendete Kabel sind der Leitungswiderstand und die Leitungskapazität zu beachten.

#### 3.3.2.1 Einzelbetrieb

Je nach der Nennspannung, Leistung und Pulsfrequenz des Frequenzumrichters, ergeben sich unterschiedliche maximale Leitungswiderstände für die „Sichere Pulssperre“. Die verschiedenen Fälle sind in Anwendungsklassen unterteilt:

Frequenzumrichter				Pulsfrequenz	Anwendungsklasse
Nennspannung	Baugröße	Leistung	Typen		
230 V, einphasig	BG I und II	250 W ... 2,2 kW	SK 5x0P-250-123 ... SK 5x0P-221-123	6 kHz	AA
				16 kHz	A
400 V, dreiphasig	BG I und II	250 W ... 2,2 kW	SK 5x0P-250-340 ... SK 5x0P-221-340	6 kHz	A
				16 kHz	B
400 V, dreiphasig	BG III	3 kW ... 5,5 kW 7,5 kW S3	SK 5x0P-301-340 ... SK 5x0P-551-340, SK 5x0P-751-340-S3	6 kHz	B
				16 kHz	C

In Abhängigkeit der Anwendungsklasse sind die folgenden maximalen Leitungswiderstände zulässig:

Anwendungsklasse	AA	A	B	C
$R_{wire,max}$	15 $\Omega$	10 $\Omega$	8 $\Omega$	6,5 $\Omega$

Hierbei sind der Innenwiderstand der Quelle und der Widerstand der Schalter in einem vorgeschalteten OSSD zu berücksichtigen. Für den Rückleiter gelten die gleichen Werte, wobei über diesen nur die Ströme der „Sicheren Pulssperre“ zu führen sind. Es gilt:

$$R_{wire} = \rho_{cu} * \frac{l}{q} \text{ mit } \rho_{cu} \cong 19 \Omega * \frac{mm^2}{km} \text{ für } \vartheta_{cu} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$l =$	Länge des Leiters [km]
$\rho_{cu} =$	spezifischer Widerstand von Kupfer [ $\Omega * mm^2/km$ ]

$q =$	Querschnitt des Leiters [mm]
$\vartheta_{cu} =$	Leitertemperatur [ $^\circ\text{C}$ ]

Bei Temperaturen der Kabel über 40 °C ist der spezifische Widerstand  $\rho_{CU}$  entsprechend des Temperaturkoeffizienten  $\alpha_{CU} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$  (Erhöhung um 0,4 % pro K) zu korrigieren.

Die minimale Eingangsspannung des Sicherheitsschaltgerätes  $V_{24V, \text{min}}$  ist für den Betrieb der „Sicheren Pulssperre“ an einem OSSD 19,2V. Je nach der Größe des maximal zulässigen Leitungswiderstandes erhöht sich dieser Wert wie folgt:

$$V_{24V, \text{min}} = 19,2 \text{ V} + 2,4 \text{ V} * \frac{R_{\text{wire}}}{R_{\text{wire, max}}}$$

---

### Information

Bei einem Mehrgerätebetrieb reduziert sich der maximale Leitungswiderstand in Abhängigkeit von der Anzahl der Frequenzrichter und der Position der Frequenzrichter.

---

Die Kapazität zwischen den Adern (inklusive der Schirmkapazitäten) darf einen Wert von **C = 20 nF** pro angeschlossenen Frequenzrichter nicht überschreiten.

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

$$C = 4 \text{ nF} * t_{\text{OSSD}} / 0,1 \text{ ms} \quad \text{mit } t_{\text{OSSD}} = \text{Breite des Testpulses, max. 0,5 ms}$$

Hier gelten gegebenenfalls weitere Einschränkungen hinsichtlich des Sicherheitsschaltgerätes.

#### 3.3.2.2 "Mehrgerätebetrieb"

---

### Information

Der minimal zulässige OSSD-Puls für den "Safety Digitaleingang" und die "Sichere Pulssperre" beträgt 200  $\mu\text{s}$ .

---

Wird die „Sichere Pulssperre“ der steckbaren Baugruppen SK CU5-STO oder SK CU5-MLT einkanalig betrieben, d. h. die beiden Eingänge VIS1\_24V und VIS2\_24V sind parallelgeschaltet, erhöht sich die minimale Eingangsspannung  $V_{24V, \text{min}}$  um weitere 0,8 V.

Wenn der „Safety Digitaleingang“ parallel zur „Sicheren Pulssperre“ geschaltet wird, sind keine Korrekturen erforderlich.

### 3.3.2.2 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.

Die Spannungsfälle auf dem Kabel und die Leitungswiderstände sind zu beachten!

Bei dem Betrieb der „Sicheren Pulssperren“ mehrerer Frequenzumrichter an einem OSSD reduziert sich der zulässige Leitungswiderstand. Für die minimale Eingangsspannung am Sicherheitsschaltgerät ist die Berechnung in Abhängigkeit von der Anzahl der Frequenzumrichter anzupassen.

**Alle Umrichter am Ende des Kabels:**

$$R_{\text{wire,max}}(N_{FU}) = \frac{R_{\text{wire,max}}}{N_{FU}} \text{ mit } N_{FU} = \text{"Anzahl der Frequenzumrichter"}$$

$$V_{24V,\text{min}} = 19,2 \text{ V} + 2,4 \text{ V} * \frac{R_{\text{wire}}}{R_{\text{wire,max}}} * N_{FU}$$

### Information

$R_{\text{wire,max}}$  ist der Tabelle aus Abschnitt 3.3.2 "Betrieb am OSSD" zu entnehmen.

**Umrichter gleichmäßig über die Leitungslänge verteilt:**

$$R_{\text{wire,max}}(N_{FU}) = R_{\text{wire,max}} * \frac{2}{N_{FU} + 1} \text{ mit } N_{FU} = \text{"Anzahl der Frequenzumrichter"}$$

$$V_{24V,\text{min}} = 19,2 \text{ V} + 2,4 \text{ V} * \frac{R_{\text{wire}}}{R_{\text{wire,max}}} * \frac{N_{FU} + 1}{2}$$

Wenn die Innenwiderstände der Quelle und des OSSD dominieren, sind die Gleichungen für den Fall „alle Umrichter am Ende des Kabels“ zu verwenden.

Werden verschiedene Umrichter an einem OSSD betrieben, ist der kleinste Wert für  $R_{\text{wire,max}}$  anzusetzen.

### Beispiel

Gegeben:

- Vier 400 V-Frequenzumrichter des Typs SK 510P sind an einem elektronischen Sicherheitsschaltgerät angeschlossen. Dabei handelt es sich zweimal um die Leistung 5,5 kW und zweimal um die Leistung 2,2 kW. Alle Umrichter werden mit einer Pulsfrequenz von 6 kHz betrieben.
- Die Umrichter sind über die Länge des Kabels gleichmäßig verteilt.
- Es wird ein zweiadriges, geschirmtes Kabel mit einem Querschnitt von 0,75 mm<sup>2</sup> und einer Gesamtlänge von 100 m verwendet.

Für den maximal zulässigen Leitungswiderstand wird der kleinere Wert (hier für 400 V, 5,5 kW, 6 kHz/Anwendungsklasse B) verwendet.

$$R_{wire,max} = 8 \Omega$$

$$R_{wire} = \rho_{CU} * \frac{l}{q} = 19 \Omega * \frac{mm^2}{km} * \frac{0,1 km}{0,75 mm^2} = 2,53 \Omega$$

Für gleichmäßig über die Leitungslänge verteilte Umrichter gilt die Formel:

$$R_{wire,max}(N_{FU}) = R_{wire,max} * \frac{2}{N_{FU} + 1}$$

$$R_{wire,max}(N_{FU}) = 8 \Omega * \frac{2}{4 + 1} = 3,2 \Omega > 2,53 \Omega = R_{wire} \Rightarrow \text{OK!}$$

$$V_{24V,min} = 19,2 V + 2,4 V * \frac{R_{wire}}{R_{wire,max}} * \frac{N_{FU} + 1}{2} = 19,2 V + 2,4 V * \frac{2,53 \Omega}{8 \Omega} * \frac{4 + 1}{2} = 21,1 V$$

Ergebnis: Der Leitungswiderstand ist klein genug, und die speisende Spannung muss mindestens 21,1 V betragen.

Tipp: Sollte der errechnete Widerstand zu groß sein, kann das OSSD in die Mitte des Kabels, zwischen die Umrichter gesetzt werden. Auch eine sternförmige Verlegung mit dem Sternpunkt am OSSD ist möglich. In diesem Fall wirkt die Leitungskapazität gegebenenfalls begrenzend. Im Zweifel ist ein größerer Leitungsquerschnitt zu verwenden.

### 3.3.3 EMV

Die EMV-Richtwerte (siehe BU 0600) können bei einer EMV-gerechten Verdrahtung bis zu einer Leitungslänge von 100 m zwischen dem Sicherheitsschaltgerät und dem Frequenzumrichter eingehalten werden.

## 4 Inbetriebnahme

Im Folgenden werden nur die für die **Funktionale Sicherheit** spezifischen Belange der Inbetriebnahme betrachtet. Alle Informationen zum Gerät und der Inbetriebnahme des Gerätes finden Sie in der Betriebsanleitung zum Frequenzumrichter BU 0600.

Für die Realisierung der Sicherheitsfunktionen STO oder SS1-t wird die „Sichere Pulssperre“ benötigt. Für die Sicherheitsfunktion SS1-t wird zusätzlich der „Safety Digitaleingang“ benötigt. Gegebenenfalls wird dieser auch bei der Realisierung der Sicherheitsfunktion STO verwendet. Hierzu ist der „Safety Digitaleingang“ mit einer speziellen Funktion zu belegen. Für die Parametrierung können alle Parametrier-Tools verwendet werden, z. B. auch der Bluetooth Stick NORDAC *ACCESS BT* oder ein Bus. Die Berechnung der CRC-Checksumme kann nur in der PC-Software NORDCON erfolgen. Bei allen anderen Methoden muss nach der Parametrierung der Sicherheitsparameter die korrekte CRC-Checksumme händisch eingegeben werden (siehe 5.1 "Parametrierung"). Typische CRC-Checksummen können der Parameterbeschreibung **P499** „Safety-CRC“ in diesem Handbuch entnommen werden.

### 4.1 Inbetriebnahmeschritte STO

#### **SK 510P, SK 540P**

Ein Sicherheitsausgang des verwendeten Sicherheitsschaltgerätes wird mit der „Sicheren Pulssperre“ verbunden, siehe 2.2 "Sichere Abschaltwege".

Je nach der erforderlichen Kategorie muss ein Fehler in der Verdrahtung (Kurzschluss zwischen beliebigen Leitern) ausgeschlossen werden können. Es wird empfohlen für die „Sichere Pulssperre“ eine eigene zweiadrige geschirmte Leitung zu verwenden und deren Schirm fachgerecht aufzulegen (siehe 2.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung").

#### **SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT**

Es werden zwei Sicherheitsausgänge des verwendeten Sicherheitsschaltgerätes mit den zwei Eingängen der „Sicheren Pulssperre“ verbunden (siehe 2.2 "Sichere Abschaltwege").

Je nach der erforderlichen Kategorie muss ein Fehler in der Verdrahtung (Kurzschluss zwischen beliebigen Leitern) ausgeschlossen werden können. Es wird empfohlen für die „Sichere Pulssperre“ eine eigene dreiadrige geschirmte Leitung zu verwenden und deren Schirm fachgerecht aufzulegen (siehe 2.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung"). Wird ein Sicherheitsschaltgerät mit OSSDs verwendet, das in der Lage ist, Kurzschlüsse zwischen den OSSDs sowie zu Fremdspannungen zu erkennen, kann eventuell auf die Verwendung einer geschirmten Leitung verzichtet werden.

- Durch die zusätzliche Verwendung des „Safety Digitaleingangs“ kann die Reaktionszeit verkürzt werden.

Hierzu wird der „Safety Digitaleingang“ mit der Funktion „Spannung sperren“ parametriert (**P424 = 1**). Die unterschiedlichen Bezugspotentiale sind dabei zu beachten. Es wird empfohlen für die „Sichere Pulssperre“ und für den „Safety Digitaleingang“ jeweils eine eigene geschirmte Leitung zu verwenden und deren Schirme fachgerecht aufzulegen, (siehe Kapitel 2.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung" auf Seite 26).

Es ist zu beachten, dass der „Safety Digitaleingang“ eine geringere Sicherheitseinstufung als die „Sichere Pulssperre“ hat und somit die Funktion STO auf die längere Reaktionszeit der „Sicheren Pulssperre“ zurückfallen kann.

- Ergibt in der Endanwendung die Bewertung der funktionalen Sicherheit, dass ein überwachter Start erforderlich ist, darf der „Automatische Anlauf“ (**P428**) nicht verwendet werden (Einstellung „0“ Aus). Dadurch wird verhindert, dass der Antrieb automatisch wieder anläuft, wenn die Anforderung der „Sicheren Pulssperre“ zurückgenommen wird.

## 4.2 Inbetriebnahmeschritte SS1-t

- Ein Sicherheitsausgang des verwendeten Sicherheitsschaltgerätes wird mit dem „Safety Digitaleingang“ verbunden, siehe 2.2.2 "Safety Digitaleingang".  
Es wird empfohlen, eine eigene zweiadrige geschirmte Leitung zu verwenden und dessen Schirm fachgerecht aufzulegen, siehe 2.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung".

### SK 510P, SK 540P

Die „Sichere Pulssperre“ wird mit einem verzögerten Sicherheitsausgang des verwendeten Sicherheitsschaltgerätes verbunden.

Es wird empfohlen, eine eigene zweiadrige geschirmte Leitung zu verwenden. Der Kabelschirm ist beidseitig aufzulegen, siehe 2.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung".

### SK 530P, SK 550P mit SK CU5-STO oder SK CU5-MLT

Es werden zwei verzögerte Sicherheitsausgänge des verwendeten Sicherheitsschaltgerätes mit den zwei Eingängen der „Sicheren Pulssperre“ verbunden.

Es wird empfohlen, für die „Sichere Pulssperre“ eine eigene dreiadrige geschirmte Leitung zu verwenden und deren Schirm fachgerecht aufzulegen, siehe 2.4.5 "Fehlerausschluss für die Verdrahtung".

- Der „Safety Digitaleingang“ ist mit der Funktion „Schnellhalt“ (**P424 = 2**) zu parametrieren.

## **WARNUNG**

### Verletzungsgefahr durch Versagen von SS1-t

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

- In Endanwendungen, in denen das Versagen von SS1-t zu einer gefahrbringenden Situation führen kann, darf die Sicherheits-Teilfunktion SS1-t nicht verwendet werden.
- Um eine Fehlfunktion abzuwenden, ist bei 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-t ist die Überwachungszeit „Safety SS1 max. Zeit“ (**P423**) gemäß den Anforderungen der Anwendung zu parametrieren. Die Verzögerungszeit der verzögerten Sicherheitsausgänge des Sicherheitsschaltgerätes ist so zu bemessen, dass sie größer ist als die eingestellte Überwachungszeit.

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.

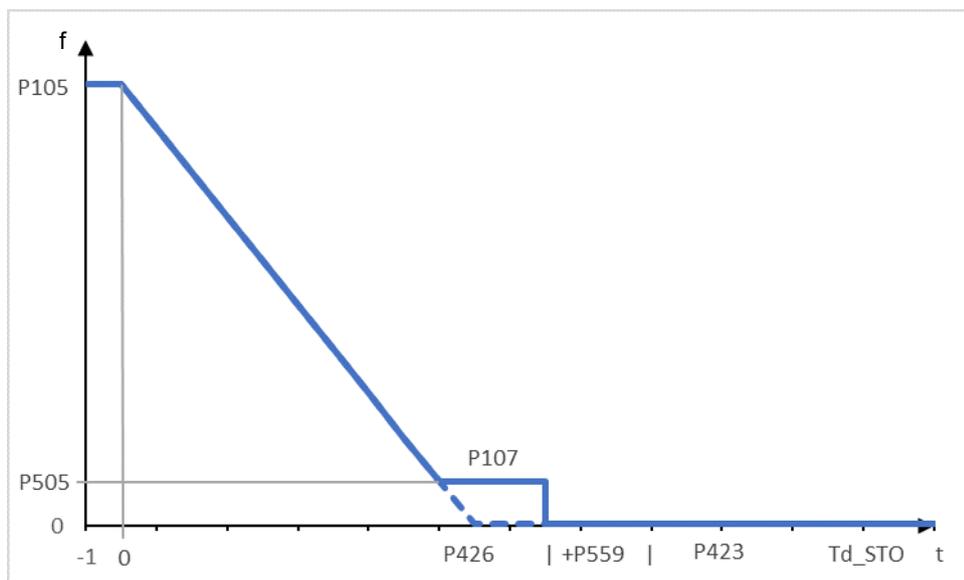
- Erreichen/ Überschreiten der Leistungsgrenze des Gerätes
- Erreichen/ Überschreiten eines oder mehrerer parametrierter Grenzwerte (z. B. **P112**, **P536**, **P537**)
- Verwendung der Gleichstrombremsung „DC-Bremsung sofort“ (**P108**).

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

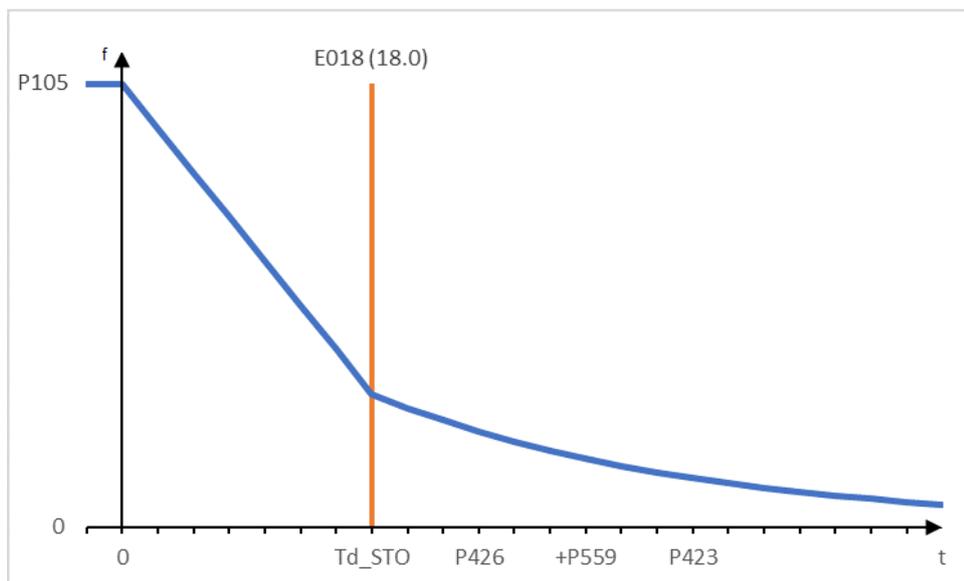
- Im ungünstigsten Fall kann der Antrieb während der parametrisierten Überwachungszeit nicht bis zum Stillstand stillgesetzt werden. In diesem Fall wird ein Fehler ausgelöst, und der Umrichter führt die Fehlerreaktionsfunktion aus und trudelt aus.
- Wenn die Funktion SS1-t korrekt realisiert ist, ergibt sich folgender zeitlicher Ablauf:  
Die Rampe des gesteuerten Stillsetzens ergibt sich aus der aktuellen Frequenz, der „Schnellhaltezeit“ (**P426**) und der „Maximalen Frequenz“ (**P105**), sowie der „absoluten Minimalfrequenz“ (**P505**). Zum Zeitpunkt  $t=0$  wird der „Schnellhalt“ über den „Safety Digitaleingang“ ausgelöst. Von der „Maximalen Frequenz“ (**P105**) würde der Frequenzumrichter die komplette „Schnellhaltezeit“ (**P426**) benötigen, um die Ausgangsfrequenz auf 0 Hz abzusenken. Die Bremsrampe wird jedoch nur bis zur „absoluten Minimalfrequenz“ (**P505**) ausgeführt. Bei der Verwendung einer elektromechanischen Bremse verharrt die Ausgangsfrequenz bei der „absoluten Minimalfrequenz“ (**P505**) für die eingestellte „Einfallzeit Bremse“ (**P107**). Anschließend wird die Bremse ausgelöst. Ohne elektromechanische Bremse ist die „Einfallzeit Bremse“ (**P107**) auf null Sekunden (Default Wert) parametrisiert. Bei der Verwendung eines Asynchronmotors schließt sich die „DC-Nachlaufzeit“ (**P559**) an. Für diese Nachlaufzeit wird der Asynchronmotor mit einem Gleichstrom beaufschlagt, um den Antrieb vollständig still zu setzen. Voraussetzung für das Gelingen des Stillsetzens ist eine korrekte Auslegung des gesamten Antriebs, und dass keine Leistungsgrenzen des Umrichters oder parametrisierte Grenzwerte überschritten werden. Zur Absicherung des gesteuerten Stillsetzens wird überwacht, ob der Wechselrichter nach Ablauf der „Safety SS1 max. Zeit“ (**P423**) noch angesteuert wird. Diese Zeit muss auf einen Wert größer, aber möglichst wenig länger, als nach der folgenden Gleichung gewählt werden:

$$T_{d,STO} > P423 > P426 * \frac{P105 - P505}{P105} + P107 + P559$$

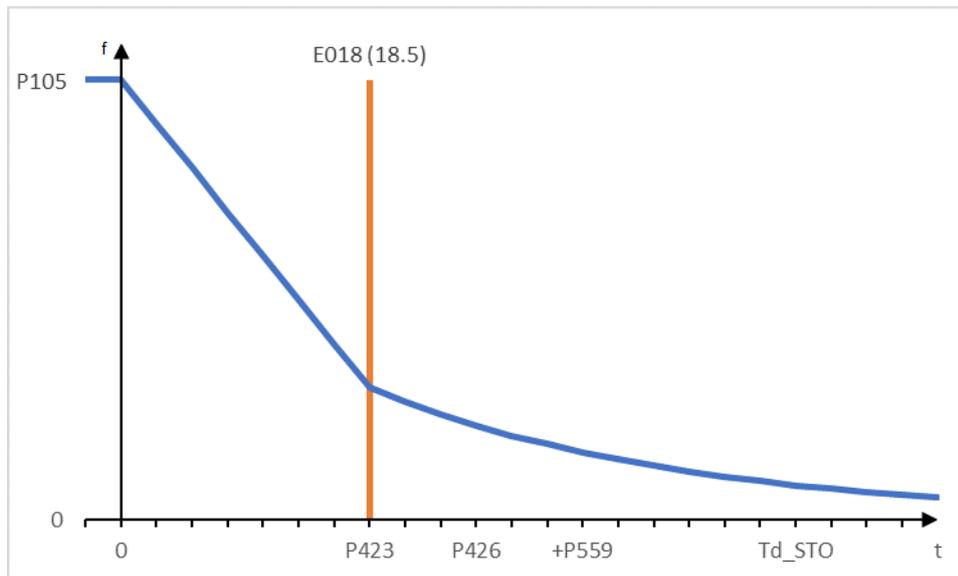
Zum Zeitpunkt  $T_{d,STO}$  wird über den Eingang der „Sicheren Pulssperre“ in die Sicherheitsfunktion STO gewechselt.



- Bei einem fehlerhaften Ablauf treten folgende Fehlermeldungen auf:  
Wird über die „Sichere Pulssperre“ die Sicherheitsteilfunktion STO ausgelöst, während der Wechselrichter angesteuert wird, tritt die Fehlermeldung **E018** (18.0 „Sicherheitskreis“) auf. Tritt dies auf, bevor der Motor stillgesetzt wurde, wird das Stillsetzen abgebrochen. Der angeschlossene Motor trudelt aus. Dieses Verhalten ergibt sich daraus, dass die „Sichere Pulssperre“ die höchste Priorität hat.



Wenn der Wechselrichter nach Ablauf der „Safety SS1 max. Zeit“ (**P423**) noch angesteuert wird, tritt die Fehlermeldung **E018** (18.5 „Safety SS1“) auf. Tritt dies auf, bevor der Motor stillgesetzt wurde, wird das Stillsetzen abgebrochen. Der angeschlossene Motor trudelt aus.



- Ergibt in der Endanwendung die Bewertung der funktionalen Sicherheit, dass ein überwachter Start erforderlich ist, darf der „Automatische Anlauf“ (**P428**) nicht verwendet werden (Einstellung „0“ Aus). Dadurch wird verhindert, dass der Antrieb automatisch wieder anläuft, wenn die Anforderung der „Sicheren Pulssperre“ zurückgenommen wird.

### 4.3 Validierung

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

Die IEC 61800-5-2:2016 schreibt für die Validierung mindestens folgende Punkte in der Projektdokumentation vor:

- Beschreibung der Anwendung inklusive Bild
- Beschreibung aller sicherheitsbezogenen Bauteile (einschließlich Softwareversionen), die in der Anwendung benutzt werden
- Liste der verwendeten Sicherheits-Teilfunktionen
- Ergebnisse aller Prüfungen dieser Sicherheits-Teilfunktionen
- Liste aller sicherheitsbezogenen Parameter und ihrer Werte im Frequenzumrichter
- Prüfsummen, Prüfdatum und Bestätigung durch das Prüfpersonal

Die Konfigurationsprüfungen für NORDAC-PRO-Frequenzumrichter in baugleichen Anwendungen dürfen als eine einzelne Typprüfung der baugleichen Anwendung durchgeführt werden, sofern sichergestellt werden kann, dass die Sicherheits-Teilfunktionen in allen Geräten wie vorgesehen konfiguriert werden.

Die Sicherheits-Teilfunktionen des NORDAC PRO sind wartungsfrei. Um eine ungewollte Umparametrierung nach der Validierung auszuschließen, müssen die Sicherheitsparameter nach jedem Aufheben des Safety Passwortes (**P497**) erneut kontrolliert werden. Wird die Konfiguration geändert, muss die Validierung inklusive Dokumentation wiederholt werden.

## 5 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 0600.

### Information

#### Verlust der sicheren Funktion

Das Laden eines Parametersatzes kann dazu führen, dass die Funktionen „*Spannung sperren*“ und „*Schnellhalt*“ des „Safety Digitaleingangs“ nicht mehr korrekt arbeitet.

Um sicherzustellen, dass keine ungewollte Umparametrierung stattgefunden hat, sollten die Einstellungen der „Safety SS1 max. Zeit“ (**P423**) und „Safety Digitaleingang“ (**P424**) neu validiert werden, sobald der Passwortschutz für die Sicherheitsparameter aktiviert wird. Dadurch wird sichergestellt, dass die sicheren Funktionen fehlerfrei funktionieren.

#### 5.1 Parametrierung

Bei der Parametrierung des sicheren digitalen Eingangs gilt Folgendes:

Für den „Safety Digitaleingang“ gibt es zwei Sicherheitsparameter „Safety SS1 max. Zeit“ (**P423**) und „Safety Digitaleingang“ (**P424**).

Um diese beiden Parameter bearbeiten zu können, muss der Passwortschutz aufgehoben werden, wenn bereits ein Passwort gesetzt wurde (in den Werkseinstellungen ist das Passwort deaktiviert). Der Passwortschutz wird mit der Eingabe des Passwortes in „Safety Passwort“ (**P497**) temporär aufgehoben. Anschließend können die beiden Parameter beliebig verändert werden.

Damit diese beiden Parameter im Frequenzumrichter übernommen werden, muss anschließend in „Safety CRC“ (**P499**) die korrekte CRC-Checksumme eingetragen werden, die über diese beiden Parameter berechnet wird. Die PC-Software NORDCON berechnet die CRC-Checksumme automatisch, wenn in „Safety CRC“ (**P499**) auf „Senden“ gedrückt wird. Bei allen anderen Parametriermöglichkeiten muss die korrekte CRC-Checksumme manuell eingetragen werden. Dazu ist in der Parameterbeschreibung von „Safety CRC“ (**P499**) eine Tabelle mit häufig gebrauchten Wertekombinationen hinterlegt. Alternativ kann die CRC-Checksumme einmalig mit NORDCON berechnet und dann bei den anderen Parametriermöglichkeiten verwendet werden.

Nachdem der Frequenzumrichter die Änderung der Sicherheitsparameter übernommen hat, führt er die Fehlerreaktionsfunktion aus. Sollte noch kein Passwort für die Sicherheitsparameter aktiviert sein, muss dieser mit der Eingabe in „Safety Passwort ändern“ (**P498**) aktiviert werden. Unabhängig davon, ob ein Safety-Passwort schon aktiviert war, muss ein Netzspannungsreset durchgeführt werden.

Ist kein Safety-Passwort gesetzt oder stimmt die CRC-Checksumme nicht mit den beiden Sicherheitsparametern überein, verharrt der Frequenzumrichter nach dem Netzspannungsreset in der Fehlerreaktionsfunktion.

** Information**

Ist die Parametrierung der Sicherheitsparameter abgeschlossen, muss die Sicherheitsfunktion neu validiert werden.

Die CRC-Checksumme wird auch überprüft, wenn keine Sicherheitsfunktion aktiviert ist.

Das Passwort kann wieder deaktiviert werden, indem mit „Safety Passwort“ (**P497**) der Passwortschutz temporär aufgehoben und anschließend das Passwort in „Safety Passwort ändern“ (**P498**) auf 0 geändert wird.

## 5.2 Parameterbeschreibung

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

1) xx = sonstige Kennzeichen

**Abbildung 1: Erläuterung der Parameterbeschreibung**

** Information**

Nicht benötigte Informationszeilen werden nicht aufgeführt.

### Anmerkungen / Erklärungen

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

## 5.2.1 Steuerklemmen

P423		Safety SS1 max. Zeit	
<b>Einstellbereich</b>	0,01 ... 320,00 s		
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0,1 }		
<b>Beschreibung</b>	<p>Die „Safety SS1 max. Zeit“ dient zur Verzögerung der Ausgangsüberwachung des Umrichters bei parametrimtem „Safety Digitaleingang“ auf Schnellhalt (<b>P424 = 2</b>). Wird der Motor nach der eingestellten Zeit noch angesteuert, löst das einen Fehler aus. Die einzustellende Zeit ist abhängig von der parametrimten Schnellhaltezeit, der Einfallzeit der Bremse und der Magnetisierungszeit. Bei Asynchronmotoren ist die einzustellende Zeit auch von der DC-Nachlaufzeit abhängig.</p>		
<b>Hinweis</b>	<p>Die eingestellte „Safety SS1 max. Zeit“ gilt für alle Parametersätze. Es ist darauf zu achten, dass die „Schnellhaltezeit“ (<b>P426</b>) aller Parametersätze der Überwachungszeit angepasst sind.</p> <p>Der Parameter wird erst mit Eingabe und Bestätigung der „Safety CRC“ (<b>P499</b>) gespeichert. Eine Änderung der Parametereinstellung wird erst nach einem Neustart des Frequenzumrichters (Power Off → 60 s → Power On) übernommen. Bei separater 24 V-DC-Versorgung der Steuerkarte, ist gleichzeitig auch diese abzuschalten.</p> <p>Bei Verwendung der Sicherheitsfunktionen müssen die Parameter mit einem Passwortschutz „Safety Passwort ändern“ (<b>P498</b>) versehen werden.</p> <p>Die „Safety SS1 max. Zeit“ (<b>P423</b>) wird mit „Werkseinstellung laden“ (<b>P523</b>) nicht verändert. Soll die „Safety SS1 max. Zeit“ (<b>P423</b>) auf einen Default-Wert geändert werden, muss dieses manuell geschehen.</p>		
P424		Safety Digitalein.	
<b>Einstellbereich</b>	0 ... 2		S P
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }		
<b>Beschreibung</b>	Zuweisen einer Stopp-Funktion für den sicheren Digitaleingang des Frequenzumrichters.		
<b>Hinweis</b>	<p>Der Parameter wird erst mit Eingabe und Bestätigung der CRC-Checksumme (<b>P499</b>) gespeichert. Eine Änderung der Parametereinstellung wird erst nach einem Neustart des Frequenzumrichters (Power Off → 60 s → Power On) übernommen. Bei separater 24 V-DC-Versorgung der Steuerkarte, ist gleichzeitig auch diese abzuschalten.</p> <p>Bei Verwendung der Sicherheitsfunktionen müssen die Parameter mit einem Passwortschutz (<b>P498</b>) versehen werden.</p> <p>Sie können den Parameter nicht mit „Werkseinstellung laden“ (<b>P523</b>) auf den Default-Wert zurücksetzen, sondern nur durch die manuelle Eingabe.</p>		
Einstellwerte	Wert	Bedeutung	
	0	Keine Funktion	
	1	Spannung sperren	Ausgangsspannung wird abgeschaltet, Motor läuft frei aus.
	2	Schnellhalt	Das Gerät reduziert die Frequenz mit der Schnellhaltezeit aus P426.

P426	Schnellhaltezeit	P
<b>Einstellbereich</b>	0... 320.00 s	
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0.10 }	
<b>Beschreibung</b>	<p>Einstellung der Bremszeit für die Funktion Schnellhalt, die über einen Digitaleingang, die Busansteuerung, die Tastatur oder automatisch im Fehlerfall ausgelöst werden kann.</p> <p>Die Schnellhaltezeit ist die Zeit, die der linearen Frequenzreduzierung von der eingestellten „Maximalfrequenz“ (<b>P105</b>) bis auf 0 Hz, entspricht. Wird mit einem aktuellen Sollwert &lt; 100 % gearbeitet, verkürzt sich die Schnellhaltezeit entsprechend.</p>	
<b>Hinweis</b>	<p>Die Schnellhaltezeit und die „SS1 max. Zeit“ (<b>P423</b>) müssen aufeinander abgestimmt sein. Die eingestellten Schnellhaltezeiten aller Parametersätze müssen zu der Überwachungszeit passen.</p> <p><b>WARNING!</b> Verletzungsgefahr durch Versagen von SS1-t</p> <p>Das Stillsetzverhalten des Antriebs kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Der Modus „Sicherer Stopp 1“ ist damit möglicherweise nicht korrekt einzuhalten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In Endanwendungen, in denen das Versagen von SS1-t zu einer gefahrbringenden Situation führen kann, darf die Sicherheits-Teilfunktion SS1-t nicht verwendet werden.</li> <li>Um eine Fehlanwendung abzuwenden, ist bei 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.</li> </ul>	

P428	Automatischer Anlauf	S
<b>Einstellbereich</b>	0 ... 1	
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }	
<b>Beschreibung</b>	<p><b>Gefahr!</b> Wiedereinschalten auf einen Erdschluss/ Kurzschluss</p> <p>Diesen Parameter <b>NICHT</b> auf „An“ (<b>P428 = 1</b>) parametrieren, wenn die „automatische Störungsquittierung“ (<b>P506 = 6</b> „immer“) parametrieren wurde!</p> <p>Über diesen Parameter wird definiert, wie der FU beim Anlegen der Netzspannung (Netzspannung ein) auf ein statisches Freigabesignal reagiert.</p> <p>In Standardeinstellung <b>P428 = 0</b> „Aus“ benötigt der FU zur Freigabe eine Flanke (Signalwechsel von „low → high“) am jeweiligen digitalen Eingang.</p> <p>Muss der FU direkt mit dem Netz-Einschalten anlaufen, kann die Einstellung „An“ (<b>P428 = 1</b>) gesetzt werden. Ist das Freigabesignal permanent eingeschaltet oder mit einer Drahtbrücke versehen, läuft der FU direkt an.</p>	
<b>Hinweis</b>	<p>In der Einstellung „An“ (<b>P428 = 1</b>) lässt sich nur aktivieren, wenn der Frequenzumrichter auf lokale Steuerung (<b>P509 = 0</b> oder <b>P509 = 1</b>) parametrieren wurde.</p>	
<b>Einstellwerte</b>	<b>Wert</b>	<b>Bedeutung</b>
	0 Aus	Das Gerät erwartet am Digitaleingang, der auf „Freigabe“ parametrieren 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“ parametrieren wurde, einen Signalpegel („high“), um den Antrieb zu starten. <b>ACHTUNG! Verletzungsgefahr! Der Antrieb läuft sofort los!</b>

P434		Digitalausgang Funk.		P
<b>Arrays</b>	[-01] ... [-05]			
<b>Beschreibung</b>	Zuweisung von Funktionen für den Digitalausgang			
<b>Einstellwerte</b>	Wert		Bedeutung	
	0	Aus	Der Ausgang wird nicht verwendet.	
	01	Externe Bremse	Zur Steuerung einer mechanischen Bremse am Motor. Details siehe BU 0600 <b>WARNUNG:</b> 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 0600	
	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
<b>Arrays</b>	[-01] ... [-18]			
<b>Beschreibung</b>	Zuweisung von Funktionen für die Bus IO Out Bits. Die Bus IO Out Bits werden vom Frequenzumrichter wie Digitalausgänge behandelt.			
<b>Einstellwerte</b>	Wert		Bedeutung	
	0	Aus	Der Ausgang wird nicht verwendet.	
	01	Externe Bremse	Zur Steuerung einer mechanischen Bremse am Motor. Details siehe BU 0600 <b>WARNUNG:</b> 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 0600	
	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.	

P497		Safety Passwort		S
<b>Einstellbereich</b>	- 32768 ... 32767			
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }			
<b>Beschreibung</b>	Eingabe des Passwortes aus <b>P498</b> , um die Parameter „Safety SS1 max. Zeit“ ( <b>P423</b> ), „Safety Digitalein.“ ( <b>P424</b> ) und „Safety CRC“ ( <b>P499</b> ) zu entsperren.			
<b>Hinweis</b>	Der hier eingegebene Wert geht nach dem Ausschalten der Steuerkarte des Frequenzumrichters verloren. Der Passwortschutz ist wieder aktiv.			

9.3 "Service- und Inbetriebnahmehinweise"

P498		Safety Passwort ändern		S
<b>Einstellbereich</b>	-32768 ... 32767			
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }			
<b>Beschreibung</b>	Festlegung eines Passwortes, um die Einstellwerte der „Safety SS1 max. Zeit“ ( <b>P423</b> ), „Safety Digitalein.“ ( <b>P424</b> ) und „Safety CRC“ ( <b>P499</b> ) vor unerlaubten Änderungen zu schützen. Der Passwortschutz kann über „Safety Passwort“ <b>P497</b> temporär aufgehoben werden.			
<b>Hinweis</b>	Bei Einstellung „0“ ist das Passwort aufgehoben.			

<b>P499</b>	<b>Safety-CRC</b>																																												
<b>Einstellbereich</b>	0x0000... 0xFFFF																																												
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }																																												
<b>Beschreibung</b>	<p>Zur Sicherung der für die Funktionale Sicherheit relevanten Parameter wird eine CRC benötigt. NORDCON berechnet die CRC automatisch beim Speichern dieses Parameters. Zur Eingabe der CRC über einen anderen Weg muss diese manuell berechnet werden. Nach der Eingabe der CRC wird ein Fehler ausgelöst, um einen Neustart des Umrichters mit Übernahme der Parameter zu erzwingen. Eine falsche CRC führt zu einem Fehler beim Start des Umrichters.</p> <p>Typische Werte für die manuelle Eingabe:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Safety Digitaleingang (P424)</th> <th>Safety SS1 max. Zeit (P423)</th> <th>Safety CRC (P499)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Keine Funktion</td> <td>0,1</td> <td>0xDACB</td> </tr> <tr> <td>Spannung sperren</td> <td>0,1</td> <td>0x971E</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>0,1</td> <td>0x4161</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>0,2</td> <td>0x6097</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>0,3</td> <td>0xBA5C</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>0,5</td> <td>0xF54D</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>0,7</td> <td>0x247E</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>1</td> <td>0x4664</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>2</td> <td>0x6E9D</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>3</td> <td>0x3493</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>5</td> <td>0xCD59</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>7</td> <td>0x3155</td> </tr> <tr> <td>Schnellhalt</td> <td>10</td> <td>0x19B4</td> </tr> </tbody> </table>			Safety Digitaleingang (P424)	Safety SS1 max. Zeit (P423)	Safety CRC (P499)	Keine Funktion	0,1	0xDACB	Spannung sperren	0,1	0x971E	Schnellhalt	0,1	0x4161	Schnellhalt	0,2	0x6097	Schnellhalt	0,3	0xBA5C	Schnellhalt	0,5	0xF54D	Schnellhalt	0,7	0x247E	Schnellhalt	1	0x4664	Schnellhalt	2	0x6E9D	Schnellhalt	3	0x3493	Schnellhalt	5	0xCD59	Schnellhalt	7	0x3155	Schnellhalt	10	0x19B4
Safety Digitaleingang (P424)	Safety SS1 max. Zeit (P423)	Safety CRC (P499)																																											
Keine Funktion	0,1	0xDACB																																											
Spannung sperren	0,1	0x971E																																											
Schnellhalt	0,1	0x4161																																											
Schnellhalt	0,2	0x6097																																											
Schnellhalt	0,3	0xBA5C																																											
Schnellhalt	0,5	0xF54D																																											
Schnellhalt	0,7	0x247E																																											
Schnellhalt	1	0x4664																																											
Schnellhalt	2	0x6E9D																																											
Schnellhalt	3	0x3493																																											
Schnellhalt	5	0xCD59																																											
Schnellhalt	7	0x3155																																											
Schnellhalt	10	0x19B4																																											
<b>Hinweis</b>	<p>Bei Verwendung der Sicherheitsfunktionen müssen die Parameter mit einem Passwortschutz (<b>P498</b>) versehen werden.</p> <p>Sie können diesen Parameter nicht mit „Werkseinstellung laden“ (<b>P523</b>) auf den Default-Wert zurücksetzen, sondern nur durch die manuelle Eingabe.</p>																																												

## 5.2.2 Zusatzparameter

P506	Auto Störungsquitt.		S
<b>Beschreibung</b>	Automatische Quittierung einer Störungsmeldung. (Details siehe  BU 0600)		
<b>Hinweis</b>	Die automatische Störungsquittierung sollte in Verbindung mit einer Sicherheitsfunktion nicht verwendet werden.		
<b>Einstellwerte</b>	0 = Überwachung ist abgeschaltet		
	0	keine automatische Störungsquittierung	Bei einer Steuerung des FU über die Steuerklemmen wird die Fehlermeldung durch Wegnahme des Freigabesignals quittiert.
	1 ... 5	Anzahl der zulässigen automatischen Störungsquittierungen innerhalb eines Netz-Ein-Zyklus. Nach dem Netz-Aus- und wieder -Einschalten steht wieder die volle Anzahl zur Verfügung.	
	6	Immer, eine Störmeldung wird immer automatisch quittiert, wenn die Fehlerursache nicht mehr ansteht, siehe Hinweis.	
	7	Über Freigabe deakt., eine Quittierung ist nur mit der OK-/ Enter-Taste oder Netzausschaltung möglich. Es erfolgt keine Quittierung durch das Wegnehmen der Freigabe!	
P559	DC-Nachlaufzeit		S P
<b>Einstellbereich</b>	0,00 ... 30,00 s		
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0,5 }		
<b>Beschreibung</b>	Abschluss eines Stillsetzvorgangs durch zeitlich begrenztes Zuschalten einer Gleichspannung auf die Motoranschlussklemmen. (Details siehe BU 0600)		

### 6 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 aufgelistet, die zu einer Einschaltsperrung des Frequenzumrichters führen und im Zusammenhang mit der STO-Funktionalität zusammenhängen.

#### Störmeldungen

Anzeige in der Simple- / ControlBox		Störung Text in der ParameterBox	Ursache • Abhilfe
Gruppe	Detail in P700 [-01] / P701		
E004	4.0	<b>Überstrom Modul</b>	Modulfehler (kurzzeitig) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurz- oder Erdschluss am FU-Ausgang (Motorkabel oder Motor)</li> <li>• optionaler Bremswiderstand defekt/ prüfen</li> <li>• optionale Motordrossel defekt/ prüfen</li> </ul> Weiterführende Hinweise <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitere Fehlerursachen:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– falsch dimensionierter Bremswiderstand</li> <li>– zu langes Motorkabel</li> <li>– zu hoher Leitungswiderstand oder zu geringe Spannung an der „Sicheren Pulssperre“</li> </ul> </li> <li>• <b>P537</b> nicht abschalten!</li> <li>• <b>Das Auftreten des Fehlers kann zu einer erheblichen Verkürzung der Lebensdauer bis hin zur Zerstörung des Gerätes führen.</b></li> </ul>
E008	8.0	<b>Parameterverlust</b> (EEPROM-Maximalwert überschritten)	Fehler in EEPROM-Daten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareversion des gespeicherten Datensatzes passt nicht zur Softwareversion des FU.</li> </ul> <b>HINWEIS:</b> Fehlerhafte Parameter werden automatisch neu geladen (Werkseinstellung). <ul style="list-style-type: none"> <li>• EMV-Störungen (siehe auch E020)</li> </ul>
	8.1	<b>Umrichtertyp falsch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EEPROM defekt</li> </ul>
	8.2	<b>Kopierfehler extern</b> (ControlBox)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ControlBox auf richtigen Sitz prüfen</li> <li>• ControlBox EEPROM defekt (<b>P550 = 1</b>)</li> </ul>
	8.4	<b>EEPROM interner Fehler</b> (Datenbankversion falsch)	Ausbaustufe des Frequenzumrichters wird nicht richtig erkannt.
	8.7	<b>EEPR Kopie ungleich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzspannung aus- und wieder einschalten.</li> </ul>

E018	<b>18.0</b>	<b>Sicherheitskreis (SafetyCirc)</b>	Während Freigabe hat der Sicherheitskreis „Sichere Pulssperre“ ausgelöst.
	<b>18.5</b>	<b>Safety SS1</b>	Die parametrisierte Auslösezeit ( <b>P423</b> ) der SS1-t-Funktionalität ist abgelaufen. Da der Umrichter noch Ausgangspulse sendet, wird STO ausgelöst. Dieser Fehler ist nicht quittierbar. Starten Sie den Frequenzumrichter neu (Power Off → 120 s → Power On).
	<b>18.6</b>	<b>Safety System</b>	In der Sicherheitsfunktion ist ein Fehler aufgetreten. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umrichter neu starten.</li> <li>• Sollte der Fehler wiederholt auftreten, die erweiterte Fehlernummer im Parameter „Aktueller Betriebszustand“ (<b>P700 [-04]</b>) auslesen und an den Support wenden</li> </ul>
E110	<b>110.0</b>	<b>Safety CRC</b>	In der Sicherheitsfunktion ist ein Fehler aufgetreten. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die CRC-Checksumme passt nicht zu den eingestellten Safety-Parametern „Safety SS1 max. Zeit“ (<b>P423</b>) und „Safety Digitalein.“ (<b>P424</b>) und muss angepasst werden.</li> </ul>
	<b>110.1</b>	<b>Safety CRC geändert</b>	Die CRC-Checksumme wurde geändert. Die Übernahme der Änderungen erfolgt nur nach einem Neustart.
	<b>110.2</b>	<b>Parameter-Passwortschutz benötigt</b>	Bei Nutzung des sicheren Digitaleingangs muss der Parameter-Passwortschutz „Safety Passwort ändern“ ( <b>P498</b> ) gesetzt sein. Zur Änderung der Parametrierung des sicheren Eingangs muss das Passwort im Parameter „Safety Passwort“ ( <b>P497</b> ) gesetzt sein.

### Meldungen Einschaltsperrung, „nicht bereit“

Anzeige in der Simple- / ControlBox		Grund Text in der ParameterBox	Ursache • Abhilfe
Gruppe	Detail in P700 [-03]		
I000	<b>0.1</b>	<b>Spannung sperren von IO</b>	Der mit der Funktion „Spannung sperren“ parametrisierte Eingang ( <b>P420/P480</b> ) steht auf „low“ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingang auf „high setzen“</li> <li>• Signalleitung prüfen (Kabelbruch)</li> </ul>
	<b>0.2</b>	<b>Schnellhalt von IO</b>	Der mit der Funktion „Schnellhalt“ parametrisierte Eingang ( <b>P420/P480</b> ) steht auf „low“ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingang auf „high setzen“</li> <li>• Signalleitung prüfen (Kabelbruch)</li> </ul>
I018	<b>18.0</b>	<b>STO aktiv</b>	Der Sicherheitskreis „Sichere Pulssperre“ wurde ausgelöst. Ein angeschlossener Motor erzeugt kein Drehmoment.

1) Kennzeichnung des Betriebszustandes (der Meldung) auf der *ParameterBox* bzw. auf der virtuellen Bedieneinheit der *NORD CON-Software*: „Nicht bereit“

### Zustandsinformationen

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

Der Zustand der „Sicheren Pulssperre“ und der digitalen Ein- und Ausgänge kann über die Informationsparameter und gegebenenfalls 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 „Zustand Relais“ (**P711**), „Statuswort“ (**P741 [-01]**) oder „Bus Out Bits“ (**P741 [-05]**) ausgelesen oder wird via Bus-Protokoll übertragen werden.

---

### Information

#### Digitalausgang

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

---

Bei einer Steuerung des Frequenzumrichters über die Steuerklemmen wird die Fehlermeldung durch Wegnahme des Freigabesignals quittiert, siehe **P506**.

## 7 Zusatzinformationen

### 7.1 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.

#### 7.1.1 Ausgangsspannung der Sicherheitsgeräte

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“

#### 7.1.2 Schaltvermögen und Strombelastung

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

Belastung je angeschlossenem Frequenzumrichter	SK 510P, SK 540P	SK CU5-STO, SK CU5-MLT	
	VIS_24V (91)	VIS1_24V (91)	VIS2_24V (92)
Dauerstrom (Mittelwert)	siehe unten	siehe unten	siehe unten
Einschaltstrom	≤ 700 mA für t ≤ 2,5 ms	≤ 70 mA für t ≤ 4 ms	≤ 700 mA für t ≤ 2,5 ms
Stützkapazität (hinter Verpolschutz)	ca. 30 µF	ca. 5 µF	ca. 30 µF
Spitzenstrom nach einem OSSD-Testpuls (periodisch)	≤ 700 mA für t ≤ 1 ms	≤ 70 mA für t ≤ 1 ms	≤ 700 mA für t ≤ 1 ms

Die folgenden Angaben der mittleren Eingangsströme beziehen sich auf die Spannung direkt an den Eingangsklemmen. D. h. es sind gegebenenfalls die Spannungsfälle auf dem Kabel und die Toleranz der Quelle zu berücksichtigen. Die angegebenen Ströme sind keine typischen Werte, sondern stellen die Grundlage zur Bemessung des Sicherheitsschaltgerätes dar!

#### Mittlere Eingangsströme für SK 510P, SK 540P:

Anwendungsklasse	Eingangsspannung VIS_24V (91):						
	18 V	20 V	22 V	24 V	26 V	28 V	30 V
AA	75 mA	69 mA	64 mA	61 mA	58 mA	55 mA	54 mA
A	95 mA	86 mA	80 mA	75 mA	71 mA	67 mA	65 mA
B	114 mA	104 mA	94 mA	87 mA	82 mA	78 mA	75 mA
C	135 mA	123 mA	113 mA	104 mA	97 mA	92 mA	87 mA

**Mittlere Eingangsströme für SK CU5-STO, SK CU5-MLT:**

Anwendungsklasse	Eingangsspannung <b>VIS1_24V (91)</b> :						
	<b>18 V</b>	<b>20 V</b>	<b>22 V</b>	<b>24 V</b>	<b>26 V</b>	<b>28 V</b>	<b>30 V</b>
<b>alle</b>	20 mA	21 mA	22 mA	24 mA	25 mA	26 mA	28 mA
Anwendungsklasse	Eingangsspannung <b>VIS2_24V (92)</b> :						
	<b>18 V</b>	<b>20 V</b>	<b>22 V</b>	<b>24 V</b>	<b>26 V</b>	<b>28 V</b>	<b>30 V</b>
<b>AA</b>	81 mA	78 mA	76 mA	75 mA	74 mA	74 mA	75 mA
<b>A</b>	99 mA	94 mA	91 mA	88 mA	87 mA	86 mA	85 mA
<b>B</b>	118 mA	111 mA	105 mA	101 mA	98 mA	96 mA	95 mA
<b>C</b>	140 mA	131 mA	124 mA	119 mA	115 mA	112 mA	110 mA

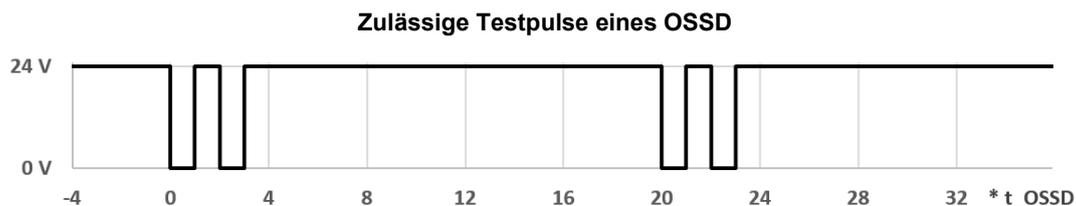
 **Information**
**Erhöhte Stromaufnahme beim Einschalten bzw. nach Testpuls eines OSSD**

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.

### 7.1.3 OSSD-Ausgänge, Testpulse

Folgenden Anforderungen muss das OSSD-Signal genügen:

- $D \geq 90\%$  (Duty, Einschaltverhältnis)  
Es liegt zu mindestens 90 % der Zeit die Versorgungsspannung an.  
Beispiel: Nach einen Testpuls der Dauer  $t_{OSSD}$  liegt anschließend die Versorgungsspannung für mindestens  $9 \cdot t_{OSSD}$  an.
- Doppelpulse sind zulässig, wenn die zwei Pulse mindestens  $2 \cdot t_{OSSD}$  auseinanderliegen und die Bedingung für D eingehalten wird.



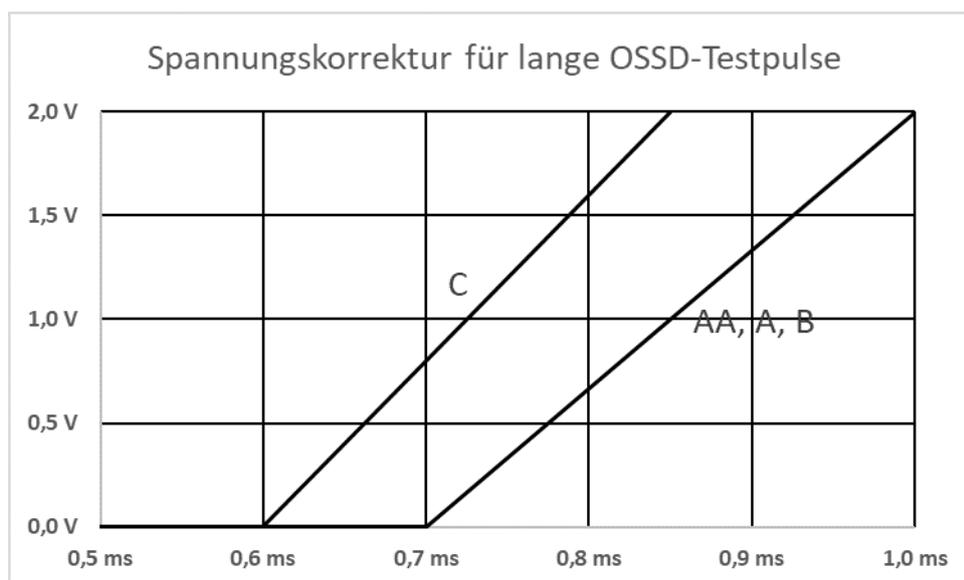
#### Beispiel

1. Erster Testpuls der Breite  $t_{OSSD}$ .
  2. Für die Zeit  $1 \cdot t_{OSSD}$  liegt die Versorgungsspannung an.
  3. Zweiter Testpuls der Breite  $t_{OSSD}$ .
  4. Für mindestens  $17 \cdot t_{OSSD}$  liegt die Versorgungsspannung an.
- Die Breite des Testpulses sollte im Bereich  $0,2 \text{ ms} \leq t_{OSSD} \leq 0,5 \text{ ms}$  liegen. Die maximale Testpulsbreite hängt von der Anwendungsklasse ab:

Anwendungsklasse	AA, A, B	C
$t_{OSSD,max}$	1 ms	0,85 ms

Je nach Anwendungsklasse und Länge des Testpulses ist gegebenenfalls die minimale Eingangsspannung  $V_{IS,24V,min}$  zu erhöhen.

#### Spannungskorrektur für lange OSSD-Testpulse



Diese Spannungskorrektur ist kumulativ mit anderen Korrekturen.

### Beispiel

Im Kapitel „Beispiel Mehrgerätebetrieb“ wurde für das Beispiel die Anwendungsklasse B und eine minimale Eingangsspannung von  $V_{IS,24V,min} = 21,1 V$  ermittelt. Wenn in diesem Beispiel die Pulsbreite des Testpulses  $t_{OSSD} = 0,85 ms$  ist, erhöht sich die minimale Eingangsspannung um weitere 1,0 V auf  $V_{IS,24V,min} = 22,1 V$ . Wenn man in diesem Beispiel eine 24 V-Spannungsquelle mit einer Toleranz von 10 % verwendet ( $V_{Q,min} = 21,6 V$ ), wäre diese zu knapp bemessen, d. h. man benötigt eine Quelle mit kleinerer Toleranz, eine kürzere Testpulsbreite am OSSD, oder einen größeren Kabelquerschnitt.

## 7.2 Sicherheitseinstufungen

### 7.2.1 IEC 60204-1:2016

(Deutsche Fassung EN 60204-1:2018)

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

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

### 7.2.2 IEC 61800-5-2:2016

(Deutsche Fassung EN 61800-5-2:2017)

Mit dem sicheren Abschaltweg „Sichere Pulssperre“, können die Anforderungen an die Funktion „sicher abgeschaltetes Drehmoment“ (STO) und die Sicherheitsanforderungsstufe SIL 3 erfüllt werden.

Mit der Kombination „Sichere Pulssperre“ und „Safety Digitaleingang“ können die Anforderungen an die Funktion „Sicherer Stopp 1 time controlled“ (SS1-t) und die Sicherheitsanforderungsstufe SIL 2 erfüllt werden.

Bei der Funktion SS1-t erfolgt keine sichere Überwachung der Motorverzögerung oder der Motordrehzahl durch den Frequenzumrichter. Wenn eine Risikoanalyse ergibt, dass eine Überwachung erforderlich ist, hat diese durch eine externe sichere Steuerung zu erfolgen. Die in den Beispielen beschriebene Lösung für die Funktion SS1-t entspricht dem Verhalten nach IEC 61800-5-2:2016, Abschnitt 4.2.3.3, 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 über eine externe sichere Steuerung, z. B. ein Sicherheitsschaltgerät.

D. h. das Auslösen der Motorverzögerung mittels „Safety Digitaleingang“ kann die Sicherheitsanforderungsstufe SIL 2 erfüllen. Der extern ausgeführte Übergang in die Funktion STO kann die Sicherheitsanforderungsstufe SIL 3 erfüllen.

ANMERKUNG: Das gesteuerte Stillsetzen der Funktion SS1-t kann unerkannt versagen. Daher kann die Funktion SS1-t nicht angewendet werden, wenn dieses Versagen eine gefahrbringende Situation in der Endanwendung verursachen kann.

Die Fehlerreaktionsfunktion des „Safety Digitaleingangs“ ist die Funktion STO. Wird während der Motorverzögerung ein Fehler des „Safety Digitaleingangs“ erkannt, werden die Motor-Ausgänge durch die Software abgeschaltet. Dieses Verhalten entspricht der Funktion STO.

### 7.2.3 IEC 61508:2010

(Deutsche Fassung EN 61508:2010)

Der Abschaltweg „Sichere Pulssperre“ zur Realisierung der Sicherheitsfunktion STO erfüllt die Sicherheitsanforderungsstufe SIL 3. Der „Safety Digitaleingang“ zur Auslösung der Motorverzögerung für die Funktion SS1-t erfüllt die Sicherheitsanforderungsstufe SIL 2 (siehe 7.2.2 "IEC 61800-5-2:2016")

### 7.2.4 ISO 13849-1:2015

(Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2016)

Der Abschaltweg „Sichere Pulssperre“ zur Realisierung der Sicherheitsfunktion STO erfüllt die Anforderungen an den Performance Level e und die Kategorie 4.

Der „Safety Digitaleingang“ zur Auslösung der Motorverzögerung für die Funktion SS1-t erfüllt die Anforderungen an den Performance Level d und die Kategorie 2.

---

## Information

### **Bewertung der Sicherheitsfunktion**

Die in den technischen Daten angegebenen Werte berücksichtigen nur die jeweils genannten Eingänge oder 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.

---

## 8 Technische Daten

Es gelten die Technischen Daten aus dem Handbuch zum Gerät (BU 0600). Hiervon abweichend gilt:

Funktion	Spezifikation
Maximale Aufstellhöhe über NN	≤ 2000 m

Ergänzend gelten die folgenden, technischen Daten.

### 8.1 Sichere Pulssperre und Safety Digitaleingang

	Sichere Pulssperre		Safety Digitaleingang
	SK 510P, SK 540P	SK CU5-STO oder SK CU5-MLT (SK 530P, SK 550P)	SK 510P und SK 540P, SK CU5-STO oder SK CU5-MLT (530P, SK550P)
Eingangsspannung	+24 V ±25 % (18 V ... 30 V)		+24 V -37,5 % +25 % (15 V ... 30 V)
Betrieb am OSSD	-20 % ... +25 % (19,2 V ... 30 V)		+24 V -37,5 % +25 % (15 V ... 30 V)
High-Pegel (VT+)	≥ 18 V		≥ 15 V
Low-Pegel (VT-)	≤ 3 V		≤ 3 V
Stromaufnahme (Mittelwert)	abhängig von der Eingangsspannung und der Anwendungsklasse (Umrichtertyp und Pulsfrequenz) siehe 7.1.2 "Schaltvermögen und Strombelastung"		≤ 10 mA
Spitzenstrom (Peak, beim Einschalten oder am OSSD)	≤ 700 mA	VIS1: ≤ 70 mA VIS2: ≤ 700 mA	≤ 25 mA
Eingangswiderstand	–	–	Low-Pegel: 10 kΩ High-Pegel: 3 ... 5 kΩ
Eingangskapazität	ca. 30 µF (hinter dem Verpolschutz)	VIS1: ca. 5 µF VIS2: ca. 30 µF (jeweils hinter dem Verpolschutz)	ca. 10 nF
Leitungslänge	≤100 m (zur Einhaltung der EMV-Anforderungen geschirmt), siehe 3.3.3 "EMV"		
Leitungskapazität	≤ 20 nF pro angeschlossenen Frequenzumrichter (≤ 4 nF * t <sub>OSSD</sub> / 0,1 ms für t <sub>OSSD</sub> ≤ 500 µs)		
<b>Anforderungen an OSSDs</b>			
Testpulsbreite	200 µs ≤ t <sub>OSSD</sub> ≤ 500 µs, siehe 3.3.2 "Betrieb am OSSD"		
Duty (high Pegel)	≥ 90 %		
Abstand von Doppelpulsen	≥ 2* t <sub>OSSD</sub> (Duty-Faktor beachten)		
<b>Einschaltverzögerung</b> (Zeit vom Wechsel des Eingangs von Low- auf High-Pegel bis zum Zeitpunkt, an dem eine Freigabe des Frequenzumrichters möglich ist.)	≤160 ms	≤25 ms	≤15 ms
<b>Reaktionszeit</b> (Zeit vom Wechsel des Eingangs von High- auf Low-Pegel bis zum Auslösen der Sicherheitsteilfunktion.)	≤130 ms	≤140 ms	≤10 ms

<b>Zykluszeit</b> (Zeit zwischen zwei gleichen Flanken am Eingang.)	≥1 s	
<b>Fehlerreaktionszeit</b> (Zeit, die zwischen dem Erkennen eines Fehlers und dem Auslösen der Fehlerreaktionsfunktion vergeht.)	–	≤35 ms
<b>Fehlerreaktionsfunktion</b>	–	Abschalten des Wechselrichters (Verhalten wie STO)
<b>Priorität</b>	höchste	niedrig
<b>Quelle der Ausfallraten</b>	SN 29500 bei der Umgebungstemperatur: 40 °C (S1-Betrieb) oder 50 °C (S3-Betrieb mit ED = 70 %) Sondergerät SK 5xOP-751-340-S3: 40 °C (S3-Betrieb mit ED = 70 %) oder 50 °C (S3-Betrieb mit ED = 50 %)	
<b>Konformes Objekt</b>	Typ B	
<b>Hardware-Fehlertoleranz</b>	HFT 0	
<b>Anteil sicherer Ausfälle</b>	SFF = 100 %	SFF = 97,89 %
<b>Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde</b>	PFH = 0	PFH = 11,33 FIT
<b>Mittlere Zeit bis zum gefährbringenden Ausfall</b>	MTTF <sub>d</sub> = „hoch“ (> 100 Jahre)	
<b>Diagnose-Deckungsgrad</b>	kann nicht ermittelt werden (PFH = 0)	DC = 92,85 % („mittel“)
<b>Sicherheits-Integritätslevel (nach IEC 61800-5-2:2016 und IEC 61508:2010)</b>	SIL 3	SIL 2
<b>Kategorie (nach EN ISO 13849-1:2016)</b>	Kategorie 4	Kategorie 2
<b>Performance Level (nach EN ISO 13849-1:2016)</b>	PL e	PL d
<b>Proof-Test-Intervall</b>	TM = 20 Jahre (Gebrauchsdauer, „Mission Time“)	

## 9 Anhang

### 9.1 Wartungshinweise

Es gelten die Wartungshinweise aus dem Handbuch zum Gerät (BU 0600).

Die darin enthaltenen Hinweise zur Langzeitlagerung gelten auch für die „Sichere Pulssperre“.

Demnach ist die „Sichere Pulssperre“ mindestens **1 x jährlich für 60 Minuten** mit einer Spannung von **24 V DC** zu versorgen, um deren Funktionsfähigkeit zu erhalten und einer Schädigung der „Sicheren Pulssperre“ vorzugbeugen.

### 9.2 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

---

#### **Information**

##### **Fremdzubehör**

Bei Rücksendung eines Geräts mit externem Zubehör kann von Getriebebau NORD GmbH & Co. KG für das Zubehör keine Gewähr übernommen werden.

---

#### **Information**

##### **Warenbegleitschein**

Verwenden Sie für Rücksendungen bitte den ausgefüllten Warenbegleitschein. Sie finden ihn auf unserer Homepage [www.nord.com](http://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

### 9.3 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 und dessen Zubehör bereithalten:

- Typenbezeichnung,
- Seriennummer,
- Firmwareversion.

### 9.4 Dokumente und Software

Dokumente und Software können Sie von unserer Internetseite [www.nord.com](http://www.nord.com) herunterladen.

#### Mitgeltende und weiterführende Dokumente

Dokumentation	Inhalt
<a href="#">BU 0600</a>	Handbuch für Frequenzumrichter NORDAC PRO (SK 500P)
<a href="#">BU 0000</a>	Handbuch zum Umgang mit der NORDCON-Software
<a href="#">BU 0040</a>	Handbuch zum Umgang mit den NORD-Parametrierboxen

#### Software

Software	Beschreibung
<a href="#">NORDCON</a>	Parametrier- und Diagnosesoftware

### 9.5 Zertifikate

Die für die „Funktionale Sicherheit“ relevanten Zertifikate können Sie von unserer Internetseite [www.nord.com](http://www.nord.com) herunterladen.

#### Zertifikate

Dokumentation	Inhalt
<a href="#">C330602</a>	Zertifikat für Frequenzumrichter mit „sicheren Abschaltwegen“ – NORDAC PRO SK 500P

## 9.6 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 oder Werte zugewiesen werden können.
- **PDS(SR)** Power Drive Systems (Safety Related) → Leistungsantriebssysteme mit integrierten Sicherheitsfunktionen.
- **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 Drehmoment
- **SW** Software-, bzw. Firmwareversion des Frequenzumrichters („Software-Version“ (**P707**))

## Stichwortverzeichnis

<b>A</b>	IEC 61508
Auto. Störungsquitt. (P506).....	2010..... 56
Automatischer Anlauf (P428).....	IEC 61800-5-2
<b>B</b>	2016..... 55
Beispiel.....	<b>O</b>
SS1-t.....	OSSD..... 33, 52
STO.....	<b>P</b>
<b>D</b>	Parameter..... 42
DC-Nachlaufzeit (P559).....	Parameterverlust..... 49
Digitalausgang Funk. (P434).....	Parametrierung des sicheren digitalen
Dokumente	Eingangs..... 42
mitgeltend.....	<b>R</b>
<b>E</b>	Reparatur..... 59
EMV.....	Rücksendung..... 59
<b>F</b>	<b>S</b>
Fehlerausschluss.....	Safety Digitalein. (P424)..... 44
Funkt. BusIO Out Bits (P481).....	Safety Passwort (P497)..... 46
<b>I</b>	Safety Passwort ändern (P498)..... 46
IEC 60204-1	Safety SS1 max. Zeit (P423)..... 44
2018.....	Safety-CRC (P499)..... 47
IEC 61508	Schnellhaltezeit (P426)..... 45
2010.....	Sichere Pulssperre..... 33
IEC 61800-5-2	Beispiel..... 35
2017.....	OSSD..... 33
Inbetriebnahme.....	Sicherer Abschaltweg
SS1-t.....	Sichere Pulssperre..... 33
STO.....	Sicherheitsfunktionen
<b>M</b>	Sicher abgeschaltetes Moment..... 16
mechanische Bremse.....	STO..... 16
Meldungen	Sicherheitsschaltgeräte..... 52
Betriebszustand.....	Software..... 60
Störung.....	SS1-t
<b>N</b>	Beispiel..... 20
Norm	Inbetriebnahme..... 38
IEC 60204-1	STO..... 16
2016.....	Beispiel..... 17
	Inbetriebnahme..... 37



**T**

Technische Daten.....57

**V**

Validierung.....41

**W**

Warenbegleitschein ..... 59

Wiederanlaufsperr..... 22

**Z**

Zertifikate ..... 60

**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 98 countries on 5 continents**  
provide local stocks, assembly, production,  
technical support and customer service

**More than 4,000 employees throughout the world**  
create customer oriented solutions

[www.nord.com/locator](http://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](mailto:info@nord.com), [www.nord.com](http://www.nord.com)

**Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group**

