

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

Bedienungsanleitung

# Funktionale Sicherheit der iC7-Serie

Frequency Converters, 1.3–1260 A





## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>5</b>
1.1	Versionshistorie	5
1.2	Zweck dieser Bedienungsanleitung	5
1.3	Zusätzliche Materialien	5
1.4	Abkürzungen	5
<b>2</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>7</b>
2.1	Qualifiziertes Personal für die Arbeit mit Funktionaler Sicherheit	7
2.2	Allgemeine Sicherheitserwägungen	7
<b>3</b>	<b>Funktionale Sicherheit der iC7-Serie</b>	<b>8</b>
3.1	Safe Torque Off (STO)	8
3.2	STO-Aktivierung	8
3.3	Automatischer/Manueller Wiederanlauf	8
3.4	Sicherheit der Systemkonfiguration	9
3.5	Frequenzumrichter mit Funktionaler Sicherheit Gruppe 1 (nicht nachrüstbar)	9
3.5.1	STO-Eigenschaften	10
3.5.2	STO-Fehler	10
3.5.3	STO-Feedback	11
<b>4</b>	<b>Installation</b>	<b>12</b>
4.1	STO-Installation für Frequenzumrichter mit Gruppe 1 Funktionale Sicherheit (STO – nicht nachrüstbar)	12
4.2	Anschlussbeispiele	13
<b>5</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>15</b>
5.1	Sicherheitshinweise zur Inbetriebnahme	15
5.2	Inbetriebnahmeprüfung	15
5.2.1	Inbetriebnahmetest für STO-Anwendungen im manuellen Wiederanlaufmodus	15
5.2.2	Inbetriebnahmeprüfung der STO-Anwendungen mit automatischem Wiederanlauf	16
<b>6</b>	<b>Betrieb und Wartung</b>	<b>17</b>
6.1	Funktionsprüfung	17
6.1.1	Funktionsprüfung mit dem STO-Feedback	17
6.1.2	Funktionsprüfung ohne Verwendung des STO-Feedback-Signals	17
6.2	Diagnose Test	18
<b>7</b>	<b>Spezifikationen</b>	<b>20</b>
7.1	Normen für Funktionale Sicherheit und Performance	20
7.2	Technische Daten	21

**Bedienungsanleitung**

**Inhalt**

---

7.3	Betriebsbedingungen	22
7.4	Kabelspezifikationen	22

---

# 1 Einführung

## 1.1 Versionshistorie

Diese Anleitung wird regelmäßig geprüft und aktualisiert. Verbesserungsvorschläge sind jederzeit willkommen. Die Originalsprache dieses Handbuchs ist Englisch.

Tabelle 1: Versionshistorie

Version	Anmerkungen
AQ319741840653, Version 0301	Geringfügige Aktualisierungen. Die Informationen in dieser Version gelten für iC7-Automation Frequenzumrichter bis 1260 A.
AQ319741840653, Version 0201	Geringfügige Aktualisierungen. Die Informationen in dieser Version gelten für iC7-Automation Frequenzumrichter bis 106 A.
AQ319741840653, Version 0102	Erste Version. Die Informationen in dieser Version gelten für iC7-Automation Frequenzumrichter bis 43 A.

## 1.2 Zweck dieser Bedienungsanleitung

Diese Bedienungsanleitung enthält Informationen zu den Funktionen der Funktionalen Sicherheit der iC7 Frequenzumrichter und richtet sich an Benutzer, die bereits mit der Danfoss iC7-Serie vertraut sind. Sie ist als Ergänzung zu den antriebspezifischen Anleitungen vorgesehen.

Die Bedienungsanleitung enthält Anweisungen zur Überprüfung, ob die integrierten Funktionalen Sicherheitsfunktionen aktiv sind, und zur Konfiguration der Sicherheitsfunktionen.

## 1.3 Zusätzliche Materialien

Es stehen zusätzliche Quellen zum Verständnis der Funktionen und zur sicheren Installation und Bedienung der iC7-Produkte zur Verfügung.

- Sicherheitshinweise, die wichtige Sicherheitsinformationen zur Installation von iC7 Frequenzumrichtern enthalten.
- Installationsanleitungen, die die mechanische und elektrische Installation von Frequenzumrichtern oder Funktionserweiterungsoptionen abdecken.
- Das Projektierungshandbuch, das technische Informationen zu den Einsatzmöglichkeiten des iC7 Frequenzumrichters für die Integration in Systeme zur Motorsteuerung und -überwachung enthält.
- Bedienungsanleitungen mit Anweisungen für Steuerungsoptionen und andere Komponenten für den Frequenzumrichter.
- Anwendungshandbücher mit Anweisungen zur Einrichtung des Frequenzumrichters für eine bestimmte Endanwendung. Anwendungshandbücher für Anwendungssoftwarepakete bieten auch einen Überblick über die Parameter und Wertebereiche für den Betrieb der Frequenzumrichter, Konfigurationsbeispiele mit empfohlenen Parametereinstellungen und Schritte zur Fehlerbehebung.
- Wissenswertes über Frequenzumrichter, abrufbar unter [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).
- Weitere ergänzende Publikationen, Zeichnungen und Leitfäden finden Sie unter [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

Die neuesten Versionen der Danfoss-Produktdokumentation können unter <http://drives.danfoss.com/downloads/portal/> heruntergeladen werden.

## 1.4 Abkürzungen

Tabelle 2: Auf die Funktionale Sicherheit bezogene Abkürzungen

Abkürzungen	Sollwert	Beschreibung
B <sub>10d</sub>	–	Zyklenzahl bis zu 10 % der Komponenten haben einen gefährlichen Ausfall (für pneumatische und elektromechanische Komponenten).
Kat.	EN ISO 13849-1:2015	Sicherheitskategorie, Stufe „B, 1-4“
CCF	–	Common Cause Failure (Ausfall aufgrund gemeinsamer Ursache)
FIT	–	Failure in Time: 1E-9/Stunde
HFT	EN IEC 61508-4:2010	Hardwarefehltoleranz: HFT = n bedeutet, dass n+1 Fehler zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion führen können.
MTTFd	EN ISO 13849-1:2015	Mean Time To Failure - dangerous (Mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall). Einheit: Jahre werden unterteilt in Niedrig, Mittel und Hoch.
PFH	EN IEC 61508-4:2010	Probability of Dangerous Failures per Hour (Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde). Dieser Wert ist zu berücksichtigen, wenn die Sicherungseinrichtung mit hohem Anforderungsgrad oder mit kontinuierlicher Anforderungsrate betrieben wird, wobei die Anforderung an das sicherheitsbezogene System mehr als einmal pro Jahr erfolgt.
PFD	EN IEC 61508-4:2010	Mittlere Ausfallwahrscheinlichkeit im Anforderungsfall, verwendeter Wert für den Betrieb mit niedriger Anforderungsrate.
PL	EN ISO 13849-1:2015	Kenngroße für die Zuverlässigkeit von sicherheitsbezogenen Funktionen von Steuerungssystemen zur Ausführung einer Sicherheitsfunktion unter vorhersehbaren Bedingungen. Kenngrößen sind unterteilt in a bis e.
PLr	–	Required Performance Level (das erforderliche Leistungsniveau für eine bestimmte Sicherheitsfunktion).
SIL	EN IEC 61508-4:2010	Sicherheits-Integritätslevel
STO	EN IEC 61800-5-2:2017	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2:2017	Sicherer Stopp 1 (Safe Stop 1)
SRECS	–	Sicherheitsbezogenes elektrisches Steuerungssystem
SRP/CS	EN ISO 13849-1:2015	Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungssystemen
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2:2017	Elektrische Antriebssysteme (sicherheitsbezogen)

## 2 Sicherheit

### 2.1 Qualifiziertes Personal für die Arbeit mit Funktionaler Sicherheit

Nur qualifiziertes Personal darf Funktionen der Funktionalen Sicherheit installieren, konfigurieren, in Betrieb nehmen, warten und außer Betrieb nehmen. Qualifiziertes Personal für die Arbeit mit Funktionaler Sicherheit sind Elektrofachkräfte oder von Elektrofachkräften ausgebildete Personen, die über entsprechende Erfahrungen verfügen, um Geräte, Systeme, Maschinen und Anlagen gemäß den allgemein gültigen Normen und Richtlinien zur Sicherheitstechnik zu betreiben.

Außerdem müssen sie:

- mit grundlegenden Vorschriften zu Gesundheit und Sicherheit/Unfallverhütung vertraut sein.
- die Sicherheitsrichtlinien in diesem Handbuch gelesen und verstanden haben.
- verfügen über gute Kenntnisse der Fachgrund- und Produktnormen für die jeweilige Anwendung.

Installateure und Systementwickler von (sicherheitsgerichteten) Antriebssystemen (PDS(SR)) sind verantwortlich für:

- Die Gefährdungs- und Risikoanalyse der Anwendung.
- Die Gesamtsicherheit der Anwendung.
- Ermittlung erforderlicher Sicherheitsfunktionen und Zuweisung von SIL oder PL zu allen Funktionen, anderen Teilsystemen und die Gültigkeit der Signale und Befehle aus diesen Teilsystemen.
- Entwicklung geeigneter sicherheitsbezogener Steuerungssysteme, wie z. B. Hardware, Software und Parametrierung.

### 2.2 Allgemeine Sicherheitserwägungen

Beachten Sie bei der Installation oder beim Betrieb des Frequenzumrichters die Sicherheitshinweise in den Anweisungen. Weitere Informationen zu Sicherheitsrichtlinien für die Installation finden Sie im produktspezifischen Sicherheitshandbuch, das im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthalten ist. Weitere Informationen zu Sicherheitsrichtlinien für den Betrieb des Frequenzumrichters finden Sie in der produktspezifischen Bedienungsanleitung.

#### H I N W E I S

Führen Sie nach Installation der STO-Funktion eine Inbetriebnahmeprüfung durch.

Nach der Erstinstallation und jeder darauf folgenden Änderung der Installation oder Anwendung der Funktionalen Sicherheit ist eine erfolgreiche Inbetriebnahmeprüfung erforderlich.

- Wenn die Inbetriebnahmeprüfung fehlschlägt, kann der sichere Betrieb nicht gewährleistet werden.

Siehe [5 Inbetriebnahme](#) für weitere Informationen zur Durchführung der Inbetriebnahmeprüfung.

#### ⚠ W A R N U N G ⚠

##### GEFAHR EINES STROMSCHLAGS

Die STO-Funktion bietet jedoch keine elektrische Sicherheit. Die Funktion „Safe Torque Off“ allein reicht nicht aus, um die in EN 60204-1:2018 definierte Notabschaltfunktion zu realisieren. Die Verwendung der STO-Funktion zur Umsetzung einer Notabschaltfunktion kann zum Tod oder zu Personenschäden/Verletzungen führen.

- Die Notabschaltung erfordert Maßnahmen zur elektrischen Isolierung, z. B. durch Abschaltung der Netzversorgung über ein zusätzliches Schütz.

## 3 Funktionale Sicherheit der iC7-Serie

### 3.1 Safe Torque Off (STO)

#### H I N W E I S

Wählen Sie die Komponenten aus und wenden Sie sie im sicherheitsbezogenen Steuerungssystem richtig an, um die erforderliche Betriebssicherheitsstufe zu erreichen.

Vor der Integration und Nutzung der Funktion „Safe Torque Off“ des Frequenzumrichters in einer Anlage müssen Sie eine umfassende Risikoanalyse der Anlage durchführen. Dies dient dazu, zu ermitteln, ob die Funktion „Safe Torque Off“ und die Sicherheitsstufen des Frequenzumrichters für die Anlage und Anwendung angemessen und ausreichend sind.

Die Funktion Safe Torque Off (STO) ist ein Bestandteil des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems. Der STO verhindert, dass das Gerät die für die Drehung des Motors erforderliche Leistung erzeugt.

Die iC7 Frequenzumrichter sind erhältlich mit:

- Safe Torque Off (STO) gemäß EN IEC 61800-5-2:2017.
- Stoppkategorie 0 gemäß EN IEC 60204-1:2018.

Die STO-Funktion ist für iC7-Automation Frequenzumrichter mit funktionalem Sicherheitsoptionscode +BEF1 verfügbar. Spezifische Hardware-Revisionen sind im Anhang des Zertifikats zur funktionalen Sicherheit aufgeführt.

### 3.2 STO-Aktivierung

Die STO-Funktion wird durch Wegnahme der Spannung an den STO-Eingängen des Frequenzumrichters aktiviert. Der Anschluss von externen Sicherheitsvorrichtungen an den Frequenzumrichter mit einer sicheren Verzögerung bieten auch die Möglichkeit, einen sicheren Stopp 1 zu realisieren. Externe Sicherungseinrichtungen müssen die erforderlichen Kat./PL oder SIL erfüllen, wenn sie an STO-Eingänge angeschlossen werden.

Bei den Standardeinstellungen wechselt der Frequenzumrichter bei Aktivierung der STO-Funktion in den Fehlerzustand mit Motorfreilauf, so dass der Motor austrudelt. Zum Wiederanlauf müssen Sie den Frequenzumrichter manuell neu starten.

Verwenden Sie die STO-Funktion, um den Frequenzumrichter in Situationen zu stoppen, in denen eine Sicherheitsfunktion erforderlich ist. Setzen Sie im Normalbetrieb, bei dem Sie kein „Safe Torque Off“ benötigen, stattdessen die normale Stoppfunktion des Frequenzumrichters ein.

### 3.3 Automatischer/Manueller Wiederanlauf

Die STO-Standardeinstellung verhindert einen unerwarteten Wiederanlauf (Wiederanlaufschutz).

#### H I N W E I S

Die Verhinderung eines unbeabsichtigten Wiederanlaufs nach STO-Abschaltung erfüllt nicht eine SIL 2- oder SIL 3-Anforderung. Wenn ein unbeabsichtigter Neustart für die Installation kritisch ist, muss dies durch den Einsatz von STO gesteuert werden, sowohl nach der STO-Aktivierung als auch bei normalen Anlaufzyklen, z. B. nach einem normalen Aus-/Einschaltzyklus.

#### ⚠ V O R S I C H T ⚠

Das Standard-Wiederanlaufverhalten ist auf **Manuell** eingestellt. Stellen Sie vor dem Umschalten auf **Automatik** sicher, dass die Anforderungen gemäß EN ISO 12100:2011 Abschnitt 6.3.3.2.5 erfüllt sind.

#### Beenden Sieden STO und nehmen Sie wieder den Normalbetrieb auf

1. Legen Sie wieder 24 V DC an die STO-Eingänge an.
2. Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über den Bus, Digitaleingang/-ausgang oder die Bedieneinheit).

Stellen Sie die STO-Funktion auf automatischen Wiederanlauf ein, indem Sie den Wert von Parameter **7.2.1 Torque OFF Response (Reaktion auf Safe Torque Off)** von Werkseinstellung **Fault (Fehler)** (manueller Reset) auf den Wert **Warning (Warnung)** (automatischer Reset) setzen.

Automatischer Wiederanlauf bedeutet, dass der Frequenzumrichter das „Safe Torque Off“ beendet und den Normalbetrieb wieder aufnimmt, sobald an den STO-Eingängen 24 V DC anliegt. Es ist kein Reset-Signal erforderlich.



### 3.4 Sicherheit der Systemkonfiguration

iC7 Frequenzumrichter sind mit einem Hardware-Sicherheitschip ausgestattet, und die Anwendungssoftware enthält sowohl obligatorische als auch konfigurierbare Sicherheitsfunktionen, die unbefugten Zugriff auf den Frequenzumrichter verhindern, eine sichere Verbindung zum Frequenzumrichter gewährleisten und den Frequenzumrichter vor unbefugten Softwaremodifikationen schützen.

Weitere Informationen zu den Sicherheitsfunktionen der Anwendungssoftware finden Sie in der Dokumentation der Anwendungssoftware.

Konfigurierbare Sicherheitsfunktionen können an die Anwendungsanforderungen angepasst werden. Je nach Software-Version des Frequenzumrichters können die Parameter mit einem Passwort geschützt werden.

### 3.5 Frequenzumrichter mit Funktionaler Sicherheit Gruppe 1 (nicht nachrüstbar)

Frequenzumrichter mit STO (+BEF1) bieten die Sicherheitsfunktion Safe Torque Off (STO) mit einem zweikanaligen, galvanisch getrennten Eingang und einem STO-Feedback für Diagnosezwecke.

Der Frequenzumrichter integriert die STO-Funktion über die E/A-Klemmen der Funktionalen Sicherheit gemäß Beschreibung in [Tabelle 3](#).

Der iC7 Frequenzumrichter mit STO-Funktion ist für folgende Anforderungen ausgelegt und zugelassen:

- Category 3 in EN ISO 13849-1.
- Performance Level "e" in EN ISO 13849-1.
- SIL 3 in IEC 61508 and EN 61800-5-2.

Die STO-Sicherheitsfunktion ist aktiv, wenn einer oder beide STO-Eingänge nicht mit einem +24-V-Signal verbunden sind. Der Frequenzumrichter kann nicht in den RUN-Zustand wechseln. Für weitere Informationen siehe [Tabelle 4](#).

Voraussetzungen für den Normalbetrieb (STO-Funktion ist nicht aktiv) sind:

- STO A- und STO B-Signale werden aktiviert.
- Keine internen Fehler aktiv.

Sofern nicht anders angegeben, sind alle Steuereingänge und -ausgänge galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 3: E/A-Klemmen für Funktionale Sicherheit in Frequenzumrichtern

Klemme X31			Klemme X32		
Nummern	Bezeichnung der Klemme	Funktionen	Nummern	Bezeichnung der Klemme	Funktionen
41	24 V	+ 24 V DC Ausgang	45	GND	0 V/GND
42	S.INA+	+ STO-Eingang Kanal A	46	S.INA-	- STO-Eingang Kanal A
43	S.INB+	+ STO-Eingang Kanal B	47	S.INB-	- STO-Eingang Kanal B
44	S.FB+	+ STO-Feedback	48	S.FB-	- STO-Feedback

Tabelle 4: Instanzen der STO-Funktion und STO-Feedback

STO-Eingänge	Betriebsbedingungen	STO-Funktion	STO-Feedback-Signal	Fehler/ Warnungstext
Beide Eingänge mit 24 V DC bestromt	Normalbetrieb	Deaktiviert	Deaktiviert	Keine Fehler oder Warnungen
Spannung von beiden Eingängen getrennt	STO-Anforderung	Aktiviert	Aktiviert	„STO activated“ <sup>(1)</sup>
Nur ein Eingang aktiviert	Fehler bei Anforderung oder durch internen Fehler	Aktiviert	Deaktiviert	„STO – Fault [Kanalname]“ <sup>(2)</sup>

<sup>1</sup> Reguläre STO-Anforderung: Kann je nach Einstellung des Wiederanlaufs entweder ein Fehler oder eine Warnung sein.

<sup>2</sup> Fehler bei Anforderung oder durch internen Fehler (immer ein „Fehler“, nicht konfigurierbar). Wird nach Ablauf des Diskrepanztimers (500 ms) angezeigt.

### 3.5.1 STO-Eigenschaften

Zur flexiblen Anpassung an das Sicherheitssystem besitzen die STO-Eingänge folgende Eigenschaften:

- Galvanische Trennung der Klemmen: Die E/A-Klemmenblöcke für funktionale Sicherheit auf der Steuerkarte (X31, X32) verfügen über separate, galvanisch getrennte Eingänge, um es beispielsweise zu ermöglichen, die Polaritäten der STO-Eingangsklemmen zu vertauschen, wie in [Abbildung 7](#) und [Abbildung 8](#) dargestellt.
- Testimpulsfilterung: Verschieden Steuermodule testen ihre sicheren Ausgänge über Testimpulsmuster (Ein/Aus-Tests), um Störungen durch Kurz- oder Querschlüsse zu identifizieren. Wenn die STO-Eingänge mit einem sicheren Ausgang eines Steuermoduls verbunden werden, dürfen Testimpulse den STO nicht aktivieren. Aus diesem Grund werden Testimpulse kürzer als 2 ms an den STO-Eingangsleitungen ignoriert.

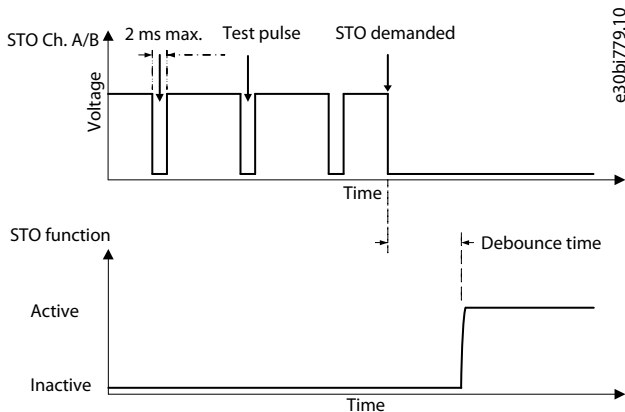


Abbildung 1: Testimpulsfilterung

- Asynchrone Eingangstoleranz: Die Eingangssignale an den STO-Klemmen sind nicht immer synchron. Wenn die Abweichung zwischen den beiden Signalen länger als 500 ms ist, zeigt der Frequenzrichter einen STO-Fehler an (siehe [Tabelle 4](#)). Diese Funktion verzögert die Aktivierung der STO-Funktion nicht.

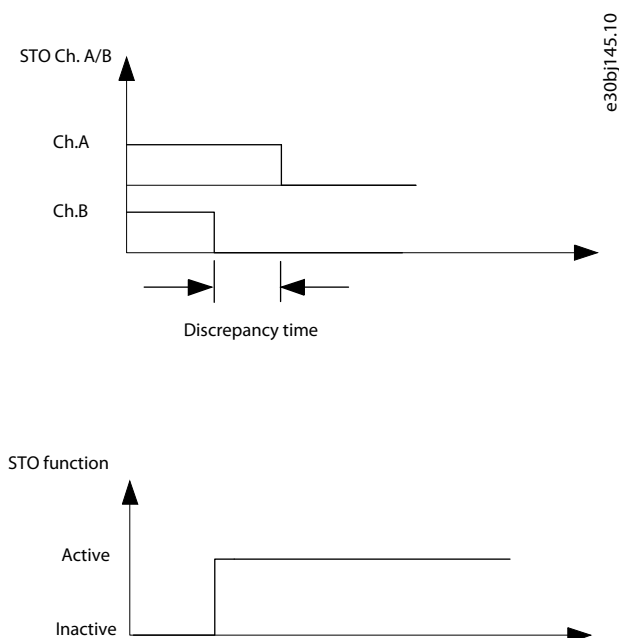


Abbildung 2: Diskrepanzzeit

### 3.5.2 STO-Fehler

Ein interner Hardwarefehler kann zu einem Zustand führen, in dem eine externe STO-Anforderung nicht zum Abschalten des Motors führt.

Die in [7.1 Normen für Funktionale Sicherheit und Performance](#) aufgeführten PFH/PFD- und MTTF-Werte geben die Wahrscheinlichkeit dieses Fehlers wieder. Alle anderen STO-bezogenen, internen Fehler führen direkt zu einer unaufgeforderten Aktivierung der

STO-Funktion oder betreffen nur einen der zwei redundanten STO-Kanäle. Fehler, die einen einzelnen Kanal betreffen, können bei der Durchführung des in [6 Betrieb und Wartung](#) angegebenen Diagnosetests erkannt werden.

### 3.5.3 STO-Feedback

Das STO-Feedback ist ein einkanaliges Istwertsignal, das für Diagnosezwecke und zur Anzeige eines aktiven STO verwendet werden kann. Sie kann dazu beitragen, die Sicherheit auf Systemebene zu verbessern, z. B. in Retrofit-Fällen, in denen eine Diagnoserückmeldung an das Sicherheitssystem erforderlich ist.

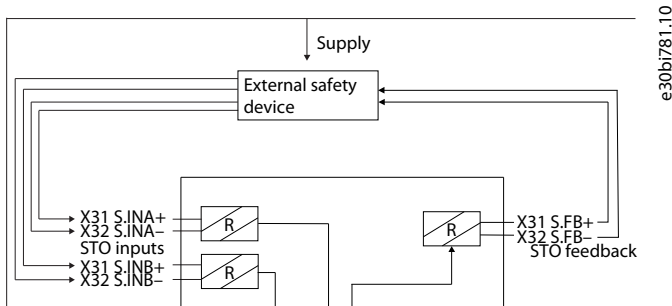


Abbildung 3: Beispiel für STO-Feedback (1/2)

Es kann auch als Digitalausgang ein Statussignal zur Verfügung stellen. In diesem Fall kann ein Digitaleingang einer SPS angeschlossen werden.

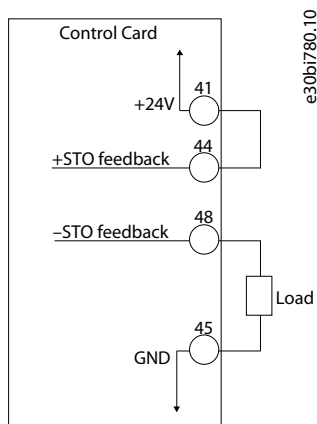


Abbildung 4: Beispiel für STO-Feedback (2/2)

Die STO-Feedback funktioniert ähnlich wie ein Schütz, das geschlossen wird, sobald beide STO-Eingangskanäle stromlos sind.

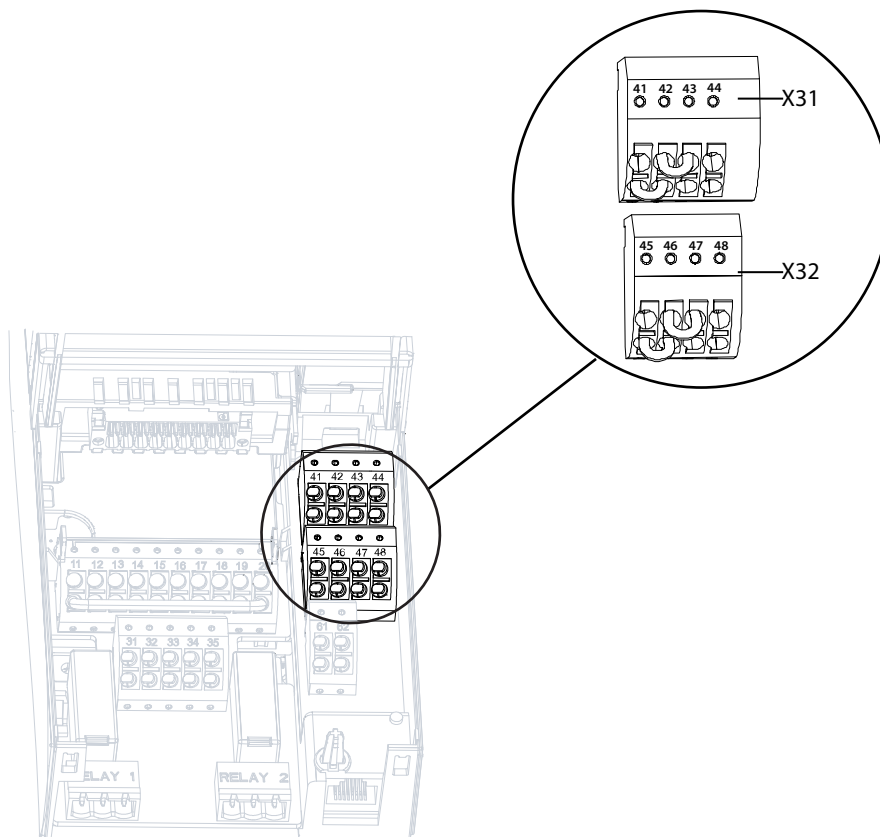
## 4 Installation

### 4.1 STO-Installation für Frequenzumrichter mit Gruppe 1 Funktionale Sicherheit (STO – nicht nachrüstbar)

Für den Motoranschluss, den AC-Netzanschluss und die Verdrahtung der Steuerung befolgen Sie die Anweisungen für eine sichere Installation in der mit dem Umrichter gelieferten Dokumentation. Die gesamte Verkabelung für die funktionale Sicherheit muss an den Klemmenblöcken X31 und X32 erfolgen. Siehe [Abbildung 5](#) für die Position der Klemmen.

#### H I N W E I S

Wenn bei der Installation mehradrige Drähte verwendet werden, müssen Aderendhülsen oder andere geeignete Mittel verwendet werden, um zu verhindern, dass einzelne Adern mit benachbarten Stiften kurzgeschlossen werden.



e30bi444.10

Abbildung 5: Anschlussklemmen für Funktionale Sicherheit

Tabelle 5: E/A-Klemmen für Funktionale Sicherheit in Frequenzumrichtern

Klemme X31			Klemme X32		
Nummern	Bezeichnung der Klemme	Funktionen	Nummern	Bezeichnung der Klemme	Funktionen
41	24 V	+ 24 V DC Ausgang	45	GND	0 V/GND
42	S.INA+	+ STO-Eingang Kanal A	46	S.INA-	- STO-Eingang Kanal A
43	S.INB+	+ STO-Eingang Kanal B	47	S.INB-	- STO-Eingang Kanal B
44	S.FB+	+ STO-Feedback	48	S.FB-	- STO-Feedback

Der Frequenzumrichter wird ohne Verdrahtung zu den E/A-Klemmen für die Funktionale Sicherheit ausgeliefert. Dadurch werden alle sicheren Eingänge stromlos und der STO ist aktiv.

1. Wenn die STO-Sicherheitsfunktion nicht benötigt wird, verdrahten Sie den Klemmenblock gemäß [Abbildung 6](#), oder verwenden Sie die STO-Steckbrückenklemmen aus dem Montagezubehör und montieren Sie sie an X31 und X32. Dadurch wird sichergestellt, dass beide STO-Eingänge mit 24 V DC versorgt werden, um den normalen Betrieb zu ermöglichen.

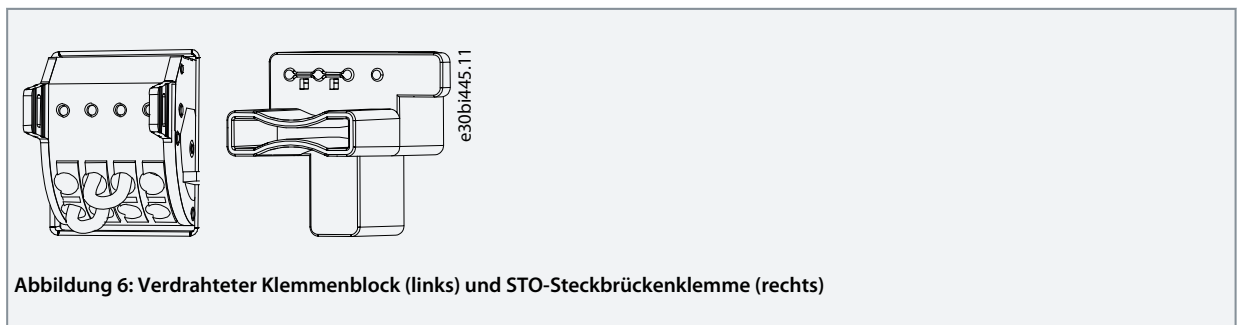


Abbildung 6: Verdrahteter Klemmenblock (links) und STO-Steckbrückenklemme (rechts)

## 4.2 Anschlussbeispiele

Durch die galvanische Trennung der STO-Eingänge sind verschiedene Anschlussvarianten und unterschiedliche Polaritäten in der Verdrahtung möglich.

Schließen Sie beispielsweise ein Sicherheitsstellglied an die STO-Eingangsklemmen an und stellen Sie die Spannungsreferenzen ein, wie in [Abbildung 7](#) [Abbildung 8](#) gezeigt. Es werden sowohl Einstellungen mit gleichem Spannungspegel auf beiden Kanälen (+24 V) als auch Einstellungen mit unterschiedlichen Spannungspegeln (+24 V und GND) unterstützt.

### H I N W E I S

Um eine Stapelung und ein Abdriften der Spannungen auf ein gefährliches Niveau zu vermeiden, müssen GND PELV des Umrichters und die externe Sicherheitseinrichtung miteinander verbunden werden.

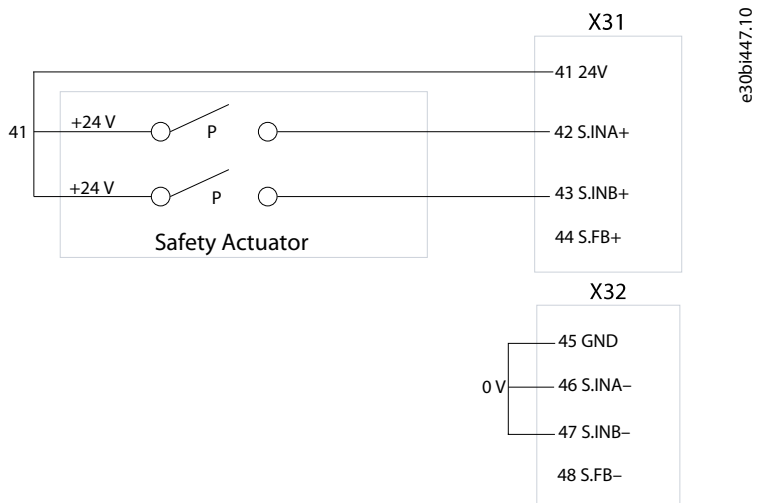


Abbildung 7: STO-Anschlussbeispiel bei Verwendung der gleichen Polaritäten (Kanal A und Kanal B = 24 V)

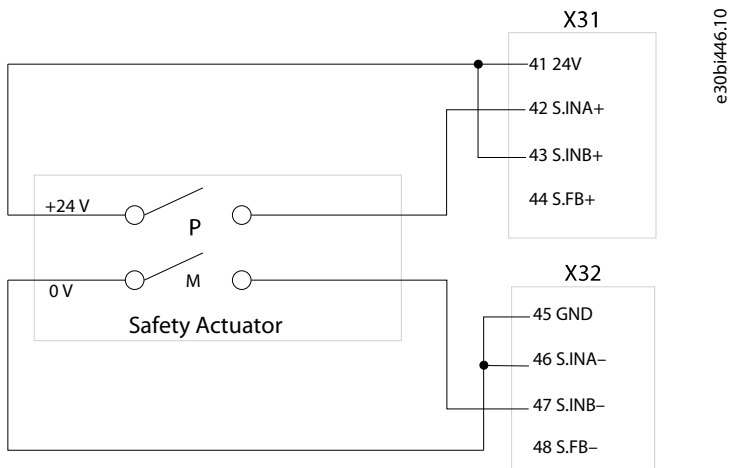


Abbildung 8: STO-Anschlussbeispiel bei Verwendung unterschiedlicher Polaritäten

Weitere Verdrahtungsbeispiele finden Sie in der Dokumentation der Anwendungssoftware.

## 5 Inbetriebnahme

### 5.1 Sicherheitshinweise zur Inbetriebnahme

Weitere Sicherheitshinweise finden Sie in [2 Sicherheit](#) und in den entsprechenden Bedienungsanleitungen des Frequenzumrichters. Beachten Sie außerdem stets die Anleitungen des Motorherstellers.

#### ! W A R N U N G !

##### RESTDREHUNG

Sie können die STO-Funktion für asynchrone, synchrone und Permanentmagnetmotoren verwenden. Im Leistungshalbleiter des Frequenzumrichters können zwei Fehler auftreten. Bei Verwendung synchroner oder Permanentmagnetmotoren kann dies zu einer Restdrehung führen. Die Drehung ergibt sich mit Winkel =  $360 / (\text{Polzahl})$ . Bei Anwendungen, die synchrone oder Permanentmagnetmotoren einsetzen, müssen Sie die Restdrehung berücksichtigen und sicherstellen, dass dadurch kein sicherheitskritisches Problem entsteht. Dies trifft nicht auf Asynchronmotoren zu.

### 5.2 Inbetriebnahmeprüfung

Nach der Installation und vor dem ersten Betrieb ist eine Inbetriebnahmeprüfung mit STO erforderlich. Die Inbetriebnahmeprüfung ist auch nach jeder Änderung der Installation oder Anwendung erforderlich, die den STO einschließt.

#### H I N W E I S

Führen Sie nach Installation der STO-Funktion eine Inbetriebnahmeprüfung durch.

Nach der Erstinstallation und jeder darauf folgenden Änderung der Installation oder Anwendung der Funktionalen Sicherheit ist eine erfolgreiche Inbetriebnahmeprüfung erforderlich.

- Wenn die Inbetriebnahmeprüfung fehlschlägt, kann der sichere Betrieb nicht gewährleistet werden.

So führen Sie eine Inbetriebnahmeprüfung durch:

- Prüfen Sie [5.2.1 Inbetriebnahmetest für STO-Anwendungen im manuellen Wiederanlaufmodus](#), ob der STO auf manuellen Wiederanlauf eingestellt ist (Parameter **7.2.1 Safe Torque Off Response** ist auf die Werkseinstellung **Fehler, Reset erforderlich** (manueller Reset) eingestellt).
- Prüfen Sie [5.2.2 Inbetriebnahmeprüfung der STO-Anwendungen mit automatischem Wiederanlauf](#), ob der STO auf automatischen Wiederanlauf eingestellt ist (Parameter **7.2.1 Safe Torque Off Response** ist auf **Warnung** eingestellt, kein **Reset erforderlich** (automatische Fehlerquittierung)).

#### 5.2.1 Inbetriebnahmetest für STO-Anwendungen im manuellen Wiederanlaufmodus

Tabelle 6: Inbetriebnahmetest im manuellen Wiederanlaufmodus

Prüfablauf		Freigegeben
1	Den Frequenzumrichter einschalten.	<input type="checkbox"/>
2	Stellen Sie sicher, dass keine Sicherheitsfehler vorliegen.	<input type="checkbox"/>
3	Starten Sie den Motor.	<input type="checkbox"/>
4	Trennen Sie die 24-V-DC-Spannungsversorgung an den STO-Eingangsklemmen über die Sicherheitsvorrichtung, während der Frequenzumrichter den Motor antreibt (d. h., die Netzversorgung wird nicht unterbrochen).	<input type="checkbox"/>
5	Stellen Sie sicher, dass der Motor in den Freilauf geht. Es dauert ggf. lange, bis der Motor stoppt.	<input type="checkbox"/>
6	Wenn eine Bedieneinheit installiert ist, prüfen Sie, ob auf dem Bedienfeld <b>STO aktiviert</b> angezeigt wird.	<input type="checkbox"/>
	Wenn die Bedieneinheit nicht installiert ist, prüfen Sie, ob im Ereignisprotokoll <b>STO aktiviert</b> aufgeführt ist.	

Prüfablauf		Freigegeben
7	Überprüfen Sie bei Verwendung des STO-Feedback, ob der STO aktiviert ist, indem Sie den Status des STO-Feedbacks überprüfen. Siehe <a href="#">Abbildung 4</a> .	<input type="checkbox"/>
8	Legen Sie 24 V DC wieder an die STO-Eingänge an.	<input type="checkbox"/>
9	Stellen Sie sicher, dass der Motor im Freilauf und das angeschlossene Relais aktiviert bleiben.	<input type="checkbox"/>
10	Senden Sie ein Reset-Signal über Feldbus, Digital-E/A oder die Bedieneinheit.	<input type="checkbox"/>
11	Stellen Sie sicher, dass der Motor betriebsbereit ist und innerhalb des ursprünglichen Drehzahlbereichs läuft.	<input type="checkbox"/>

### 5.2.2 Inbetriebnahmeprüfung der STO-Anwendungen mit automatischem Wiederanlauf

Tabelle 7: Inbetriebnahmeprüfung bei automatischem Wiederanlauf

Prüfablauf		Freigegeben
1	Den Frequenzumrichter einschalten.	<input type="checkbox"/>
2	Stellen Sie sicher, dass keine Sicherheitsfehler vorliegen.	<input type="checkbox"/>
3	Starten Sie den Motor.	<input type="checkbox"/>
4	Trennen Sie die 24-V-DC-Spannungsversorgung an den STO-Eingangsklemmen über die Sicherheitsvorrichtung, während der Frequenzumrichter den Motor antreibt (d. h., die Netzversorgung wird nicht unterbrochen).	<input type="checkbox"/>
5	Stellen Sie sicher, dass der Motor in den Freilauf geht. Es dauert ggf. lange, bis der Motor stoppt.	<input type="checkbox"/>
6	Wenn eine Bedieneinheit installiert ist, prüfen Sie, ob auf dem Bedienfeld <b>STO aktiviert</b> angezeigt wird.	<input type="checkbox"/>
	Wenn die Bedieneinheit nicht installiert ist, prüfen Sie, ob im Ereignisprotokoll <b>STO aktiviert</b> aufgeführt ist.	
7	Überprüfen Sie bei Verwendung des STO-Feedback, ob der STO aktiviert ist, indem Sie den Status des STO-Feedbacks überprüfen. Siehe <a href="#">Abbildung 4</a> .	<input type="checkbox"/>
8	Legen Sie 24 V DC wieder an die STO-Eingänge an.	<input type="checkbox"/>
9	Stellen Sie sicher, dass der Motor betriebsbereit ist und innerhalb des ursprünglichen Drehzahlbereichs läuft.	<input type="checkbox"/>



## 6 Betrieb und Wartung

### 6.1 Funktionsprüfung

- Es ist **erforderlich**, für PL e oder SIL3 alle 3 Monate einen Funktionstest durchführen, um einen Ausfall oder eine Fehlfunktion der STO-Funktion zu erkennen.
- Es ist **erforderlich**, für PL d oder SIL2 alle 12 Monate einen Funktionstest durchführen, um einen Ausfall oder eine Fehlfunktion der STO-Funktion zu erkennen.
- Es ist **erforderlich**, für PL c oder SIL1 alle 12 Monate einen Funktionstest durchführen, um einen Ausfall oder eine Fehlfunktion der STO-Funktion zu erkennen.

### H I N W E I S

Wenn die Funktionsprüfung fehlschlägt, kann ein sicherer Betrieb nicht gewährleistet werden.

1. Führen Sie die Funktionsprüfung durch, indem Sie die in [6.1.1 Funktionsprüfung mit dem STO-Feedback](#) oder [6.1.2 Funktionsprüfung ohne Verwendung des STO-Feedback-Signals](#) beschriebenen Schritte durchführen.

#### 6.1.1 Funktionsprüfung mit dem STO-Feedback

Das Feedback-Signal (d. h. Sollwert) ist immer dann aktiv, wenn die STO-Funktion intern von beiden redundanten STO-Kanälen (A +B) aktiviert wird. Es ist ein einfacher Indikator dafür, dass beide Kanäle funktionieren.

**Tabelle 8: Funktionsprüfung mit dem STO-Feedback**

Prüfablauf		Freigegeben
1	Den Frequenzumrichter einschalten.	<input type="checkbox"/>
2	Stellen Sie sicher, dass keine Sicherheitsfehler vorliegen.	<input type="checkbox"/>
3	Starten Sie den Motor.	<input type="checkbox"/>
4	Stellen Sie sicher, dass der STO-Feedback keinen aktiven STO signalisiert.	<input type="checkbox"/>
5	Aktivieren Sie die STO-Funktion, indem Sie die 24-V-DC-Spannungsversorgung zu den <b>STO-Eingangskanälen A und B</b> trennen, während der Frequenzumrichter den Motor antreibt (d. h. die Netzversorgung wird nicht unterbrochen).	<input type="checkbox"/>
6	Stellen Sie sicher, dass der Motor in den Freilauf geht. Es dauert ggf. lange, bis der Motor stoppt.	<input type="checkbox"/>
7	Überprüfen Sie, ob der STO-Feedback einen aktiven STO signalisiert. Der Ausgang gibt nur dann einen vollständigen STO aus, wenn beide Kanäle aufgerufen werden.	<input type="checkbox"/>
8	Geben Sie einen Startbefehl, um zu überprüfen, ob die STO-Funktion den Betrieb des Frequenzumrichters blockiert. Der Motor darf nicht starten.	<input type="checkbox"/>
9	Legen Sie 24 V DC wieder an die STO-Eingänge an.	<input type="checkbox"/>
10	<b>Wahlweiser Schritt, nur bei Einstellung des manuellen Reset-Modus:</b> Senden Sie ein Reset-Signal über Feldbus, Digitaleingang/-ausgang oder die Bedieneinheit.	<input type="checkbox"/>
11	Stellen Sie sicher, dass der Motor betriebsbereit ist und innerhalb des ursprünglichen Drehzahlbereichs läuft.	<input type="checkbox"/>

#### 6.1.2 Funktionsprüfung ohne Verwendung des STO-Feedback-Signals

Alternativ kann die STO-Funktion auch ohne das Feedback-Signall überprüft werden. In diesem Fall müssen beide Kanäle separat geprüft werden.

Tabelle 9: Funktionsprüfung ohne Verwendung des STO-Feedback-Signals

Prüfablauf		Freigegeben
1	Den Frequenzumrichter einschalten.	<input type="checkbox"/>
2	Stellen Sie sicher, dass keine Sicherheitsfehler vorliegen.	<input type="checkbox"/>
3	Starten Sie den Motor.	<input type="checkbox"/>
4	Trennen Sie die 24 V DC-Spannungsversorgung an den Klemmen des STO-Eingangskanals, während der Frequenzumrichter den Motor antreibt (d. h. Netzversorgung ist nicht unterbrochen).	<input type="checkbox"/>
5	Stellen Sie sicher, dass der Motor in den Freilauf geht. Es dauert ggf. lange, bis der Motor stoppt.	<input type="checkbox"/>
6	Wenn eine Bedieneinheit installiert ist, prüfen Sie, ob auf dem Bedienfeld <b>STO – Fehler Kanal A</b> angezeigt wird.	<input type="checkbox"/>
7	Wenn die Bedieneinheit nicht installiert ist, prüfen Sie, ob im Ereignisprotokoll <b>STO – Fehler Kanal A</b> aufgeführt ist.	<input type="checkbox"/>
8	Geben Sie einen Startbefehl, um zu überprüfen, ob die STO-Funktion den Betrieb des Frequenzumrichters blockiert. Der Motor darf nicht starten.	<input type="checkbox"/>
9	Legen Sie 24 V DC wieder an die STO-Eingänge an.	<input type="checkbox"/>
10	Senden Sie ein Reset-Signal über Feldbus, Digitaleingang/-ausgang oder die Bedieneinheit.	<input type="checkbox"/>
11	Stellen Sie sicher, dass der Motor betriebsbereit ist und innerhalb des ursprünglichen Drehzahlbereichs läuft.	<input type="checkbox"/>
12	Trennen Sie die 24 V DC-Spannungsversorgung an den Klemmen des <b>STO-Eingangskanals</b> , während der Frequenzumrichter den Motor antreibt (d. h. Netzversorgung ist nicht unterbrochen).	<input type="checkbox"/>
13	Stellen Sie sicher, dass der Motor in den Freilauf geht. Es dauert ggf. lange, bis der Motor stoppt.	<input type="checkbox"/>
14	Wenn eine Bedieneinheit installiert ist, prüfen Sie, ob auf dem Bedienfeld <b>STO – Fehler Kanal B</b> angezeigt wird.	<input type="checkbox"/>
15	Wenn die Bedieneinheit nicht installiert ist, prüfen Sie, ob im Ereignisprotokoll <b>STO – Fehler Kanal B</b> aufgeführt ist.	<input type="checkbox"/>
16	Geben Sie einen Startbefehl, um zu überprüfen, ob die STO-Funktion den Betrieb des Frequenzumrichters blockiert. Der Motor darf nicht starten.	<input type="checkbox"/>
17	Legen Sie 24 V DC wieder an die STO-Eingänge an.	<input type="checkbox"/>
18	Senden Sie ein Reset-Signal über Feldbus, Digitaleingang/-ausgang oder die Bedieneinheit.	<input type="checkbox"/>
19	Stellen Sie sicher, dass der Motor betriebsbereit ist und innerhalb des ursprünglichen Drehzahlbereichs läuft.	<input type="checkbox"/>

## 6.2 Diagnose Test

Wenn das STO-Feedback-Signal verwendet wird, führen Sie alle 24 Monate einen zusätzlichen Test für SIL3 durch, um eventuelle Ausfälle des STO-Feedbacks zu erkennen.

Tabelle 10: Diagnosetest für STO-Feedback-Signal

Prüfablauf		Freigegeben
1	Den Frequenzumrichter einschalten.	<input type="checkbox"/>
2	Stellen Sie sicher, dass keine Sicherheitsfehler vorliegen.	<input type="checkbox"/>
3	Starten Sie den Motor.	<input type="checkbox"/>

Prüfablauf		Freigegeben
4	Stellen Sie sicher, dass der STO-Feedback keinen aktiven STO signalisiert.	<input type="checkbox"/>
5	Trennen Sie die 24 V DC-Spannungsversorgung an den Klemmen des STO-Eingangskanals, während der Frequenzumrichter den Motor antreibt (d. h. Netzversorgung ist nicht unterbrochen).	<input type="checkbox"/>
6	Stellen Sie sicher, dass der Motor in den Freilauf geht. Es dauert ggf. lange, bis der Motor stoppt.	<input type="checkbox"/>
7	Wenn eine Bedieneinheit installiert ist, prüfen Sie, ob auf dem Bedienfeld <b>STO – Fehler Kanal A</b> angezeigt wird.	<input type="checkbox"/>
8	Wenn die Bedieneinheit nicht installiert ist, prüfen Sie, ob im Ereignisprotokoll <b>STO – Fehler Kanal A</b> aufgeführt ist.	<input type="checkbox"/>
9	Stellen Sie sicher, dass der STO-Feedback keinen aktiven STO signalisiert. (Der Ausgang gibt nur dann einen vollständigen STO aus, wenn beide Kanäle aufgerufen werden.)	<input type="checkbox"/>
10	Geben Sie einen Startbefehl, um zu überprüfen, ob die STO-Funktion den Betrieb des Frequenzumrichters blockiert. Der Motor darf nicht starten.	<input type="checkbox"/>
11	Legen Sie 24 V DC wieder an die STO-Eingänge an.	<input type="checkbox"/>
12	Senden Sie ein Reset-Signal über Feldbus, Digitaleingang/-ausgang oder die Bedieneinheit.	<input type="checkbox"/>
13	Stellen Sie sicher, dass der Motor betriebsbereit ist und innerhalb des ursprünglichen Drehzahlbereichs läuft.	<input type="checkbox"/>
14	Trennen Sie die 24 V DC-Spannungsversorgung an den Klemmen des <b>STO-Eingangskanals</b> , während der Frequenzumrichter den Motor antreibt (d. h. Netzversorgung ist nicht unterbrochen).	<input type="checkbox"/>
15	Stellen Sie sicher, dass der Motor in den Freilauf geht. Es dauert ggf. lange, bis der Motor stoppt.	<input type="checkbox"/>
16	Wenn eine Bedieneinheit installiert ist, prüfen Sie, ob auf dem Bedienfeld <b>STO – Fehler Kanal B</b> angezeigt wird.	<input type="checkbox"/>
17	Wenn die Bedieneinheit nicht installiert ist, prüfen Sie, ob im Ereignisprotokoll <b>STO – Fehler Kanal B</b> aufgeführt ist.	<input type="checkbox"/>
18	Stellen Sie sicher, dass der STO-Feedback keinen aktiven STO signalisiert. (Der Ausgang gibt nur dann einen vollständigen STO aus, wenn beide Kanäle aufgerufen werden.)	<input type="checkbox"/>
19	Geben Sie einen Startbefehl, um zu überprüfen, ob die STO-Funktion den Betrieb des Frequenzumrichters blockiert. Der Motor darf nicht starten	<input type="checkbox"/>
20	Legen Sie 24 V DC wieder an die STO-Eingänge an.	<input type="checkbox"/>
21	Senden Sie ein Reset-Signal über Feldbus, Digitaleingang/-ausgang oder die Bedieneinheit.	<input type="checkbox"/>
22	Stellen Sie sicher, dass der Motor betriebsbereit ist und innerhalb des ursprünglichen Drehzahlbereichs läuft.	<input type="checkbox"/>

## 7 Spezifikationen

### 7.1 Normen für Funktionale Sicherheit und Performance

Alle Sicherheitsfunktionen in den iC7 Frequenzumrichtern erfüllen die Anforderungen der in diesem Abschnitt aufgeführten Normen.

Tabelle 11: Normen für Funktionale Sicherheit und Performance

Richtlinien oder Normen		Version
Europäische Richtlinien	Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)	EN ISO 13849-1:2015, EN ISO 13849-2:2012
		EN IEC 61800-5-2:2007
	EMV-Richtlinie (2014/30/EU)	EN IEC 61800-3:2018 – Zweite Umgebung
		EN IEC 61326-3-1:2017
Niederspannungsrichtlinie (2014/35/EU)	EN IEC 61800-5-1:2017	
Sicherheitsnormen	Maschinensicherheit	EN ISO 13849-1:2015, IEC 60204-1:2018
	Funktionale Sicherheit	IEC 61508-1:2010, IEC 61508-2:2010, EN IEC 61800-5-2:2017
Sicherheitsfunktion		EN IEC 61800-5-2:2017 Safe Torque Off (STO)
		IEC 60204-1:2018 Stoppkategorie 0
Safety Performance	<b>EN ISO 13849-1:2015</b>	
	Kategorie	Kat. 3
	Diagnosedeckungsgrad (Funktionstest)	>90 % (Mittel)
	Performance Level	Bis PL e
	Maximales Diagnosetestintervall für den entsprechenden Performance-Level	PL e: 3 Monate
		PL d: 12 Monate
	Mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall	Hoch (100 Jahre pro Kanal)
	<b>IEC 61508:2010</b>	
	Safety Integrity Level	Bis SIL 3
	Maximales Diagnosetestintervall für den entsprechenden Sicherheits-Integritätslevel	SIL 3: 3 Monate
		SIL 2: 12 Monate
	Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde	PFH: <8 FIT
	Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls bei Anforderung	PFD: <5·10 <sup>-4</sup>
	HFT	Hardware-Fehlertoleranz = 1
	Teilsystemklassifizierung	Typ A
	Intervall der Wiederholungsprüfungen T1	20 Jahre
Missionszeit TM	20 Jahre	

Richtlinien oder Normen		Version
Reaktionszeit	Antwortzeiten zwischen Ein- und Ausgang	<30 ms Reaktionszeit <sup>(1)</sup>
	Fehlerreaktionszeit	<30 ms
Betriebsart	High Demand, Low Demand und kontinuierlich	

<sup>1</sup> zwischen Eingang und Ausgang bei abgeschirmten Leitungen. Andernfalls kann sich dieser Wert unter ungünstigsten EMV-Bedingungen um maximal 20 ms erhöhen.

## 7.2 Technische Daten

Sofern nicht anders angegeben, sind die Steuereingänge und -ausgänge PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) galvanisch von der Versorgungsspannung und anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 12: 24 V Digitaleingang für STO-Eingang (Funktionale Sicherheitsgruppe 1, +BEF1)

Funktion	Daten
Eingangstyp	Einseitig/potenzialfrei
Logik	PNP
Spannungsniveau	0–24 V DC
Spannungsniveau, logisch 0 PNP	<5 V
Spannungsniveau, logisch 1 PNP	>11 V
Maximale Spannung am Eingang bei funktional	30 V
Maximale Spannung am Eingang bei sicherem Zustand	60 V
Eingangsstrom	8 mA > I <sub>c</sub> > 5 mA @ 24 V
Äquivalenter Eingangswiderstand	3 kΩ < R <sub>i</sub> < 4,7 kΩ @ 24 V
Isolierung	Funktional
Schutz vor Reversierung der Polarität	Ja
Max. Eingangsstrom Aus-Zustand	0,1 mA

Tabelle 13: 24-V-Digitalausgänge für STO-Feedback

Funktion	Daten
Ausgabetyyp	Senke/Quelle
Nennspannung	24 V DC Open Collector/60 V max.
Nennstrom	50 mA
Isolierung	Ja
Überlastschutz	Ja
Schutz vor Reversierung der Polarität	Ja
Spannung EIN-Zustand	>17,4 V
Ableitstrom Aus-Zustand	0,1 mA

Tabelle 14: Hilfsspannungen

Funktion	Daten	
24-V-Ausgang, Funktionale Sicherheit (X31, X32)	Ausgangsspannung	24 V ±15 %
	Max. Last	100 mA

## 7.3 Betriebsbedingungen

Tabelle 15: Betriebsbedingungen für die Funktionale Sicherheit

Funktion	Daten
Betriebstemperatur	Gemäß Spezifikation des Frequenzumrichters.
Lagertemperatur	-40 °C ...+80 °C (-40 °F ...+176 °F)
Luftfeuchtigkeit	Gemäß Spezifikation des Frequenzumrichters (nicht kondensierend).
Betriebshöhe	Gemäß Spezifikation des Frequenzumrichters.
Umgebungsbedingungen	Das Produkt muss in einer Umgebung gemäß EN IEC 61800-5-1:2017 PD2 – nicht kondensierend – installiert werden. Für PD2-Kondensierungsumgebungen muss das Produkt in einem Schaltschrank mit Schutzart IP54/ NEMA 12 gemäß EN IEC 60529 AMD 2:2013 oder ähnlich installiert werden.

Überprüfen Sie die Betriebsbedingungen für jeden Frequenzumrichter im produktspezifischen Projektierungshandbuch oder in der Bedienungsanleitung. Die neuesten Versionen der Danfoss-Produktdokumentation können unter <http://drives.danfoss.com/downloads/portal/> heruntergeladen werden.

## 7.4 Kabelspezifikationen

Tabelle 16: Kabelgrößen für Steckverbinder X31, X32

Kabeltyp	Querschnitt [mm <sup>2</sup> (AWG)]	Abisolierlänge [mm (in)]
Massiv	0,5–1,5 (24–16)	10 (0,4)
Flexibel	0,5–1,5 (24–16)	10 (0,4)
Flexibel mit Aderendhülse ohne Kunststoffhülse	0,5–1,5 (24–16)	10 (0,4)
Flexibel mit Aderendhülse mit Kunststoffhülse	0,5 (24)	10 (0,4)

**Index**

<b>+</b>		<b>Q</b>	
+BEF1.....	9	Qualifiziertes Personal.....	7
<b>A</b>		<b>S</b>	
Abkürzungen.....	5	Safe Torque Off.....	8
<b>E</b>		Sicherheitserwägungen.....	7
Ergänzende Dokumentation.....	5	Sicherheitsmaßnahmen.....	7
<b>F</b>		STO.....	8
Funktionale Sicherheits-E/As.....	21, 21	<b>U</b>	
Funktionale Sicherheitseingänge.....	21, 21	Unterstützendes Material.....	5
<b>N</b>		<b>V</b>	
Normen		Versionshistorie.....	5
Funktionale Sicherheit.....	20	<b>Z</b>	
Normen und Richtlinien		Zielsetzung des Handbuchs.....	5
ISO 13849-1.....	5	<b>Ä</b>	
IEC 61508.....	5	Änderungsprotokoll.....	5
IEC 61800-5-2.....	5		
EN 60204-1.....	7		
<b>P</b>			
Produktdaten.....	5		

**Danfoss A/S**  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
[drives.danfoss.com](http://drives.danfoss.com)

Alle Informationen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Informationen zur Auswahl von Produkten, ihrer Anwendung bzw. ihrem Einsatz, zur Produktgestaltung, zum Gewicht, den Abmessungen, der Kapazität oder zu allen anderen technischen Daten von Produkten in Produkthandbüchern, Katalogbeschreibungen, Werbungen usw., die schriftlich, mündlich, elektronisch, online oder via Download erteilt werden, sind als rein informativ zu betrachten, und sind nur dann und in dem Ausmaß verbindlich, als auf diese in einem Kostenvoranschlag oder in einer Auftragsbestätigung explizit Bezug genommen wird. Danfoss übernimmt keine Verantwortung für mögliche Fehler in Katalogen, Broschüren, Videos und anderen Drucksachen. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung Änderungen an seinen Produkten vorzunehmen. Dies gilt auch für bereits in Auftrag genommene, aber nicht gelieferte Produkte, sofern solche Anpassungen ohne substantielle Änderungen der Form, Tauglichkeit oder Funktion des Produkts möglich sind. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum von Danfoss A/S oder Danfoss-Gruppenunternehmen. Danfoss und das Danfoss Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.

