

Betriebsanleitungs-Ergänzung

Rev. 1.3

**Integrierte Antriebe HFI
ausgestattet mit STO-Modul**

SAFE TORQUE OFF

Änderungsübersicht

Dokument	Datum (tt.mm.jjjj)	Rev	Änderungsbeschreibung
BA_STO_Entwurf_de_xxxxxx_de	xx.xx.xxxx	1.0	Erstellung Entwurf
BA_STO_Rev1.1_200518_de	18.05.2020	1.1	Installationsbeispiele 1-/2-kanalig OSSD, versch. Hinweise ergänzt, div. Korrekturen, AC Anteil Versorgung
BA_STO_Rev1.2_200527_de	27.05.2020	1.2	Überarbeitung nach Review
BA_STO_Rev1.3_210507_de	07.05.2021	1.3	Pinbelegung in Installationsschemata korrigiert, Dokument vollständig revidiert. Erste auch in Englisch verfügbare Ausgabe.

Urheberrechte

Die Informationen und Angaben in diesem Dokument sind nach bestem Wissen zusammengestellt worden. Trotzdem können abweichende Angaben zwischen dem Dokument und dem Produkt nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. ENGEL übernimmt keinerlei Haftung für daraus resultierende Fehler oder Folgeschäden. Auch für Schäden, die aus der Nutzung des Gerätes, der Anwendung von Applikationen oder defekten Schaltkreisen im Gerät resultieren, wird keine Haftung übernommen. ENGEL behält sich das Recht vor, das Dokument oder das Produkt ohne vorherige Ankündigung zu ändern, zu ergänzen oder zu verbessern. Dieses Dokument darf weder ganz noch teilweise ohne ausdrückliche Genehmigung des Urhebers in irgendeiner Form reproduziert oder in eine andere natürliche oder maschinenlesbare Sprache oder auf Datenträger übertragen werden, sei es elektronisch, mechanisch, optisch oder auf andere Weise.

Inhaltsverzeichnis

ÄNDERUNGSÜBERSICHT	2
INHALTSVERZEICHNIS	3
1 EINLEITUNG	4
2 VERWENDETE SYMBOLE	4
3 LISTE VERFÜGBARER INTEGRIERTER ANTRIEBE MIT STO-FUNKTION	4
4 VERWENDETE ABKÜRZUNGEN	5
5 SICHERHEITSHINWEISE	5
5.1 Allgemeine Sicherheitshinweise	5
5.2 Bestimmungsgemäße Verwendung	5
5.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	6
5.4 Erreichbares Sicherheitsniveau	6
5.5 Voraussetzungen für den sicheren Betrieb	6
5.6 Qualifiziertes Personal	7
6 FUNKTIONSBESCHREIBUNG	8
6.1 Eingänge der STO-Kanäle	8
6.2 STO-Statusmeldung	10
6.2.1 Funktionsweise der Statusmeldung und des Statusausgangs	10
6.2.2 Diagnoseprüfung	11
6.2.3 Abschaltzeit der Sicherheitsfunktion	12
6.2.4 Firmware	13
6.3 Fehlermeldungen	14
7 TECHNISCHE DATEN	15
7.1 Systemdaten	15
7.2 Sicherheitskenngrößen	16
7.3 Zertifizierung	16
7.4 Instandhaltung	16
8 ANSCHLUSSBELEGUNG / INSTALLATION / INBETRIEBNAHME	17
8.1 X3 – STO-Signalstecker	17
8.2 STO-Anschlussleitung	17
8.3 Installationsschema	18
8.3.1 Beispiele für zweikanaligen STO-Anschluss	18
8.3.2 Beispiele für einkanaligen STO-Anschluss	19
8.4 Inbetriebnahmehinweis	20

BA_STO_Rev1.3_210507_de
Technische Änderungen vorbehalten

1 Einleitung

Dieses Handbuch dient ausschließlich der Beschreibung und bestimmungsgemäßen Anwendung der Sicherheitsfunktion **Safe Torque Off** (STO) gemäß EN 61800-5-2, die über ein optionales „STO-Modul“ in den integrierten Antrieben der Baureihe HFI verfügbar ist.

Die separat verfügbare Betriebsanleitung der integrierten Antriebe der Baureihe HFI beschreibt darüber hinaus deren vollständige Eigenschaften und Funktionalitäten.

2 Verwendete Symbole

Symbol	Signalwort	Bedeutung
	Achtung!	Dieses Zeichen steht neben Sicherheits- und Warnhinweisen. Nichtbeachtung kann Personen- und/oder Sachschäden zur Folge haben.
	Hinweis!	Dieses Zeichen hebt zu beachtende Hinweise hervor.

3 Liste verfügbarer integrierter Antriebe mit STO-Funktion

Die Sicherheitsfunktion Safe Torque Off (STO) ist für die integrierten Antriebe der Baureihe HFI der ENGEL Elektroantriebe GmbH zertifiziert und verfügbar. Die STO-Modelle sind dazu mit einem zusätzlichen Hardwaremodul ausgestattet und tragen das „S“ in ihrer Typenbezeichnung.

Folgende Grundgeräte, optional erweiterbar mit Feldbusschnittstellen, Getrieben und Haltebremsen, sind mit der Sicherheitsfunktion STO verfügbar:

Grundgerät	Artikelnummer ^{*1)}	Beschreibung
HFI2230-S200	8822312xxx	Grundgerät HFI2230, Ausführung 24 V
HFI2230-S400	8822314xxx	Grundgerät HFI2230, Ausführung 48 V
HFI2260-S200	8822612xxx	Grundgerät HFI2260, Ausführung 24 V
HFI2260-S400	8822614xxx	Grundgerät HFI2260, Ausführung 48 V
HFI2630-S200	8826312xxx	Grundgerät HFI2630, Ausführung 24 V
HFI2630-S400	8826314xxx	Grundgerät HFI2630, Ausführung 48 V
HFI2660-S200	8826612xxx	Grundgerät HFI2660, Ausführung 24 V
HFI2660-S400	8826614xxx	Grundgerät HFI2660, Ausführung 48 V
HFI3260-S200	8832612xxx	Grundgerät HFI3260, Ausführung 24 V
HFI3260-S400	8832614xxx	Grundgerät HFI3260, Ausführung 48 V
HFI3290-S400	8832914xxx	Grundgerät HFI3290, Ausführung 48 V
HFI3760-S400	8837614xxx	Grundgerät HFI3760, Ausführung 48 V
HFI3790-S400	8837914xxx	Grundgerät HFI3790, Ausführung 48 V

*1) „xxx“ steht als Platzhalter für die Erweiterungsoptionen, mit denen ein Grundgerät ausgestattet ist.

4 Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung	
DCavg	Average D iagnostics C overage	<i>Durchschnittlicher Diagnosedeckungsgrad</i>
HFT	H ardware F ault T olerance	<i>Hardware-Fehlertoleranz</i>
MTTFd	M ean T ime T o D angerous F ailure	<i>Mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall</i>
OSSD	O utput S ignal S witching D evice	<i>Ausgangssignalschaltvorrichtung</i>
PELV	P rotected E xtra L ow V oltage	<i>Funktionskleinspannung mit elektrisch sicherer Trennung</i>
PFD	P robability of dangerous F ailure on D emand	<i>Ausfallwahrscheinlichkeit im Anforderungsfall</i>
PFH	P robability of dangerous F ailure per H our	<i>Ausfallwahrscheinlichkeit pro Stunde</i>
PL	P erformance L evel	<i>Maß der Risikoreduzierung</i>
SELV	S afety E xtra L ow V oltage	<i>Sicherheitskleinspannung</i>
SFF	S afe F ailure F raction	<i>Anteil ungefährlicher Ausfälle</i>
SIL (SC)	S afety I ntegrity L evel (S ystematic C apability)	<i>Sicherheitsanforderungsstufe</i>
STO	S afe T orque O ff	<i>Sicher abgeschaltetes Drehmoment</i>

5 Sicherheitshinweise

5.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie unbedingt die Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung des verwendeten Antriebes.



Achtung!

Mögliche Gefahr des Verlustes der Sicherheitsfunktion:

- Halten Sie die Umgebungs- und Anschlussbedingungen ein! (s. Kapitel [7.1 Systemdaten](#))
- Sicherheitsfunktion nie überbrücken!
- Gehäuse nicht öffnen!
- Niemals eigenmächtige Reparaturen am Gerät durchführen!

5.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Antriebe der Baureihe HFI mit eingebautem STO-Modul dürfen nur unter folgenden Bedingungen verwendet werden:

- Der Antrieb befindet sich im technisch einwandfreien Zustand.
- Der Antrieb befindet sich im Originalzustand ohne eigenmächtige Veränderungen.
- Die Grenzwerte, welche in den Kapiteln *Technische Daten* der Betriebsanleitung sowie des vorliegenden STO-Dokuments (s. Kapitel [7 Technische Daten](#)) aufgeführt sind, werden eingehalten.
- Einsatz im Industriebereich.



Achtung!

Bei Schäden, die aus unbefugten Eingriffen oder nicht bestimmungsgemäßer Verwendung entstehen, erlischt der Gewährleistungs- und Haftungsanspruch gegenüber dem Hersteller.

5.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Zur nicht bestimmungsgemäßen Verwendung der integrierten Antriebe HFI gehören u.a.:

- Der Einsatz im Außenbereich.
- Der Einsatz im nicht industriellen Bereich (Wohnbereich).
- Der Einsatz in Anwendungen, bei denen das Abschalten zu gefährlichen Bewegungen oder Zuständen führen kann.



Achtung!

Hängende Lasten oder extern einwirkende Lastkräfte sind besonders zu sichern!

5.4 Erreichbares Sicherheitsniveau

Die Antriebe der HFI-Baureihe mit integrierter STO-Funktion erfüllen die Anforderungen der Prüfgrundlagen:

- Kategorie 3 / PL e nach EN ISO 13849-1/-2
- SIL 3 nach EN61508, IEC 61800-5-2, EN62061



Hinweis!

Das erreichbare Sicherheitsniveau hängt von den weiteren Komponenten ab, die zur Realisierung einer Sicherheitsfunktion genutzt werden.

5.5 Voraussetzungen für den sicheren Betrieb

Die Voraussetzungen für den sicheren Betrieb sind:

- Das korrekte Einbinden der Sicherheitsfunktion des Geräts in das Gesamtsystem. Durch den Anlagen-/Maschinenhersteller ist in jedem Falle eine anlagen-/maschinentypische Risikobeurteilung gemäß DIN EN 60204-1 zu erstellen.
- Die Einhaltung der Vorgaben aus dem vorliegenden STO-Dokument sowie aus der Betriebsanleitung des Gesamtantriebes.
- Berücksichtigung der gesetzlichen Regelungen für den Bestimmungsort.
- Bei Not-Halt-Anwendungen muss ein Schutz gegen automatischen Wiederanlauf entsprechend der geforderten Sicherheitskategorie vorgesehen werden.



Hinweis!

In Abhängigkeit von der Anwendung können Maßnahmen notwendig werden, um einen sofortigen Wiederanlauf des Antriebes unmittelbar nach dem Deaktivieren der Sicherheitsfunktion STO zu verhindern.



Hinweis!

In Abhängigkeit von der Anwendung des Antriebes können, unabhängig von seiner Sicherheitsfunktion STO, Maßnahmen zur Verhinderung von unerwartetem Anlauf gemäß DIN EN 60204-1 notwendig werden.

5.6 Qualifiziertes Personal

Das Gerät darf nur von Personen in Betrieb genommen werden, die geschult sind in:

- der Installation und dem Betrieb von elektrischen Steuerungssystemen
- den geltenden Vorschriften zum Betrieb sicherheitstechnischer Anlagen
- den geltenden Vorschriften zur Unfallverhütung und Arbeitssicherheit
- der verfügbaren Dokumentation zu den Antrieben mit STO-Funktionalität



Hinweis!

Der Aufbau eines Systems nach sicherheitstechnischen Gesichtspunkten erfordert Expertenwissen. Ein sicheres System kann nur nach fachkundiger, normativer Prüfung erreicht werden. Die bloße Verwendung von Sicherheitskomponenten ohne weitere Prüfung reicht nicht aus!

6 Funktionsbeschreibung

Die Funktion Safe Torque Off (STO) wird über eine redundant ausgeführte Impulssperre sichergestellt. Mit angeforderter Sicherheitsfunktion STO unterbricht sie die Übertragung der zur Drehmomenterzeugung im Mikrocontroller des Antriebs generierten Pulsmuster (PWM) an die Leistungsendstufe. Ohne entsprechendes Pulsmuster kann von der Leistungselektronik kein kontinuierliches Drehmoment im Motorsystem erzeugt werden, der Motor ist stromlos und drehmomentfrei.



Achtung!

Zu beachtendes, systematisches Verhalten des Antriebs:

Im Fehlerfall ist eine mögliche Bewegung der Motorwelle von 60° mechanisch trotz aktiver Sicherheitsfunktion nicht auszuschließen!

Tritt bei aktiver Sicherheitsfunktion an der internen Leistungsendstufe an mindestens zwei der drei Motorphasen jeweils ein Defekt auf, also insgesamt zwei Defekte, können Motorphasen bestromt werden. Es kommt dann trotz aktiver Sicherheitsfunktion zu einem Drehmoment und zu einer begrenzten Bewegung an der Motorwelle. Der dabei maximal auftretende Drehwinkel der Motorwelle ist auf 180° der elektrischen Periode des Motors begrenzt, dies entspricht bei den 6-poligen Motorsystemen der Baureihe HFI einem mechanischen Drehwinkel von 60°.

6.1 Eingänge der STO-Kanäle

Die sichere Impulssperre des STO-Moduls ist 2-kanalig redundant ausgeführt. Jeder Kanal verfügt über einen digitalen Eingang zur Ansteuerung seiner Sicherheitsteilfunktion der Impulssperre.

Die Impulssperre ist sicher aktiviert, wenn beide STO-Kanäle spannungsfrei sind (0 V), z. B. beide Eingänge offen.

Sind beide STO-Kanäle mit Spannung versorgt (24 V), ist die Impulssperre aufgehoben, und der Betrieb des Antriebs ist möglich.

Aktivierung der STO-Funktion → Kanal STO1 = 0 V **UND** Kanal STO2 = 0 V

Normale Antriebsfunktion → Kanal STO1 = 24 V **UND** Kanal STO2 = 24 V

Beide STO-Kanäle sind stets gemeinsam und gleichartig, d.h. äquivalent zu bedienen.

Die STO-Eingänge erlauben den direkten Anschluss von ...

- sicheren Schaltkontakten wie z. B. von Sicherheitsschaltgeräten mit Relaisausgängen
- sicheren Halbleiterausgängen wie z. B. von elektronischen Sicherheitsschaltgeräten
- passiven Sicherheitssensoren wie z. B. von Positionsschaltern mit zwangsgeführten Kontakten (siehe [Abbildung 6-1: STO-Funktion mit Not-Halt-Gerät](#)),
- aktiven Sicherheitssensoren wie z. B. von Lichtgittern mit OSSD-Signalen (siehe [Abbildung 6-2: STO-Funktion mit OSSD-Signalen](#)).

Testpulse von OSSD-Schaltgeräten Typ C mit einer Pulsdauer von $\leq 1,0$ ms und einer Periodendauer ≥ 500 ms beeinflussen die Sicherheitsfunktion nicht. D.h. die Testpulse werden sicher ausgeblendet, und es erfolgt keine Aktivierung der STO-Funktion.



Hinweis!

Eine Querschlusserkennung der STO-Kanäle 1 und 2 wird weder vom STO-Modul noch vom Antrieb durchgeführt.

Zur Erfüllung der PFH ist gemäß DIN EN 61800-5-2 eine zyklische Prüfung längstens alle drei Monate durchzuführen (s. Kapitel [6.2.2 Diagnoseprüfung](#)).

Funktionsbeschreibung

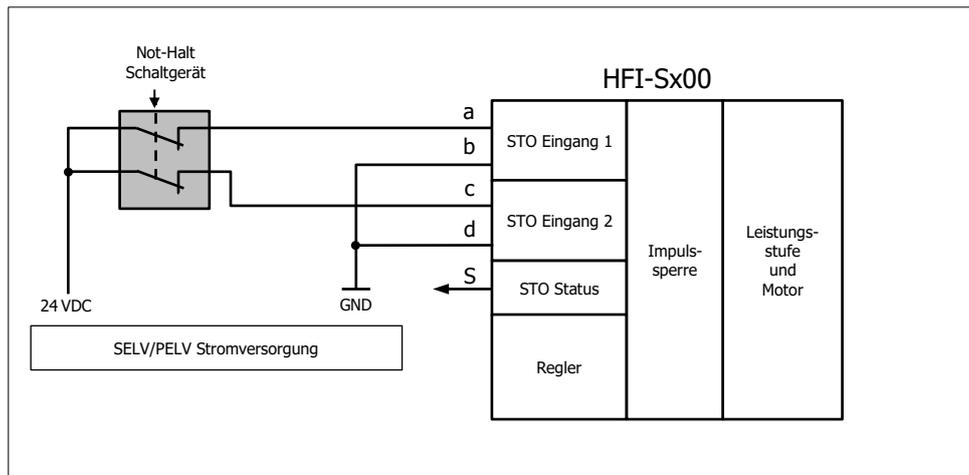


Abbildung 6-1: STO-Funktion mit Not-Halt-Gerät

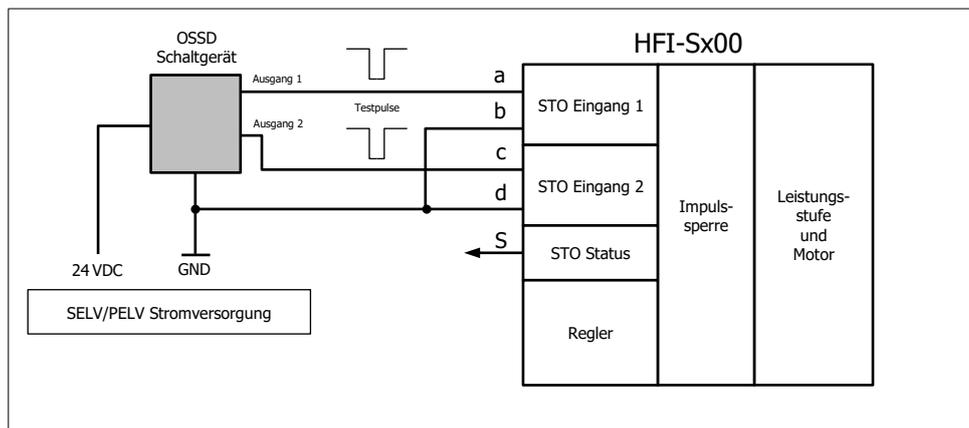


Abbildung 6-2: STO-Funktion mit OSSD-Signalen

Die Stromversorgung des integrierten Antriebs kann wahlweise mit PELV oder SELV erfolgen.

Ebenso kann der Sicherheitskreis, d.h. die STO-Kanäle, wahlweise über PELV oder SELV versorgt werden.

Bei Antrieben mit 24 V Versorgungsspannung ist es zulässig, die STO-Kanäle aus der 24-V-Stromversorgung des integrierten Antriebs zu versorgen.

Jeder STO-Eingang und der Statusausgang sind sowohl untereinander als auch von der Regelelektronik des integrierten Antriebes galvanisch getrennt.



Hinweis!

Eine falsche Anschlussbelegung eines STO-Eingangs kann zur Minderung der Sicherheitsstufe führen. So hebt eine Verbindung der Eingänge „a“ mit „c“ die äußere Zweikanaligkeit auf.

6.2 STO-Statusmeldung

6.2.1 Funktionsweise der Statusmeldung und des Statusausgangs

Der Zustand der STO-Sicherheitsfunktion wird durch einen potentialfreien Halbleiterausgang rückgemeldet. Ausschließlich bei aktivierter Sicherheitsfunktion ist der Halbleiterausgang geschlossen, d.h. leitend.

Der Statusausgang dient zur Rückmeldung des Status der Sicherheitsfunktion an eine übergeordnete Steuerungseinheit.

Der Statusausgang ist gegen Verpolung geschützt und mit einer rückstellbaren Sicherung gegen Überlastung und Kurzschluss abgesichert.

Kanal1 U_{STO1}	Kanal2 U_{STO2}	Statusausgang	Hinweis
0 ... 5 V (OFF)	0 ... 5 V (OFF)	geschlossen / leitend	Beide STO-Kanäle spannungsfrei, nicht versorgt: STO aktiv = sicherer Zustand
24 V (ON)	0 ... 5 V (OFF)	geöffnet / nichtleitend	Zustand ungültig: STO-Kanäle ungleich angesteuert
0 ... 5 V (OFF)	24 V (ON)	geöffnet / nichtleitend	Zustand ungültig: STO-Kanäle ungleich angesteuert
24 V (ON)	24 V (ON)	geöffnet / nichtleitend	Beide STO-Kanäle mit Spannung versorgt: Sicherheitsfunktion aufgehoben, Antriebsfunktion möglich

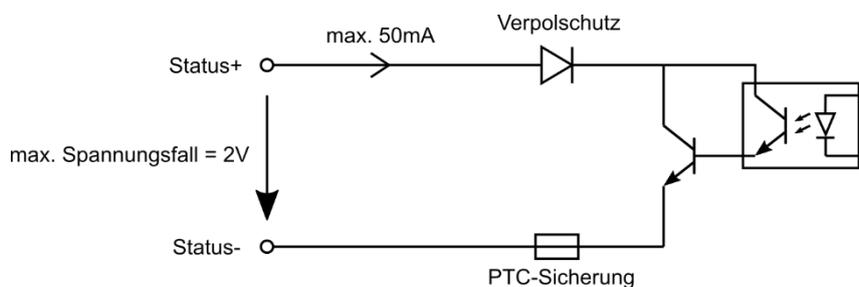


Abbildung 6-3: Beschaltung des Statusausgangs

6.2.2 Diagnoseprüfung

Zur Erfüllung der PFH ist gemäß DIN EN 61800-5-2 eine zyklische Prüfung der ordnungsgemäßen Funktion des Statusausgangs längstens alle drei Monate durchzuführen.

In einer Testsequenz (Testschritte 1 – 6) werden dazu unterschiedliche Eingangszustände der beiden STO-Kanäle hergestellt. In jedem Testschritt wird der Zustand des Statusausgangs mit dem in der Tabelle vorgegebenen Sollzustand verglichen. Die korrekte Funktion des Statusausgangs ist nur dann gegeben, wenn sich der Statusausgang nacheinander in allen 6 Testschritten gemäß der Sollzustände verhält.

Die Testsequenz kann dabei manuell oder automatisch mittels einer Steuerung vorgegeben werden.

Testschritt	Kanal1 U _{STO1}	Kanal2 U _{STO2}	Statusausgang Sollzustand	Hinweis
1	0 ... 5 V (OFF)	0 ... 5 V (OFF)	geschlossen leitend	Beide STO-Kanäle spannungsfrei, nicht versorgt: STO aktiv = sicherer Zustand
2	24 V (ON)	0... 5 V (OFF)	geöffnet nichtleitend	Zustand ungültig: STO-Kanäle ungleich angesteuert
3	0 ... 5 V (OFF)	0 ... 5 V (OFF)	geschlossen leitend	Beide STO-Kanäle spannungsfrei, nicht versorgt: STO aktiv = sicherer Zustand
4	0 ... 5 V (OFF)	24 V (ON)	geöffnet nichtleitend	Zustand ungültig: STO-Kanäle ungleich angesteuert
5	0 ... 5 V (OFF)	0 ... 5 V (OFF)	geschlossen leitend	Beide STO-Kanäle spannungsfrei, nicht versorgt: STO aktiv = sicherer Zustand
6	24 V (ON)	24 V (ON)	geöffnet nichtleitend	Beide STO-Kanäle versorgt: Sicherheitsfunktion aufgehoben, Antriebsfunktion möglich



Hinweis!

Die Statusmeldung bzw. der Statusausgang dient ausschließlich Diagnosezwecken und hat keine Sicherheitsrelevanz. Sie darf nicht im Sicherheitskreis verwendet werden!



Hinweis!

Zur zweckmäßigen wie praktikablen manuellen Diagnoseprüfung sollten Mess- und Kontaktmöglichkeiten an geeigneter Stelle, z.B. im Schaltschrank, vorgesehen und umgesetzt sein.
Eine softwaregestützte Diagnoseprüfung ist zulässig.



Hinweis!

Die unter [Sicherheitskenngrößen](#) angegebenen Werte gelten unter Einhaltung der Vorgaben dieser Diagnoseprüfung. Die Diagnoseprüfung ist deshalb bei zweikanaligem und auch bei einkanaligem Anschluss durchzuführen.

6.2.3 Abschaltzeit der Sicherheitsfunktion

Nachdem beide STO-Kanäle ($0\text{ V} \dots U_{\text{STO1/2}} \dots 5,0\text{ V}$) spannungslos geschaltet sind, ist die Sicherheitsfunktion (Sperrung der PWM-Impulsmuster) nach einer Abschaltzeit von maximal 20 ms gewährleistet.

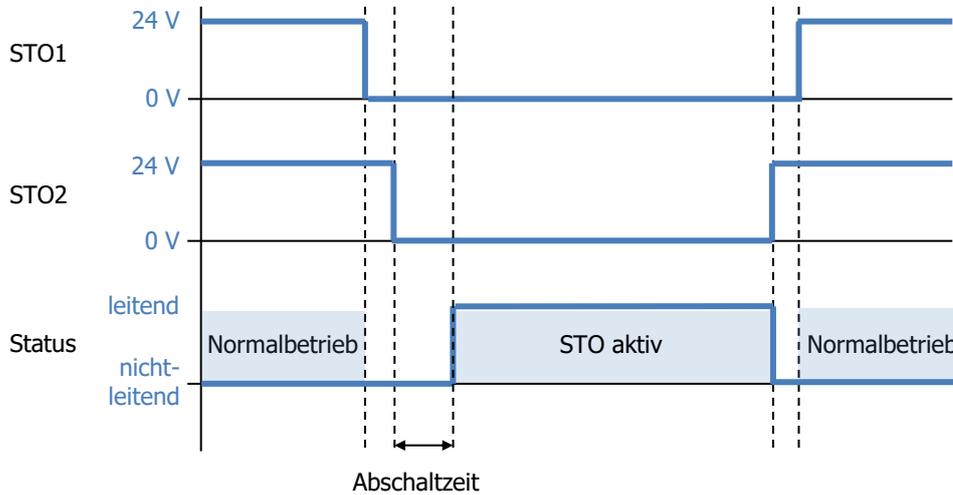


Abbildung 6-4: Abschaltzeit STO-Funktion



Hinweis!

Eine Diskrepanzzeitüberwachung zwischen STO1 und STO2 findet nicht statt! D.h. es gibt keine definierte Zeitspanne, innerhalb derer beide STO-Eingangssignale den gleichen Schaltzustand erreicht haben müssen.

Funktionsbeschreibung

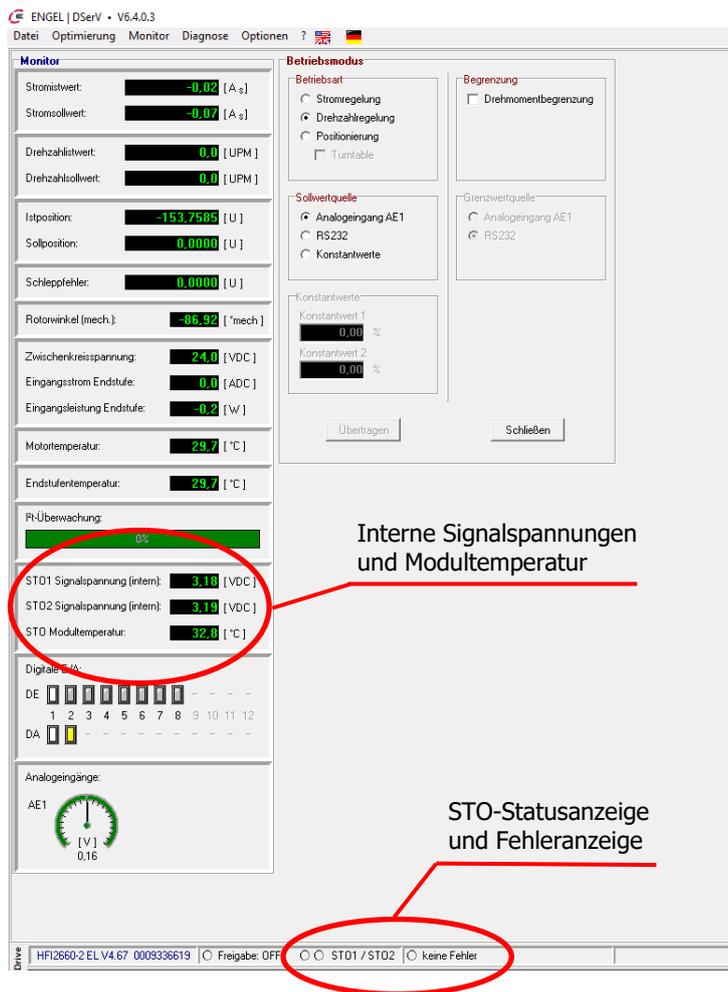
6.2.4 Firmware

Die STO-Funktionalität wird ab der Firmware-Version V4.00 der Antriebe der Baureihe HFI unterstützt. Die Impulssperre des STO ist hardwarebasiert, d. h. die Firmware der integrierten Antriebe hat keinen Einfluss auf die Sicherheitsfunktion STO, die Firmware ist **nicht** sicherheitsrelevant.

Die Impulssperre des STO-Moduls ist immer verfügbar und wirkt unabhängig von sonstigen Einstellungen und Betriebsarten des integrierten Antriebs.

Die Firmware überwacht die internen Signalspannungen der STO-Kanäle sowie die Temperatur des STO-Moduls. Bei unzulässigen Betriebszuständen werden Fehlermeldungen ausgelöst, die den Antrieb über seine Standardfunktionalität ausschalten.

Das Parametrierprogramm DSeRV unterstützt ab Version 6.4.0.3 die STO-Funktionalität.



STO-Eingangssignale

STO-Statusanzeige

STO1= 24 V / STO2= 24 V
 STO1= 0 V / STO2= 24 V
 STO1= 24 V / STO2= 0 V
 STO1= 0 V / STO2= 0 V

○ ○ STO1 / STO2
 ● ○ STO1 / STO2
 ○ ● STO1 / STO2
 ● ● STO1 / STO2

Abbildung 6-5: DSeRV mit STO-Visualisierung



Hinweis!

Das Parametrierprogramm **DSeRV** ist in der Betriebsanleitung der HFI-Baureihe beschrieben.

6.3 Fehlermeldungen

Die Firmware des integrierten Antriebs überwacht diverse Größen und Zustände und löst Fehlermeldungen (u. a. auch STO-Fehlermeldungen) aus, sobald bestimmte Grenzwerte überschritten oder Toleranzbereiche verlassen sind. Der Antrieb wird in diesem Fall deaktiviert, allerdings rein über seine normale, nicht sichere Funktion.



Hinweis!

Zur sicheren Abschaltung ist stets und immer die STO-Funktion zu aktivieren! Das gilt auch dann, wenn es durch den Regler bereits zu einer Abschaltung des Antriebs aufgrund eines Fehlers gekommen ist.

Einige der STO-Fehlermeldungen werden nur bei aktiver Reglerfreigabe des integrierten Antriebs ausgelöst, d.h. ohne Reglerfreigabe ist nur die Temperaturüberwachung des STO-Moduls aktiv und es wird keine der anderen STO-Fehlermeldungen ausgelöst. Die folgende Tabelle listet die Fehlermeldungen auf, die aus der nicht sicherheitsrelevanten Überwachung des STO-Moduls abgeleitet werden.

Fehlercode (Feldbus)	Fehlercode (DSerV)	Fehlerbeschreibung	Ursache / Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung
F080 _h	13.00000	Allgemeiner STO-Fehler	Interner Fehler / Keine Maßnahme
F081 _h	13.00002	Signalspannung STO1 < min	Spannung STO-Kanal 1 zu gering / STO-Kanal mit bestimmungsgemäßer Spannung betreiben
F082 _h	13.00003	Signalspannung STO1 > max	Interner Fehler / Keine Maßnahme
F083 _h	13.00257	Temperatur STO-Modul > 115 °C	Überhitzung / Betriebsbedingung prüfen
F084 _h	13.00512	Signalspannung STO2 < min	Spannung STO-Kanal 2 zu gering / STO-Kanal mit bestimmungsgemäßer Spannung betreiben
F085 _h	13.00514	Signalspannung STO1 < min und Signalspannung STO2 < min	Spannungen STO-Kanal 1 + STO-Kanal 2 zu gering / STO-Kanäle mit bestimmungsgemäßer Spannung betreiben
F086 _h	13.00515	Signalspannung STO1 > max und Signalspannung STO2 < min	Interner Fehler / Keine Maßnahme
F087 _h	13.00768	Signalspannung STO2 > max	Interner Fehler / Keine Maßnahme
F088 _h	13.00770	Signalspannung STO1 < min und Signalspannung STO2 > max	Interner Fehler / Keine Maßnahme
F089 _h	13.00771	Signalspannung STO1 > max und Signalspannung STO2 > max	Interner Fehler / Keine Maßnahme



Hinweis!

Treten interne Fehler auf, ist das Gerät zu tauschen!
Reparaturen und Eingriffe durch den Anwender sind unzulässig!

7 Technische Daten

7.1 Systemdaten

Bezeichnung	Einheit	Wert			zusätzliche Informationen
		min	typ	max	
Zulässige Eingangsspannung STO-Kanal 1/2 (U_{STO1} / U_{STO2})	VDC	0		28,8	SELV/PELV Überspannungsschutz bis 60 V
Eingangsspannung zur Deaktivierung STO-Kanal 1/2	VDC	20,4		28,8	24 V -15% / $+20\%$ ($\leq 5\%$ AC) U_{STO1} / U_{STO2}
Eingangsspannung zur Aktivierung STO-Kanal 1/2	VDC	0		5,0	
Stromaufnahme STO-Kanal 1/2	mA			12	bei $U_{STO1/2} = 24$ V
Statusausgang Sperrspannung	VDC		24	30	Laststrom max. 50 mA Spannungsfall bei 50 mA: $\Delta U \leq 2$ V
STO-Abschaltzeit	ms			20	Zeit vom Aktivieren der STO-Funktion bis zur sicheren Abschaltung der Leistungsstufe
Umgebungstemperatur	°C	0		40	keine Betauung zulässig
Lagertemperatur	°C	-25		75	keine Betauung zulässig
Einsatzhöhe	m			2000	[m ü. NHN]
Maximale Leitungslänge	m			20	Maximal zulässige Leitungslänge der STO-Eingänge (M12-Steckverbinder)
OSSD-Pulsdauer	ms			1,0	
OSSD-Periodendauer	ms	500			
Gebrauchsdauer	Jahre			20	Gemäß Designauslegung
Elektromagnetische Verträglichkeit					
Störaussendung ^{*1)}		DIN EN 61800-3: 2019-04			Gemäß Kategorie C2
Störfestigkeit		DIN EN 61800-3: 2019-04 DIN EN 61800-5-2: 2017-11 ^{*2)}			Gemäß Kategorie C3 / zweite Umgebung
Isolationsfestigkeit					
		Überspannungskategorie III Stoßspannung 800 V jeweils zwischen STO-Kanälen, Statusausgang und Regelelektronik			

*1) Leitungsgeführte Emissionen in Richtung Wechselspannungsversorgungsnetz sind im versorgenden Netzteil zu bedämpfen.

*2) Die funktionale Sicherheit betreffend.

7.2 Sicherheitskenngrößen

Bezeichnung	Einheit	Norm			zusätzliche Informationen
		62061	61508	13849	
HFT		1	1		Hardware-Fehlertoleranz
PFH	1/h	$4,73 \cdot 10^{-11}$	$9,12 \cdot 10^{-11}$		Mögliche Fehler pro Stunde
PFD		$1,04 \cdot 10^{-7}$	$7,89 \cdot 10^{-6}$		Versagenswahrscheinlichkeit bei Anforderung
SFF	%	99,92	99,92		Anteil der Fehler ohne Beeinträchtigung der Sicherheitsfunktion
SIL (SC)		3	3		Sicherheits-Integritätslevel
DCavg	%			0,00	Durchschnittlicher Diagnosedeckungsgrad
MTTFd	Jahre			25974	Mittlere Zeit zum gefährlichen Fehler
PL				e	Performance Level
Kat				3	Kategorie

7.3 Zertifizierung

Bezeichnung	
Baumusterprüfung	Die funktionale Sicherheitstechnik des Produktes wurde als Sicherheitsbauteil nach Anhang IV der Europäischen Maschinenrichtlinie 2006/42/EG geprüft und zertifiziert. Sicherheitsfunktion „Safe Torque Off“ (STO) gemäß DIN EN 61800-5-2 2017 Sicherheit von Maschinen.
Prüfstelle	TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, Köln



7.4 Instandhaltung

Die integrierten Antriebe der Firma ENGEL Elektroantriebe GmbH erfordern keine gesonderten Instandhaltungsmaßnahmen. Ein defekter Antrieb muss komplett ausgetauscht werden. Reparaturen sind nicht zulässig.

8 Anschlussbelegung / Installation / Inbetriebnahme

8.1 X3 – STO-Signalstecker

Steckverbinder am Gerät: 8-poliger M12 Rundsteckverbinder (male, A-codiert)
Gegenstecker: 8-poliger M12 Rundsteckverbinder (female, A-codiert)

Pin-Nr.	Ader ¹	Bez.	Beschreibung
1	ws	Status+	potentialfreier Statusausgang (positives Potential, Kollektor)
2	br	Status-	potentialfreier Statusausgang (negatives Potential, Emitter)
3	gn	STO1-	Versorgung STO-Kanal 1, Bezugspotential, 0 V
4	ge	STO1+	Versorgung STO-Kanal 1, positives Potential, 24 V
5	gr	n.c.	
6	rs	STO2+	Versorgung STO-Kanal 2, positives Potential, 24 V
7	bl	STO2-	Versorgung STO-Kanal 2, Bezugspotential, 0 V
8	rt	n.c.	

¹ Aderfarben und -querschnitte gelten für konfektionierte STO-Anschlussleitungen der Fa. ENGEL Elektroantriebe GmbH (s. Kapitel 8.2 STO-Anschlussleitung).

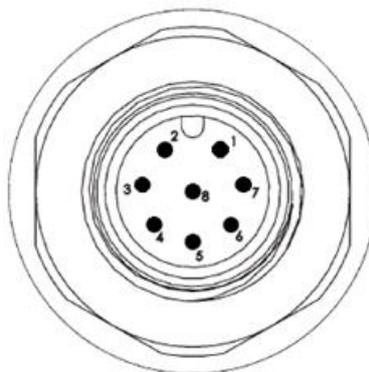


Abbildung 8-1: Polbild STO-Stecker
Ansicht auf Steckseite der Einbaudose am Antrieb

8.2 STO-Anschlussleitung

Empfehlungen für die Eigenschaften der STO-Anschlussleitung:

- Empfohlener Aderquerschnitt: 0,25 mm²
- Gesamtschirm
- Schleppkettentauglich, Einsatztemperatur min. bis +80 °C
- Leitungslänge max. 20 m

ENGEL Originalzubehör:

Art. Nr.: 990000650	SK_STO_M12_NC_5	Signalkabel STO M12 NC	Länge 5 m
Art. Nr.: 990000651	SK_STO_M12_NC_15	Signalkabel STO M12 NC	Länge 15 m

Konfektionierte Standardleitung mit Anschlussstecker, einseitig offenes Ende, 8 x 0,25 mm², Gesamtschirm, PUR, -30 °C ... +90 °C, schleppkettentauglich. (Aderfarben s. Kapitel 8.1 X3 – STO-Signalstecker)

8.3 Installationsschema

8.3.1 Beispiele für zweikanaligen STO-Anschluss

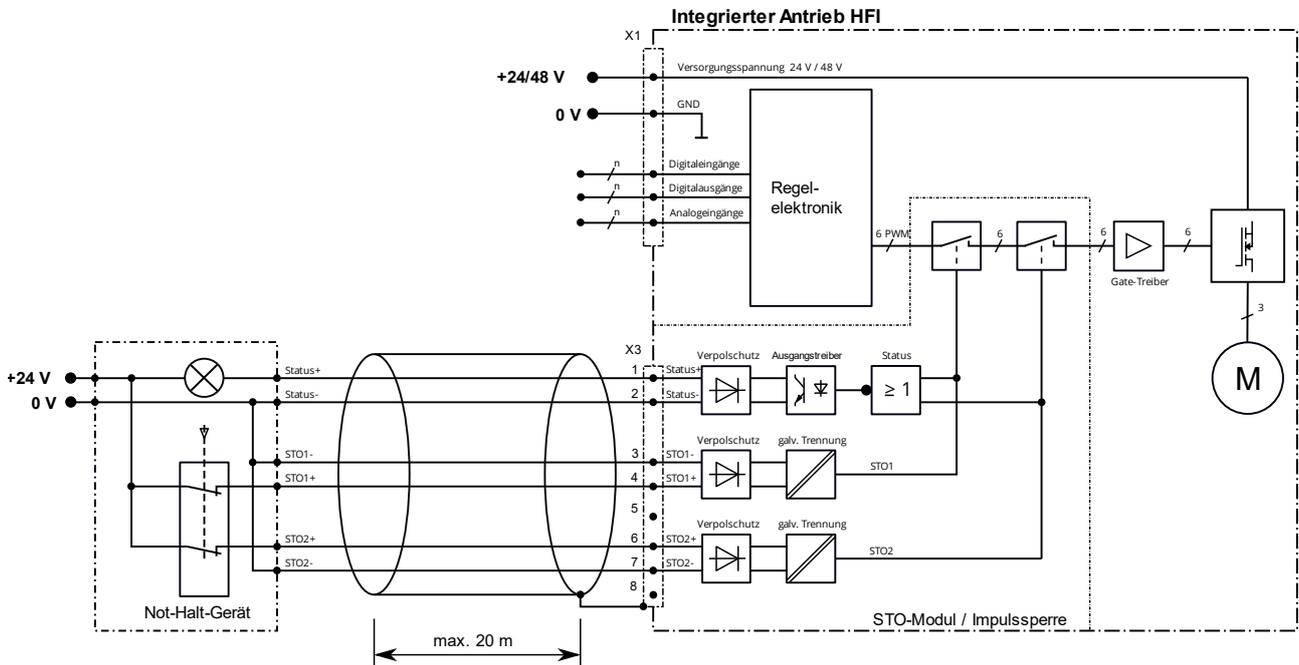


Abbildung 8-2: Installationsschema STO, zweikanalig, Not-Halt-Gerät

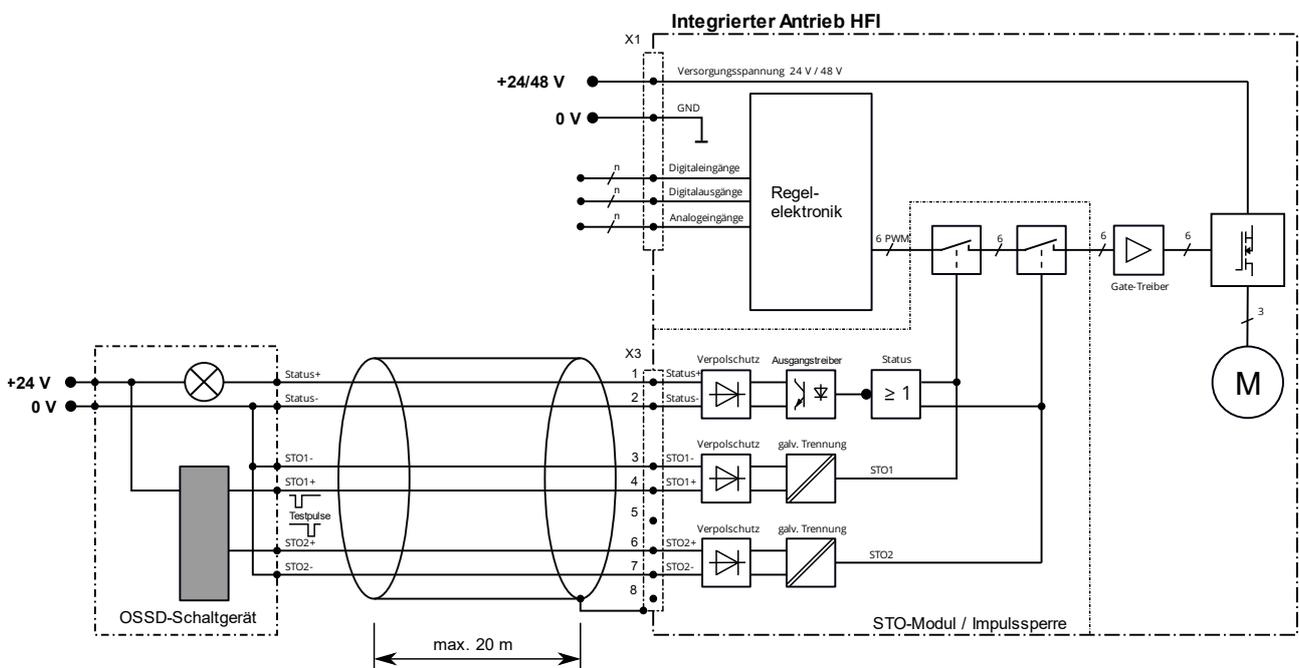


Abbildung 8-3: Installationsschema STO, zweikanalig, OSSD-Schaltgerät

Die in den Abbildungen dargestellten Installationsschemata zeigen die zweikanalige Anschlussbelegung der STO-Funktion.

8.3.2 Beispiele für einkanaligen STO-Anschluss

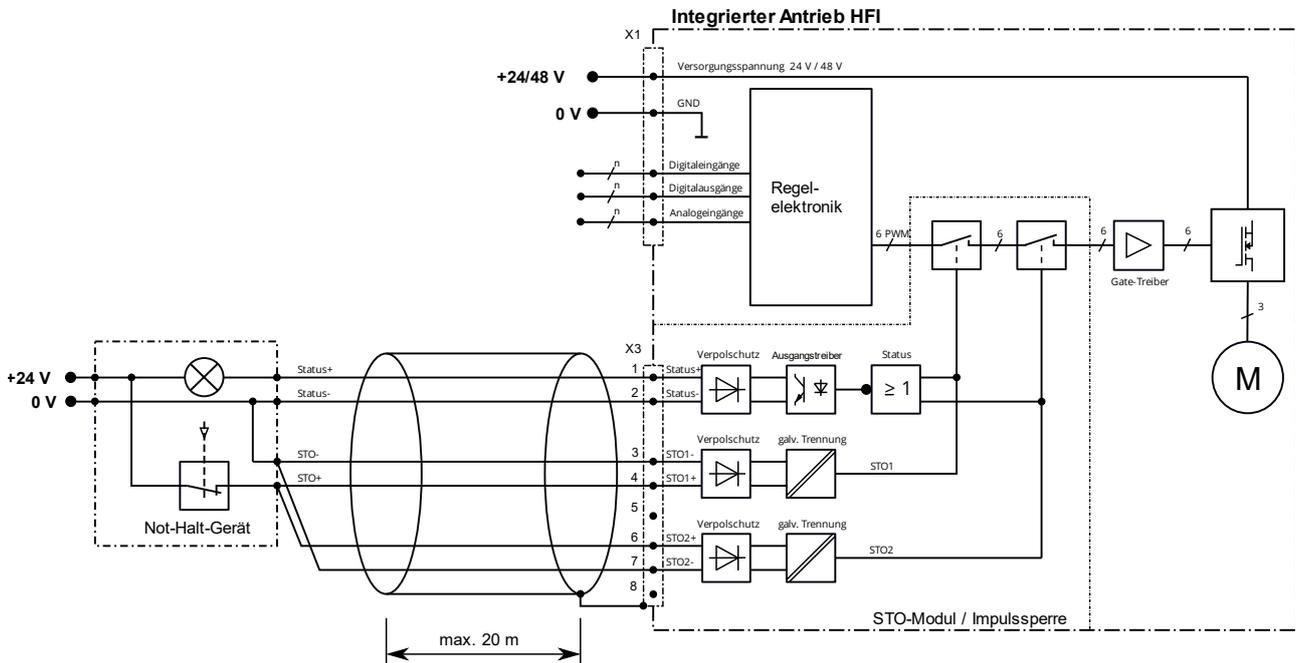


Abbildung 8-4: Installationsschema STO, einkanalig, NOT-Halt-Gerät

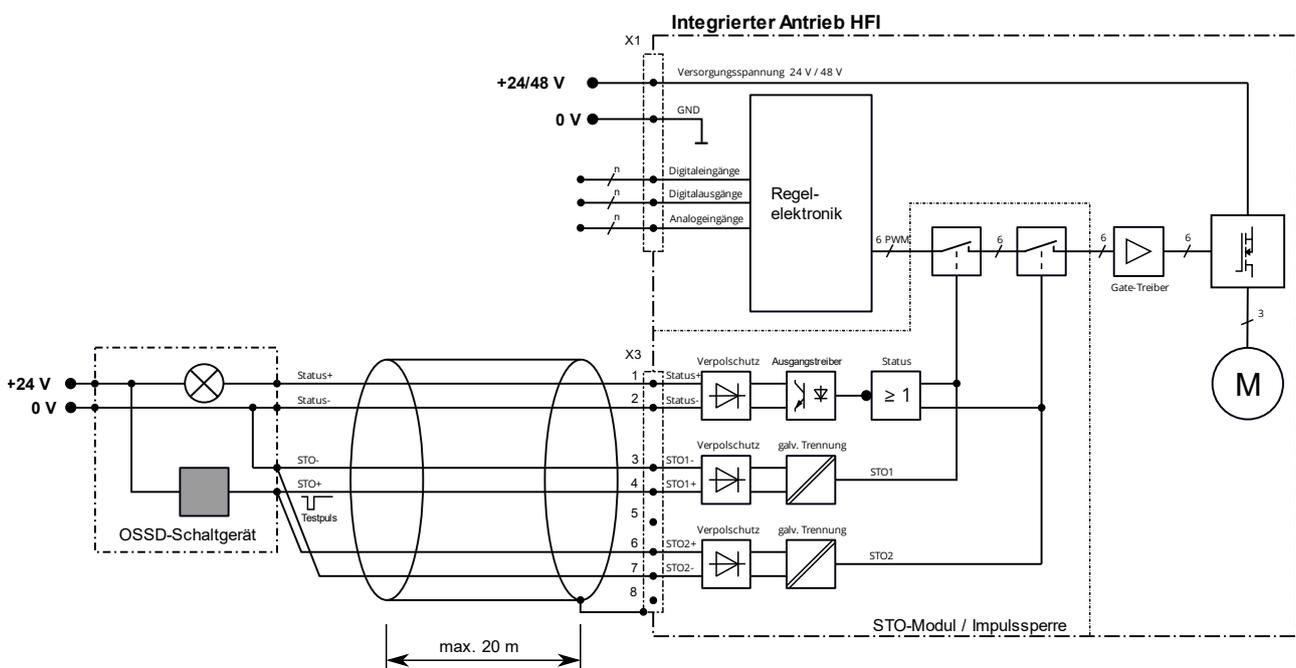


Abbildung 8-5: Installationsschema STO, einkanalig, OSSD-Schaltgerät

Die in den Abbildungen dargestellten Installationsschemata zeigen die einkanalige Anschlussbelegung der STO-Funktion.

8.4 Inbetriebnahmehinweis

Zusätzlich zu den Anweisungen zur Inbetriebnahme in der Betriebsanleitung der HFI Baureihe ist in Bezug auf die STO-Funktionalität folgendes zu beachten:

Schritt 1: Verdrahten Sie die Anschlüsse des STO-Moduls fachgerecht entsprechend dem Installationsplan.

Schritt 2: Kontrollieren Sie die Verdrahtung.

Schritt 3: Validieren Sie die Funktionalität des Antriebs und der Sicherheitsfunktion.

Schritt 4: Führen Sie eine Diagnoseprüfung gemäß Kapitel [6.2.2 Diagnoseprüfung](#) durch.