

N6

Funktionbeschreibung STO (Safe Torque Off)

Inhalt

1 Einleitung.....	3
1.1 Produktdokumentation.....	3
1.2 Versionshinweise.....	3
1.3 Urheberrecht und Kontakt.....	4
1.4 Gewährleistung und Haftungsausschluss.....	4
1.5 Bestimmungsgemäße Verwendung.....	5
1.6 EU-Richtlinien zur Produktsicherheit und Zulassungen.....	5
1.7 Hinweise und verwendete Symbole.....	5
1.8 Hervorhebungen im Text.....	6
2 Einsatzbedingungen.....	7
2.1 Einsatzumgebung.....	7
2.2 Vorhersehbare Fehlanwendung.....	7
2.3 Personalqualifikation.....	8
2.4 Anforderungen an die übergeordnete Sicherheitssteuerung.....	8
3 Allgemeine Sicherheits- und Warnhinweise.....	9
4 Beschreibung der Sicherheitsfunktion STO.....	10
4.1 Ansteuerung der STO-Funktion.....	11
4.2 Rückmeldeausgang.....	12
5 Technische Daten und Anschlüsse.....	13
5.1 Sicherheitskennwerte.....	13
5.2 Anschlüsse und elektrische Eigenschaften.....	14
5.2.1 Anschluss X3 - STO.....	14
6 Installation und erste Inbetriebnahme.....	16
7 Diagnose.....	18
7.1 STO-Funktionstest.....	18
7.2 Status der STO-Funktion.....	18
7.3 Übertemperaturschutz.....	20
8 Wartung und Service.....	21

1 Einleitung

Die Motor-Controller der Baureihe N6-...-S unterstützen die Sicherheitsfunktion *STO* (Safe Torque Off). Sie sind für den Einbau in Maschinen/Anlagen konzipiert, bei denen eine sichere Abschaltung des Moments des Motors und eine Wiederanlaufsperrung gefordert sind.

Dieses Dokument beschreibt die *STO*-Funktion und gibt die erforderlichen Hinweise für die sichere und optimale Einbindung des Geräts in die Steuerkette, damit die für die Maschine/Anlage geforderte Sicherheitsstufe erreicht wird.

Die Varianten des Controllers unterscheiden sich an der Kommunikationsschnittstelle und der Motorleistung. Die *STO*-Funktion ist in allen Varianten mit dem Buchstaben **S** in der Artikelnummer (N6-...-**S**) integriert und einheitlich implementiert. Dieses Dokument gilt für sie alle.

1.1 Produktdokumentation

Alle Produktdokumentationen stehen auf www.nanotec.de zur Verfügung, auf der jeweiligen Produktseite.

Dokument	Inhalt
Technisches Handbuch N6	Installation, Inbetriebnahme, Parametrierung/Programmierung, Beschreibung der Funktionen der Motorsteuerung
Funktionsbeschreibung <i>STO</i> (dieses Dokument)	Beschreibung der integrierten Sicherheitsfunktion <i>STO</i> für die Produktvarianten, die über diese verfügen (N6-...- S)

Die technischen Daten in diesem Dokument beziehen sich auf folgende Hardware-Version der jeweiligen Produktvariante:

Varianten (Feldbus)	Hardware-Version
EtherCAT: N6-x-1-x-S	01
CANopen: N6-x-2-x-S	01
EtherNet/IP: N6-x-3-x-S	01
Modbus TCP: N6-x-4-x-S	01
Modbus RTU: N6-x-5-x-S	01
PROFINET: N6-x-10-x-S	01

Die Hardware-Version können Sie aus dem Objekt 1009_h auslesen. Details finden Sie im technischen Handbuch Ihrer Variante.

1.2 Versionshinweise

Tabelle 1: Versionshinweise

Dokument-Version	Datum	Änderungen
1.0.0	01/2025	Veröffentlichung
1.0.1	04/2025	Kleine Korrekturen und Anpassungen
1.0.2	06/2025	<i>Proof Test Interval</i> entfallen. Änderung im Kapitel <u>Diagnose</u> : Es ist nicht notwendig, den Motorstrom zu messen.

Dokument-Version	Datum	Änderungen
		Korrektur in <u>Anschlüsse und elektrische Eigenschaften</u> : Verpolungsschutz ist vorhanden.
1.0.3	06/2025	Konkrete und finale Werte für <u>Sicherheitskennwerte</u> nun verfügbar.
1.0.4	09/2025	<u>Sicherheitskennwerte</u> : <i>Safety subsystem type</i> hinzugefügt, <i>SIL</i> geändert in <i>SIL CL</i> .
1.0.5	10/2025	Änderungen im Kapitel <u>Diagnose</u> : <ul style="list-style-type: none"> ■ Keine Zustände der STO-Eingänge werden mehr als unzulässig definiert. ■ Im Fehlerfall muss die übergeordnete Sicherheitssteuerung den sicheren Zustand gewährleisten und verhindern, dass weitere Fahrbefehle gesendet werden.
1.0.6	01/2026	<u>Sicherheitskennwerte</u> : λ_{DD} und λ_S entsprechend dem finalen Zertifikat hinzugefügt.
1.0.7	02/2026	<u>Hardware-Revision</u> : <u>Sicherheitskennwerte</u> aktualisiert.

1.3 Urheberrecht und Kontakt

© 2013 – 2026 Nanotec Electronic GmbH & Co. KG. Alle Rechte vorbehalten.

Nanotec Electronic GmbH & Co. KG

Kapellenstraße 6

85622 Feldkirchen

Deutschland

Tel.+49 89 900 686-0

Fax +49 89 900 686-50

www.nanotec.de

1.4 Gewährleistung und Haftungsausschluss

Nanotec produziert *Komponententeile*, *unvollständige Maschinen* und *Sicherheitsbauteile* die ihren Einsatz in vielfältigen Industrieanwendungen finden. Die Auswahl und Anwendung von Nanotec-Produkten liegt im Verantwortungsbereich des Anlagenkonstruktors bzw. Endnutzers.

Bei *Komponententeilen* übernimmt Nanotec keinerlei Verantwortung für die Integration der Produkte in das Endsystem. Bei *unvollständigen Maschinen* beschränkt sich die Verantwortung von Nanotec auf die in der Montageanleitung beschriebenen Prozeduren/Schnittstellen zum Einbau der *unvollständigen Maschine* in die Maschine. Bei *Sicherheitsbauteilen* beschränkt sich die Verantwortung auf die in dieser STO-Funktionsbeschreibung beschriebenen Prozeduren/Schnittstellen zum Einbau des *Sicherheitsbauteils* in die Maschine.

Mit Ausnahme von *Sicherheitsbauteilen* darf unter keinen Umständen ein Nanotec-Produkt als Sicherheitssteuerung in ein Produkt oder eine Konstruktion integriert werden.

Alle Produkte, in denen ein von Nanotec hergestelltes *Komponententeil* oder eine *unvollständige Maschine* oder ein *Sicherheitsbauteil* enthalten ist, müssen bei der Übergabe an den Endnutzer entsprechende Warnhinweise und Anweisungen für eine sichere Verwendung und einen sicheren Betrieb aufweisen. Alle von Nanotec bereitgestellten Warnhinweise müssen unmittelbar an den Endnutzer weitergegeben werden.

Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen: AGB.

1.5 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Motor-Controller *N6*-...-*S* sind zum Einbau in Maschinen/Anlagen bestimmt und für den Einsatz im industriellen Bereich konzipiert.

Alle Produktvarianten *N6*-...-*S* der Baureihe *N6* unterstützen die Sicherheitsfunktion *STO* (Safe Torque Off). Die *STO*-Funktion dient dem sicheren Abschalten des Moments des Motors.

Bestimmungsgemäß erfolgt der Einsatz von der im *N6*-...-*S* integrierten *STO*-Funktion:

- innerhalb der durch die technischen Daten definierten Grenzen (insbesondere die Spannungsbereiche des Produkts und aller angeschlossenen Komponenten) und unter den Umgebungsbedingungen, die Sie im *technischen Handbuch N6* finden,
- unter den freigegebenen Einsatzbedingungen
- und nur wenn die in diesem Dokument angegebenen Sicherheitskennwerte ausreichen, um die für die Anwendung geforderte Sicherheitsstufe zu erreichen.



HINWEIS

Änderungen oder Umbauten, sowie das Öffnen des Produkts sind nicht zulässig.

1.6 EU-Richtlinien zur Produktsicherheit und Zulassungen

Folgende EU-Richtlinien wurden beachtet:

- RoHS-Richtlinie (2011/65/EU, 2015/863/EU)
- Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)
- EMV-Richtlinie (2014/30/EU)

1.7 Hinweise und verwendete Symbole

Alle Hinweise sind in einheitlicher Form. Der Grad der Gefährdung wird in die nachfolgenden Klassen eingeteilt.

VORSICHT!



Der Hinweis VORSICHT verweist auf eine möglicherweise gefährliche Situation.

Die Missachtung des Hinweises führt **möglicherweise** zu mittelschweren Verletzungen.

- ▶ Beschreibt, wie Sie die gefährliche Situation vermeiden.

HINWEIS



Verweist auf eine mögliche Fehlbedienung des Produkts.

Die Missachtung des Hinweises führt möglicherweise zu Beschädigungen an diesem Produkt oder anderen Produkten.

- ▶ Beschreibt, wie Sie die Fehlbedienung vermeiden.

TIPP



Der Hinweis *Tip* gibt eine Hilfestellung zur Bedienung des Produkts.

1.8 Hervorhebungen im Text

Im Dokument gelten folgende Konventionen:

Ein unterstrichener Text markiert Querverweise und Hyperlinks:

- Die elektrischen Eigenschaften des Rückmeldeausgangs finden Sie im Kapitel Anschlüsse und elektrische Eigenschaften.

Ein *kursiv* hervorgehobener Text markiert benannte Objekte:

- Weitere Details dazu finden Sie im Kapitel *CiA 402 Power State Machine* im technischen Handbuch des *N6-...-S*.
- Lesen Sie das *Installationshandbuch*.
- Benutzen Sie die Software *Plug & Drive Studio*, um das Auto-Setup durchzuführen.

2 Einsatzbedingungen

Um die STO-Funktion bestimmungsgemäß und sicher einzusetzen und die für Ihre Anwendung erforderliche Sicherheitsstufe zu erreichen:

- lesen Sie dieses Dokument und stellen Sie es dem für die Inbetriebnahme zuständigen Personal zur Verfügung,
- beachten Sie die Hinweise und Warnungen in diesem Dokument und für einen sicheren Betrieb im technischen Handbuch N6,
- führen Sie eine Risikobeurteilung für die gesamte Maschine/Anlage durch,
- verwenden Sie ausschließlich Bauteile entsprechend der Sicherheitskategorie der Applikation,
- verwenden Sie die STO-Funktion erst, nachdem alle Schutzmaßnahmen eingerichtet und die Validierung nach der Inbetriebnahme abgeschlossen sind.

2.1 Einsatzumgebung

Die Produkte der Baureihe N6-...-S sind für den Einsatz in zweiter Umgebung gemäß EN 61800-3 (im industriellen Bereich) konzipiert.

Umgebungsbedingung	Wert
Schutzklasse	IP20
Verschmutzungsgrad	2
Umgebungstemperatur (Betrieb)	-10 ... +40°C
Umgebungstemperatur (Lagerung und Transport)	-25 ... +85°C
Rel.Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend	0 ... 85%
Max. Aufstellhöhe über NN	2000 m (Leistungseinschränkung ab 1000 m: -1%/100 m)

2.2 Vorhersehbare Fehlanwendung

Die STO-Funktion darf nicht verwendet werden, um vor Gefahren durch den elektrischen Strom zu schützen. Sie dient ausschließlich dem Abschalten des Moments und kann Schutz vor gefährlichen Bewegungen bieten.

Die STO-Funktion darf nicht in Anwendungen eingesetzt werden, wo das Abschalten des Moments zu gefährlichen Zuständen führen kann.

VORSICHT!

Verletzungen durch Bewegung der Achse bei abgeschaltetem Motor!

Wenn eine externe Kraft auf die Achse wirkt (vertikale Achsen, hängende Lasten o. Ä.) und der Motor abgeschaltet ist, kann es zu einer Bewegung der Achse kommen. Dies führt möglicherweise zu Verletzungen.

Die STO-Funktion ist bei Achsen, auf die ein permanentes externes Moment wirkt, als Sicherheitsfunktion nicht ausreichend.

- ▶ Setzen Sie nach einer Anforderung der STO-Funktion die Achse mechanisch still, falls notwendig.
- ▶ Verhindern Sie Bewegungen der Achse, z. B. mit einer mechanischen Haltebremse, wenn der Motor abgeschaltet ist.



2.3 Personalqualifikation

Nur Fachkräfte dürfen dieses Gerät einbauen, programmieren und in Betrieb nehmen. Fachkräfte sind Personen, die:

- den Inhalt dieses Dokuments kennen und verstehen,
- eine entsprechende Ausbildung und Erfahrung im Umgang mit Motoren und deren Steuerung haben,
- vertraut mit der Installation von elektrischen Antriebssystemen sind,
- die geltenden staatlichen, landesspezifischen und lokalen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen kennen,
- Erfahrung auf dem Gebiet der Funktionalen Sicherheit von Anlagen haben.

2.4 Anforderungen an die übergeordnete Sicherheitssteuerung

N6-...-S verfügt über eine interne Diagnose-Funktion und liefert über einen Rückmeldeausgang Informationen zum Status der STO-Funktion (siehe Kapitel [Diagnose](#)).

N6-...-S kann aber nicht alle Fehler und Defekte entdecken (defektes Kabel, Kurzschluss/Querschluss an den STO-Signalleitungen o.Ä.) und kann nicht selbst das Deaktivieren der STO-Funktion im Fehlerfall verhindern. Eine externe übergeordnete Sicherheitssteuerung oder ein Sicherheitsschaltgerät ist erforderlich.

Zur Erreichung der Sicherheitsstufe und des Diagnosedeckungsgrads (siehe [Sicherheitskennwerte](#)) muss diese übergeordnete Sicherheitssteuerung oder das Sicherheitsschaltgerät, das die STO-Funktion ansteuert:

- Kurz- und Querschlüsse zwischen den Leitern erkennen,
- den STO-Status über den Rückmeldeausgang auswerten,
- Diagnosetests durchführen (siehe [Diagnose](#)),
- im Fehlerfall den sicheren Zustand gewährleisten und verhindern, dass die STO-Funktion deaktiviert wird.

3 Allgemeine Sicherheits- und Warnhinweise

Beachten Sie die Sicherheits- und Warnhinweise in allen Dokumenten (siehe Produktdokumentation) und die generellen Sicherheitsvorschriften und Hinweise im *Technischen Handbuch N6*.

VORSICHT!

Der Verlust der Sicherheitsfunktion führt möglicherweise zu Verletzungen!



- ▶ Beachten Sie die Einsatzbedingungen für die STO-Funktion und das Produkt N6-...-S.
- ▶ Überbrücken Sie die STO-Funktion nicht.
- ▶ Verwenden Sie die STO-Funktion erst, wenn alle Schutzmaßnahmen eingerichtet sind und die Validierung der Maschine/Anlage nach der Inbetriebnahme abgeschlossen ist.

VORSICHT!

Verletzungsgefahr durch Ruck-Bewegung der Motorwelle bei Ausfall der Leistungsendstufe des Motors bei aktivierter STO-Funktion!



Bei einem Mehrfachfehler (gleichzeitiger Kurzschluss von zwei Treibern in zwei unterschiedlichen Phasen) kann trotz korrekter Abschaltung ein Strom fließen, der den Rotor um maximal eine Polteilung dreht.

4 Beschreibung der Sicherheitsfunktion STO

Die STO-Funktion ist für Applikationen konzipiert, in denen das Moment des Motors sicher abgeschaltet werden muss. Die STO-Funktion kann von einer übergeordneten Sicherheitssteuerung oder einem Sicherheitsschaltgerät angefordert werden, als Reaktion auf ein externes Ereignis (z. B. das Betätigen eines Not-Aus-Schalters oder das Öffnen einer Schutztür).

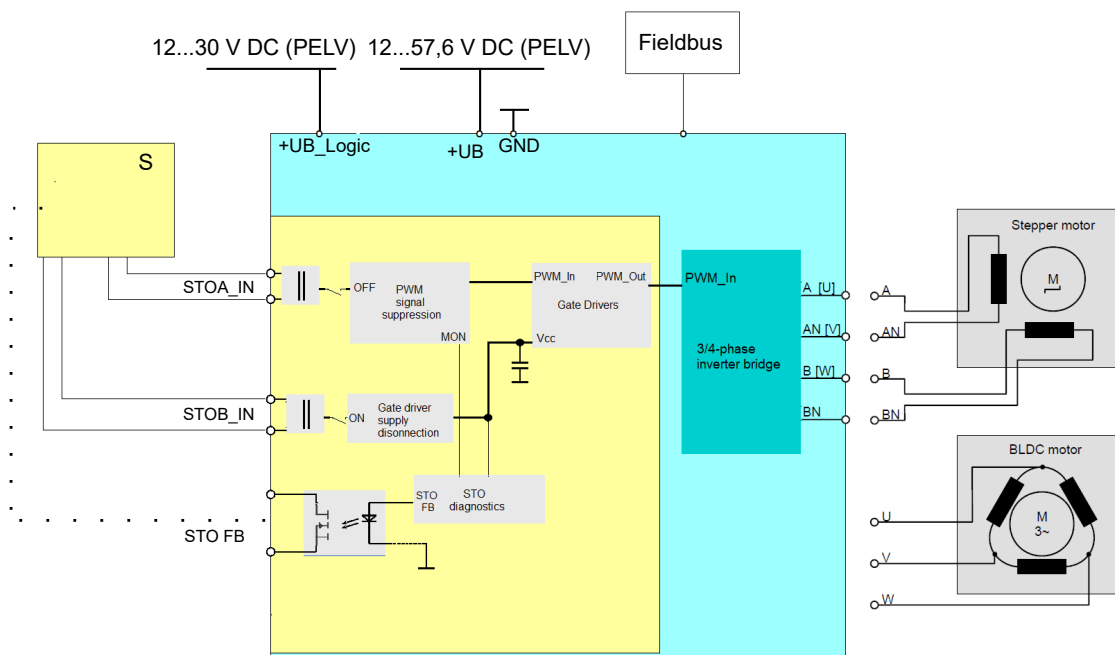
Die STO-Funktion wird zweikanalig über die zwei STO-Eingänge (*STOA_IN* und *STOB_IN*) angefordert, ohne Involvement von Software.

Solange eine Freigabespannung an beiden STO-Eingängen anliegt, ist die STO-Funktion inaktiv. Die Gate-Treiber der Leistungshalbleiter werden versorgt und der Motor kann betrieben werden.

Bei Verlust dieser Freigabespannung an den STO-Eingängen wird die Versorgung für die Gate-Treiber der Leistungshalbleiter sicher abgeschaltet, die den Strom für die Motorwicklungen liefern. Der Motor kann demzufolge kein Dreh- oder Haltemoment erzeugen.

Ein Rückmeldeausgang (*STO_FB*) zeigt den Status der STO-Funktion an und soll von der übergeordneten Sicherheitssteuerung zur Diagnose verwendet werden.

Die folgende Abbildung zeigt das Funktionsprinzip der STO-Funktion und die relevanten Schnittstellen von N6-...-S.



S: externes Sicherheitsschaltgerät / SPS

STOA_IN / STOB_IN: STO-Eingänge

STO FB: Rückmeldeausgang

+UB_Logic: Logikspannung; versorgt den Controller (Kommunikation/Logik) und den Rückmeldeausgang

+UB: Hauptversorgung (Motor/Leistungsendstufe)

Abb. 1: Funktionsprinzip der STO-Funktion in N6-...-S

Der Motor wird nicht aktiv gebremst. Er kommt von selbst zum Stillstand, wenn keine externen Kräfte auf die Motorwelle wirken. Die Zeit, bis der Motor zum Stillstand kommt, hängt von den externen Kräften und der Massenträgheit der Last ab.

Im Stillstand erzeugt der Motor kein Haltemoment und die Motorwelle kann sich durch externe Kräfte bewegen. Der Motor bleibt momentfrei und kann nicht wieder anlaufen, bis die Freigabespannung wieder an beiden STO-Eingängen liegt.

4.1 Ansteuerung der STO-Funktion

Die STO-Funktion wird über die STO-Eingänge *STOA_IN* und *STOB_IN* angesteuert. Um die STO-Funktion anzufordern, muss die übergeordnete Sicherheitssteuerung oder das Sicherheitsschaltgerät die Spannung an den STO-Eingängen abschalten (siehe Schaltschwellen im Kapitel Anschlüsse und elektrische Eigenschaften). Eine STO-Anforderung ist gültig erst, wenn beide STO-Eingänge abgeschaltet wurden.

Während der Schaltzeit $t_{\text{STO_ON}}$ werden alle internen Elektronik-Komponenten entladen, die Energie speichern (Kondensatoren). Nach Ablauf der Zeit $t_{\text{STO_ON}}$ ist die STO-Funktion aktiviert und der Motor momentfrei.

Der Motor bleibt momentfrei und kann nicht wieder anlaufen, bis beide STO-Eingänge wieder auf High gesetzt werden.

Während der Schaltzeit $t_{\text{STO_OFF}}$ werden alle internen Elektronik-Komponenten wieder aufgeladen. Nach Ablauf der Zeit $t_{\text{STO_OFF}}$ ist die STO-Funktion inaktiv und der Motor kann wieder betrieben werden.

Die Schaltzeiten hängen von der Eingangsspannung ab und können maximal 50 ms für $t_{\text{STO_ON}}$ und 100 ms für $t_{\text{STO_OFF}}$ betragen.

Die folgende Abbildung zeigt das Zeitverhalten beim Aktivieren/Deaktivieren der STO-Funktion.

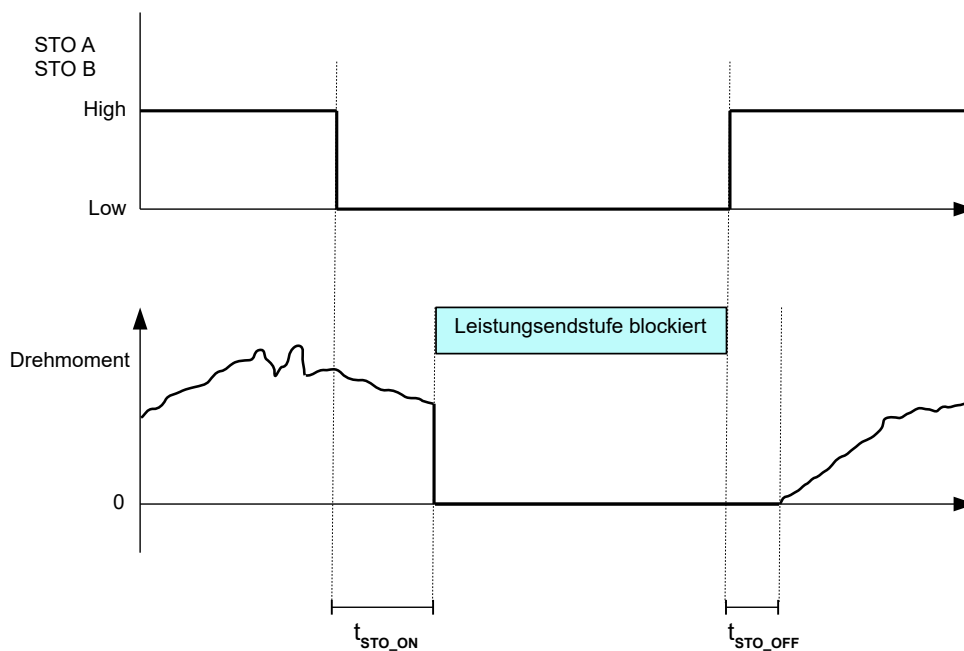


Abb. 2: Aktivierung und Deaktivierung der STO-Funktion

N6-...-S befindet sich nach Aktivierung der STO-Funktion im Fehler-Status.

Nachdem Sie die STO-Funktion deaktiviert haben, müssen Sie den Fehler in N6-...-S quittieren, damit weitere Befehle angenommen werden können. Weitere Details dazu finden Sie im Kapitel *CiA 402 Power State Machine* im technischen Handbuch N6.

Diese Funktion wird jedoch von der Firmware von N6-...-S gesteuert und soll nicht als sicher betrachtet werden.

VORSICHT!

Verletzungen durch unerwarteten Anlauf des Antriebs!



N6-...-S kann Drehmoment nach Wiederherstellung der Freigabespannung an den STO-Eingängen erzeugen und bei Fehlprogrammierung sofort anlaufen.

- ▶ Verwenden Sie für die Ansteuerung der STO-Funktion ein Sicherheitsschaltgerät entsprechend der für die Applikation geforderten Sicherheitskategorie.
- ▶ Deaktivieren Sie die STO-Funktion erst, wenn Sie sichergestellt haben, dass keine Personen oder Gegenstände gefährdet werden können.

4.2 Rückmeldeausgang

N6-...-S verfügt über eine interne Diagnose-Funktion, die den Status der STO-Funktion über den Rückmeldeausgang *STO FB* an die übergeordnete Sicherheitssteuerung melden kann.

Der Rückmeldeausgang ist als Schalter realisiert und wird auf *High* (Halbleiter-Relais schaltet) gesetzt, wenn die Versorgungsspannung für beide Treiber der Leistungshalbleiter unterhalb der Ausschaltswelle (5 V) ist. Das zeigt, dass die STO-Funktion aktiviert ist und sie zwei-kanalig angefordert wurde.

In jedem anderen Fall steht der Rückmeldeausgang auf *Low* (Halbleiter-Relais schaltet nicht).

Die elektrischen Eigenschaften des Rückmeldeausgangs finden Sie im Kapitel Anschlüsse und elektrische Eigenschaften.

Die übergeordnete Sicherheitssteuerung kann den Rückmeldeausgang auswerten, um mögliche Fehler bei der STO-Funktion zu entdecken. Weitere Details finden Sie im Kapitel Diagnose.

5 Technische Daten und Anschlüsse

HINWEIS



Die allgemeinen technischen Daten, weitere Anschlussdaten und eine vollständige Beschreibung des Geräts finden Sie im *technischen Handbuch N6* auf www.nanotec.de.

5.1 Sicherheitskennwerte

HINWEIS



Folgende Werte gelten für die aktuelle Hardware-Version des Produkts. Diese können von den Werten im Zertifikat auf der Produkt-Webseite abweichen, die für die Version "0" des Produkts berechnet wurden.

Tabelle 2: Sicherheitskennwerte

Kennwert	Wert	Beschreibung
Sicherheitsfunktion	STO	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Safe Torque Off</i> nach EN 61800-5-2 mit SIL3 ■ <i>Safe Torque Off</i> nach ISO 13849-1 mit PLe, Kategorie 3
Safety subsystem type	A	Typ nach EN 61800-5-2
SIL CL	3	<i>Safety Integrity Level capability</i> (Sicherheitsintegritätslevel) nach EN 61800-5-2
PL	e	<i>Performance Level</i> nach ISO 13849-1
Kategorie	3	<i>Kategorie</i> nach ISO 13849-1
DC _{avg}	95,03 %	<i>Average Diagnostic Coverage</i> (Mittlerer Diagnosedeckungsgrad) nach ISO 13849-1
HFT	1	<i>Hardware Failure Tolerance</i> (Hardware-Fehlertoleranz) nach EN 61800-5-2
SFF	97,68 %	<i>Safe Failure Fraction</i> (Anteil sicherer Ausfälle) nach EN 61800-5-2
λ_{DD}	$2,23 \times 10^{-7}$	<i>Dangerous Detected Failures / hr</i> (gefährliche Ausfälle pro Stunde) nach EN 61800-5-2
λ_s	$2,67 \times 10^{-7}$	<i>Safe Failures / hr</i> (sichere Ausfälle pro Stunde) nach EN 61800-5-2
PFH _D / λ_{DU}	$1,16 \times 10^{-8}$	<i>Probability of dangerous failure per hour</i> (Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde) nach ISO 13849-1 <i>Dangerous Undetected Failures / hr</i> nach EN 61800-5-2
MTTF _d	$4,27 \times 10^2$ Jahre	<i>Mean Time To Dangerous Failure</i> (Mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall für jeden STO-Kanal und das Gesamtsystem) nach ISO 13849-1
Mission Time	20 Jahre	

HINWEIS



Die Erreichung der Sicherheitskennwerte erfordert ggf. zusätzliche Maßnahmen!

- ▶ Führen Sie eine Risikobeurteilung der Applikation durch und informieren Sie ggf. den Endnutzer über alle Restrisiken.
- ▶ Wählen Sie die Bauteile/Komponenten und führen Sie die Verdrahtung entsprechend der geforderten Sicherheitskategorie durch.
- ▶ Beachten Sie die Einsatzbedingungen und führen Sie regelmäßig (mindestens alle drei Monate) die erforderliche Diagnose durch.

5.2 Anschlüsse und elektrische Eigenschaften

Die STO-Anschlüsse befinden sich am Steckverbinder X3.

Alle Anschlüsse (Spannungsversorgung, I/O, Feldbus) sind im *technischen Handbuch N6* beschrieben.

5.2.1 Anschluss X3 - STO

Anschluss für die STO-Signale.

- Typ: Degson 15EDGRHD-3.5-06P-04
- Gegenstecker (im Lieferumfang enthalten): Degson 15EDGKNHBM-3.5 (oder äquivalent)

Der Anschluss befindet sich bei allen Varianten N6-...-S an derselben Stelle, wie in der folgenden Abbildung zu sehen:

Pins 1 und 2 sind unten markiert.

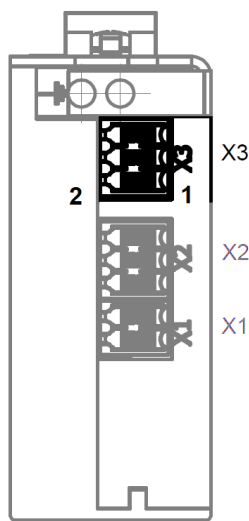


Abb. 3: Pin-Belegung des STO-Anschlusses

5.2.1.1 Pin-Belegung

Tabelle 3: Pin-Belegung des STO-Anschlusses

Pin	Funktion	Bemerkung
1	STOA_IN	STO-Kanal A, PWM-Signalunterdrückung
2	STOA_RTN	GND-Anschluss für STO-Kanal A
3	STO_FBH	STO-Feedback, High: Rückmeldeausgang für den STO-Status, siehe <u>Diagnose</u>
4	STO_FBL	STO-Feedback, Low: Rückmeldeausgang für den STO-Status, siehe <u>Diagnose</u>

Pin	Funktion	Bemerkung
5	STOB_IN	STO-Kanal B, Gate-Treiber-Schalter
6	STOB_RTN	GND-Anschluss für STO-Kanal B

5.2.1.2 Elektrische Eigenschaften

Die STO-Eingänge *STOA_IN* und *STOB_IN* sind von Typ1 (*current sinking digital inputs*) nach IEC 61131-2.

Tabelle 4: Elektrische Eigenschaften der STO-Eingänge

Eigenschaft	Beschreibung/Wert
Spannungsbereich High-Zustand	15...30 V DC
Spannungsbereich Low-Zustand	0...5 V DC
Stromaufnahme High-Zustand	2...15 mA
Überspannungsfestigkeit	bis 60 V DC
Verpolungsschutz	-60...0 V DC

Der Rückmeldeausgang *STO FB* hat folgende Eigenschaften:

Tabelle 5: Elektrische Eigenschaften des Rückmeldeausgangs

Eigenschaft	Beschreibung/Wert
Spannungsbereich Off-Zustand	0...60 V DC
Dauerstrom On-Zustand	bis 100 mA
Widerstand On-Zustand	max. 40 Ω

6 Installation und erste Inbetriebnahme

In diesem Kapitel werden Hinweise zur sichereren Installation der Komponenten innerhalb des Sicherheitskreises der STO-Funktion gegeben.

HINWEIS



Beachten Sie zusätzlich alle Hinweise zur Installation und Inbetriebnahme von N6...-S im *technischen Handbuch N6*.

VORSICHT!



Der Verlust der Sicherheitsfunktion durch falsche Verdrahtung führt möglicherweise zu Verletzungen!

- ▶ Verwenden Sie ausschließlich Bauteile entsprechend der Sicherheitskategorie der Applikation.
- ▶ Verwenden Sie für die Versorgung ausschließlich PELV-Stromkreise nach IEC 60204-1, die (auch im Fehlerfall) eine absolut maximale Spannung von 60 V erlauben.
- ▶ Prüfen Sie die elektrische Installation (Verkabelung, Anschlussbelegung) und validieren Sie die STO-Funktion vor dem erstmaligen Betrieb und nach jedem Eingriff in die Verdrahtung und jedem Austausch von Bauteilen/Betriebsmitteln.
- ▶ Überbrücken Sie die STO-Funktion nicht. Falls die Beschaltung für die erste Inbetriebnahme nicht der geforderten Sicherheitskategorie der Applikation entspricht, entfernen Sie diese unmittelbar nach der ersten Inbetriebnahme.

VORSICHT!



Der Verlust der Sicherheitsfunktion durch elektromagnetische Störungen führt möglicherweise zu Verletzungen!

- ▶ Beachten Sie die maximal zulässige Leitungslänge von 30 m für alle STO-Signale. Längere Leitungen reduzieren die Störfestigkeit (EMV) und erfordern zusätzliche Entstör- und Schutzmaßnahmen.
- ▶ Verwenden Sie geschirmte Leitungen für die STO-Signale.
- ▶ Verlegen Sie Versorgungs-, Signal- und Steuerleitungen räumlich getrennt.

HINWEIS



Beschädigung der Elektronik!

- Ein Wechsel der Verdrahtung im Betrieb kann die Elektronik beschädigen.
- ▶ Führen Sie die Montage, Verdrahtung und Verkabelung nur durch, wenn alle Bauteile im spannungsfreien Zustand sind.

Für die erste Inbetriebnahme und Funktionskontrolle der STO-Funktion, schließen Sie mindestens folgendes an:

- Die Hauptversorgung an $+UB$ (12...57,6 V DC) und die Logikspannung an $+UB_Logic$ (12...30 V DC).
- Die STO-Eingänge $STOA_IN$ und $STOB_IN$, in Parallelschaltung und mit einem Not-Aus-Schalter oder anderem Sicherheitsschaltgerät beschaltet. Sie können $STOA_RTN$ und $STOB_RTN$ an denselben GND anschließen.

- Den Rückmeldeausgang *STO FB*; im folgenden Beschaltungsbeispiel wird dieser von einem Sicherheitsschaltgerät ausgewertet.
- Das Feldbus-Kabel, um ggf. Fahraufträge zu betätigen.

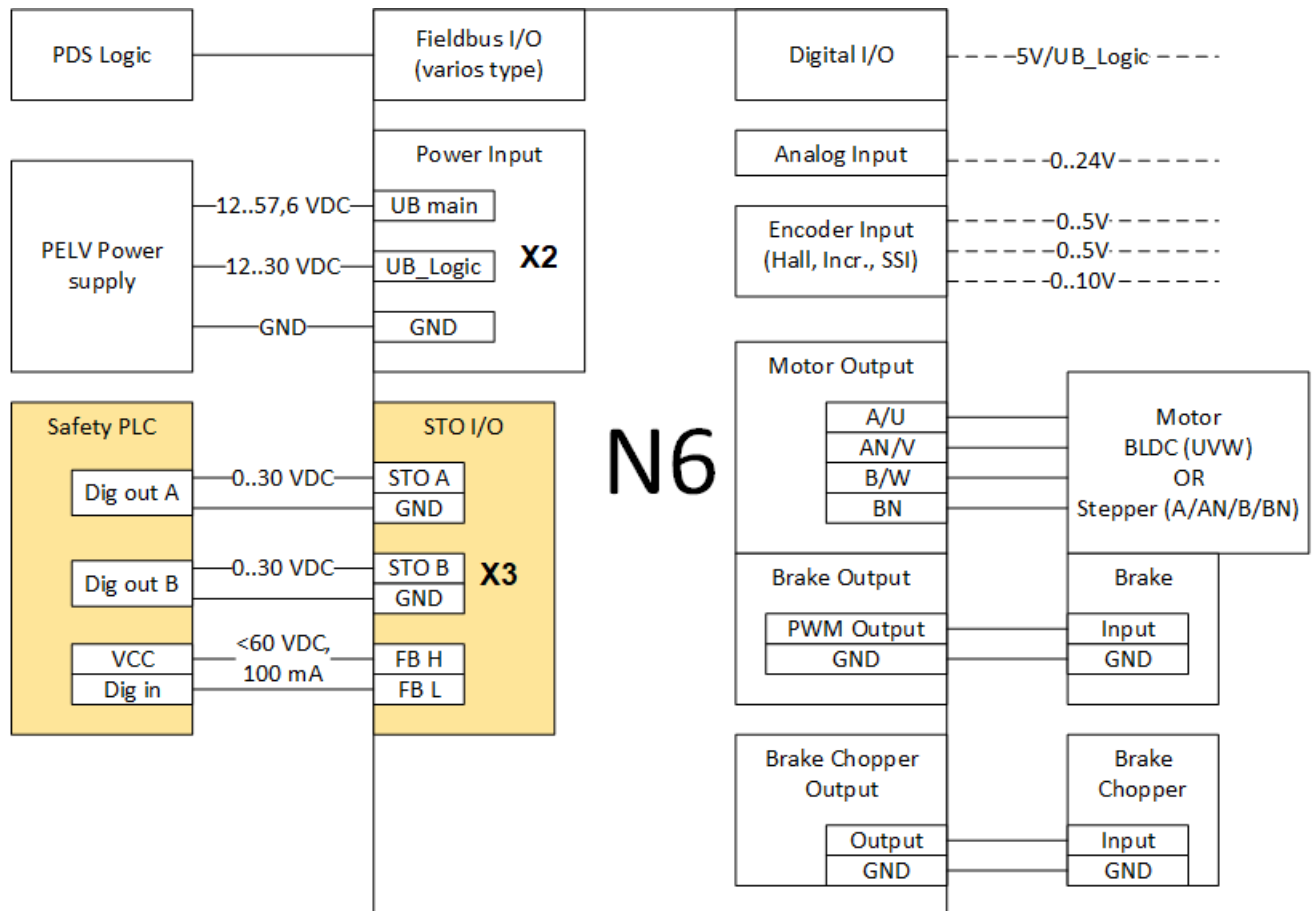


Abb. 4: Beschaltungsbeispiel von N6-...-S für die erste Inbetriebnahme mit STO-Funktion

Führen Sie nach der Installation eine erste Funktionskontrolle durch.

1. Schalten Sie die Spannung an jedem STO-Eingang einzeln ab und achten Sie auf die STO-Statusmeldungen (siehe [STO-Funktionstest](#) und [Status der STO-Funktion](#)).
2. Schalten Sie die Spannung an beiden STO-Eingängen ab, kontrollieren Sie die Reaktion des Motors und achten Sie auf die STO-Statusmeldungen.

7 Diagnose

N6-...-S verfügt über eine interne Diagnose-Funktion, die über den Rückmeldeausgang *STO FB* den Status der STO-Funktion an eine übergeordnete Sicherheitssteuerung meldet.

HINWEIS

Die Gewährleistung des *mittleren Diagnosedeckungsgrads* erfordert die Überwachung des Status der STO-Funktion!



- ▶ Der Zustand des Rückmeldeausgangs *STO FB* muss nach jeder Anforderung der STO-Funktion von der übergeordneten Sicherheitssteuerung ausgewertet werden.
- ▶ Im Fehlerfall muss eine sicherheitsgerichtete Reaktion entsprechend der Sicherheitskategorie der Applikation erfolgen, abhängig von der Einbindung des Geräts in die Steuerkette.

7.1 STO-Funktionstest

Mithilfe der übergeordneten Sicherheitssteuerung testen Sie die STO-Funktion nach der folgenden Prozedur, mindestens alle drei Monate. Sollten Sie bei einer der unten beschriebenen Überprüfungen Abweichungen feststellen, nehmen Sie sofort das Gerät außer Betrieb und tauschen Sie es aus.

STO anfordern

1. *STO A* und *STO B* auf *High* setzen.
2. Prüfen, ob *STO FB Low* (offen) ist.
3. *STO A* auf *Low* setzen.
4. Prüfen, ob *STO FB Low* (offen) ist.
→ *STO* fehlerfrei ausgelöst.
5. *STO A* auf *High* und *STO B* auf *Low* setzen.
6. Prüfen, ob *STO FB Low* (offen) ist.
→ *STO* fehlerfrei ausgelöst.
7. *STO A* und *STO B* auf *Low* setzen.
8. Prüfen, ob *STO FB High* (geschlossen) ist.
→ *STO* fehlerfrei ausgelöst.

STO freigeben

1. *STO A* und *STO B* auf *High* setzen.
2. Prüfen, ob *STO FB Low* (offen) ist.

Nach dem Quittieren des Fehlers durch Setzen von Bit 7 im *Controlword* ist der Motor-Controller wieder bereit, Fahrbefehle anzunehmen und der Motor kann bestromt werden.

7.2 Status der STO-Funktion

In der nachfolgenden Tabelle werden alle möglichen Zustände der STO-Eingänge und des Rückmeldeausgangs und der entsprechende Status der STO-Funktion aufgelistet.

HINWEIS



Im Fehlerfall muss die übergeordnete Sicherheitssteuerung den sicheren Zustand gewährleisten und verhindern, dass weitere Fahrbefehle gesendet werden.

Tabelle 6: STO-Status

STO A	STO B	STO FB	Status
High	High	Low (offen)	STO-Funktion inaktiv, der Motor kann betrieben werden
High	High	High (geschlossen)	STO-Funktion aktiv, obwohl nicht vom Anwender angefordert. Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Fehler im STO-Schaltkreis (offener Schaltkreis, auf Low hängend) ■ Fehler im internen Diagnose-System ■ Fehler am Rückmeldeausgang ■ Fehler in N6-...-S oder Übertemperaturfehler in der STO-Elektronik
High	Low		STO-Funktion aktiv
Low	High	Low (offen)	Diagnose-Test: kein Fehler entdeckt.
High	Low		Diagnose-Test: interner Fehler entdeckt.
Low	High	High (geschlossen)	
Low	Low	High (geschlossen)	STO-Funktion aktiv, Versorgungsspannung für beide Treiber der Leistungshalbleiter unterhalb der Ausschaltsschwelle
Low	Low	High (verzögert)	STO-Funktion wurde mit Verzögerung (>10 ms) aktiviert. Fehler am STO-Kanal A oder B
			STO-Funktion angefordert aber sicherer Zustand nicht zurückgemeldet
Low	Low	Low (offen)	Weist auf mögliche Fehler hin: <ul style="list-style-type: none"> ■ Fehler am STO-Kanal A oder B ■ Fehler im internen Diagnose-System ■ Fehler am Rückmeldeausgang

HINWEIS



Bei einer verpolt angelegten Spannung an den beiden Kontakten *STO-FBH* und *STO-FBL* bleibt der Ausgang unabhängig vom Zustand der STO-Funktion immer auf *High*.

HINWEIS

Die STO-Funktion wird im Fall eines relevanten Fehlers in N6-...-S vom Controller automatisch angefordert.

Das erfolgt durch die nicht sicherheitsrelevante Firmware von N6-...-S.



Bei einem Fehler, wie z. B. Übertemperatur oder Unter- / Überspannung:

- fordert N6-...-S selbsttätig die STO-Funktion an, unabhängig vom Zustand der STO-Eingänge,
- eine Bestätigung wird über den Rückmeldeausgang *STO FB* ausgegeben (Zustand des Ausgangs ist High),
- das Fehler-Bit im Statusword (Objekt 6041_h) des N6-...-S wird gesetzt und ein genauerer Fehlercode wird im Objekt 1003_h hinterlegt und über den Feldbus zur Verfügung gestellt.

7.3 Übertemperaturschutz

Ab einer Temperatur von 75°C auf der STO-Platine wird die STO-Funktion automatisch angefordert, unabhängig vom Zustand der STO-Eingänge.

Eine Bestätigung wird über den Rückmeldeausgang *STO FB* ausgegeben (Zustand des Ausgangs ist High) und ein Fehler wird in N6-...-S registriert.

Nach Abkühlung und Quittierung des Fehlers kann die STO-Funktion wieder verwendet werden.

8 Wartung und Service

N6-...-S ist wartungsfrei, eine regelmäßige Funktionsprüfung der Sicherheitsfunktion von einer Fachkraft ist dennoch erforderlich.

Die Häufigkeit der Funktionsprüfungen hängt von der Sicherheitskategorie der Maschine/Anlage ab, die STO-Funktion soll mindestens alle drei Monate geprüft werden.



HINWEIS

Bei Defekten am Gerät führen Sie keine Reparatur durch, tauschen Sie das komplette Produkt aus.