Produkthandbuch

STO (Safe Torque Off) für die Servopositionierregler MDR 2000 SE

MATTKE AG
Leinenweberstraße 12
D-79108 Freiburg
Germany

Telefon: +49 (0)761- 15 23 4-0
Telefax: +49 (0)761- 15 23 4-56
E-Mail: info@mattke.de
http://www.mattke.de

Originalbetriebsanleitung

Urheberrechte
© 2012 Mattke AG. Alle Rechte vorbehalten.
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. Für die Geräte und zugehörige Programme in der dem Kunden überlassenen Fassung gewährleistet Mattke den vertragsgemäßen Gebrauch in Übereinstimmung mit der Nutzerdokumentation. Im Falle erheblicher Abweichungen von der Nutzerdokumentation ist Mattke zur Nachbesserung berechtigt und, soweit diese nicht mit unangemessen Aufwand verbunden ist, auch verpflichtet. Eine eventuelle Gewährleistung erstreckt sich nicht auf Mängel, die durch Abweichen von den für das Gerät vorgesehenen und in der Nutzerdokumentation angegebenen Einsatzbedingungen verursacht werden.
Mattke übernimmt keine Gewähr dafür, dass die Produkte den Anforderungen und Zwecken des Erwerbers genügen oder mit anderen von ihm ausgewählten Produkten zusammenarbeiten. Mattke übernimmt keine Haftung für Folgeschäden, die im Zusammenwirken der Produkte mit anderen Produkten oder aufgrund unsachgemäßer Handhabung an Maschinen oder Anlagen entstehen.
Mattke 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.

Warenzeichen
Alle Produktnamen in diesem Dokument können eingetragene Warenzeichen sein. Alle Warenzeichen in diesem Dokument werden nur zur Identifikation des jeweiligen Produkts verwendet.
ServoCommander™ ist ein eingetragenes Warenzeichen der Mattke AG.

Revisionsinformation	
Ersteller:	Mattke AG
Handbuchname:	Produkthandbuch „STO (Safe Torque Off) für die Servopositionierregler MDR 2000 SE“
Dateiname:	P-HB_STO_MDR2000SE_2p0_DE.docx
Version 2.0	Februar 2013

Kennzeichnung von Gefahren und deren Vermeidung:

Gefahr
Unmittelbare Gefahren, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen werden.

Warnung
Gefahren, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen können.

Vorsicht
Gefahren, die zu leichten Verletzungen oder zu schwerem Sachschaden führen können.

Weitere Symbole:

Hinweis
Sachschaden oder Funktionsverlust.

Empfehlung, Tipp, Verweis auf andere Dokumentationen

Notwendiges oder sinnvolles Zubehör

Information zum umweltschonenden Einsatz

Elektrostatisch gefährdete Bauelemente ESD

Textkennzeichnungen:

❖ Tätigkeiten, die in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden können.

1. Tätigkeiten, die in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden sollen.

– Allgemeine Aufzählungen

INHALTSVERZEICHNIS

1 SICHERHEIT UND VORAUSSETZUNGEN FÜR DEN PRODUKTEINSATZ...11

1.1 Sicherheit....11

1.1.1 Allgemeine Sicherheitshinweise....11

1.1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung....12

1.1.3 Vorhersehbare Fehlanwendung....12

1.1.4 Erreichbares Sicherheitsniveau, Sicherheitsfunktion nach EN ISO 13849-1 / EN 61800-5-2....13

1.2 Voraussetzungen für den Produkteinsatz....13

1.2.1 Technische Voraussetzungen....13

1.2.2 Qualifikation des Fachpersonals (Anforderungen an das Personal)....13

1.2.3 Diagnosedeckungsgrad (DC)....13

1.2.4 Einsatzbereich und Zulassungen....14

2 PRODUKTBESCHREIBUNG MDR 2000 SE MIT INTEGRIERTER STO-FUNKTION....15

2.1 Produktübersicht....15

2.1.1 Einsatzzweck....15

2.1.2 Unterstützende Geräte....15

2.1.3 Anschlüsse....16

2.2 Funktion und Anwendung....16

2.2.1 Beschreibung der Sicherheitsfunktion STO....17

2.2.2 Übersicht Schnittstelle [X40]....18

2.2.3 Steuereingänge STO-A, 0V-A / STO-B, 0V-B [X40]....19

2.2.3.1 Diskrepanzzeit....20

2.2.3.2 Testimpulse....20

2.2.4 Rückmeldekontakt C1, C2 [X40]....20

2.2.5 Hilfsversorgung 24V, 0V [X40]....20

2.3 Funktionalitäten im Servopositionierregler MDR 2000 SE....21

2.4 Zeitverhalten....24

2.4.1 Basis-Zeitverhalten STO....24

2.4.2 Zeitverhalten Aktivierung STO im Betrieb mit Wiederanlauf....25

2.4.3 Zeitverhalten Aktivierung SS1 im Betrieb mit Wiederanlauf....27

3 MONTAGE UND INSTALLATION....29

3.1 Montage / Demontage....29

3.2 Elektrische Installation....29

3.2.1 Sicherheitshinweise....29

3.2.2 ESD-Schutz....29

3.2.3 Anschluss [X40]....30

3.2.4 Mindestbeschaltung für die Erstinbetriebnahme [X40] 30
3.3 Schaltungsbeispiele 31
3.3.1 Sichere Momentabschaltung (STO, „Safe Torque Off“) 31
3.3.2 Verzögern und sichere Momentabschaltung (SS1, „Safe Stop 1“) 32

4 INBETRIEBNAHME 34
4.1 Vor der Inbetriebnahme 34
4.2 Parametrierung mit dem Mattke AG ServoCommander™ 35
4.2.1 Typanzeige Regler und Sicherheitsfunktion 36
4.2.2 Statusanzeige der Zustandsmaschine 36
4.2.3 Fenster „Sicherheitsmodul (integriert)“ 36
4.2.3.1 Info 37
4.2.3.2 Status-LEDs der Zustandsmaschine 38
4.3 Funktionstest, Validierung 39

5 BEDIENUNG UND BETRIEB 41
5.1 Verpflichtungen des Betreibers 41
5.2 Wartung und Pflege 41
5.3 Schutzfunktionen 41
5.3.1 Spannungsüberwachung 41
5.3.2 Überspannungs- und Verpolschutz 41
5.4 Diagnose und Störungsbeseitigung 42
5.4.1 Anzeige am Servopositionierregler 42
5.4.2 Störungsmeldungen 42

6 UMBAU 44
6.1 Reparatur und Tausch der integrierten STO-Schaltung 44
6.2 Ersatz der bisherigen Gerätegeneration MDR 2000 durch den MDR 2000 SE 44
6.2.1 MDR 2000 44
6.2.2 MDR 2000 SE 44
6.2.3 Änderungen der Anschlussverdrahtung 44
6.2.4 Hinweise zur Projektierung 45

7 TECHNISCHER ANHANG 46
7.1 Technische Daten 46
7.1.1 Sicherheitstechnik 46
7.1.2 Allgemein 47
7.1.3 Betriebs- und Umgebungsbedingungen 48
7.1.4 Elektrische Daten 49

8 GLOSSAR 51

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anschlüsse des MDR 2000 SE für die STO-Funktion 16
Abbildung 2: „Sicher abgeschaltetes Moment“ – Funktionsprinzip beim MDR 2000 SE..... 17
Abbildung 3: Basis-Zeitverhalten beim Aktivieren und Deaktivieren der Sicherheitsfunktion STO .. 24
Abbildung 4: Zeitverhalten beim Aktivieren der Sicherheitsfunktion STO mit Wiederanlauf 25
Abbildung 5: Zeitverhalten beim Aktivieren der Sicherheitsfunktion SS1 (externe Beschaltung) mit Wiederanlauf 27
Abbildung 6: Anschluss der integrierten STO-Funktion, Beispiel einphasiger Servopositionierregler MDR 2000 SE 31
Abbildung 7: Schaltungsbeispiel „Verzögern und sichere Momentabschaltung“ (SS1, „Safe Stop 1“), Beispiel einphasiger Servopositionierregler MDR 2000 SE 32
Abbildung 8: Typanzeige der Sicherheitsfunktion und erweitertes Status-Fenster 35
Abbildung 9: Symbolleiste für Schnellzugriff mit der Schaltfläche „Safety“ 36
Abbildung 10: Fenster Sicherheitsmodul (integriert)..... 37

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Dokumentationen zu den Servopositionierreglern MDR 2000 SE 10
Tabelle 2: Übersicht Gerätefamilie MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion 15
Tabelle 3: Funktion der Anschlüsse des Servopositionierreglers..... 19
Tabelle 4: Erfassungs- und Reaktionszeiten der Treiberversorgungsspannung 23
Tabelle 5: Zeitangaben zu Abbildung 3 24
Tabelle 6: Zeitangaben zu Abbildung 4 26
Tabelle 7: Zeitangaben zu Abbildung 5 28
Tabelle 8: Steckerbelegung [X40]..... 30
Tabelle 9: Bedeutung der LEDs zur Statusanzeige im Fenster „Sicherheitsmodul (integriert)“... 38
Tabelle 10: Fragen für die Validierung nach EN ISO 12100-1:2010 (Beispiel)..... 39
Tabelle 11: Fragen für die Validierung nach EN ISO 13849-1 und -2 (Beispiel)..... 40
Tabelle 12: Sieben-Segment-Anzeige am Servopositionierregler..... 42
Tabelle 13: Störungsmeldungen in Zusammenhang mit der integrierten STO-Schaltung..... 43
Tabelle 14: Technische Daten: Sicherheitskennzahlen 46
Tabelle 15: Technische Daten: Sicherheitsangaben..... 47
Tabelle 16: Technische Daten: Zulassungen 47
Tabelle 17: Technische Daten: Umgebungsbedingungen und Qualifikation 48
Tabelle 18: Technische Daten: Elektrische Daten der Eingänge STO-A und STO-B..... 49
Tabelle 19: Typische Abschaltzeit und minimale Toleranzzeit für Testimpulse (OSSD-Signale) .. 49
Tabelle 20: Technische Daten: Elektrische Daten des Rückmeldekontaktes C1/C2..... 50
Tabelle 21: Technische Daten: Elektrische Daten des Hilfsversorgungs-Ausgangs 50
Tabelle 22: Technische Daten: Galvanische Trennung [X40] 50
Tabelle 23: Technische Daten: Verkabelung an [X40] 50
Tabelle 24: Begriffe und Abkürzungen 51

Hinweise zum vorliegenden Produkthandbuch

Dieses Produkthandbuch dient zum sicheren Arbeiten mit der Sicherheitsfunktion STO – „Safe Torque Off“ gemäß EN 61800-5-2 durch Verwendung eines Servopositionierreglers der Gerätefamilie MDR 2000 SE (Standard Edition), im Folgenden als „MDR 2000 SE“ bezeichnet.

❖ Beachten Sie unbedingt zusätzlich die „Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen“ zu den Servopositionierreglern MDR 2000 SE.

Die „Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen“ zu den Servopositionierreglern MDR 2000 SE finden Sie in den Produkthandbüchern gemäß Tabelle 1.
Beachten Sie die Informationen zur Sicherheit und zu den Voraussetzungen für den Produkteinsatz in Abschnitt 1.2.

Produktidentifikation

Das vorliegende Produkthandbuch bezieht sich auf folgende Versionen:

- Servopositionierregler MDR 2000 SE mit STO-Funktion ab Revision 1.0
- Servopositionierregler MDR 2000 SE, Firmware ab Version 4.0.0.1.1.
- Parametriersoftware Mattke ServoCommander™ ab Version 4.0 KM Release 2.0.

Support

Bitte wenden Sie sich bei technischen Fragen an Ihren zuständigen Vertriebspartner.

Dokumentationen

Weitere Informationen zu den Servopositionierreglern finden Sie in den folgenden Dokumentationen:

Anwenderdokumentation zu den Servopositionierreglern MDR 2000 SE	
Name, Typ	**Inhalt**
Produkthandbuch “Servopositionierregler MDR 2100 SE”	Beschreibung der technischen Daten und der Gerätefunktionalität sowie Hinweise zur Installation und Betrieb der Servopositionierregler MDR 2102 SE, MDR 2105 SE und MDR 2108 SE.
Produkthandbuch “Servopositionierregler MDR 2300 SE”	Beschreibung der technischen Daten und der Gerätefunktionalität sowie Hinweise zur Installation und Betrieb der Servopositionierregler MDR 2302 SE, MDR 2305 SE und MDR 2310 SE.
Produkthandbuch „STO (Safe Torque Off) für die Servopositionierregler MDR 2000 SE“	Beschreibung der Funktionalen Sicherheitstechnik für die Servopositionierregler MDR 2000 SE mit der Sicherheitsfunktion STO (dieses Produkthandbuch).
Montageanleitung (“Mounting Instructions“) „Servo Positioning Controllers MDR 2100 SE (in englischer Sprache)	Anleitung zur Inbetriebnahme der Servopositionierregler MDR 2102 SE, 2105 SE und 2108 SE.
Montageanleitung (“Mounting Instructions“) „Servo Positioning Controllers MDR 2300 SE (in englischer Sprache)	Anleitung zur Inbetriebnahme der Servopositionierregler MDR 2302 SE, MDR 2305 SE und MDR 2310 SE.

Tabelle 1: Dokumentationen zu den Servopositionierreglern MDR 2000 SE

Diese Dokumente stehen auf unserer Homepage zum Download zur Verfügung: **Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.**.

1 Sicherheit und Voraussetzungen für den Produkteinsatz

1.1 Sicherheit

1.1.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

❖ Beachten Sie unbedingt zusätzlich die „Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen“ zu den Servopositionierreglern MDR 2000 SE.

Die „Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen“ zu den Servopositionierreglern MDR 2000 SE finden Sie in den Produkthandbüchern gemäß Tabelle 1.

➔ **Hinweis**
Verlust der Sicherheitsfunktion.
Nicht-Einhalten von Umgebungs- und Anschlussbedingungen kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.

❖ Halten Sie die spezifizierten Umgebungs- und Anschlussbedingungen ein, insbesondere die Eingangsspannungstoleranzen ➔ Technische Daten, Anhang 7.1.

➔ **Hinweis**
Beschädigung des Servopositionierreglers durch unsachgemäße Handhabung.

❖ Vor Montage- und Installationsarbeiten Versorgungsspannungen ausschalten. Versorgungsspannungen erst dann einschalten, wenn Montage- und Installationsarbeiten vollständig abgeschlossen sind.

❖ Beachten Sie die Handhabungsvorschriften für elektrostatisch gefährdete Bauelemente.

1.1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Servopositionierregler MDR 2000 SE hat folgende Sicherheitsfunktion fest integriert:
- Sicher abgeschaltetes Moment – „Safe Torque Off“ (STO) mit SIL 3 gemäß EN 61800-5-2 / EN 62061 / IEC 61508 bzw. Kategorie 4 / PL e gemäß EN ISO 13849-1.

Der Servopositionierregler MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion ist ein Produkt mit sicherheitsrelevanten Funktionen und zum Einbau in Maschinen bzw. automatisierungstechnischen Anlagen bestimmt und folgendermaßen einzusetzen:
- im technisch einwandfreien Zustand,
- im Originalzustand ohne eigenmächtige Veränderungen,
- innerhalb der durch die technischen Daten definierten Grenzen des Produkts (➔ Anhang 7.1),
- im Industriebereich.

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

1.1.3 Vorhersehbare Fehlanwendung

Zur nicht bestimmungsgemäßen Verwendung gehören folgende vorhersehbare Fehlanwendungen:
- 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.

➔ **Hinweis**
- Die Funktion STO ist bei Antrieben, auf die ein permanentes Moment wirkt (z.B. hängende Lasten), als alleinige Sicherheitsfunktion nicht ausreichend.
- Die Überbrückung von Sicherheitseinrichtungen ist unzulässig.
- Reparaturen am Gerät sind unzulässig!

i Die Funktion STO (Safe Torque Off) schützt **nicht** gegen elektrischen Schlag, sondern ausschließlich gegen gefährliche Bewegungen!
➔ Produkthandbuch „Servopositionerregler MDR 2100 SE“
➔ Produkthandbuch „Servopositionerregler MDR 2300 SE“

1.1.4 Erreichbares Sicherheitsniveau, Sicherheitsfunktion nach EN ISO 13849-1 / EN 61800-5-2

Der Servopositionierregler MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion erfüllt die Anforderungen der Prüfgrundlagen:

- Kategorie 4 / PL e nach EN ISO 13849-1,
- SIL CL 3 nach EN 61800-5-2 / EN 62061 / IEC 61508,

und kann in Anwendungen bis Kat. 4 / PL e nach EN ISO 13849-1 und SIL 3 nach EN 62061 / IEC 61508 eingesetzt werden.
Das erreichbare Sicherheitsniveau hängt von den weiteren Komponenten ab, die zur Realisierung einer Sicherheitsfunktion genutzt werden.

1.2 Voraussetzungen für den Produkteinsatz

- ❖ Stellen Sie diese Dokumentation dem Konstrukteur, Monteur und dem für die Inbetriebnahme zuständigen Personal der Maschine oder Anlage, an der dieses Produkt zum Einsatz kommt, zur Verfügung.
- ❖ Stellen Sie sicher, dass die Vorgaben der Dokumentation stets eingehalten werden. Berücksichtigen Sie hierbei auch die Dokumentation zu den weiteren Komponenten (z.B. Servopositionierregler, Leitungen usw.).
- ❖ Berücksichtigen Sie die für den Bestimmungsort geltenden gesetzlichen Regelungen sowie:
  - Vorschriften und Normen,
  - Regelungen der Prüforganisationen und Versicherungen,
  - nationale Bestimmungen.
- ❖ Bei Not-Halt-Anwendungen muss ein Schutz gegen automatischen Wiederanlauf entsprechend der geforderten Sicherheitskategorie vorgesehen werden. Dies kann z.B. über ein externes Sicherheitsschaltgerät erfolgen.

1.2.1 Technische Voraussetzungen

Allgemeine, stets zu beachtende Hinweise für den ordnungsgemäßen und sicheren Einsatz des Produkts:

- ❖ Halten Sie die in den technischen Daten spezifizierten Anschluss- und Umgebungsbedingungen des Servopositionierreglers (➔ Anhang 7.1), sowie aller angeschlossenen Komponenten ein. Nur die Einhaltung der Grenzwerte bzw. der Belastungsgrenzen ermöglicht ein Betreiben des Produkts gemäß den einschlägigen Sicherheitsrichtlinien.
- ❖ Beachten Sie die Hinweise und Warnungen in dieser Dokumentation.

1.2.2 Qualifikation des Fachpersonals (Anforderungen an das Personal)

Das Gerät darf nur von einer elektrotechnisch befähigten Person in Betrieb genommen werden, die vertraut ist mit:

- der Installation und dem Betrieb von elektrischen Steuerungssystemen,
- den geltenden Vorschriften zum Betrieb sicherheitstechnischer Anlagen,
- den geltenden Vorschriften zur Unfallverhütung und Arbeitssicherheit und
- der Dokumentation zum Produkt.

1.2.3 Diagnosedeckungsgrad (DC)

Der Diagnosedeckungsgrad hängt von der Einbindung der im Servopositionierregler integrierten Sicherheitsfunktion in die Steuerkette sowie von den umgesetzten Maßnahmen zur Diagnose ab. Wenn bei der Diagnose eine Störung erkannt wird, müssen geeignete Maßnahmen zum Erhalt des Sicherheitsniveaus vorgesehen werden.

➔ **Hinweis**
Prüfen Sie, ob in Ihrer Applikation eine Querschlusserkennung des Eingangskreises und der Anschlussverdrahtung erforderlich ist.
Verwenden Sie ggf. ein Sicherheitsschaltgerät mit Querschlusserkennung für die

Ansteuerung der Sicherheitsfunktion.

1.2.4 Einsatzbereich und Zulassungen

Der Servopositionierregler mit integrierter Sicherheitsfunktion ist ein Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie und ist mit dem CE-Kennzeichen versehen.
Normen und Prüfwerte, die das Produkt einhält und erfüllt, finden Sie im Abschnitt „Technische Daten“ (➔ Anhang 7.1). Die produktrelevanten EG-Richtlinien entnehmen Sie bitte der Konformitätserklärung.

Zertifikate und Konformitätserklärungen zu diesem Produkt können unter **Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.** angefordert werden.

2 Produktbeschreibung MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion

2.1 Produktübersicht

2.1.1 Einsatzzweck

Mit zunehmender Automatisierung gewinnt der Schutz von Personen vor gefahrbringenden Bewegungen immer größere Bedeutung. Die funktionale Sicherheit beschreibt erforderliche Maßnahmen durch elektrische oder elektronische Einrichtungen, um Gefahren durch Funktionsfehler zu vermindern oder zu beseitigen. Im normalen Betrieb verhindern Schutzeinrichtungen den menschlichen Zugriff auf Gefahrenstellen. In bestimmten Betriebsarten, z.B. beim Einrichten, müssen sich Personen auch in Gefahrenbereichen aufhalten. In diesen Situationen muss der Maschinenbediener durch antriebs- und steuerungsinterne Maßnahmen geschützt werden.
Die integrierte funktionale Sicherheitstechnik bietet die steuerungs- und antriebsseitigen Voraussetzungen zur optimalen Realisierung von Schutzfunktionen. Die Aufwände bei Planung und Installation sinken. Durch den Einsatz integrierter funktionaler Sicherheitstechnik steigen Maschinenfunktionalität und Verfügbarkeit, im Vergleich zum Einsatz herkömmlicher Sicherheitstechnik.

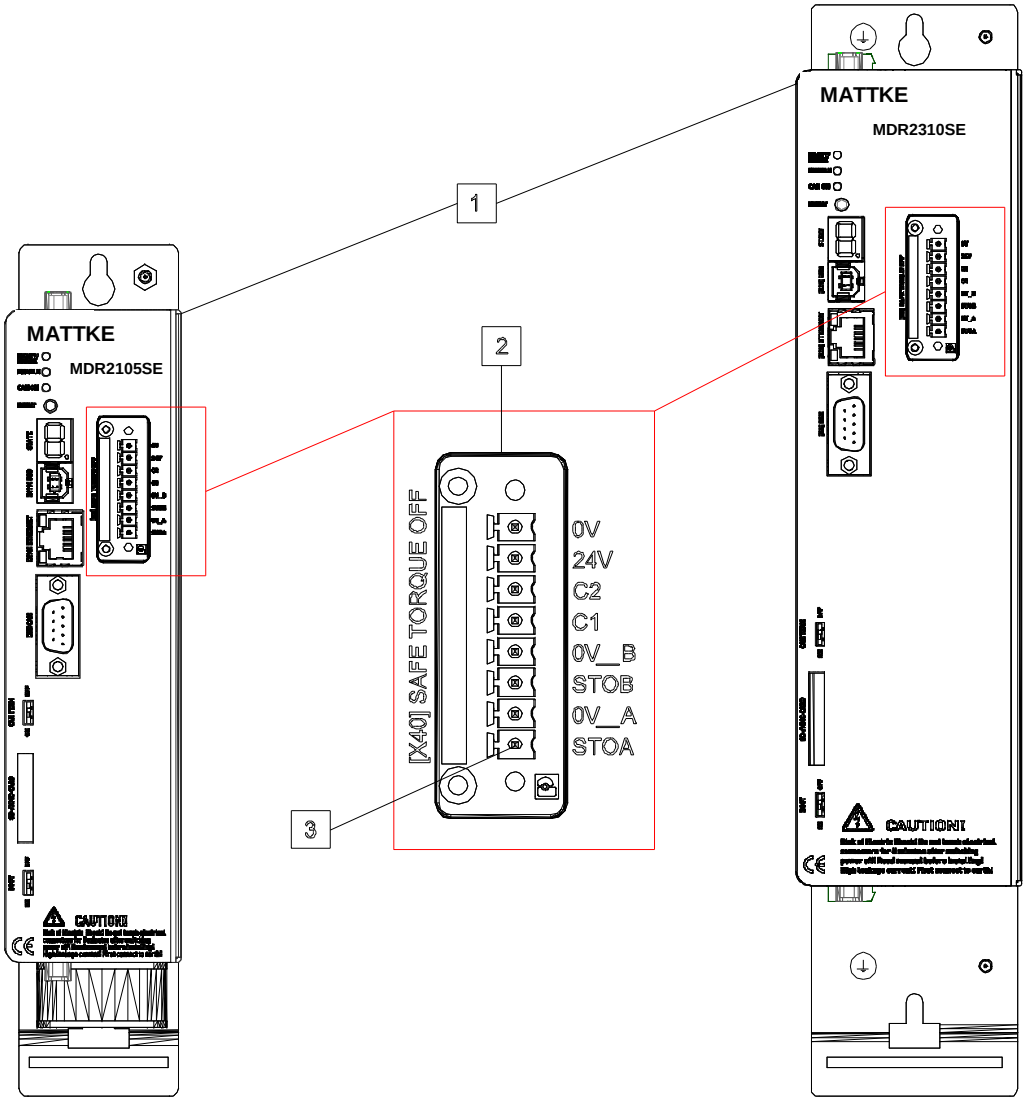
2.1.2 Unterstützende Geräte

Typ	Beschreibung
MDR 2102 SE	Servopositionierregler 1-phasig, 2,5 A Nennstrom
MDR 2105 SE	Servopositionierregler 1-phasig, 5 A Nennstrom
MDR 2108 SE	Servopositionierregler 1-phasig, 8 A Nennstrom
MDR 2302 SE	Servopositionierregler 3-phasig, 2,5 A Nennstrom
MDR 2305 SE	Servopositionierregler 3-phasig, 5 A Nennstrom
MDR 2310 SE	Servopositionierregler 3-phasig, 10 A Nennstrom

Tabelle 2: Übersicht Gerätefamilie MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion

2.1.3 Anschlüsse

Der Servopositionierregler MDR 2000 SE verfügt über eine digitale I/O-Schnittstelle [X40] zur Steuerung der STO-Funktion.



1 Servopositionierregler MDR 2105 SE und MDR 2310 SE
2 Digitale I/O-Schnittstelle [X40] zur Steuerung der STO-Funktion
3 Pin 1 der Schnittstelle [X40]

Abbildung 1: Anschlüsse des MDR 2000 SE für die STO-Funktion

2.2 Funktion und Anwendung

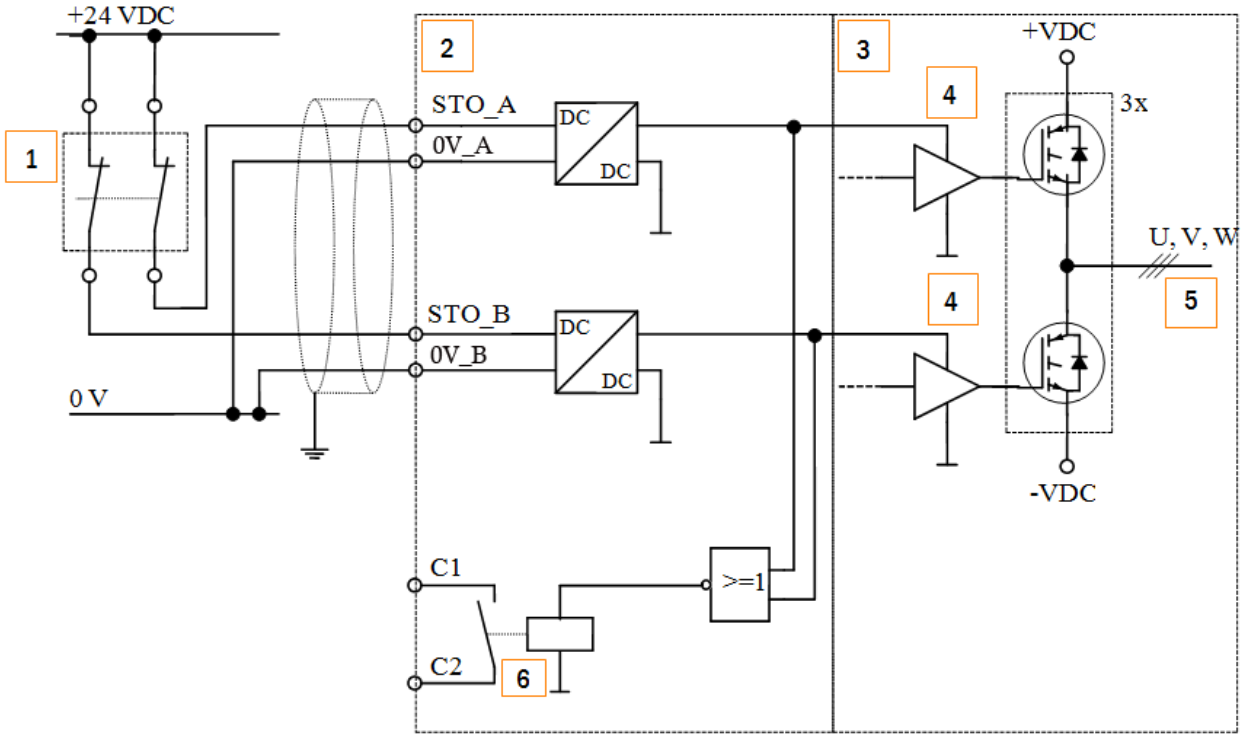
Der Servopositionerregler MDR 2000 SE besitzt folgende Leistungsmerkmale:

- Erreichen der Funktion „Safe Torque Off“ (STO),
- Potentialfreier Rückmeldekontakt für den Betriebsstatus,

Mit einem geeigneten externen Sicherheitsschaltgerät und geeigneter Beschaltung des Servopositionierreglers kann die Funktion "Sicherer Stopp 1" (SS1) realisiert werden.

2.2.1 Beschreibung der Sicherheitsfunktion STO

Nutzen Sie die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ („Safe Torque Off“, STO), wenn Sie in Ihrer Anwendung die Energiezufuhr zum Motor sicher abschalten müssen.
Die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ schaltet die Treiberversorgung für die Leistungshalbleiter ab. Somit wird verhindert, dass die Leistungsendstufe die vom Motor benötigte Spannung liefert und dass der Motor unerwartet anläuft, siehe Abbildung 2.



1 Sicherheitskreis (Schalter, Relais, Sicherheitsschaltgerät)
2 Integrierte STO-Funktion
3 Leistungsendstufe im MDR 2000 SE (nur eine Phase dargestellt)
4 Treiberversorgung
5 Motoranschluss
6 Rückmeldekontakt

Abbildung 2: „Sicher abgeschaltetes Moment“ – Funktionsprinzip beim MDR 2000 SE

Bei aktiver Sicherheitsfunktion STO „Safe Torque Off“ ist die Energieversorgung zum Antrieb sicher unterbrochen. Der Antrieb kann kein Drehmoment und somit auch keine gefährlichen Bewegungen erzeugen. Bei hängenden Lasten oder anderen externen Kräften sind zusätzliche Maßnahmen vorzusehen, die ein Absacken sicher verhindern (z.B. mechanische Haltebremsen). Im Zustand STO „Safe Torque Off“ erfolgt keine Überwachung der Stillstandsposition.
Das Stillsetzen der Maschine muss sicherheitsgerichtet herbeigeführt und sichergestellt werden, z.B. über ein Sicherheitsschaltgerät. Dies gilt insbesondere für Vertikalachsen ohne selbsthemmende Mechanik, Feststelleinheit oder Gewichtsausgleich.

➔ **Hinweis**
Es besteht die Gefahr des Anruckens des Antriebs bei Mehrfachfehlern im MDR 2000 SE. Falls während des Zustands STO die Endstufe des Servopositionierreglers ausfällt (gleichzeitiger Kurzschluss von 2 Leistungshalbleitern in unterschiedlichen Phasen), kann es zu einer begrenzten Rast-Bewegung des Rotors kommen. Der Drehwinkel / Weg entspricht einer Polteilung. Beispiele:
- Rotative Achse, Synchronmaschine, 8-polig ➔ Bewegung < 45° an der Motorwelle.
- Linearmotor, Polteilung 20 mm ➔ Bewegung < 20 mm am bewegten Teil.

2.2.2 Übersicht Schnittstelle [X40]

Der Servopositionierregler MDR 2000 SE besitzt an der Frontseite einen 8-poligen Anschluss [X40] für Steuereingänge, Rückmeldekontakt und eine 24 V Hilfsversorgung für externe Sensoren ➔ Abschnitt 3.2.
Die Sicherheitsfunktion STO wird ausschließlich über die zwei digitalen Steuereingänge STO-A und STO-B angefordert. Eine sicherheitsgerichtete Beschaltung weiterer Schnittstellen am MDR 2000 SE ist nicht unbedingt erforderlich bzw. vorgesehen.

i Eine Querschlusserkennung des Eingangskreises wird durch den Servopositionierregler nicht durchgeführt.

Über einen potentialfreien Rückmeldekontakt (Schließer) wird der Zustand des Servopositionierreglers an ein externes Sicherheitsschaltgerät zurück gemeldet. Damit kann eine abwärtskompatible Anschaltung in einer gemischten Konfiguration bestehend aus MDR 2000 (bisherige Gerätegeneration mit der Funktionalität „Sicherer Halt“ über den Anschluss [X3]) und dem MDR 2000 SE realisiert werden
➔ Abschnitt 6.2.
Die Schnittstelle [X40] erlaubt den direkten Anschluss von aktiven und passiven Sensoren, da eine 24 V Versorgungsspannung (Hilfsversorgung) mit zugehörigem Bezugspotential herausgeführt ist.

Anschlüsse	Beschreibung
STO-A (Pin 1) 0V-A (Pin 2)	Steuereingang A für die Funktion STO mit dem zugehörigen Bezugspotential. 1) – Anforderung „Safe Torque Off“ (STO) bei Low (0-Signal), zusammen mit STO-B.
STO-B (Pin 3) 0V-B (Pin 4)	Steuereingang B für die Funktion STO mit dem zugehörigen Bezugspotential. 1) – Anforderung „Safe Torque Off“ (STO) bei Low (0-Signal), zusammen mit STO-A.
C1 (Pin 5) C2 (Pin 6)	Rückmeldekontakt für den Zustand „Safe Torque Off“ (STO), z.B. an eine externe Steuerung. – Rückmeldekontakt geöffnet: „Safe Torque Off“ (STO) nicht aktiv – Rückmeldekontakt geschlossen: „Safe Torque Off“ (STO) aktiv
24 V (Pin 7) 0 V (Pin 8)	Hilfsversorgung, z.B. für sicherheitsgerichtete Peripherie (24 V DC Logikversorgung des Servopositionierreglers).
1) Steuereingänge 24 V, High-aktiv, angelehnt an EN 61131-2, Signalpegel abweichend, siehe Abschnitt 7, Tabelle 18.	

Tabelle 3: Funktion der Anschlüsse des Servopositionierreglers

Die Anschlüsse sind in Gruppen untereinander und gegenüber der 24 V-Versorgung des Servopositionierreglers galvanisch getrennt ➔ Abschnitt 7, Tabelle 22

2.2.3 Steuereingänge STO-A, 0V-A / STO-B, 0V-B [X40]

Mit den beiden Steuereingängen STO-A und STO-B wird die Sicherheitsfunktion STO (Safe Torque Off) zweikanalig angefordert. Sie erlauben den direkten Anschluss von sicheren Halbleiterausgängen (elektronische Sicherheitsschaltgeräte, aktive Sicherheitssensoren, z.B. Lichtgitter mit OSSD-Signalen) und von Schaltkontakten (Sicherheitsschaltgeräte mit Relaisausgängen, passive Sicherheitssensoren, z.B. zwangsgeführte Positionsschalter) ➔ z.B. Abschnitt 3.2.3, Abbildung 6.
Um die Sicherheitsfunktion STO (Safe Torque Off) anzufordern, wird die 24 V Steuerspannung an beiden Steuereingängen STO-A und STO-B abgeschaltet (0 V).
Wenn beide Steuereingänge gleichzeitig bzw. innerhalb einer festgelegten Diskrepanzzeit abgeschaltet werden, ist die Funktion STO aktiv.
Für die Steuereingänge STO-A und STO-B ist eine Unterspannungsüberwachung integriert, um ungültige Spannungsbereiche für die nachgeschalteten Folgeelektroniken auszuschließen sowie eine Überspannungsüberwachung zum Schutz vor Überspannung.

Tabelle 18 in Abschnitt 7.1.4 beschreibt die technischen Daten für die Steuereingänge im spezifizierten Betriebsbereich von Logikspannungen.

Für den Eingangsspannungsbereich der Steuereingänge STO-A und STO-B sind Toleranzbereiche definiert. Von der Höhe der Eingangsspannung hängt die in den Komponenten der STO-Schaltung (z.B. Kondensatoren) gespeicherte Energiemenge ab. Bei Schaltvorgängen müssen diese Energiemengen auf- bzw. entladen werden. Folglich ergeben sich von der Eingangsspannung abhängige Werte für die Abschaltzeit für den Übergang in den Sicheren Zustand (STO) und die Toleranzzeit gegenüber OSSD-Signalen (Pufferzeit).
Die Anforderungen an das Zeitverhalten ergeben sich aus den technischen Daten im Abschnitt 7.1.4. Das Zeitverhalten selbst wird in Abschnitt 2.4 beschrieben.

2.2.3.1 Diskrepanzzeit

Der Übergang zwischen sicherem und unsicherem Zustand wird durch Pegeländerungen an den Steuereingängen STO-A und STO-B des Servopositionierreglers MDR 2000 SE eingeleitet. Gemäß Spezifikation der Sicherheitsfunktion müssen beide Pegel identisch sein, andernfalls wird eine Fehlermeldung generiert. Die Zustandsmaschine im Servopositionierregler überwacht intern die Treiberversorgungsspannungen als Folge der Ansteuerung der Steuereingänge. Diese Pegeländerungen erfolgen z.B. aufgrund von Bauteiltoleranzen oder prellenden Ausgängen von Sicherheitsteuerungen in der Regel nicht exakt gleichzeitig. Die Firmware toleriert dies, solange der zweite Eingang innerhalb einer definierten Zeit, der sog. Diskrepanzzeit, folgt. Wird diese überschritten, generiert der Servopositionierregler eine Fehlermeldung.
Es ist eine Diskrepanzzeit von 100 ms voreingestellt.
Empfehlung: Schalten Sie STO-A und STO-B immer gleichzeitig.

2.2.3.2 Testimpulse

Vorübergehende Testimpulse von Sicherheitssteuerungen werden toleriert, führen also nicht zur Anforderung der Funktion STO.
Die Toleranz gegenüber Testimpulsen von Sensoren mit OSSD-Signalen ist für den Betriebsbereich gemäß Anhang 7.1.4, Tabelle 19 ausgelegt. Die zulässige Testimpulslänge ist abhängig von der Höhe der Steuerspannung an den Eingängen STO-A und STO-B.
Beispiel: Eingangsspannung für STO-A und STO-B = 24 V
➔ OSSD-Signale mit einer Testimpulslänge von 3,5 ms werden toleriert.

2.2.4 Rückmeldekontakt C1, C2 [X40]

Bei **nicht aktiver Funktion STO** ist der Rückmeldekontakt geöffnet. Dies ist z.B. der Fall wenn nur eine der beiden Steuerspannungen STO-A oder STO-B anliegt, bei abgeschalteter 24 V Logikversorgungsspannung oder bei Ausfall der Versorgungsspannung.
Bei **aktiver Funktion STO** ist der Relaiskontakt geschlossen.

Der Rückmeldekontakt ist einkanalig ausgeführt und darf zu Diagnosezwecken, nicht aber im Sicherheitskreis verwendet werden.
Tabelle 20 in Abschnitt 7.1.4 beschreibt die elektrischen Daten und das Zeitverhalten des Rückmeldekontakts. Beim Ein- und Ausschalten der 24 V-Versorgung des Servopositionierreglers kann der Schaltzustand des Relais aufgrund des unterschiedlich schnellen Hochlaufs der internen Versorgungsspannungen kurzzeitig (ca.100ms) vom Zustand der Steuereingänge STO-A und STO-B abweichen.

2.2.5 Hilfsversorgung 24V, 0V [X40]

Der Servopositionierregler MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion stellt an [X40] eine 24 V Hilfsversorgung zur Verfügung. Diese kann bei der Nutzung des Rückmeldekontaktes C1/C2 oder zur Versorgung externer aktiver Sensoren eingesetzt werden.

Tabelle 21 in Abschnitt 7.1.4 beschreibt die elektrischen Daten der Hilfsversorgung.

2.3 Funktionalitäten im Servopositionierregler MDR 2000 SE

Die folgenden Funktionen im Servopositionierregler MDR 2000 SE sind nicht gemäß EN 61800-5-2 zertifiziert. Sie sind funktionale Ergänzungen und bieten zusätzliche Diagnosemöglichkeiten.
Von der integrierten STO-Schaltung erzeugte Fehlermeldungen, wie z.B. Überschreiten der Diskrepanzzeit, werden durch die nicht sicherheitsrelevante Zustandsmaschine des Servopositionierreglers erfasst und bewertet. Werden die Bedingungen für einen Fehlerstatus erkannt, wird eine Fehlermeldung generiert. In diesem Fall kann nicht unter allen Umständen gewährleistet sein, dass die Leistungsendstufe sicher abgeschaltet worden ist.
Die integrierte STO-Schaltung im MDR 2000 SE steuert ausschließlich die Bereitstellung der Treiberversorgung für das Gerät. Die Pegel der Eingangsspannung werden zwar bereichsweise überwacht, die integrierte STO-Schaltung verfügt jedoch nicht über eigene Fehlerbewertungsmechanismen und auch nicht über die Möglichkeit einer Fehleranzeige.

➔ **Hinweis**
Beim Quittieren von Fehlermeldungen werden immer auch alle quittierbaren Fehler bzgl. der funktionalen Sicherheit quittiert ➔ Abschnitt 5.4.2.

Der Servopositionierregler MDR 2000 SE überwacht den Status der Steuereingänge STO-A und STO-B.
Dadurch wird die Anforderung der Sicherheitsfunktion STO (Safe Torque Off) von der Firmware des Servopositionierreglers erkannt und nachfolgend verschiedene nicht sicherheitsgerichtete Funktionen ausgeführt:

- Erkennung der Abschaltung der Treiberversorgung für die Leistungshalbleiter durch die integrierte STO-Schaltung,
- Abschaltung der Antriebsregelung und der Ansteuerung der Leistungshalbleiter (PWM),
- Abschaltung der Haltebremsansteuerung (wenn konfiguriert),
- Reglerseitige Zustandsmaschine mit Bewertung der Ansteuerung (Diskrepanzzeitüberwachung),
- Erkennung von anwendungsbezogenen Fehlerzuständen,
- Diagnose der Hardware,
- Status- und Fehleranzeige über Display, digitale Ausgänge, Feldbusse etc.

➔ **Hinweis**
Die Ansteuerung einer Bremse erfolgt durch die nicht sicherheitsgerichtete Firmware des Servopositionierreglers.

➔ **Hinweis**
Wird bei aktiver Endstufe einer der Steuereingänge STO-A oder STO-B deaktiviert, führt dies bei nicht angeschlossener Haltebremse zu einem ungebremsten Austrudeln des Antriebs.
Dies kann Schäden an der Maschine zur Folge haben. Der Anschluss einer Haltebremse an den Servopositionierregler wird deshalb empfohlen.

i Bitte prüfen Sie, ob die von Ihnen verwendeten Motoren mit Haltebremse dafür ausgelegt sind, den Motor im Fehlerfall über die Haltebremse abzubremsen und still zu setzen.

Die Anforderung des sicheren Zustandes bei aktiver Ansteuerung der Leistungshalbleiter (PWM) ist möglich, führt aber zu einer quittierbaren Fehlermeldung. Im 10 ms-Zyklus wird der Status beider Treiberversorgungsspannungen erfasst und bewertet. Sind diese über einen längeren Zeitraum ungleich, wird eine Fehlermeldung ausgelöst
➔ Abschnitt 5.4.2. Die Sicherheitsfunktion setzt voraus, dass beide Signale den gleichen Status besitzen. Nur während einer Übergangszeit, der sog. „Diskrepanzzeit“, werden ungleiche Signale toleriert ➔ Abschnitt 2.2.3.
Diese Zustandsmaschine im Servopositionierregler MDR 2000 SE hat parallel zur integrierten STO-Schaltung einen eigenen Status. Aufgrund der Bewertung der Diskrepanzzeit erreicht diese Zustandsmaschine den „Sicheren Zustand“ möglicherweise erst mit deutlicher Verzögerung. Entsprechend kann dieser Zustand auch erst mit deutlicher Verzögerung über digitale Ausgänge oder einen Feldbus signalisiert werden. Die Leistungsendstufe selbst ist dann schon „sicher abgeschaltet“. Die Abarbeitung dieser Zustandsmaschine erfolgt im 10 ms Zyklus.

Damit ergibt sich insgesamt eine gestaffelte Reaktionsgeschwindigkeit gemäß Tabelle 4:

Funktion	**Reaktionszeit**	**Reaktion**
Schaltzeit von High auf Low	T_STO-A/B_OFF	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 18
Schaltzeit von Low auf High	T_STO-A/B_ON	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 18
Erfassung Ausfall Treiberversorgung	$t_{Reaktion} \leq 125$ µs	Ansteuerung der Leistungshalbleiter (PWM) wird abgeschaltet
Haltebremse aktivieren	$t_{Reaktion} \leq 10$ ms	Ansteuerung der Haltebremse nach Erfassung des Ausfalls der Treiberversorgung
Signalbewertung und Statusanzeige	$t_{Reaktion} \leq 10$ ms	Zustandsübergänge in der internen Zustandsmaschine, ggf. Auslösen einer Fehlermeldung und Darstellung des Zustandes auf dem Display

Tabelle 4: Erfassungs- und Reaktionszeiten der Treiberversorgungsspannung

2.4 Zeitverhalten

Die Eingänge STO-A und STO-B sind funktional absolut gleichwertig, daher ist die Schaltreihenfolge von STO-A/STO-B in allen Diagrammen austauschbar.

2.4.1 Basis-Zeitverhalten STO

Abbildung 3 zeigt das Basis-Zeitverhalten der Sicherheitsschaltung STO. Die Zeitangaben finden Sie in Tabelle 5.

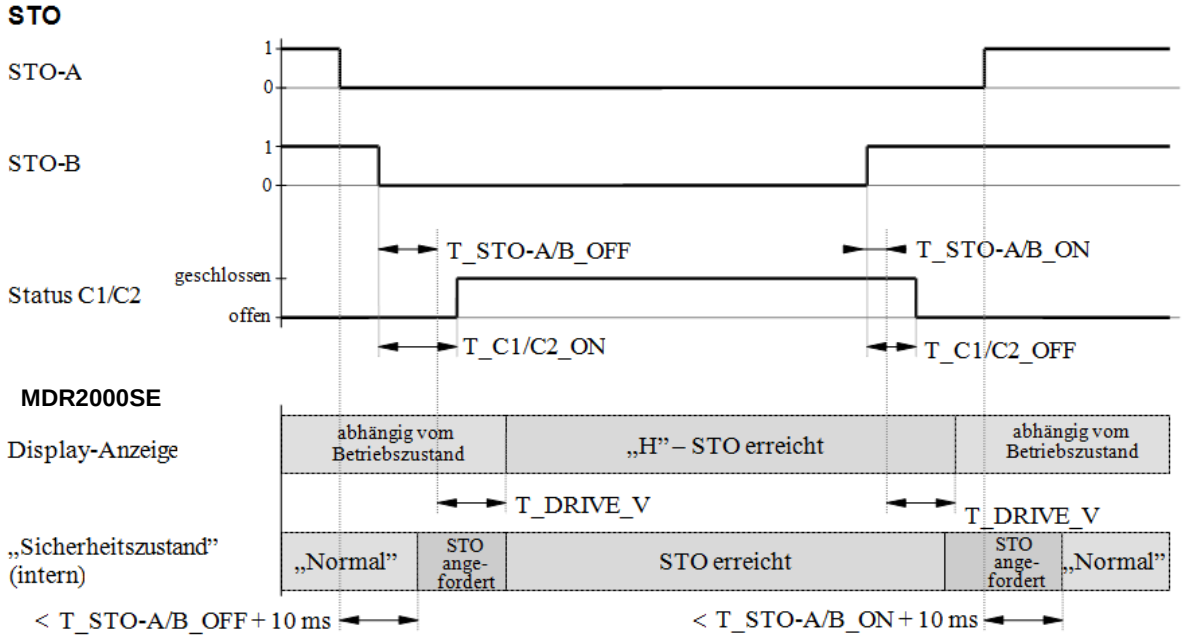


Abbildung 3: Basis-Zeitverhalten beim Aktivieren und Deaktivieren der Sicherheitsfunktion STO

Zeit	Beschreibung	Wert
T_STO-A/B_OFF	STO-A/B – Schaltzeit von High auf Low	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 18
T_STO-A/B_ON	STO-A/B – Schaltzeit von Low auf High	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 18
T_C1/C2_ON	C1/2 – Schaltzeit Schließen	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 20
T_C1/C2_OFF	C1/2 – Schaltzeit Öffnen	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 20
T_DRIVE_V	Verzögerung des MDR 2000 SE	0 … 10 ms

Tabelle 5: Zeitangaben zu Abbildung 3

2.4.2 Zeitverhalten Aktivierung STO im Betrieb mit Wiederanlauf

Abbildung 4 zeigt das Zeitverhalten ausgehend vom Wegschalten der Steuerspannung an STO-A/B sowie den erforderlichen Ablauf, um den Servopositionierregler wieder anlaufen zu lassen. Die Zeitangaben finden Sie in Tabelle 6. Hinweise:

- Die Haltebremsenansteuerung erfolgt über den Servopositionierregler, nicht sicherheitsgerichtet.
- Dargestellt ist das Austrudeln des Motors, unabhängig von Aktivierung/Deaktivierung der Bremse.
- Der Sollwert wird erst freigeschaltet, wenn die Haltebremsverzögerung T_BRAKE_V abgelaufen ist.
- Es wird ein Fehler ausgelöst, da die STO-Eingänge bei aktiver Endstufe deaktiviert werden.

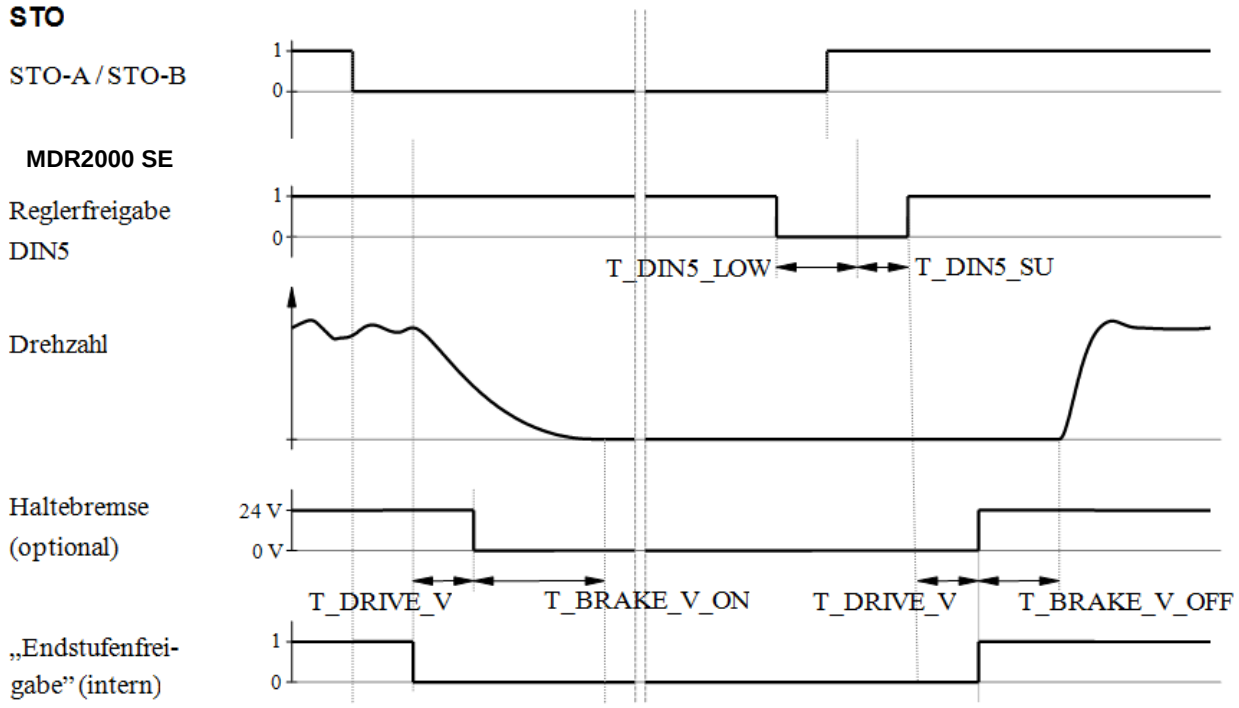


Abbildung 4: Zeitverhalten beim Aktivieren der Sicherheitsfunktion STO mit Wiederanlauf

Zeit	Beschreibung	Wert
T_STO-A/B_OFF	STO-A/B – Schaltzeit von High auf Low	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 18
T_STO-A/B_ON	STO-A/B – Schaltzeit von Low auf High	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 18
T_DIN5_LOW	Zeit, die DIN5 Low sein muss, bevor STO-A/B wieder eingeschaltet wird	0 ms
T_DIN5_SU	Zeit, die DIN5 noch Low sein muss nach dem Wiedereinschalten von STO-A/B und Statuswechsel der STO-Schaltung	> 20 ms
T_DRIVE_V	Verzögerung des MDR 2000 SE	0 … 10 ms
T_BRAKE_V_ON	Ausschaltverzögerung der Haltebremse	Abhängig von der Bremse 1)
T_BRAKE_V_OFF	Einschaltverzögerung der Haltebremse	Abhängig von der Bremse 2)

1) Physikalische Verzögerungszeit, bis die Bremse geschlossen ist.
2) Mindestzeit: Physikalische Verzögerungszeit bis die Bremse geöffnet ist. Diese Zeit kann durch größeren Wert im Regler parametriert werden.

Tabelle 6: Zeitangaben zu Abbildung 4

2.4.3 Zeitverhalten Aktivierung SS1 im Betrieb mit Wiederanlauf

Das Zeitverhalten in Abbildung 5 basiert auf der Beispielschaltung für SS1 in Abschnitt 3.3.2, ausgehend vo Steuersignal S1 für K1. Die Zeitangaben finden Sie in Tabelle 7.

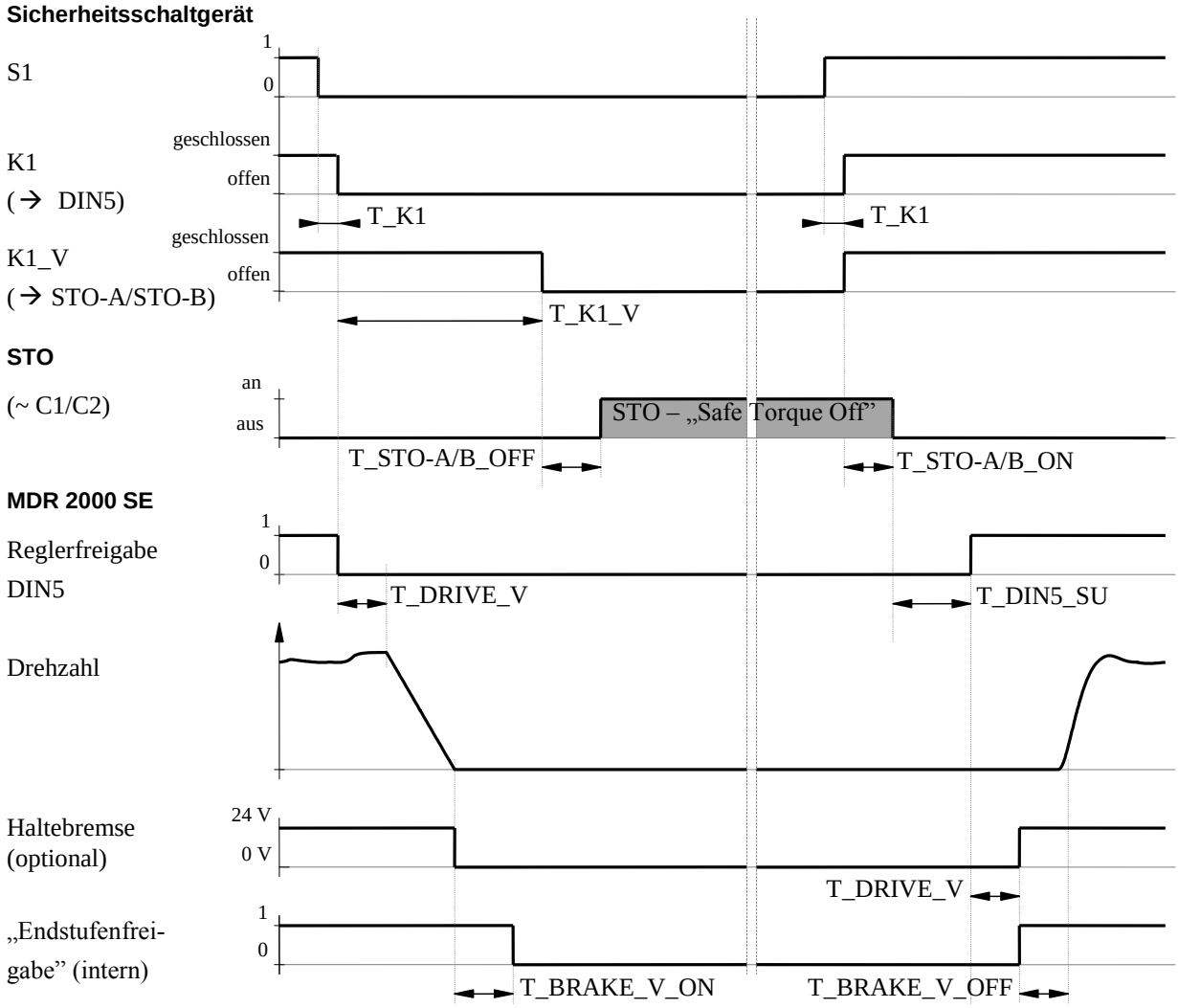


Abbildung 5: Zeitverhalten beim Aktivieren der Sicherheitsfunktion SS1 (externe Beschaltung) mit Wiederanlauf

Zeit	Beschreibung	Wert
T_K1	Verzögerungszeit zwischen dem Schalten von S1 und dem Schließen des unverzögerten Kontakts K1	➔ Datenblatt des Sicherheitsschaltgeräts
T_K1_V	Verzögerungszeit zwischen S1 und dem Öffnen der rückfallverzögerten Kontakte K1	Am Sicherheitsschaltgerät einstellbar
T_STO-A/B_OFF	STO-A/B – Schaltzeit von High auf Low	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 18
T_STO-A/B_ON	STO-A/B – Schaltzeit von Low auf High	➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 18
T_DRIVE_V	Verzögerung des MDR 2000 SE	0 … 10 ms
T_DIN5_SU	Zeit, die DIN5 noch Low sein muss nach dem Wiedereinschalten von STO-A/B und Statuswechsel der STO-Schaltung	> 20 ms
T_BRAKE_V_ON	Ausschaltverzögerung der Haltebremse	Abhängig von der Bremse 1)
T_BRAKE_V_OFF	Einschaltverzögerung der Haltebremse	Abhängig von der Bremse 2)

1) Physikalische Verzögerungszeit, bis die Bremse geschlossen ist.
2) Mindestzeit: Physikalische Verzögerungszeit bis die Bremse geöffnet ist. Diese Zeit kann durch größeren Wert im Regler parametriert werden.

Tabelle 7: Zeitangaben zu Abbildung 5

3 Montage und Installation

3.1 Montage / Demontage

Die im Servopositierregler MDR 2000 SE integrierte STO-Schaltung ist nicht für eine kundenseitige Montage/Demontage vorgesehen.
Generelle Informationen zur Montage des MDR 2000 SE entnehmen Sie bitte dem Produkthandbuch „Servopositionerregler MDR 2000 SE“.

3.2 Elektrische Installation

3.2.1 Sicherheitshinweise

Bei der Installation müssen die Anforderungen der EN 60204-1 erfüllt werden.

Warnung
Gefahr des elektrischen Schlags bei Spannungsquellen ohne Schutzmaßnahmen.

- Verwenden Sie für die elektrische Logikversorgung ausschließlich PELV-Stromkreise nach EN 60204-1 (Protective Extra-Low Voltage, PELV).
  Berücksichtigen Sie zusätzlich die allgemeinen Anforderungen an PELV-Stromkreise gemäß der EN 60204-1.
- Verwenden Sie ausschließlich Stromquellen, die eine sichere elektrische Trennung der Betriebsspannung nach EN 60204-1 gewährleisten.

Durch die Verwendung von PELV-Stromkreisen wird der Schutz gegen elektrischen Schlag (Schutz gegen direktes und indirektes Berühren) nach EN 60204-1 sichergestellt (Elektrische Ausrüstung von Maschinen, Allgemeine Anforderungen). Das im System verwendete 24 V-Netzteil muss den Anforderungen der EN 60204-1 für Gleichstromversorgungen genügen (Verhalten bei Spannungsunterbrechungen, etc.).

Stellen Sie sicher, dass keine Brücken o. ä. parallel zur Sicherheitsverdrahtung eingesetzt werden können, z.B. bei Anschluss am zugehörigen Steckverbinder durch Verwendung des maximalen Aderquerschnitts von 1,5 mm² oder geeigneter Aderendhülsen mit Isolierkragen. Verwenden Sie zum Durchschleifen von Leitungen zwischen benachbarten Geräten Zwillings-Aderendhülsen.

3.2.2 ESD-Schutz

An nicht belegten Steckverbindern besteht die Gefahr, dass durch ESD (electrostatic discharge) Schäden am Gerät oder anderen Anlagenteilen entstehen. Erden Sie die Anlagenteile vor der Installation und verwenden Sie geeignete ESD Ausrüstung (z.B. Schuhe, Erdungsbänder etc.).

3.2.3 Anschluss [X40]

Der Servopositionierregler MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion besitzt eine kombinierte Schnittstelle für Steuerung und Rückmeldung über den Steckverbinder [X40].

- Ausführung am Gerät: PHOENIX MINICOMBICON MC 1,5/8-GF-3,81 BK
- Stecker (im Lieferumfang): PHOENIX MINICOMBICON MC 1,5/8-STF-3,81 BK, Anschluss entsprechend Abschnitt 7.1.4, Tabelle 23.

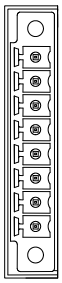
Stecker	Pin	Bezeichnung	Wert	Beschreibung
	8	0V	0 V	Bezugspotential für Hilfsversorgungsspannung.
	7	24V	+24 V DC	Hilfsversorgungsspannung (24 V DC Logikversorgung des Servopositionierreglers herausgeführt).
	6	C2	–	Rückmeldekontakt für den Zustand „STO“ an eine externe Steuerung.
	5	C1		
	4	0V-B	0 V	Bezugspotential für STO-B.
	3	STO-B	0 V / 24 V	Steuereingang B für die Funktion STO.
	2	0V-A	0 V	Bezugspotential für STO-A.
	1	STO-A	0 V / 24 V	Steuereingang A für die Funktion STO.

Tabelle 8: Steckerbelegung [X40]

Zur Sicherstellung der Funktion STO „Safe Torque Off“ sind die Steuereingänge STO-A und STO-B zweikanalig in Parallelverdrahtung anzuschließen, siehe Abschnitt 3.3.1, Abbildung 6.
Diese Anschaltung kann z.B. Teil eines Not-Halt-Kreises oder einer Schutztür-Anordnung sein.

3.2.4 Mindestbeschaltung für die Erstinbetriebnahme [X40]

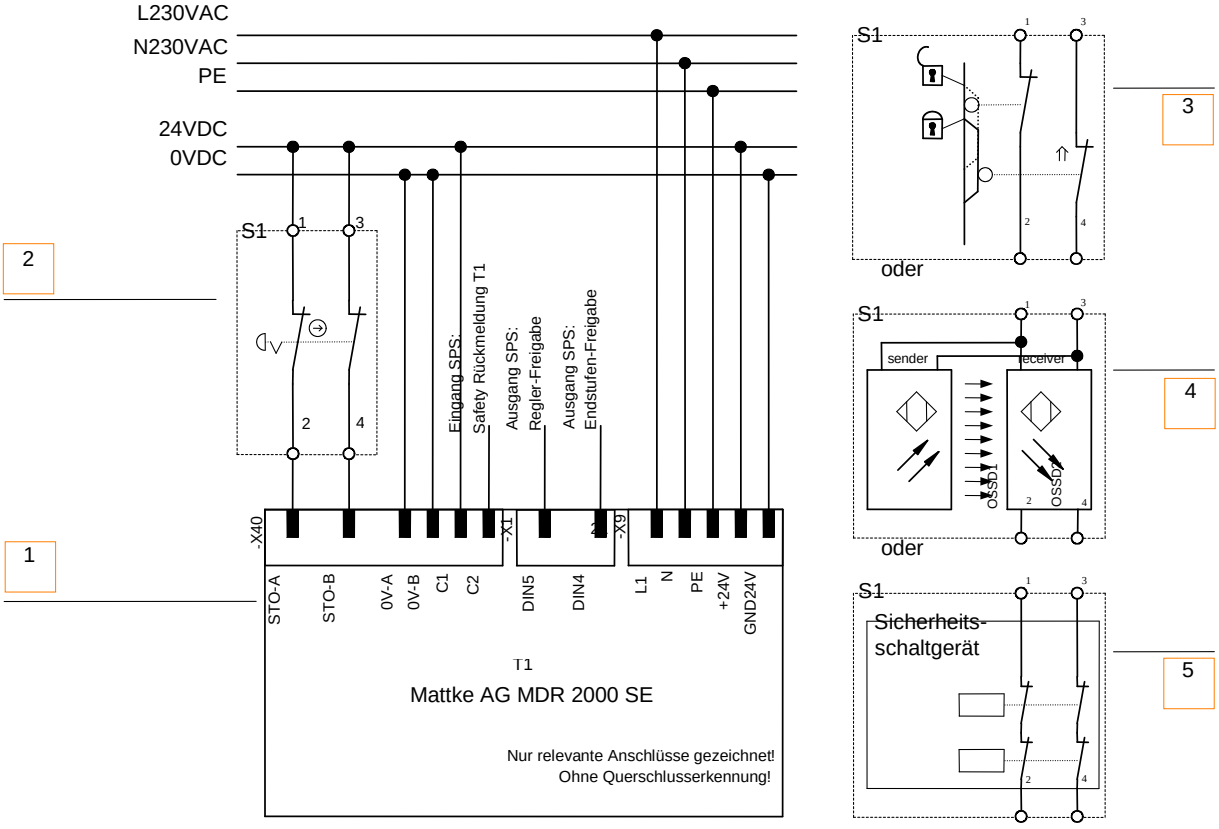
Zur Erstinbetriebnahme ohne Sicherheitstechnik kann der Servopositionierregler MDR 2000 SE mit einer Mindestbeschaltung entsprechend Abbildung 6 mit einem Not-Halt-Schalter (2) erfolgen.

➔ **Hinweis**
Sicherheitsfunktionen dürfen nie überbrückt werden.

Führen Sie Mindestbeschaltungen der Eingänge STO-A/STO-B und 0V-A/0V-B für die Erstinbetriebnahme so aus, dass diese zwangsweise entfernt werden müssen, wenn die endgültige Sicherheitsbeschaltung erfolgt.

3.3 Schaltungsbeispiele

3.3.1 Sichere Momentabschaltung (STO, „Safe Torque Off“)



1 Servopositionierregler MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion (nur relevante Anschlüsse dargestellt)
2 Not-Halt-Schalter
3 Schutztür
4 Lichtgitter
5 Sicherheitsschaltgerät

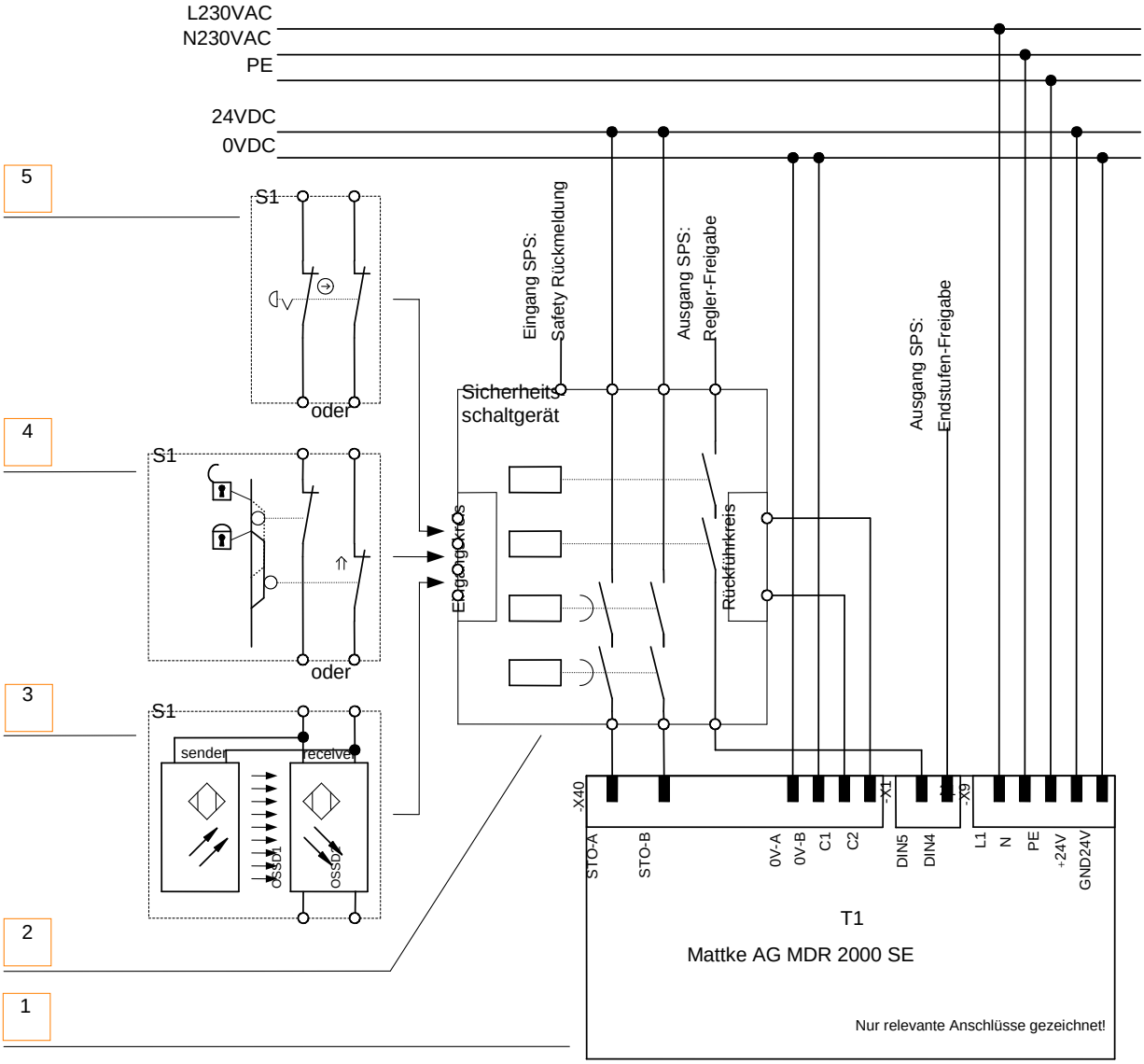
Abbildung 6: Anschluss der integrierten STO-Funktion, Beispiel einphasiger Servopositionierregler MDR 2000 SE

Die Sicherheitsfunktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ (STO) kann durch verschiedene Geräte angefordert werden. Der Schalter S1 kann z.B. ein Not-Halt-Schalter, ein Schutztür-Schalter, ein Lichtgitter oder ein Sicherheitsschaltgerät sein. Die Sicherheitsanforderung erfolgt 2-kanalig über den Schalter S1 und führt zum 2-kanaligen Abschalten der Endstufe. Ist die Abschaltung der Endstufe erfolgt, wird dies durch den potentialfreien Kontakt C1/C2 ausgegeben.

Hinweise zum Schaltungsbeispiel

- Im Servopositionierregler mit integrierter STO-Funktion ist keine Querschlusserkennung integriert. Bei der direkten Verdrahtung von Lichtgittern erfolgt die Querschlusserkennung durch das Lichtgitter, sofern dieses dafür ausgelegt ist.
- Bei der Verwendung von Sicherheitsschaltgeräten kann der Kontakt C1, C2 in den Rückführkreis des Sicherheitsschaltgeräts integriert werden.
- Das Schaltungsbeispiel weist eine 2-kanalige Struktur auf, die für Kategorie 3 und 4 mit zusätzlichen Maßnahmen geeignet ist.
- Welche zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind, hängt vom Anwendungsbereich und Sicherheitskonzept der Maschine ab.

3.3.2 Verzögern und sichere Momentabschaltung (SS1, „Safe Stop 1“)



1 Servopositionierregler MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion (nur relevante Anschlüsse dargestellt)
2 Sicherheitsschaltgerät
3 Lichtgitter
4 Schutztür
5 Not-Halt-Schalter

Abbildung 7: Schaltungsbeispiel „Verzögern und sichere Momentabschaltung“ (SS1, „Safe Stop 1“), Beispiel einphasiger Servopositionierregler MDR 2000 SE

Die Sicherheitsfunktion „Sicherer Stopp 1“ (SS1, Typ C) kann durch verschiedene Geräte angefordert werden ➔ Abbildung 7. Der Schalter S1 in Abbildung 7 kann z.B. ein Not-Halt-Schalter, ein Schutztür-Schalter oder ein Lichtgitter sein. Die Sicherheitsanforderung erfolgt 2-kanalig über den Schalter S1 und zum Sicherheitsschaltgerät. Das Sicherheitsschaltgerät schaltet die Reglerfreigabe ab. Wird die Reglerfreigabe des Servopositionierreglers abgeschaltet, wird automatisch die Bewegung verzögert, bei konfigurierter Bremse auf die Aktivierung der Bremse gewartet und anschließend der Regelkreis abgeschaltet. Nach einer im Sicherheitsschaltgerät eingestellten Zeit wird die Endstufe 2-kanalig über STO-A/B abgeschaltet. Ist die Abschaltung der Endstufe erfolgt, wird dies durch den potentialfreien Kontakt C1-C2 ausgegeben.

Hinweise zum Schaltungsbeispiel

– Das verwendete Sicherheitsschaltgerät muss die Regler-Freigabe (X1-9, DIN5) ohne Zeitverzögerung abschalten und mit einer Zeitverzögerung die Eingänge STO-A und STO-B (X40-1, -3).

- Die erforderliche Zeitverzögerung ist abhängig von der Anwendung und muss anwendungsspezifisch bestimmt werden. Die Zeitverzögerung ist so auszulegen, dass der Antrieb auch bei höchster Geschwindigkeit über die Schnellhaltrampe im MDR 2000 SE auf null abgebremst ist, bevor STO-A/B abgeschaltet werden.
- Die elektrische Installation ist entsprechend den Anforderungen der EN 60204-1 erfolgt. Z.B. befinden sich das Sicherheitsschaltgerät und der Servopositionierregler im gleichen Schaltschrank, so dass ein Fehlerausschluss für ein Quer- bzw. Erdschluss zwischen den Leitungen
  angenommen werden kann (Abnahmeprüfung des Schaltschranks auf fehlerfreie Verdrahtung).
- Das Schaltungsbeispiel weist eine 2-kanalige Struktur auf, die für Kategorie 3 und 4 mit zusätzlichen Maßnahmen geeignet ist.
- Welche zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind, hängt vom Anwendungsbereich und Sicherheitskonzept der Maschine ab.

4 Inbetriebnahme

➔ **Hinweis**
Maßnahmen gegen den Verlust der Sicherheitsfunktion!
Fehlende Sicherheitsfunktion kann zu schweren irreversiblen Verletzungen führen, z.B. durch ungewollte Bewegungen der angeschlossenen Aktorik.

- ❖ Die integrierte Sicherheitsfunktion STO nur betreiben, wenn alle Schutzmaßnahmen eingeleitet sind
- ❖ Sicherheitsfunktion zum Abschluss der Inbetriebnahme validieren ➔ Abschnitt 4.3.

Falsche Verdrahtung oder die Verwendung externer Bauteile, die nicht entsprechend der Sicherheitskategorie ausgewählt wurden, führen zu Verlust der Sicherheitsfunktion.

- ❖ Führen Sie eine Risikobeurteilung für Ihre Applikation durch und wählen Sie die Beschaltung und die Bauteile entsprechend aus.
- ❖ Beachten Sie die Beispiele ➔ Abschnitt 3.3.

4.1 Vor der Inbetriebnahme

Führen Sie folgende Schritte zur Vorbereitung der Inbetriebnahme durch:

1. Sicherstellen, dass der Servopositionierregler korrekt montiert ist (siehe Abschnitt 3.1).
2. Elektrische Installation prüfen (Anschlusskabel, Kontaktbelegung, siehe Abschnitt 3.2). Alle PE-Schutzleiter angeschlossen?

4.2 Parametrierung mit dem Mattke AG ServoCommander™

Die Parametriersoftware Mattke AG ServoCommander™ (MSC) wurde für den Betrieb der Servopositionierregler-Familie MDR 2000 SE mit integrierter Sicherheitsfunktion STO erweitert.
Die wesentlichen Ergänzungen sind:

- Anzeige über das Vorhandensein der integrierten Sicherheitsfunktion STO
- Statusanzeige der Safety-Zustandsmaschine des MDR 2000 SE
- Unterstützung der spezifizierten Warn- und Fehlermeldungen
- Anzeige von Statusdaten zur integrierten Sicherheitsfunktion STO

Unter dem Fenster **Sicherheitsmodul (integriert)** des Mattke AG ServoCommander™ können Statusdaten zur integrierten Sicherheitsfunktion STO abgerufen werden, siehe Abschnitt 4.2.3 Fenster „Sicherheitsmodul (integriert)“.

Die im Gerät integrierte Sicherheitsfunktion STO selbst erfordert keine Parametrierung.

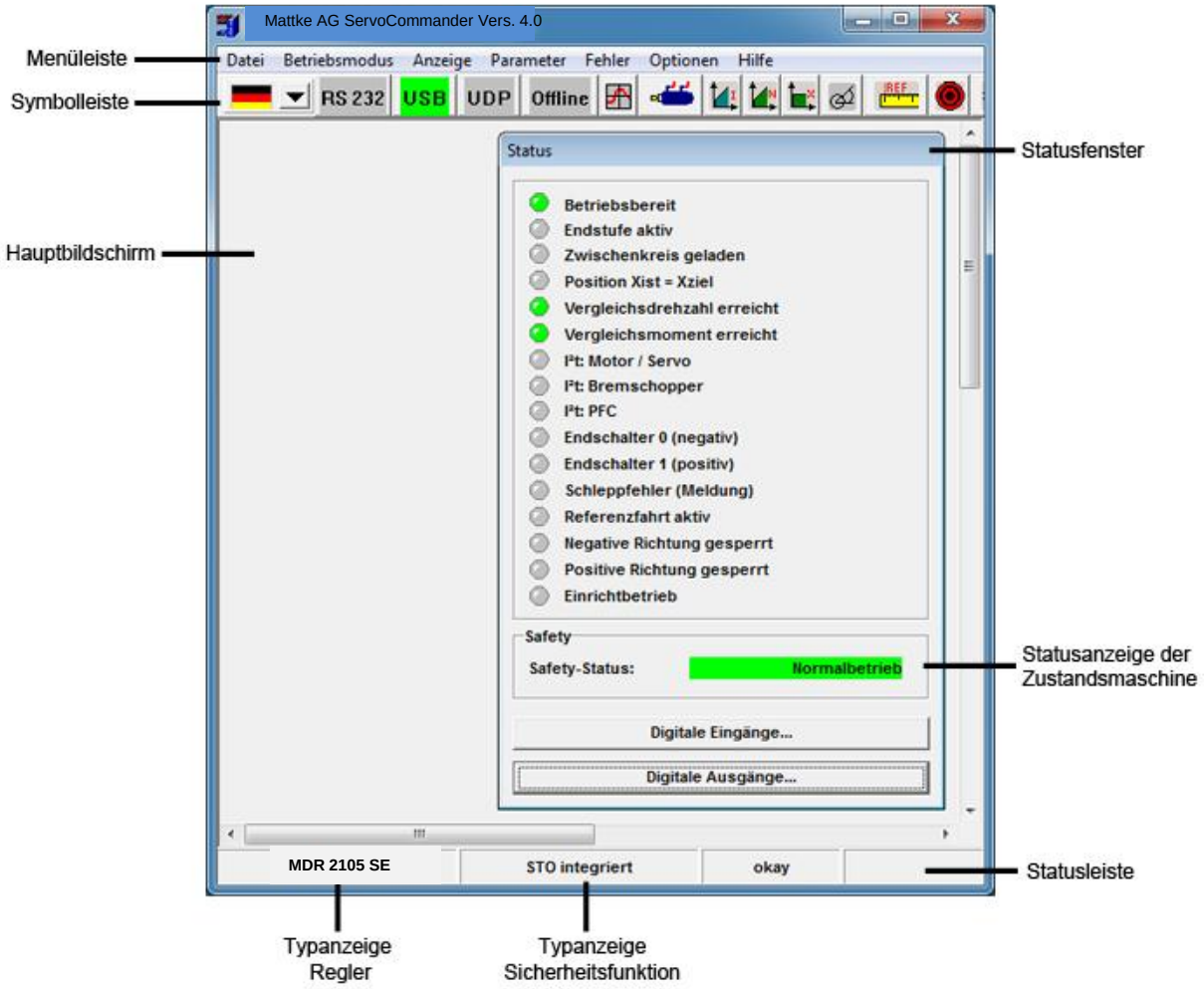


Abbildung 8: Typanzeige der Sicherheitsfunktion und erweitertes Status-Fenster

4.2.1 Typanzeige Regler und Sicherheitsfunktion

Am unteren Rand des MSC-Hauptbildschirms befindet sich die **Statusleiste**. Hier werden der Reglertyp und Informationen über die integrierte Sicherheitsfunktion (beim MDR 2000 SE immer STO) angezeigt, siehe Abbildung 8.
Zusätzlich werden im Fenster **Sicherheitsmodul (integriert)** Informationen zur eingebauten Schaltung der intergierten Sicherheitsfunktion STO angezeigt, siehe Abschnitt 4.2.3 Fenster „Sicherheitsmodul (integriert)“.

4.2.2 Statusanzeige der Zustandsmaschine

Das **Statusfenster** (permanent angezeigtes Fenster im Online-Modus) wurde um die **Statusanzeige der Zustandsmaschine** erweitert. Hier wird der Status der Funktionalen Sicherheit in der Firmware des Servopositionierreglers MDR 2000 SE angezeigt, siehe Abbildung 8.
Dabei handelt es sich nicht um eine Darstellung des elektrischen Status der beiden STO-Eingänge, sondern um den Status der Zustandsmaschine im MDR 2000 SE, der sich aus der Auswertung der Treiberversorgungsspannungen der integrierten Sicherheitsfunktion STO ergibt. Unabhängig von der Anzeige kann die Leistungsendstufe des MDR 2000 SE durch die integrierte Sicherheitsfunktion STO bereits sicher abgeschaltet sein.
Der Status der internen Zustandsmaschine wird außerdem im Fenster **Sicherheitsmodul (integriert)** angezeigt, siehe Abschnitt 4.2.3 Fenster „Sicherheitsmodul (integriert)“ und Abschnitt 4.2.3.2 Status-LEDs der Zustandsmaschine.

4.2.3 Fenster „Sicherheitsmodul (integriert)“

Für den Betrieb der Servopositionierregler MDR 2000 SE mit integrierter Sicherheitsfunktion STO wurde die Parametriersoftware Mattke AG ServoCommander™ um das Fenster **Sicherheitsmodul (integriert)** ergänzt.
Dieses Fenster wird entweder über den Menüpunkt **Parameter – Sicherheitsmodul – Status** oder über die Schaltfläche **Safety** in der Symbolleiste für den Schnellzugriff unterhalb der Menüleiste geöffnet, siehe Abbildung 9.

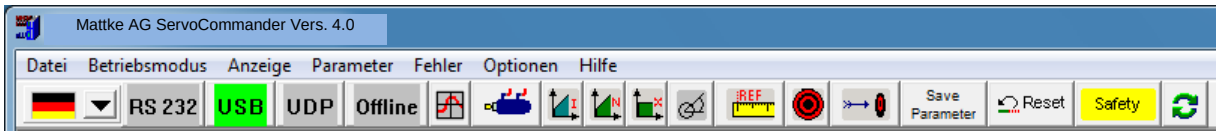


Abbildung 9: Symbolleiste für Schnellzugriff mit der Schaltfläche „Safety“

Um die Bedeutung im Hinblick auf Funktionale Sicherheit zu unterstreichen, ist die Schaltfläche **Safety** gelb gefärbt.

Das Fenster **Sicherheitsmodul (integriert)** zeigt die Statusdaten der fest integrierten Sicherheitsfunktion STO an.

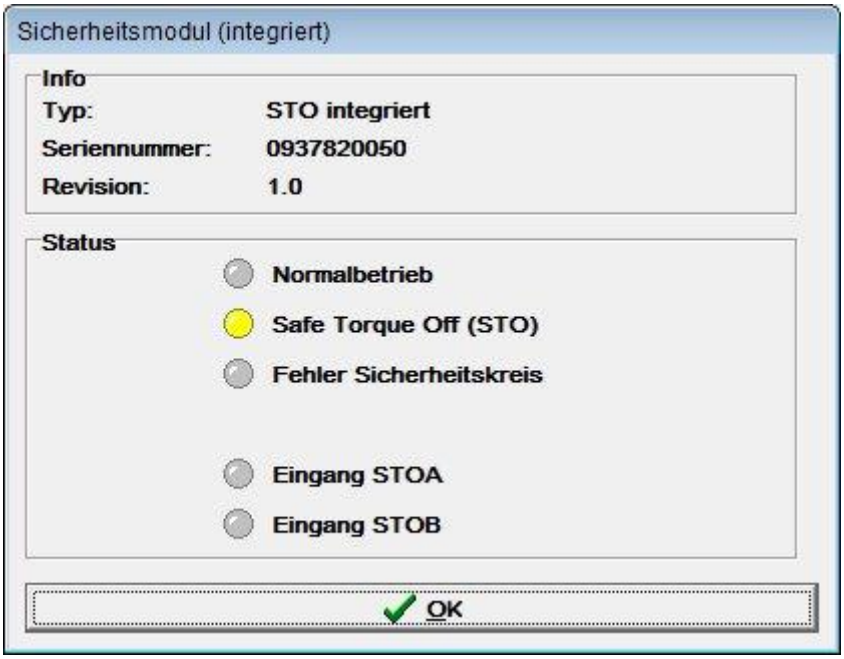


Abbildung 10: Fenster Sicherheitsmodul (integriert)

Das Fenster „Sicherheitsmodul (integriert)“ ist in verschiedene Bereiche unterteilt:

4.2.3.1 Info

In diesem Feld werden die Gerätedaten angezeigt, die bei der werksseitigen Inbetriebnahme in der Hardware der fest integrierten Sicherheitsfunktion abgespeichert wurden:

- **Typ:**
  Typbezeichnung, im Fall des MDR 2000 SE immer „STO integriert“
- **Seriennummer:**
  Die Seriennummer wird bei der Produktion vergeben und in der Hardware der fest integrierten Sicherheitsfunktion abgespeichert. Sie ist eindeutig für jede Hardware.
- **Revision:**
  Revisionsnummer der fest integrierten Hardware

4.2.3.2 Status-LEDs der Zustandsmaschine

Die unteren beiden LEDs zeigen den Status der Treiberversorgungsspannungen an.
Die oberen drei LEDs bilden den Status der Zustandsmaschine innerhalb des Servopositionierreglers MDR 2000 SE ab, siehe Tabelle 9. Der Status wird über Kommunikationsobjekte aus dem MDR 2000 SE gelesen und angezeigt.

Statusanzeige	Bedeutung	Zustand
○ Normalbetrieb ○ Safe Torque Off (STO) ○ Fehler Sicherheitskreis	Alle LEDs Aus: Die intergrierte Sicherheitsfunktion STO ist nicht initialisiert / nicht betriebsbereit.	--
○ Normalbetrieb ○ Safe Torque Off (STO) ○ Fehler Sicherheitskreis	Normalbetrieb, d.h. „nicht sicherer Zustand“. Die intergrierte Sicherheitsfunktion STO ist fehlerfrei initialisiert und betriebsbereit.	Z2, Z3
○ Normalbetrieb ○ Safe Torque Off (STO) ○ Fehler Sicherheitskreis	„Sicherer Zustand“ SAFE TORQUE OFF, d.h. die Leistungsendstufe des MDR 2000 SE ist sicher abgeschaltet.	Z1
○ Normalbetrieb ○ Safe Torque Off (STO) ○ Fehler Sicherheitskreis	Sicherheitsbedingungen sind verletzt. Der erfasste Status der beiden Treiberversorgungsspannungen entspricht keinem als gültig definierten Zustand. Die PWM wurde deaktiviert, die Leistungsendstufe ist nicht sicher abgeschaltet, d.h. es liegt ein „nicht sicherer Zustand“ vor.	Z4

Tabelle 9: Bedeutung der LEDs zur Statusanzeige im Fenster „Sicherheitsmodul (integriert)“

4.3 Funktionstest, Validierung

Hinweis
Die Funktion STO muss nach der Installation und nach Veränderungen der Installation validiert werden.
Diese Validierung ist vom Inbetriebnehmer zu dokumentieren. Als Hilfe für die Inbetriebnahme sind nachfolgend in Form von Beispiel-Checklisten Fragen zur Risikominderung zusammengestellt.

Die folgenden Checklisten ersetzen keine sicherheitstechnische Ausbildung.
Für die Vollständigkeit der Checklisten kann keine Gewähr übernommen werden.

Nr.	Fragen	Trifft zu	Erledigt
1.	Wurden alle Betriebsbedingungen und alle Eingriffsverfahren berücksichtigt?	Ja ☐ Nein ☐	☐
2.	Wurde die „3-Stufen-Methode“ zur Risikominderung angewendet, d. h. 1. Inhärent sichere Konstruktion, 2. Technische und evtl. ergänzende Schutzmaßnahmen, 3. Benutzerinformation über das Restrisiko?	Ja ☐ Nein ☐	☐
3.	Wurden die Gefährdungen beseitigt oder die Risiken der Gefährdungen soweit vermindert, wie dies praktisch umsetzbar ist?	Ja ☐ Nein ☐	☐
4.	Ist sichergestellt, dass die durchgeführten Maßnahmen nicht neue Gefährdungen schaffen?	Ja ☐ Nein ☐	☐
5.	Sind die Benutzer hinsichtlich der Restrisiken ausreichend informiert und gewarnt?	Ja ☐ Nein ☐	☐
6.	Ist sichergestellt, dass die Arbeitsbedingungen der Bedienpersonen durch die ergriffenen Schutzmaßnahmen nicht verschlechtert worden sind?	Ja ☐ Nein ☐	☐
7.	Sind die durchgeführten Schutzmaßnahmen miteinander vereinbar?	Ja ☐ Nein ☐	☐
8.	Wurden die Folgen ausreichend berücksichtigt, die durch den Gebrauch einer für gewerbliche/industrielle Zwecke konstruierten Maschine beim Gebrauch im nicht gewerblichen/nicht industriellen Bereich entstehen können?	Ja ☐ Nein ☐	☐
9.	Ist sichergestellt, dass die durchgeführten Maßnahmen die Fähigkeit der Maschine zur Erfüllung ihrer Funktion nicht übermäßig beeinträchtigen?	Ja ☐ Nein ☐	☐

Tabelle 10: Fragen für die Validierung nach EN ISO 12100-1:2010 (Beispiel)

Nr.	Fragen	Trifft zu	Erledigt
1.	Wurde eine Risikobeurteilung durchgeführt?	Ja ☐ Nein ☐	☐
2.	Wurden eine Fehlerliste und ein Validierungsplan erstellt?	Ja ☐ Nein ☐	☐
3.	Wurde der Validierungsplan, inkl. Analyse und Prüfung, abgearbeitet und ein Validierungsbericht erstellt? Es müssen zumindest folgende Prüfungen im Rahmen der Validierung erfolgen:	Ja ☐ Nein ☐	☐
	a) Überprüfung der Komponenten: Wird ein MDR 2000 SE verwendet (Prüfung anhand der Typenschilder)	Ja ☐ Nein ☐	☐
	b) Ist die Verdrahtung korrekt (Überprüfung anhand des Schaltplans)?	Ja ☐ Nein ☐	☐
	– Wurden etwaige Kurzschlussbrücken entfernt?	Ja ☐ Nein ☐	☐
	– Ist ein Sicherheitsschaltgerät an X40 verdrahtet worden?	Ja ☐ Nein ☐	☐
	– Ist das Sicherheitsschaltgerät entsprechend den Anforderungen der Anwendung zertifiziert und verdrahtet?	Ja ☐ Nein ☐	☐

c)	Funktionsprüfungen:	Ja ☐ Nein ☐	☐
–	Betätigung des Not-Halts der Anlage. Wird der Antrieb stillgesetzt?	Ja ☐ Nein ☐	☐
–	Wird nur STO-A aktiviert – wird der Antrieb sofort stillgesetzt und wird nach Ablauf der Diskrepanzzeit der Fehler "Diskrepanzzeitverletzung" (Anzeige 52-1) im MDR 2000 SE gemeldet?	Ja ☐ Nein ☐	☐
–	Wird nur STO-B aktiviert – wird der Antrieb sofort stillgesetzt und wird nach Ablauf der Diskrepanzzeit der Fehler "Diskrepanzzeitverletzung" (Anzeige 52-1) im MDR 2000 SE gemeldet?	Ja ☐ Nein ☐	☐
–	Wird ein Kurzschluss zwischen STO-A und STO-B erkannt oder ist ein geeigneter Fehlerausschluss definiert?	Ja ☐ Nein ☐	☐
–	Nur bei Verwendung eines Sicherheitsschaltgerätes mit Auswertung des Rückmeldekontaktes C1/C2: Wird bei Kurzschluss von C1 nach C2 der Antrieb stillgesetzt?	Ja ☐ Nein ☐	☐
–	Ist der Wiederanlauf verhindert? D. h. bei betätigtem Not-Halt und aktiven Enable-Signalen wird ohne vorherige Quittierung bei einem Start-Befehl keine Bewegung erfolgen.	Ja ☐ Nein ☐	☐

Tabelle 11: Fragen für die Validierung nach EN ISO 13849-1 und -2 (Beispiel)

5 Bedienung und Betrieb

5.1 Verpflichtungen des Betreibers

Die Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtung ist in angemessenen Zeitabständen zu prüfen. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, die Art der Überprüfung und die Zeitabstände im genannten Zeitraum zu wählen. Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Sicherheitseinrichtung im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird.

5.2 Wartung und Pflege

Der Servopositionierregler MDR 2000 SE mit integrierter STO-Funktion ist wartungsfrei.

5.3 Schutzfunktionen

5.3.1 Spannungsüberwachung

Die Eingangsspannungen an STO-A und STO-B werden überwacht. Bei zu geringer oder hoher Eingangsspannung an STO-A oder STO-B wird die Treiberversorgung für die Leistungshalbleiter des Servopositionierreglers sicher abgeschaltet. Die Leistungsendstufe (PWM) wird dadurch abgeschaltet.

5.3.2 Überspannungs- und Verpolschutz

Die Steuereingänge STO-A und STO-B sind gegen Überspannungen und gegen Verpolung der Steuerspannung geschützt ➔ Abschnitt 7.1.4, Tabelle 18.
Die an [X40] herausgeführte 24 V DC Versorgungsspannung des Servopositionierreglers ist kurzschlussfest.

5.4 Diagnose und Störungsbeseitigung

5.4.1 Anzeige am Servopositionierregler

Anzeige	Beschreibung
	„H“: Der Servopositionierregler befindet sich im „Sicheren Zustand“. Dies ist nicht gleichbedeutend mit der Information über den Status der Sicherheitsfunktion STO (Safe Torque Off). Für den „unsicheren Zustand“ ist keine spezielle Anzeige vorgesehen, es werden die normalen Statusanzeigen des Servopositionierreglers dargestellt.

Tabelle 12: Sieben-Segment-Anzeige am Servopositionierregler

5.4.2 Störungsmeldungen

Wenn ein Fehler auftritt, zeigt der Servopositionierregler eine Fehlermeldung zyklisch in der Sieben-Segment-Anzeige auf der Frontseite des Servopositionierreglers an. Die Fehlermeldung setzt sich aus einem „E“ (für Error), einem Hauptindex (xx) und ein Subindex (y) zusammen, z.B.: E 5 1 0.
Warnungen haben die gleiche Nummer wie eine Fehlermeldung. Im Unterschied dazu erscheint aber eine Warnung durch einen vorangestellten und nachgestellten Mittelbalken, z.B. - 1 7 0 -.
In Tabelle 13 sind die für die funktionale Sicherheit im Zusammenhang mit der integrierten STO-Schaltung relevanten Fehlermeldungen aufgelistet.

Weitere Informationen zu anderen Fehlermeldungen finden Sie in der zugehörigen Dokumentation, z.B. den jeweiligen Produkthandbüchern, dem Softwarehandbuch oder den feldbusspezifischen Produkthandbüchern. Siehe Tabelle 1, Seite 10.

Im Falle einer nicht quittierbaren Fehlermeldung müssen Sie die Ursache gemäß den empfohlenen Maßnahmen zunächst beseitigen. Führen Sie danach einen Reset des Servopositionierreglers durch und prüfen Sie, ob die Fehlerursache und damit die Fehlermeldung beseitigt sind.

Fehlermeldung		Bedeutung	Maßnahmen
Hauptindex	**Sub-index**		
51 [1)]	0, 2 oder 3	Der Regler hat ein Problem mit der integrierten STO-Schaltung erkannt.	❖ STO-Schaltung defekt. Keine Maßnahmen möglich, bitte kontaktieren Sie den Hersteller. Falls möglich durch ein anderes MDR 2000 SE tauschen
	1	Integrierte STO-Schaltung: Treiberversorgung fehlerhaft – Interner Spannungsfehler der STO-Schaltung	❖ STO-Schaltung defekt. Keine Maßnahmen möglich, bitte kontaktieren Sie den Hersteller. Falls möglich durch ein anderes MDR 2000 SE tauschen.
52	1	Integrierte STO-Schaltung: Diskrepanzzeit abgelaufen	❖ Steuereingänge STO-A und STO-B werden nicht gleichzeitig betätigt. ❖ Steuereingänge STO-A und STO-B sind nicht gleichsinnig beschaltet. ❖ Diskrepanzzeit prüfen.
	2	Integrierte STO-Schaltung: Ausfall Treiberversorgung bei aktiver PWM-Ansteuerung	❖ Der sichere Zustand wurde bei freigegebener Leistungsendstufe angefordert. Einbindung in die sicherheitsgerichtete Anschaltung prüfen.

1) Die Meldungen der Fehlergruppe 51 sind nicht quittierbar.

Tabelle 13: Störungsmeldungen in Zusammenhang mit der integrierten STO-Schaltung

6 Umbau

6.1 Reparatur und Tausch der integrierten STO-Schaltung

Eine Reparatur oder Instandsetzung der integrierten STO-Schaltung ist nicht zulässig. Ebenso ist diese nicht kundenseitig auswechselbar. Falls erforderlich muss der komplette Servopositionierregler ausgetauscht werden.

6.2 Ersatz der bisherigen Gerätegeneration MDR 2000 durch den MDR 2000 SE

6.2.1 MDR 2000

Die Geräte der bisherigen Generation MDR 2000 verfügen ebenfalls über eine fest im Gerät integrierte Sicherheitsfunktion STO „Safe Torque Off“ gemäß EN ISO 13849-1, Kat. 3 / PL d. Die geforderte Zweikanaligkeit der STO-Funktion wird über zwei unabhängige Abschaltpfade erreicht:

- 1. Abschaltpfad: Endstufenfreigabe über [X1.21], Abschaltung der Leistungsendstufe (Sperrung der PWM-Signale). Die Treiber für die Leistungshalbleiter werden nicht mehr mit Pulsmustern angesteuert.
- 2. Abschaltpfad: Unterbrechung der Versorgung der sechs Endstufen-Leistungshalbleiter (IGBTs) über [X3] mit Hilfe eines Relais. Die Treiberversorgung für die Leistungshalbleiter (IGBT-Optokoppler) wird mit einem Relais getrennt. Damit wird verhindert, dass Pulsmuster (PWM-Signale) an die Leistungshalbleiter gelangen.

Zusätzlich verfügt der MDR 2000 über einen potentialfreien Rückmeldekontakt ([X3] Pin 5 und 6), der als Diagnoseausgang das Vorhandensein der Treiberversorgung anzeigt.

6.2.2 MDR 2000 SE

Die Geräte der Generation MDR 2000 SE verfügen über die Sicherheitsfunktion STO „Safe Torque Off“ gemäß EN 61800-5-2 SIL 3, bzw. EN ISO 13849-1, Kat. 4 / PL e. Die zwei Abschaltpfade werden über die Steuereingänge STO-A [X40.1] und STO-B [X40.3] realisiert. Der potentialfreie Rückmeldekontakt ([X40] Pin 5 und 6) ist ebenfalls vorhanden.

6.2.3 Änderungen der Anschlussverdrahtung

Um eine bestehende Applikation mit STO vom MDR 2000 auf den MDR 2000 SE umzustellen, sind folgende Änderungen in der Anschlussverdrahtung erforderlich:

- 1. Abschaltpfad:
  Verdrahtung Endstufenfreigabe [X1.21] beibehalten und parallel auf STO-A [X40.1] führen.
  GNDA [X40.2] mit 0 V [X40.8] verbinden, um das Bezugspotential zu verbinden.
- 2. Abschaltpfad:
  Verdrahtung Treiberversorgung [X3.RELAIS] jetzt auf STO-B [X40.3] führen.
  GNDB [X40.4] mit 0 V [X40.8] verbinden, um das Bezugspotential zu verbinden.
- Rückmeldekontakt:
  Anschluss für den Rückmeldekontakt [X3.5] und [X3.6] umlegen auf [X40.5] und [X40.6].

Hinweis
Im Betrieb verhalten sich die Rückmeldekontakte beim MDR 2000 und beim MDR 2000 SE kompatibel.
Bei abgeschalteter Logikversorgung (24 V) ist das Verhalten unterschiedlich:
- MDR 2000: Kontakt geschlossen.

– MDR 2000 SE: Kontakt offen.

6.2.4 Hinweise zur Projektierung

Der MDR 2000 SE ermöglicht eine höhere Performance als der MDR 2000. Wird dies ausgenützt, ist dies eine wesentliche Änderung der Maschine.

➔ **Hinweis**
Der Parametersatz des MDR 2000 muss mit den gleichen Werten auf den Parametersatz des MDR 2000 SE übertragen werden. Werden diese Werte verändert und kommt es dadurch zu einer Erhöhung der Gefährdung, muss eine neue Risikobewertung der Maschine durchgeführt werden.

➔ **Hinweis**
Nach dem Austausch des Servopositionierreglers muss eine Validierung der Sicherheitsfunktion entsprechend den Vorgaben des Maschinenherstellers durchgeführt werden.

7 Technischer Anhang

7.1 Technische Daten

7.1.1 Sicherheitstechnik

Sicherheitskennzahlen		
Sicherheitsfunktion	STO	– Sichere Anlaufsperre (STO, Safe Torque Off) nach EN 61800-5-2 mit SIL 3 – Sichere Anlaufsperre (STO, Safe Torque Off) nach EN ISO 13849-1 mit Kategorie 4 und PL e
SIL	SIL 3 / SIL CL 3	Sicherheitsstufe (Safety Integrity Level) nach EN 61800-5-2
Kategorie	4	Einstufung in Kategorie nach EN ISO 13849-1
PL	PL e	Leistungsgrad (Performance Level) nach EN ISO 13849-1
DCavg [%]	97,07	Mittlerer Diagnosedeckungsgrad (Average Diagnostic Coverage)
HFT	1	Hardware-Fehlertoleranz (Hardware Failure Tolerance)
SFF [%]	99,17	Safe Failure Fraction (Safe Failure Fraction)
PFH	$1{,}23 \times 10^{-10}$	Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde (Probability of dangerous Failure per Hour)
PFD	$2{,}43 \times 10^{-5}$	Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung (Probability of dangerous Failure on Demand)
T [Jahre]	20	Prüfintervall (Proof Test Interval) Gebrauchsdauer nach EN ISO 13849-1
MTTFd [Jahre]	100	Mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall (Mean time to dangerous failure) Rechnerisch 1443 Jahre, begrenzt auf 100 Jahre

Tabelle 14: Technische Daten: Sicherheitskennzahlen

Sicherheitsangaben	
Baumusterprüfung	Die funktionale Sicherheitstechnik des Produkts wurde entsprechend Abschnitt 1.1.4 von einer unabhängigen Prüfstelle zertifiziert, siehe EG-Baumusterprüfbescheinigung (erhältlich beim Support unter http://www.Mattke.de).
Zertifikat ausstellende Stelle	TÜV 01/205/5245/12
Bewährtes Bauteil	Ja

Tabelle 15: Technische Daten: Sicherheitsangaben

7.1.2 Allgemein

Zulassungen (STO-Funktion für Servopositionierregler MDR 2000 SE)	
CE-Zeichen (siehe Konformitätserklärung, erhältlich beim Support unter http://www.Mattke.de).	nach EU-EMV-Richtlinie
	nach EU-Maschinen-Richtlinie
	Das Gerät ist für den Einsatz im Industriebereich vorgesehen. Im Wohnbereich müssen evtl. Maßnahmen zur Funkentstörung getroffen werden.

Tabelle 16: Technische Daten: Zulassungen

7.1.3 Betriebs- und Umgebungsbedingungen

Die nachfolgend aufgeführten Betriebs- und Umgebungsbedingungen entsprechenden denen der Servopositionierregler MDR 2000 SE:

Bereich	**Werte**	
Zulässige Temperaturbereiche	Lagertemperatur:	-25 °C bis +70 °C
	Betriebstemperatur:	0 °C bis +40 °C +40 °C bis +50 °C mit Leistungsreduzierung 2,5 %/K
Zulässige Aufstellhöhe	Bis 1000 m über NN, 1000 bis 2000 m über NN mit Leistungsreduzierung	
Luftfeuchtigkeit	Rel. Luftfeuchte bis 90 %, nicht betauend	
Schutzart	IP20	
Schutzklasse	I	
Verschmutzungsgrad	2	
CE-Konformität Niederspannungsrichtlinie: EMV-Gesetz: Stromoberschwingungen:	 EN 61800-5-1 EN 61800–3 EN 61000–3–2	
Weitere Zertifizierungen	UL-zertifiziert	

Tabelle 17: Technische Daten: Umgebungsbedingungen und Qualifikation

7.1.4 Elektrische Daten

Steuereingänge STO-A, 0V-A / STO-B, 0V-B [X40]		
Nennspannung	[V]	24 (bezogen auf 0V-A/B)
Spannungsbereich	[V]	19,2 … 28,8
Zulässige Restwelligkeit	[%]	2 (bezogen auf Nennspannung 24 V)
Überspannungsabschaltung	[V]	31 (Abschaltung im Fehlerfall)
Nennstrom	[mA]	20 (typisch; maximal 30)
Einschaltstrom	[mA]	450 (typisch, Dauer ca. 2 ms; maximal 600 bei 28,8 V)
Eingangsspannungsschwelle		
Einschalten	[V]	ca. 18
Abschalten	[V]	ca. 12,5
Schaltzeit von High auf Low (STO-A/B_OFF)	[ms]	10 (typisch; maximal 20 bei 28,8 V)
Schaltzeit von Low auf High (STO-A/B_ON)	[ms]	1 (typisch; maximal 5)
Maximale positive Testimpulslänge bei 0-Signal	[µs]	< 300 (bezogen auf Nennspannung 24 V und Intervallen >2 s zwischen den Impulsen)

Tabelle 18: Technische Daten: Elektrische Daten der Eingänge STO-A und STO-B

Abschaltzeit bis Leistungsendstufe inaktiv und maximale Toleranzzeit für Testimpulse											
Eingangsspannung (STO-A/B)	[V]	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Typische Abschaltzeit (STO-A/B_OFF)	[ms]	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,5
Maximale Toleranzzeit für Testimpulse bei 24 V-Signal	[ms]	<2,0	<2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0

Tabelle 19: Typische Abschaltzeit und minimale Toleranzzeit für Testimpulse (OSSD-Signale)

Rückmeldekontakt C1, C2 [X40]		
Ausführung		Relaiskontakt, Schließer
Max. Spannung	[V DC]	< 30 (überspannungsfest bis 60 V DC)
Nennstrom	[mA]	< 200 (nicht kurzschlussfest)
Spannungsabfall	[V]	≤ 1
Reststrom (Kontakt geöffnet)	[µA]	< 10
Schaltzeit Schließen (T_C1/C2_ON)	[ms]	< (STO-A/B_OFF [1)] + 5 ms)
Schaltzeit Öffnen (T_C1/C2_OFF)	[ms]	< (STO-A/B_ON [1)] + 5 ms)
1) STO-A/B_OFF, STO-A/B_ON ➔ Tabelle 18		

Tabelle 20: Technische Daten: Elektrische Daten des Rückmeldekontaktes C1/C2

Hilfsversorgung 24V, 0V [X40] – Ausgang		
Ausführung		Aus dem Servopositionierregler durchgeleitete Logikversorgungsspannung (eingespeist an [X9], nicht zusätzlich gefiltert oder stabilisiert). Verpolungsgeschützt, überspannungsfest bis 60 V DC.
Nennspannung	[V]	24
Nennstrom	[mA]	100 (kurzschlussfest, max 300 mA)
Spannungsabfall	[V]	≤ 1 (bei Nennstrom)

Tabelle 21: Technische Daten: Elektrische Daten des Hilfsversorgungs-Ausgangs

Galvanische Trennung	
Galvanisch getrennte Potentialbereiche	STO-A / 0V-A
	STO-B / 0V-B
	C1 / C2
	24V / 0V (Logikversorgung des Servopositionierreglers)

Tabelle 22: Technische Daten: Galvanische Trennung [X40]

Verkabelung		
Max. Kabellänge		
ungeschirmt	[m]	30
geschirmt	[m]	> 30
Schirmung		bei Verdrahtung außerhalb des Schaltschranks und Kabellängen > 30 m Schirmung bis in den Schaltschrank führen.
Leiterquerschnitt (flexible Leiter, Aderendhülse mit Isolierkragen)		
ein Leiter	mm²	0,25 … 0,5
zwei Leiter	mm²	2 x 0,25 (mit Zwillingsaderendhülsen)
Anzugsdrehmoment M2	[Nm]	0,22 … 0,25

Tabelle 23: Technische Daten: Verkabelung an [X40]

8 Glossar

Begriff/Abkürzung	Beschreibung
CCF	Common Cause Failure, Fehler gemeinsamer Ursache nach EN ISO 13849-1.
DC avg	Average Diagnostic Coverage, Diagnosedeckungsgrad nach IEC 61508 und EN 61800-5-2.
HFT	Hardware Fault Tolerance, Hardware-Fehlertoleranz nach IEC 61508.
Kat.	Sicherheitskategorie nach EN ISO 13849-1, Stufen 1-4.
MSC	Mattke ServoCommander™, Software zur Konfiguration und Inbetriebnahme.
MTTFd	Mean Time To dangerous Failure, Zeit in Jahren bis der erste gefährlichen Ausfall mit 100 % Wahrscheinlichkeit aufgetreten ist, nach EN ISO 13849-1.
Not-Aus	Nach EN 60204-1: Elektrische Sicherheit im Notfall durch Ausschalten der elektrischen Energie in der ganzen Installation oder einem Teil davon. Not-Aus ist einzusetzen, falls das Risiko eines elektrischen Schlags oder ein anderes Risiko elektrischen Ursprungs besteht.
Not-Halt	Nach EN 60204-1: Funktionale Sicherheit im Notfall durch Stillsetzen einer Maschine oder bewegter Teile. Not-Halt ist dazu bestimmt, einen Prozess oder eine Bewegung anzuhalten, sofern dadurch eine Gefährdung entstanden ist.
OSSD	Output Signal Switching Device, Ausgangssignale mit 24 V Pegel-Taktung für Fehleraufdeckung.
PFD	Probability of Failure on Demand, Ausfallwahrscheinlichkeit im Anforderungsfall nach IEC 61508.
PFH	Probability of Dangerous Failures per Hour, Gesamte Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde nach IEC 61508.
PL	Performance Level nach EN ISO 13849-1: Stufen a … e.
PWM	Pulsweitenmodulation. Bezeichnet hier die digitale Ansteuerung der Leistungshalbleiter mit einem variablen Tastverhältnis, um eine Spannung am Motorausgang einstellen zu können.
SFF	Safe Failure Fraction [%], Verhältnis der Ausfallraten sicherer und gefährlicher (aber erkennbarer) Ausfälle zu der Summe aller Ausfälle nach IEC 61508.
Sicherheits-schaltgerät	Gerät für die Ausführung von Sicherheitsfunktionen oder herbeiführen eines sicheren Zustands der Maschine durch Abschalten der Energiezuführung zu gefährlichen Maschinenfunktionen. Die gewünschte Sicherheitsfunktion wird nur in Kombination mit weiteren Maßnahmen zur Risikominderung erreicht, wobei die Abschaltung beispielsweise ein Servopositionierregler sein kann.
SIL	Sicherheits-Integritätslevel, diskrete Stufen zur Festlegung der Anforderungen zur Sicherheitsintegrität von Sicherheitsfunktionen nach IEC 61508, EN 62061 und EN ISO 13849.
SIL CL	Maximaler SIL, der von einem Teilsystem beansprucht werden kann.
SS1	Safe Stop 1, Sicherer Stopp 1 nach EN 61800-5-2.
STO	Safe Torque Off, Sicher abgeschaltetes Moment nach EN 61800-5-2.
T	Gebrauchsdauer nach EN ISO 13849-1.

Tabelle 24: Begriffe und Abkürzungen