

# **DIAS-Drive 2000**

## **Netz-/Achsmodule & Achsmodule**

### **Betriebsanleitung**

**Herausgeber: SIGMATEK GmbH & Co KG**  
**A-5112 Lamprechtshausen**  
**Tel.: +43/6274/4321**  
**Fax: +43/6274/4321-18**  
**Email: [office@sigmatek.at](mailto:office@sigmatek.at)**  
**[WWW.SIGMATEK-AUTOMATION.COM](http://WWW.SIGMATEK-AUTOMATION.COM)**

Copyright © 2021  
SIGMATEK GmbH & Co KG

## **Originalbetriebsanleitung**

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhaltliche Änderungen behalten wir uns ohne Ankündigung vor. Die SIGMATEK GmbH & Co KG haftet nicht für technische oder drucktechnische Fehler in diesem Handbuch und übernimmt keine Haftung für Schäden, die auf die Nutzung dieses Handbuches zurückzuführen sind.

## Netz-/Achsmodule & Achsmodule

## DIAS-Drive 2000

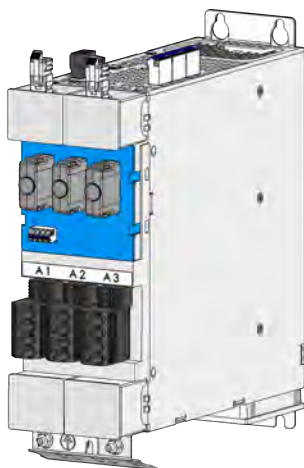
Die DIAS-Drive 2000 Serie beinhaltet Netz-/Achsmodule und Achsmodule für eine Netzeingangsspannung von 400/480 V AC. Das System ist derzeit in 2 verschiedenen Baugrößen erhältlich. Im nachfolgenden Dokument werden die Geräte der MDP/MDD 21XX Serie als „Baugröße 1“, Geräte der MDP/MDD 22XX Serie als „Baugröße 2“ bezeichnet.

In den Netz-/Achsmodulen (MDP) sowie in den Achsmodulen (MDD) sind bis zu 3 Servoverstärker integriert. Mit einem Netz-/Achsmodul können mehrere Achsmodule versorgt werden.

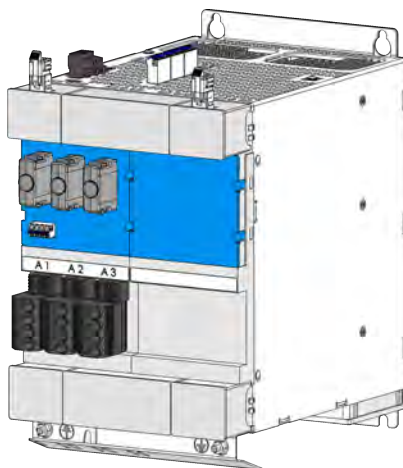
Das DIAS-Drive 2000 ist ein komplettes Servoantriebssystem, kleiner bis mittlerer Leistung, welches auch für Anwendungen mit hoher Regelgüte eingesetzt werden kann. Es ist vollständig in die Entwicklungsumgebung LASAL integriert.

Das Netz-/Achsmodul und die Achsmodule werden direkt an der Schaltschrankwand montiert. Es ist keine Montageplatte erforderlich.

Die Strom-, Drehzahl- und Positionsregelung arbeitet mit einer Zykluszeit von 62,5  $\mu$ s. DIAS-Drive 2000 hat eine hohe Flexibilität bei der Anbindung an verschiedene Rückführungssysteme. VARAN verbindet das Antriebssystem mit der Maschinensteuerung.



Baugröße 1



Baugröße 2

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>11</b>
1.1 Zielgruppe/Zweck dieser Betriebsanleitung	11
1.2 Wichtige und referenzierende Dokumentationen	11
1.3 Lieferumfang	12
<b>2 Allgemeine Hinweise</b>	<b>13</b>
2.1 Verwendete Abkürzungen	13
2.2 Verwendete Kurzbezeichnungen	14
2.3 Verfügbare Modelle	14
2.3.1 Auf Anfrage	14
<b>3 Grundlegende Sicherheitshinweise</b>	<b>15</b>
3.1 Verwendete Symbole	15
3.2 Haftungsausschluss	17
3.3 Allgemeine Sicherheitshinweise	18
3.4 Bestimmungsgemäße Verwendung	19
3.5 Gefahr elektrischer Schlag	20
3.5.1 5 Sicherheitsregeln	20
3.6 Warnung vor heißen Oberflächen	21
3.7 Betriebsmodi	22
3.8 Sicherer Zustand	23
3.9 Sichere Positionsauswertung	23
3.10 Stromauswertung	23
3.11 Sichere Ein- und Ausgänge	23
3.12 Software/Schulung	24
<b>4 Normen und Richtlinien</b>	<b>25</b>
4.1 Restrisiken	25

4.2 Sicherheit der Maschine oder Anlage .....	26
4.3 Richtlinien .....	26
4.3.1 Normen .....	26
4.3.2 EU-Konformitätserklärung .....	27
4.4 Sicherheitsrelevante Kenngrößen .....	28
<b>5 Beschreibung des Mehrfachumrichtersystems .....</b>	<b>30</b>
5.1 Bestandteile des Systems .....	31
5.2 Konzept .....	32
5.3 Funktion Netz-/Achsmodule .....	33
5.4 Funktion Achsmodule .....	33
5.5 Software-Funktionalität .....	34
<b>6 Sicherheitsfunktionen .....</b>	<b>35</b>
6.1 Übersicht .....	35
6.2 Beschreibung der Sicherheitsfunktionen .....	37
6.2.1 Stopp-Funktionen .....	37
6.2.1.1 STO - Safe Torque Off .....	38
6.2.1.2 SS1 - Safe Stop 1 .....	40
6.2.1.3 SS1 mit konstanter Zeitverzögerung .....	40
6.2.1.4 SS1 mit Geschwindigkeitsüberwachung .....	42
6.2.1.5 SS1 mit Verzögerungsüberwachung .....	44
6.2.1.6 SS1 mit SBC .....	46
6.2.1.7 SS2 - Safe Stop 2 .....	51
6.2.1.8 SS2 mit konstanter Zeitverzögerung .....	52
6.2.1.9 SS2 mit Geschwindigkeitsüberwachung .....	54
6.2.1.10 SS2 mit Verzögerungsüberwachung .....	56
6.2.2 Überwachungsfunktionen .....	59
6.2.2.1 SOS - Safe Operation Stop .....	60

6.2.2.2 SLA - Safely Limited Acceleration .....	64
6.2.2.3 SMA - Safe Maximum Acceleration .....	68
6.2.2.4 SLS - Safely Limited Speed .....	70
6.2.2.5 SLS mit Aktivierung durch Verzögerungszeit .....	70
6.2.2.6 SLS mit Aktivierung durch niedrige Geschwindigkeit .....	71
6.2.2.7 SLS mit Verzögerungsüberwachung .....	72
6.2.2.8 SMS - Safe Maximum Speed .....	76
6.2.2.9 SLP - Safely Limited Position .....	78
6.2.2.10 SLI - Safely Limited Increment .....	82
6.2.2.11 SDI - Safe Direction .....	84
6.2.2.12 SCA - Safe CAM .....	88
6.2.2.13 SSM - Safe Speed Monitor .....	89
6.2.3 Ausgangsfunktionen pro Achse .....	90
6.2.3.1 SBC - Safe Brake Control .....	91
6.2.3.2 SBT - Safe Brake Test .....	92
6.3 Verdrahtungsbeispiele Safety .....	98
6.3.1 Dual Channel Input Mapping .....	98
6.4 Vorbedingungen für Sicherheitsfunktionen .....	101
6.4.1 Referenzierung der Position .....	101
6.4.2 Verifizierung der Geber .....	101
<b>7 Technische Daten .....</b>	<b>102</b>
7.1 DC-Zwischenkreis .....	102
7.2 +24 V-Hilfsspannung .....	102
7.3 Achse/Motoranschluss .....	103
7.4 Sichere/Capture Eingänge .....	103
7.5 Taktausgänge für Querschlusserkennung .....	103
7.6 Geberschnittstelle .....	104

7.7 Ergänzende Spezifikationen MDP 2XXX .....	105
7.7.1 Netzversorgung .....	105
7.7.2 Ballastwiderstand .....	106
7.8 Kommunikation .....	106
7.9 Motorhaltebremse .....	106
7.10 Mechanik .....	107
7.11 Umgebungsbedingungen .....	107
7.12 Sonstiges .....	108
<b>8 Mechanische Abmessungen .....</b>	<b>109</b>
8.1 Baugröße 1 .....	109
8.2 Baugröße 2 .....	110
<b>9 Anschlüsse und Kabel .....</b>	<b>111</b>
9.1 Übersicht Baugröße 1 .....	111
9.1.1 Schnittstellen Front Baugröße 1 .....	111
9.1.2 Schnittstellen Oberseite Baugröße 1 .....	112
9.1.3 Schnittstellen Unterseite Baugröße 1 (Netz-/Achsmodule) .....	113
9.2 Übersicht Baugröße 2 .....	114
9.2.1 Schnittstellen Front Baugröße 2 .....	114
9.2.2 Schnittstellen Oberseite Baugröße 2 .....	115
9.2.3 Schnittstellen Unterseite Baugröße 2 (Netz-/Achsmodule) .....	116
9.3 Anschlussbelegung .....	116
9.3.1 X1, X2, X3: Motoranschluss .....	116
9.3.1.1 Pin-Belegung Hiperface DSL-Kabel .....	117
9.3.1.2 Pin-Belegung Motor Temperatur-Kabel .....	117
9.3.2 X30 BG1: Netzversorgung (MDP 2102) .....	117
9.3.3 X30 BG1: Netzversorgung (MDP 2100) .....	118
9.3.4 X30 BG2: Netzversorgung (MDP 2200) .....	118

9.3.5 X31: Ballastwiderstand (MDP 210X, MDP 2200) .....	118
9.3.6 X20: +24 V-Versorgung .....	119
9.3.7 X21: STO-Diagnose Relais .....	119
9.3.8 X22: Sichere Eingänge/Capture-Eingänge .....	119
9.3.9 X23: Capture-Eingänge/Takt-Ausgänge .....	120
9.3.10 VARAN-Bus (Industrial Mini I/O) .....	120
9.3.11 X11, X12, X13: Optionales Gebermodul .....	121
9.3.11.1 Pin-Belegung EnDat-Kabel .....	122
9.3.11.2 Pin-Belegung Resolver-Kabel .....	123
9.3.11.3 Pin-Belegung Hiperface-Kabel .....	123
9.3.11.4 Pin-Belegung BiSS-C-Kabel .....	124
9.3.12 X10: Batterieanschluss .....	124
9.4 Status LEDs .....	125
9.5 Kabelquerschnitte .....	126
9.5.1 X1, X2, X3 (Motoranschluss) .....	126
9.5.2 X30 BG1 (Netzversorgung), X31 (Ballastwiderstand), X20 (+24 V-Versorgung) .....	127
9.5.3 X30 BG2 (Netzversorgung) .....	128
9.5.4 X21 (STO-Diagnose Relais), X22 (Eingänge), X23 (Taktausgänge), X10 (Batterieanschluss) .....	128
9.6 Kabellängen .....	129
9.7 Kabel Zugentlastung .....	129
9.8 Zu verwendende Kabeltypen .....	130
9.8.1 +24 V-Versorgung .....	131
9.8.2 VARAN .....	131
9.8.3 Zwischenkreis .....	131
9.8.4 Motorkabel .....	131
9.8.5 Geberkabel .....	131



<b>10 Konfiguration und Einstellung</b>	<b>133</b>
10.1 Schulungsmöglichkeiten	133
<b>11 Elektrische Auslegung</b>	<b>134</b>
11.1 Motorauswahl	134
11.1.1 Intern	134
11.1.2 Mit Geberinterface	134
11.1.3 Ergänzende Spezifikationen Geber	135
11.2 Elektrische Installation	136
11.2.1 Absicherung	136
11.2.2 Hinweise zur Installation und Verkabelung	136
11.2.3 Schutzleiteranbindung	137
11.2.4 Verbindung Schutzleiter zwischen mehreren Modulen	139
11.2.5 Fehlerstromschutzschalter	140
11.2.6 Schirmanschlussklemmen	140
11.3 Hinweise zum EMV-gerechten Schaltschrankaufbau	141
11.3.1 Aufbau des Schaltschranks	141
11.3.2 Kabelverlegung	142
11.4 Nutzung von Kühlaggregaten	142
11.5 Checkliste Inbetriebnahme	145
11.5.1 Safety	145
<b>12 Montage/Installation</b>	<b>147</b>
12.1 Lieferumfang prüfen	147
12.2 Sicherheitshinweis	147
12.3 Position der Montagebohrungen	148
12.3.1 Baugröße 1	148
12.3.2 Baugröße 2	149
12.4 Montage und Verbindung der MDP und MDD Module	149

12.4.1 Verbindung Zwischenkreis und VARAN .....	150
12.5 Montage Universalgebermodule .....	151
<b>13 Überwachungs- und Warnfunktionen .....</b>	<b>153</b>
13.1 Fehlerkonfiguration .....	153
13.2 Übertemperaturschutz .....	153
13.3 Motorüberlastungsschutz .....	153
<b>14 Außerbetriebnahme und Wartung .....</b>	<b>154</b>
14.1 Reparaturen einzelner Geräte .....	154
14.2 Wartung .....	154
14.3 Austausch des Lüfters .....	155
14.4 Gebertausch .....	156
14.5 Formierung .....	157
14.5.1 Durchführung der Formierung .....	157
14.6 Tausch des MDD .....	158
14.7 Wiederanlauf .....	158
<b>15 Transport/Lagerung .....</b>	<b>159</b>
15.1 Spezifikation Verpackung, Transport und Lagerung .....	159
<b>16 Instandhaltung .....</b>	<b>161</b>
16.1 Reparaturen .....	161
<b>17 Zubehör .....</b>	<b>162</b>
17.1 Typenschlüssel Kabel .....	162
17.1.1 Motorkabel .....	162
17.1.2 Geberkabel .....	164
17.2 Gebermodule .....	165
17.3 Ersatzlüfter .....	165
<b>18 Entsorgung .....</b>	<b>166</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Zielgruppe/Zweck dieser Betriebsanleitung

Diese Betriebsanleitung enthält alle Informationen, die Sie für den Betrieb des Produktes benötigen.

Diese Betriebsanleitung richtet sich an:

- Projektplaner
- Monteure
- Inbetriebnahmetechniker
- Maschinenbediener
- Instandhalter/Prüftechniker

Es werden allgemeine Kenntnisse auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik vorausgesetzt.

Sie erhalten weitere Hilfe sowie Informationen zu Schulungen und passendem Zubehör auf unserer Website [www.sigmatek-automation.com](http://www.sigmatek-automation.com).

Bei Fragen steht Ihnen natürlich auch gerne unser Support-Team zur Verfügung. Notfalltelefon sowie Geschäftszeiten entnehmen Sie bitte unserer Website.

## 1.2 Wichtige und referenzierende Dokumentationen

- Safety Systemhandbuch
- Inbetriebnahmeanleitung
- Hilfen: LASAL SAFETYDesigner, LASAL CLASS, LASAL MOTION, Hardwareklassen

Dieses und weitere Dokumente können Sie über unsere Website bzw. über den Support beziehen.

### 1.3 Lieferumfang

1x DIAS-Drive 2000 Komponente

Netz-/Achsmodule MDP:

- 2x VARAN Mini-I/O-Block (VARAN-IN/VARAN-OUT)
- 2x Zwischenkreisabdeckungen
- Universalgebermodul (optional)

Achsmodule MDD:

- 1x Bus-Connection-Block
- 1x DC-Connection-Block
- Universalgebermodul (optional)

Alle erforderlichen Gegenstecker außer Motoranschluss- und optionale Geberstecker (X1-X3, X11-X13): Bestellnummern siehe 9.3 Anschlussbelegung

Die erforderlichen Kabel sind im Lieferumfang nicht enthalten (siehe Kapitel Zubehör 17.1 Typenschlüssel Kabel).

## 2 Allgemeine Hinweise

### 2.1 Verwendete Abkürzungen

<b>AWG</b>	American Wire Gauge (Amerikanische Kabelkodierung)
<b>BCB</b>	Bus-Connection-Block
<b>BG</b>	Baugröße
<b>CE</b>	Communauté Européenne (Zeichen für Konformität mit den EU-Richtlinien (Herstellereiserklärung))
<b>CLOCK</b>	Taktsignal
<b>DCB</b>	DC-Connection-Block
<b>EMV</b>	Elektromagnetische Verträglichkeit
<b>EN</b>	Europäische Norm
<b>ESD</b>	Electrostatic Discharge (Elektrostatische Entladung)
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission (Elektrotechnische Kommission / internationale Normungsorganisation für Elektrotechnik)
<b>IGBT</b>	Isolated Gate Bipolar Transistor (Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode)
<b>ISO</b>	International Organisation for Standardisation (Internationale Organisation für Normung)
<b>Kat.</b>	Sicherheitskategorie nach EN ISO 13849-1
<b>LED</b>	Leuchtdiode
<b>PDS</b>	Power Drive System
<b>PE</b>	Protective Earth (Schutzleiter)
<b>PELV</b>	Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)
<b>PL</b>	Sicherheits-Performancelevel nach EN ISO 13849-1
<b>Rx</b>	Receive (Empfangen)
<b>SELV</b>	Safety Extra Low Voltage (Sicherheitskleinspannung)
<b>SIL</b>	Safety Integrity Level (Sicherheitsintegritätslevel nach IEC 62061)
<b>STO</b>	Safe Torque Off
<b>Tx</b>	Transmit (Senden)

<b>V AC</b>	Wechselspannung
<b>V DC</b>	Gleichspannung

## 2.2 Verwendete Kurzbezeichnungen

<b>Netz-/Achsmodul</b>	MDP 210X, MDP 2200
<b>Achsmodul</b>	MDD 210X, MDD 2200
<b>Achse</b>	Kombination aus Steuerung und Leistungselektronik für einen Motor innerhalb eines Gerätes

## 2.3 Verfügbare Modelle

Kurzbezeichnung	Art	Safety	Universal- geber	Artikelnummer
MDP2102-DDD-00	Netz-/Achsmodul mit 3 x 5/15 A (230 V)	ja	ja	in Vorbereitung
MDP2100-DDD-03	Netz-/Achsmodul mit 3 x 5/15 A	ja	ja	09-83-100-DDD-03
MDD2100-DDD-03	Achsmodul mit 3 x 5/15 A	ja	ja	09-84-100-DDD-03
MDP2200-HHH-03	Netz-/Achsmodul mit 3 x 10/30 A	ja	ja	09-83-200-HHH-03
MDD2200-HHH-03	Achsmodul mit 3 x 10/30 A	ja	ja	09-84-200-HHH-03
MDP2100-DDD-00	Netz-/Achsmodul mit 3 x 5/15 A	ja	nein	09-83-100-DDD-00
MDP2200-HHH-00	Netz-/Achsmodul mit 3 x 10/30 A	ja	nein	09-83-200-HHH-00
MDD2100-DDD-00	Achsmodul mit 3 x 5/15 A	ja	nein	09-84-100-DDD-00

### 2.3.1 Auf Anfrage

Kurzbezeichnung	Art	Safety	Universal- geber	Artikelnummer
MDD2200-HHH-00	Achsmodul mit 3 x 10/30 A	ja	nein	09-84-200-HHH-00

## 3 Grundlegende Sicherheitshinweise

### 3.1 Verwendete Symbole

Für die in den einschlägigen Anwenderdokumentationen verwendeten Warn-, Gefahren- und Informationshinweise werden folgende Symbole verwendet:

#### GEFAHR



**Gefahr** bedeutet, dass der Tod oder schwere Verletzungen **eintreten**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um Tod oder schwere Verletzungen zu vermeiden.

#### WARNUNG



**Warnung** bedeutet, dass der Tod oder schwere Verletzungen eintreten **können**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um Tod oder schwere Verletzungen zu vermeiden.

#### VORSICHT



**Vorsicht** bedeutet, dass mittelschwere bis leichte Verletzungen eintreten **können**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um mittelschwere bis leichte Verletzungen zu vermeiden.

#### GEFAHR



Elektrische Spannung

**GEFAHR**

Gefahr für Personen mit Herzschrittmacher, implantierten Defibrillatoren oder sonstigen aktiven Implantaten.

**WARNUNG**

Heiße Oberflächen

**WARNUNG**

Warnung vor magnetischem Feld

**VORSICHT**

ESD-gefährdete Bauteile

**INFORMATION****Information**

- Liefert wichtige Hinweise über das Produkt, die Handhabung oder relevante Teile der Dokumentation, auf welche besonders aufmerksam gemacht werden soll.



## 3.2 Haftungsausschluss

### INFORMATION



Der Inhalt dieser Betriebsanleitung wurde mit äußerster Sorgfalt erstellt. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden. Diese Betriebsanleitung wird regelmäßig überprüft und notwendige Korrekturen in die nachfolgenden Ausgaben eingearbeitet. Der Maschinenhersteller ist für den sachgemäßen Einbau sowie die Gerätekonfiguration verantwortlich. Der Maschinenbediener ist für einen sicheren Umgang sowie die sachgemäße Bedienung verantwortlich.

Die aktuelle Betriebsanleitung ist auf unserer Website zu finden. Kontaktieren Sie ggf. unseren Support.

Technische Änderungen, die der Verbesserung der Geräte dienen, sind vorbehalten. Die vorliegende Betriebsanleitung stellt eine reine Produktbeschreibung dar. Es handelt sich um keine zugesicherten Eigenschaften im Sinne des Gewährleistungsrechts.

Bitte lesen Sie vor jeder Handhabung eines Produktes die dazu gehörigen Dokumente und diese Betriebsanleitung gründlich durch.

**Für Schäden, die aufgrund einer Nichtbeachtung dieser Anleitungen oder der jeweiligen Vorschriften entstehen, übernimmt die Firma SIGMATEK GmbH & Co KG keine Haftung.**

### 3.3 Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie unbedingt die Sicherheitshinweise in den anderen Abschnitten dieser Anleitung. Diese Hinweise sind optisch durch Symbole besonders hervorgehoben.

#### INFORMATION



Laut EU-Richtlinien ist die Betriebsanleitung Bestandteil eines Produktes. Bewahren Sie daher diese Betriebsanleitung stets griffbereit in der Nähe der Maschine auf, da sie wichtige Hinweise enthält. Geben Sie diese Betriebsanleitung bei Verkauf, Veräußerung oder Verleih des Produktes weiter, bzw. weisen Sie auf deren Online-Verfügbarkeit hin.

Im Hinblick auf die mit der Nutzung der Maschine verbundenen Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen muss der Hersteller, bevor eine Inverkehrbringung einer Maschine erfolgt, eine Risikobeurteilung gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG durchführen.

Betreiben Sie das Gerät nur mit von SIGMATEK dafür freigegebenen Geräten und Zubehör.

#### VORSICHT



Behandeln Sie das Gerät mit Sorgfalt und lassen Sie es nicht fallen. Fremdkörper und Flüssigkeiten dürfen nicht ins Geräteinnere gelangen. Das Gerät darf nicht geöffnet werden!

Bei nicht bestimmungsgemäßer Funktion oder bei Beschädigungen, die Gefährdungen hervorrufen können, ist das Gerät zu ersetzen!

Das Gerät entspricht der EN 61800-5-1.

In Kombination mit einer Anlage sind vom Systemintegrator die Anforderungen der Norm EN 60204-1 einzuhalten.

Achten Sie zu Ihrer eigenen Sicherheit und zur Sicherheit anderer auf die Einhaltung der Umweltbedingungen.

### 3.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die PDS der Serie DIAS-Drive 2000 sind ausschließlich für den Einsatz im Schaltschrank mit den Netz-/Achsmodule derselben Serie bestimmt. Zusammen werden sie als Komponenten in elektrische Anlagen und Maschinen eingebaut und dürfen nur dort betrieben werden.

Die Sicherheitsfunktionen sind für den Einsatz in sicherheitsgerichteten Anwendungen (Funktionale Sicherheit) bestimmt und erfüllen alle notwendigen Anforderungen für einen sicheren Betrieb gemäß EN 62061, EN ISO 13849-1/2 und EN 61800-5-2. Die erreichten Sicherheitsintegritätslevel (SIL), Performancelevel (PL) unterscheiden sich je nach Typ der verwendeten Gebern, Verwendung der sicheren Eingänge mit/ohne Taktausgang zur Querschlusserkennung, einkanalig oder zweikanalig, usw.

Details zu den erreichten Sicherheitskennzahlen siehe Kapitel 4.4 Sicherheitsrelevante Kenngrößen.

#### **VORSICHT**



Die Hinweise in dieser Betriebsanleitung müssen beachtet werden. Sachgemäßer Transport und sachgemäße Lagerung sind für einen einwandfreien Betrieb unerlässlich.

Installation, Montage, Programmierung, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung und Außerbetriebstellung darf nur von geschultem Fachpersonal durchgeführt werden.

Geschultes Fachpersonal in diesem Sinne sind Personen, die durch eine Ausbildung zur Fachkraft oder durch Unterweisung durch eine Fachkraft die Berechtigung erworben haben, sicherheitsgerichtete Geräte, Systeme und Anlagen unter Beachtung der einschlägigen Richtlinien und Normen der Sicherheitstechnik (Funktionale Sicherheit) zu bedienen und zu betreuen.

Verwenden Sie die Sicherheitsmodule zu Ihrer und zur Sicherheit anderer Menschen nur gemäß den Bestimmungen.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch die EMV-gerechte Installation.

Als nicht bestimmungsgemäß in diesem Sinne gilt:

- jegliche an dem Gerät vorgenommene Veränderung jedweder Art oder der Einsatz beschädigter Geräte.
- der Einsatz des Gerätes außerhalb des in dieser Betriebsanleitung beschriebenen technischen Rahmens, bzw. außerhalb der angegebenen technischen Daten.

### 3.5 Gefahr elektrischer Schlag

#### GEFAHR



Während Installation und Betrieb besteht die Gefahr des elektrischen Schlages. Spannungsführende Teile dürfen nicht berührt werden.

Nach der Abschaltung der Geräte und der Trennung von der Netzspannung und Durchführung der 5 Sicherheitsregeln ist eine **Wartezeit von 7 Minuten** einzuhalten bevor spannungsführende Teile berührt oder Anschlüsse gelöst werden dürfen.

Zur Sicherheit ist die Zwischenkreisspannung zu messen und zu warten, bis diese einen Wert unter 40 Volt erreicht hat.

#### GEFAHR



Bei nicht eingestecktem Ballaststecker kann die Zwischenkreisspannung berührt werden! Dies kann zu einem elektrischen Schlag führen!

#### 3.5.1 5 Sicherheitsregeln

#### WARNUNG



Vor und während aller Arbeiten an elektrischen Maschinen und Anlagen müssen alle sicherheitsrelevanten Hinweise und die fünf Sicherheitsregeln in der genannten Reihenfolge beachtet und eingehalten werden!

1. Stromkreise spannungsfrei schalten (auch Elektronik- und Hilfsstromkreise)
2. gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder absperren

Nach Beendigung der Arbeiten müssen die getroffenen Sicherheitsmaßnahmen in umgekehrter Reihenfolge rückgängig gemacht werden.

### 3.6 Warnung vor heißen Oberflächen

#### **WARNUNG**



Während Installation und Betrieb können an thermisch leitfähigen Teilen (Kühlkörper) der Geräte hohe Temperaturen auftreten. Vor einer Berührung ist die Temperatur dieser Teile daher zu prüfen; gegebenenfalls muss abgewartet werden, bis die Temperatur auf unter 40 °C abgesunken ist.

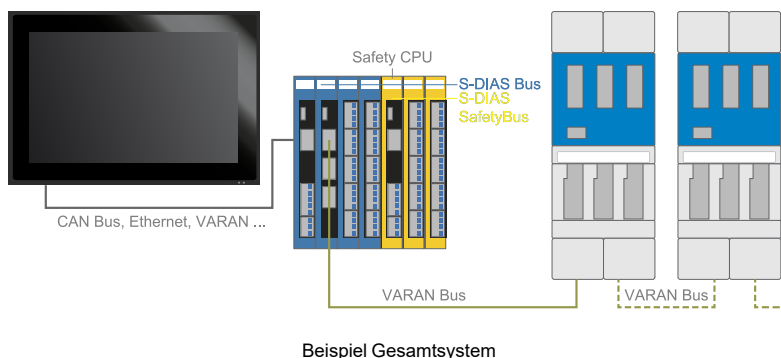
Nichtbeachtung dieser Vorsichtsmaßnahmen kann zu schweren Verletzungen führen.

---

### 3.7 Betriebsmodi

In einem Standalone Betrieb kann der DIAS-Drive 2000 auch ohne FSoE-Sicherheitssteuerung betrieben werden. Hierbei werden die gewünschten Sicherheitsfunktionen über die sicheren Eingänge des DIAS-Drive 2000 gesteuert. Welche Sicherheitsfunktionen für die Anwendung verwendet werden sollen wird über eine Konfigurationsdatei definiert.

Die gesamten Sicherheitsfunktionen des DIAS-Drive 2000 können in einem System mit einer SIGMATEK FSoE-Sicherheitssteuerung (z.B. SCP 111) verwendet werden. Das Gesamtsystem besteht neben der Sicherheits-SPS aus einer funktionalen SPS (z.B. eine CP 112), welche über die Schnittstelle VARAN verfügt, um mit dem DIAS-Drive 2000 kommunizieren zu können.



#### INFORMATION



Der DIAS-Drive 2000 kann nur mit einer funktionalen SPS (z.B. CP 112) mit einem Betriebssystem Salamander betrieben werden.

#### WARNUNG



Im Standalone Betrieb muss der Integrator sicherstellen, dass die Freigabe einer (der) Achse(n) nach einem Fehler durch den Benutzer bestätigt werden muss.

### 3.8 Sicherer Zustand

Der sichere Zustand des DIAS-Drive 2000 ist durch STO definiert. Die Motorversorgung wird zweikanalig abgeschaltet. Somit wird kein Motormoment erzeugt.

Dieser Zustand kann durch die Applikation oder durch konfigurierbare Eingänge ausgelöst werden. Die Sicherheitsfunktionen können ebenso u.a. bei einer Verletzung ihrer Limits STO auslösen. Jeder erkannte schwerwiegende interne Fehler des DIAS-Drive 2000 führt ebenso in diesen Zustand. Optional ist in diesem Zustand auch die Haltebremse aktiv.

### 3.9 Sichere Positionsauswertung

Der DIAS-Drive 2000 stellt der Safety-Applikation in der Sicherheitssteuerung eine sichere Position zur Verfügung, welche in der Applikation zur Positionsüberwachung verwendet werden kann. Die Übertragung der Position erfolgt wie bei STO mittels FSoE-Protokoll.

Zusätzlich zur Übertragung an die Sicherheitssteuerung wird die sichere Positionsauswertung auch im DIAS-Drive 2000 zur Realisierung von Sicherheitsfunktionen verwendet.

Als Geber für die sichere Positionsauswertung werden Hiperface-DSL Geber unterstützt.

### 3.10 Stromauswertung

Neben der sicheren Position stellt der DIAS-Drive 2000 auch den Strom in der Safety-Applikation als Eingang zur Verfügung. Die Übertragung des Stroms erfolgt gemeinsam mit der sicheren Position und den anderen Signalen via FSoE-Protokoll vom DIAS-Drive 2000 zur Sicherheitssteuerung.

### 3.11 Sichere Ein- und Ausgänge

Der DIAS-Drive 2000 stellt 6 sichere Eingänge zur Verfügung, welche optional als Capture-Eingänge zur Erfassung der momentanen Ist-Position der Achsen benutzt werden können. Die ersten 4 Eingänge können alternativ zum Aktivieren der Sicherheitsfunktionen verwendet werden. Dabei ist auch eine Verknüpfung zu 2 zweikanaligen Eingängen mit Querschlusserkennung möglich. Die Taktausgänge Takt A und Takt B werden einmalig modulintern generiert und an SI7 (Takt A) und SI8 (Takt B) ausgegeben.

Beachten Sie bei Verwendung mehrerer zweikanaliger sicherer Eingänge mit Querschlusserkennung, dass parallele Leitungen mit unterschiedlichem Takt belegt werden. Wo dies nicht möglich ist müssen andere Maßnahmen zur Fehlervermeidung getroffen werden, wie zum Beispiel getrennte Leitungsführung.

Beachten Sie bei zweikanaliger Verwendung der Eingänge die Diskrepanzzeit. Wird ein Eingang low, während der andere auf high bleibt, wird erst nach Ablauf der eingestellten Diskrepanzzeit der sichere Zustand eingenommen. Es stehen 2 sichere Ausgänge zur Verfügung, welche optional als Taktausgänge zur Querschlusserkennung verwendet werden können.

#### INFORMATION



##### **Default-Auslieferung: SS1 für alle Achsen (500 ms Rampenzeit)**

- Mit Querschlusserkennung - es muss Ausgang 1 (Takt A) auf Eingang 1 und Ausgang 2 (Takt B) auf Eingang 2 gelegt werden. Siehe 6.3 Verdrahtungsbeispiele Safety.
- Ohne Querschlusserkennung - Eingang 3 und Eingang 4 verwenden

### 3.12 Software/Schulung

Die Applikation wird mit der Software LASAL CLASS 2 und LASAL SCREEN Editor erstellt, die Safety Applikation mit dem LASAL SAFETYDesigner. Grundlegende Informationen über Safety (Funktionale Sicherheit) finden Sie im Safety-Systemhandbuch.

Es werden Schulungen für die LASAL-Entwicklungsumgebung angeboten, mit der Sie das Produkt konfigurieren können. Informationen über Schulungstermine finden Sie auf unserer Website.



## 4 Normen und Richtlinien

### 4.1 Restrisiken

#### VORSICHT



In der Risikobeurteilung des Systemintegrators sind folgende Restrisiken für das Produkt zu betrachten:

- Freisetzung von nicht umweltgerechten Stoffen, Emissionen und ungewöhnliche Temperaturen
- Gefährliche Berührungsspannungen
- Wirkungen betriebsmäßiger elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder
- Mögliche Einwirkungen von Geräten der Informationstechnik

#### WARNUNG



Hat der Systemintegrator in seiner Risikobeurteilung unerwartenden Anlauf zu betrachten, ist sicherheitsgerichtet dem Drive die manuelle Rückstellfunktion bzw. der automatischen Wiederanlauf zu übergeben.

## 4.2 Sicherheit der Maschine oder Anlage

### INFORMATION



Beachten Sie alle für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften der Unfallverhütung und Arbeitssicherheit.

## 4.3 Richtlinien

Das Produkt wurde in Übereinstimmung mit den Richtlinien der Europäischen Union konstruiert und auf Konformität geprüft.

### 4.3.1 Normen

Normen	Beschreibung
EN 61800-3	Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren
EN 61800-5-1	Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl Teil 5-1: Anforderungen an die Sicherheit - Elektrische, thermische und energetische Anforderungen
EN 61800-5-2	Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit - Funktionale Sicherheit
EN 60204-1	Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen Teil 1: Allgemeine Anforderung
EN ISO 13849-1	Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
EN ISO 13849-2	Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen Teil 2: Validierung
EN IEC 62061	Sicherheit von Maschinen - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme

#### 4.3.2 EU-Konformitätserklärung



---

##### EU-Konformitätserklärung

Das Produkt DIAS-Drive 2000 ist konform mit den folgenden europäischen Richtlinien:

- **2006/42/EG** Maschinenrichtlinie
- **2014/30/EU** Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV-Richtlinie)
- **2011/65/EU** „Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten“ (RoHS-Richtlinie)

Die EU-Konformitätserklärungen werden auf der SIGMATEK-Homepage zur Verfügung gestellt. Siehe Produkte/Downloads, oder mit Hilfe der Suchfunktion und Stichwort „EU-Konformitätserklärung“.

---

# 4.4 Sicherheitsrelevante Kenngrößen

Parameter	Sicherheitsfunktion
	STO
gemäß EN 62061	SIL 3, HFT 1
PL-Kategorie gemäß EN ISO 13849-1	PL e / Kat. 4
SFF	99 %
$PFH_D$	5,4E-09 (1/h)
$MTTF_D$	454 Jahre
DC	99 %

Parameter	Sicherheitsfunktion
	Sichere Eingänge SI1-SI4 (ohne Querschlusserkennung)
gemäß EN 62061	SIL 3, HFT 1
PL-Kategorie gemäß EN ISO 13849-1	PL e / Kat. 4
SFF	99 %
$PFH_D$	4,7E-09 (1/h)
$MTTF_D$	453 Jahre
DC	99 %

Parameter	Sicherheitsfunktion
	SOS, SLS, SS1, SS2, SMS, SLP, SLA, SLI, SDI, SMP, SMA, SSM, SCA
gemäß EN 62061	SIL 3, HFT 1
PL-Kategorie gemäß EN ISO 13849-1	PL e / Kat. 4
SFF	99 %

PFH <sub>D</sub>	6,39E-9 (1/h)
MTTF <sub>D</sub>	262 Jahre
DC	99 %

**VORSICHT**

Beachten Sie bei der Risikoanalyse und Design Ihrer Maschine die maximale Reaktionszeit des MDD 2000 von 12 ms, die zwischen einem Anlegen eines low-Signals an einem der sicheren Eingänge bis zum STO vergehen kann.

**INFORMATION**

Zur Berechnung der Sicherheitsfunktion STO nach EN ISO 13849-1 ist bei sicherheitsgerichteter Ansteuerung über VARAN-Bus nur der PFH<sub>D</sub>-Wert des STO heranzuziehen. Eine Ansteuerung über sichere Eingänge bedingt eine Addition der PFH<sub>D</sub>-Werte.

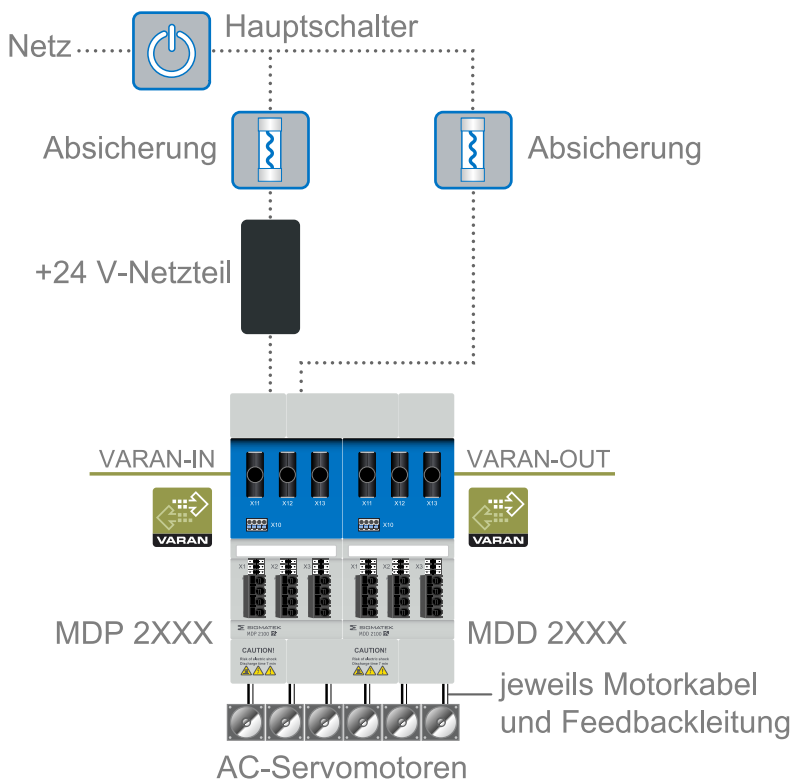
## 5 Beschreibung des Mehrfachumrichtersystems

Die Serie DIAS-Drive 2000 ist ein Mehrfachumrichtersystem für Synchron-Servomotoren. Die Gerätekonfiguration kann aus mehreren Netz-/Achsmodule (MDP 2XXX) und bis zu 10 Achsmodule (MDD 2XXX) bestehen.

Die maximale Anzahl der Achsmodule hängt primär von der Kabellänge, der Bremskonfiguration und der Motorengröße ab. Es muss beachtet werden, dass die Bus-Connection Blocks maximal 20 A und die DC-Connection-Blocks maximal 40 A führen können.

Des Weiteren hängt die maximale Anzahl der anschließbaren Achsmodule (MDD) an ein Versorgermodul (MDP) von der maximal ladbaren Zwischenkreiskapazität ab. So kann an ein Versorgermodul (MDP) zusätzlich eine maximale Zwischenkreiskapazität von 3500  $\mu\text{F}$  angeschlossen werden. Zur Ermittlung der Zwischenkreiskapazität der einzelnen Module siehe 7.1 DC-Zwischenkreis.

## 5.1 Bestandteile des Systems



## 5.2 Konzept

Das Servoantriebssystem der DIAS-Drive 2000 Serie besteht aus:

- Netz-/Achsmodule mit integrierten IGBT-Leistungsendstufen für bis zu drei Achsen
- Achsmodule mit IGBT-Leistungsendstufen für bis zu drei Achsen
- Netzeingang des Netz-/Achsmoduls mit integrierten Netzfilter für EN 61800 C3, Gleichrichter und Einschaltstrombegrenzung.
- Steckverbindungen worüber die Zwischenkreisspannung (DC-Connection-Block) zum nächsten Achsmodul geführt werden.
- Ballastschalter und Ballastwiderstand sind im Netz-/Achsmodule integriert. Es kann ein externer Ballast-Widerstand angeschlossen werden, wenn die Leistung des internen nicht ausreicht.
- Hiperface DSL als standardmäßiges Feedbacksystem. Weitere Gebersysteme sind über die Universalgeberoption verfügbar.
- +24 V-Hilfsspannungseingang zur Versorgung der internen Elektronik und der extern angeschlossenen Haltebremsen.
- Ausgänge zum Schalten der Haltebremse.
- Absenkfunktion für die Spannung der Haltebremse.
- +24 V-Hilfsspannung und VARAN werden an den Netz-/Achsmodule eingespeist und über den Bus-Connection-Block an andere Geräte weitergegeben.
- Sicherheitsfunktionen STO, SS1, SS2, SOS, SLS, SBC, SMS, SLP, SLA, SLI, SDI, SMP, SMA, SSM, SCA mit Performance Level "e" nach ISO 13849 und SIL 3 nach EN 62061.
- 4 sichere Eingänge.
- 2 Capture-Eingänge zur Erfassung der momentanen Ist-Position der Achsen.
- 2 Takt-Ausgänge zur Querschlusserkennung, welche optional als sichere Ausgänge benutzt werden können.
- Alle Schirmanschlüsse befinden sich am Gehäuse.



- Schutzfunktionen gegen:
  - Unter-/Überspannung des Zwischenkreises
  - mehrere Kurzschlussbedingungen
  - Phasenfehler der Netzspannungsversorgung
  - Überhitzung des Ballastwiderstandes
  - Übertemperatur (Kühlkörper, Umgebung und Motor)

#### INFORMATION



##### **Für USA:**

Die integrierte kontaktlose Kurzschlusschaltung dient nicht als Branch-Circuit-Protection. Die Branch-Circuit-Protection muss nach Herstelleranweisungen sowie NEC (National Electrical Code) und zusätzlichen lokalen Richtlinien erfolgen.

## 5.3 Funktion Netz-/Achsmodul

In den Netz-/Achsmodulen wird die Netzspannung gleichgerichtet. Die daraus entstehende Gleichspannung liegt am Zwischenkreis an und wird als Zwischenkreisspannung bezeichnet.

Diese Zwischenkreisspannung wird von den Achs-IGBTs zur Ansteuerung der Motoren umgerichtet. Wenn der Zwischenkreis beispielsweise durch Bremsen der Motoren über eine gewisse Spannung geladen wird, wird der Ballastwiderstand geschaltet, um die Spannung wieder zu senken.

Die Zwischenkreisspannung kann durch den DC-Connection-Block einem Achsmodul zur Verfügung gestellt werden. Die +24 V-Versorgung sowie die VARAN-Anbindung werden ebenfalls am Netz-/Achsmodul zur Verfügung gestellt und über den Bus-Connection-Block an die Achsmodule weitergegeben.

## 5.4 Funktion Achsmodul

Die Achsmodule verfügen über keinen Netzanschluss, sondern werden über den DC-Connection-Block mit Gleichspannung versorgt. Dadurch werden die Zwischenkreiskondensatoren geladen. Die einzelnen Achs-IGBTs richten die Spannung zur Ansteuerung um.

Die Achsmodule können über den Bus-Connection-Block mit +24 V versorgt sowie an VARAN angebunden werden. Wenn die Last der der Geräte und Bremsen mehr als 20 A beträgt (Maximalstrom im Bus-Connection-Block), muss ein weiteres Netz-/Achsmodule eingesetzt werden!

## 5.5 Software-Funktionalität

- Feldorientierter Stromregler (Zykluszeit 62,5  $\mu$ s)
- Feedbackerkennung und Drehzahlregler (Zykluszeit 62,5  $\mu$ s)
- Spline-Interpolation und Positionsregler (Zykluszeit 62,5  $\mu$ s)
- volle Synchronisation bis in die Endstufe auf den Takt der Steuerung mit Zykluszeiten von 250  $\mu$ s, 500  $\mu$ s und 1 ms bis 8 ms
- Logdaten werden auf einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt

## 6 Sicherheitsfunktionen

### 6.1 Übersicht

Die Geräte der DIAS-Drive 2000 Serie verfügen über folgende Sicherheitsfunktionen:

<b>STO</b>	Safe Torque Off (benötigt keine sichere Positionserkennung)
<b>SS1</b>	Safe Stop 1 (benötigt keine sichere Positionserkennung, wenn SS1 mit Zeitsteuerung)
<b>SS2</b>	Safe Stop 2
<b>SOS</b>	Safe Operating Stop
<b>SLA</b>	Safely Limited Acceleration
<b>SLS</b>	Safely Limited Speed
<b>SLP</b>	Safely Limited Position (Referenzierung der Absolut-Position nötig)
<b>SDI</b>	Safe Direction
<b>SBC</b>	Safe Brake Control
<b>SSM</b>	Safe Speed Monitor
<b>SBT</b>	Safe Brake Test
<b>SMS</b>	Safe Maximum Speed
<b>SLI</b>	Safely Limited Increment
<b>SMA</b>	Safe Maximum Acceleration
<b>SCA</b>	Safe Cam

#### INFORMATION



#### Einstellungen und Konfiguration

- Detaillierte Informationen sowie Konfigurationseinstellungen der einzelnen Parameter entnehmen Sie dem SAFETY-Systemhandbuch und der SAFETYDesigner-Hilfe.

Sicherheitsfunktionen, wie z.B. Safe Limited Speed erfordern eine sichere Positionserkennung. Um die Anforderung gemäß EN ISO 13849, Kategorie 4 umsetzen zu können, muss eine durchgehend 2-kanalige Struktur dargestellt werden können.

Mechanische Fehler, wie z.B. Achsbruch, müssen durch die Konstruktion, z.B. durch Überdimensionierung, ausgeschlossen werden. Dies ist die Aufgabe des Maschinenbauers und wird hier nicht betrachtet.

#### WARNUNG



Sicherheitsfunktionen sind nur verfügbar, wenn die in den Normen spezifizierten Rahmenbedingungen (hinsichtlich Geber, etc.) erfüllt sind!

Sicherheitsfunktionen sind nur in Kombination mit Hiperface DSL Safety Geber (EKS36, EKM36) verfügbar.

## 6.2 Beschreibung der Sicherheitsfunktionen

### 6.2.1 Stopp-Funktionen

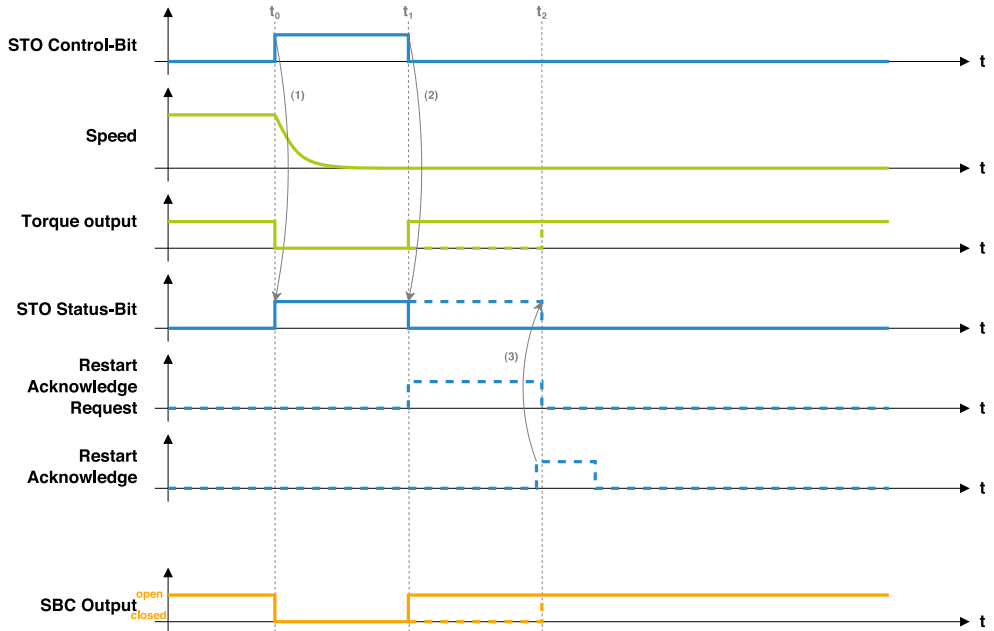
Nachfolgend werden die unterschiedlichen Stopp-Funktionen erklärt.

---

<b>6.2.1.1 STO - Safe Torque Off .....</b>	<b>38</b>
<b>6.2.1.2 SS1 - Safe Stop 1 .....</b>	<b>40</b>
<b>6.2.1.3 SS1 mit konstanter Zeitverzögerung .....</b>	<b>40</b>
<b>6.2.1.4 SS1 mit Geschwindigkeitsüberwachung .....</b>	<b>42</b>
<b>6.2.1.5 SS1 mit Verzögerungsüberwachung .....</b>	<b>44</b>
<b>6.2.1.6 SS1 mit SBC .....</b>	<b>46</b>
<b>6.2.1.7 SS2 - Safe Stop 2 .....</b>	<b>51</b>
<b>6.2.1.8 SS2 mit konstanter Zeitverzögerung .....</b>	<b>52</b>
<b>6.2.1.9 SS2 mit Geschwindigkeitsüberwachung .....</b>	<b>54</b>
<b>6.2.1.10 SS2 mit Verzögerungsüberwachung .....</b>	<b>56</b>

### 6.2.1.1 STO - Safe Torque Off

Mit der Sicherheitsfunktion STO kann der Antrieb sicher momentlos geschaltet und die Achse somit ungesteuert stillgesetzt werden. Sobald die Funktion ausgeführt wird, kann kein Drehmoment mehr aufgebaut werden.



Die in der Abbildung blau dargestellten Signale sind Control- bzw. Status-Signale, welche nur die Zustände HIGH bzw. LOW annehmen können. Die grün markierten Werte entsprechen Messwerten, die dementsprechend mehr Werte annehmen können.

## Funktionsbeschreibung

Durch Aktivierung des STO Control-Bits wird der Antrieb momentlos geschaltet und die Achse ungesteuert stillgesetzt (1). Ab diesem Zeitpunkt kann die Achse nicht mehr angesteuert werden und trudelt aus, falls diese zuvor in Bewegung war. Durch das Status-Bit wird signalisiert, dass kein Drehmoment mehr aufgebaut werden kann.

Das Verhalten beim Deaktivieren des Control-Bits (2) hängt von der Einstellung des Wiederanlauf-Verhaltens ab:

- **Automatischer Wiederanlauf:** In diesem Fall wird die Funktion sofort beendet und es kann wieder Drehmoment aufgebaut werden.
- **Manueller Wiederanlauf:** In diesem Fall wird die Funktion nicht beendet, sondern weiterhin ausgeführt, bis eine steigende Flanke am „Restart Acknowledge“ (3) ausgelöst wird. Die Funktion signalisiert die Notwendigkeit eines „Restart Acknowledge“ durch das Setzen des „Restart Acknowledge Request“ Signals. Das Verhalten ist im Timing-Diagramm mit den strichlierten Linien dargestellt.

Optional kann mit der Aktivierung von STO auch eine SBC-Sicherheitsfunktion mit ausgeführt werden, um die Haltbremse zu schließen, während die Achse momentlos geschaltet ist.

## Fehlerreaktion

Bei der Sicherheitsfunktion STO sind keine Fehlerreaktionen möglich.

<b>Parameter</b>	
Restart Acknowledge	Manual: Restart Acknowledge Funktion wird hierfür gebraucht Automatic: automatischer Neustart
Activate SBC	Optional: Funktion für Betriebsbremse wird bei Aktivierung gestartet Mögliche Einträge: none, SBC_1,...,SBC_8

### 6.2.1.2 SS1 - Safe Stop 1

Mit der Sicherheitsfunktion SS1 kann der Antrieb zeitverzögert momentlos geschaltet und die Achse somit gesteuert stillgesetzt werden. Der funktionsgerichtete Teil kann während der Ausführung von SS1 die Achse entsprechend abbremsen, um ein Austrudeln zu verhindern. Am Ende der Sicherheitsfunktion wird STO ausgelöst.

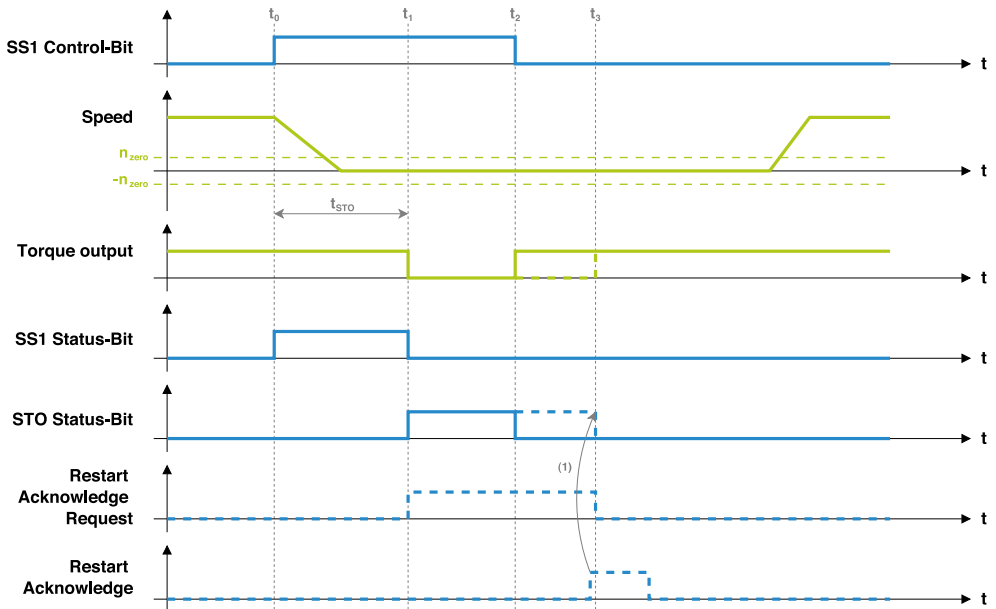
Bei SS1 sind je nach Konfiguration verschiedene Varianten möglich, wobei sich die Varianten nicht gegenseitig ausschließen, sondern in Kombination verwendet werden können.

Unabhängig von der Variante resultiert SS1 immer in der STO-Sicherheitsfunktion. Daher kommt auch das Wiederanlaufverhalten von STO zum Einsatz, wenn es durch SS1 ausgelöst wird.

### 6.2.1.3 SS1 mit konstanter Zeitverzögerung

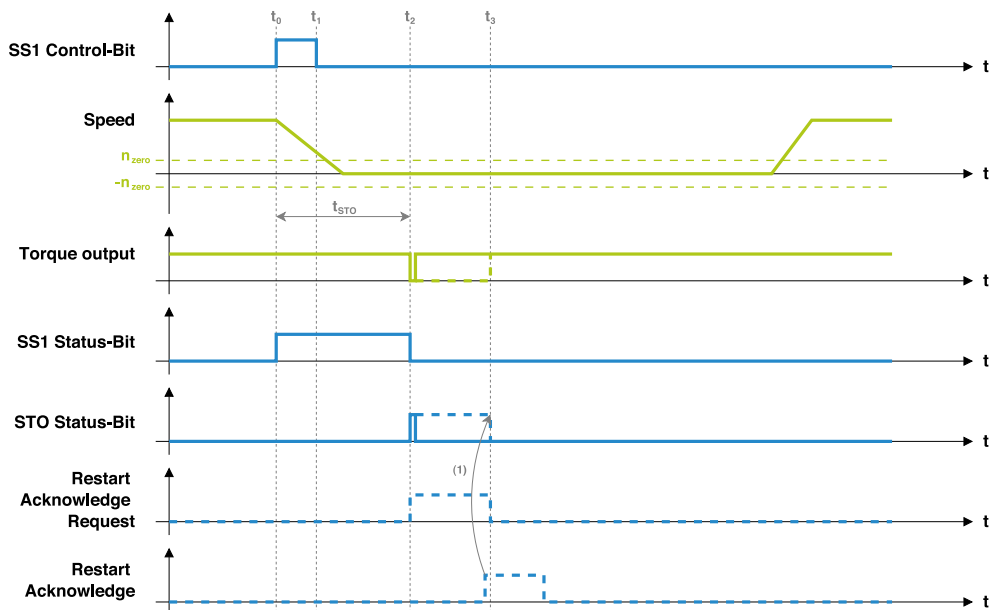
Die Standard- und gleichzeitig Minimal-Variante von SS1 ist jene mit zeitverzögertem STO. Dabei wird nach Ausführung von SS1 nach einer eingestellten Wartezeit ( $t_{\text{STO}}$ ) STO ausgelöst.

#### Timing





Der in der Abbildung dargestellte Ablauf zeigt die Standard-Variante von SS1 wobei der SS1-Auslöser (Control-Bit) länger als  $t_{STO}$  aktiv ist. Bei dem in nachfolgender Abbildung gezeigten Ablauf wird im Vergleich dazu der Auslöser nur für einen kurzen Moment aktiviert. Unabhängig von dieser Dauer wird SS1 nach Auslösung in jedem Fall finalisiert.



## Funktionsbeschreibung

Durch die Aktivierung von SS1 ( $t_0$ ) beginnt der Timer zu zählen, welcher nach Ablauf von  $t_{STO}$  zur Ausführung der Sicherheitsfunktion STO führt. Die Aktivierung von SS1 wird dem funktionsgerichteten Teil mitgeteilt und via Status-Bit signalisiert, sodass entsprechend abgebremst werden kann.

Optional kann ein Zero-Window ( $n_{zero}$ ) konfiguriert werden. Ist dieses in der Konfiguration enthalten, wird bei Ablauf von  $t_{STO}$  geprüft, ob sich die Geschwindigkeit innerhalb dieses Fensters befindet. Wird eine Überschreitung erkannt, führt dies zu STO als Fehlerreaktion.

Während die Überprüfungen im Zuge von SS1 noch aktiv sind und STO noch nicht ausgeführt wird, ist das SS1 Status-Bit gesetzt. Sobald eine der Bedingungen zur Ausführung von STO führt, wird das SS1 Status-Bit zurückgesetzt und STO ausgeführt (STO Status-Bit gesetzt).

Unabhängig davon, ob das SS1 Control-Bit lange genug gesetzt ist, wird SS1 immer so lange ausgeführt, bis STO in Folge ausgelöst wird.

Wird das SS1 Control-Bit erst nach STO-Auslösung weggenommen (siehe  $t_2$  in „SS1 mit konstanter Zeitverzögerung“ 1. Bild), bleibt bis zu diesem Zeitpunkt STO aktiv. Danach wird die SS1-Funktion und dadurch auch STO beendet. Für STO kommt das bei STO konfigurierte Wiederanlauf-Verhalten (durchgezogene Linie = automatischer Wiederanlauf; strichlierte Linie = manueller Wiederanlauf) zum Einsatz.

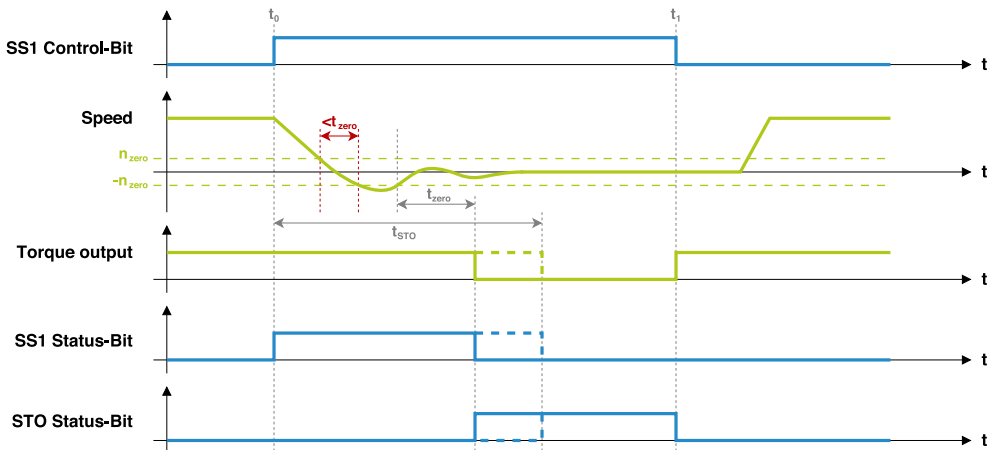
Wird die SS1-Auslösung jedoch vorzeitig weggenommen (siehe  $t_1$  in „SS1 mit konstanter Zeitverzögerung“ 2. Bild), so wird die Funktion dennoch finalisiert und am Ende für nur einen Zyklus STO ausgeführt (falls STO mit automatischem Wiederanlauf konfiguriert ist).

Bei manuellem Wiederanlauf, ist ein Restart Acknowledge notwendig (siehe Pfeil (1)).

#### 6.2.1.4 SS1 mit Geschwindigkeitsüberwachung

Zusätzlich zur Standard-Variante kann die Geschwindigkeit überwacht werden, um vorzeitig STO auszulösen, falls sich die Geschwindigkeit lange genug ( $t_{\text{zero}}$ ) im Zero-Window ( $n_{\text{zero}}$ ) befindet.

#### Timing



Der in diesem Timing-Diagramm dargestellte SS1 Ablauf beinhaltet eine weitere konfigurierbare Zeit ( $t_{\text{zero}}$ ), die ein vorzeitiges Auslösen von STO ermöglicht. Strichliert ist zusätzlich die Standard-Variante dargestellt, die zum Einsatz kommt, wenn die  $t_{\text{zero}}$  Zeit nicht konfiguriert ist.

## Funktionsbeschreibung

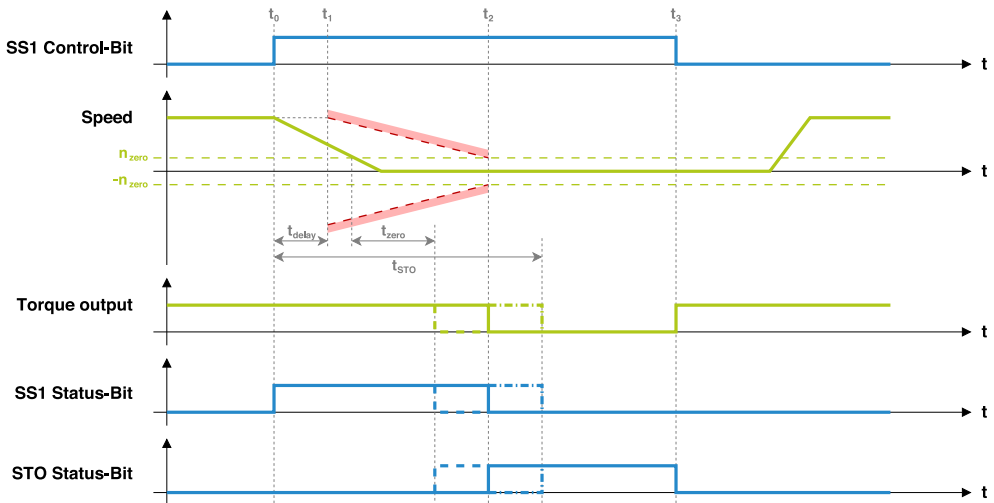
Um bei einem schnelleren Abbremsen STO bereits vor Ablauf der Zeit  $t_{STO}$  auslösen zu können, kann zusätzlich eine Geschwindigkeitsüberwachung aktiviert werden. Diese Geschwindigkeitsüberwachung prüft, ob sich die Geschwindigkeit lange genug im Zero-Window (zwischen  $-n_{zero}$  und  $n_{zero}$ ) befindet und wird durch die Konfiguration von  $t_{zero}$  ungleich Null aktiviert.

Die Geschwindigkeit muss sich dabei für mindestens  $t_{zero}$  am Stück innerhalb des Zero-Windows befinden. Sollte die Geschwindigkeit das Fenster erreichen, danach aber zu schnell wieder verlassen (siehe rote Markierung in obiger Abbildung), wird der Vorgang abgebrochen und beim nächsten Eintritt in das Zero-Window der Timer neu gestartet. Sobald die Bedingung erfüllt ist, wird SS1 vorzeitig finalisiert und STO ausgelöst.

### 6.2.1.5 SS1 mit Verzögerungsüberwachung

Zusätzlich zu den bereits genannten Überwachungen kann bei SS1 auch die Verzögerung überwacht werden. Dabei wird überwacht, ob sich die Geschwindigkeit während des Bremsvorgangs innerhalb der konfigurierten Rampe befindet. Dadurch kann bereits vorzeitig erkannt werden, ob das Abbremsen funktioniert und im Fehlerfall früher STO ausgelöst werden.

#### Timing



Im Vergleich zur zeitlichen Überwachung muss sich die Geschwindigkeit bei aktiver Verzögerungsüberwachung während des Abbremsens innerhalb der roten Markierung bewegen.

## Funktionsbeschreibung

Das zeitliche Verhalten von SS1 bleibt unverändert. Zusätzlich wird die Verzögerung der Geschwindigkeit überwacht.

Da der funktionsgerichtete Teil nicht unmittelbar mit dem Abbremsen beginnen kann, wird ab dem Zeitpunkt  $t_0$  noch ein Delay ( $t_{\text{delay}}$ ) abgewartet. Erst wenn dieses Delay abgelaufen ist ( $t_1$ ), wird die Geschwindigkeit überwacht. Dabei wird jedoch nicht erwartet, dass kontinuierlich verzögert wird, sondern sich die maximal erlaubte Geschwindigkeit mit der eingestellten Verzögerung Millisekunde für Millisekunde reduziert.

Initial wird als maximal erlaubte Geschwindigkeit der Wert verwendet, der beim Auslösen von SS1 gemessen wurde. Anschließend wird die erlaubte Geschwindigkeit so lange reduziert, bis diese das Zero-Window erreicht ( $t_2$ ). Bleibt die Geschwindigkeit während dieser Zeit innerhalb der erlaubten Grenzen, wird in dem Moment, in dem die Rampe (rot dargestellt) das Zero-Window erreicht ( $t_2$ ), die SS1 Funktion finalisiert und STO ausgelöst.

Der Zeitpunkt ab wann STO ausgelöst wird, hängt bei der Verzögerungsüberwachung zusätzlich von der eingestellten Delay-Zeit ( $t_{\text{delay}}$ ) und der minimalen Verzögerung ( $a_{\text{deceleration}}$ ) also auch von der Ausgangs-Geschwindigkeit ab. Je höher die Geschwindigkeit, desto länger dauert es, bis die Rampe das Zero-Window erreicht. Die maximale Dauer bis zur Auslösung von STO ist durch  $t_{\text{STO}}$  (strich-punktierte Darstellung in obiger Abbildung) begrenzt. Auch die vorzeitige STO Auslösung durch das Zero-Window (strichlierte Darstellung in obiger Abbildung) ist in Kombination möglich.

Sollte die maximal erlaubte Geschwindigkeit während der Überwachung verletzt werden, so wird STO als Fehlerreaktion ausgelöst und die SS1 Funktion finalisiert.

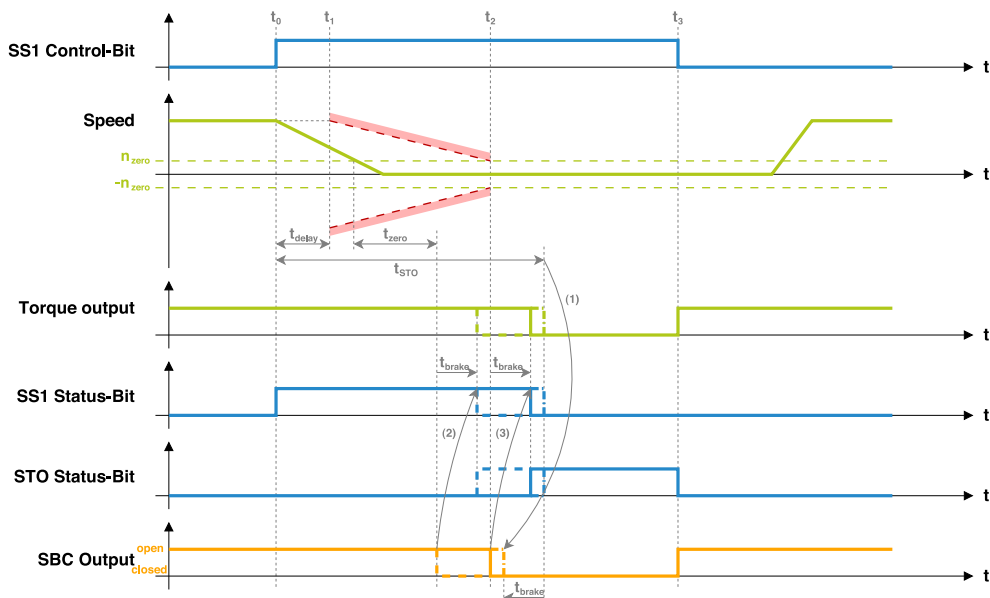
### 6.2.1.6 SS1 mit SBC

Bei SS1 kann ebenfalls wie bei STO die Haltebremse mit ausgelöst werden. Allerdings besteht bei SS1 die Option, die Haltebremse entsprechend früher zu schließen, da diese nach Auslösung noch eine gewisse Zeit benötigt, bis tatsächlich die Bremse geschlossen ist.

Die Bremse kann je nach SS1-Konfiguration in folgenden Fällen vorzeitig geschlossen werden:

- Vor Ablauf von  $t_{STO}$ : Damit STO auf jeden Fall nach  $t_{STO}$  ausgelöst wird, wird die Bremse in diesem Fall um die bei SBC konfigurierte Brems-Schließzeit früher geschlossen (zum Zeitpunkt  $t_{STO}-t_{brake}$ ).
- Nach vorzeitiger Auslösung durch Zero-Window: Sollte die Geschwindigkeit lange genug im Zero-Window geblieben sein, wird bei konfigurierter SBC-Option zu diesem Zeitpunkt nicht direkt SS1 finalisiert und STO ausgelöst, sondern zuerst SBC und erst nach  $t_{brake}$  STO ausgelöst.
- Nach vorzeitiger Auslösung durch Verzögerungsüberwachung: In diesem Fall kommt die gleiche Logik zum Einsatz wie beim Zero-Window. Es wird zuerst SBC und erst nach  $t_{brake}$  STO ausgelöst.

## Timing



In der Abbildung ist das gleiche Beispiel wie in der letzten Abbildung zu sehen, allerdings mit zusätzlicher SBC-Option. Daher führen die jeweiligen SS1-Überprüfungen nicht direkt zur SS1-Finalisierung gefolgt von STO, sondern wie zuvor beschrieben zuerst zur Auslösung von SBC. Nur der mit Pfeil (1) markierte Fall verzögert die STO-Ausführung nicht nach hinten, sondern führt SBC entsprechend früher aus.

## Funktionsbeschreibung

Um SS1 so zu konfigurieren, dass die Bremse entsprechend mit ausgelöst wird, muss die SBC-Option bei SS1 aktiviert werden. Die Zeit, welche die Bremse zum Schließen benötigt ( $t_{brake}$ ), wird nicht bei SS1 konfiguriert, sondern ist Teil der SBC-Konfiguration.

Die Bremse wird bei aktiver SBC-Option immer um die Zeit  $t_{brake}$  vor STO ausgeführt. Die mögliche Fälle sind mit den Pfeilen (1), (2) und (3) entsprechend dargestellt. Dadurch wird sichergestellt, dass die Bremse bereits sicher geschlossen ist, bevor kein Drehmoment mehr aufgebaut werden kann.

## Fehlerreaktion

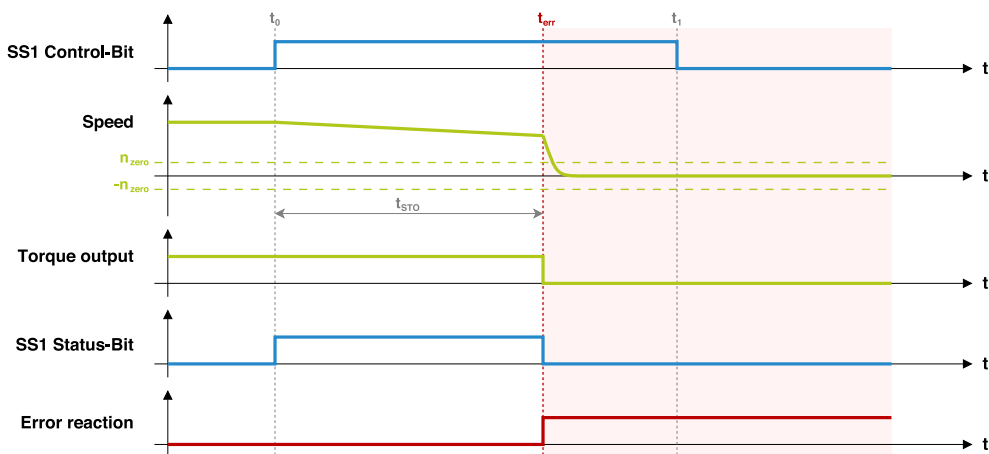
Bei SS1 können 2 verschiedene Arten von Fehlern auftreten:

Geschwindigkeit am Ende nicht innerhalb des Zero-Windows: Falls das Zero-Window konfiguriert ist, dann muss sich die Geschwindigkeit beim Ablauf von  $t_{STO}$  innerhalb des Zero-Windows (zwischen  $-n_{zero}$  und  $n_{zero}$ ) befinden.

Maximale Geschwindigkeit bei Verzögerungsüberwachung überschritten: Wenn die Verzögerungsüberwachung aktiv ist, muss sich die Geschwindigkeit innerhalb der Verzögerungsrampe befinden.

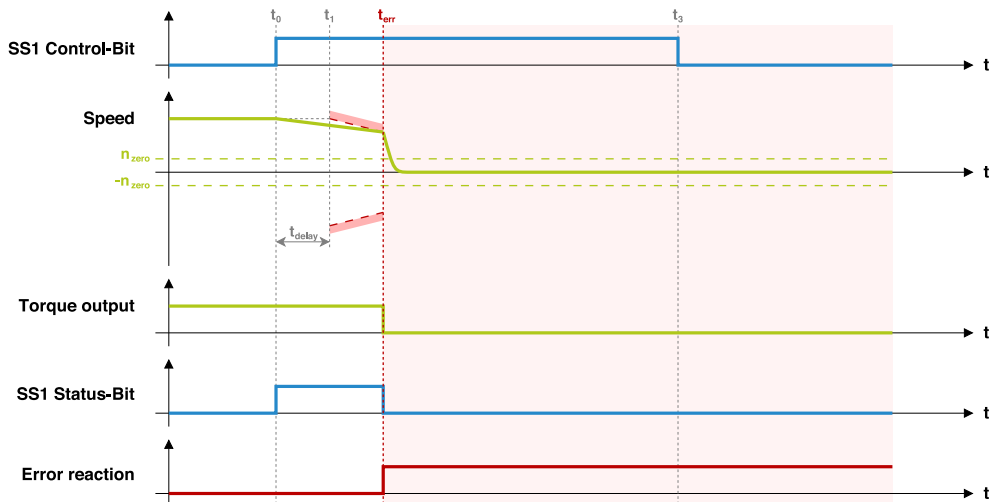
Sollte bei einer der beiden Überprüfungen ein Fehler erkannt werden, wird SS1 sofort finalisiert und STO als Fehlerreaktion ausgelöst.

Die beiden Fehlerfälle sind nachfolgend mit Hilfe von Timing-Diagrammen dargestellt. Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{err}$  markiert:





Der in der Abbildung dargestellte Fehlerfall zeigt das Verhalten von SS1, wenn sich die Geschwindigkeit nach Ablauf von  $t_{STO}$  außerhalb des Zero-Windows befindet. In nachfolgendem Diagramm ist der Fehlerfall bei der Verzögerungsüberwachung dargestellt:



Parameter	
Time STO ( $t_{STO}$ )	Zeitspanne, bis STO gestartet wird
Velocity ( $n_{zero}$ )	Optionale Geschwindigkeitsüberwachung: wenn ungleich 0 muss die Geschwindigkeit in diesem Bereich sein, nachdem „Time STO“ abgelaufen ist
Time Velocity ( $t_{zero}$ )	Optional: wenn ungleich 0 wird STO sofort aktiviert, falls die Geschwindigkeit „Time Velocity“-lang innerhalb des Wertes von „Velocity“ ist
Deceleration Limit ( $a_{deceleration}$ )	Optional zur Geschwindigkeitsüberwachung: Grenzwert für die Verzögerung
Time Deceleration ( $t_{delay}$ )	Optional: Zeit bis die Verzögerungsüberwachung aktiviert wird
Activate SBC	Funktion für Betriebsbremse wird aktiviert Mögliche Einträge: none, SBC_1,...,SBC_8

**INFORMATION**

Bei Verwendung der Betriebsbremse ist zu beachten, dass sie um „Brake Time“ (von SBC) vor Ablauf von „Time STO“ gestartet wird, bzw. dass nach „Time Velocity“ (bei Geschwindigkeitsüberwachung) SBC gestartet wird aber erst nach Ablauf von „Brake Time“ der Status von STO gesetzt und der Status von SS1 zurückgesetzt wird.

### 6.2.1.7 SS2 - Safe Stop 2

Mit der Sicherheitsfunktion SS2 kann der Antrieb geregelt stillgesetzt werden ohne, dass dabei die Achse momentlos geschaltet wird. In Folge wird die Sicherheitsfunktion SOS ausgeführt, um die Achse auf der aktuellen Position zu halten.

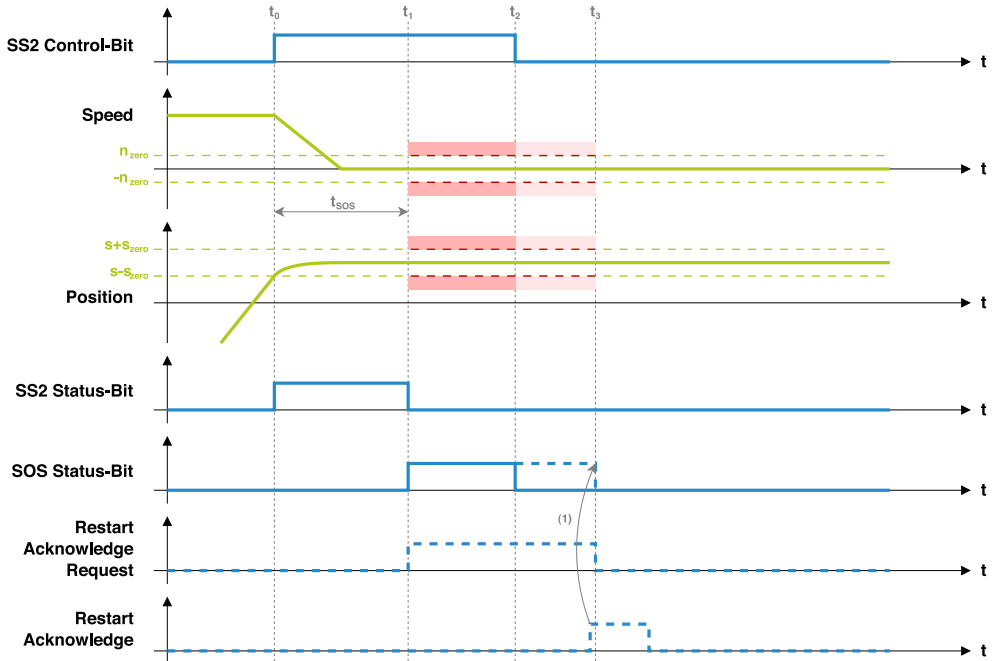
Bei SS2 sind je nach Konfiguration verschiedene Varianten möglich, wobei sich die Varianten nicht gegenseitig ausschließen, sondern in Kombination verwendet werden können.

Unabhängig von der Variante resultiert SS2 immer in der dazugehörigen SOS-Sicherheitsfunktion. Wenn SOS durch SS2 ausgelöst wird, kann wie bei SS1 das Wiederanlaufverhalten von SOS konfiguriert werden.

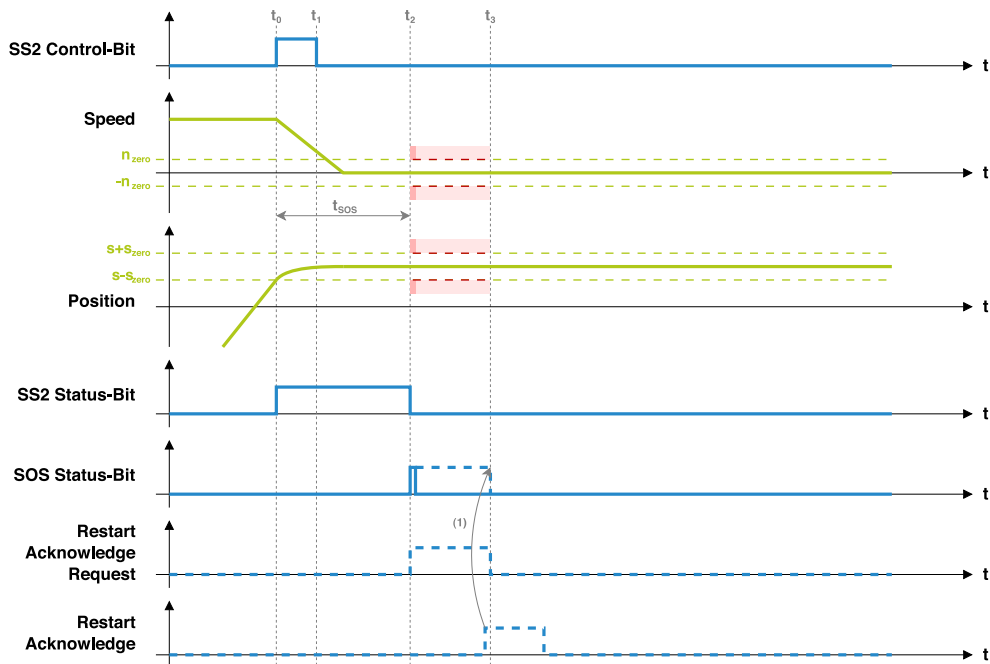
### 6.2.1.8 SS2 mit konstanter Zeitverzögerung

Die Standard- und gleichzeitig Minimal-Variante von SS2 ist jene mit zeitverzögertem SOS. Dabei wird nach Ausführung von SS2 nach einer eingestellten Wartezeit ( $t_{SOS}$ ) SOS ausgelöst.

#### Timing



Der oben dargestellte Ablauf zeigt die Standard-Variante von SS2 wobei der SS2-Auslöser (Control-Bit) länger als  $t_{SOS}$  aktiv ist. Bei dem in nachfolgender Abbildung gezeigten Ablauf wird im Vergleich dazu der Auslöser nur für einen kurzen Moment aktiviert. Unabhängig von dieser Dauer wird SS2 nach Auslösung in jedem Fall finalisiert.



Durch die Aktivierung von SS2 ( $t_0$ ) beginnt der Timer zu zählen, welcher nach Ablauf von  $t_{sos}$  zur Ausführung der dazugehörigen Sicherheitsfunktion SOS führt. Mit „dazugehörig“ ist gemeint, dass für die 4. Instanz von SS2 (SS2\_4) auch die 4. Instanz von SOS (SOS\_4) als Folgefunktion verwendet wird.

Die Aktivierung von SS2 wird dem funktionsgerichteten Teil mitgeteilt und via Status-Bit signalisiert, sodass entsprechend abgebremst werden kann.

Während die Überprüfungen im Zuge von SS2 noch aktiv sind und SOS noch nicht ausgeführt wird, ist das SS2 Status-Bit gesetzt. Sobald eine der Bedingungen zur Ausführung von SOS führt, wird das SS2 Status-Bit zurückgesetzt und SOS ausgeführt (SOS Status-Bit gesetzt).

Unabhängig davon, ob das SS2 Control-Bit lange genug gesetzt ist, wird SS2 immer so lange ausgeführt, bis SOS in Folge ausgelöst wird.

Wird das SS2 Control-Bit erst nach SOS-Auslösung weggenommen (siehe  $t_2$  in „SS2 mit konstanter Zeitverzögerung“ Bild 1), bleibt bis zu diesem Zeitpunkt SOS aktiv. Danach wird die SS2-Funktion und dadurch auch SOS beendet. Für SOS kommt das bei SS2 konfigurierte Wiederanlauf-Verhalten (durchgezogene Linie = automatischer Wiederanlauf; strichlierte Linie = manueller Wiederanlauf) zum Einsatz.

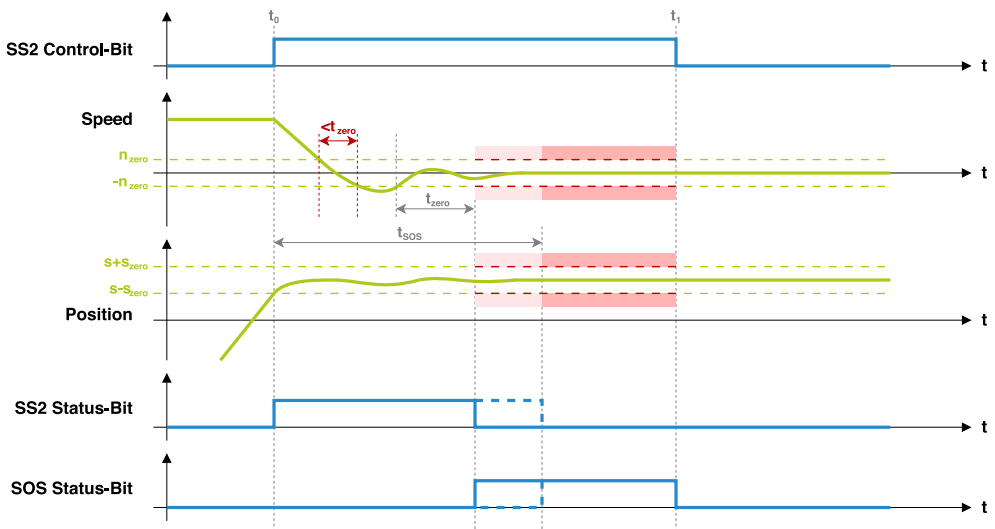
Wird die SS2-Auslösung jedoch vorzeitig weggenommen (siehe  $t_1$  in „SS2 mit konstanter Zeitverzögerung“ Bild 2), so wird die Funktion dennoch finalisiert und am Ende für nur einen Zyklus SOS ausgeführt (falls automatischer Wiederanlauf konfiguriert ist).

Bei manuellem Wiederanlauf, ist ein Restart Acknowledge notwendig (siehe Pfeil (1)).

### 6.2.1.9 SS2 mit Geschwindigkeitsüberwachung

Zusätzlich zur Standard-Variante kann die Geschwindigkeit überwacht werden, um vorzeitig SOS auszulösen, falls sich die Geschwindigkeit lange genug ( $t_{\text{zero}}$ ) im Zero-Window von SOS ( $n_{\text{zero}}$ ) befindet.

#### Timing



Der in diesem Timing-Diagramm dargestellte SS2-Ablauf beinhaltet eine weitere konfigurierbare Zeit ( $t_{\text{zero}}$ ), die ein vorzeitiges Auslösen von SOS ermöglicht. Strichliert ist zusätzlich die Standard-Variante dargestellt, die zum Einsatz kommt, wenn die  $t_{\text{zero}}$  Zeit nicht konfiguriert ist.

## Funktionsbeschreibung

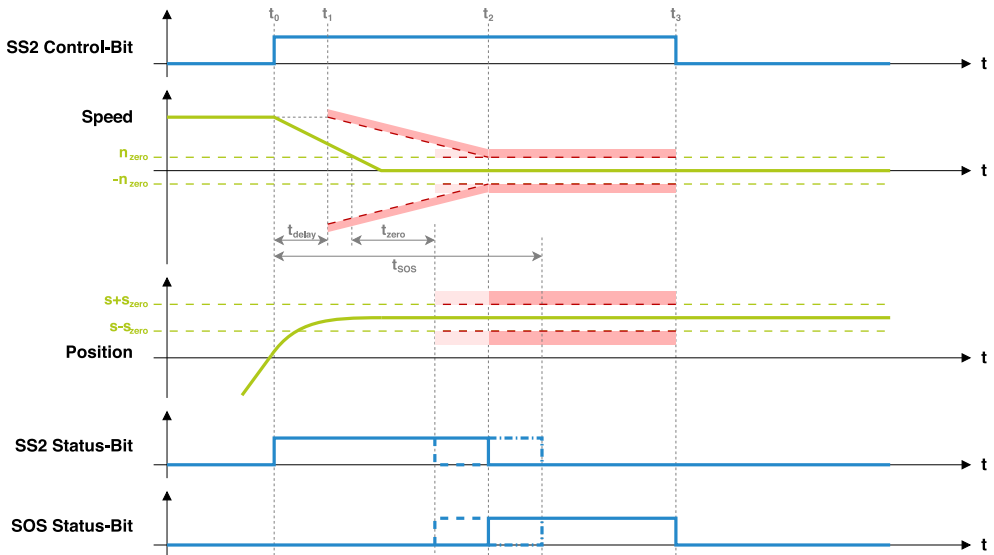
Um bei einem schnelleren Abbremsen SOS bereits vor Ablauf der Zeit  $t_{SOS}$  auslösen zu können, kann zusätzlich eine Geschwindigkeitsüberwachung aktiviert werden. Diese Geschwindigkeitsüberwachung prüft, ob sich die Geschwindigkeit lange genug im Zero-Window von SOS (zwischen  $-n_{zero}$  und  $n_{zero}$ , bei SOS konfiguriert) befindet und wird durch die Konfiguration von  $t_{zero}$  ungleich Null aktiviert.

Die Geschwindigkeit muss sich dabei für mindestens  $t_{zero}$  am Stück innerhalb des Zero-Windows befinden. Sollte die Geschwindigkeit das Fenster erreichen, danach aber zu schnell wieder verlassen (siehe rote Markierung in der Abbildung), wird der Vorgang abgebrochen und beim nächsten Eintritt in das Zero-Window der Timer neu gestartet. Sobald die Bedingung erfüllt ist, wird SS2 vorzeitig finalisiert und SOS ausgelöst.

### 6.2.1.10 SS2 mit Verzögerungsüberwachung

Zusätzlich zu den bereits genannten Überwachungen kann bei SS2 auch die Verzögerung überwacht werden. Dabei wird überwacht, ob sich die Geschwindigkeit während des Bremsvorgangs innerhalb der konfigurierten Rampe befindet. Dadurch kann bereits vorzeitig erkannt werden, ob das Abbremsen funktioniert und im Fehlerfall die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst werden.

#### Timing



Im Vergleich zur zeitlichen Überwachung muss sich die Geschwindigkeit bei aktiver Verzögerungsüberwachung während des Abbremsens innerhalb der roten Markierung bewegen.



## Funktionsbeschreibung

Das zeitliche Verhalten von SS2 bleibt unverändert. Zusätzlich wird die Verzögerung der Geschwindigkeit überwacht.

Da der funktionsgerichtete Teil nicht unmittelbar mit dem Abbremsen beginnen kann, wird ab dem Zeitpunkt  $t_0$  noch ein Delay ( $t_{\text{delay}}$ ) abgewartet. Erst wenn dieses Delay abgelaufen ist ( $t_1$ ), wird die Geschwindigkeit überwacht. Dabei wird jedoch nicht erwartet, dass kontinuierlich verzögert wird, sondern sich die maximal erlaubte Geschwindigkeit mit der eingestellten Verzögerung Millisekunde für Millisekunde reduziert.

Initial wird als maximal erlaubte Geschwindigkeit der Wert verwendet, der beim Auslösen von SS2 gemessen wurde. Anschließend wird die erlaubte Geschwindigkeit so lange reduziert, bis diese das Zero-Window erreicht ( $t_2$ ). Bleibt die Geschwindigkeit während dieser Zeit innerhalb der erlaubten Grenzen, wird in dem Moment, indem die Rampe (rot dargestellt) das Zero-Window erreicht ( $t_2$ ), die SS2-Funktion finalisiert und SOS gestartet.

Der Zeitpunkt ab wann SOS aktiv wird, hängt bei der Verzögerungsüberwachung zusätzlich von der eingestellten Delay-Zeit ( $t_{\text{delay}}$ ) und der minimalen Verzögerung (adeceleration) also auch von der Ausgangs-Geschwindigkeit ab. Je höher die Geschwindigkeit, desto länger dauert es, bis die Rampe das Zero-Window erreicht. Die maximale Dauer bis zur Aktivierung von SOS ist durch  $t_{\text{SOS}}$  (strich-punktierte Darstellung in der Abbildung) begrenzt. Auch die vorzeitige SOS-Aktivierung durch das Zero-Window (strichlierte Darstellung in der Abbildung) ist in Kombination möglich.

Sollte die maximal erlaubte Geschwindigkeit während der Überwachung verletzt werden, so wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst und die SS2-Funktion finalisiert.

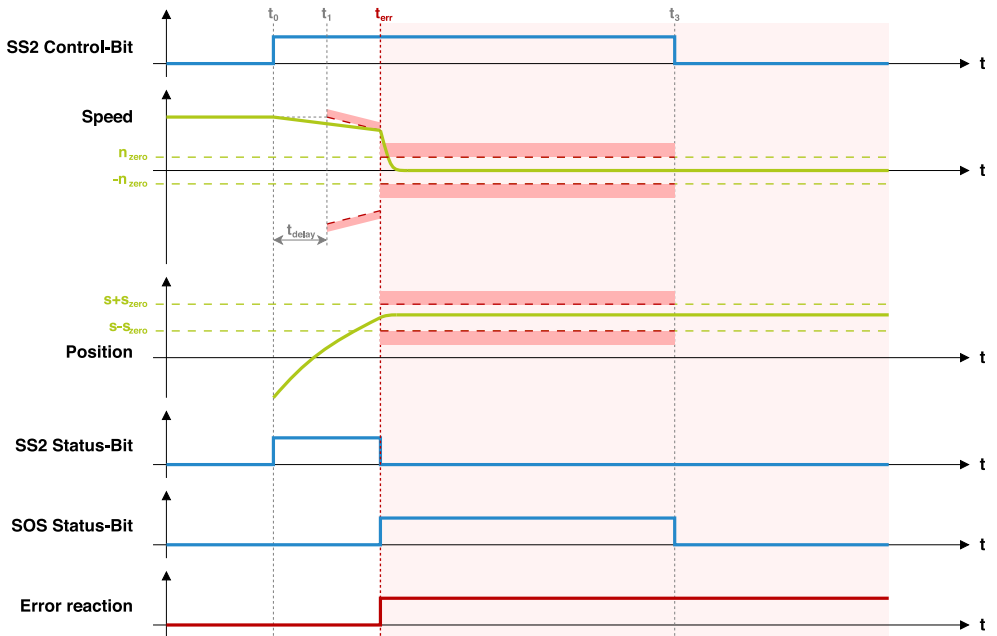
## Fehlerreaktion

Bei SS2 kann nur ein Fehler auftreten:

- Maximale Geschwindigkeit bei Verzögerungsüberwachung überschritten: Wenn die Verzögerungsüberwachung aktiv ist, muss sich die Geschwindigkeit innerhalb der Verzögerungsrampe befinden. Sollte eine Überschreitung erkannt werden, wird SS2 sofort finalisiert und die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Sobald SS2 finalisiert wurde und SOS aktiv ist, finden Geschwindigkeits- und Positionsüberwachungen durch SOS statt. Diese können ebenfalls entsprechende Fehlerreaktionen verursachen und sind im SOS Kapitel beschrieben.

Der beschriebene Fehlerfall ist nachfolgend mit Hilfe eines Timing-Diagramms dargestellt.  
Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{err}$  markiert:



Parameter	
Time SOS ( $t_{sos}$ )	Zeitspanne, bis SOS aktiviert wird. Dabei wird dieselbe Instanz von SOS aktiviert (z.B. SS2_3 startet SOS_3).
Time Velocity ( $t_{zero}$ )	Optional: wenn ungleich 0 wird SOS sofort aktiviert, falls die Geschwindigkeit in der Zeit innerhalb des Wertes von „Velocity“ (aus der Funktion SOS) ist.
Deceleration Limit ( $a_{deceleration}$ )	Optional: Grenzwert für die Verzögerung
Time Deceleration ( $t_{delay}$ )	Optional: Zeit bis Verzögerungsüberwachung aktiviert wird
Restart Acknowledge	Manual: manueller Neustart für SOS Automatic: automatischer Neustart für SOS
Error Reaction	Funktion, die im Fehlerfall gestartet wird. Mögliche Einträge: STO, SS1_1,...SS1_8

## 6.2.2 Überwachungsfunktionen

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Überwachungsfunktionen erklärt.

---

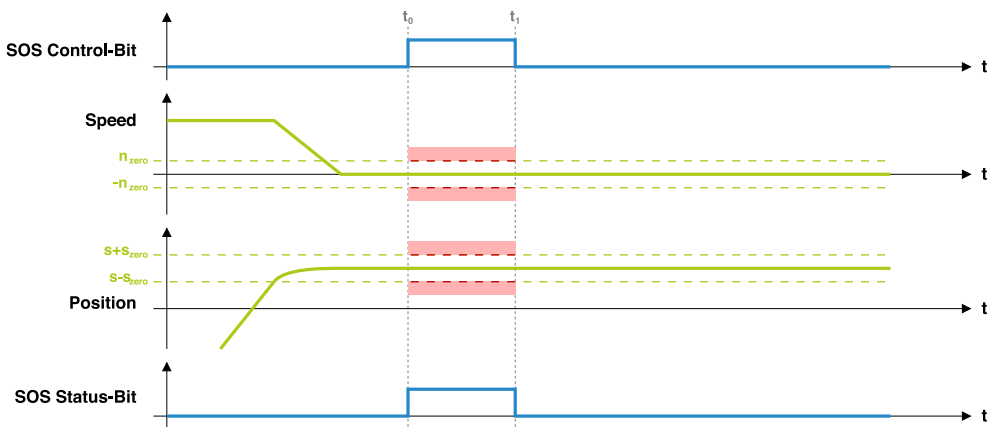
<b>6.2.2.1 SOS - Safe Operation Stop .....</b>	<b>60</b>
<b>6.2.2.2 SLA - Safely Limited Acceleration .....</b>	<b>64</b>
<b>6.2.2.3 SMA - Safe Maximum Acceleration .....</b>	<b>68</b>
<b>6.2.2.4 SLS - Safely Limited Speed .....</b>	<b>70</b>
<b>6.2.2.5 SLS mit Aktivierung durch Verzögerungszeit .....</b>	<b>70</b>
<b>6.2.2.6 SLS mit Aktivierung durch niedrige Geschwindigkeit .....</b>	<b>71</b>
<b>6.2.2.7 SLS mit Verzögerungsüberwachung .....</b>	<b>72</b>
<b>6.2.2.8 SMS - Safe Maximum Speed .....</b>	<b>76</b>
<b>6.2.2.9 SLP - Safely Limited Position .....</b>	<b>78</b>
<b>6.2.2.10 SLI - Safely Limited Increment .....</b>	<b>82</b>
<b>6.2.2.11 SDI - Safe Direction .....</b>	<b>84</b>
<b>6.2.2.12 SCA - Safe CAM .....</b>	<b>88</b>
<b>6.2.2.13 SSM - Safe Speed Monitor .....</b>	<b>89</b>

### 6.2.2.1 SOS - Safe Operation Stop

Diese Funktion verhindert, dass der Motor um mehr als einen festgelegten Betrag von der Halteposition abweicht. Der Antrieb wird mit Energie versorgt, die ermöglicht, dass er dem Angreifen äußerer Kräfte standhält. Die Regelung um den Antrieb in Position zu halten ist aktiv.

Mit der Sicherheitsfunktion SOS kann überwacht werden, ob sich die Position während der Ausführung nicht oder nur minimal verändert.

#### Timing



Das dargestellte Timing-Diagramm zeigt das Verhalten der Sicherheitsfunktion SOS. Wenn SOS direkt ausgeführt wird und nicht über SS2 aktiviert wird, wird bei Deaktivierung des SOS Control-Bits die Überwachung sofort inaktiv, weshalb in diesem Diagramm das manuelle Wiederanlaufverhalten (nur bei Auslösung über SS2 konfigurierbar) nicht dargestellt ist.

## Funktionsbeschreibung

Mit der Aktivierung von SOS durch das Control-Bit ( $t_0$ ) wird die Überwachung der Position gestartet. Dabei wird zuerst die zum Zeitpunkt  $t_0$  gemessene Position als Ausgangsposition gespeichert. Anschließend wird überprüft, ob die Position innerhalb des Zero-Windows (zwischen  $s-s_{\text{zero}}$  und  $s+s_{\text{zero}}$ ) bleibt. Sollte hier eine Überschreitung erkannt werden, wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Mit der Deaktivierung von SOS ( $t_1$ ) wird die Überwachung wieder gestoppt. Eine aktive Überwachung wird durch das SOS Status-Bit signalisiert.

Zusätzlich zur Position kann optional die Geschwindigkeit überwacht werden. Dazu muss auch für die Geschwindigkeit ein Zero-Window konfiguriert sein. Ein Wert ungleich Null aktiviert diese zusätzliche Überwachung. Im Vergleich zur Positionsüberwachung wird das Zero-Window jedoch nicht basierend auf der beim Aktivieren gemessenen Geschwindigkeit angewendet, sondern auf die Geschwindigkeit 0. Es wird daher überprüft, ob die Geschwindigkeit zwischen  $-n_{\text{zero}}$  und  $n_{\text{zero}}$  bleibt. Eine Überschreitung führt auch hier zum Auslösen der konfigurierten Fehlerreaktion.

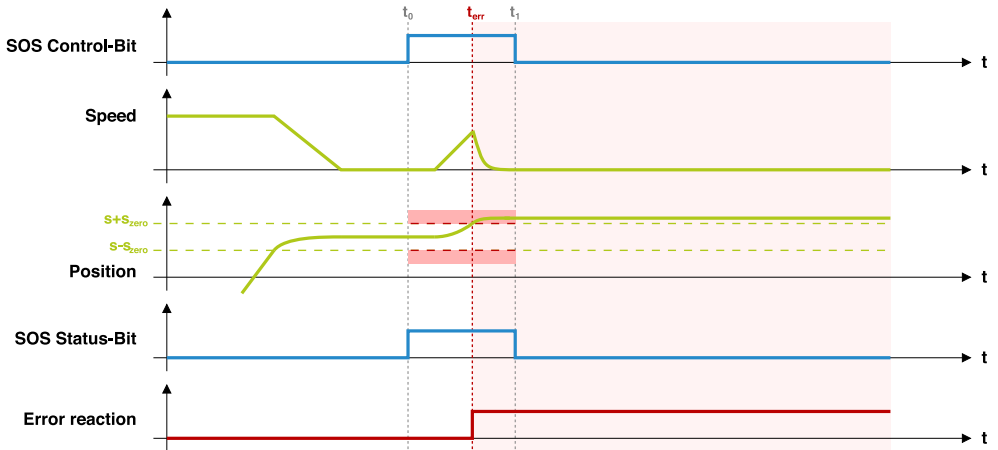
## Fehlerreaktion

Bei SOS können 2 verschiedene Arten von Fehlern auftreten:

- Position außerhalb des Zero-Windows: Während SOS aktiv ist, darf die Position das Zero-Window (zwischen  $s-s_{\text{zero}}$  und  $s+s_{\text{zero}}$ ) nicht verlassen.
- Geschwindigkeit zu hoch: Falls das Zero-Window für die Geschwindigkeit konfiguriert ist, muss sich die Geschwindigkeit, während SOS aktiv ist, innerhalb des Zero-Windows (zwischen  $-n_{\text{zero}}$  und  $n_{\text{zero}}$ ) befinden.

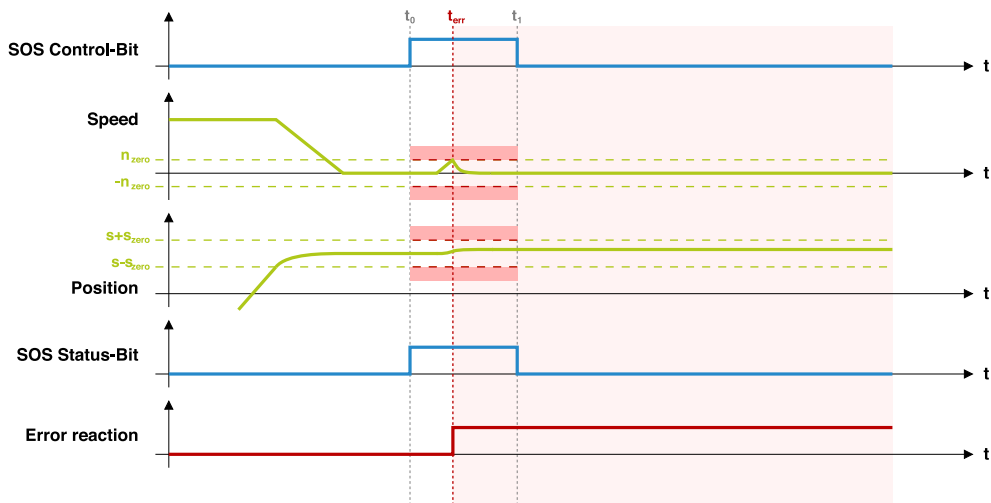
Sollte bei einer der beiden Überprüfungen ein Fehler erkannt werden, wird die als Fehlerreaktion konfigurierte Sicherheitsfunktion ausgelöst.

Die beiden Fehlerfälle sind nachfolgend mit Hilfe von Timing-Diagrammen dargestellt. Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{\text{err}}$  markiert:



Bei dem dargestellten Fehlerfall ist ersichtlich, dass nach dem Erkennen des Fehlers ( $t_{\text{err}}$ ) SOS weiterhin aktiv bleibt, bis das Control-Bit deaktiviert wird ( $t_1$ ). Würde der Fehler zwischen  $t_{\text{err}}$  und  $t_1$  quittiert werden, würde SOS sofort wieder einen Fehler liefern, da sich die Position nach wie vor außerhalb des Zero-Windows befindet.

Nachfolgend ist noch der Fehlerfall bei aktivierter Geschwindigkeitsüberwachung dargestellt:



Parameter	
Position Tolerance ( $s_{zero}$ )	Toleranz für Position 0
Velocity Zero-Window ( $n_{zero}$ )	Optional: Toleranz für Geschwindigkeit 0
Error Reaction	Funktion, die im Fehlerfall gestartet wird. Mögliche Einträge: STO, SS1_1,...,SS1_8

### 6.2.2.2 SLA - Safely Limited Acceleration

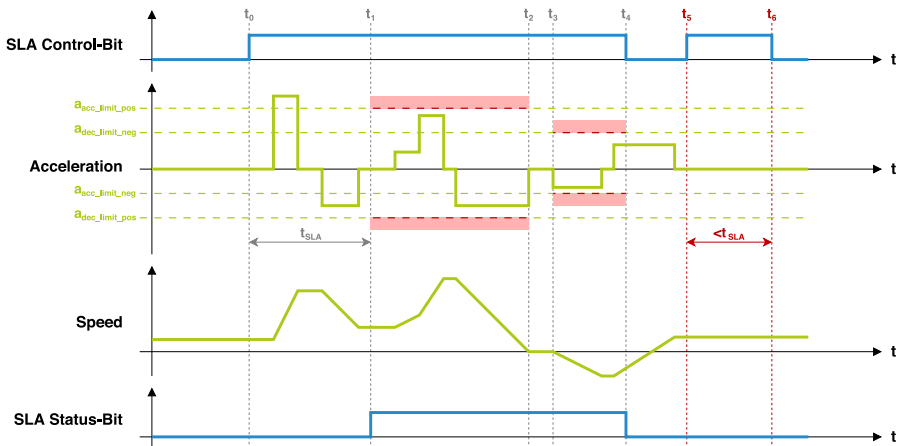
Wenn für beide Drehrichtungen die gleichen Beschleunigungs- bzw. Verzögerungs-Grenzwerte verwendet werden sollen, gilt:

$$a_{\text{acc\_limit\_pos}} = -a_{\text{acc\_limit\_neg}}$$

$$a_{\text{dec\_limit\_pos}} = -a_{\text{dec\_limit\_neg}}$$

Mit der Sicherheitsfunktion SLA kann die Beschleunigung des Antriebs auf einen konfigurierbaren Bereich eingeschränkt werden. Während die Funktion aktiv ist, wird überwacht, ob die Beschleunigung die konfigurierten Grenzwerte nicht überschreitet.

#### Timing



Das Beispiel zeigt die Beschleunigungs-Überwachung im Zuge von SLA, wobei abhängig von der Drehrichtung (positive bzw. negative Geschwindigkeit) unterschiedliche Grenzwerte zum Einsatz kommen



## Funktionsbeschreibung

Mit der Aktivierung von SLA durch das Control-Bit ( $t_0$ ) wird ein Timer gestartet, der nach Ablauf der Zeit  $t_{SLA}$  die Überwachung der Beschleunigung/Verzögerung startet. Bis dieser abgelaufen ist ( $t_1$ ), dürfen die konfigurierten Grenzwerte noch überschritten werden.

Sobald der Timer abgelaufen ist, darf sich die Beschleunigung/Verzögerung nur noch innerhalb der eingestellten Grenzwerte (bei positiver Drehrichtung zwischen  $a_{dec\_limit\_pos}$  und  $a_{acc\_limit\_pos}$ , bei negativer Drehzahl zwischen  $a_{acc\_limit\_neg}$  und  $a_{dec\_limit\_neg}$ ) bewegen. Diese Limitierung ist rot dargestellt und ist so lange aktiv, bis SLA wieder deaktiviert wird ( $t_4$ ). Wenn der erlaubte Bereich verlassen wird, wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Wenn die Zeit  $t_{SLA}$  mit 0 konfiguriert ist, wird sofort nach Aktivierung des Control-Bits mit der Überwachung begonnen. Sollte SLA nur so kurz aktiviert werden, dass die gesamte Ausführungsdauer kleiner als  $t_{SLA}$  ist (zwischen  $t_5$  und  $t_6$ ), findet keine Überwachung statt.

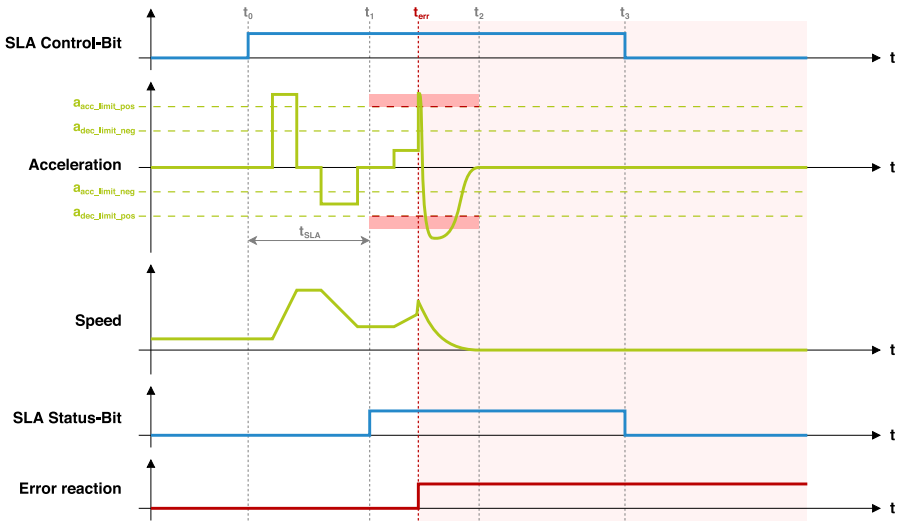
Ob gerade eine Beschleunigungs- bzw. Verzögerungs-Überwachung auf Grund von SLA stattfindet, wird durch das SLA Status-Bit signalisiert.

## Fehlerreaktion

Bei SLA kann nur ein Fehler auftreten:

- Erlaubte Beschleunigung/Verzögerung überschritten: Wenn die Überwachung aktiv ist, muss sich die Beschleunigung/Verzögerung je nach Drehrichtung innerhalb der eingestellten Grenzwerte befinden. Sollte eine Überschreitung erkannt werden, wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Der beschriebene Fehlerfall ist nachfolgend mit Hilfe eines Timing-Diagramms dargestellt. Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{err}$  markiert:



Der dargestellte Fehlerfall zeigt, dass bei Überschreitung der Beschleunigungs-Grenze (von der Drehrichtung abhängig) sofort die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst wird. In diesem Beispiel wird das Verhalten mit STO als Fehlerreaktion gezeigt.

Sobald die Geschwindigkeit den Wert 0 erreicht ( $t_2$ ), findet keine weitere Überwachung mehr statt. Sollte der Fehler vor der Deaktivierung von SLA ( $t_3$ ) quittiert werden oder sich die Geschwindigkeit aus einem anderen Grund verändern, findet, während SLA mittels Control-Bit noch aktiviert ist, wieder eine Überwachung statt.

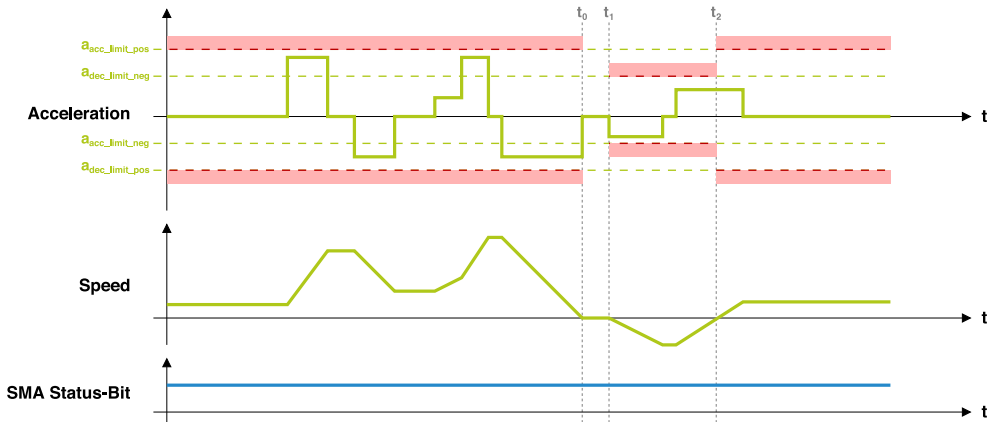
Parameter	
Time ( $t_{SLA}$ )	Zeit bis zum Beginn der Überwachung
Acceleration Positive Limit ( $a_{acc\_limit\_pos}$ )	Grenze für Beschleunigung in positive Bewegungsrichtung
Deceleration Positive Limit ( $a_{dec\_limit\_pos}$ )	Grenze für Verzögerung in positive Bewegungsrichtung
Acceleration Negative Limit ( $a_{acc\_limit\_neg}$ )	Grenze für Beschleunigung in negative Bewegungsrichtung

<b>Parameter</b>	
Deceleration Negative Limit ( $a_{\text{dec\_limit\_neg}}$ )	Grenze für Verzögerung in negative Bewegungsrichtung
Error Reaction	Funktion, die im Fehlerfall gestartet wird. Mögliche Einträge: STO, SS1_1,...SS1_8

### 6.2.2.3 SMA - Safe Maximum Acceleration

Mit der Sicherheitsfunktion SMA kann die maximale Beschleunigung bzw. Verzögerung des Antriebs eingeschränkt werden. Die Funktion ist durch Parametrierung aktiv und führt bei Überschreitung der eingestellten Grenzwerte die konfigurierte Fehlerreaktion aus.

#### Timing



#### Funktionsbeschreibung

Die Funktion ist dauerhaft aktiv, wenn mindestens einer der Beschleunigungs- ( $a_{acc\_limit\_pos}$  oder  $a_{acc\_limit\_neg}$ ) bzw. Verzögerungs-Grenzwerte ( $a_{dec\_limit\_pos}$  oder  $a_{dec\_limit\_neg}$ ) konfiguriert ist. Je nach Drehrichtung können unterschiedliche Grenzwerte für die zulässige Beschleunigung bzw. Verzögerung eingestellt werden.

Folgende Überprüfungen finden statt, wenn die Funktion parametrier ist:

- Beschleunigung in positiver Drehrichtung darf maximal  $a_{acc\_limit\_pos}$  erreichen
- Beschleunigung in negativer Drehrichtung darf maximal  $a_{acc\_limit\_neg}$  erreichen
- Verzögerung in positiver Drehrichtung darf maximal  $a_{dec\_limit\_pos}$  erreichen
- Verzögerung in negativer Drehrichtung darf maximal  $a_{dec\_limit\_neg}$  erreichen

Eine Überschreitung führt zum Auslösen der konfigurierten Fehlerreaktion. Wenn sich der Antrieb jedoch weder in die positive noch negative Richtung bewegt (Stillstand) und dadurch die Beschleunigung dem Wert 0 entspricht, findet zu diesem Zeitpunkt keine Überprüfung statt (Zeitraum  $t_0$  bis  $t_1$ ).

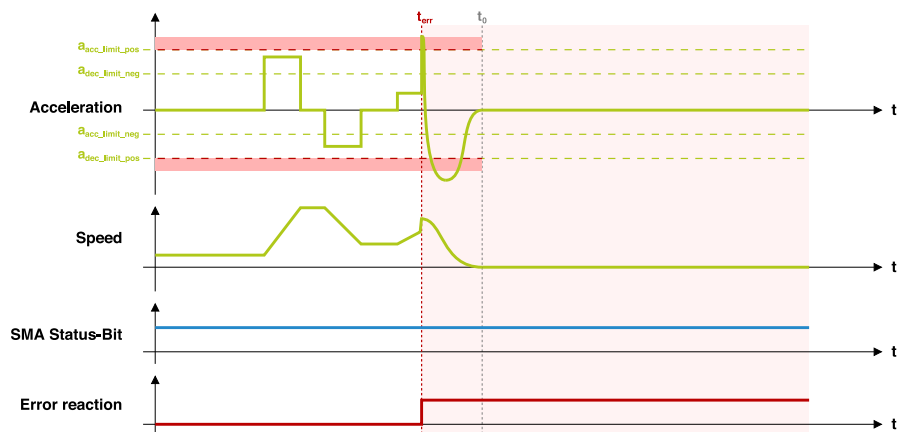
Über das SMA Status-Bit wird signalisiert, ob die Funktion aktiv ist.

## Fehlerreaktion

Bei SMA kann nur ein Fehler auftreten:

- Erlaubte Beschleunigung/Verzögerung überschritten: Wenn SMA parametriert ist, muss sich die Beschleunigung/Verzögerung je nach Drehrichtung innerhalb der eingestellten Grenzwerte befinden. Sollte eine Überschreitung erkannt werden, wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Der beschriebene Fehlerfall ist nachfolgend mit Hilfe eines Timing-Diagramms dargestellt. Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{err}$  markiert:



Parameter	
Acceleration Positive Limit ( $a_{acc\_limit\_pos}$ )	Grenze für Beschleunigung in positive Bewegungsrichtung
Deceleration Positive Limit ( $a_{dec\_limit\_pos}$ )	Grenze für Verzögerung in positive Bewegungsrichtung
Acceleration Negative Limit ( $a_{acc\_limit\_neg}$ )	Grenze für Beschleunigung in negative Bewegungsrichtung
Deceleration Negative Limit ( $a_{dec\_limit\_neg}$ )	Grenze für Verzögerung in negative Bewegungsrichtung
Error Reaction	Funktion, die im Fehlerfall gestartet wird Mögliche Einträge: STO, SS1_1,...SS1_8

#### 6.2.2.4 SLS - Safely Limited Speed

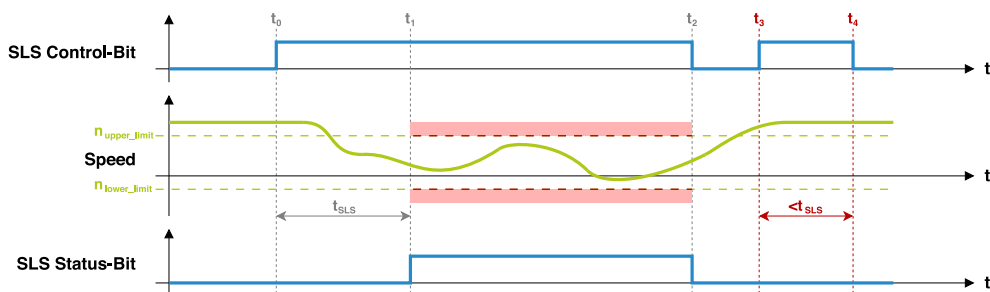
Mit der Sicherheitsfunktion SLS kann die Geschwindigkeit des Antriebs eingeschränkt werden. Während die Funktion aktiv ist, wird die Geschwindigkeit auf Einhaltung der konfigurierten Grenzwerte überwacht.

Falls nötig, kann die Überwachung zeitverzögert gestartet werden, sodass sich die Geschwindigkeit nicht unmittelbar nach Aktivierung im konfigurierten Bereich befinden muss, sondern noch entsprechende Zeit zum Abbremsen zur Verfügung steht. Bei dieser Verzögerung sind verschiedene Varianten möglich, wobei sich die Varianten nicht gegenseitig ausschließen, sondern in Kombination verwendet werden können.

#### 6.2.2.5 SLS mit Aktivierung durch Verzögerungszeit

Die Standard- und gleichzeitig Minimal-Variante von SLS ist jene mit einstellbarer Verzögerungszeit. Dabei wird nach Aktivierung von SLS nach der eingestellten Wartezeit ( $t_{SLS}$ ) mit der Geschwindigkeitsüberwachung begonnen.

#### Timing



Der dargestellte Ablauf zeigt eine SLS-Konfiguration mit eingestellter Verzögerungszeit.

## Funktionsbeschreibung

Mit der Aktivierung von SLS durch das Control-Bit ( $t_0$ ) wird ein Timer gestartet, der nach Ablauf der Zeit  $t_{SLS}$  die Überwachung der Geschwindigkeit startet. Bis dieser abgelaufen ist ( $t_1$ ), darf die Geschwindigkeit die konfigurierten Grenzwerte noch überschreiten.

Sobald der Timer abgelaufen ist, darf sich die Geschwindigkeit nur noch innerhalb der eingestellten Grenzwerte (zwischen  $n_{lower\_limit}$  und  $n_{upper\_limit}$ ) bewegen. Diese Limitierung ist in der Abbildung rot dargestellt und ist so lange aktiv, bis SLS wieder deaktiviert wird ( $t_2$ ). Wenn die Geschwindigkeit den erlaubten Bereich verlässt, wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

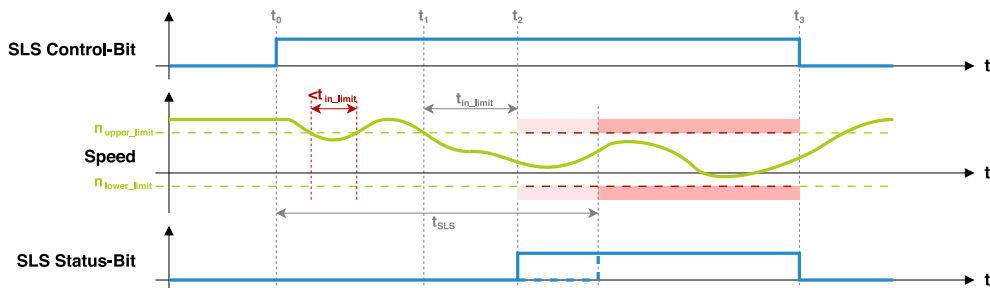
Wenn die Zeit  $t_{SLS}$  mit 0 konfiguriert ist, wird sofort nach Aktivierung des Control-Bits mit der Überwachung begonnen. Sollte SLS nur so kurz aktiviert werden, dass die gesamte Ausführungsdauer kleiner als  $t_{SLS}$  ist (in der Abbildung zwischen  $t_3$  und  $t_4$ ), findet keine Geschwindigkeitsüberwachung statt.

Ob gerade eine Geschwindigkeitsüberwachung auf Grund von SLS stattfindet, wird durch das SLS Status-Bit signalisiert.

### 6.2.2.6 SLS mit Aktivierung durch niedrige Geschwindigkeit

Zusätzlich zur Standard-Variante kann die Geschwindigkeitsüberwachung vorzeitig aktiviert werden, wenn sich die Geschwindigkeit lange genug (für mindestens  $t_{in\_limit}$ ) innerhalb der eingestellten Grenzen (zwischen  $n_{lower\_limit}$  und  $n_{upper\_limit}$ ) befindet.

## Timing



## Funktionsbeschreibung

Ähnlich wie bei SS1 und SS2, kann zusätzlich zur zeitlichen Verzögerung die Geschwindigkeit überprüft werden, um vorzeitig mit der Geschwindigkeitsüberwachung zu beginnen. Dazu muss die Zeit  $t_{in\_limit}$  mit einem Wert ungleich 0 konfiguriert werden.

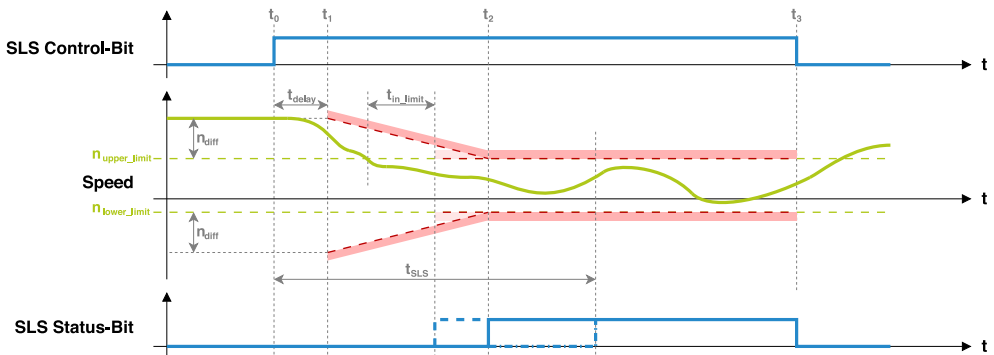
Ist dieser Wert konfiguriert, wird ab dem Zeitpunkt  $t_0$  geprüft, ob sich die Geschwindigkeit lange genug (für mindestens  $t_{in\_limit}$  am Stück) zwischen  $n_{lower\_limit}$  und  $n_{upper\_limit}$  befindet. Sobald das der Fall ist (im dargestellten Beispiel zum Zeitpunkt  $t_2$ ), ist die Prüfung abgeschlossen und die Geschwindigkeitsüberwachung wird aktiviert. Ab diesem Zeitpunkt darf die Geschwindigkeit die konfigurierten Grenzwerte nicht mehr überschreiten. Anderenfalls wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Spätestens nach Ablauf der Zeit  $t_{SLS}$  wird die Geschwindigkeitsüberwachung aktiviert.

### 6.2.2.7 SLS mit Verzögerungsüberwachung

Zusätzlich zu den bereits genannten Überwachungen kann bei SLS auch die Verzögerung überwacht werden, bevor die Geschwindigkeitsüberwachung aktiv wird. Dabei wird überwacht, ob sich die Geschwindigkeit während des Bremsvorgangs innerhalb der konfigurierten Rampe befindet. Dadurch kann bereits vorzeitig erkannt werden, ob das Abbremsen funktioniert und im Fehlerfall die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst werden.

## Timing





## Funktionsbeschreibung

Das zeitliche Verhalten von SLS bleibt unverändert. Zusätzlich wird die Verzögerung der Geschwindigkeit überwacht.

Da der funktionsgerichtete Teil nicht unmittelbar mit dem Abbremsen beginnen kann, wird ab dem Zeitpunkt  $t_0$  noch ein Delay ( $t_{\text{delay}}$ ) abgewartet. Erst wenn dieses Delay abgelaufen ist ( $t_1$ ), wird die Geschwindigkeit überwacht. Dabei wird jedoch nicht erwartet, dass kontinuierlich verzögert wird, sondern sich die maximal erlaubte Geschwindigkeit mit der eingestellten Verzögerung Millisekunde für Millisekunde reduziert.

Für die anschließende Verzögerungsüberwachung werden zwei Ausgangsgeschwindigkeiten ermittelt. Dazu wird zunächst der Wert  $n_{\text{diff}}$  berechnet. Dieser entspricht der Differenz zwischen der Geschwindigkeit, die beim Auslösen von SLS gemessen wurde, und dem näheren Geschwindigkeits-Limit (in diesem Beispiel  $n_{\text{upper\_limit}}$ ).

Für die obere Rampe wird als Ausgangsgeschwindigkeit der Wert  $n_{\text{upper\_limit}} + n_{\text{diff}}$  verwendet, während die untere Rampe mit der Geschwindigkeit  $n_{\text{lower\_limit}} - n_{\text{diff}}$  startet. Dadurch erreichen beide Rampen den erlaubten Geschwindigkeitsbereich ( $n_{\text{lower\_limit}}$  bis  $n_{\text{upper\_limit}}$ ) zur gleichen Zeit.

Anschließend wird die erlaubte Geschwindigkeit so lange reduziert, bis diese den erlaubten Geschwindigkeitsbereich erreicht ( $t_2$ ). Bleibt die Geschwindigkeit während dieser Zeit innerhalb der erlaubten Grenzen, wird in dem Moment, indem die Rampe (rot dargestellt) den erlaubten Geschwindigkeitsbereich erreicht ( $t_2$ ), die Überprüfung beendet und die Geschwindigkeitsüberwachung aktiviert. Sollte die maximal erlaubte Geschwindigkeit während der Überwachung verletzt werden, so wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Der Zeitpunkt  $t_2$  hängt bei der Verzögerungsüberwachung zusätzlich von der eingestellten Delay-Zeit ( $t_{\text{delay}}$ ) und der minimalen Verzögerung ( $a_{\text{deceleration}}$ ) also auch von der Ausgangsgeschwindigkeit ab. Je höher die Geschwindigkeit, desto länger dauert es, bis die Rampe den erlaubten Geschwindigkeitsbereich erreicht. Die maximale Dauer bis zur Aktivierung der Geschwindigkeitsüberwachung ist durch  $t_{\text{SLS}}$  (strich-punktierte Darstellung in der Abbildung) begrenzt. Auch die vorzeitige Aktivierung durch niedrige Geschwindigkeit (strichlierte Darstellung in der Abbildung) ist in Kombination möglich.

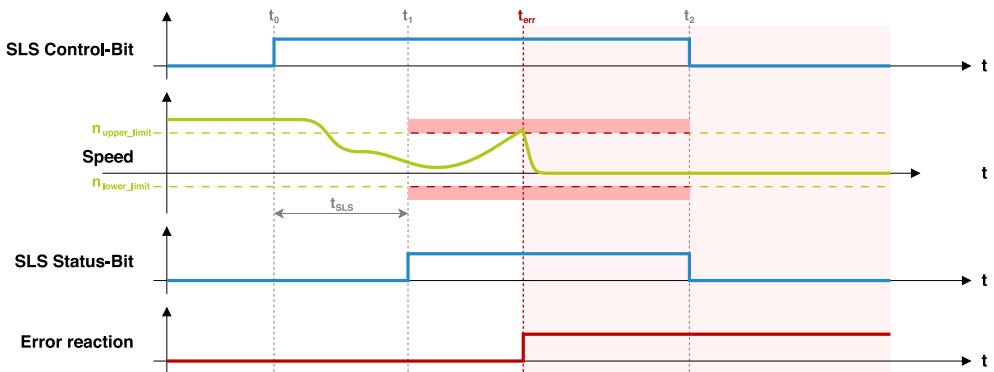
## Fehlerreaktion

Bei SLS können 2 verschiedene Arten von Fehlern auftreten:

- Geschwindigkeit verlässt den erlaubten Geschwindigkeitsbereich: Sobald die Geschwindigkeitsüberwachung aktiv ist, darf die Geschwindigkeit den erlaubten Geschwindigkeitsbereich (zwischen  $n_{\text{lower\_limit}}$  und  $n_{\text{upper\_limit}}$ ) nicht mehr verlassen.
- Maximale Geschwindigkeit bei Verzögerungsüberwachung überschritten: Wenn die Verzögerungsüberwachung aktiv ist, muss sich die Geschwindigkeit innerhalb der Verzögerungsrampe befinden.

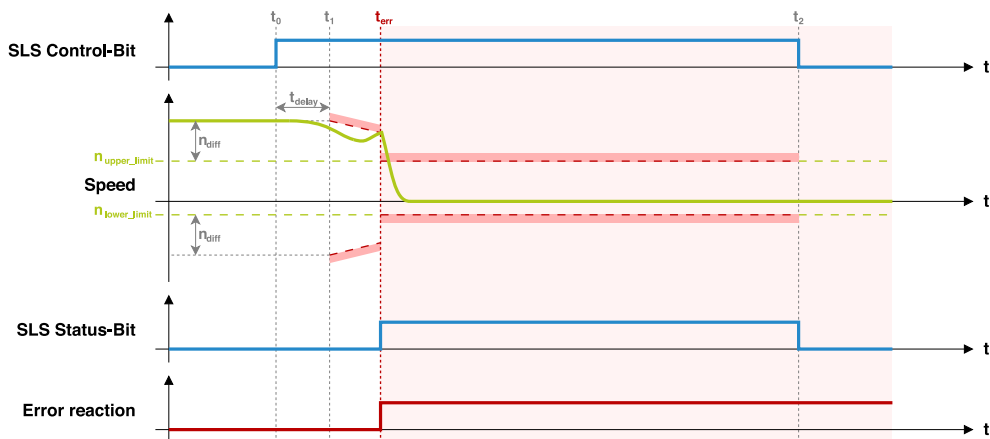
Sollte bei einer der beiden Überprüfungen ein Fehler erkannt werden, wird die Geschwindigkeitsüberwachung aktiv (falls nicht bereits) und die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Die beiden Fehlerfälle sind nachfolgend mit Hilfe von Timing-Diagrammen dargestellt. Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{\text{err}}$  markiert:



Die Abbildung zeigt das Verhalten von SLS, wenn bei bereits aktiver Geschwindigkeitsüberwachung, die Geschwindigkeit den erlaubten Bereich verlässt (als Fehlerreaktion ist das Verhalten von STO dargestellt). In diesem Fall ist die Überwachung zum Fehlerzeitpunkt bereits aktiv und wird bis zur Deaktivierung von SLS ( $t_2$ ) fortgesetzt.

In nachfolgendem Diagramm ist der Fehlerfall bei der Verzögerungsüberwachung dargestellt. Hier ist ersichtlich, dass mit Erkennung des Fehlers ( $t_{err}$ ) auch gleichzeitig die Geschwindigkeitsüberwachung aktiv wird (SLS Status-Bit):

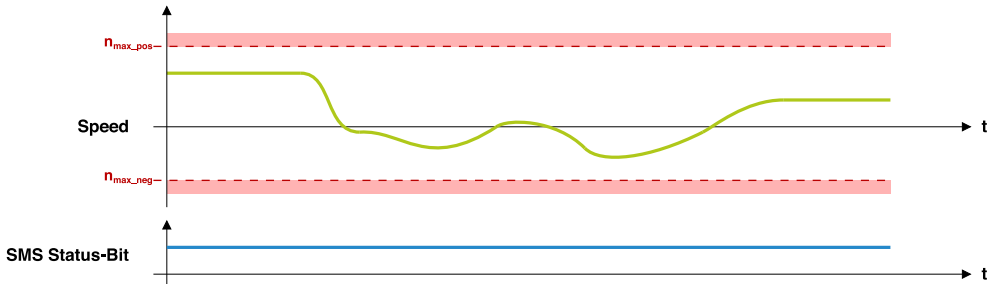


Parameter	
Time Velocity ( $t_{SLS}$ )	Maximale Zeitspanne zum Erreichen der Grenzwerte
Upper Limit ( $n_{upper\_limit}$ )	Höchstwert für Geschwindigkeit
Lower Limit ( $n_{lower\_limit}$ )	Mindestwert für Geschwindigkeit
Time Velocity Limit ( $t_{in\_limit}$ )	Optional: Zeit, bis Geschwindigkeitsüberwachung aktiviert wird nach Erreichen der Grenzwerte (vor Ablauf von Time Velocity)
Time Deceleration ( $t_{delay}$ )	Optional: Zeit, bis die Verzögerungsüberwachung aktiviert wird

### 6.2.2.8 SMS - Safe Maximum Speed

Mit der Sicherheitsfunktion SMS kann die maximale Geschwindigkeit des Antriebs eingeschränkt werden. Die Funktion ist durch Parametrierung aktiv und führt bei Überschreitung der eingestellten Grenzwerte die konfigurierte Fehlerreaktion aus.

#### Timing



#### Funktionsbeschreibung

Die Funktion ist dauerhaft aktiv, wenn mindestens einer der beiden Geschwindigkeits-Grenzwerte ( $n_{\max\_pos}$  oder  $n_{\max\_neg}$ ) konfiguriert ist. Es wird geprüft, ob die Geschwindigkeit  $n_{\max\_pos}$  in positiver Drehrichtung bzw.  $n_{\max\_neg}$  in negativer Drehrichtung nicht überschreitet. Eine Überschreitung führt zum Auslösen der konfigurierten Fehlerreaktion.

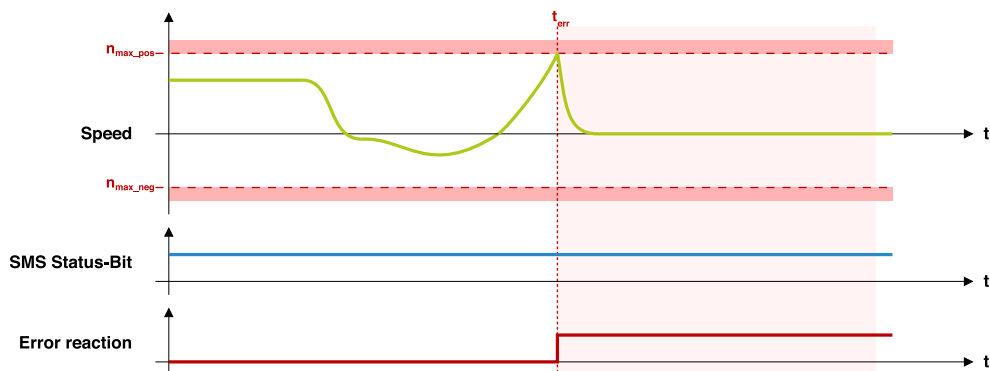
Über das SMS Status-Bit wird signalisiert, ob die Funktion aktiv ist.

#### Fehlerreaktion

Bei SMS kann nur ein Fehler auftreten:

- Erlaubte Geschwindigkeit überschritten: Wenn SMS parametrierung ist, muss sich die Geschwindigkeit abhängig von der Drehrichtung innerhalb der konfigurierten Maximalwerte befinden. Sollte eine Überschreitung erkannt werden, wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Der beschriebene Fehlerfall ist nachfolgend mit Hilfe eines Timing-Diagramms dargestellt.  
Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{err}$  markiert:



Das dargestellte Beispiel zeigt einen Fehlerfall mit STO als Fehlerreaktion. Die Geschwindigkeitsüberwachung bleibt trotz Fehler weiterhin aktiv, durch STO fällt die Geschwindigkeit jedoch auf 0, wodurch bei einer anschließenden Fehlerquittierung das System sofort wieder einsatzbereit ist.

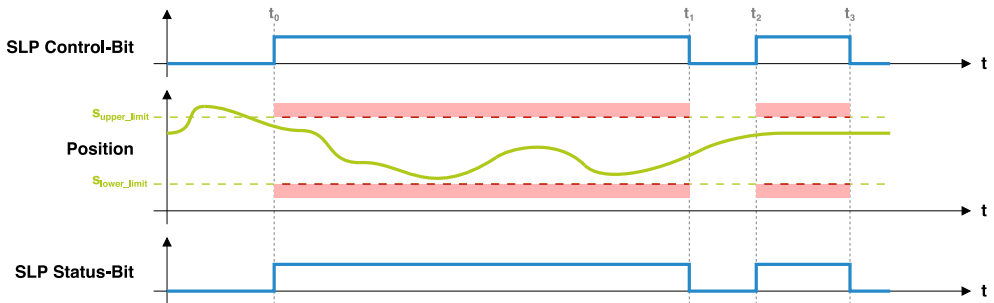
Parameter	
Positive Limit ( $n_{max\_pos}$ )	Höchstwert für positive Geschwindigkeit
Negative Limit ( $n_{max\_neg}$ )	Höchstwert für negative Geschwindigkeit
Error Reaction	Funktion, die im Fehlerfall gestartet wird. Mögliche Einträge: STO, SS1_1,...SS1_8

### 6.2.2.9 SLP - Safely Limited Position

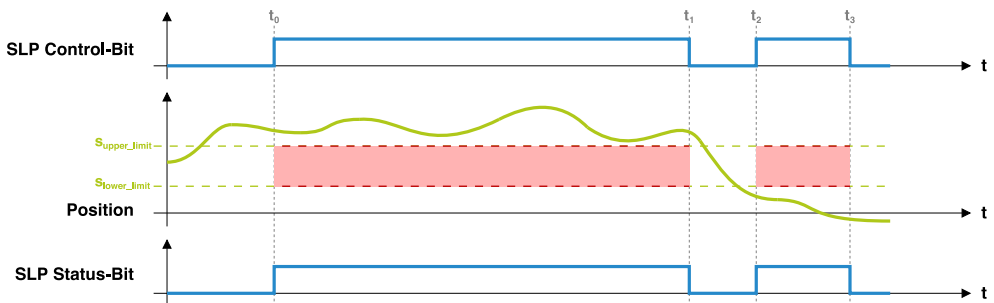
Mit der Sicherheitsfunktion SLP kann die Position des Antriebs auf einen konfigurierbaren Bereich eingeschränkt werden. Während die Funktion aktiv ist, wird die Position auf Einhaltung der konfigurierten Grenzwerte überwacht.

Diese Überwachung ist nur möglich, wenn der verwendete Geber ausreichend viele Umdrehungen absolut auflösen kann und dieser Bereich im Betrieb nicht verlassen wird. Da die Position des Gebers beim Einbau in einer Maschine einen beliebigen Wert innerhalb des Wertebereichs annehmen kann, muss zuerst eine Absolutpositions-Referenzierung durchgeführt werden. Erst wenn diese Referenzierung abgeschlossen ist, steht SLP zur Verfügung.

#### Timing



Das dargestellte Beispiel zeigt die Verwendung von SLP mit „inside window“ Konfiguration. Dabei wird geprüft, ob sich die Position innerhalb der eingestellten Grenzwerte befindet. Bei „outside window“ Konfiguration muss die Position außerhalb bleiben:



## Funktionsbeschreibung

Mit der Aktivierung von SLP durch das Control-Bit ( $t_0$ ) wird sofort die Überwachung der Position gestartet. Diese bleibt bis zur Deaktivierung von SLP ( $t_1$ ) aktiv.

Wenn die Funktion mit der Einstellung „Region = inside window“ konfiguriert ist, darf sich die Position während der Ausführung von SLP nur noch innerhalb der eingestellten Grenzwerte (zwischen  $s_{lower\_limit}$  und  $s_{upper\_limit}$ ) bewegen (siehe oben Bild 1).

Wird sie hingegen mit „Region = outside window“ konfiguriert, so darf sich die Position während der Ausführung von SLP nur noch außerhalb der eingestellten Grenzwerte (oberhalb von  $s_{upper\_limit}$  bzw. unterhalb von  $s_{lower\_limit}$ ) bewegen (siehe oben Bild 2).

Wenn die Position während aktiver Positionsüberwachung den erlaubten Bereich verlässt, wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

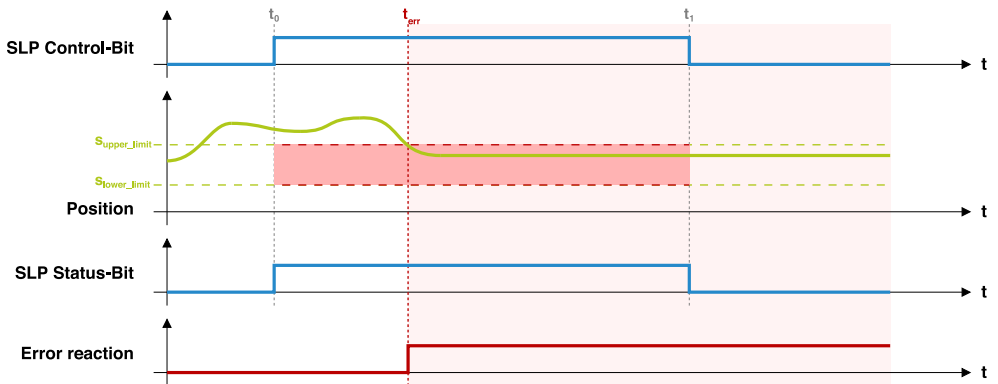
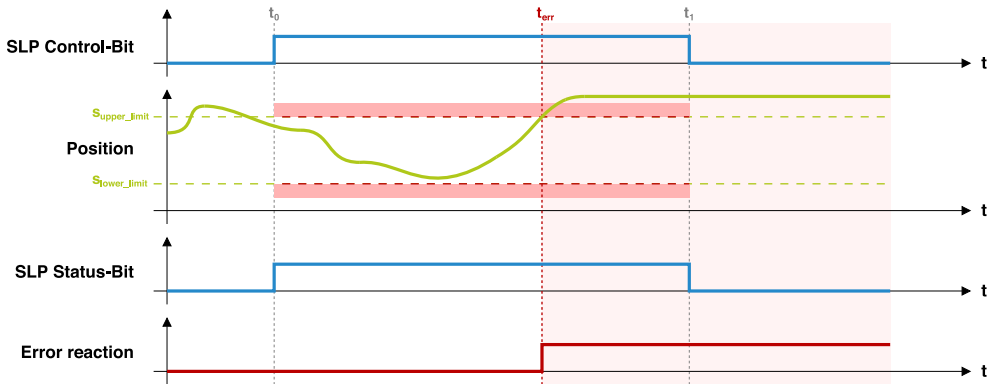
Ob gerade eine Positionsüberwachung auf Grund von SLP stattfindet, wird durch das SLP Status-Bit signalisiert.

## Fehlerreaktion

Bei SLP kann nur ein Fehler auftreten:

- Erlaubtes Positionsfenster verlassen: Wenn die Positionsüberwachung aktiv ist, muss sich die Position je nach Einstellung entweder innerhalb oder außerhalb der eingestellten Grenzwerte befinden. Sollte eine Überschreitung erkannt werden, wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Der beschriebene Fehlerfall ist nachfolgend mit Hilfe von zwei Timing-Diagrammen dargestellt. Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{\text{err}}$  markiert:



In beiden dargestellten Fehlerfällen wird die Positionsüberwachung fortgesetzt, sodass im Falle einer Fehlerquittierung und weiterhin aktivem SLP sofort wieder ein Fehler erkannt wird. Da sich die Position nach Erkennung eines Fehlers wahrscheinlich weiterhin außerhalb des erlaubten Bereichs befindet (im Beispiel ist das Verhalten mit STO als Fehlerreaktion dargestellt, es besteht keine Möglichkeit, die Position aktiv zurück ins Fenster zu bewegen), muss SLP vor der Fehlerquittierung deaktiviert werden und vor einer erneuten Aktivierung die Position wieder im erlaubten Bereich sein.

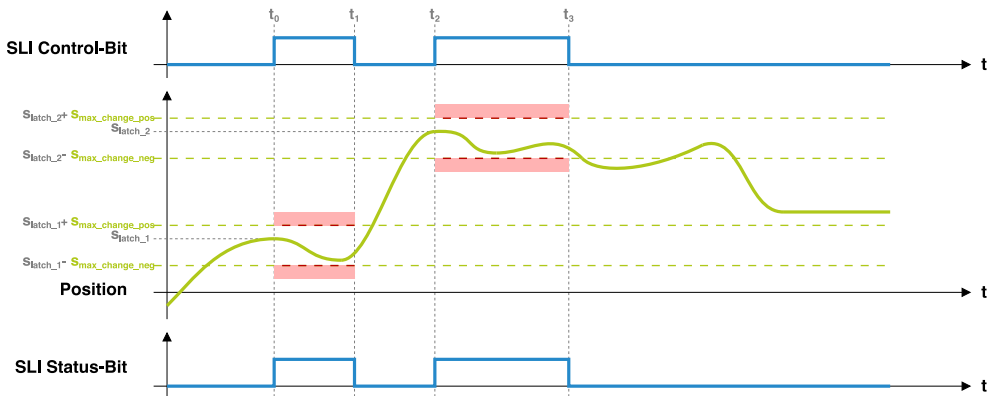


Parameter	
Upper Limit (s <sub>upper_limit</sub> )	Obere Grenze für Position
Lower Limit (s <sub>lower_limit</sub> )	Untere Grenze für Position
Error Reaction	Funktion, die im Fehlerfall gestartet wird. Mögliche Einträge: STO, SS1_1,...SS1_8
Region	Position muss innerhalb oder außerhalb der Grenzen sein. Mögliche Einträge: inside, outside

### 6.2.2.10 SLI - Safely Limited Increment

Mit der Sicherheitsfunktion SLI kann die Bewegung des Antriebs eingeschränkt werden. Sobald die Funktion aktiv ist, darf sich die Position nur noch um die eingestellten Werte nach oben bzw. nach unten verändern. Als Ausgangsbasis wird dabei die Position verwendet, die zum Zeitpunkt der Aktivierung der Funktion ermittelt wurde. Es wird daher von einer inkrementellen Positionsüberwachung gesprochen.

#### Timing



#### Funktionsbeschreibung

Mit der Aktivierung von SLI durch das Control-Bit ( $t_0$ ) wird die inkrementelle Überwachung der Position gestartet. Dabei wird die zum Zeitpunkt  $t_0$  gemessene Position als Ausgangsposition gespeichert ( $s_{latch\_1}$  bei der ersten Aktivierung bzw.  $s_{latch\_2}$  bei der zweiten Aktivierung).

Anschließend wird überprüft, ob während SLI aktiv ist, die Position innerhalb des erlaubten Positionsfensters bleibt. Die obere Grenze des Fensters entspricht dem gelatchten Positionswert zuzüglich der in positiver Drehrichtung erlaubten Positionsveränderung ( $s_{latch} + s_{max\_change\_pos}$ ), während die untere Grenze dem gelatchten Positionswert abzüglich der in negativer Drehrichtung erlaubten Positionsveränderung ( $s_{latch} - s_{max\_change\_neg}$ ) entspricht.

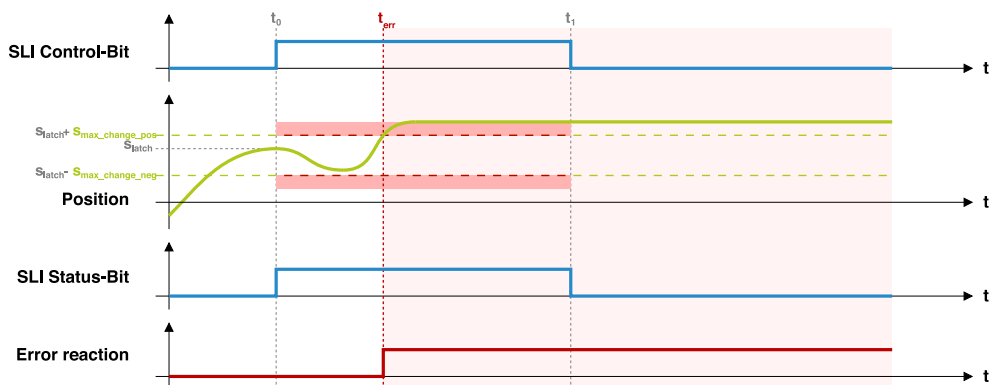
Mit der Deaktivierung von SLI ( $t_1$ ) wird die Überwachung wieder gestoppt. Eine aktive Überwachung wird durch das SLI Status-Bit signalisiert.

## Fehlerreaktion

Bei SLI kann nur ein Fehler auftreten:

- Erlaubte Positionsveränderung überschritten: Wenn die Überwachung aktiv ist, darf sich die Position, ausgehend von der beim Aktivieren der Sicherheitsfunktion ermittelten Ausgangsposition, nur um die eingestellten Werte verändern. Sollte eine Überschreitung erkannt werden, wird die konfigurierte Fehlerreaktion ausgelöst.

Der beschriebene Fehlerfall ist nachfolgend mit Hilfe eines Timing-Diagramms dargestellt. Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{err}$  markiert:

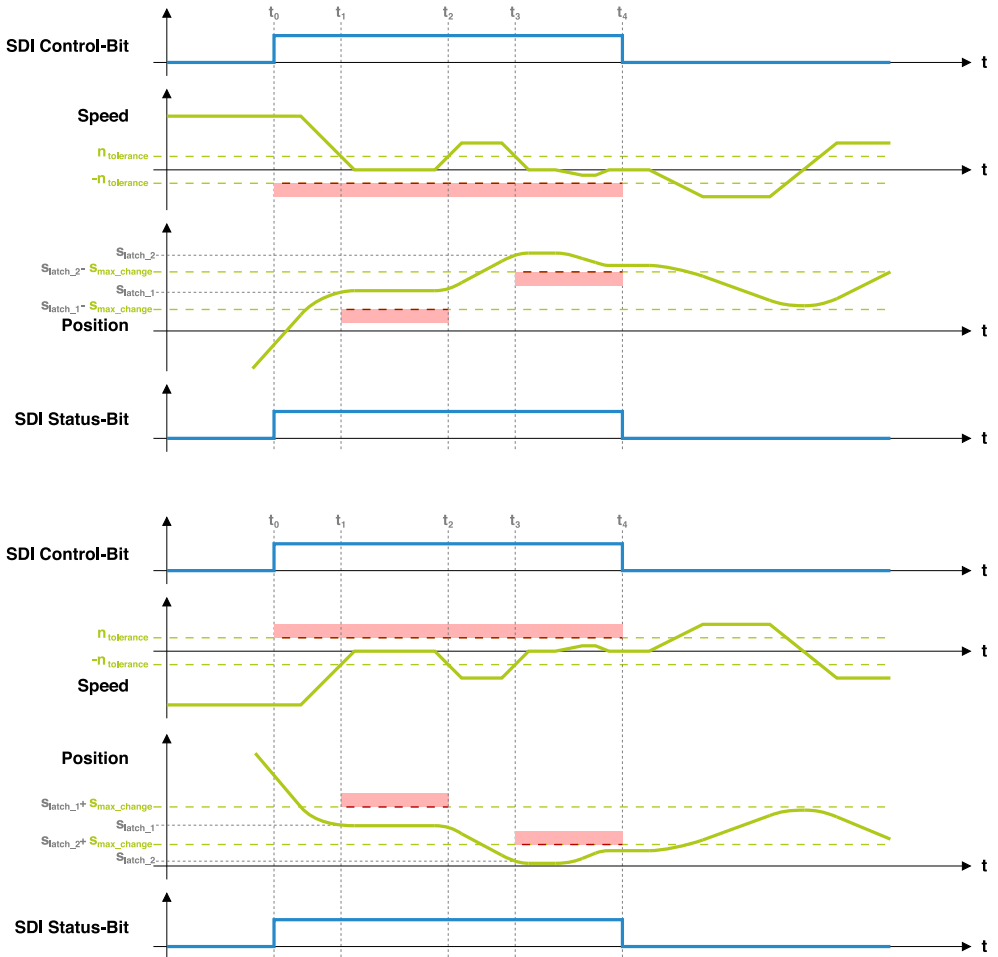


Parameter	
Positive Limit ( $s_{max\_change\_pos}$ )	Höchstwert für Positionsänderung in positive Drehrichtung
Negative Limit ( $s_{max\_change\_neg}$ )	Höchstwert für Positionsänderung in negative Drehrichtung
Error Reaction	Funktion, die im Fehlerfall gestartet wird. Mögliche Einträge: STO, SS1_1,...SS1_8

### 6.2.2.11 SDI - Safe Direction

Mit der Sicherheitsfunktion SDI kann die Drehrichtung des Antriebs eingeschränkt werden. Sobald die Funktion aktiv ist, ist je nach Konfiguration nur noch die positive oder negative Drehrichtung erlaubt.

#### Timing



## Funktionsbeschreibung

Bei SDI kann mittels Konfigurationsparameter eingestellt werden, ob nur die positive oder nur die negative Drehrichtung erlaubt sein soll, während SDI aktiv ist. Die Einschränkung auf „nur positive Drehrichtung erlaubt“ ist im ersten Bild beispielhaft dargestellt, während die Variante „nur negative Drehrichtung erlaubt“ im zweiten Bild gezeigt wird.

Die erlaubte Drehrichtung kann nicht zur Laufzeit verändert werden, daher müssen 2 SDI-Instanzen angelegt werden, wenn teils die positive und teils die negative Drehrichtung beschränkt sein soll.

Mit der Aktivierung von SDI durch das Control-Bit ( $t_0$ ) wird die Überwachung der Drehrichtung gestartet. Während SDI aktiv ist, darf die Geschwindigkeit bei positiv erlaubter Drehrichtung den Wert  $-n_{tolerance}$  nicht unterschreiten. Bei negativ erlaubter Drehrichtung darf der Wert  $n_{tolerance}$  nicht überschritten werden.

Sobald sich die Geschwindigkeit im Zero-Window (zwischen  $-n_{tolerance}$  und  $n_{tolerance}$ ) befindet, wird zusätzlich die Position überwacht. Dabei wird zum Zeitpunkt, an dem das Zero-Window erreicht wird ( $t_1$ ), die gemessene Position als Ausgangsposition gespeichert ( $s_{latch\_1}$  beim ersten Erreichen zum Zeitpunkt  $t_1$  bzw.  $s_{latch\_2}$  beim zweiten Erreichen zum Zeitpunkt  $t_2$ ).

Während sich die Geschwindigkeit innerhalb des Zero-Windows befindet (in den beiden Beispielen zwischen  $t_1$  und  $t_2$  bzw. zwischen  $t_3$  und  $t_4$ ), darf die Position bei positiv erlaubter Drehrichtung den Wert  $s_{latch-smax\_change}$  bzw. bei negativ erlaubter Drehrichtung den Wert  $s_{latch+smax\_change}$  nicht unter- bzw. überschreiten. Dadurch wird sichergestellt, dass sich die Achse bei niedriger Geschwindigkeit (innerhalb des Zero-Windows) in die nicht erlaubte Drehrichtung nicht zu weit in die nicht erlaubte Richtung bewegen kann.

Sobald SDI durch das Control-Bit wieder deaktiviert wird ( $t_4$ ), wird die Drehrichtungsüberwachung aufgehoben und es sind wieder beide Drehrichtungen erlaubt.

Eine aktive Drehrichtungsüberwachung wird durch das SDI Status-Bit signalisiert.

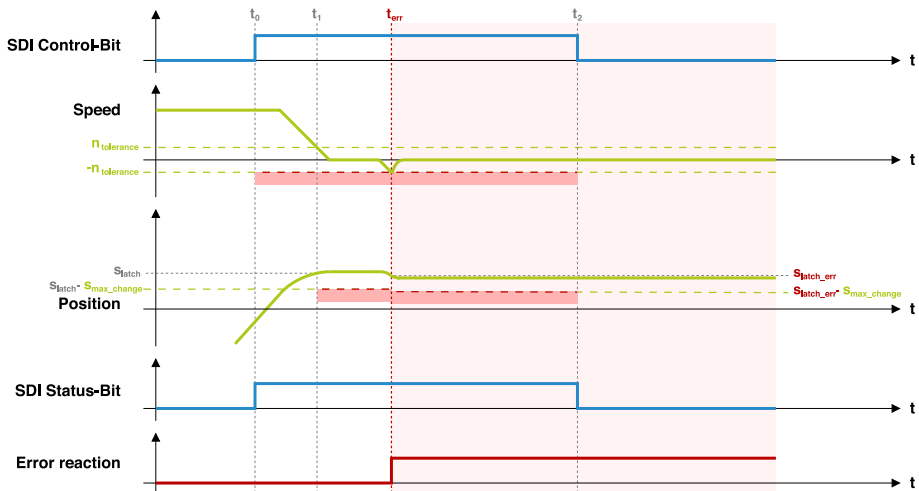
## Fehlerreaktion

Bei SDI können 2 verschiedene Arten von Fehlern auftreten:

- Geschwindigkeit in nicht erlaubte Drehrichtung zu hoch: Während die Überwachung aktiv ist, darf die Geschwindigkeit bei nur positiv erlaubter Drehrichtung den Wert  $n_{tolerance}$  nicht unterschreiten bzw. bei nur negativ erlaubter Drehrichtung den Wert  $-n_{tolerance}$  nicht überschreiten.
- Zu große Positionsveränderung in nicht erlaubte Drehrichtung: Während sich die Geschwindigkeit im Zero-Window (zwischen  $-n_{tolerance}$  und  $n_{tolerance}$ ) befindet, darf sich die Position in die nicht erlaubte Drehrichtung nur um die maximal erlaubte Positionstoleranz ( $s_{max\_change}$ ) verändern.

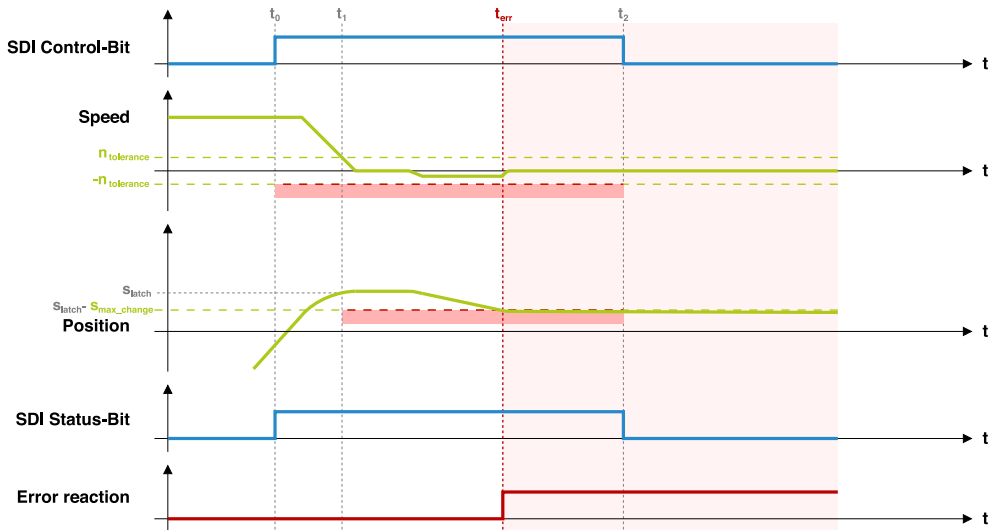
Sollte bei einer der beiden Überprüfungen ein Fehler erkannt werden, wird die als Fehlerreaktion konfigurierte Sicherheitsfunktion ausgelöst.

Die beiden Fehlerfälle sind nachfolgend mit Hilfe von Timing-Diagrammen dargestellt. Der Zeitpunkt des Fehlers ist mit  $t_{err}$  markiert:



Bei dem oben gezeigten Fehlerfall wird zum Zeitpunkt  $t_{err}$  zusätzlich zum Auslösen der Fehlerreaktion die Position neu gelatched, da das Zero-Window kurz verlassen wird.

Nachfolgend ist der Fehlerfall mit geringer Geschwindigkeit aber Positionsverletzung dargestellt:



Parameter	
Direction	Diese Richtung ist für Bewegung erlaubt, entgegengesetzte Richtung wird überwacht (begrenzt), mögliche Einträge: positive, negative
Position Zero-Window ( $s_{max\_change}$ )	Toleranz für Position
Velocity Zero-Window ( $n_{tolerance}$ )	Toleranz für Geschwindigkeit
Error Reaction	Funktion, die im Fehlerfall gestartet wird. Mögliche Einträge: STO, SS1_1,...SS1_8

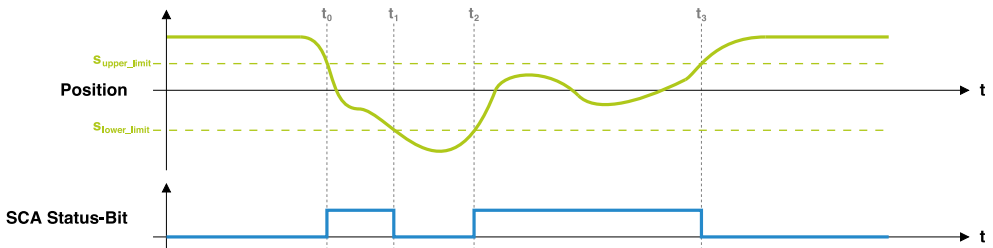
### 6.2.2.12 SCA - Safe CAM

Mit der Sicherheitsfunktion SCA kann die Position des Antriebs überwacht werden. Die Funktion ist durch Parametrierung aktiv und signalisiert durch das Status-Bit, ob die eingestellten Grenzen gerade eingehalten werden oder überschritten sind.

Da die Funktion nur zur Signalisierung und nicht zur Begrenzung gedacht ist, kann keine Fehlerreaktion konfiguriert werden. Wird eine Fehlerreaktion benötigt, kann stattdessen die Sicherheitsfunktion SMP oder SLP verwendet werden.

Die Funktion wird, falls konfiguriert, unabhängig von der Absolutpositions-Referenzierung ausgeführt.

#### Timing



#### Funktionsbeschreibung

Die Funktion ist dauerhaft aktiv, wenn mindestens einer der beiden Positions-Grenzwerte ( $s_{upper\_limit}$  oder  $s_{lower\_limit}$ ) konfiguriert ist. Es wird geprüft, ob sich die Position innerhalb oder außerhalb dieses Fensters befindet.

Befindet sich die Position innerhalb (zwischen  $s_{lower\_limit}$  und  $s_{upper\_limit}$ ), wird dies durch ein aktives Status-Bit signalisiert (im Beispiel zwischen  $t_0$  und  $t_1$  bzw. zwischen  $t_2$  und  $t_3$ ). Wenn sich die Position außerhalb befindet, wird das Status-Bit inaktiv.

#### Fehlerreaktion

Bei der Sicherheitsfunktion SCA sind keine Fehlerreaktionen möglich. Eine Überschreitung bzw. Unterschreitung der eingestellten Grenzwerte wird über das Status-Bit signalisiert.

Parameter	
Upper Limit ( $s_{upper\_limit}$ )	Obere Grenze für die Position
Lower Limit ( $s_{lower\_limit}$ )	Untere Grenze für die Position



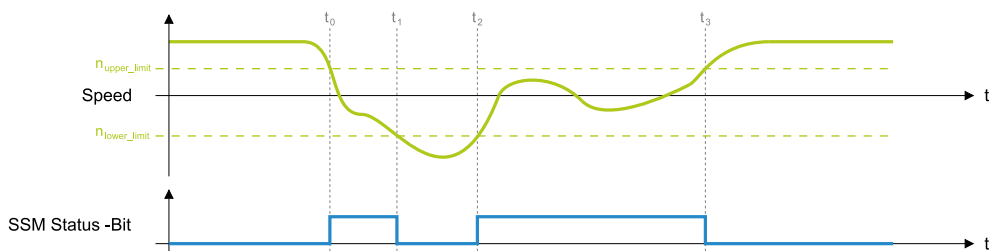
### 6.2.2.13 SSM - Safe Speed Monitor

Diese Funktion liefert ein sicheres Ausgangssignal, um anzuzeigen, ob die Motordrehzahl innerhalb eines festgelegten Grenzwerts liegt.

Mit der Sicherheitsfunktion SSM kann die Geschwindigkeit des Antriebs überwacht werden. Die Funktion ist durch Parametrierung aktiv und signalisiert durch das Status-Bit, ob die eingestellten Grenzen gerade eingehalten werden oder überschritten sind.

Da die Funktion nur zur Signalisierung und nicht zur Begrenzung gedacht ist, kann keine Fehlerreaktion konfiguriert werden. Wird eine Fehlerreaktion benötigt, kann stattdessen die Sicherheitsfunktion SMS oder SLS verwendet werden.

#### Timing



#### Funktionsbeschreibung

Die Funktion ist dauerhaft aktiv, wenn mindestens einer der beiden Geschwindigkeits-Grenzwerte ( $n_{upper\_limit}$  oder  $n_{lower\_limit}$ ) konfiguriert ist. Es wird geprüft, ob sich die Geschwindigkeit innerhalb oder außerhalb dieses Fensters befindet.

Befindet sich die Geschwindigkeit innerhalb (zwischen  $n_{lower\_limit}$  und  $n_{upper\_limit}$ ), wird dies durch ein aktives Status-Bit signalisiert (im Beispiel zwischen  $t_0$  und  $t_1$  bzw. zwischen  $t_2$  und  $t_3$ ). Wenn sich die Geschwindigkeit außerhalb befindet, wird das Status-Bit inaktiv.

Bei der Sicherheitsfunktion SSM sind keine Fehlerreaktionen möglich. Eine Überschreitung bzw. Unterschreitung der eingestellten Grenzwerte wird über das Status-Bit signalisiert.

Parameter	
Upper Limit ( $n_{upper\_limit}$ )	Höchstwert für Geschwindigkeit
Lower Limit ( $n_{lower\_limit}$ )	Mindestwert für Geschwindigkeit

6.2.3 Ausgangsfunktionen pro Achse

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Ausgangsfunktionen erklärt.

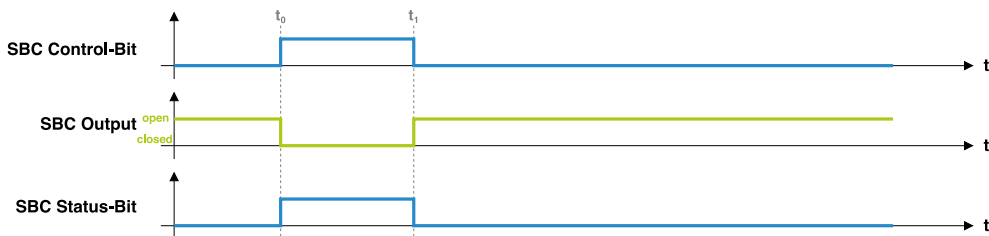
---

6.2.3.1 SBC - Safe Brake Control .....	91
6.2.3.2 SBT - Safe Brake Test .....	92

### 6.2.3.1 SBC - Safe Brake Control

Mit der Sicherheitsfunktion SBC kann die Haltebremse (falls vorhanden) des Antriebs sicher geschlossen werden. Die Funktion kann eigenständig, aber auch gemeinsam mit STO und SS1 verwendet werden. Die eigenständige Verwendung ist nachfolgend beschrieben.

#### Timing



#### Funktionsbeschreibung

Durch Aktivierung des SBC Control-Bits ( $t_0$ ) wird die Haltebremse der betroffenen Achse geschlossen, indem am „SBC Output“ keine Spannung mehr ausgegeben wird. Durch das Status-Bit wird signalisiert, dass die Bremse geschlossen ist. Beim Deaktivieren des Control-Bits ( $t_1$ ) wird die Haltebremse wieder geöffnet.

#### Fehlerreaktion

Bei der Sicherheitsfunktion SBC sind keine Fehlerreaktionen möglich.

Parameter	
Brake Close Time ( $t_{\text{brake}}$ )	Zeit die die Bremse nach der Aktivierung braucht, bis sie greift. Der Wert wird nur bei Auslösung von SBC durch SS1 verwendet.

### 6.2.3.2 SBT - Safe Brake Test

Die Funktion SBT ist keine Sicherheitsfunktion im herkömmlichen Sinn, sondern eine Diagnosefunktion für die Betriebsbremse. Mit SBT wird die Bremse mit einem definierten Moment getestet. Dabei wird Strom für die Dauer „Test Duration Time“ in den Antrieb eingebracht. Wenn ein Durchrutschen der Bremse erkannt wird, wird die optional einstellbare Fehlerreaktion ausgelöst. Somit kann ein Verschleiß der Bremse frühzeitig erkannt werden.

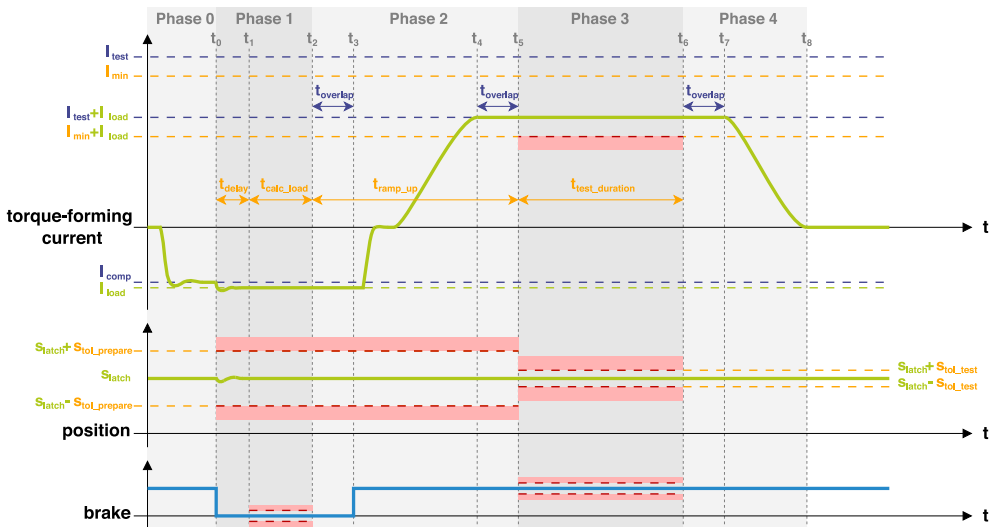
Zusätzlich zur Überwachung während der Test-Ausführung wird die Test-Häufigkeit überprüft.

Die Zeit „Test Interval Start“ ist die maximal erlaubte Zeit zwischen dem Einschalten des MDDs und der ersten SBT-Ausführung. Die Angabe dieser Zeit ist nur dann relevant, wenn der erste Test schneller stattfinden muss als das Intervall für die Zeit zwischen 2 Tests.

Das Zeitfenster „Test Interval Cyclic“ stellt die maximal erlaubte Zeit zwischen 2 SBT-Ausführungen dar. Wenn keine separate Zeit für den ersten Test nach Einschaltvorgang angegeben ist, wird diese Zeit auch dafür verwendet.

## Timing

Um die zeitlichen Zusammenhänge während der Testausführung besser beschreiben zu können, ist ein beispielhafter Ablauf in nachfolgender Abbildung dargestellt:



Der dargestellte Ablauf besteht aus 5 Phasen, wovon die erste und letzte Phase nur den funktionsgerichteten Teil betrifft. Nachfolgend sind die 5 Phasen jeweils einzeln beschrieben:

### Phase 0 – Test-Vorbereitung

Wenn der Bremsentest durch die Applikation gestartet wird, beginnt die funktionsgerichtete Firmware den Test vorzubereiten. Dabei wird zuerst der Regler in den Positionsregler-Modus versetzt, um bei den nachfolgenden Schritten die aktuelle Position zu halten. Anschließend wird bei geschlossener Bremse der Kompensationsstrom  $I_{comp}$  (über A-ICOMP Parameter einstellbar) angelegt. Der Kompensationsstrom sollte dabei dem Strom entsprechen, der zum Halten einer hängenden Last benötigt wird, damit das anschließende Öffnen der Bremse nicht zu einem zu starken Absacken der Position führt.

Sobald der Kompensationsstrom erreicht ist ( $t_0$ ), wird die Bremse geöffnet, damit in der nachfolgenden Phase die hängende Last gemessen werden kann.

## Phase 1 – Lastermittlung

Wenn die Vorbereitung abgeschlossen ist, triggert der funktionsgerichtete Teil den Bremsentest im sicherheitsgerichteten Teil. Ab diesem Zeitpunkt ( $t_0$ ) läuft der Bremsentest somit sowohl funktionsgerichtet als auch sicherheitsgerichtet.

Funktionsgerichtet beginnt die Phase mit der Nachregulierung des Kompensationsstroms, um die Position bei offener Bremse zu halten. Dies muss innerhalb von  $t_{\text{delay}}$  erfolgen, da mit Ablauf dieser Zeit ( $t_1$ ) die Ermittlung des Haltestroms für eine mögliche hängende Last beginnt. Dabei wird der drehmomentbildende Strom für die Dauer  $t_{\text{calc\_load}}$  gemessen und der Mittelwert  $I_{\text{load}}$  gebildet.

Sicherheitsgerichtet wird während der gesamten Phase die Position überwacht, welche sich um maximal  $\pm s_{\text{tol\_prepare}}$  verändern darf. Dazu wird zum Zeitpunkt  $t_0$  die aktuelle Position gelatched ( $s_{\text{latch}}$ ) und für die gesamte Dauer des Tests als Sollposition verwendet.

Nach Ablauf von  $t_{\text{delay}}$  erfolgt auch auf sicherheitsgerichteter Seite die Ermittlung des Haltestroms  $I_{\text{load}}$ , um die Kraftauswirkung einer möglichen hängenden Last beim späteren Test der Bremse berücksichtigen zu können. Zusätzlich dazu wird währenddessen geprüft, ob die Bremse auch tatsächlich geöffnet ist.

## Phase 2 – Teststrom anlegen

Wenn beide Firmware-Teile das Haltemoment ermittelt haben ( $t_2$ ), kann der funktionsgerichtete Teil beginnen, die Bremse zu schließen und den Teststrom  $I_{\text{test}}$  (über A-BTC Parameter einstellbar) in einer Hochramp-Phase anzulegen.

Allerdings beginnt die Phase für den funktionsgerichteten Teil um  $t_{\text{overlap}}$  nach hinten versetzt (somit erst zum Zeitpunkt  $t_3$ ), um sicherzustellen, dass die Aufgaben der sicherheitsgerichteten Firmware aus Phase 1 nicht verfälscht werden, da sich diese mit Phase 2 der funktionsgerichteten Firmware überschneiden könnte. Die  $t_{\text{overlap}}$  Zeit zählt ebenfalls zu den Parametern, die von der Applikation aus über die A-BTT Parameter eingestellt werden können.

Nach Ablauf dieser Zeit (zum Zeitpunkt  $t_3$ ) schließt der funktionsgerichtete Teil die Bremse und reduziert danach den anliegenden Strom auf 0. Anschließend wird der konfigurierte Teststrom in einer Hochramp-Phase (Dauer abhängig von  $t_{\text{ramp\_up}}$ , sodass zum Zeitpunkt  $t_4$  der Teststrom vollständig anliegt) angelegt. Dabei wird der in Phase 1 ermittelte Haltestrom entsprechend berücksichtigt, wodurch der zu erreichende Strom dem Wert  $I_{\text{test}} + I_{\text{load}}$  entspricht.

Da auch am Ende der Phase mit Überlappungen zur nächsten Phase zu rechnen ist, wird von  $t_4$  bis  $t_5$  erneut die Zeit  $t_{\text{overlap}}$  abgewartet, bevor die nächste Phase beginnt.

Die sicherheitsgerichtete Firmware prüft während der gesamten Phase (von  $t_2$  bis  $t_5$ ) nur, ob sich die Position noch innerhalb der Toleranz (zwischen  $s_{\text{latch}} - s_{\text{tol\_prepare}}$  und  $s_{\text{latch}} + s_{\text{tol\_prepare}}$ ) befindet.

## Phase 3 – Bremse prüfen

In dieser Phase wird für die Dauer  $t_{\text{test\_duration}}$  der zuvor angelegte Teststrom  $I_{\text{test}} + I_{\text{load}}$  gehalten, während die Bremse geschlossen bleibt. Die Position darf sich dabei nicht verändern, weshalb in dieser Phase ein engeres Toleranzfenster für die Positions-Überwachung verwendet wird ( $s_{\text{tol\_test}}$ ).

Zusätzlich wird geprüft, ob das aufgebraachte Drehmoment bzw. der drehmomentbildende Strom hoch genug ist, um die Testvorgaben zu erfüllen. Dieser muss während der gesamten Phase über dem Wert  $I_{\text{min}} + I_{\text{load}}$  liegen, damit der Test am Ende ( $t_6$ ) als bestanden gewertet wird.

## Phase 4 – Bremsentest abschließen

Nachdem der eigentliche Test abgeschlossen ist, wartet der funktionsgerichtete Teil ein drittes Mal die  $t_{\text{overlap}}$  Zeit ab um sicherzustellen, dass nicht zu früh mit dem Herunterrampen begonnen wird und reduziert anschließend (von  $t_7$  bis  $t_8$ ) den drehmomentbildenden Strom wieder auf 0. Die Dauer des Herunterrampens ist identisch zur Dauer des Hochrampens in Phase 2, weshalb hier keine Zeit eingestellt werden muss.

Am Ende dieser Phase wird der vor dem Test eingestellte Regler-Modus (G-MODE) wieder hergestellt und die Achse wieder der Applikation zur Verfügung gestellt.

Parameter	
Time to SBT ( $t_{\text{delay}}$ )	Zeit die die Bremse nach der Aktivierung braucht, bis sie greift
Torque Rise Time ( $t_{\text{ramp\_up}}$ )	Zeit die gebraucht wird um das Drehmoment aufzubauen
Test Duration Time ( $t_{\text{test\_duration}}$ )	Zeitdauer für Einwirkung des Drehmoments
Direction	Bewegungsrichtung für Test Mögliche Einträge: any, positive, negative
Load Torque Calculation Time	Zeit, in der die statisch anliegende Last bei offener Bremse ermittelt wird
Minimum Torque ( $I_{\text{min}}$ )	Mindestgröße des Drehmoments, mit dem getestet wird
Position Limit Preparation ( $s_{\text{tol\_preparation}}$ )	Grenzwert für Positionveränderung während der Vorbereitung
Position Limit Tes ( $t_{\text{stol\_test}}$ )	Grenzwert für Positionveränderung während des Testphase
Test Interval Start ( $t_{\text{interval\_start}}$ )	Maximale Zeitspanne in welcher der erste Test nach dem Start durchgeführt werden muss (kann 0 sein, dann gilt Test Interval Cyclic)
Test Interval Cyclic ( $t_{\text{interval\_cyclic}}$ )	Maximale Zeitspanne zwischen den Tests (kann 0 sein, wenn keine Überwachung gewünscht wird)
Error Reaction	Funktion, die im Fehlerfall gestartet wird. Mögliche Einträge: none, STO, SS1_1,...SS1_8

SBT-Fehler	
Während der Vorbereitungszeit ändert sich die Position um mehr als „Position Limit Preparation“	Nach Parameter „Error Reaction“



<b>SBT-Fehler</b>	
Während der Testphase ändert sich die Position um mehr als „Position Limit Test“	Nach Parameter „Error Reaction“
Bremse während „Load Torque Calculation Time“ nicht offen oder während „Test Duration Time“ nicht geschlossen	Nach Parameter „Error Reaction“
Minimales Drehmoment „Minimum Torque“ während „Test Duration Time“ nicht erreicht oder Drehmoment in falsche Richtung aufgebaut	Nach Parameter „Error Reaction“

## 6.3 Verdrahtungsbeispiele Safety

Um die konfigurierten Sicherheitsfunktionen auch ausführen zu können, müssen diese über sichere digitale Eingänge angesteuert werden. Hierbei wird das Dual Channel Mapping verwendet.

### 6.3.1 Dual Channel Input Mapping

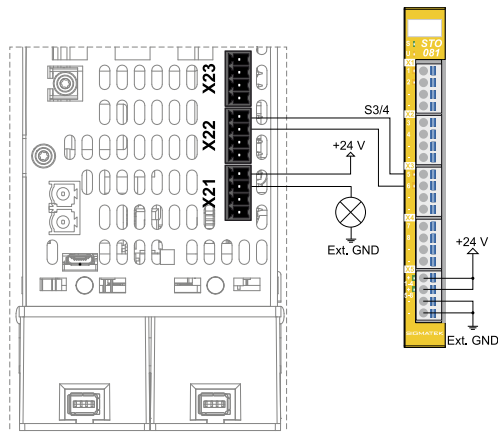
4 Eingänge stehen zur Verfügung. Für das Dual Channel Mapping müssen immer 2 Eingänge in Kombination betrachtet werden:

- beide Input-Paare (alle Eingänge) betätigt
- nur Input-Paar 1 (Eingang 1 & 2) betätigt
- nur Input-Paar 2 (Eingang 3 & 4) betätigt
- kein Input-Paar betätigt

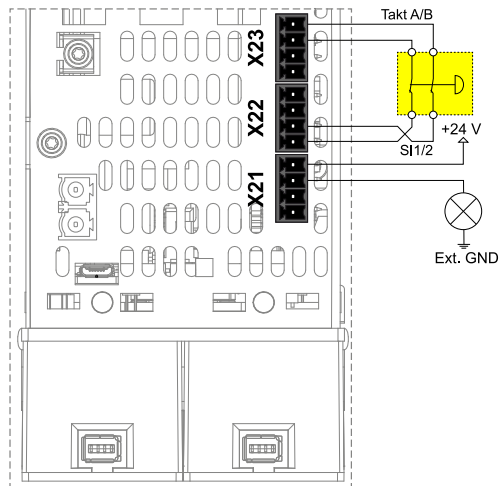
Ein Eingangspaar wird als betätigt betrachtet, wenn mindestens einer der beiden Eingänge den LOW-Zustand einnimmt. Sollten die beiden Eingänge eines Input-Paares zu lange unterschiedliche Zustände aufweisen, wird dies als Fehler gewertet und führt zum Fehlerzustand.

Im Auslieferungszustand können folgende 2 Varianten gewählt werden.

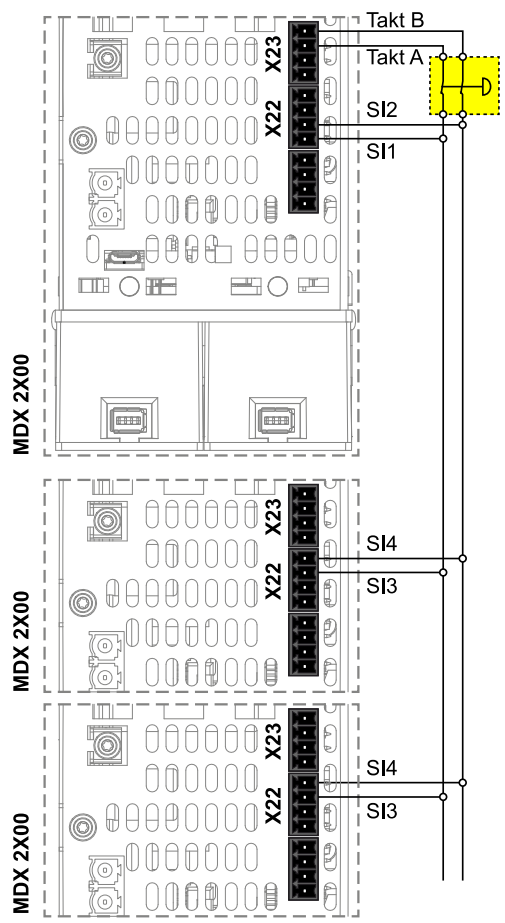
Ohne Querschussprüfung: hier werden die sicheren Eingänge SI3&4 verwendet.



Ein MDD 2000 mit Querschchlussprüfung: hier werden die Taktausgänge Takt A & B mit den sicheren Eingängen SI1&2 verbunden.



Mehrere MDD 2000 mit Querschchlussprüfung:



## 6.4 Vorbedingungen für Sicherheitsfunktionen

### 6.4.1 Referenzierung der Position

Für die Verwendung von Sicherheitsfunktionen mit absoluter Position ist eine Referenzierung der Position für alle Achsen erforderlich. Die betroffenen Sicherheitsfunktionen sind SLP (Safely Limited Position) und SMP (Safe Maximum Position). Die Referenzierung wird über die funktionale Applikation ausgeführt und erfordert einen vordefinierten Ablauf.

#### VORSICHT



Ein nicht korrekt referenziertes System kann zu Unfällen sowie zur Zerstörung der Maschine führen.

#### INFORMATION



Der Wertebereich des Gebers darf nicht überschritten werden.

### 6.4.2 Verifizierung der Geber

Die Verwendung von sicheren Hiperface DSL-Gebern erfordert eine Verifikation der Geber. Der Verifikationsablauf wird aus der funktionalen Applikation ausgeführt und erfolgt über einen vordefinierten Ablauf. Der DIAS-Drive 2000 läuft bis zum Abschluss der Verifikation in einem eingeschränkten Funktionsmodus.

# 7 Technische Daten

## 7.1 DC-Zwischenkreis

Modul	MDP/MDD 2102		MDP/MDD 2100		MDP/MDD 2200	
Wirkennleistung	1,3 kW	2,6 kW für 10 s	4 kW	8 kW für 10 s	9 kW	18 kW für 10 s
Zwischenkreis- nennspannung	325 V		565 V		565 V	
Maximale Zwischenkreis- spannung	430 V		850 V		850 V	
Zwischenkreis- kapazität	1320 µF (MDP)	1980 µF (MDD)	330 µF (MDP)	495 µF (MDD)	660 µF	
Maximalstrom über DCB	40 A		40 A		40 A	

## 7.2 +24 V-Hilfsspannung

Modul	MDP/MDD 210X	MDP/MDD 2200
Nenneingangsspannung	+24 V	
Eingangsspannungsbereich	+22-30 V SELV/PELV	
Stromaufnahme pro Gerät	1 A + Bremsstrom	
Eingangskapazität	1 mF	
Maximalstrom über BCB	20 A	
Maximale Leitungslänge	30 m	

## 7.3 Achse/Motoranschluss

Modul	MDP/MDD 210X	MDP/MDD 2200
Maximale Anzahl	3	
Schaltfrequenz	8 kHz	
Derating	2,5 %/°C über 45 °C (betroffen sind Achsenstrom und Zwischenkreisleistung)	
Dauerstrom/Spitzenstrom für 1 s pro Achse	5/15 A	10/30 A
Maximaler Summenstrom	15 A	30 A
Maximale Ausgangsfrequenz	599 Hz	
Maximale Leitungslänge	30 m	

## 7.4 Sichere/Capture Eingänge

Art	Sicherer Eingang (Eingang 1-4)	Capture Eingang (Eingang 5-6)
Anzahl	6	
Nenneingangsspannung	+24 V	
Eingangsspannungsbereich	+18-30 V	
Signalpegel	low: $\leq +5$ V	low: $\leq +5$ V, high $\geq +15$ V
Schaltswelle	typisch +11 V	
Eingangsstrom	typisch 3,6 mA bei +24 V	
Eingangsverzögerung	typisch 0,5 ms bei +24 V	typisch 3 $\mu$ s bei +24 V

## 7.5 TaktAusgänge für Querschlusserkennung

Modul	MDP/MDD 210X	MDP/MDD 2200
Anzahl	1x Takt A pro Modul 1x Takt B pro Modul	
Ausgangsnennspannung	+24 V	

Ausgangsspannungsbereich	+22-30 V
Ausgangsstrom	maximal 100 mA
Kurzschlussfest	ja

VORSICHT



**Querschlusserkennung**  
Es ist unbedingt zu beachten, dass die Querschlusserkennung nur dann sicherheitsbezogen korrekt funktioniert, wenn sie richtig verdrahtet und konfiguriert wurde. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Querschlusserkennung nur zwischen benachbarten Eingängen funktioniert. Querschlüsse zwischen nicht benachbarten Eingängen müssen durch konstruktive Maßnahmen (z.B. getrennte Kabelverlegung, isolierte Kabel) des Maschineninstallateurs verhindert werden.

7.6 Geberschnittstelle

Modul		MDP/MDD 210X	MDP/MDD 2200
Intern	maximale Anzahl	3	
	Typ	Hiperface DSL	
	Anschlussart	Einkabellösung	
	Spannungsversorgung	12 V	
Optional	maximale Anzahl	3	
	Typ	Resolver/Sin-Cos/TTL/Hiperface/EnDAT 2.1/Tamagawa/BiSS-C	
	Spannungen	5 V (mit Remote Sensing)/9 V	
	maximale Leitungslänge	30 m	



## 7.7 Ergänzende Spezifikationen MDP 2XXX

### 7.7.1 Netzversorgung

Modul	MDP 2102	MDP 2100	MDP 2200
Netzennspannung	1x 230 V AC	3x 400 V AC	
Netzspannungsbereich	1x 230 V AC $\pm 10$ %	3x 380-480 V AC $\pm 10$ %	
Überspannungskategorie	III	III	
Netzfrequenz	45-65 Hz	45-65 Hz	
Nennanschlussleistung	2,8 kVA	8,5 kVA	17,25 kVA
Netzeingangsstrom	12 A	12 A	25 A
Einschaltstrom	maximal 15 A	maximal 35 A	
Sternpunkt	geerdet	geerdet	
Maximal zulässiger Kurzschlussstrom	5 kA	5 kA	
Netz	TN-S, TN-C-S (mit geerdetem Sternpunkt)	TN-S, TN-C-S (mit geerdetem Sternpunkt)	
	IT (auf Anfrage)	IT (auf Anfrage)	
Integrierter Netzfilter nach EN 61800-3, Kategorie C3	ja	ja	
Maximale Absicherung	Leitungsschutz: 13 A Typ C	Leitungsschutz: 13 A Typ C	Leitungsschutz: 25 A Typ C
	Betriebsklasse gG (gL): 13 A	Betriebsklasse gG (gL): 13 A	Betriebsklasse gG (gL): 25 A

7.7.2 Ballastwiderstand

Modul	MDP 2102	MDP 2100	MDP 2200
Interner Bremswiderstand vorhanden	ja (25 Ω)	ja (25 Ω)	ja (25 Ω)
Spitzenleistung int./ext.	7,4 kW/12,3 kW	28,9 kW/28,9 kW	28,9 kW/36,1 kW
Dauerleistung int./ext.	50 W/500 W	50 W/500 W	200 W/1000 W
Minimal zulässiger Bremswiderstand (ext.)	15 Ω	25 Ω	20 Ω
Überlastschutz	ja	ja	ja
Kurzschlusschutz	ja	ja	ja
Erdschlusschutz	nein	nein	nein
Maximale Leitungslänge	3 m	3 m	3 m

WARNUNG



Die Oberfläche des Ballastwiderstands kann Temperaturen weit über 85 °C erreichen. Da Berührung zu schweren Verletzungen führen kann, ist die Temperatur vor dem Berühren zu prüfen.

7.8 Kommunikation

Modul	MDP/MDD 210X	MDP/MDD 2200
Bus	VARAN	

7.9 Motorhaltebremse

Modul	MDP/MDD 210X	MDP/MDD 2200
Maximaler Dauerstrom	1,5 A	
Überlast- und Kurzschlusschutz	ja	
Unterspannungsüberwachung	ja	
Kabelbruchüberwachung	ja	

Bremsenspannungsabsenkung	ja (12-24 V)
---------------------------	--------------

## 7.10 Mechanik

Modul	MDP/MDD 210X	MDP/MDD 2200
Kühlung	Luft, Cold-Plate in Vorbereitung	
Backplane	keine erforderlich	
Montierposition	vertikal hängend	
Freiraum oben und unten	mindestens 3 cm	
Lüfter	ja, wechselbar (Lebensdauer ca. 70.000 h)	
Abmessungen (B x H x T)	75 x 242 x 219 mm	150 x 242 x 219 mm
Gewicht	3 kg	5,2 kg

## 7.11 Umgebungsbedingungen

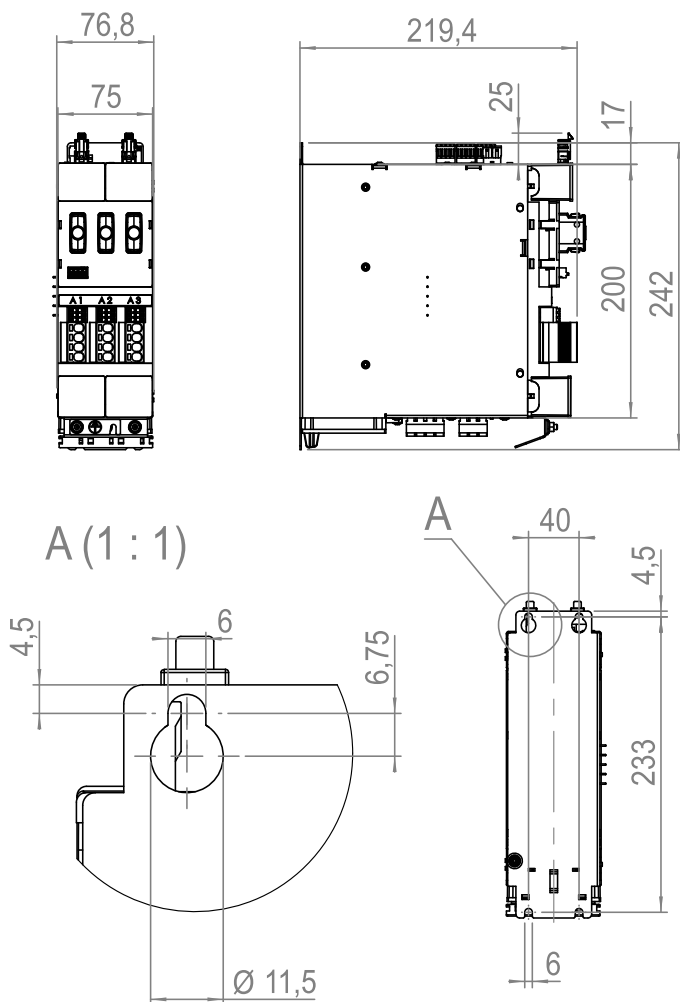
Modul	MDP/MDD 210X	MDP/MDD 2200
Lagertemperatur	-25 ... +70 °C	
Nennumgebungstemperatur	0 ... +45 °C	
Umgebungstemperatur max.	0 ... +55 °C (mit Derating 2,5 %/°C über 45 °C)	
Luftfeuchtigkeit	maximale relative Luftfeuchtigkeit 85 %, nicht betauend	
Einsatzhöhe	bis zu 1000 m über NN bei Nominalwerten 1000-3000 m über NN mit Reduzierung um 1,5 % / 100 m (betroffen sind Ausgangsnennstrom und Eingangsnennleistung)	
Betriebsbedingungen	Verschmutzungsgrad 2	
Geräuschemissionen	≤ 70 dB	
Schwingungsfestigkeit	Frequenz: 5-150 Hz Beschleunigung: 1 g Amplitude: 0,075 mm (0,15 mm pp)	
Schockfestigkeit	Beschleunigung: 15 g	
Schutzart	IP20	

7.12 Sonstiges

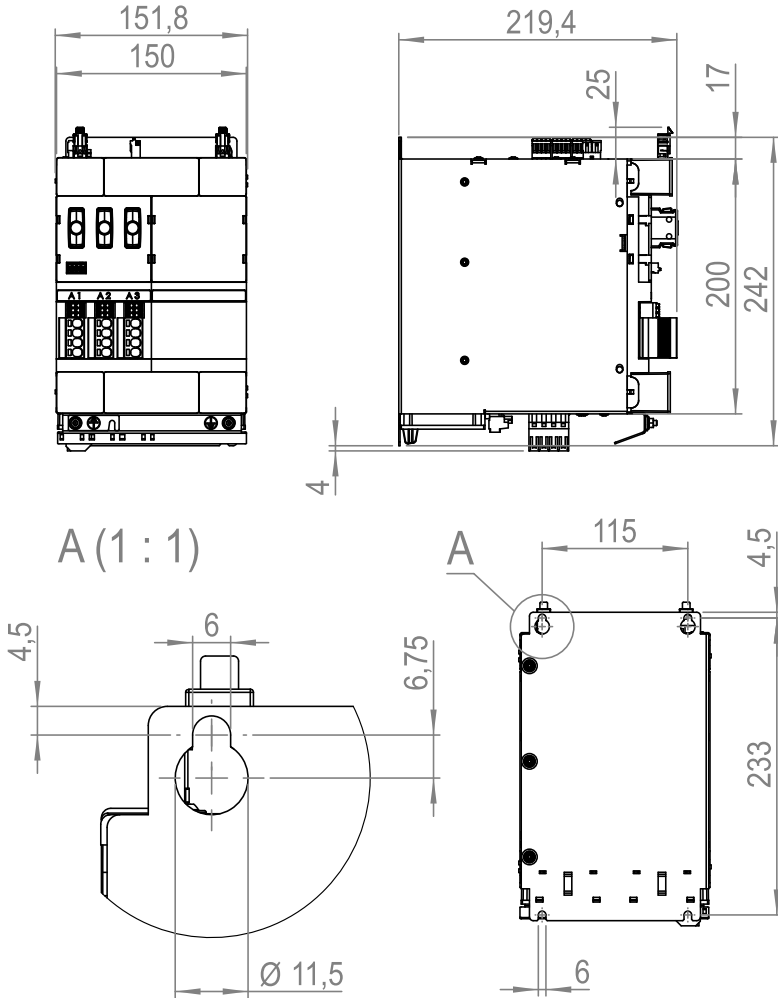
Modul	MDP/MDD 210X	MDP/MDD 2200
Normung	nach UL designed	
Approbationen	CE, TÜV-Austria EG-baumustergeprüft	

## 8 Mechanische Abmessungen

### 8.1 Baugröße 1



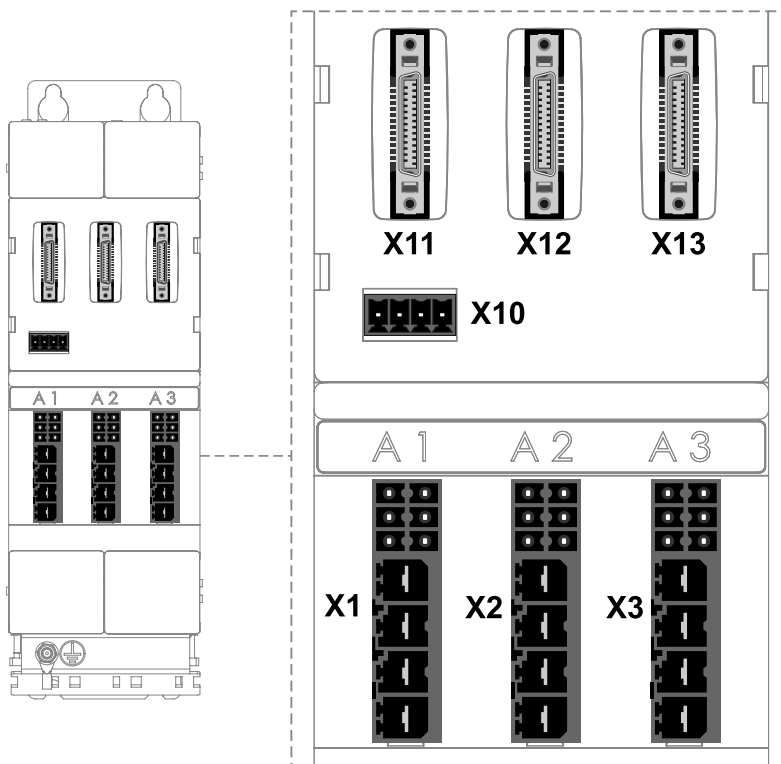
## 8.2 Baugröße 2



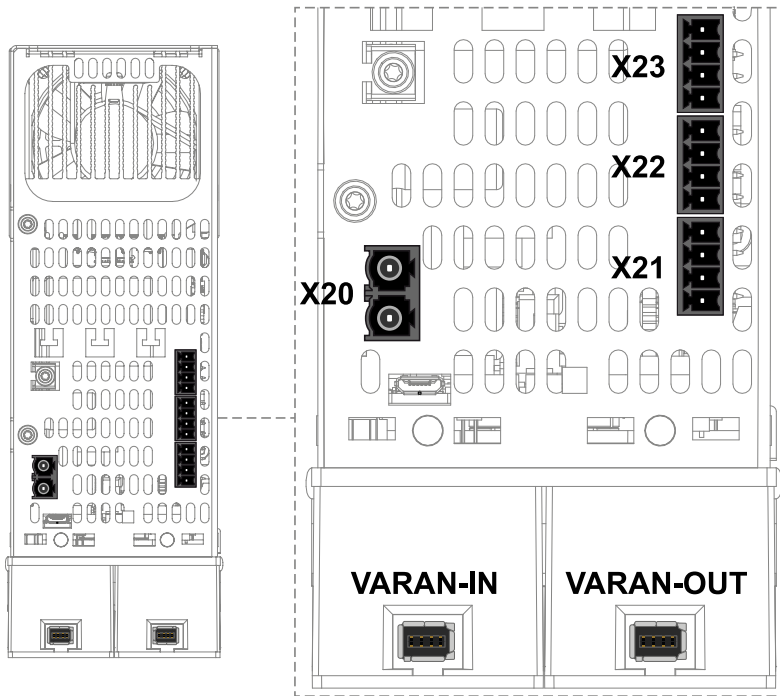
## 9 Anschlüsse und Kabel

### 9.1 Übersicht Baugröße 1

#### 9.1.1 Schnittstellen Front Baugröße 1

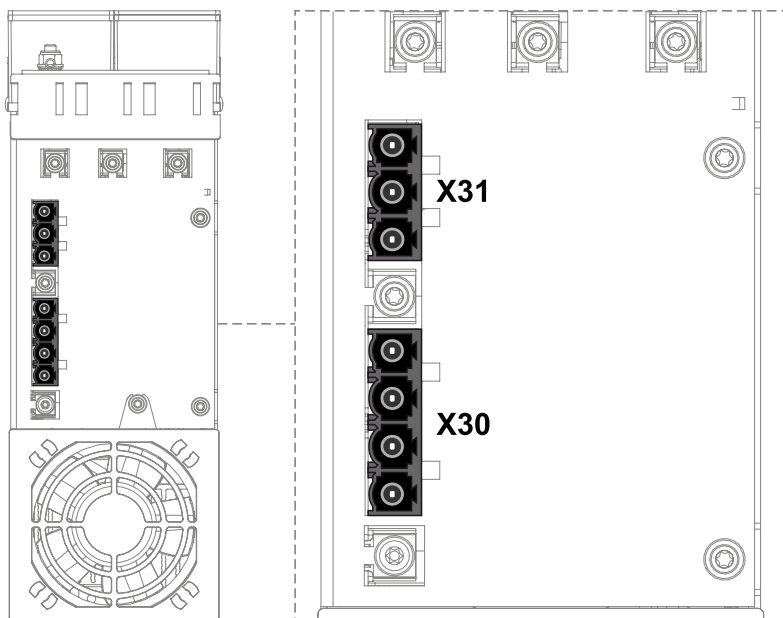


### 9.1.2 Schnittstellen Oberseite Baugröße 1



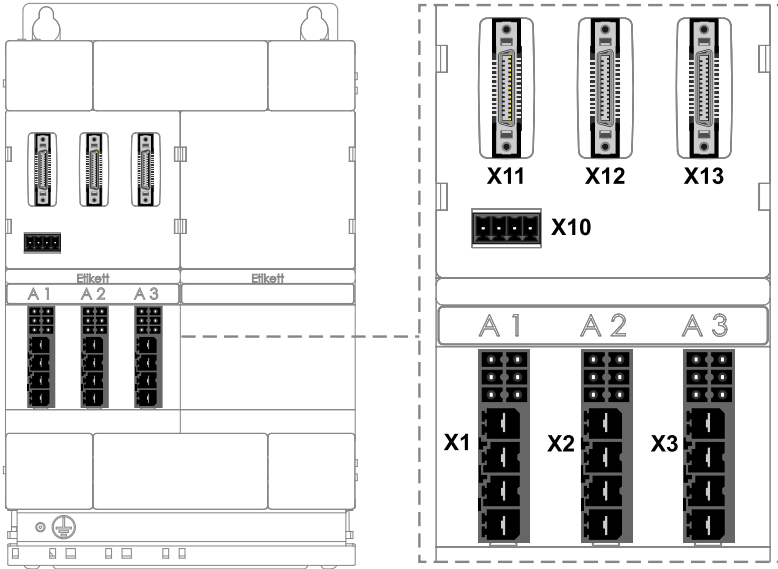


### 9.1.3 Schnittstellen Unterseite Baugröße 1 (Netz-/Achsmodule)

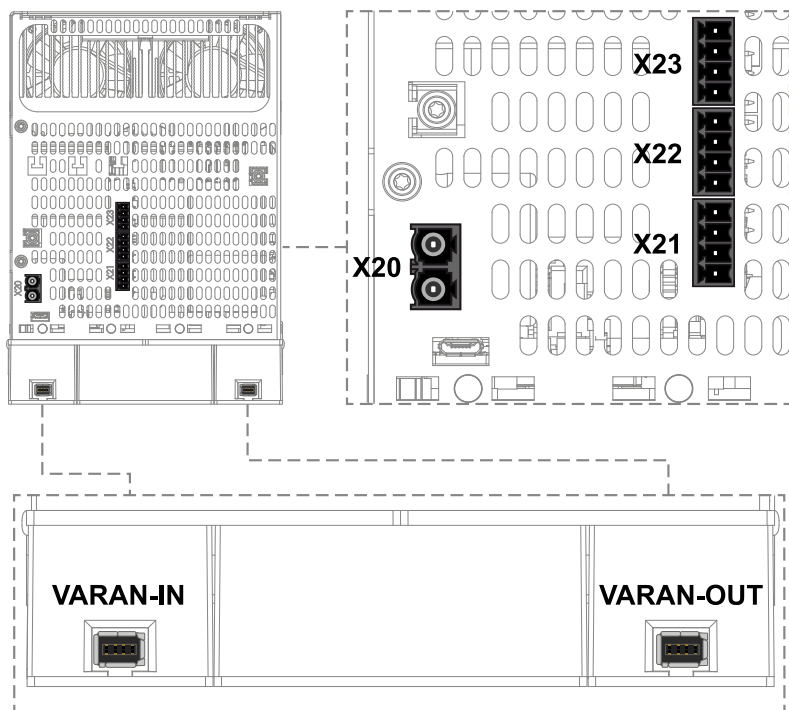


## 9.2 Übersicht Baugröße 2

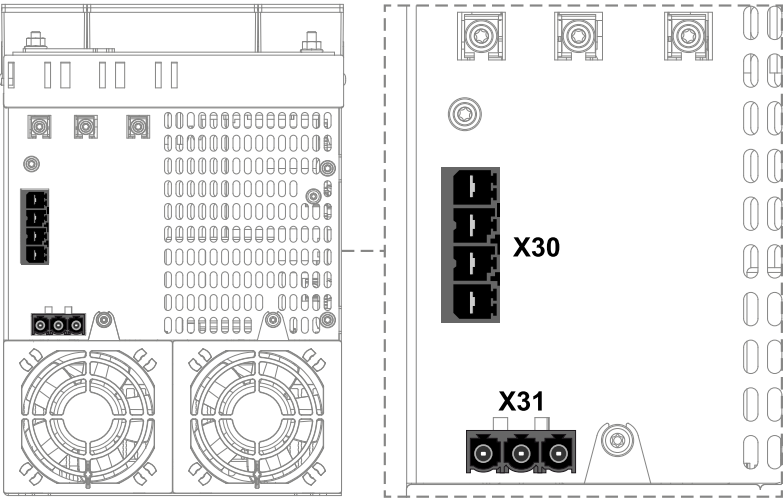
### 9.2.1 Schnittstellen Front Baugröße 2



## 9.2.2 Schnittstellen Oberseite Baugröße 2



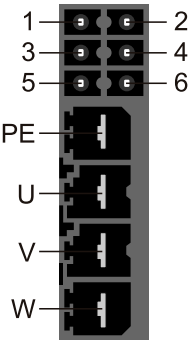
9.2.3 Schnittstellen Unterseite Baugröße 2 (Netz-/Achsmodule)



9.3 Anschlussbelegung

9.3.1 X1, X2, X3: Motoranschluss

nicht im Lieferumfang enthalten  
Weidmüller (1080440000) BVF 7.62HP/04/180 BCF/06R SN BK BX  
Artikelnummer: 4080221212



Pin	Funktion
1	Hiperface DSL+
2	Hiperface DSL-
3	Motortemperatur+
4	Motortemperatur-
5	Haltebremse+
6	Haltebremse-
PE	Schutzleiter
U	Motorphase 1
V	Motorphase 2
W	Motorphase 3

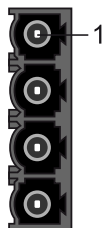
### 9.3.1.1 Pin-Belegung Hiperface DSL-Kabel

Steckerbelegung Variante 1 (Hiperface DSL)			
BVF 7.62HP/04/180...	Funktion	Farbe	Epic LS1 D6 3+PE+4 K 10,5-15,5
1	Hiperface DSL+	nicht definiert	D
2	Hiperface DSL-	nicht definiert	C
5	Motorbremse+	nicht definiert	A
6	Motorbremse-	nicht definiert	B
PE	neutral	grün/gelb	PE
U	Phase 1	schwarz	U
V	Phase 2	schwarz	V
W	Phase 3	schwarz	W

### 9.3.1.2 Pin-Belegung Motor Temperatur-Kabel

Steckerbelegung Variante 1 (Motor Temperatur)			
BVF 7.62HP/04/180...	Funktion	Farbe	Epic LS1 D6 3+PE+4 K 10,5-15,5
3	Motor Temperatur+	nicht definiert	C
4	Motor Temperatur-	nicht definiert	D
5	Motorbremse+	nicht definiert	A
6	Motorbremse-	nicht definiert	B
PE	neutral	grün/gelb	PE
U	Phase 1	schwarz	U
V	Phase 2	schwarz	V
W	Phase 3	schwarz	W

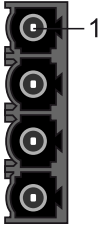
### 9.3.2 X30 BG1: Netzversorgung (MDP 2102)



Pin	Funktion
1	Schutzleiter
2	n.c. <sup>1)</sup>
3	Netzphase L1
4	Neutralleiter N

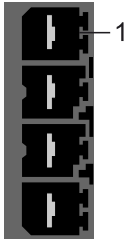
<sup>1)</sup> n.c. = nicht verwenden

### 9.3.3 X30 BG1: Netzversorgung (MDP 2100)



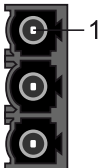
Pin	Funktion
1	Schutzleiter
2	Netzphase L1
3	Netzphase L2
4	Netzphase L3

### 9.3.4 X30 BG2: Netzversorgung (MDP 2200)



Pin	Funktion
1	Schutzleiter
2	Netzphase L1
3	Netzphase L2
4	Netzphase L3

### 9.3.5 X31: Ballastwiderstand (MDP 210X, MDP 2200)



Pin	Funktion
1	PDC
2	Rtr
3	Rint

X31 ist geräteseitig nicht abgesichert! Bei fehlender Absicherung des externen Bremswiderstandes kann es zur Zerstörung des Gerätes kommen! Die Absicherung hat anlagenseitig durch den Anwender zu erfolgen. Es ist ein eigensicherer Bremswiderstand zu verwenden.

### INFORMATION

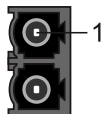


Bei Verwendung des internen Ballastwiderstandes muss Rtr und Rint verbunden werden (im Auslieferungszustand sind diese bereits verbunden).

Diese Verbindung muss entfernt werden, wenn ein externer Ballastwiderstand genutzt wird. Der externe Ballastwiderstand muss zwischen PDC und Rtr angeschlossen werden.

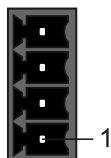
Die I<sup>2</sup>t-Absicherung des externen Bremswiderstandes muss entsprechend parametrisiert werden, da es sonst zur Zerstörung des Bremswiderstandes kommen kann.

#### 9.3.6 X20: +24 V-Versorgung



Pin	Funktion
1	+24 V
2	GND

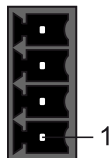
#### 9.3.7 X21: STO-Diagnose Relais



Pin	Funktion
1	STO DIAG RELAIS NC1
2	STO DIAG RELAIS NC2
3	STO DIAG RELAIS NO1
4	STO DIAG RELAIS NO2

#### 9.3.8 X22: Sichere Eingänge/Capture-Eingänge

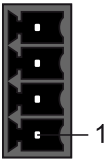
Konfiguration siehe nachfolgendes Kapitel "Verdrahtungsbeispiele Safety" auf Seite 98.



Pin	Funktion
1	Sicherer Eingang/Capture-Eingang 1
2	Sicherer Eingang/Capture-Eingang 2
3	Sicherer Eingang/Capture-Eingang 3
4	Sicherer Eingang/Capture-Eingang 4

9.3.9 X23: Capture-Eingänge/Takt-Ausgänge

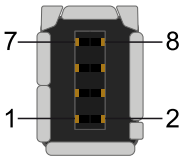
Konfiguration siehe nachfolgendes Kapitel "Verdrahtungsbeispiele Safety" auf Seite 98.



Pin	Funktion
1	Capture-Eingang 5
2	Capture-Eingang 6
3	Takt-Ausgang A/sicherer Ausgang 1
4	Takt-Ausgang B/sicherer Ausgang 2

9.3.10 VARAN-Bus (Industrial Mini I/O)

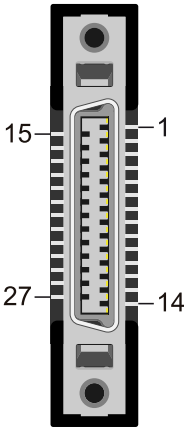
Der VARAN-Anschluss befindet sich auf dem VARAN-Interface, welches auf das Gerät gesteckt wird. Es ist zudem möglich, mittels des Bus-Connection-Blocks, mehrere Geräte hintereinander zu verbinden.



Pin	Funktion
1	Tx+/Rx+
2	Tx-/Rx-
3	Rx+/Tx+
4	n.c.
5	n.c.
6	Rx-/Tx-
7	n.c.
8	n.c.



9.3.11 X11, X12, X13: Optionales Gebermodul



Pin	Funktion
1	GND
2	9 V
3	GND
4	5 V
5	Encoder B+
6	Encoder B-
7	Encoder A+
8	Encoder A-
9	Z-
10	Z+
11	Clock-/B-
12	Clock+/B+
13	Data-/A-
14	Data+/A+
15	n.c.
16	Resolver Cosinus-
17	Resolver Cosinus+
18	Resolver Sinus-
19	Resolver Sinus+
20	Resolver Erregung-
21	Resolver Erregung+
22	Motor-Temperatur
23	Motor-Temperatur
24	5 V Sense-
25	5 V Sense+
26	Batterie-
27	Batterie+

Hersteller	Artikelnummer	Beschreibung	Spezifikation
Hirose	4080225722 (DH-27-CT1B)	Steckergehäuse	Typ Metalltaster
Hirose	4080225723 (DH40-27S)	Steckereinheit Typ Lötkontakt	Lötkontakt

Hersteller	Artikelnummer	Beschreibung	Spezifikation
Hirose	4080225725 (DH-27-CMB(6.9) 244-0036-9 00)	Metall-Klammer	Kabel Außendurchmesser 6,9 ±0,3 mm
Hirose	DH-27-CMB(7.3) / 244-0032-8 00	Metall-Klammer	Kabel Außendurchmesser 7,3 ±0,5 mm

### 9.3.11.1 Pin-Belegung EnDat-Kabel

Steckerbelegung Variante 1 (EnDat)				
Drive	Funktion	Farbe	Twisted Pair	Motor
3	GND	weiß	Pair 1	2
4	5 V	grau	Pair 1	4
5	Encoder B+	grün	Pair 2	9
6	Encoder B-	gelb	Pair 2	1
7	Encoder A+	rot	Pair 3	11
8	Encoder A-	orange	Pair 3	3
11	Clock-/B-	orange/weiß	Pair 4	15
12	Clock+/B+	rot/weiß	Pair 4	8
13	Data-/A-	violett	Pair 5	13
14	Data+/A+	blau	Pair 5	5
22	Temp-	braun	Pair 6	7
23	Temp+	schwarz	Pair 6	14
24	5V_Sens-	gelb/weiß	Pair 7	10
25	5V_Sens+	grün/weiß	Pair 7	12

### 9.3.11.2 Pin-Belegung Resolver-Kabel

Steckerbelegung Variante 2 (Resolver)				
Drive	Funktion	Farbe	Twisted Pair	Motor
16	Resolver Cosinus-	rot	Pair 1	7
17	Resolver Cosinus+	orange	Pair 1	3
18	Resolver Sinus-	grün	Pair 2	8
19	Resolver Sinus+	gelb	Pair 2	4
20	Resolver Erreger-	blau	Pair 3	9
21	Resolver Erreger+	violett	Pair 3	5
22	Temp-	braun	Pair 4	6
23	Temp+	schwarz	Pair 4	2

### 9.3.11.3 Pin-Belegung Hiperface-Kabel

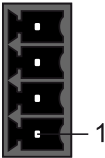
Steckerbelegung Variante 2 (Hiperface)				
Drive	Funktion	Farbe	Twisted Pair	Motor
1	GND	weiß	Pair 1	2
2	9 V	grau	Pair 1	4
5	Encoder B+	grün	Pair 2	9
6	Encoder B-	gelb	Pair 2	1
7	Encoder A+	rot	Pair 3	11
8	Encoder A-	orange	Pair 3	3
13	Data-/A-	violett	Pair 4	13
14	Data+/A+	blau	Pair 4	5
22	Temp-	braun	Pair 5	7
23	Temp+	schwarz	Pair 5	14

9.3.11.4 Pin-Belegung BiSS-C-Kabel

Steckerbelegung Variante 1 (BiSS-C)				
Drive	Funktion	Farbe	Twisted Pair	Motor
3	GND	weiß	Pair 1	2
4	5 V	grau	Pair 1	4
11	Clock-/B-	orange/weiß	Pair 2	15
12	Clock+/B+	rot/weiß	Pair 2	8
13	Data-/A-	violett	Pair 3	13
14	Data+/A+	blau	Pair 3	5
22	Temp-	braun	Pair 4	7
23	Temp+	schwarz	Pair 4	14

9.3.12 X10: Batterieanschluss

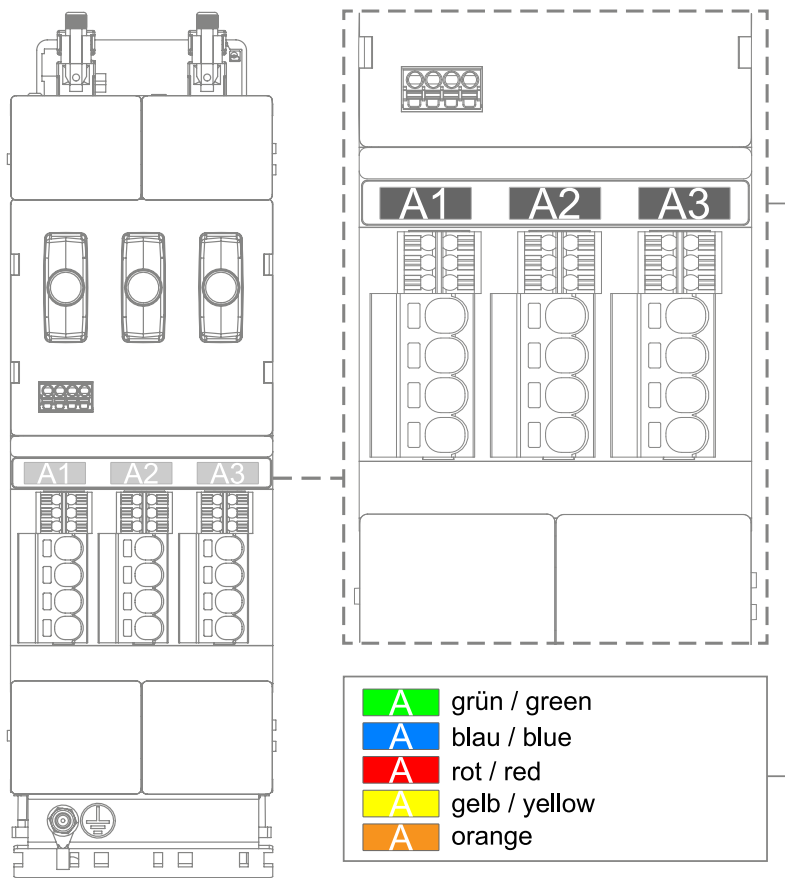
Einige Geber erfordern auch dann eine Versorgungsspannung, wenn das Gerät nicht versorgt ist. Daher ist ein Batterieanschluss für eine externe Batterie implementiert.



Pin	Funktion
1	Batterie+
2	Batterie-
3	Batterie+
4	Batterie-

## 9.4 Status LEDs

An der Vorderseite der DIAS-Drive 2000 Serie befinden sich 3 Status LEDs, um Zustände des Drives auslesen zu können. Die LEDs sind mit A1-A3 gekennzeichnet (Achse 1, Achse 2, Achse 3).



Farbe	Zustand	Frequenz	Bedeutung
rot	blinkt	2x blinken - Pause - 2x blinken ...	Fehler in der Hochlaufphase
gelb	blinkt	langsames blinken	Hochlaufphase
blau	blinkt	langsames blinken	Firmware-Update
rot	blinkt	schnelle Blinkfrequenz	Safety-Fehler
rot	blinkt	langsames blinken	Allgemeiner Fehler (auch fehlende Safety-Freigabe beim Einschalten der Achse)
grün	blinkt	achsspezifisch langsame Blinkfrequenz	Achse ausgeschaltet, keine Warnungen vorhanden und VARAN nicht synchronisiert
grün	blinkt	achsspezifisch schnelle Blinkfrequenz	Achse ausgeschaltet, keine Warnungen vorhanden und VARAN synchronisiert
grün	ein	achsspezifisch	Achse eingeschaltet und keine Warnungen vorhanden
orange	blinkt	achsspezifisch langsame Blinkfrequenz	Achse ausgeschaltet, Warnungen vorhanden und VARAN nicht synchronisiert
orange	blinkt	achsspezifische schnelle Blinkfrequenz	Achse ausgeschaltet, Warnungen vorhanden und VARAN synchronisiert
orange	ein	achsspezifisch	Achse eingeschaltet und Warnungen vorhanden

## 9.5 Kabelquerschnitte

Der Maschinenbauer ist dafür verantwortlich, dass die Leitungen entsprechend ihrer Belastung ausgelegt werden. Die geltenden Normen und Gesetze müssen eingehalten werden.

Aufgrund der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten können in den meisten Fällen keine Standardquerschnitte angegeben werden.

### 9.5.1 X1, X2, X3 (Motoranschluss)

Steckertyp:

- Weidmüller (1080440000) BVF 7.62HP/04/180 BCF/06R SN BK BX

Klemmbereich, Bemessungsanschluss (Power)	0,5-10 mm <sup>2</sup>
Klemmbereich, Bemessungsanschluss (Signal)	0,2-1,5 mm <sup>2</sup>
Leiteranschlussquerschnitt AWG (Power)	AWG 24-AWG 8
Leiteranschlussquerschnitt AWG (Signal)	AWG 26-AWG 16
eindrähtig, H05(07) V-U (Power)	0,5-10 mm <sup>2</sup>

eindrähtig, H05(07) V-U (Signal)	0,14-1,5 mm <sup>2</sup>
feindrähtig, H05(07) V-K (Power)	0,5-6 mm <sup>2</sup>
feindrähtig, H05(07) V-K (Signal)	0,14-1,5 mm <sup>2</sup>
mit AEH mit Kragen DIN 46 228/4 (Power)	0,5-6 mm <sup>2</sup>
mit AEH mit Kragen DIN 46 228/4 (Signal)	0,25-1,5 mm <sup>2</sup>
mit Aderendhülse nach DIN 46 228/1 (Power)	0,5-6 mm <sup>2</sup>
mit Aderendhülse nach DIN 46 228/1 (Signal)	0,25-1,5 mm <sup>2</sup>

## 9.5.2 X30 BG1 (Netzversorgung), X31 (Ballastwiderstand), X20 (+24 V-Versorgung)

Steckertyp:

- X30 BG1: Weidmüller (1059600000) BLZ 7.62HP/04/180 SN BK BX
- X31: Weidmüller (1059590000) BLZ 7.62HP/03/180 SN BK BX
- X20: Weidmüller (1059580000) BLZ 7.62HP/02/180 SN BK BX

Klemmbereich, min.	0,08 mm <sup>2</sup>
Klemmbereich, max.	4 mm <sup>2</sup>
Leiteranschlussquerschnitt AWG, min.	AWG 28
Leiteranschlussquerschnitt AWG, max.	AWG 12
eindrähtig, min. H05(07) V-U	0,2 mm <sup>2</sup>
eindrähtig, max. H05(07) V-U	4 mm <sup>2</sup>
feindrähtig, min. H05(07) V-K	0,2 mm <sup>2</sup>
feindrähtig, max. H05(07) V-K	4 mm <sup>2</sup>
mit AEH mit Kragen DIN 46 228/4, min.	0,2 mm <sup>2</sup>
mit AEH mit Kragen DIN 46 228/4, max.	2,5 mm <sup>2</sup>
mit Aderendhülse nach DIN 46 228/1, min.	0,2 mm <sup>2</sup>
mit Aderendhülse nach DIN 46 228/1, max.	2,5 mm <sup>2</sup>
Lehrdorn nach EN 60999 a x b; �	2,8 x 2,4 mm

### 9.5.3 X30 BG2 (Netzversorgung)

Steckertyp:

- Weidmüller (1060410000) BVFL 7.62HP/04/180 SN BK BX

Klemmbereich, min.	0,5 mm <sup>2</sup>
Klemmbereich, max.	10 mm <sup>2</sup>
eindrähtig, min. H05(07) V-U	0,5 mm <sup>2</sup>
eindrähtig, max. H05(07) V-U	10 mm <sup>2</sup>
mehrdrähtig, max. H07V-R	10 mm <sup>2</sup>
feindrähtig, min. H05(07) V-K	0,5 mm <sup>2</sup>
feindrähtig, max. H05(07) V-K	10 mm <sup>2</sup>
mit AEH mit Kragen DIN 46 228/4, min.	0,5 mm <sup>2</sup>
mit AEH mit Kragen DIN 46 228/4, max.	6 mm <sup>2</sup>
mit Aderendhülse nach DIN 46 228/1, min.	0,5 mm <sup>2</sup>
mit Aderendhülse nach DIN 46 228/1, max.	10 mm <sup>2</sup>

### 9.5.4 X21 (STO-Diagnose Relais), X22 (Eingänge), X23 (Taktausgänge), X10 (Batterieanschluss)

Steckertyp:

- Phoenix FMC1,5/ 4-ST-3,5

Abisolierlänge/Hülsenlänge	10 mm
Steckrichtung	parallel zur Leiterachse bzw. zur Leiterplatte
Leiterquerschnitt starr	0,2-1,5 mm <sup>2</sup>
Leiterquerschnitt flexibel	0,2-1,5 mm <sup>2</sup>
Leiterquerschnitt Litzen ultraschallverdichtet	0,2-1,5 mm <sup>2</sup>
Leiterquerschnitt AWG/kcmil	24-16
Leiterquerschnitt flexibel m. Aderendhülse ohne Kunststoffhülse	0,25-1,5 mm <sup>2</sup>



Leiterquerschnitt flexibel m. Aderendhülse mit Kunststoffhülse	0,25-0,75 mm <sup>2</sup> (Reduzierungsgrund d2 der Aderendhülse)
--	--



d2 = max. 2,8 mm

## 9.6 Kabellängen

Die Querschnitte der Kabel hängen von der verwendeten Konfiguration ab und sind so zu wählen, dass die genormten Anforderungen eingehalten werden.

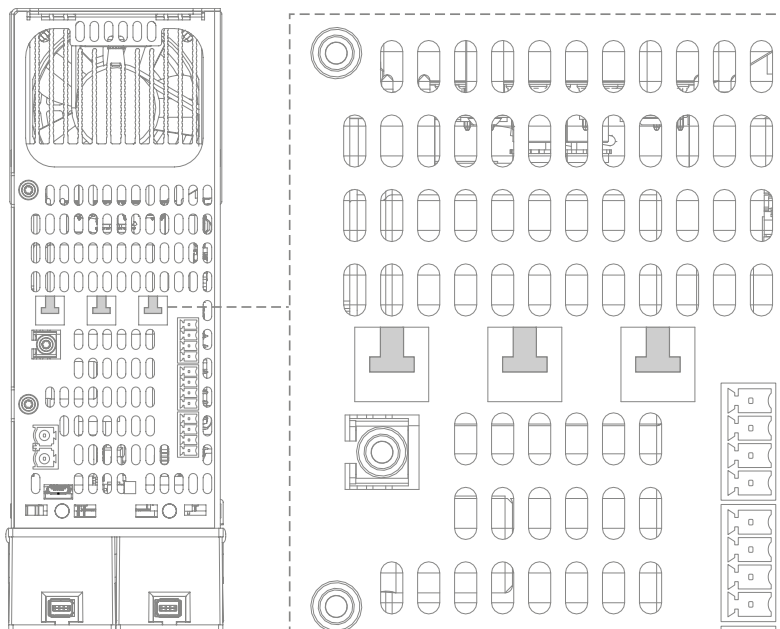
Die angegebenen Querschnitte beziehen sich auf die standardmäßig ausgelieferten Steckverbinder, welche ordnungsgemäß konfektioniert werden müssen.

Kabel	Anschluss	Maximale Länge
Netzanschluss	X30	-
Motorkabel	X1, X2, X3	30 m
Ballastkabel	X31	3 m
I/O Kabel	X21, X22, X23	30 m
Geberkabel	X11, X12, X13	30 m
Batteriekabel	X10	3 m
+24 V-Versorgung	X20	30 m
Varankabel	VARAN-In/Out	100 m
Schutzerde	PE	-

## 9.7 Kabel Zugentlastung

Um die angeschlossenen Stecker nicht unnötig zu belasten bzw. auch als Sicherung, besteht die Möglichkeit, die Kabel mittels Zugentlastung am Gehäuse zu fixieren. Als Alternative können die Kabel so kurz wie möglich in einen Kabelkanal verlegt werden.

Für die Geber- und VARAN-Stecker sowie die Stecker X20-X23 sind Laschen an der Oberseite des Gerätes vorhanden. Dies kann mittels Kabelbinder erfolgen. Für Netz- und Ballaststecker sind im Schaltschrank Vorkehrungen für die Zugentlastung zu treffen.



## 9.8 Zu verwendende Kabeltypen

Die Kabel müssen auf den individuellen Einsatzbereich abgestimmt sein und den Anforderungen der Umgebung standhalten. Dabei müssen die geltenden Normen und Gesetze eingehalten werden.

### WARNUNG



#### Brandgefahr

→ Bei falscher Kabeldimensionierung kann ein Kabelbrand entstehen.

### 9.8.1 +24 V-Versorgung

Für die +24 V-Versorgung kann eine isolierte, doppeladrigte Leitung verwendet werden, die nicht geschirmt sein muss. Der Querschnitt pro Ader muss für den entsprechenden Strom dimensioniert werden und wärmebeständig sein. Sie muss mit den passenden Steckern konfektioniert werden. Die Kabellänge ist so kurz wie möglich zu halten (maximale Kabellänge 30 m).

### 9.8.2 VARAN

Für die VARAN-Verbindungen ist ein S-FTP CAT5e-Netzwerkkabel zu verwenden, das mit entsprechenden Steckverbindern ausgestattet ist. Die maximale Kabellänge vom ersten Gerät bis zum übergeordneten Busteilnehmer beträgt 100 m. Die Kontaktierung ist gemäß TIA-568A/B auszuführen. Geeignete Kabelausführungen finden Sie auf der SIGMATEK Homepage.

### 9.8.3 Zwischenkreis

Für die Zwischenkreisverbindung sind ausnahmslos die DC-Connection-Blocks (im Lieferumfang enthalten) von der Firma SIGMATEK GmbH & Co KG zu verwenden.

#### GEFAHR



Die Spannung des DC-Connection-Blocks kann bis zu 850 V betragen!

### 9.8.4 Motorkabel

Die Motoren sind mit einem geeigneten Kabel gemäß EN 60204-1, Installationsart C, Umgebungstemperatur  $\leq 40^\circ\text{C}$  anzuschließen. Das Kabel muss geschirmt sein. Die Kabellänge darf 30 m nicht überschreiten.

### 9.8.5 Geberkabel

Endat/Hiperface	Lapp 00277101
Resolver	Lapp 00277151

Gleichwertige Kabel sind ebenfalls zulässig.

**INFORMATION**

Geeignete Motor- und Geberkabel können bei SIGMATEK geordert werden, siehe Kapitel 17.1 Typenschlüssel Kabel

## 10 Konfiguration und Einstellung

Die Module der DIAS-Drive 2000 Serie sind in die Entwicklungsumgebung LASAL eingebunden. Dort können die Geräte konfiguriert und mit Steuerungsprogrammen verknüpft werden. Zudem stehen in LASAL zahlreiche Debugging-Funktionen zur Verfügung, welche die Fehlersuche an der Maschine erleichtern.

### VORSICHT



Fehler in der Gerätekonfiguration wie z.B. falsche Motorparameter, können Schäden am Gerät sowie an der Maschine, in der das Gerät verbaut ist, hervorrufen! Die Konfiguration muss daher von geschultem Fachpersonal durchgeführt werden.

---

### 10.1 Schulungsmöglichkeiten

Um die DIAS-Drive 2000 Serie richtig zu konfigurieren, wird eine LASAL-Motion Schulung empfohlen. Die Schulungen werden von SIGMATEK GmbH & Co KG angeboten. Termine und Anmeldemöglichkeiten finden Sie auf unserer Website.

## 11 Elektrische Auslegung

### 11.1 Motorauswahl

Mit der DIAS-Drive 2000 Serie können Synchron-Servomotoren angesteuert werden. Die Motoren müssen den Anforderungen in den technischen Daten entsprechen.

#### INFORMATION



Bei der Inbetriebnahme ist auf die korrekte Einstellung der Motorparameter zu achten. Insbesondere kann ein falscher M-ROFF Wert zum Durchgehen des Motors führen. Nicht alle Gerber unterstützen das Speichern bzw. Lesen von Motordaten im Geber (Hiperface DSL erst ab FW Version 1.20).

Es werden folgende Gebertypen unterstützt:

#### 11.1.1 Intern

- Hiperface DSL

#### 11.1.2 Mit Geberinterface

- Resolver
- Sin/Cos
- TTL
- Hiperface
- EnDAT 2.1
- Tamagawa
- BiSS-C

### 11.1.3 Ergänzende Spezifikationen Geber

Typ	Spezifikation		
Resolver	Erregerfrequenz von 8 kHz oder höher		
Endat 2.1	Maximale Frequenz der Inkrementalsignale 1 MHz		
Hiperface <sup>1)</sup>	Kennung	Geberbezeichnung Beispiel	
	0x02	SCS60	
	0x07	SCM60	
	0x12	SNS50	
	0x22	SRS50	
	0x27	SRM50	
	0x32	SKS36	
	0x37	SKM36	
	0x42	SEK36	
	0x47	SEL52	
	0xFF	Geber mit elektronischem Typenschild. Es werden aktuell nur rotatorische Geber mit elektronischem Typenschild unterstützt, keine Lineargeber!	
SinCos	Geberfrequenz bis 1 MHz mit 1 Vpp (112 Ω Abschlusswiderstand)		
TTL	Geberfrequenz bis 1 MHz, symmetrisch (RS422) ±0.5 V bis ±3.3 V (112 Ω Abschlusswiderstand)		
BissC	Maximal 32 Bit Singleturn und maximal 32 Bit Multiturn Position		
Tamagawa	ID	Geberbezeichnung Beispiel	Auflösung
	0x11	TS5669N124	17 Bit Singleturn 16 Bit Multiturn
	0x17	TS5700N8500	23 Bit Singleturn 16 Bit Multiturn
Hiperface DSL	Maximal 32 Bit Singleturn und maximal 32 Bit Multiturn Position (EKS36, EKM36)		

<sup>1)</sup> Geber mit unterschiedlicher Bezeichnung können die gleiche Kennung haben. Die Kennung ist in der jeweiligen Geberdokumentation vermerkt.

## 11.2 Elektrische Installation

Die folgenden Abschnitte beschreiben die elektrische Installation und Verkabelung des Umrichtersystems und beziehen sich allgemein auf die Geräte der Serie DIAS-Drive 2000.

### 11.2.1 Absicherung

Die Zuleitung der Geräte muss abgesichert werden. Die Dimensionierung der Sicherung hängt vom Anwendungsfall ab, darf jedoch die in den technischen Daten angegebene „Maximale Absicherung“ (siehe Kapitel 7.7 Ergänzende Spezifikationen MDP 2XXX) nicht überschreiten!

### 11.2.2 Hinweise zur Installation und Verkabelung

Geräte mit der Schutzart IP20 müssen in einem geschlossenen Schaltschrank installiert und betrieben werden. Es obliegt dem Hersteller der Maschine für die Verkabelung die technisch erforderlichen Kabeltypen mit den normativ geforderten Aderquerschnitten zu verwenden.

Dies gilt in besonderem Maße für alle leistungsführenden Verbindungen wie Netzanschlüsse, Ballast, Motoranschlüsse usw. Die Verdrahtung der Geräte zu Peripheriegeräten ist mit angemessenen Kabeltypen durchzuführen. Die Kabellänge der Motor- und Geberkabel ist auf 30 m begrenzt.

Die Motorkabel sind nach unten vom Gerät wegzuführen, die Geber- und Datenkabel nach oben.

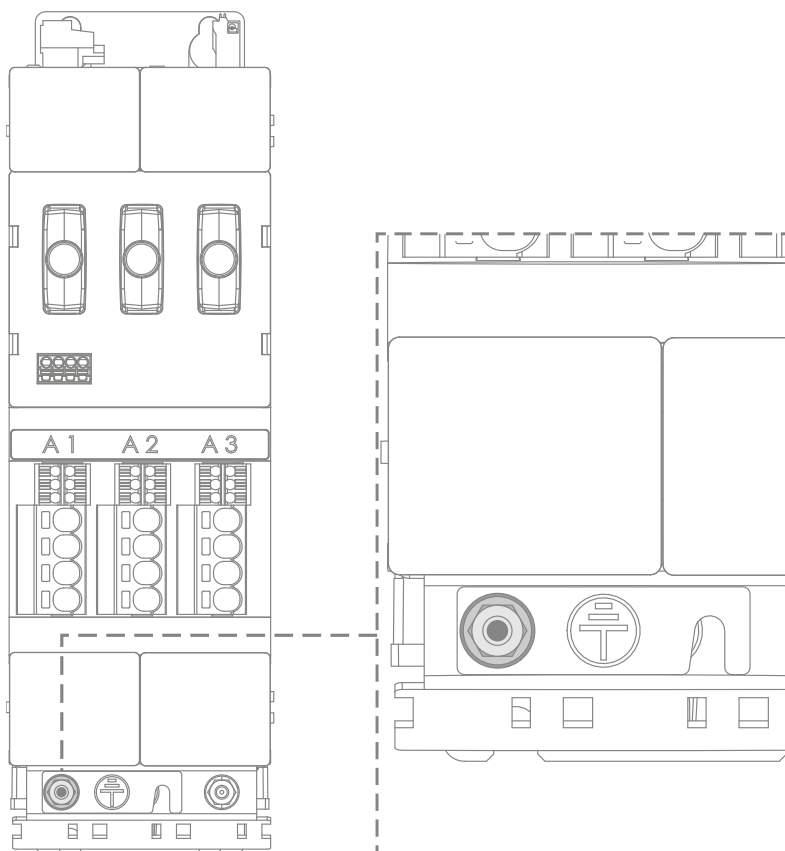
#### WARNUNG



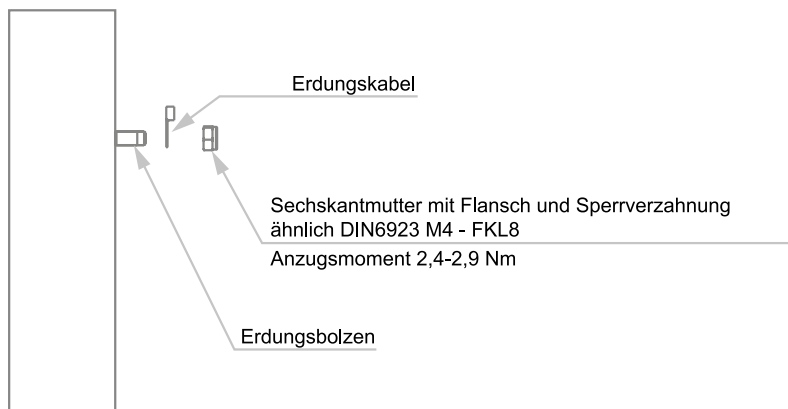
Zur Einhaltung der Schutzerdung ist der Schutzerdungsleiter entsprechend gültiger Normen und Vorschriften auszulegen.



### 11.2.3 Schutzleiteranbindung



Die Anbindung des Schutzleiters hat folgendermaßen zu erfolgen:

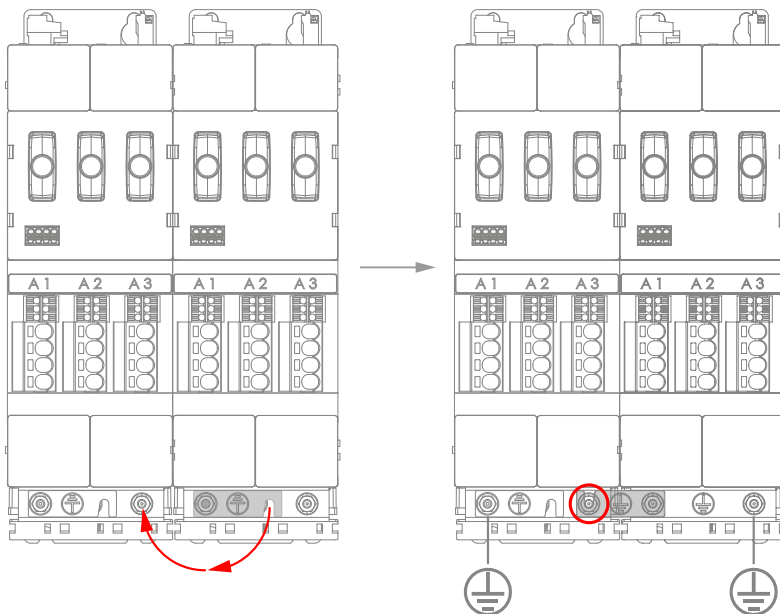


Der Schutzleiter muss einen Mindestquerschnitt lt. Tabelle haben. Jeder Schutzleiter, der nicht Bestandteil eines Kabels ist, muss einen Mindestleitungsquerschnitt von  $4 \text{ mm}^2$  aufweisen.

Leitungsquerschnitt der Außenleiter A [ $\text{mm}^2$ ]	Mindestleitungsquerschnitt des Schutzleiteranschlusses $A_{PE}$ [ $\text{mm}^2$ ]
$A \leq 16$	$A_{PE} = A$
$16 < A \leq 35$	$A_{PE} = 16$
$35 < A$	$A_{PE} = A / 2$

### 11.2.4 Verbindung Schutzleiter zwischen mehreren Modulen

Den MDP mit Schutzerdungskabel an der Anschlussklemme versehen. Anschließend können die nachfolgenden Module mittels Schutzerdungsriegel verbunden werden. Somit ist keine eigene Schutzerdungsleitung bei den verbundenen Komponenten notwendig. Am letzten Gerät wird wieder eine Schutzterde mittels Kabel angelegt.



#### INFORMATION



Am 1. und letzten Modul wird immer 1 Schutzerdungsleitung mittels Kabel angeschlossen.

### 11.2.5 Fehlerstromschutzschalter

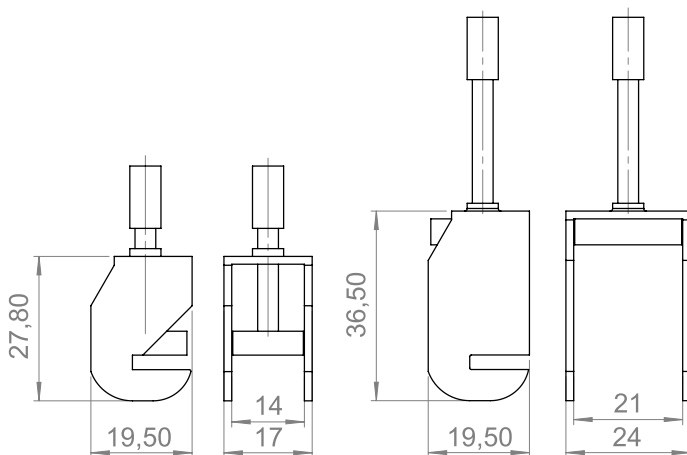
#### INFORMATION



Dieses Produkt kann einen Gleichstrom im Schutzerdungsleiter verursachen. Wo für den Schutz im Falle einer direkten oder indirekten Berührung eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) oder ein Fehlerstrom-Überwachungsgerät (RCM) verwendet wird, ist auf der Stromversorgungsseite dieses Produktes nur ein RCD oder RCM vom Typ B (allstromsensitiv nach IEC 60755) zulässig.

### 11.2.6 Schirmanschlussklemmen

Die Schirmauflage wurde speziell für Schirmklemmen des Typs Phoenix SK 14-D und SK 20-D ausgelegt. Es ist unerlässlich, dass die Anbindung des Schirms der Motorleitungen auf der Schirmauflage großflächig und gut elektrisch leitend erfolgt.



### 11.3 Hinweise zum EMV-gerechten Schaltschrankaufbau

Die Umrichter der Serie DIAS-Drive 2000 sind für den Betrieb in industrieller Umgebung ausgelegt, in der große elektromagnetische Störungen zu erwarten sind. Nur eine fachgerechte Installation gewährleistet einen sicheren und störungsfreien Betrieb.

#### WARNUNG



Der Maschinenbauer muss selbst sicherstellen, dass seine Maschine die erforderlichen EMV-Richtlinien einhalten kann! Da das EMV-Verhalten von Kabeln, Motoren, Verlegearten, etc. abhängt, hat SIGMATEK GmbH und Co KG keinen Einfluss auf das EMV-Verhalten der Maschine. Die Verantwortung und Haftung obliegt dem Maschinenbauer.

In einer Wohnumgebung kann dieses Produkt hochfrequente Störungen verursachen, die Entstörmaßnahmen erforderlich machen können.

#### 11.3.1 Aufbau des Schaltschranks

- Alle metallischen Teile des Schaltschranks (Seitenbleche, Rückwände, Dach- und Bodenbleche) sind elektrisch gut leitend - am besten möglichst flächig oder durch eine große Anzahl punktförmiger Schraubverbindungen - mit dem Schrankrahmen zu verbinden.
- Die Geräte sind an ihrer PE-Schraube an der Front gut leitend mit Schutz Erde zu verbinden.
- Alle metallischen Gehäuse der in den Schrank eingebauten Geräte und Zusatzkomponenten, wie z. B. Umrichter oder Netzteile, sind großflächig und gut leitend mit dem Schrankrahmen zu verbinden. Das Netz-/Achsmodule und die Achsmodule werden direkt an der Schaltschrankwand montiert. Es ist keine Montageplatte erforderlich.
- Alle Verbindungen sind dauerhaft auszuführen. Schraubverbindungen an lackierten oder eloxierten Metallteilen sind entweder mit speziellen Kontaktscheiben auszuführen, die die isolierende Oberfläche durchdringen und so einen metallisch leitenden Kontakt herstellen, oder die isolierende Oberfläche ist an den Kontaktstellen zu entfernen.

### 11.3.2 Kabelverlegung

- Die Leitungen vom Netz bis zum Netz-/Achsmodule sind getrennt von ungefilterten Leistungsleitungen mit hohem Störpegel zu verlegen (Verbindungsleitungen zwischen Ballastschalter und zugehörigem Ballastwiderstand sowie Motorleitungen).
- Signal- und Datenleitungen sowie gefilterte Netzleitungen dürfen ungefilterte Leistungsleitungen nur rechtwinklig kreuzen.
- Alle Leitungslängen sind so kurz wie möglich zu halten.
- Signal- und Datenleitungen und zugehörige Potenzialausgleichsleitungen sind stets parallel und mit kleinstmöglichem Abstand zu führen.
- Schirme der Motorkabel sind beidseitig, großflächig und gut leitend mit den geerdeten Gehäusen zu verbinden.
- Für Leistungskabel ist die Schirmauflage an der vorderen Unterkante des Gerätes zu benutzen.
- Die Schirmklemmen müssen den Schirm großflächig und niederinduktiv mit der Schirmklemmenauflage verbinden.
- Leitungsschirme dürfen nicht durch Zwischenklemmen unterbrochen werden.

### 11.4 Nutzung von Kühlaggregaten

Der Servoverstärker arbeitet bis zu einer Umgebungstemperatur von 45 °C (55 °C mit reduzierter Leistung). Es kann gegebenenfalls der Betrieb eines Kühlaggregats notwendig sein.

#### WARNUNG



Kühlaggregate produzieren Kondenswasser. Daher müssen wichtige Punkte beachtet werden!

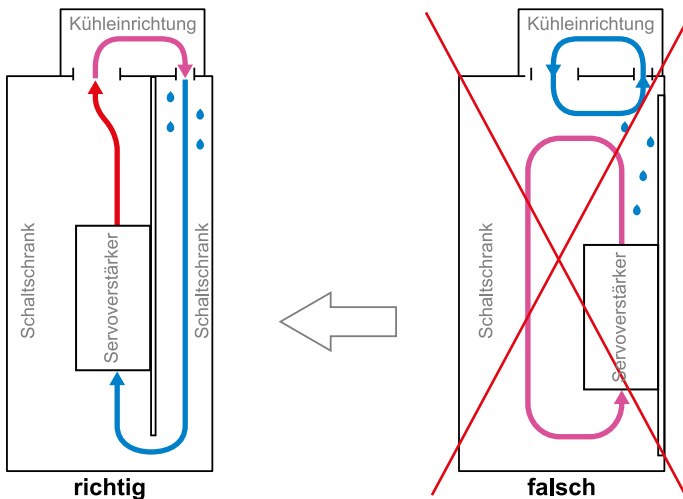
- Kühleinheiten müssen so montiert werden, dass Kondenswasser nicht in den Schaltschrank tropfen kann.
- Die Montage der Kühleinheiten muss so erfolgen, dass anfallendes Kondenswasser nicht auf elektrische, bzw. elektronische Bauteile verteilt wird.

**GEFAHR**

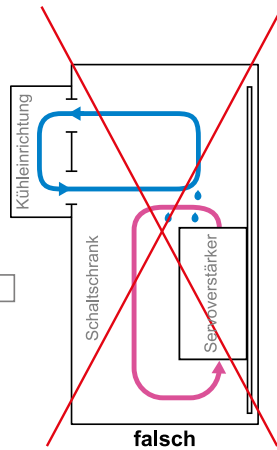
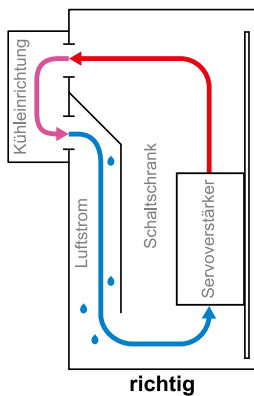
Durch Kondenswasser kann es zu Gefährdungen durch elektrischen Schlag kommen.

Kondenswasser kann wie folgt ebenfalls vermieden werden:

- Der Schalterpunkt des Temperaturreglers sollte ein wenig unterhalb der Gebäudetemperatur liegen.
- Bei feuchter Umgebungsluft sind im Schaltschrank ordnungsgemäße Dichtungen zu verwenden.
- Wenn elektronische Bauteile kälter als die Schaltschrankluft sind, kann Kondenswasser besonders während der Installation oder im Servicefall durch geöffnete Schaltschranktüren entstehen. Nach dem Schließen der Schaltschranktüren muss vor Inbetriebnahme sichergestellt sein, dass die Luftfeuchte nicht zu hoch ist und keine Betauung der Elektronik stattgefunden hat.



Kühlaggregat oben im Schaltschrank



Kühlaggregat in der Schaltschranktür



## 11.5 Checkliste Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme muss auf die Maschine, in der das Gerät verbaut ist, ausgelegt werden. Dies ist Aufgabe des Maschinenbauers.

- ☐ Alle Kabel richtig angeschlossen?
- ☐ Geräte sicher und fest eingeschraubt?
- ☐ Ordnungsgemäße PE-Verbindung hergestellt?
- ☐ Geeigneter Ballastwiderstand bzw. der Ballastbügel angeschlossen?
- ☐ VARAN-Verbindung an den richtigen Anschlüssen angeschlossen und weitergeführt?
- ☐ Motoren richtig angeschlossen?
- ☐ Feedback-, Brems- und Temperaturleitungen der Motoren angeschlossen?
- ☐ Schirm des Motorkabels mit einer passenden Schirmklemme an der Schirmauflage aufgelegt und fixiert?
- ☐ Alle Werkzeuge und überflüssiges Material aus dem Gefahrenbereich entfernt?
- ☐ Alle notwendigen und möglichen Sicherheitsmaßnahmen getroffen?

### 11.5.1 Safety

- ☐ Geber müssen getestet werden
- ☐ Maschine muss getestet werden
- ☐ Safety-Parametrierung muss erfolgen
- ☐ verwendete Sicherheitsfunktionen müssen überprüft werden
- ☐ Geber müssen am Drive verifiziert werden
- ☐ Referenzposition muss am Drive eingefügt werden (wenn absolute Position benötigt wird)
- ☐ Safety-CPU muss validiert werden (wenn verwendet)
- ☐ Schritte müssen protokolliert werden (mindestens Name des Ausführenden, Datum und durchgeführte Schritte)

**WARNUNG**

Falsche Motorparameter-Files können zu schweren Schäden an den Motoren und an verbundenen Maschinenteilen führen.

## 12 Montage/Installation

Dieses Kapitel beschreibt die mechanische Montage des Mehrfachumrichtersystems und bezieht sich allgemein auf die Geräte der Serie DIAS-Drive 2000.

### 12.1 Lieferumfang prüfen

Überprüfen Sie den Lieferumfang auf Vollständigkeit und Unversehrtheit. Siehe dazu Kapitel 1.3 Lieferumfang.

#### INFORMATION



Prüfen Sie bei Erhalt und vor dem Erstgebrauch das Gerät auf Beschädigungen. Ist das Gerät beschädigt, kontaktieren Sie unseren Kundendienst und installieren Sie es nicht in Ihr System.

Beschädigte Komponenten können das System stören oder schädigen.

### 12.2 Sicherheitshinweis

1. Die mit der Montage befassten Personen müssen geschultes Fachpersonal im Sinne des Abschnitts über die bestimmungsgemäße Verwendung sein. Für alle anderen Personen muss der Montageplatz unzugänglich sein, gegebenenfalls müssen Warnhinweise deutlich sichtbar angebracht sein.
2. Der Montageplatz muss ESD-gerecht ausgestattet sein; die mit der Montage befassten Personen müssen mit ESD-Richtlinien vertraut sein.
3. Die Geräte müssen in ihrem originalen Auslieferungszustand vorhanden sein und dürfen erst unmittelbar bei Montage aus der originalen Verpackung entnommen und montiert werden.
4. Eventuelle Kabelverbindungen an den Geräten und dem Schaltschrank müssen entfernt sein.
5. Kein Teil des Schaltschranks und der Geräte darf während der Montage unter Spannung stehen.
6. Die Betriebsanleitung mit ihren Sicherheitshinweisen und den Angaben zur bestimmungsgemäßen Verwendung muss am Montageplatz verfügbar sein.

## INFORMATION

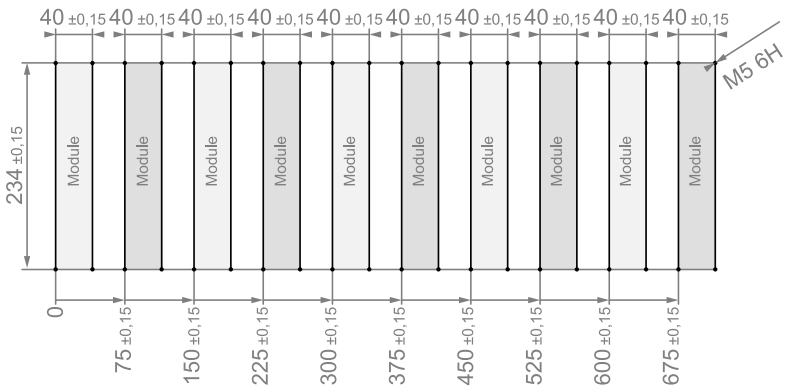


### Montage

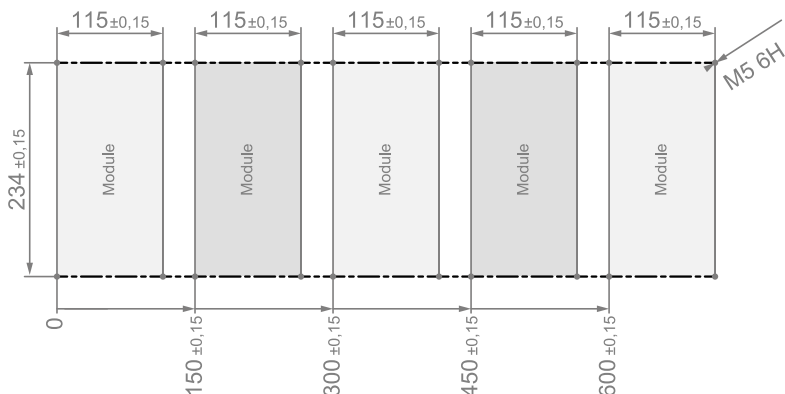
- Der Maschinenhersteller hat dafür Sorge zu tragen, dass der Einbau mit den geeigneten Werkzeugen nach den einschlägigen Vorschriften und unter Beachtung der Sicherheitshinweise sowie unter Einhaltung der Bedingungen und Voraussetzungen korrekt vorgenommen wird (z. B. Schutzleiteranbindungen, Abstand der Teile vom Gehäuse, Kühlungsmaßnahmen, Anzugsmomente der Schrauben, Art der Schrauben usw.).

## 12.3 Position der Montagebohrungen

### 12.3.1 Baugröße 1

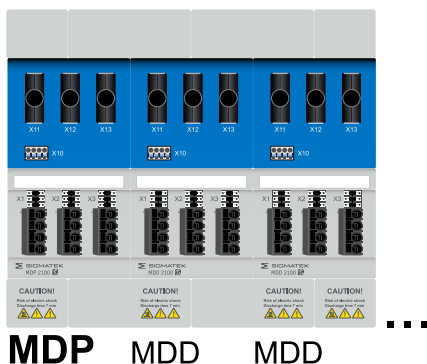


## 12.3.2 Baugröße 2



## 12.4 Montage und Verbindung der MDP und MDD Module

Die Installation beginnt mit dem MDP auf der linken Seite. Die einzelnen Module werden am Schaltschrank mittels passenden Schrauben an der Rückwand des Schaltschranks befestigt.

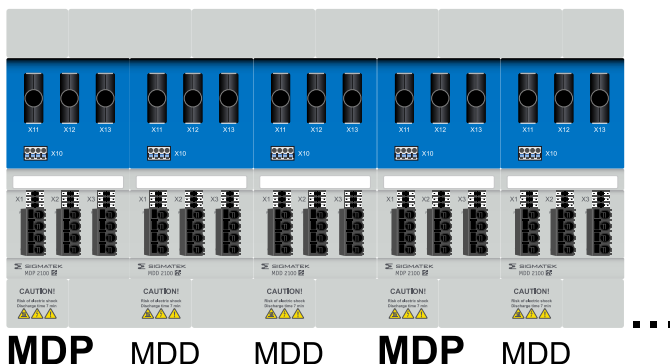


Sollte die Zwischenkreisleistung nicht ausreichend sein, besteht die Möglichkeit, einen weiteren MDP der gleichen Baugröße einzubinden. Dadurch ist mehr Zwischenkreis-Kapazität nutzbar und es kann mehr Bremsenergie gespeichert werden.

### INFORMATION



Es darf nur an einem MDP ein externer Ballastwiderstand angeschlossen werden. An jedem weiteren MDP muss der Ballastwiderstand deaktiviert werden. Die Parametrierung erfolgt über den Parameter G-RBAL (siehe Parameterbeschreibung DIAS-Drive).



#### 12.4.1 Verbindung Zwischenkreis und VARAN

Die VARAN-Verbindung wird über Kabel am MDP (VARAN-IN) hergestellt. Zu den weiteren MDDs werden die VARAN-Signale über die VARAN-Steckverbindungen weitergeleitet. Die Weiterleitung des Zwischenkreises erfolgt nach dem gleichen Prinzip. Am MDP die rechte 1-fach Zwischenkreis- / VARAN-Verbindung abziehen. Die 2-fach Zwischenkreisverbindung / VARAN-Verbindung vom MDD abziehen und als Brücke zwischen MDP und MDD verwenden. Diesen Vorgang wiederholen, bis alle Module miteinander verbunden sind. Am letzten Gerät die 1-fach Zwischenkreis- / VARAN-Verbindung des MDPs auf die verbliebene Schnittstelle aufstecken.

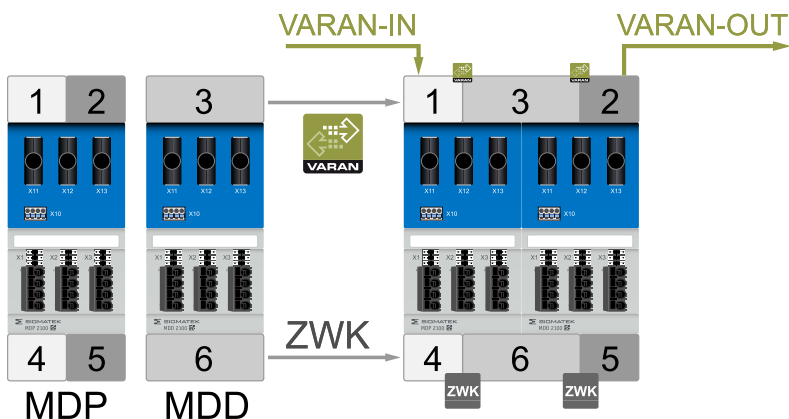
Es besteht die Möglichkeit, dass mehrere MDD 2000 Blöcke miteinander verbunden werden.

### INFORMATION



Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Zwischenkreise beim Verbinden vollständig entleert sind. Anderenfalls kann das Gerät zerstört werden!

Werden MDPs mit unterschiedliche Baugrößen im System verwendet, so muss der Zwischenkreis zwischen diesen Baugrößen (MDPs) unbedingt getrennt werden!



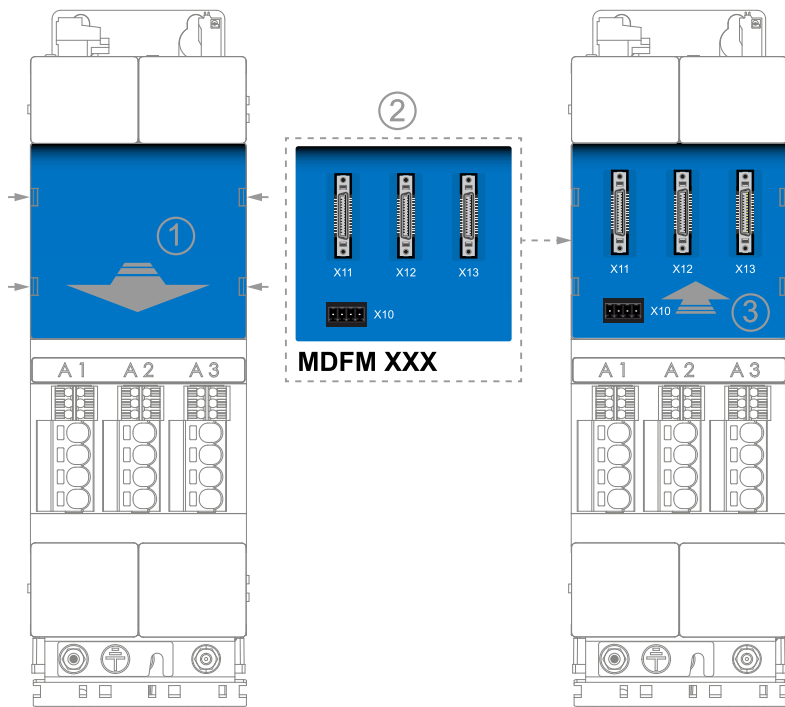
## 12.5 Montage Universalgebermodule

### VORSICHT



Der Wechsel bzw. Einbau des Universalgebermoduls ist nur mit geeigneter ESD-Schutzausrüstung gestattet.

1. Mit geeignetem Schraubendreher die 4 Verriegelungen durch Reindrücken lösen und jeweils auf Zug halten, damit die Verriegelung nicht wieder einschnappt. Nachdem alle 4 Verriegelungen gelöst sind das MDFM nach vorne ziehen.
2. MDFM gerade aufsetzen, bis fest eingerastet.





## 13 Überwachungs- und Warnfunktionen

### 13.1 Fehlerkonfiguration

Viele Fehler können zu Debugging- und Einstellzwecken deaktiviert werden. Es ist jedoch dringend empfehlenswert, dass diese vor der Inbetriebnahme wieder aktiviert werden.

Fehler, die dem Geräteschutz dienen, können zur Sicherheit von Gerät und Personal nicht ausgeschaltet werden. Ein Beispiel hierfür ist die Temperaturüberwachung des Kühlkörpers.

Der Maschinenhersteller ist für die richtige und sichere Konfiguration der Fehler und deren Reaktionen verantwortlich.

### 13.2 Übertemperaturschutz

Zum Schutz der Leistungshalbleiter verfügen die Umrichter der Serie DIAS-Drive 2000 über ein  $I^2t$ -Temperaturmodell, welches anhand der Kühlkörpertemperatur und Belastung die aktuelle Temperatur der Leistungshalbleiter errechnet.

Es sind eine Warn- und eine Fehlergrenze definiert. Beim Erreichen der Fehlergrenze wird die Maschine kontrolliert stillgesetzt.

### 13.3 Motorüberlastungsschutz

Die Motortemperaturen können entweder über ein  $I^2t$ -Temperaturmodell oder über im Motor verbaute Temperatursensoren ermittelt werden.

Die Auslösecharakteristiken der Schutzfunktionen können in LASAL individuell konfiguriert werden.

## 14 Außerbetriebnahme und Wartung

### 14.1 Reparaturen einzelner Geräte

#### INFORMATION



##### Austausch einzelner Geräte

→ Der Austausch von Geräten durch den Maschinenhersteller ist zulässig.

Beachten Sie dabei Anforderungen der Maschinenrichtlinie und der regional gültigen Normen. Daraus können sich je nach Maschine Anforderungen an die Inbetriebnahme ergeben, wie die Überprüfung aller Sicherheitsfunktionen der Maschine.

#### VORSICHT



Reparaturen an den Geräten sind nur durch die SIGMATEK GmbH & Co KG zulässig.  
Ausnahme: Austausch eines defekten Lüfters.

### 14.2 Wartung

#### INFORMATION



Die Geräte der DIAS-Drive 2000 Serie sind bis auf die Formierung wartungsfrei. Die Geräte, die Sicherheitsfunktionen realisieren, müssen nach spätestens 20 Jahren ausgetauscht werden. Der DIAS-Drive 2000 muss zu Diagnosezwecken mindestens einmal jährlich neu gestartet werden. Unterbrechen Sie dazu die Spannungsversorgung.

### 14.3 Austausch des Lüfters

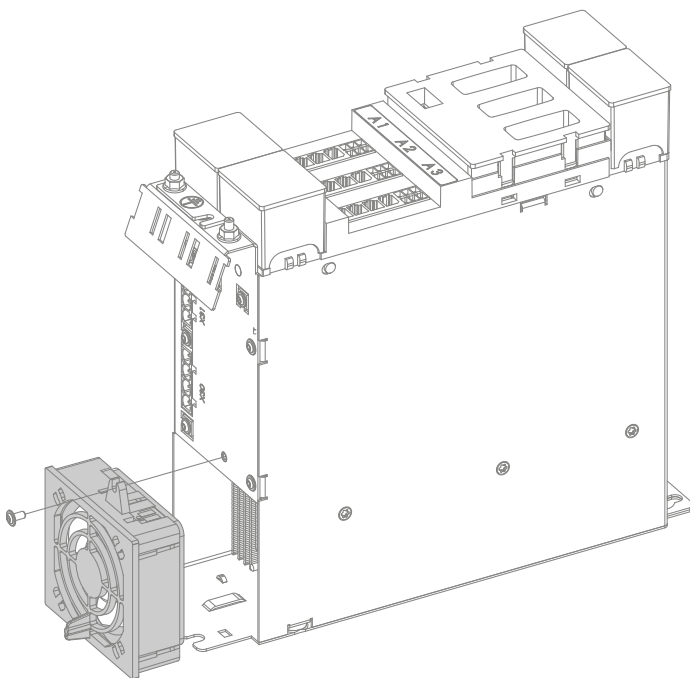
Die Lüfter der DIAS-Drive 2000 Serie sind austauschbar. Sie können durch Lösen der Befestigungsschraube (TX10) an der Unterseite herausgenommen und getauscht oder gereinigt werden.

#### WARNUNG



Vor dem Ausbau des Lüfters muss das Gerät mindestens 7 Minuten ausgeschaltet sein.

Um sicherzustellen, dass der Zwischenkreis entladen ist, muss die Spannung an den DC-Link Buchsen gemessen werden.



## 14.4 Gebertausch

### INFORMATION



#### Verifizierung

- Geber müssen nach dem Tausch neu verifiziert werden. Der Tausch eines Gebers führt dazu, dass alle Geber neu verifiziert werden müssen, um Manipulation oder Vertauschen vorzubeugen.

Beim Tausch eines Gebers muss eine Inbetriebnahme des Drives durchgeführt werden.

Folgende Punkte müssen beachtet werden:

- ☐ Verifizierung aller Geber rücksetzen
- ☐ Rücksetzen der Referenzierung aller getauschten Geber
- ☐ Geber müssen getestet werden
- ☐ Maschine muss getestet werden
- ☐ verwendete Sicherheitsfunktionen müssen überprüft werden
- ☐ alle Geber müssen am Drive verifiziert werden
- ☐ Referenzposition muss für getauschte Geber am Drive eingefügt werden (wenn Position benötigt wird)
- ☐ Schritte müssen protokolliert werden (mindestens Name des Ausführenden, Datum und durchgeführte Schritte)

## 14.5 Formierung

Der Zwischenkreis der DIAS-Drive 2000 Serie basiert auf Elektrolytkondensatoren. Bei längeren Lagerzeiten kann es zu Schäden an der Oxidschicht der Kondensatoren kommen. Wenn das Gerät länger als ein Jahr außer Betrieb ist bzw. gelagert wird ist daher eine Formierung der Zwischenkreiskondensatoren nötig. Bei einer Lagerzeit unter einem Jahr ist keine Formierung nötig.

### VORSICHT



Wird ein PDS nach längerer Lagerzeit ohne Formierung der Zwischenkreiskondensatoren in Betrieb genommen, kann es zu einem Kurzschluss im Inneren des Gerätes kommen!

### 14.5.1 Durchführung der Formierung

Lagerdauer	Maßnahme
< 1 Jahr	keine
1-2 Jahre	<p>Vor der Inbetriebnahme muss das Gerät eine Stunde mit Nennspannung versorgt werden. Zusätzlich muss ein externer 10 kΩ Leistungswiderstand am Ballastanschluss angeschlossen werden.</p> <p>Vorgangsweise:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) internen Ballastwiderstand = Brücke entfernen</li> <li>2) 10 kΩ als externen Ballast anschließen</li> <li>3) Netzspannung für 1 Stunde anschließen</li> <li>4) alles zurückbauen</li> </ol>
2-3 Jahre	<p>Vor der Inbetriebnahme muss das Gerät mittels einer regelbaren Spannungsquelle versorgt werden. Zusätzliche Maßnahme erforderlich, siehe Punkt 1-2 Jahre.</p> <p>Die Spannung wird dann schrittweise erhöht:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 30 Minuten mit 25 % Nennspannung</li> <li>2. 30 Minuten mit 50 % Nennspannung</li> <li>3. 30 Minuten mit 75 % Nennspannung</li> <li>4. 30 Minuten mit 100 % Nennspannung</li> </ol>
> 3 Jahre	<p>Vor der Inbetriebnahme muss das Gerät mittels einer regelbaren Spannungsquelle versorgt werden. Zusätzliche Maßnahme erforderlich, siehe Punkt 1-2 Jahre.</p> <p>Die Spannung wird dann schrittweise erhöht:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2 Stunden mit 25 % Nennspannung</li> <li>2. 2 Stunden mit 50 % Nennspannung</li> <li>3. 2 Stunden mit 75 % Nennspannung</li> <li>4. 2 Stunden mit 100 % Nennspannung</li> </ol>

**INFORMATION****Lebensdauer**

→ Werden die PDS der DIAS-Drive 2000 Serie länger als 5 Jahre gelagert, sollten diese nicht mehr in Betrieb genommen werden.

## 14.6 Tausch des MDD

**INFORMATION**

Es müssen alle Punkte der Erstinbetriebnahme (Kapitel 11.5) durchgeführt werden, wenn eine Kommunikation mit einer Safety-CPU stattfindet (FSOE).

## 14.7 Wiederanlauf

**WARNUNG**

Nach Auslösen einer Sicherheitsfunktion ist im Normalfall eine Benutzeraktion erforderlich.  
Sofern übergeordnet (z.B. applikationsgesteuert) eine automatische Reaktion erfolgt, ist in jedem Fall eine zusätzliche Risikoanalyse durch den Anwender zu erstellen!

Der Maschinenhersteller muss darauf achten, dass die Anforderung der EN 60204-1:2019 Kapitel 7.5 eingehalten wird. Dort heißt es: "Bei Spannungswiederkehr oder beim Einschalten der Stromversorgung muss ein automatischer oder unerwarteter Wiederanlauf der Maschine verhindert werden, wenn solch ein Wiederanlauf eine gefährbringende Situation verursachen kann."

## 15 Transport/Lagerung

### INFORMATION



Bei diesem Gerät handelt es sich um sensible Elektronik. Vermeiden Sie deshalb beim Transport, sowie während der Lagerung, große mechanische Belastungen.

Für Lagerung und Transport sind dieselben Werte für Feuchtigkeit und Erschütterung (Schock, Vibration) einzuhalten wie während des Betriebes!

Während des Transportes kann es zu Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen kommen. Achten Sie darauf, dass im und auf dem Gerät keine Feuchtigkeit kondensiert, indem Sie das Gerät im ausgeschalteten Zustand an die Raumtemperatur akklimatisieren lassen.

Wenn möglich sollte das Gerät in der Originalverpackung transportiert werden. Andernfalls ist eine Verpackung zu wählen, die das Produkt ausreichend gegen äußere mechanische Einflüsse schützt, wie z.B. Karton gefüllt mit Luftpolster.

### 15.1 Spezifikation Verpackung, Transport und Lagerung

### INFORMATION



Nur bei sachgerechter und vorsichtiger Handhabung kann eine einwandfreie Funktion garantiert werden! Die Verpackungs-, Transport- und Lagervorschriften müssen daher unbedingt befolgt werden.

<b>Verpackung</b>	Die Verpackung besteht aus Karton (Wellpappe) mit innen liegender leitfähiger Polsterung. Die Module sind zusätzlich in leitfähige Folie eingeschlossen. Die Verpackung kann den lokal geltenden Vorschriften entsprechend entsorgt werden. Vor dem Auspacken ist die Verpackung auf Beschädigungen hin zu prüfen und ggf. das Transportunternehmen zu informieren. Nach dem Auspacken müssen die Teile auf Vollständigkeit und Unversehrtheit geprüft werden. Nur vollständige und unversehrte Produkte dürfen montiert und in Betrieb genommen werden. Im Schadensfall sind das Transportunternehmen und der Hersteller zu informieren. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass unvollständige und/oder beschädigte Geräte nicht montiert und in Betrieb genommen werden dürfen!
-------------------	--

<b>Transport</b>	Die Umgebungstemperatur muss innerhalb -25 ... +70 °C (-13 ... +158 °F) liegen. Änderung max. 20 K/h. Stürze und Erschütterungen sind zu vermeiden.
<b>Lagerung</b>	Die Umgebungstemperatur muss innerhalb -25 ... +70 °C (-13 ... +158 °F) liegen. Änderung max. 20 °C/h. Maximale relative Luftfeuchtigkeit 85 % (nicht betauend). Die Geräte sind in der Originalverpackung sowie sauber, trocken und geschützt vor Witterungseinflüssen zu lagern. Die Geräte sind außerdem vor Salznebel, Industriegasen, korrodierenden Flüssigkeiten, Nagetieren und Pilzbefall zu schützen. Die Lagerdauer soll 1 Jahr bei Lagerbedingungen gemäß EN 61800-2 nicht überschreiten. Wird das Produkt länger gelagert, ist eine Formierung der Zwischenkreiskondensatoren notwendig (siehe Kapitel 14.5).



## 16 Instandhaltung

### INFORMATION



Beachten Sie bei der Instandhaltung sowie bei der Wartung die Sicherheitshinweise aus Kapitel 3 Grundlegende Sicherheitshinweise.

---

### 16.1 Reparaturen

### INFORMATION



Senden Sie das Gerät im Falle eines Defektes/einer Reparatur zusammen mit einer ausführlichen Fehlerbeschreibung an die zu Beginn dieses Dokumentes angeführte Adresse.  
Transportbedingungen siehe Kapitel 15 Transport/Lagerung.

---

17 Zubehör

17.1 Typenschlüssel Kabel

17.1.1 Motorkabel

**M 200 B-15-0-050-0-00**

■ **Motorkabel**

■ **Drive:**

200	MDP/MDD 2000
310	SDD 310
	SDD 315
	SDD 215
	SDD 120
100	MDD 111
	MDD121
101	MDD 111-1
	MDD 121-1
061	DC 061-1
062	DC 062

■ **Konfektionierung:**

B	beidseitig
*E	einseitig

\*by y-tec nur einseitig möglich

■ **Kabelquerschnitt:**

*10	1,0 mm <sup>2</sup>
15	1,5 mm <sup>2</sup>
25	2,5 mm <sup>2</sup>
40	4,0 mm <sup>2</sup>

\*bei DC und MDD 10X nur 10 möglich

■ **Ausführung:**

00	Standard
01	nur bei Drivetype 310 ohne Schirmblech
*02	Hiperface DSL (nur bei Drivetype 200)
03	Motorthermostat (nur bei Drivetype 200)
x	Sonder

\*für Gebertypen W und Y

■ **Anschlussart: (Motorseitig)**

0	Standard (M23 Rundsteckverbinder)
1	ytec Stecker
2	Tyco Stecker
3	Molex Stecker
4	M40 Rundsteckverbinder
x	Sonder

■ **Kabellänge:**

*010	1 m
**015	1,5 m
*020	2 m
**030	3 m
*040	4 m
050	5 m
100	10 m
150	15 m
200	20 m
250	25 m
300	30 m

\*nur für MDD möglich  
\*\*nur für DC möglich

■ **Bremse:\***

0	keine Bremse
1	Bremse (+2x0,5 mm <sup>2</sup> )

\*bei MDD nur mit Bremse

Beispiel für Zusammensetzung der Artikelnummer:  
Motorkabel für MDD-Typ 2000, beidseitig konfektioniert, Aderquerschnitt 1,5 mm<sup>2</sup>, ohne Bremse, Kabellänge 5 m, Standardausführung

Artikelnummer	Kabelquerschnitt	Außen Ø	Bremse	Anschluss
Motorkabel ohne Hiperface DSL				
M200B-15-1-XXX-0-00	4x1,5 mm <sup>2</sup> + 2x0,5 mm <sup>2</sup>	12 mm	X	M23
M200B-15-1-XXX-1-00	4x1,5 mm <sup>2</sup> + 2x0,5 mm <sup>2</sup>	12 mm	X	ytec
Motorkabel mit Hiperface DSL (Einkabellösung)				
M200B-15-0-XXX-0-02	4x1,5 mm <sup>2</sup> + 2x22 AWG	11,2 mm	-	M23
M200B-15-1-XXX-0-02	4x1,5 mm <sup>2</sup> + 2x1 mm <sup>2</sup> + 2x22 AWG	13,2 mm	X	M23

Standardkabel­längen XXX	Länge
010	1 Meter
030	3 Meter
050	5 Meter
100	10 Meter
150	15 Meter
200	20 Meter
250	25 Meter
300	30 Meter

17.1.2 Geberkabel

**F-R0-200-050-0-00**

■ **Geberkabel**

■ **Verwendete Rückführeinheit bei Motor:**

R0    Resolver

EE    EnDat Rückführung für Typen:  
DA, DB, LA, LB  
siehe Typenschlüssel Motor

EH    Hiperface Rückführung für Typen:  
GA, GB, GD  
siehe Typenschlüssel Motor

IG    Inkrementalgeber

Für die DSL Einkabellösung (W, Y) wird kein Geberkabel benötigt.  
Das Geberkabel ist im Motorkabel integriert.

■ **Drive:**

200    MDP/MDD 2000

300    SDD 310

         SDD 315

         SDD 215

         SDD 120

         MDD 1x1

         MDD 1x1-1

061    DC 061

062    DC 062

■ **Ausführung:**

00    Standard

xx    Sonder

■ **Anschlussart: (Motorseitig)**

0    Standard (M23 Rundsteckverbinder)

1    ytec Stecker

2    Tyco Stecker

3    Molex Stecker

x    Sonder

■ **Kabellänge:**

010    1 m

015    1,5 m

020    2 m

030    3 m

040    4 m

050    5 m

100    10 m

150    15 m

200    20 m

300    30 m

Beispiel für Zusammensetzung der Artikelnummer:  
Geberkabel für Motor mit Resolver als Rückführung, Standardausführung, Kabellänge 5 m

Artikelnummer	Gebertype	Außen Ø	Anschluss
F-R0-200-XXX-0-00	Resolver	ca. 6,4 mm	M23
F-R0-200-XXX-1-00	Resolver	ca. 6,4 mm	ytec
F-EE-200-XXX-0-00	EnDat	ca. 7,8 mm	M23
F-EH-200-XXX-0-00	Hiperface	ca. 7,8 mm	M23

Standardkabellängen XXX	Länge
010	1 Meter
030	3 Meter
050	5 Meter
100	10 Meter
150	15 Meter
200	20 Meter
250	25 Meter
300	30 Meter

weitere Kabelausführungen auf Anfrage

## 17.2 Gebermodule



Bezeichnung	Bestellnummer
MDFM 031 MD Feedback-Modul mit 3 Geber-Anschlüsse	09-83-021

## 17.3 Ersatzlüfter



Bezeichnung	Bestellnummer
Ersatzlüfter für BG1/2	01-270-2144-E3

## 18 Entsorgung



### INFORMATION

Sollten Sie das Gerät entsorgen wollen, sind die nationalen Entsorgungsvorschriften unbedingt einzuhalten.

Das Gerät darf nicht mit dem Hausmüll entsorgt werden.



## Änderungschart

Änderungsdatum	Betroffene Seite(n)	Kapitel	Vermerk
24.09.2021	14	2.3 Verfügbare Modelle	geändert
	19	3.4 Bestimmungsgemäße Verwendung	geändert
		Warnung vor elektromagnetischen Feldern	entfernt
		Betriebsmodi	geändert
	23	3.8 Sicherer Zustand	geändert
		Sichere Positionsauswertung	entfernt
		Sichere Stromauswertung	entfernt
	23	3.11 Sichere Ein- und Ausgänge	geändert
	24	3.12 Software/Schulung	geändert
	28	4.4 Sicherheitsrelevante Kenngrößen	Werte geändert, nicht unterstützte Funktionen entfernt
	32	5.2 Konzept	geändert
	35	6.1 Übersicht	geändert
	38	6.2.1.1 STO - Safe Torque Off	geändert
	40	6.2.1.2 SS1 - Safe Stop 1	geändert
		Sicherer Stopp 2	entfernt
		Überwachungsfunktionen	entfernt
		Ausgangsfunktionen pro Achse	entfernt
	116	9.3 Anschlussbelegung	X22, X23 geändert
	134	11.1 Motorauswahl	geändert
	141	11.3 Hinweise zum EMV-gerechten Schaltschrankaufbau	geändert
14.01.2022	14	2.3 Verfügbare Modelle	Modelle ohne Gebermodul verfügbar

Änderungs- datum	Betroffene Seite(n)	Kapitel	Vermerk
03.02.2022	107	7.10 Mechanik	Lebensdauer Lüfter hinzugefügt
26.08.2022	28	4.4 Sicherheitsrelevante Kenngrößen	Sicherheitskennzahlen Eingang hinzugefügt
	40	6.2.1.2 SS1 - Safe Stop 1	SS1 => SS1-t
21.10.2022	12	1.3 Lieferumfang	benötigte Gegenstecker modifiziert
	116	9.3 Anschlussbelegung	Artikelnummer für Gegenstecker hinzugefügt, die nicht im Lieferumfang enthalten sind
20.02.2023	20	3.5 Gefahr elektrischer Schlag	Gefahrenhinweis hinzugefügt
	21	3.6 Warnung vor heißen Oberflächen	Symbol angepasst
	23	3.11 Sichere Ein- und Ausgänge	Text umgeschrieben
	26	4.3.1 Normen	Jahreszahlen hinzugefügt
	105	7.7 Ergänzende Spezifikationen MDP 2XXX	Warnhinweis hinzugefügt
	130	9.8 Zu verwendende Kabeltypen	Hinweis Brandgefahr hinzugefügt
	142	11.4 Nutzung von Kühlaggregaten	Information zu Warnung geändert
13.03.2023	28	4.4 Sicherheitsrelevante Kenngrößen	Information hinzugefügt
03.07.2023	26	4.3.1 Normen	Jahreszahlen entfernt



Änderungs- datum	Betroffene Seite(n)	Kapitel	Vermerk
18.08.2023		Dokument	BG 3 entfernt
	19	3.4 Bestimmungsgemäße Verwendung	Kapitel erweitert
	22	3.7 Betriebsmodi	Kapitel hinzugefügt
	23	3.8 Sicherer Zustand	Kapitel erweitert
	23	3.9 Sichere Positionsauswertung	Kapitel hinzugefügt
	23	3.10 Stromauswertung	geändert
	23	3.11 Sichere Ein- und Ausgänge	Kapitel erweitert
	24	3.12 Software/Schulung	geändert
	25	4.1 Restrisiken	Warnung hinzugefügt
	28	4.4 Sicherheitsrelevante Kenngrößen	Kapitel erweitert
	32	5.2 Konzept	geändert
	35	6.1 Übersicht	Sicherheitsfunktionen ergänzt um SLP, SLA, SLI, SDI, SMP, SMA, SSM, SCA Diagramme geändert (STO, SS1)
		Sicheres Referenzieren	geändert
		Sichere Position	geändert
	98	6.3 Verdrahtungsbeispiele Safety	Kapitel erweitert
	101	6.4 Vorbedingungen für Sicherheitsfunktionen	Kapitel hinzugefügt
	145	11.5 Checkliste Inbetriebnahme	Kapitel erweitert
	156	14.4 Gebertausch	Kapitel erweitert
	158	14.6 Tausch des MDD	Kapitel hinzugefügt
01.10.2023	116	9.3 Anschlussbelegung	BiSS-C hinzugefügt
	134	11.1 Motorauswahl	
03.10.2023	11	1.2 Wichtige und referenzierende Dokumentationen	Kapitel erweitert

Änderungs- datum	Betroffene Seite(n)	Kapitel	Vermerk
	13	2.1 Verwendete Abkürzungen	SBC hinzugefügt
	35	6.1 Übersicht	Informationen hinzugefügt
	37	6.2 Beschreibung der Sicherheitsfunktionen	Grafiken neu
	40	6.2.1.2 SS1 - Safe Stop 1	Activate SBC optional
	51	6.2.1.7 SS2 - Safe Stop 2	Information hinzugefügt
	70	6.2.2.4 SLS - Safely Limited Speed	Information hinzugefügt
		SMP	Kapitel entfernt
		Sicheres Referenzieren	Kapitel entfernt
	82	6.2.2.10 SLI - Safely Limited Increment	Information hinzugefügt
	89	6.2.2.13 SSM - Safe Speed Monitor	Text korrigiert
		Sichere Position	Kapitel entfernt
	145	11.5 Checkliste Inbetriebnahme	Kapitel erweitert
	156	14.4 Gebertausch	Kapitel erweitert
12.10.2023	101	6.4 Vorbedingungen für Sicherheitsfunktionen	Information hinzugefügt
08.01.2024	102	7.1 DC-Zwischenkreis	MDD-Wert Kapazität hinzugefügt
09.02.2024	30	5 Beschreibung des Mehrfachumrichtersystems	DC-Zwischenkreis hinzugefügt
01.03.2024	130	9.8 Zu verwendende Kabeltypen	Gefahrenhinweis: Formulierung korrigiert
12.03.2024	37	6.2 Beschreibung der Sicherheitsfunktionen	Anpassung an SafetyDesigner, detaillierte Beschreibungen der Funktionen