

# Intern



**Sicherheitsmodul PMC SY6**

**Pilz**

<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Benutzerinformationen</b> .....	<b>5</b>
2.1	Aufbewahrung und Weitergabe .....	5
2.2	Beschriebenes Produkt .....	5
2.3	Aktualität .....	5
2.4	Originalsprache .....	5
2.5	Haftungsbeschränkung .....	5
2.6	Darstellungskonventionen .....	6
2.6.1	Gebrauch von Symbolen .....	6
2.6.2	Auszeichnung von Textelementen .....	7
2.6.3	Mathematik und Formeln .....	8
2.7	Marken .....	8
<b>3</b>	<b>Allgemeine Sicherheitshinweise</b> .....	<b>9</b>
3.1	Normen .....	9
3.2	Qualifiziertes Personal .....	9
3.3	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	10
3.4	Außerbetriebsetzung .....	10
<b>4</b>	<b>Sicherheitsmodul PMC SY6</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Systemaufbau und Funktionsweise</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Technische Daten</b> .....	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Was Sie vor der Inbetriebnahme wissen sollten</b> .....	<b>15</b>
7.1	Programmoberflächen .....	15
7.1.1	DS6: Aufbau der Programmoberfläche .....	15
7.2	Netzausfallsicheres Speichern .....	15
<b>8</b>	<b>Inbetriebnahme</b> .....	<b>16</b>
8.1	PMC SY6: FSoE-Adresse vergeben .....	16
8.2	Empfohlene Zeiteinstellungen .....	17
8.3	DS6: Antriebsregler konfigurieren .....	17
8.3.1	Projekt aufsetzen .....	17
8.3.1.1	Antriebsregler und Achse projektieren .....	17
8.3.2	Allgemeine EtherCAT-Einstellungen parametrieren .....	19
8.3.3	PDO-Übertragung konfigurieren .....	19
8.3.3.1	RxPDO anpassen .....	19
8.3.3.2	TxPDO anpassen .....	20
8.3.4	Konfiguration übertragen und speichern .....	20
8.3.5	ESI-Datei erstellen und speichern .....	21
8.4	EtherCAT-System in Betrieb nehmen .....	21
<b>9</b>	<b>Diagnose</b> .....	<b>22</b>
9.1	LED-Anzeige .....	22
9.1.1	Zustand EtherCAT .....	22
9.1.2	Zustand FSoE .....	24
9.1.3	Netzwerkverbindung EtherCAT .....	25

9.2	Parameter .....	26
9.2.1	E54   Information Sicherheitsmodul   V0 .....	26
9.2.2	E67   STO-Zustand   V1 .....	26
9.2.3	S20   FSoE status indicator   V0 .....	26
9.2.4	S21   FSoE-Slave-Adresse   V0 .....	27
9.2.5	S25   Diagnose-Code SY6   V0 .....	27
9.2.6	S27   FSoE-Watchdog-Zeit   V0 .....	28
9.2.7	S130   Betriebszeit   V0 .....	28
9.2.8	S544   Safety controlword   V0 .....	28
9.2.9	S545   Safety statusword   V0 .....	28
9.2.10	S593   SS1 time to STO   V0 .....	28
9.3	Ereignisse .....	29
9.3.1	Ereignis 50: Sicherheitsmodul .....	29
9.3.2	Ereignis 70: Parameterkonsistenz .....	30
9.4	Parameter vom FSoE-Master .....	30
<b>10</b>	<b>Mehr zu FSoE, Sicherheitsfunktionen und PMC SY6?.....</b>	<b>31</b>
10.1	FSoE: Fail Safe over EtherCAT .....	31
10.2	Sicherheitsfunktionen .....	31
10.2.1	Safe Torque Off – STO .....	32
10.2.2	Safe Stop 1 – SS1-t .....	33
10.3	PMC SY6: FSoE-Adresse vergeben.....	34
10.4	Safety-Systemzeit .....	35
10.5	FSoE-Watchdog-Zeit .....	35
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>36</b>
11.1	Unterstützte Kommunikationsobjekte .....	36
11.1.1	ETG.6100.3 Safety over EtherCAT Drive Profile: 6600 hex – 67FF hex.....	36
11.1.2	ETG.5001.4 Safety over EtherCAT: E000 hex – EFFF hex .....	37
11.2	Weiterführende Informationen .....	38
11.3	Abkürzungen.....	39
	<b>Glossar .....</b>	<b>40</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>42</b>
	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>43</b>

## 1

### Vorwort

Das Sicherheitsmodul PMC SY6 erweitert Pilz Antriebsregler der Baureihe PMC SC6 oder PMC SI6 um die Sicherheitsfunktionen **Safe Torque Off (STO)** und **Safe Stop 1 (SS1)**, beide normativ in DIN EN 61800-5-2 beschrieben.

STO verhindert in einem Antriebsregler unmittelbar, nachdem die Sicherheitsfunktion aktiviert wurde, die Erzeugung eines elektrischen Drehfelds, das für den Betrieb von Synchron- oder Asynchronmotoren benötigt wird. Im Fall von SS1-t erfolgt die Abschaltung nach einer konfigurierbaren Zeit.

Bei der Kombination aus Antriebsregler und Sicherheitsmodul PMC SY6 werden die Sicherheitsfunktionen STO und SS1 über EtherCAT (FSoE) angesteuert.

PMC SY6 arbeitet als vollelektronische Lösung schnell und verschleißfrei. Das Sicherheitsmodul ist derart konzipiert, dass regelmäßige, betriebsunterbrechende Systemtests entfallen. Für die Praxis bedeutet dies eine gesteigerte Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen. Darüber hinaus entfällt die oft sehr aufwändige Planung und Dokumentation von Funktionstests.

Antriebsregler mit integriertem Sicherheitsmodul sind in sicherheitstechnisch anspruchsvollen Systemen bis SIL 3, PL e, Kategorie 4 einsetzbar. Die Übereinstimmung mit den normativen Anforderungen wurde durch ein unabhängiges Prüfinstitut im Rahmen einer Baumusterprüfung zertifiziert.

Die Antriebsregler der Baureihen PMC SC6 und PMC SI6 absolvierten erfolgreich den EtherCAT sowie den Fail Safe over EtherCAT (FSoE) Conformance Test. Hierbei wurde die Kommunikationsschnittstelle getestet, um die Zuverlässigkeit und herstellerunabhängige Funktionalität der unterlagerten Kommunikation zu gewährleisten.

## 2 Benutzerinformationen

Diese Dokumentation bietet sämtliche Informationen zum bestimmungsgemäßen Einsatz des Antriebsreglers in Kombination mit dem Sicherheitsmodul PMC SY6.

### 2.1 Aufbewahrung und Weitergabe

Da diese Dokumentation wichtige Informationen zum sicheren und effizienten Umgang mit dem Produkt enthält, bewahren Sie diese bis zur Produktentsorgung unbedingt in unmittelbarer Nähe des Produkts und für das qualifizierte Personal jederzeit zugänglich auf.

Bei Übergabe oder Verkauf des Produkts an Dritte geben Sie diese Dokumentation ebenfalls weiter.

### 2.2 Beschriebenes Produkt

Diese Dokumentation ist verbindlich für:

Antriebsregler der Baureihe PMC SC6 oder PMC SI6 in Verbindung mit dem Sicherheitsmodul PMC SY6 und der Software DriveControlSuite (DS6) ab V 6.4-E und zugehöriger Firmware ab V 6.4-E.

### 2.3 Aktualität

Prüfen Sie, ob Ihnen mit diesem Dokument die aktuellste Version der Dokumentation vorliegt. Auf unserer Webseite stellen wir Ihnen die neuesten Dokumentversionen zu unseren Produkten zum Download zur Verfügung:

<https://www.pilz.com/de-INT>.

### 2.4 Originalsprache

Die Originalsprache dieser Dokumentation ist Deutsch; alle anderssprachigen Fassungen sind von der Originalsprache abgeleitet.

### 2.5 Haftungsbeschränkung

Diese Dokumentation wurde unter Berücksichtigung der geltenden Normen und Vorschriften sowie des Stands der Technik erstellt.

Für Schäden, die aufgrund einer Nichtbeachtung der Dokumentation oder aufgrund der nicht bestimmungsgemäßen Verwendung des Produkts entstehen, bestehen keine Gewährleistungs- und Haftungsansprüche. Dies gilt insbesondere für Schäden, die durch individuelle technische Veränderungen des Produkts oder dessen Projektierung und Bedienung durch nicht qualifiziertes Personal hervorgerufen wurden.

## 2.6 Darstellungskonventionen

Damit Sie besondere Informationen in dieser Dokumentation schnell zuordnen können, sind diese durch Orientierungshilfen in Form von Signalwörtern, Symbolen und speziellen Textauszeichnungen hervorgehoben.

### 2.6.1 Gebrauch von Symbolen

Sicherheitshinweise sind durch nachfolgende Symbole gekennzeichnet. Sie weisen Sie auf besondere Gefahren im Umgang mit dem Produkt hin und werden durch entsprechende Signalworte begleitet, die das Ausmaß der Gefährdung zum Ausdruck bringen. Darüber hinaus sind nützliche Tipps und Empfehlungen für einen effizienten und einwandfreien Betrieb besonders hervorgehoben.



#### **ACHTUNG!**

Achtung bedeutet, dass ein Sachschaden eintreten kann,

- wenn die genannten Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



#### **VORSICHT!**

Vorsicht mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann,

- wenn die genannten Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



#### **WARNUNG!**

Warnung mit Warndreieck bedeutet, dass erhebliche Lebensgefahr eintreten kann,

- wenn die genannten Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



#### **GEFAHR!**

Gefahr mit Warndreieck bedeutet, dass erhebliche Lebensgefahr eintreten wird,

- wenn die genannten Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



#### **Information**

Information bedeutet eine wichtige Information über das Produkt oder die Hervorhebung eines Dokumentationsteils, auf den besonders aufmerksam gemacht werden soll.

## 2.6.2 Auszeichnung von Textelementen

Bestimmte Elemente des Fließtexts werden wie folgt ausgezeichnet.

<b>Wichtige Information</b>	Wörter oder Ausdrücke mit besonderer Bedeutung
Interpolated position mode	Optional: Datei-, Produkt- oder sonstige Namen
<u>Weiterführende Informationen</u>	Interner Querverweis
<a href="http://www.musterlink.de">http://www.musterlink.de</a>	Externer Querverweis

### Software- und Display-Anzeigen

Um den unterschiedlichen Informationsgehalt von Elementen, die von der Software-Oberfläche oder dem Display eines Antriebsreglers zitiert werden sowie eventuelle Benutzereingaben entsprechend kenntlich zu machen, werden folgende Darstellungen verwendet.

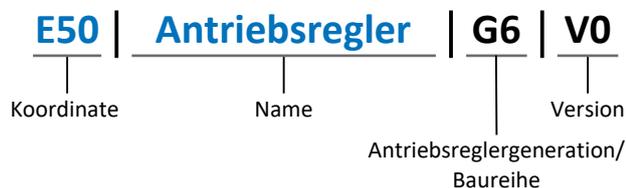
Hauptmenü Einstellungen	Von der Oberfläche zitierte Fenster-, Dialog-, Seitennamen oder Schaltflächen, zusammengesetzte Eigennamen, Funktionen
Wählen Sie Referenziermethode A	Vorgegebene Eingabe
Hinterlegen Sie Ihre <Eigene IP-Adresse>	Benutzerdefinierte Eingabe
EREIGNIS 52: KOMMUNIKATION	Display-Anzeigen (Status, Meldungen, Warnungen, Störungen), von der Oberfläche zitierte Statusinformationen

Tastenkürzel und Befehlsfolgen oder Pfade sind folgendermaßen dargestellt.

[STRG], [STRG] + [S]	Taste, Tastaturkürzel
Tabelle > Tabelle einfügen	Navigation zu Menüs/Untermenüs (Pfadangabe)

### Parameterkennung-Lesart

Eine Parameterkennung setzt sich aus nachfolgenden Elementen zusammen, wobei auch Kurzformen, d. h. die ausschließliche Angabe einer Koordinate oder die Kombination aus Koordinate und Name möglich sind.



## 2.6.3 Mathematik und Formeln

Zur Darstellung von mathematischen Zusammenhängen und Formeln werden die folgenden Zeichen verwendet.

-	Subtraktion
+	Addition
×	Multiplikation
÷	Division
	Betrag

## 2.7 Marken

Die folgenden Namen, die in Verbindung mit dem Gerät, seiner optionalen Ausstattung und seinem Zubehör verwendet werden, sind Marken oder eingetragene Marken anderer Unternehmen:

EtherCAT®, Safety over EtherCAT®, TwinCAT®	EtherCAT®, Safety over EtherCAT® und TwinCAT® sind eingetragene Marken und patentierte Technologien, lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Verl, Deutschland.
--	--

Alle anderen, hier nicht aufgeführten Marken, sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Erzeugnisse, die als Marken eingetragen sind, sind in dieser Dokumentation nicht besonders kenntlich gemacht. Vorliegende Schutzrechte (Patente, Warenzeichen, Gebrauchsmusterschutz) sind zu beachten.

## 3 Allgemeine Sicherheitshinweise

Von dem in dieser Dokumentation beschriebenen Produkt können Gefahren ausgehen, die durch die Einhaltung der beschriebenen Warn- und Sicherheitshinweise sowie der enthaltenen technischen Regeln und Vorschriften vermieden werden können.

### 3.1 Normen

Folgende Normen sind für das in dieser Dokumentation spezifizierte Produkt relevant:

- ▶ DIN EN ISO 13849-1:2016
- ▶ DIN EN ISO 13849-2:2013
- ▶ DIN EN 61800-5-2:2017-11
- ▶ DIN EN 61508-x:2011
- ▶ DIN EN 60204-1:2007
- ▶ DIN EN 62061:2016
- ▶ IEC 61784-3:2010

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei nachfolgenden Normverweisen auf die Angabe der jeweiligen Jahreszahl verzichtet.

### 3.2 Qualifiziertes Personal

Um die in dieser Dokumentation beschriebenen Aufgaben ausführen zu können, müssen die damit betrauten Personen fachlich entsprechend qualifiziert sein sowie die Risiken und Restgefahren beim Umgang mit den Produkten einschätzen können. Sämtliche Arbeiten an den Produkten sowie deren Bedienung und Entsorgung dürfen aus diesem Grund ausschließlich von fachlich qualifiziertem Personal ausgeführt werden.

Bei qualifiziertem Personal handelt es sich um Personen, die die Berechtigung zur Ausführung der genannten Tätigkeiten, entweder durch eine Ausbildung zur Fachkraft oder die Unterweisung durch Fachkräfte, erworben haben.

Darüber hinaus müssen gültige Vorschriften, gesetzliche Vorgaben, geltende Regelwerke, diese Dokumentation sowie die in dieser enthaltenen Sicherheitshinweise sorgfältig gelesen, verstanden und beachtet werden.

## 3.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Sicherheitsmodul PMC SY6 ist mit Pilz Antriebsreglern der Baureihe PMC SC6 oder PMC SI6 kombinierbar.

Wird ein Antriebsregler mit dem integrierten Sicherheitsmodul PMC SY6 in einer sicherheitsrelevanten Anwendung eingesetzt, muss das Sicherheitsmodul unbedingt von einem Sicherheitsschaltgerät oder einer Sicherheitssteuerung angesteuert werden.



### GEFAHR!

#### Elektrische Spannung! Lebensgefahr durch Stromschlag!

Eine aktivierte Sicherheitsfunktion STO bedeutet lediglich eine unterbrochene Drehfelderzeugung am Motor. An diesem können immer noch hohe, gefährliche Spannungen anliegen.

- Stellen Sie sicher, dass spannungsführende Teile nicht berührt werden können.
- Muss die Versorgungsspannung abgeschaltet werden, beachten Sie die Anforderungen der DIN EN 60204-1.

### Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Das Sicherheitsmodul darf nicht außerhalb des Antriebsreglers oder der geltenden technischen Spezifikationen betrieben werden.



### Information

Mit dem Sicherheitsmodul PMC SY6 ist kein Not-Aus gemäß DIN EN 60204-1 möglich!

Beachten Sie diese Norm bei der Unterscheidung von **Not-Aus** und **Not-Halt** in Verbindung mit **Safe Torque Off**.

### Modifikation

Als Anwender dürfen Sie das Sicherheitsmodul PMC SY6 weder baulichen noch technischen oder elektrischen Veränderungen unterziehen. Es ist nicht erlaubt, das Modul aus dem Antriebsregler zu entnehmen, zu reparieren oder auszutauschen.

### Wartung

Das Sicherheitsmodul ist wartungsfrei.

### Produktlebensdauer

Ein Antriebsregler mit integriertem Sicherheitsmodul muss 20 Jahre nach dem Produktionsdatum außer Betrieb genommen werden. Das Produktionsdatum eines Antriebsreglers entnehmen Sie dem zugehörigen Typenschild.

## 3.4 Außerbetriebsetzung

Beachten Sie bei sicherheitsgerichteten Anwendungen die Gebrauchsdauer  $T_M = 20$  Jahre in den sicherheitstechnischen Kennzahlen.

## 4 Sicherheitsmodul PMC SY6

Das Sicherheitsmodul PMC SY6 erweitert den Antriebsregler um die Sicherheitsfunktionen STO (Safe Torque Off) und SS1 (Safe Stop 1). Das Modul verhindert die Entstehung eines Drehfelds im Leistungsteil des Antriebsreglers und schaltet – im Fehlerfall oder auf externe Anforderung hin – den Antriebsregler unmittelbar oder zeitverzögert (SS1-t) in den Zustand STO.

### Merkmale

- ▶ Realisierbare Sicherheitsfunktionen:
  - Sicher abgeschaltetes Moment – STO gemäß DIN EN 61800-5-2
  - Stoppkategorie 0 gemäß DIN EN 60204-1
  - Sicherer Stopp 1 (zeitverzögert) – SS1-t gemäß DIN EN 61800-5-2
  - Stoppkategorie 1 gemäß DIN EN 60204-1
- ▶ Ansteuerung der Sicherheitsfunktionen über Safety over EtherCAT (FSoE)
- ▶ STO-Abschaltzeit: < 50 ms
- ▶ Verschleißfrei

### Zertifizierungen nach DIN EN 61800-5-2 und DIN EN ISO 13849-1

- ▶ Safety Integrity Level (SIL) 3
- ▶ Performance Level (PL) e
- ▶ Kategorie 4

## 5 Systemaufbau und Funktionsweise

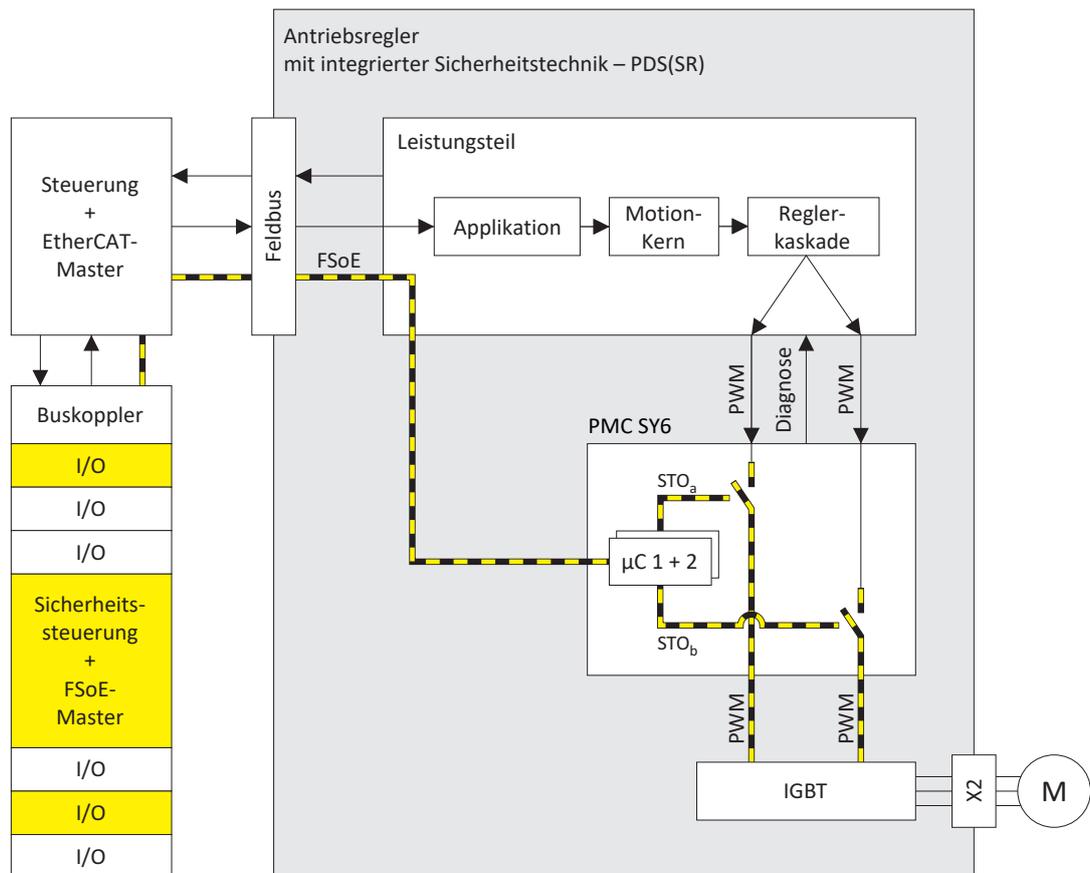


Abb. 1: Komponenten des FSoE-basierten Sicherheitskonzepts

### Systemkomponenten

Zentrale Komponenten dieses auf FSoE-basierenden Sicherheitskonzepts sind:

- ▶ Antriebsregler mit integriertem Sicherheitsmodul PMC SY6  
... für die Realisierung der Sicherheitsfunktionen STO und SS1-t
- ▶ Steuerung (SPS) mit integriertem EtherCAT-Master  
-... für die Organisation der gesamten Netzwerkkommunikation
- ▶ Buskoppler (EtherCAT-Koppler)  
... als Bindeglied zwischen Steuerung und Sicherheitssteuerung; der Buskoppler reicht die Telegramme der Sicherheitssteuerung an den EtherCAT-Master weiter
- ▶ Sicherheitssteuerung (S-SPS) mit integriertem FSoE-Master  
... für die FSoE-Kommunikation sowie die logische Verknüpfung der FSoE-Teilnehmer; die Sicherheitssteuerung beinhaltet zertifizierte Sicherheitsfunktionsbausteine, die mithilfe einer geeigneten Automatisierungs-Software anwendungsspezifisch konfiguriert werden können
- ▶ Safety-Terminals mit digitalen fehlersicheren Ein- und Ausgängen  
... für den Anschluss von 24 V<sub>DC</sub>-Sicherheitssensoren wie beispielsweise Not-Halt- oder Positionsschalter, Lichtschranken, Trittmatten etc.
- ▶ FSoE-Protokoll  
... für die Übertragung sicherheitsrelevanter Daten
- ▶ EtherCAT  
... als zugrundeliegendes Feldbussystem

## Funktionsweise

Das Steuerteil des Antriebsreglers generiert Pulsmuster (PWM) zur Erzeugung eines Drehfelds am IGBT-Modul des Leistungsteils. Dieses Drehfeld ist zum Betrieb von Synchron- und Asynchronmotoren notwendig.

Ist die Sicherheitsfunktion nicht aktiv, gibt das Sicherheitsmodul PMC SY6 die Drehfeldgenerierung im Leistungsteil frei; der angeschlossene Motor kann ein Drehfeld aufbauen. Ist die Sicherheitsfunktion aktiv, sperrt PMC SY6 die Drehfeldgenerierung im Leistungsteil, und der Antriebsregler kann im angeschlossenen Motor kein Drehmoment erzeugen.

Das Sicherheitsmodul PMC SY6 implementiert einen FSoE-Slave. Dieser tauscht Steuer- und Statusinformationen mit dem FSoE-Master via EtherCAT-Master gemäß dem Black-Channel-Prinzip aus. Der Slave entpackt die sicherheitsrelevanten Daten, plausibilisiert diese und gibt die beiden Sicherheitskanäle im Leistungsteil frei oder sperrt diese.

Die Sicherheitsfunktionen STO und SS1-t sind gerätebezogen, nicht achsspezifisch. Bei Doppelachsreglern werden beide Achsen zugleich in den sicheren Zustand gesetzt. Ein aktivierter SS1 kann nicht abgebrochen werden.



### WARNUNG!

#### Erhöhter Nachlaufweg! Restbewegung!

Das Sicherheitsmodul kann ein Versagen des funktionalen Teils des Antriebsreglers (z. B. beim gesteuerten Stillsetzen), während die Sicherheitsfunktion SS1-t ausgeführt wird, nicht verhindern. Deshalb kann SS1-t nicht angewendet werden, wenn dieses Versagen eine gefahrbringende Situation in der Endanwendung verursachen kann. Beachten Sie dies bei der Projektierung.

Bei einem Fehler im Leistungsteil des Antriebsreglers ist – trotz aktivem STO – eine statische Bestromung des Motors möglich, wobei sich die Motorwelle maximal um den Winkel  $360^\circ \div (p \times 2)$  bewegen kann.

## 6 Technische Daten

Die Transport-, Lager- und Betriebsbedingungen des Sicherheitsmoduls entnehmen Sie den technischen Daten des Antriebsreglers (siehe Kapitel [Weiterführende Informationen](#) [ 38]).

Nachfolgende Tabelle beinhaltet die für die Sicherheitstechnik relevanten Kenngrößen des Moduls PMC SY6.

<u>SIL CL</u>	3
<u>SIL</u>	3
<u>PL</u>	e
<u>Kategorie</u>	4
<u>PFH<sub>D</sub></u>	$5 \times 10^{-9}$ [1/h]
<u>Gebrauchsdauer (T<sub>M</sub>)</u>	20 Jahre
<u>STO-Abschaltzeit</u>	< 50 ms
<u>SS1-Verzögerungszeit</u>	10 – 655350 ms (± 1 %)

PMC SY6 – Sicherheitsrelevante Kenngrößen

## 7 Was Sie vor der Inbetriebnahme wissen sollten

Nachfolgende Kapitel ermöglichen Ihnen einen schnellen Einstieg in den Aufbau der Programmoberfläche sowie die zugehörigen Fensterbezeichnungen und liefert Ihnen relevante Informationen zum generellen Speichern Ihrer Projektierung.

### 7.1 Programmoberflächen

Nachfolgende Kapitel beinhalten die Programmoberflächen der beschriebenen Software-Komponenten im Überblick.

#### 7.1.1 DS6: Aufbau der Programmoberfläche

Die Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite (DS6) bietet Ihnen eine grafische Oberfläche, über die Sie Ihr Achsmodell schnell und effizient projektieren, parametrieren und in Betrieb nehmen können.

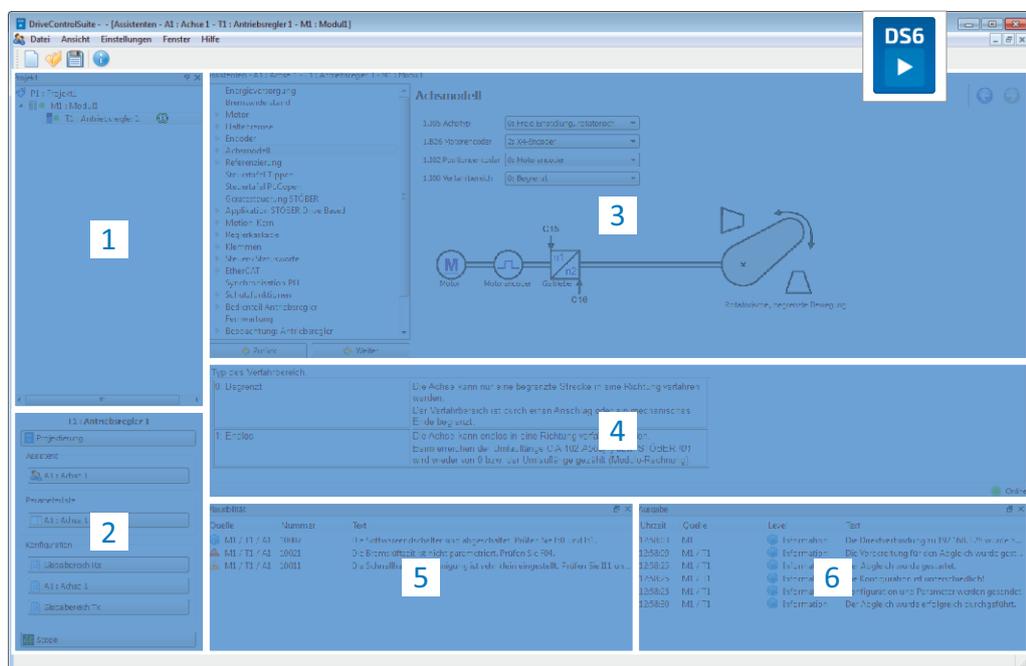


Abb. 2: DS6: Programmoberfläche

- 1 Projektbaum
- 2 Projektmenü
- 3 Arbeitsbereich
- 4 Parameterbeschreibung
- 5 Parameterprüfung
- 6 Meldungen

### 7.2 Netzausfallsicheres Speichern

Sämtliche Projektierungen, Parametrierungen und damit verbundene Änderungen an Parameterwerten sind nach der Übertragung an den Antriebsregler wirksam, aber noch nicht nichtflüchtig gespeichert.

Sie speichern die Daten über die Funktion Werte speichern in Parameter A00 (Projektmenü > Bereich Assistenten > projektierte Achse > Assistent Werte speichern).

Erst dann sind die Daten netzausfallsicher hinterlegt.

## 8 Inbetriebnahme

Nachfolgende Kapitel beinhalten die Inbetriebnahme Ihres Antriebsreglers und des Sicherheitsmoduls PMC SY6 mithilfe der Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite.

Um die einzelnen Inbetriebnahmeschritte exakt nachvollziehen zu können, setzen wir folgende beispielhafte Systemumgebung voraus:

- ▶ Antriebsregler der Baureihe PMC SC6 oder PMC SI6 ab Firmware-Version 6.4-E mit integriertem Sicherheitsmodul PMC SY6
- ▶ Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite ab Version 6.4-E
- ▶ Steuerung
- ▶ Automatisierungs-Software der Steuerung

### Die Inbetriebnahme gliedert sich in folgende Schritte ...

1. Sicherheitsmodul PMC SY6  
Vergeben Sie eine gültige FSoE-Adresse.
2. Beachten Sie für die nachfolgende Konfiguration die Empfehlungen zu den Zeiteinstellungen.
3. DriveControlSuite  
Konfigurieren Sie sämtliche Antriebsregler inklusive Sicherheitsmodule, Gerätesteuern, Prozessdaten für die Feldbuskommunikation sowie die Achsen Ihres Antriebssystems in der DriveControlSuite. Erzeugen Sie eine ESI-Datei und übertragen Sie im Anschluss Ihre Projektkonfiguration auf die Antriebsregler des Systemverbunds.
4. EtherCAT-System  
Stellen Sie die generierte ESI-Datei der Steuerung zur Verfügung. Bilden Sie anschließend Ihre gesamte Hardware-Umgebung ab und konfigurieren Sie diese. Nehmen Sie im Anschluss Ihr System in Betrieb und überprüfen Sie die EtherCAT-Kommunikation der Systemteilnehmer.

### 8.1 PMC SY6: FSoE-Adresse vergeben

Um das Sicherheitsmodul PMC SY6 eindeutig im FSoE-Netzwerk identifizieren zu können, müssen Sie diesem eine im FSoE-Netzwerk eindeutige Adresse zuweisen. Die Adresse ergibt sich aus den Wertigkeiten der DIP-Schalter, die auf ON geschaltet sind (nähere Informationen hierzu siehe Kapitel [PMC SY6: FSoE-Adresse vergeben](#) [ 34]).



#### Information

Beachten Sie, dass der Antriebsregler ausgeschaltet sein muss, bevor Sie die FSoE-Adresse über den DIP-Schalter vergeben. Die Adresse wird ausschließlich mit einem Neustart des Antriebsreglers übernommen.

## 8.2 Empfohlene Zeiteinstellungen

Um sicherzustellen, dass im Falle eines Schnellhalts mit anschließendem STO (Stopp-Kategorie 1 nach DIN EN 60204-1 bzw. Safe Stop 1 (SS1) nach DIN EN 61800 5 2) oder bei Unterbrechung der Kommunikation während des gesteuerten Abbremsens das Leistungsteil nicht abgeschaltet wird und die Achsbewegung nicht mehr durch den Antriebsregler gesteuert wird, muss die sich ergebende Verzögerungszeit bei Schnellhalt (Schnellhaltzeit) bei der Parametrierung der SS1-Verzögerungszeit und der FSoE-Watchdog-Zeit berücksichtigt werden.

### Schnellhaltzeit

Die Schnellhaltzeit ergibt sich aus der applikationsspezifischen Schnellhaltverzögerung und der maximalen Geschwindigkeit. Bei den Applikationen nach CiA 402 parametrieren Sie die Schnellhaltverzögerung in A578 Quick stop deceleration. Die maximale Geschwindigkeit parametrieren Sie in I10 Maximale Geschwindigkeit.

### SS1-Verzögerungszeit

Stellen Sie für T\_SS1 im FSoE-Master einen größeren Wert ein als für die sich ergebende Schnellhaltzeit. Die Reserve sollte in der Regel bei 10 % liegen und 50 ms nicht unterschreiten. Sie können die SS1-Verzögerungszeit in S593 SS1 time to STO überprüfen.

### FSoE-Watchdog-Zeit

Stellen Sie für die Watchdog-Zeit im FSoE-Master einen größeren Wert ein als für die sich ergebende Schnellhaltzeit zuzüglich des PDO Timeouts (A258 EtherCAT PDO-Timeout). Die Reserve sollte in der Regel bei 10 % liegen und 100 ms nicht unterschreiten. Sie können die Watchdog-Zeit in S27 FSoE-Watchdog-Zeit überprüfen. Weitere Informationen zur Watchdog-Zeit finden Sie in Kapitel [FSoE-Watchdog-Zeit](#) [ 35].

## 8.3 DS6: Antriebsregler konfigurieren

Projektieren und konfigurieren Sie sämtliche Antriebsregler Ihres Antriebssystems über die DriveControlSuite.

### 8.3.1 Projekt aufsetzen

Um sämtliche Antriebsregler und Achsen Ihres Antriebssystems über die DriveControlSuite konfigurieren zu können, müssen Sie diese im Rahmen eines Projekts erfassen.

#### 8.3.1.1 Antriebsregler und Achse projektieren

##### Neues Projekt erstellen

1. Starten Sie die DriveControlSuite.
  2. Klicken Sie auf Neues Projekt erstellen.
- ⇒ Das Projektierungsfenster öffnet sich, die Schaltfläche Antriebsregler ist aktiv.

## Antriebsregler projektieren

1. Register Eigenschaften:  
Stellen Sie die Beziehung zwischen Ihrem Schaltplan und dem zu projektierenden Antriebsregler in der DriveControlSuite her.  
Referenz: Geben Sie das Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) des Antriebsreglers an.  
Bezeichnung: Benennen Sie den Antriebsregler eindeutig.  
Version: Versionieren Sie Ihre Projektierung.  
Beschreibung: Geben Sie gegebenenfalls unterstützende Zusatzinformationen wie die Änderungshistorie der Projektierung an.
2. Register Antriebsregler:  
Wählen Sie die Baureihe und den Gerätetyp des Antriebsreglers.
3. Register Optionsmodule:  
Sicherheitsmodul: Wählen Sie Modul PMC SY6.
4. Register Gerätesteuerung:  
Gerätesteuerung: Wählen Sie die Gerätesteuerung, die die grundlegenden Ansteuerungssignale des Antriebsreglers definiert.  
Prozessdaten Rx, Prozessdaten Tx: Wählen Sie EtherCAT Rx und EtherCAT Tx für die Übertragung der EtherCAT-Prozessdaten.

## Achse projektieren

1. Klicken Sie auf Achse 1.
2. Register Eigenschaften:  
Stellen Sie die Beziehung zwischen Ihrem Schaltplan und der zu projektierenden Achse in der DriveControlSuite her.  
Referenz: Geben Sie das Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) der Achse an.  
Bezeichnung: Benennen Sie die Achse eindeutig.  
Version: Versionieren Sie Ihre Projektierung.  
Beschreibung: Geben Sie gegebenenfalls unterstützende Zusatzinformationen wie beispielsweise die Änderungshistorie der Projektierung an.
3. Register Applikation:  
Wählen Sie die Applikation CiA 402 (inkrementelle Version).
4. Register Motor:  
Wählen Sie den Motortyp, den Sie über diese Achse betreiben. Wenn Sie mit Motoren von Fremdanbietern arbeiten, geben Sie die zugehörigen Motordaten zu einem späteren Zeitpunkt an.
5. Wiederholen Sie die Schritte 2 – 4 für die 2. Achse (nur bei Doppelachsreglern).
6. Bestätigen Sie mit OK.

## 8.3.2 Allgemeine EtherCAT-Einstellungen parametrieren

- ✓ Sie haben im Rahmen der Antriebsregler- und Achsprojektierung unter anderem das Sicherheitsmodul PMC SY6 sowie eine Gerätesteuerung mit den Prozessdaten EtherCAT Rx und EtherCAT Tx projektiert.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die erste projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT.
- 3. A213 Feldbuskalierung:  
Belassen Sie die Default-Einstellung auf 1: Rohwert (Werte werden unverändert durchgereicht).
- 4. A258 EtherCAT PDO-Timeout:  
Um einen Kommunikationsausfall erkennen zu können, überwachen Sie durch die Definition eines PDO-Timeouts das Eintreffen der zyklischen Prozessdaten.  
Zulässiger Wertebereich: 0 – 65535 ms.  
Beachten Sie:  
0 und 65535 = Überwachung ist inaktiv  
1 bis 65531 = Überwachung ist aktiv  
65532 = Überwachung aktiv, der Ausfall eines einzelnen Datenpakets wird jedoch ignoriert  
65533 = Überwachung aktiv, der Ausfall von 3 Datenpaketen in Folge wird jedoch ignoriert

## 8.3.3 PDO-Übertragung konfigurieren

PDO-Kanäle dienen der Echtzeitübertragung von Steuer- und Statusinformationen sowie Ist- und Sollwerten von einem EtherCAT-Master zu den EtherCAT-Slaves und umgekehrt.

Die PDO-Kommunikation erlaubt pro Sende- und Empfangsrichtung den gleichzeitigen Betrieb mehrerer PDO-Kanäle. Die Kanäle für die Achsen A und B beinhalten jeweils ein PDO mit maximal 24 zu übertragenden Parametern in einer definierten Reihenfolge. Diese sind frei konfigurierbar. Ein Kanal ist für die FSoE-Kommunikation reserviert und wird automatisch parametrierbar.

Um die einwandfreie Kommunikation zwischen Steuerung und Antriebsregler zu gewährleisten, bietet Pilz eine applikationsabhängige Vorbelegung der Kanäle an, die jederzeit verändert werden kann.

### 8.3.3.1 RxPDO anpassen

- ✓ Sie haben die globalen EtherCAT-Einstellungen konfiguriert.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die erste projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > Empfangs-Prozessdaten RxPDO.
- 3. Überprüfen Sie die Default-Einstellungen und/oder konfigurieren Sie die Prozessdaten Ihren Anforderungen entsprechend.  
A225[0] – A225[23], A226[0] – A226[23]:  
Parameter, deren Werte der jeweilige Antriebsregler von der Steuerung empfängt. Die Position der Parameter gibt Auskunft über die zugehörige Empfangsreihenfolge.

### 8.3.3.2 TxPDO anpassen

- ✓ Sie haben die globalen EtherCAT-Einstellungen konfiguriert.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die erste projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > Sende-Prozessdaten TxPDO.
- 3. Überprüfen Sie die Default-Einstellungen und/oder konfigurieren Sie die Prozessdaten Ihren Anforderungen entsprechend.  
A233[0] – A233[23], A234[0] – A234[23]:  
Parameter, deren Werte der jeweilige Antriebsregler an die Steuerung versendet. Die Position der Parameter gibt Auskunft über die zugehörige Sendereihenfolge.

### 8.3.4 Konfiguration übertragen und speichern

Um die Konfiguration auf einen oder mehrere Antriebsregler zu übertragen und zu speichern, muss sich Ihr PC mit den jeweiligen Geräten im selben Netzwerk befinden.

#### Konfiguration übertragen

- ✓ Die Antriebsregler sind betriebsbereit.
  - 1. Markieren Sie im Projektbaum das Modul, unter dem Sie Ihre Antriebsregler erfasst haben, und klicken Sie im Projektmenü auf Zuordnung und Live-Firmware-Update.
    - ⇒ Das Fenster Verbindung hinzufügen öffnet sich. Alle via IPv4-Limited-Broadcast gefundenen Antriebsregler werden angezeigt.
  - 2. Register Direktverbindung > Spalte IP-Adresse:  
Aktivieren Sie die betreffende IP-Adresse oder aktivieren Sie alle gelisteten über das Kontextmenü. Bestätigen Sie Ihre Auswahl mit OK.
    - ⇒ Das Fenster Zuordnung und Live-Firmware-Update öffnet sich. Sämtliche Antriebsregler, die über die zuvor ausgewählten IP-Adressen angeschlossen sind, werden angezeigt.
  - 3. Wählen Sie den Antriebsregler, auf den Sie eine Konfiguration übertragen möchten. Ändern Sie die Auswahl der Übertragungsart von Lesen in Senden.
  - 4. Ändern Sie die Auswahl Neuen Antriebsregler anlegen:  
Wählen Sie die Konfiguration, die Sie an den Antriebsregler übertragen möchten.
  - 5. Wiederholen Sie die Schritte 3 und 4 für alle weiteren Antriebsregler, auf die Sie eine Konfiguration übertragen möchten.
  - 6. Register Online:  
Klicken Sie auf Online-Verbindungen herstellen.
- ⇒ Die Konfigurationen werden an die Antriebsregler übertragen.



#### Information

Bei der Suche werden via IPv4-Limited-Broadcast alle Antriebsregler innerhalb der Broadcast-Domain auffindig gemacht.

Voraussetzungen für das Auffinden eines Antriebsregler im Netzwerk:

- Netzwerk unterstützt IPv4-Limited-Broadcast
- Alle Antriebsregler sind im selben Subnetz (Broadcast-Domain)

## Konfiguration speichern

- ✓ Sie haben die Konfiguration erfolgreich übertragen.
- 1. Fenster Zuordnung und Live-Firmware-Update:  
Klicken Sie auf Werte speichern (A00).  
⇒ Das Fenster Werte speichern (A00) öffnet sich.
- 2. Klicken Sie auf Aktion starten.  
⇒ Die Konfiguration wird gespeichert.
- 3. Schließen Sie das Fenster Werte speichern (A00).
- 4. Fenster Zuordnung und Live-Firmware-Update:  
Klicken Sie auf Neu starten (A09).  
⇒ Das Fenster Neu starten (A09) öffnet sich.
- 5. Klicken Sie auf Aktion starten.
- 6. Bestätigen Sie den Sicherheitshinweis mit OK.  
⇒ Das Fenster Neu starten (A09) schließt sich.  
⇒ Die Feldbuskommunikation und die Verbindung zur DriveControlSuite werden unterbrochen.  
⇒ Die Antriebsregler starten neu.

### 8.3.5

## ESI-Datei erstellen und speichern

Die Funktionen und Eigenschaften der Pilz Antriebsregler sind in Form unterschiedlicher Objekte beschrieben und in einer ESI-Datei zusammengefasst.

Um einen oder mehrere Antriebsregler im Netzwerk abbilden und konfigurieren zu können, generieren Sie eine ESI zu Ihrer projektierten Applikation und stellen diese der Automatisierungs-Software Ihrer Steuerung zur Verfügung.



### Information

Beachten Sie, dass nach jeder Änderung einer Konfiguration eine neue ESI-Datei generiert und diese der Steuerung zur Verfügung gestellt werden muss.

- ✓ Sie befinden sich in der DriveControlSuite.
- ✓ Sie haben die PDO-Übertragung konfiguriert.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die erste projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT.
- 3. Klicken Sie auf ESI erstellen.  
⇒ Der Dialog Schreibe ESI-Datei öffnet sich.
- 4. Speichern Sie die XML-Datei in dem von Steuerungsseite hierfür vorgesehenen Verzeichnis.

## 8.4

## EtherCAT-System in Betrieb nehmen

Stellen Sie die generierte ESI-Datei der Steuerung zur Verfügung. Bilden Sie anschließend Ihre gesamte Hardware-Umgebung ab und konfigurieren Sie diese. Nehmen Sie im Anschluss Ihr System in Betrieb und überprüfen Sie die EtherCAT-Kommunikation der Systemteilnehmer.

## 9 Diagnose

Im Störfall stehen Ihnen unterschiedliche, nachfolgend beschriebene Diagnosemöglichkeiten zur Verfügung.

### 9.1 LED-Anzeige

Die Antriebsregler verfügen über Diagnose-Leuchtdioden, die den Zustand der Feldbuskommunikation sowie die Zustände der physikalischen Verbindung visualisieren.

#### 9.1.1 Zustand EtherCAT

2 Leuchtdioden auf der Gerätefront des Antriebsreglers geben Auskunft über die Verbindung zwischen EtherCAT-Master und -Slave sowie über den Zustand des Datenaustauschs. Dieser kann zusätzlich in Parameter A255 EtherCAT Device State ausgelesen werden. Beinhaltet der Antriebsregler das Sicherheitsmodul PMC SY6, werden die Sicherheitsfunktionen STO und SS1 über EtherCAT FSoE angesteuert. In diesem Fall informiert eine zusätzliche Leuchtdiode auf der Gerätefront über den FSoE-Zustand.



Abb. 3: Leuchtdioden für den EtherCAT-Zustand

- 1 Rot: Error
- 2 Grün: Run

Rote LED	Verhalten	Fehler	Beschreibung
	Aus	No Error	Kein Fehler
	Blinken	Invalid Configuration	Ungültige Konfiguration
	1-faches Blinken	Unsolicited State Change	EtherCAT-Slave hat Betriebszustand selbstständig gewechselt
	2-faches Blinken	Application Watchdog Timeout	EtherCAT-Slave hat keine neuen PDO-Daten während des parametrisierten Watchdog-Timeouts empfangen

Bedeutung der roten LED (Error)

Grüne LED	Verhalten	Betriebszustand	Beschreibung
	Aus	Init	Keine Kommunikation zwischen EtherCAT-Master und -Slave; die Konfiguration startet, gespeicherte Werte werden geladen
	Blinken	Pre-Operational	Keine PDO-Kommunikation; EtherCAT-Master und -Slave tauschen applikationsspezifische Parameter über SDO aus
	1-faches Blinken	Safe-Operational	EtherCAT-Slave sendet aktuelle Istwerte an den EtherCAT-Master, ignoriert dessen Sollwerte und greift auf interne Default-Werte zurück
	Ein	Operational	Normalbetrieb: EtherCAT-Master und -Slave tauschen Soll- und Istwerte aus

Bedeutung der grünen LED (Run)

## 9.1.2 Zustand FSoE

Beinhaltet der Antriebsregler das Sicherheitsmodul PMC SY6, werden die Sicherheitsfunktionen STO und SS1 über EtherCAT FSoE angesteuert. In diesem Fall informiert eine Leuchtdiode auf der Gerätefront über den Zustand der FSoE-Kommunikation. Dieser kann zusätzlich in Parameter S20 FSoE status indicator ausgelesen werden.



Abb. 4: Leuchtdiode für den FSoE-Zustand

1 Grün: FSoE

Grüne LED	Verhalten	Beschreibung
	Aus	Initialisierung
	Blinken	Bereit für die Parametrierung
	Ein	Normalbetrieb
	1-facher Flash	Failsafe-Kommando von FSoE-Master empfangen
	Blitzen	Undefinierter Verbindungsfehler
	Blitzen mit 1-fachem Blinken	Fehler in den sicherheitsrelevanten Kommunikationseinstellungen
	Blitzen mit 2-fachem Blinken	Fehler in den sicherheitsrelevanten Applikationseinstellungen
	Blitzen mit 3-fachem Blinken	Falsche FSoE-Adresse
	Blitzen mit 4-fachem Blinken	Unerlaubtes Kommando empfangen
	Blitzen mit 5-fachem Blinken	Watchdog-Fehler
	Blitzen mit 6-fachem Blinken	CRC-Fehler

Bedeutung der grünen LED (FSoE status indicator nach IEC 61784-3)

## 9.1.3 Netzwerkverbindung EtherCAT

Die Leuchtdioden LA<sub>EC</sub>IN und LA<sub>EC</sub>OUT an X200 und X201 auf der Geräteoberseite zeigen den Zustand der EtherCAT-Netzwerkverbindung an.

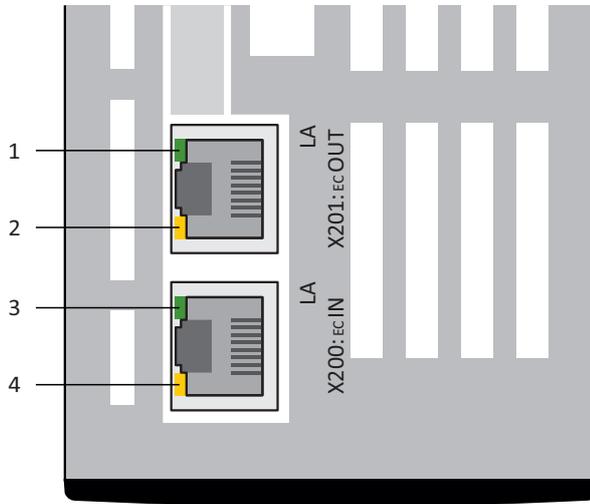


Abb. 5: Leuchtdioden für den Zustand der EtherCAT-Netzwerkverbindung

- 1 Grün: LA<sub>EC</sub>OUT an X201
- 2 Gelb: Ohne Funktion
- 3 Grün: LA<sub>EC</sub>IN an X200
- 4 Gelb: Ohne Funktion

Grüne LED	Verhalten	Beschreibung
	Aus	Keine Netzwerkverbindung
	Blinken	Aktiver Datenaustausch mit weiterem EtherCAT-Teilnehmer
	Ein	Netzwerkverbindung besteht

Bedeutung der grünen LEDs (LA)

## 9.2 Parameter

Folgende Diagnoseparameter stehen Ihnen bei der Sicherheitstechnik mit Antriebsreglern der Baureihe PMC SC6 oder PMC SI6 und Sicherheitsmodul PMC SY6 zur Verfügung.

### 9.2.1 E54 | Information Sicherheitsmodul | V0

Kennzeichnende Daten des Sicherheitsmoduls.

- ▶ [0]: Typ
- ▶ [1]: Hardware-Version
- ▶ [2]: Produktionsnummer
- ▶ [3] – [5]: Reserviert
- ▶ [6]: Diagnose-Code

### 9.2.2 E67 | STO-Zustand | V1

STO-Zustand des Sicherheitsmoduls:

- ▶ [0]: STO wurde durch das Eingangssignal  $STO_a = 0$  oder  $STO_b = 0$  ausgelöst
  - 0: Inaktiv = nicht ausgelöst
  - 1: Aktiv = ausgelöst
- ▶ [1]: STO wurde durch das Eingangssignal  $STO_a = 0$  ausgelöst
  - 0: Inaktiv = nicht ausgelöst
  - 1: Aktiv = ausgelöst
- ▶ [2]: STO wurde durch das Eingangssignal  $STO_b = 0$  ausgelöst
  - 0: Inaktiv = nicht ausgelöst
  - 1: Aktiv = ausgelöst

### 9.2.3 S20 | FSoE status indicator | V0

Zustand der Übertragung sicherheitsrelevanter Daten via FSoE.

Entspricht dem FSoE status indicator nach IEC 61784-3.

#### Normal

- ▶ 0 hex = Initialisierung  
Möglich im FSoE-Zustand Pre-Reset
- ▶ 1 hex = bereit für die Parametrierung durch FSoE-Master  
Möglich in den FSoE-Zuständen Reset, Session, Connection, Parameter
- ▶ 2 hex = Normalbetrieb  
Möglich im FSoE-Zustand Process Data
- ▶ 3 hex = Failsafe-Kommando von FSoE-Master empfangen  
Möglich im FSoE-Zustand Failsafe Data

## Fehler

- ▶ 4 hex = undefinierter Verbindungsfehler  
Möglich in allen FSoE-Zuständen
- ▶ 5 hex = Fehler in den sicherheitsrelevanten Kommunikationseinstellungen  
Möglich im FSoE-Zustand Parameter
- ▶ 6 hex = Fehler in den sicherheitsrelevanten Applikationseinstellungen  
Möglich im FSoE-Zustand Parameter
- ▶ 7 hex = falsche FSoE-Adresse  
Möglich im FSoE-Zustand Connection
- ▶ 8 hex = unzulässiges Kommando über die FSoE-Kommunikationsschnittstelle empfangen  
Möglich in allen FSoE-Zuständen
- ▶ 9 hex = Timeout der Datenübertragung (Watchdog)  
Möglich in allen FSoE-Zuständen
- ▶ A hex = inkonsistente Datenübertragung (CRC-Prüfsumme)  
Möglich in allen FSoE-Zuständen

### 9.2.4 S21 | FSoE-Slave-Adresse | V0

Adresse des Antriebsreglers (FSoE-Slave) im EtherCAT-Netzwerk (Voraussetzung: FSoE-Master ist aktiv; Quelle: DIP-Schalter).

Adressänderungen werden beim Neustart des Antriebsreglers übernommen.

### 9.2.5 S25 | Diagnose-Code SY6 | V0

Status-Byte mit Diagnose-Code des Sicherheitsmoduls.

- ▶ Bit 0: Interner OSSD-Kanalfehler
- ▶ Bit 1: Reserviert
- ▶ Bit 2: FSoE-Kommunikationsfehler
- ▶ Bit 3: Reserviert
- ▶ Bit 4: Übertemperatur
- ▶ Bit 5: Reserviert
- ▶ Bit 6: Zeit SS1  
0 = läuft nicht; 1 = läuft
- ▶ Bit 7: Zustand STO  
1 = in sicherem Zustand

Sofern nicht anders angegeben, gilt: 0 = inaktiv; 1 = aktiv.

## 9.2.6 S27 | FSoE-Watchdog-Zeit | V0

Tolerierte Ausfalldauer von FSoE-Telegrammen zur Überwachung der FSoE-Kommunikation im EtherCAT-Netzwerk (Verwendung: Auslösen internes STO; Quelle: FSoE-Master).

Die FSoE-Überwachung ist unabhängig von der PDO-Überwachung und wird durch den FSoE-Master vorgegeben (PDO-Überwachung: A258).

## 9.2.7 S130 | Betriebszeit | V0

Betriebszeit des Sicherheitsmoduls.

## 9.2.8 S544 | Safety controlword | V0

Steuer-Byte für FSoE.

Entspricht dem Kommunikationsobjekt Safety controlword nach ETG.6100.1; Objekt 6620 hex.

▶ [0]: Erstes Byte

Entspricht dem Kommunikationsobjekt 1st byte nach ETG.6100.1; Subindex 1 hex

- Bit 0: STO  
0 = STO aktivieren; 1 = STO nicht aktivieren
- Bit 1: SS1  
0 = SS1 aktivieren; 1 = SS1 nicht aktivieren
- Bit 2 – 7: Reserviert

▶ [1]: Zweites Byte: Reserviert

Entspricht dem Kommunikationsobjekt 1st byte nach ETG.6100.1; Subindex 2 hex

Für die Freigabe des Leistungsteils müssen Bit 0 und Bit 1 auf 1 gesetzt sein.

## 9.2.9 S545 | Safety statusword | V0

Status-Byte für FSoE.

Entspricht dem Kommunikationsobjekt Safety statusword nach ETG.6100.1; Objekt 6621 hex.

▶ [0]: Erstes Byte

Entspricht dem Kommunikationsobjekt 1st byte nach ETG.6100.1; Subindex 1 hex

- Bit 0: STO  
1 = STO aktiv
- Bit 1 – 7: Reserviert

▶ [1]: Zweites Byte: Reserviert

Entspricht dem Kommunikationsobjekt 1st byte nach ETG.6100.1; Subindex 2 hex

## 9.2.10 S593 | SS1 time to STO | V0

SS1-Verzögerungszeit, d. h. Zeitdauer zwischen der Aktivierung eines zeitbasierten SS1 durch S544 Safety controlword, Bit 1 und dem internen Auslösen der STO-Funktion (Einheit: 10 ms; Quelle: FSoE-Master).

Entspricht dem Kommunikationsobjekt SS1 time to STO nach ETG.6100.1, Objekt 6651 hex.

Eine Änderung der SS1-Verzögerungszeit im FSoE-Master wird mit dem nächsten Neustart des FSoE-Masters wirksam und in Parameter S593 sichtbar.

## 9.3 Ereignisse

Der Antriebsregler verfügt über ein System zur Selbstüberwachung, das anhand von Prüfregeln das Antriebssystem vor Schaden schützt. Bei Verletzung der Prüfregeln wird ein entsprechendes Ereignis ausgelöst. Auf manche Ereignisse wie beispielsweise das Ereignis Kurz-/Erdschluss haben Sie als Anwender keinerlei Einflussmöglichkeit. Bei anderen können Sie Einfluss auf die Auswirkungen und Reaktionen nehmen.

Mögliche Auswirkungen sind:

- ▶ Meldung: Information, die von der Steuerung ausgewertet werden kann
- ▶ Warnung: Information, die von der Steuerung ausgewertet werden kann und nach Ablauf einer definierten Zeitspanne zu einer Störung wird, sofern die Ursache nicht behoben wurde
- ▶ Störung: Sofortige Reaktion des Antriebsreglers; das Leistungsteil wird gesperrt und die Achsbewegung nicht mehr durch den Antriebsregler gesteuert oder die Achse wird durch einen Schnellhalt oder eine Notbremsung zum Stillstand gebracht



### ACHTUNG!

#### Sachschaden durch Unterbrechung von Schnellhalt oder Notbremsung

Tritt während der Ausführung eines Schnellhalts oder einer Notbremsung eine andere Störung auf oder wird eine Sicherheitsfunktion aktiviert, wird der Schnellhalt oder die Notbremsung unterbrochen. In diesem Fall kann die Maschine durch die unkontrollierte Achsbewegung beschädigt werden.

Ereignisse, deren Ursachen sowie geeignete Maßnahmen sind nachfolgend gelistet. Ist die Fehlerursache behoben, können Sie den Fehler in der Regel direkt quittieren. Ist stattdessen ein Neustart des Antriebsreglers erforderlich, finden Sie einen entsprechenden Hinweis in den Maßnahmen.

### 9.3.1 Ereignis 50: Sicherheitsmodul

Der Antriebsregler geht in Störung:

- ▶ Das Leistungsteil wird gesperrt und die Achsbewegung nicht mehr durch den Antriebsregler gesteuert
- ▶ Die Bremsen werden nicht mehr durch den Antriebsregler gesteuert und fallen bei inaktivem Lüft-Override ein (F06)

Ursache		Prüfung und Maßnahme
2: Falsches Modul	Projektiertes Sicherheitsmodul E53 stimmt nicht mit dem systemseitig erkannten E54[0] überein	Projektierung und Antriebsregler prüfen und gegebenenfalls Projektierung korrigieren oder Antriebsregler tauschen; Störung ist nicht quittierbar
3: Fehler SY6	Defektes Sicherheitsmodul	Antriebsregler tauschen; Störung ist nicht quittierbar
16: Freigabe aktiv	STO-Anforderung bei aktivem Leistungsteil	STO nur bei inaktivem Leistungsteil anfordern
		Zeitgleich mit STO-Anforderung auch Freigabe-Aus ohne Schnellhalt anfordern (Drive Based A44)

Ereignis 50 – Ursachen und Maßnahmen

### 9.3.2 Ereignis 70: Parameterkonsistenz

Der Antriebsregler geht in Störung:

- ▶ Das Leistungsteil wird gesperrt und die Achsbewegung nicht mehr durch den Antriebsregler gesteuert
- ▶ Die Bremsen werden nicht mehr durch den Antriebsregler gesteuert und fallen bei inaktivem Lüft-Override ein (F06)

Ursache		Prüfung und Maßnahme
15: FSoE-Watchdog-Zeit	Zu kleines Verhältnis von FSoE-Watchdog-Zeit zu EtherCAT PDO-Timeout	FSoE-Watchdog-Zeit im FSoE-Master und EtherCAT PDO-Timeout im Antriebsregler prüfen und gegebenenfalls Watchdog-Zeit erhöhen oder PDO-Timeout reduzieren (Richtwert: FSoE-Watchdog-Zeit = EtherCAT PDO-Timeout + 100 ms; S27, A258)

Ereignis 70 – Ursachen und Maßnahmen

## 9.4 Parameter vom FSoE-Master

Beim Verbindungsaufbau erwartet das Sicherheitsmodul PMC SY6 im FSoE-Zustand Parameter vom FSoE-Master folgende Process Data Units (PDU) in der angegebenen Reihenfolge. Process Data Units sind die Datenpakete, die zwischen FSoE-Master und FSoE-Slave ausgetauscht werden:

PDU	Byte	Wert	Beschreibung
PDU 1	SafeData[0]	0x02	2 Byte, Länge der Kommunikationsparameter
	SafeData[1]	0x00	
PDU 2	SafeData[0]	T_WD Low Byte	FSoE-Watchdog-Zeit in ms; Wertebereich: 12 bis 65534 ms
	SafeData[1]	T_WD High Byte	
PDU 3	SafeData[0]	0x06	6 Byte, Länge der Applikationsparameter
	SafeData[1]	0x00	
PDU 4	SafeData[0]	0x01	Identifikationsnummer PMC SY6; Wert = 1 (fest eingestellt!)
	SafeData[1]	0x00	
PDU 5	SafeData[0]	0x00	
	SafeData[1]	0x00	
PDU 6	SafeData[0]	T_SS1 Low Byte	Verzögerungszeit in s; Wertebereich: 0 bis 655,35 s; Auflösung: 1 LSB = 10 ms
	SafeData[1]	T_SS1 High Byte	

Process Data Units im FSoE-Zustand Parameter

## 10 Mehr zu FSoE, Sicherheitsfunktionen und PMC SY6?

Dieses Kapitel fasst die wesentlichen Begriffe, Beziehungen und Maßnahmen rund um FSoE, die Sicherheitsfunktionen STO und SS1 sowie das Sicherheitsmodul PMC SY6 zusammen.

### 10.1 FSoE: Fail Safe over EtherCAT

Parallel zu dem Echtzeit-Ethernet-System **EtherCAT** existiert ein Safety-Protokoll namens **Safety over EtherCAT** (FSoE = Fail Safe over EtherCAT) für die Übertragung von sicherheitsrelevanten Nachrichten zwischen FSoE-Geräten in einem Netz. Das Protokoll ist TÜV-zertifiziert und in der Norm IEC 61784-3 international standardisiert. Das Design von FSoE beruht auf dem Black-Channel-Prinzip.

#### Sichere Kommunikation

In jedem FSoE-Zyklus sendet ein FSoE-Master sicherheitsbezogene Daten an einen FSoE-Slave und startet zeitgleich einen Watchdog-Timer. Der FSoE-Slave quittiert die erhaltenen Daten vor deren Rücksendung an den Master und startet ebenfalls eine Laufzeitüberwachung per Watchdog-Timer. Der Master empfängt und verarbeitet die Quittierung des Slaves und stoppt den Watchdog-Timer. Wurden die Daten vollständig verarbeitet, generiert der FSoE-Master ein neues Datenpaket.

#### Eindeutige FSoE-Adressierung

Jeder FSoE-Slave muss über eine eindeutige FSoE-Adresse identifizierbar sein.

Die Adresse wird über einen DIP-Schalter am Gerät selbst vergeben. Eine gültige Adresse liegt im Adressbereich 1 – 255 (8 Bit, Adresse 0 darf nicht vergeben werden).

### 10.2 Sicherheitsfunktionen

Das Sicherheitsmodul PMC SY6 unterstützt die Sicherheitsfunktionen Safe Torque Off (STO) und Safe Stop 1 (SS1-t). Die Sicherheitssteuerung muss sowohl den STO- als auch den SS1-Ausgang des Antriebsreglers ansteuern, wenn die Antriebsachse bewegt werden soll. Wird nur einer der Ausgänge konfiguriert, bleibt der Antriebsregler im sicheren Zustand (STO aktiv).

Die Sicherheitsfunktionen sind gerätebezogen, nicht achsspezifisch. Das bedeutet, dass bei Mehrachsreglern nicht einzelne Achsen, sondern ausschließlich der komplette Antriebsregler in den sicheren Zustand gesetzt werden kann.

### 10.2.1 Safe Torque Off – STO

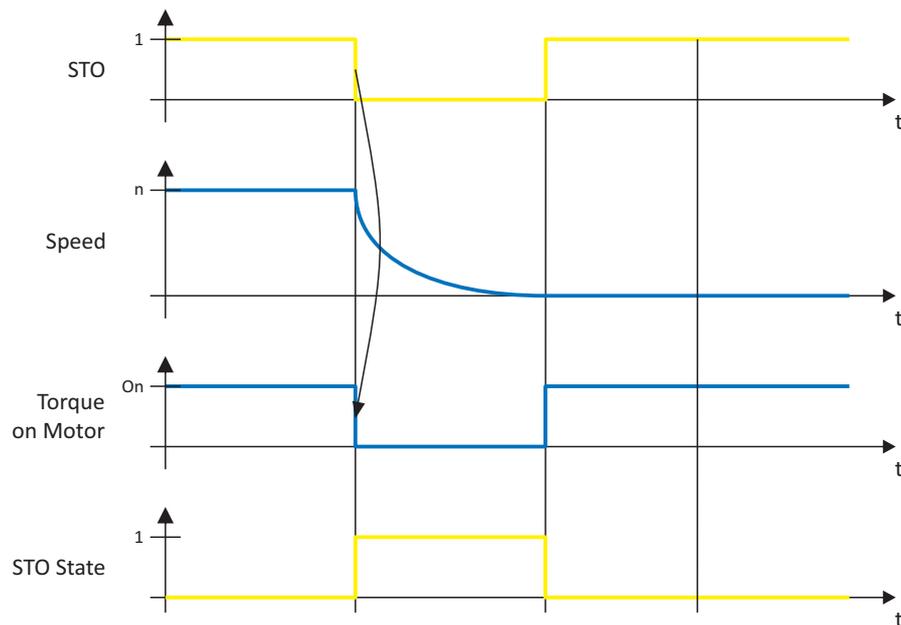


Abb. 6: Funktionsprinzip STO nach ETG.6100.2

STO entspricht Stoppkategorie 0 gemäß EN 60204.

Bei STO handelt es sich um die grundlegendste antriebsintegrierte Sicherheitsfunktion. STO verhindert, dass eine drehmomentbildende Energie an einem angeschlossenen Motor wirken kann und ein ungewollter Anlauf verhindert wird. Ziel ist, Personen- und Sachschäden durch einen sich drehenden und unabsichtlich in Betrieb gesetzten Motor sicher auszuschließen.

Der Einsatz von STO ist immer dann geeignet, wenn der Motor durch das Lastmoment oder durch Reibung in ausreichend kurzer Zeit selbst zum Stillstand kommt – oder in einer Umgebung, in der ein Austrudeln des Motors keine sicherheitstechnische Relevanz darstellt.

## 10.2.2 Safe Stop 1 – SS1-t

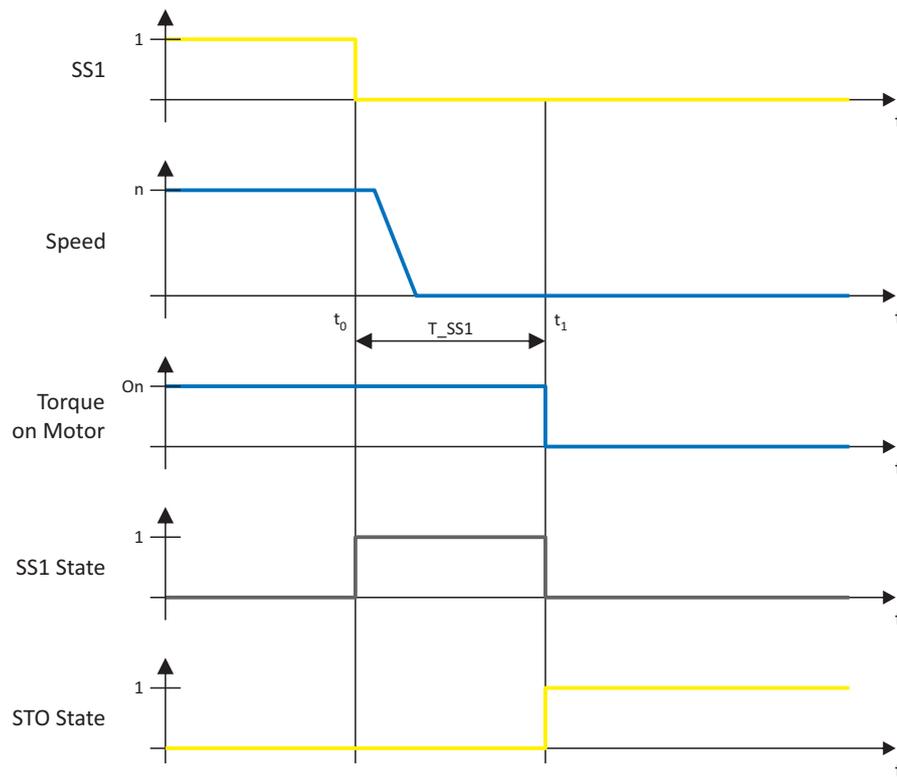


Abb. 7: Funktionsprinzip SS1-t nach ETG.6100.2

- $t_0$       Aktivierung SS1
- $t_1$       Aktivierung STO
- $T_{SS1}$    SS1-Verzögerungszeit

SS1 entspricht Stoppkategorie 1 gemäß IEC 60204-1.

Im Fall von SS1-t erfolgt die Abschaltung nach einer konfigurierbaren Zeit.

Die Sicherheitsfunktion SS1-t ermöglicht das kontrollierte Stillsetzen eines Motors und schaltet diesen nach Ablauf der parametrisierten SS1-Verzögerungszeit drehmomentfrei, d. h., die Sicherheitsfunktion STO wird aktiviert. Das Auslösen von STO erfolgt zeitverzögert, unabhängig davon, ob der Stillstand des Motors bereits erreicht ist.



### Information

Beachten Sie, dass der Antriebsregler während der SS1-Verzögerungszeit weiterhin den Sollwerten der Steuerung folgt, was ein kontrolliertes Stillsetzen bei Multiachs-Anwendungen ermöglicht.

Bei der SS1-Verzögerungszeit  $T_{SS1}$  handelt es sich um einen sicherheitsrelevanten Parameter, der in der Automatisierungs-Software parametrisiert und auf den FSoE-Master übertragen wird. Bei der Initialisierung des FSoE-Protokolls wird der Wert dieses Parameters von der Sicherheitssteuerung an den Antriebsregler transferiert und in der DriveControlSuite über Parameter S593 SS1 time to STO angezeigt.

## 10.3 PMC SY6: FSoE-Adresse vergeben

Um das Sicherheitsmodul eindeutig im FSoE-Netzwerk identifizieren zu können, müssen Sie diesem eine FSoE-Adresse aus dem Adressbereich 1 – 255 manuell über einen DIP-Schalter zuweisen. Adresse 0 ist ungültig, d. h., bei der Vergabe der Adresse 0 wird der Wert ignoriert und PMC SY6 verbleibt im Zustand STO.



### Information

Beachten Sie, dass der Antriebsregler ausgeschaltet sein muss, bevor Sie die FSoE-Adresse über den DIP-Schalter vergeben. Die Adresse wird ausschließlich mit einem Neustart des Antriebsreglers übernommen.

### FSoE-Adresseingabe über DIP-Schalter

Der DIP-Schalter für die Adresseingabe befindet sich auf der Oberseite des Antriebsreglers. Die Adresse ergibt sich aus den Wertigkeiten der DIP-Schalter, die auf ON gesetzt sind. Nachfolgende Grafik zeigt das Sicherheitsmodul samt DIP-Schalter mit den Wertigkeiten 2 und 8; die zugehörige FSoE-Adresse lautet 10.

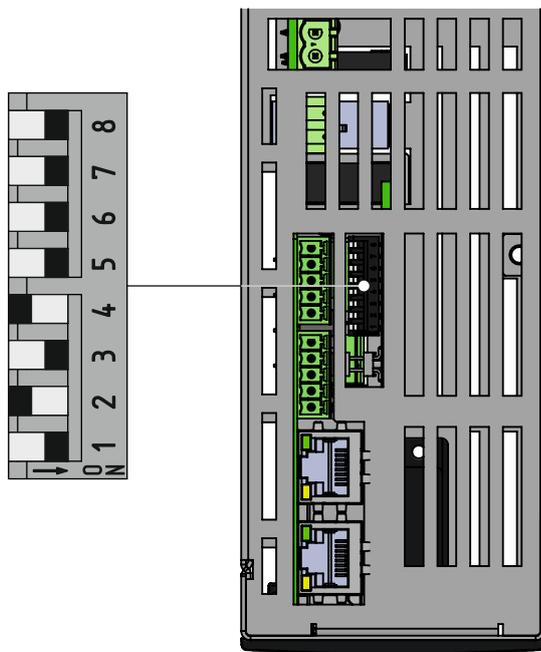


Abb. 8: PMC SY6 – DIP-Schalter

Schaltnummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Wertigkeit – FSoE-Adresse	1	2	4	8	16	32	64	128

DIP-Schalter und FSoE-Adressen

### FSoE-Adresse in PMC SY6 überprüfen

Die von Ihnen vergebene FSoE-Adresse für das Sicherheitsmodul können Sie über Parameter S21 FSoE-Slave-Adresse der DriveControlSuite verifizieren.

## 10.4 Safety-Systemzeit

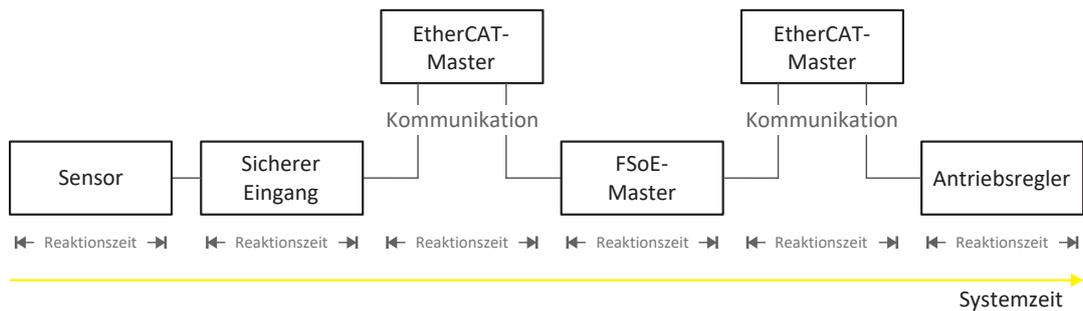


Abb. 9: Reaktionszeiten und Safety-Systemzeit

Unter der STO-Systemzeit versteht man die Zeitspanne von der Anforderung der sicheren Abschaltung (STO) an einem Sensor bis hin zum tatsächlichen sicheren Abschalten am EtherCAT-Anschluss des Antriebsreglers.

Die Systemzeit hängt von den Reaktionszeiten der einzelnen Systemkomponenten sowie von den Kommunikations- und Übertragungszeiten im EtherCAT-Verbund ab.

Die zugehörigen Prozesse sind:

- ▶ Sensor:  
STO-Anforderungssignal zur Verfügung stellen
- ▶ Safety-Terminal (sicherer Eingang):  
STO-Anforderungssignal erkennen
- ▶ EtherCAT-Master:  
Zustand des sicheren Eingangs an den FSoE-Master übertragen
- ▶ FSoE-Master:  
STO-Anforderungssignal auswerten
- ▶ EtherCAT-Master:  
STO-Anforderungssignal an den Antriebsregler übertragen
- ▶ Antriebsregler:  
STO aktivieren und abschalten (STO-Abschaltzeit); dieser Vorgang splittet sich in ....
  - EtherCAT-Verarbeitungszeit im Steuerteil
  - Transferzeit des Datenpakets zum Sicherheitsmodul PMC SY6
  - PMC SY6: Dauer für die Auswertung des Datenpakets
  - Abschaltzeit des Leistungsteils

## 10.5 FSoE-Watchdog-Zeit

Um mögliche Störungen zu erkennen, wird die Kommunikation zwischen FSoE-Master und -Slave durch einen FSoE-Watchdog überwacht. Sobald ein FSoE-Telegramm versendet wurde, starten sowohl Master als auch Slave einen sogenannten Watchdog. Erhalten Master oder Slave vor Ablauf der Watchdog-Zeit kein entsprechendes Antworttelegramm, wechselt das jeweilige Gerät in einen sicheren Zustand. Die Watchdog-Zeit wird bei der Berechnung der Worst-Case-Reaktionszeit berücksichtigt.

Die Watchdog-Zeit wird für jeden Slave individuell im FSoE-Master parametrierbar.

## 11 Anhang

### 11.1 Unterstützte Kommunikationsobjekte

#### 11.1.1 ETG.6100.3 Safety over EtherCAT Drive Profile: 6600 hex – 67FF hex

Nachfolgende Tabelle beinhaltet die unterstützten Kommunikationsobjekte des standardisierten Profils ETG.6100.3 Safety over EtherCAT Drive Profile sowie deren Abbildung auf die entsprechenden Pilz-spezifischen Parameter.

Index	Subindex	TxPDO	RxPDO	Name	Kommentar
6600 hex	0 hex	—	—	Time unit	Einheit: 10 ms
6620 hex				Safety controlword	Array
6620 hex	0 hex	—	—	Highest subindex supported	Anzahl Array-Elemente: 2
6620 hex	1 hex	—	—	Safety controlword, 1st byte	S544[0]
6620 hex	2 hex	—	—	Safety controlword, 2nd byte	S544[1]; ohne Funktion
6621 hex				Safety statusword	Array
6621 hex	0 hex	—	—	Highest subindex supported	Anzahl Array-Elemente: 2
6621 hex	1 hex	—	—	Safety statusword, 1st byte	S545[0]
6621 hex	2 hex	—	—	Safety statusword, 2nd byte	S545[1]; ohne Funktion
6640 hex	0 hex	—	—	STO command supported	Funktion wird unterstützt = 1
6641 hex	0 hex	—	—	STO restart acknowledge	STO restart ohne acknowledge = 0
6650 hex	0 hex	—	—	SS1 command supported	Funktion wird unterstützt = 1
6651 hex	0 hex	—	—	SS1 time to STO	S593, Einheit in Objekt 6600 hex definiert

Kommunikationsobjekte ETG.6100.3: 6600 hex – 67FF hex

### 11.1.2 ETG.5001.4 Safety over EtherCAT: E000 hex – EFFF hex

Nachfolgende Tabelle beinhaltet die unterstützten Kommunikationsobjekte des standardisierten Profils ETG.5001.4 Safety over EtherCAT.

Index	Subindex	TxPDO	RxPDO	Name	Kommentar
E901 hex				FSoE Connection Communication Parameter	Struktur
E901 hex	0 hex	—	—	Highest subindex supported	Anzahl Strukturelemente: 8
E901 hex	1 hex	—	—	Version	
E901 hex	2 hex	—	—	FSoE slave address	
E901 hex	3 hex	—	—	Connection ID	
E901 hex	4 hex	—	✓	Watchdog time	
E901 hex	5 hex	—	—	Reserved	
E901 hex	6 hex	—	—	Connection type	
E901 hex	7 hex	—	—	ComParameterLength	
E901 hex	8 hex	—	—	ApplParameterLength	
F980 hex	0 hex	—	—	FSoE slave address	

Kommunikationsobjekte ETG.5001.4: E000 hex – EFFF hex

## 11.2 Weiterführende Informationen

Die in nachfolgender Tabelle gelisteten Dokumentationen liefern weitere relevante Informationen zum Antriebsregler.

Aktuelle Dokumentversionen finden Sie unter <https://www.pilz.com/de-INT>.

Gerät/Software	Dokumentation	Inhalte	ID
Antriebsregler PMC SC6	Handbuch	Systemaufbau, technische Daten, Projektierung, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme, Betrieb, Service, Diagnose	1005343
Antriebsregler PMC SC6	Inbetriebnahmeanleitung	Systemaufbau, technische Daten, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme	1005357
Anreihetechnik mit PMC SI6 und PMC PS6	Handbuch	Systemaufbau, technische Daten, Projektierung, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme, Betrieb, Service, Diagnose	1005342
Anreihetechnik mit PMC SI6 und PMC PS6	Inbetriebnahmeanleitung	Systemaufbau, technische Daten, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme	1005356
Kommunikation EtherCAT – PMC SC6, PMC SI6	Handbuch	Einbau, elektrische Installation, Datentransfer, Inbetriebnahme, weiterführende Informationen	1005346

Zusätzliche Informationen und Quellen, die als Grundlage für diese Dokumentation dienen oder aus denen zitiert wird:

EtherCAT Technology Group (ETG), 2012. *ETG.1300 : EtherCAT Indicator and Labeling*. ETG.1300 S (R) V1.1.0. Specification. 27.01.2012.

EtherCAT Technology Group (ETG), 2016. *ETG.5001: Modular Device Profile, Part 4: Safety Modules Specification*. ETG.5001.4 S (D) V0.2.1. Specification. 05.08.2016.

EtherCAT Technology Group (ETG), 2016. *ETG.6100: Safety Drive Profile, Part 1: Overview, Scope*. ETG.6100.1 S (R) V1.2.0. Specification. 08.02.2016.

EtherCAT Technology Group (ETG), 2016. *ETG.6100: Safety Drive Profile, Part 2: Generic Safety Drive Profile for adjustable speed electrical power drive systems that are suitable for use in safety-related applications PDS(SR)*. ETG.6100.2 S (R) V1.2.0. Specification. 08.02.2016.

EtherCAT Technology Group (ETG), 2016. *ETG.6100: Safety Drive Profile Part 3: Mapping to Safety-over-EtherCAT*. ETG.6100.3 S (WD) V1.2.0. Specification. 08.02.2016.

### 11.3 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
µC	Mikrocontroller
CRC	Cyclic Redundancy Check (dt.: zyklische Redundanzprüfung)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ESI	EtherCAT Slave Information (dt.: Gerätebeschreibung eines EtherCAT-Slaves)
ETG	EtherCAT Technology Group
EtherCAT	Ethernet for Control Automation Technology
FSoE	Fail Safe over EtherCAT
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor (dt.: Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode)
I/O	Input/Output (dt.: Eingabe/Ausgabe)
PDO	Process Data Objects (dt.: Prozessdaten-Objekte)
PDS(SR)	Power Drive System(Safety Related) (dt.: Leistungsantriebssystem mit integrierter Sicherheitsfunktion)
PDU	Process Data Units (dt.: Prozessdaten-Einheiten)
PL	Performance Level (dt.: Leistungsgrad)
PWM	Pulsweitenmodulation
RxPDO	Receive-PDO (dt.: Empfangs-Prozessdaten)
SIL	Safety Integrity Level (dt.: Sicherheits-Integritätslevel)
SIL CL	Safety Integrity Level Claim Limit (dt.: Anspruchsgrenze des Integritätslevels Sicherheit)
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SRECS	Safety Related Electrical Control System (dt.: sicherheitsbezogenes elektr. Steuerungssystem einer Maschine)
SRP/CS	Safety Related Part of a Control System (dt.: sicherheitsbezogenes Teil einer Steuerung)
SS1	Safe Stop 1 (dt.: sicherer Stopp 1)
SS1-t	Save Stop 1-time (dt.: sicherer Stopp 1, zeitgesteuert)
STO	Safe Torque Off (dt.: sicher abgeschaltetes Moment)
TxPDO	Transmit-PDO (dt.: Sende-Prozessdaten)

### Black-Channel-Prinzip

Technik, die die Übertragung sicherer Daten über unsichere Netzwerk- oder Busleitungen erlaubt. Safety-Komponenten können sicherheitsrelevante Daten Hardware-unabhängig mittels eines sicheren Protokolls übertragen, das den zugrundeliegenden Netzwerkanal durchtunnelt. Mögliche Übertragungsfehler sind in den Normen IEC 61784-3 und IEC 61508 festgehalten.

### Broadcast-Domain

Logischer Verbund von Netzwerkgeräten in einem lokalen Netzwerk, der alle Teilnehmer über Broadcast erreicht.

### ESI-Datei

Gerätebeschreibungsdatei für EtherCAT-Slaves. Gemäß ETG.2000: XML-Datei, die sämtliche relevanten Daten eines EtherCAT-Teilnehmers im EtherCAT-System enthält, wie beispielsweise die Identität des Herstellers, den Produkt-Code, die Version oder die Produktionsnummer. Der EtherCAT-Master benötigt diese Datei für die Konfiguration des EtherCAT-Systems.

### Fail Safe over EtherCAT (FSoE)

Protokoll zur Übertragung von sicherheitsrelevanten Daten über EtherCAT, unter Verwendung eines FSoE-Masters und einer unbestimmten Anzahl von FSoE-Slaves (d. h. Geräte, die eine Safety over EtherCAT-Schnittstelle besitzen). Das Protokoll ermöglicht die Realisierung funktionaler Sicherheit über EtherCAT. FSoE sowie dessen Implementierung sind TÜV-zertifiziert und entsprechen den SIL 3-Anforderungen gemäß IEC 61508.

### FSoE-Adresse

Jeder FSoE-Slave besitzt eine Adresse, die ihn im FSoE-Netzwerk eindeutig identifiziert. Die Adresse wird in der Regel am Gerät selbst eingestellt, beispielsweise über einen DIP-Schalter. In einem FSoE-System können maximal 65.534 (16 Bit, Adresse 0 ist nicht erlaubt) Teilnehmer durch ihre Adressen voneinander unterschieden werden.

### Gebrauchsdauer ( $T_M$ )

Gemäß DIN EN 61800-5-2: Festgelegte kumulierte Betriebsdauer des PDS(SR) während seiner Gesamtlebensdauer.

### Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)

Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode. Vierschicht-Halbleiterbauelement, das über ein Gate gesteuert wird und die Vorteile von Bipolar- und Feldeffekttransistor vereint. Ein IGBT wird hauptsächlich in der Leistungselektronik eingesetzt.

### IPv4-Limited-Broadcast

Art eines Broadcast in einem Netzwerk mit IPv4 (Internet Protocol Version 4). Als Ziel wird die IP-Adresse 255.255.255.255 angegeben. Der Inhalt

des Broadcast wird von einem Router nicht umgeleitet und ist somit auf das eigene lokale Netzwerk limitiert.

### Kategorie

Gemäß DIN EN ISO 13849-1: Einstufung der sicherheitsbezogenen Teile einer Steuerung bezüglich ihres Widerstands gegen Fehler und ihres nachfolgenden Verhaltens bei einem Fehler. Eine Kategorie wird erreicht durch die Struktur und die Anordnung der Teile, deren Fehlererkennung und/oder ihre Zuverlässigkeit. Mögliche Kategoriebezeichnungen, d. h. Einstufungen sind B, 1, 2, 3, 4.

### PDO

Kommunikationsobjekte in einem CANopen- oder EtherCAT-Netzwerk, die Daten wie Soll- und Istwerte, Steuerbefehle oder Statusinformationen ereignis- oder zielorientiert, zyklisch oder auf Anforderung in Echtzeit übertragen. PDO werden über den Prozessdaten-Kanal generell mit hoher Priorität ausgetauscht. Abhängig von der Sicht der jeweiligen Teilnehmer werden Empfangs-PDO (RxPDO) von SendepDO (TxPDO) unterschieden.

### Performance Level (PL)

Gemäß DIN EN 13849-1: Maß für die Zuverlässigkeit einer Sicherheitsfunktion oder eines Bauteils. Der Performance Level wird auf einer Skala von a – e (geringster – höchster PL) bemessen. Je höher der PL, desto sicherer und zuverlässiger ist die betrachtete Funktion. Der PL kann einem bestimmten SIL zugeordnet werden. Ein umgekehrter Rückschluss von einem SIL zu einem PL ist nicht möglich.

### Probability of a dangerous Failure per Hour (PFH<sub>D</sub>)

Gemäß DIN EN 61508/DIN EN 62061: Durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Geräteausfalls pro Stunde. Zusammen mit PFH eine der wesentlichen Berechnungsgrundlagen für die Zuverlässigkeit der Sicherheitsfunktion von Geräten, dem SIL.

### Safe Stop 1 (SS1)

Gemäß DIN EN 61800-5-2: Verfahren zum Stillsetzen eines PDS(SR). Bei der Sicherheitsfunktion SS1 führt das PDS(SR) eine der folgenden Funktionen aus:

- Auslösen und Steuern der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der STO-Funktion, wenn die Motordrehzahl unter einen festgelegten Grenzwert fällt (SS1-d), oder
- Auslösen und Überwachen der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der STO-Funktion, wenn die Motordrehzahl unter einen festgelegten Grenzwert fällt (SS1-r), oder
- Auslösen der Motorverzögerung und Auslösen der STO-Funktion nach einer anwendungsspezifischen

schen Zeitverzögerung (SS1-t). SS1(-t) entspricht in diesem Fall dem zeitgesteuerten Stillsetzen nach IEC 60204-1, Stoppkategorie 1(-t).

## **Safe Torque Off (STO)**

---

Gemäß DIN EN 61800-5-2: Verfahren zum Stillsetzen eines PDS(SR). Bei der Sicherheitsfunktion STO wird dem Motor keine Energie zugeführt, die eine Drehung (oder bei einem Linearmotor eine Bewegung) verursachen kann. Das PDS(SR) liefert keine Energie an den Motor, die ein Drehmoment (oder bei einem Linearmotor eine Kraft) erzeugen kann. STO ist die grundlegendste antriebsintegrierte Sicherheitsfunktion.

Sie entspricht dem ungesteuerten Stillsetzen nach DIN EN 60204-1, Stoppkategorie 0.

## **Safety Integrity Level (SIL)**

---

Gemäß DIN EN 61800-5-2: Ausfallwahrscheinlichkeit einer Sicherheitsfunktion. SIL ist in die Stufen 1 – 4 (geringster – höchster Level) eingeteilt. Durch SIL werden Systeme oder Teilsysteme auf ihre Zuverlässigkeit von Sicherheitsfunktionen exakt beurteilt. Je höher der SIL, desto sicherer und zuverlässiger ist die betrachtete Funktion.

## **Safety Integrity Level Claim Limit (SIL CL)**

---

Maximaler SIL, der beansprucht werden kann – bezogen auf strukturelle Einschränkungen und systematische Sicherheitsintegrität eines SRECS-Teilsystems. Ein SIL CL wird durch die Hardware-Fehlertoleranz (HFT) und den Anteil sicherer Ausfälle der Teilsysteme (SFF) bestimmt.

## **STO-Abschaltzeit**

---

Zeitspanne ab dem Aktivieren der Sicherheitsfunktion bis hin zum sicheren Abschalten des Leistungsteils des Antriebsreglers.

## **Worst-Case-Reaktionszeit**

---

Maximale Zeitspanne, die benötigt wird, um den Aktor im Fehlerfall abzuschalten.

Abb. 1	Komponenten des FSoE-basierten Sicherheitskonzepts .....	12
Abb. 2	DS6: Programmoberfläche .....	15
Abb. 3	Leuchtdioden für den EtherCAT-Zustand .....	22
Abb. 4	Leuchtdiode für den FSoE-Zustand.....	24
Abb. 5	Leuchtdioden für den Zustand der EtherCAT-Netzwerkverbindung.....	25
Abb. 6	Funktionsprinzip STO nach ETG.6100.2.....	32
Abb. 7	Funktionsprinzip SS1-t nach ETG.6100.2 .....	33
Abb. 8	PMC SY6 – DIP-Schalter .....	34
Abb. 9	Reaktionszeiten und Safety-Systemzeit .....	35

Tab. 1	PMC SY6 – Sicherheitsrelevante Kenngrößen .....	14
Tab. 2	Bedeutung der roten LED (Error) .....	23
Tab. 3	Bedeutung der grünen LED (Run) .....	23
Tab. 4	Bedeutung der grünen LED (FSoE status indicator nach IEC 61784-3) .....	24
Tab. 5	Bedeutung der grünen LEDs (LA) .....	25
Tab. 6	Ereignis 50 – Ursachen und Maßnahmen .....	29
Tab. 7	Ereignis 70 – Ursachen und Maßnahmen .....	30
Tab. 8	Process Data Units im FSoE-Zustand Parameter .....	30
Tab. 9	DIP-Schalter und FSoE-Adressen .....	34
Tab. 10	Kommunikationsobjekte ETG.6100.3: 6600 hex – 67FF hex .....	36
Tab. 11	Kommunikationsobjekte ETG.5001.4: E000 hex – EFFF hex .....	37

# Intern

## ► Support

Technische Unterstützung von Pilz erhalten Sie rund um die Uhr.

### Amerika

#### Brasilien

+55 11 97569-2804

#### Kanada

+1 888-315-PILZ (315-7459)

#### Mexiko

+52 55 5572 1300

#### USA (toll-free)

+1 877-PILZUSA (745-9872)

### Asien

#### China

+86 21 60880878-216

#### Japan

+81 45 471-2281

#### Südkorea

+82 31 450 0680

### Australien

+61 3 95600621

### Europa

#### Belgien, Luxemburg

+32 9 3217575

#### Deutschland

+49 711 3409-444

#### Frankreich

+33 3 88104000

#### Großbritannien

+44 1536 462203

#### Irland

+353 21 4804983

#### Italien, Malta

+39 0362 1826711

### Niederlande

+31 347 320477

### Österreich

+43 1 7986263-0

### Schweiz

+41 62 88979-30

### Skandinavien

+45 74436332

### Spanien

+34 938497433

### Türkei

+90 216 5775552

### Unsere internationale

#### Hotline erreichen Sie unter:

+49 711 3409-444

support@pilz.com

Haben Sie Fragen zur Maschinensicherheit?

Pilz antwortet auf [www.wissen-maschinensicherheit.de](http://www.wissen-maschinensicherheit.de)

Pilz entwickelt umweltfreundliche Produkte unter Verwendung ökologischer Werkstoffe und energiesparender Techniken.

In ökologisch gestalteten Gebäuden wird umweltbewusst und energiesparend produziert und gearbeitet. So bietet Pilz Ihnen Nachhaltigkeit mit der Sicherheit, energieeffiziente Produkte und umweltfreundliche Lösungen zu erhalten.



Partner of the Engineering Industry Sustainability Initiative



Pilz GmbH & Co. KG  
Felix-Wankel-Straße 2  
73760 Ostfildern, Deutschland  
Tel.: +49 711 3409-0  
Fax: +49 711 3409-133  
info@pilz.com  
www.pilz.com

CMSE®, InduraNET p®, PAS4000®, PASscal®, PASconfig®, Pilz®, PIT®, PLID®, PMCPprime®, PMCProtego®, PMCiendo®, PMD®, PMi®, PNOZ®, PNOZs®, PNOZm®, PSEN®, PSS®, PVIS®, SafetyBUS p®, SafetyEYE®, SafetyNET p®, THE SPIRIT OF SAFETY™ sind in einigen Ländern amtlich registrierte und geschützte Marken der Pilz GmbH & Co. KG. Wir weisen darauf hin, dass die Produkteigenschaften je nach Stand bei Drucklegung und Ausstattungsumfang von den Angaben in diesem Dokument abweichen können. Für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der in Text und Bild dargestellten Informationen übernehmen wir keine Haftung. Bitte nehmen Sie bei Rückfragen Kontakt zu unserem Technischen Support auf.

1005345-de-03\_06/2020 Printed in Germany  
© Pilz GmbH & Co. KG, 2015