

Intern



EtherCAT – PMC SC6 und PMC SI6

Pilz

	Inhaltsverzeichnis	2
1	Vorwort.....	6
2	Benutzerinformationen	7
2.1	Aufbewahrung und Weitergabe.....	7
2.2	Beschriebenes Produkt	7
2.3	Richtlinien und Normen	7
2.4	Aktualität	7
2.5	Originalsprache	7
2.6	Haftungsbeschränkung	8
2.7	Darstellungskonventionen.....	9
2.7.1	Darstellung von Warnhinweisen und Informationen.....	9
2.7.2	Auszeichnung von Textelementen	10
2.7.3	Mathematik und Formeln	10
2.8	Marken	11
3	Sicherheitshinweise.....	12
4	Netzwerkaufbau.....	13
5	Anschluss	14
5.1	Auswahl geeigneter Kabel	14
5.2	X200, X201: Feldbusanbindung.....	14
6	Was Sie vor der Inbetriebnahme wissen sollten.....	15
6.1	Programmoberflächen.....	15
6.1.1	Programmoberfläche DS6.....	15
6.1.1.1	Ansicht konfigurieren.....	17
6.1.1.2	Navigation über sensitive Schaltbilder	18
6.1.2	Programmoberfläche TwinCAT 3.....	19
6.2	Bedeutung der Parameter.....	20
6.2.1	Parametergruppen	20
6.2.2	Parameterarten und Datentypen.....	21
6.2.3	Parametertypen.....	22
6.2.4	Parameteraufbau	22
6.2.5	Parametersichtbarkeit	23
6.3	Signalquellen und Prozessdaten-Mapping.....	24
6.4	Nichtflüchtiges Speichern.....	25
7	Inbetriebnahme	26
7.1	DS6: Antriebsregler konfigurieren	27
7.1.1	Projekt aufsetzen	27
7.1.1.1	Antriebsregler und Achse projektieren	27
7.1.1.2	Sicherheitstechnik einrichten	29
7.1.1.3	Weitere Antriebsregler und Module anlegen.....	29
7.1.1.4	Modul projektieren.....	30
7.1.1.5	Projekt projektieren	30
7.1.2	Allgemeine EtherCAT-Einstellungen parametrieren	30
7.1.3	PDO-Übertragung konfigurieren	31
7.1.3.1	RxPDO anpassen	31
7.1.3.2	TxPDO anpassen.....	31

7.1.4	Mechanisches Achsmodell abbilden	32
7.1.4.1	Motor parametrieren	32
7.1.4.2	Achsmodell parametrieren	33
7.1.5	EtherCAT-Teilnehmer synchronisieren	37
7.1.6	Konfiguration übertragen und speichern	38
7.1.7	Steuertafel aktivieren und Konfiguration testen	40
7.2	TwinCAT 3: EtherCAT-System in Betrieb nehmen	41
7.2.1	ESI-Datei erstellen und exportieren	41
7.2.2	EtherCAT-Master aktivieren	42
7.2.3	Hardware-Umgebung scannen	43
7.2.4	Startup-Liste erweitern	44
7.2.5	Synchronisation über Distributed Clocks konfigurieren	46
7.2.6	Synchronisation über SyncManager-Event konfigurieren	46
7.2.7	Steuerungsbasierende Achsansteuerung	47
7.2.7.1	Achse parametrieren	47
7.2.7.2	Achsansteuerung programmieren	48
7.2.8	Antriebsbasierende Achsansteuerung	49
7.2.9	EoE-Kommunikation konfigurieren	50
7.2.10	Station Alias konfigurieren	51
7.2.11	Konfiguration übertragen	52
7.2.12	Funktionalität der Achsen prüfen	52
7.3	CODESYS V3: EtherCAT-System in Betrieb nehmen	53
7.3.1	Standardprojekt anlegen	53
7.3.2	Antriebsregler anhängen	53
7.3.3	Synchronisation über Distributed Clocks konfigurieren	54
7.3.4	Steuerungsbasierende Achsansteuerung	55
7.3.4.1	SoftMotion-Achse parametrieren	55
7.3.4.2	Achsansteuerung programmieren	56
7.3.5	Antriebsbasierende Achsansteuerung	57
7.3.6	EoE-Kommunikation konfigurieren	57
7.3.7	Konfiguration übertragen	57
7.3.8	Funktionalität der Achsen prüfen	58
7.3.9	Sonderfall: PDO-Übertragung erweitern	58
8	Monitoring und Diagnose	59
8.1	Verbindungsüberwachung	59
8.2	LED-Anzeige	59
8.2.1	Zustand EtherCAT	60
8.2.2	Netzwerkverbindung EtherCAT	61
8.3	Ereignisse	62
8.3.1	Ereignis 52: Kommunikation	63
8.4	Parameter	64
8.4.1	A254 EtherCAT Station Alias G6 V0	64
8.4.2	A255 EtherCAT Device State G6 V2	64
8.4.3	A256 EtherCAT Adresse G6 V1	64
8.4.4	A257 EtherCAT Diagnose G6 V1	64
8.4.5	A259 EtherCAT SM-Watchdog G6 V1	66
8.4.6	A261 Sync-Diagnose G6 V1	66
8.4.7	A287 DC-Sync optimieren G6 V3	67
8.4.7.1	A287[2] Ergebnis G6 V2	67

9	Mehr zu EtherCAT?	68
9.1	EtherCAT	68
9.2	Kommunikationsprotokolle	69
9.2.1	CoE: CANopen over EtherCAT	69
9.2.2	EoE: Ethernet over EtherCAT	70
9.2.3	EoE: Anwendungsfälle mit Pilz Geräten	70
9.2.3.1	Topologie 1: EtherCAT-Master und DS6 auf einem PC.....	71
9.2.3.2	Topologie 2: EtherCAT-Master und DS6 auf unterschiedlichen PCs.....	72
9.3	Kommunikationsobjekte	74
9.3.1	PDO: Process Data Objects.....	74
9.3.1.1	PDO-Mapping	74
9.3.2	SDO: Service Data Objects.....	75
9.3.2.1	Achsabhängige Parameter adressieren.....	75
9.3.2.2	Expedited Transfer.....	75
9.3.2.3	Segmented Transfer	77
9.3.3	EMCY: Emergency Objects	82
9.4	EtherCAT State Machine	84
9.5	Synchronisation.....	86
9.5.1	SM-Sync: Synchronisation über SyncManager-Event	87
9.5.2	DC-Sync: Synchronisation über Distributed Clocks	88
9.5.2.1	TwinCAT 3: Synchronisation über DC-Sync	89
9.5.2.2	CODESYS V3: Synchronisation über DC-Sync.....	95
9.6	Modulare ESI-Dateien.....	102
9.6.1	Modulare ESI-Datei erweitern	102
9.6.2	Modul aus ESI-Datei löschen.....	103
9.7	Zykluszeiten	103
9.8	Aktionen ansteuern und ausführen	104
9.9	Feldbuskalibrierung	106
9.10	Service SDO Info	107
9.10.1	Service SDO Info in TwinCAT 3 einstellen.....	107
9.10.2	Zugriff auf Objekte.....	108
9.10.3	Prüfung auf Konformität	108
9.11	Diagnosis History	109
9.11.1	Diagnosis History in TwinCAT 3 auslesen	109
9.11.2	Ermittlung der Systemzeit	110
10	Anhang	111
10.1	Unterstützte Kommunikationsobjekte.....	111
10.1.1	ETG.1000.6 EtherCAT specification: 1000 hex – 1FFF hex	111
10.1.2	ETG.1020 EtherCAT protocol enhancements.....	114
10.1.3	ETG.5000.1 Modular Device Profile: F000 hex – FFFF hex	115
10.1.4	Herstellerspezifische Parameter: 2000 hex – 53FF hex	116
10.1.5	Herstellerspezifische Parameter: A000 hex – D3FF hex	118
10.2	SDO-Übertragung: Fehler-Codes	120
10.3	EMCY-Nachricht: Fehler-Codes fehlerhafte Zustandsübergänge.....	121
10.4	EMCY-Nachricht: Fehler-Codes Gerätestörung.....	122
10.5	EMCY-Nachricht: Fehler-Codes EoE-Fehler	123
10.6	Simple Network Time Protocol (SNTP).....	124
10.6.1	Zeit-Service auf dem Computer einrichten.....	124
10.7	Weiterführende Informationen.....	126
10.8	Abkürzungen	127

Intern

Glossar	129
Abbildungsverzeichnis	131
Tabellenverzeichnis	132

1

Vorwort

Die Antriebsregler der Baureihen PMC SC6 und PMC SI6 sind unter anderem mit dem Ethernet-basierten Feldbussystem EtherCAT im Standard verfügbar.

Die vorliegende Dokumentation beschreibt eine Kombination der genannten Antriebsregler mit einer Steuerung als EtherCAT-Master und der zugehörigen Automatisierungssoftware.

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 unterstützt Sie bei der Inbetriebnahme von Pilz Antriebsreglern der Baureihe PMC SC6 oder PMC SI6 in Verbindung mit übergeordneten Steuerungssystemen über ein EtherCAT-Netzwerk.

Fachliche Vorkenntnisse

Um den EtherCAT-Verbund in Betrieb nehmen zu können, sollten Ihnen die Grundlagen der Netzwerktechnologie EtherCAT bekannt sein.

Technische Voraussetzungen

Bevor Sie Ihr EtherCAT-Netzwerk in Betrieb nehmen, müssen Sie die Antriebsregler verdrahtet und deren korrekte Funktionsweise initial überprüft haben. Folgen Sie hierzu den Anweisungen im Handbuch des jeweiligen Antriebsreglers.

Gender-Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsneutrale Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform beinhaltet also keine Wertung, sondern hat lediglich redaktionelle Gründe.

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 der Software DriveControlSuite (DS6) ab V 6.5-K und zugehöriger Firmware ab V 6.5-K-EC.

2.3 Richtlinien und Normen

Die für den Antriebsregler und das Zubehör relevanten europäischen Richtlinien und Normen entnehmen Sie der Dokumentation des Antriebsreglers.

2.4 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>.

2.5 Originalsprache

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

2.6 **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.

2.7 Darstellungskonventionen

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

2.7.1 Darstellung von Warnhinweisen und Informationen

Warnhinweise sind durch 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.

2.7.2 Auszeichnung von Textelementen

Bestimmte Elemente des Fließtexts werden wie folgt ausgezeichnet.

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

Tastenkürzel und Befehlsfolgen oder Pfade sind folgendermaßen dargestellt.

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

2.7.3 Mathematik und Formeln

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

–	Subtraktion
+	Addition
×	Multiplikation
÷	Division
	Betrag

2.8 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:

CANopen®,
CiA®

CANopen® und CiA® sind eingetragene Unionsmarken des CAN in AUTOMATION e.V., Nürnberg, Deutschland.

CODESYS®

CODESYS® ist eine eingetragene Marke der CODESYS GmbH, Kempten, Deutschland.

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.

Windows®,
Windows® 7,
Windows® 10,
Windows® 11

Windows®, das Windows®-Logo, Windows® XP, Windows® 7, Windows® 10 und Windows® 11 sind eingetragene Marken der Microsoft Corporation in den USA und/oder anderen Ländern.

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 Sicherheitshinweise



WARNUNG!

Lebensgefahr bei Nichtbeachtung von Sicherheitshinweisen und Restrisiken!

Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise und Restrisiken in der Dokumentation des Antriebsreglers können Unfälle mit schweren Verletzungen oder Tod auftreten.

- Halten Sie die Sicherheitshinweise in der Antriebsregler-Dokumentation ein.
- Berücksichtigen Sie bei der Risikobeurteilung für die Maschine oder Anlage die Restrisiken.



WARNUNG!

Fehlfunktion der Maschine infolge fehlerhafter oder veränderter Parametrierung!

Bei fehlerhafter oder veränderter Parametrierung können Fehlfunktionen an Maschinen oder Anlagen auftreten, die zu schweren Verletzungen oder Tod führen können.

- Beachten Sie die Security-Hinweise in der Antriebsregler-Dokumentation.
- Schützen Sie z. B. die Parametrierung vor unbefugtem Zugriff.
- Treffen Sie geeignete Maßnahmen für mögliche Fehlfunktionen (z. B. Not-Aus oder Not-Halt).

4 Netzwerkaufbau

Ein EtherCAT-Netzwerk besteht in der Regel aus einem EtherCAT-Master (Steuerung) sowie EtherCAT-Slaves, d. h. Antriebsreglern der Baureihe PMC SC6 oder PMC SI6. Die Antriebsregler PMC SI6 benötigen zusätzlich mindestens ein Versorgungsmodul PMC PS6 zur Energieversorgung.

Der EtherCAT-Netzwerkaufbau ist generell für die Linientopologie optimiert. Jeder EtherCAT-Slave besitzt einen kommenden und einen weiterführenden Busanschluss.

Die gesamte Netzwerkausdehnung ist nahezu uneingeschränkt, da maximal 65535 EtherCAT-Teilnehmer miteinander verbunden werden können.

Mit der Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite konfigurieren und parametrieren Sie die Antriebsregler, über die Automatisierungssoftware der Steuerung das gesamte EtherCAT-Netzwerk.

Nachfolgende Grafik abstrahiert ein EtherCAT-Netzwerk mit EtherCAT-Master und EtherCAT-Slaves am Beispiel der Baureihe PMC SI6.

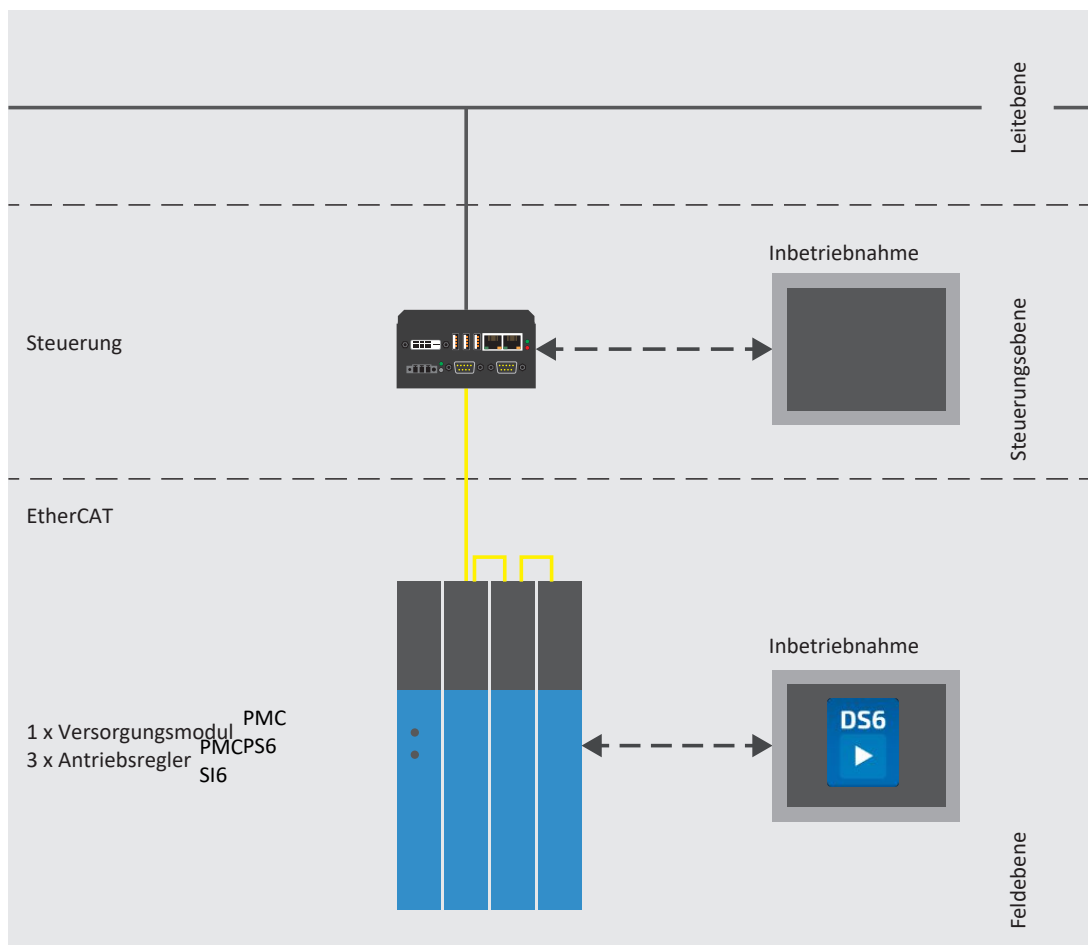


Abb. 1: EtherCAT: Netzwerkaufbau am Beispiel der Baureihe PMC SI6

5 Anschluss

Um die Antriebsregler der Baureihen PMC SC6 und PMC SI6 an weitere EtherCAT-Teilnehmer anbinden zu können, stehen Ihnen jeweils zwei RJ-45-Buchsen auf der Geräteoberseite zur Verfügung.

5.1 Auswahl geeigneter Kabel

Bei EtherCAT handelt es sich um eine für die Automatisierungstechnik optimierte Ethernet-basierte Kommunikationstechnologie.

Als Kabel sind Ethernet Patch- oder Crossover-Kabel geeignet, die der Qualitätsstufe CAT 5e entsprechen. Die Fast-Ethernet-Technologie erlaubt eine maximale Kabellänge von 100 m zwischen zwei Teilnehmern.



Information

Beachten Sie, dass Sie ausschließlich geschirmte Kabel mit dem Aufbau SF/FTP, S/FTP oder SF/UTP verwenden.

5.2 X200, X201: Feldbusanbindung

Die Antriebsregler verfügen über die beiden RJ-45-Buchsen X200 und X201. Die Buchsen befinden sich auf der Geräteoberseite. Die zugehörige Pin-Belegung und Farbkodierung entsprechen dem Standard EIA/TIA-T568B.

Buchse	Pin	Bezeichnung	Funktion
1 2 ... 7 8 	1	Tx+	Kommunikation
	2	Tx-	
	3	Rx+	
	4	—	—
	5	—	—
	6	Rx-	Kommunikation
	7	—	—
	8	—	—

Tab. 1: Anschlussbeschreibung X200 und X201

6 Was Sie vor der Inbetriebnahme wissen sollten

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

6.1 Programmoberflächen

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

6.1.1 Programmoberfläche DS6

Über die grafische Oberfläche der Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite (DS6) können Sie Ihr Antriebsprojekt schnell und effizient projektieren, parametrieren und in Betrieb nehmen. Im Service-Fall können Sie mithilfe der DriveControlSuite Diagnoseinformationen wie Betriebszustände, Störungsspeicher und Störungszähler Ihres Antriebsprojekts auswerten.



Information

Die Programmoberfläche der DriveControlSuite steht Ihnen in deutscher, englischer und französischer Sprache zur Verfügung. Um die Sprache der Programmoberfläche zu ändern, wählen Sie Menü **Einstellungen** > **Sprache**.



Information

Die Hilfe der DriveControlSuite erreichen Sie in der Menüleiste über Menü **Hilfe** > **Hilfe zur DS6** oder über die Taste [F1] auf Ihrer Tastatur. Abhängig vom Programmbereich, in dem Sie [F1] drücken, öffnet sich ein thematisch passendes Hilfethema.

Intern

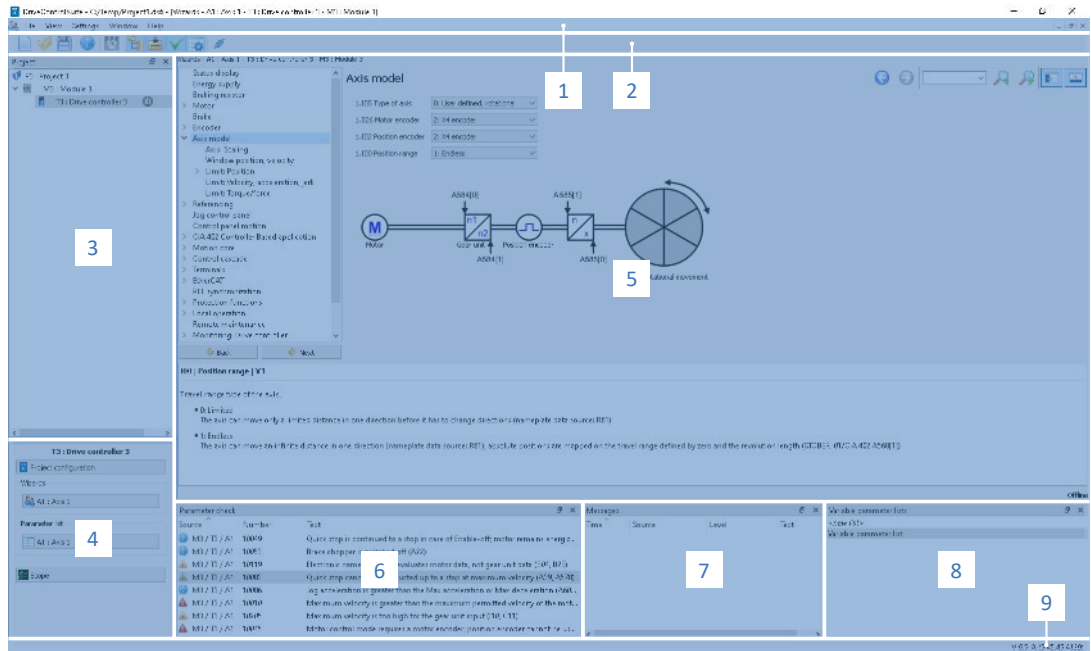


Abb. 2: DS6: Programmoberfläche





Nr.	Bereich	Beschreibung
1	Menüleiste	Über die Menüs Datei, Ansicht, Einstellungen und Fenster können Sie Projekte öffnen und speichern, Programmfenster ein- und ausblenden, die Oberflächensprache sowie Zugriffslevel auswählen und im Arbeitsbereich zwischen verschiedenen Fenstern wechseln.
2	Symbolleiste	Die Symbolleiste ermöglicht Ihnen schnellen Zugriff auf häufig benötigte Funktionen wie das Öffnen und Speichern von Projekten sowie das Ein- und Ausblenden von Fenstern in der Programmoberfläche.
3	Projektbaum	Der Projektbaum bildet die Struktur Ihres Antriebsprojekts in Form von Modulen und Antriebsreglern ab. Wählen Sie zuerst über den Projektbaum ein Element aus, um es über das Projektmenü zu bearbeiten.
4	Projektmenü	Das Projektmenü bietet Ihnen unterschiedliche Funktionen zur Bearbeitung von Projekt, Modul und Antriebsregler an. Das Projektmenü passt sich an das Element an, das Sie im Projektbaum ausgewählt haben.
5	Arbeitsbereich	Im Arbeitsbereich öffnen sich die verschiedenen Fenster, über die Sie ihr Antriebsprojekt bearbeiten können, wie z. B. der Projektierungsdialog, die Assistenten, die Parameterliste oder das Analysewerkzeug Scope.
6	Parameterprüfung	Die Parameterprüfung weist auf Auffälligkeiten und Unstimmigkeiten hin, die bei der Plausibilitätsprüfung der berechenbaren Parameter festgestellt wurden.
7	Meldungen	Die Einträge in den Meldungen protokollieren den Verbindungs- und Kommunikationszustand der Antriebsregler, systemseitig abgefangene Falscheingaben, Fehler beim Öffnen eines Projekts oder Regelverstöße in der grafischen Programmierung.
8	Variable Parameterlisten	Über variable Parameterlisten können Sie beliebige Parameter zur schnellen Übersicht in individuellen Parameterlisten zusammenstellen.
9	Statusleiste	In der Statusleiste finden Sie Angaben zur Software-Version und erhalten bei Prozessen wie dem Laden von Projekten weitere Informationen zur Projektdatei, zu den Geräten sowie zum Fortschritt des Prozesses.

6.1.1.1 Ansicht konfigurieren

Sie können in der DriveControlSuite die Sichtbarkeit und Anordnung von Bereichen und Fenstern ändern, um beispielsweise bei der Arbeit mit kleineren Bildschirmen den verfügbaren Platz im Arbeitsbereich zu optimieren.

Bereiche ein-/ausblenden

Nutzen Sie die Symbole in der Symbolleiste oder die Einträge im Menü Ansicht, um bestimmte Bereiche in der DriveControlSuite nach Bedarf ein- oder auszublenden.

Symbol	Eintrag	Beschreibung
–	Zurücksetzen	Setzt die Ansicht auf Werkeinstellungen zurück.
	Projekt	Blendet das Fenster Projekt (Projektbaum, Projektmenü) ein/aus.
	Meldungen	Blendet das Fenster Meldungen ein/aus.
	Parameterprüfung	Blendet das Fenster Parameterprüfung ein/aus.
	Variable Parameterlisten	Blendet das Fenster Variable Parameterlisten ein/aus.

Bereiche anordnen und gruppieren

Sie können die einzelnen Bereiche über Drag-and-Drop abdocken und neu anordnen: Wenn Sie ein abgedocktes Fenster an den Rand der DriveControlSuite ziehen, können Sie es dort in einem farblich hervorgehobenen Bereich entweder neben oder auf einem anderen Fenster loslassen, um es neu anzudocken.

Wenn Sie das Fenster auf einem anderen Fenster loslassen, werden die zwei Bereiche in einem Fenster zusammengefügt, in dem Sie über Register zwischen den Bereichen wechseln können.

6.1.1.2 Navigation über sensitive Schaltbilder

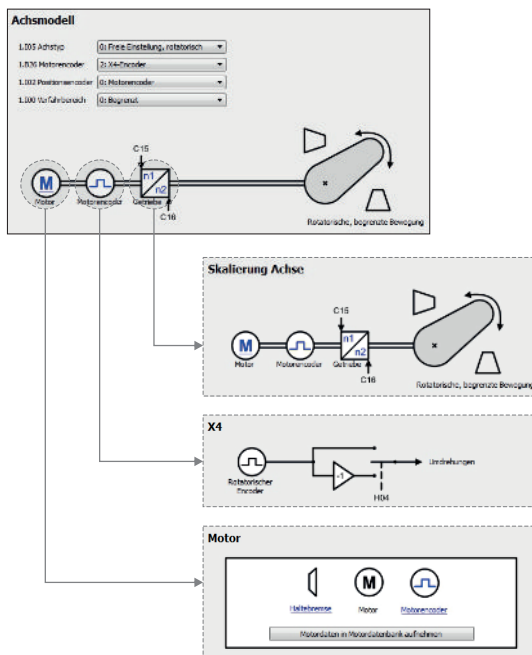


Abb. 3: DriveControlSuite: Navigation über Textlinks und Symbole

Um Ihnen die Bearbeitungsreihenfolgen von Soll- und Istwerten, die Verwendung von Signalen oder bestimmte Anordnungen von Antriebskomponenten grafisch zu verdeutlichen und die Konfiguration zugehöriger Parameter zu erleichtern, werden diese auf den jeweiligen Assistentenseiten des Arbeitsbereichs in Form von Schaltbildern dargestellt.

Blau eingefärbte Textlinks oder klickbare Symbole kennzeichnen programminterne Verlinkungen. Diese verweisen auf die jeweils zugehörigen Assistentenseiten und sind somit behilflich, weiterführende Detailseiten mit nur einem Klick zu erreichen.

6.1.2 Programmoberfläche TwinCAT 3

In TwinCAT 3 nehmen Sie Ihr EtherCAT-System über TwinCAT XAE in Betrieb. Die für diese Dokumentation relevanten Oberflächenelemente entnehmen Sie nachfolgender Grafik.

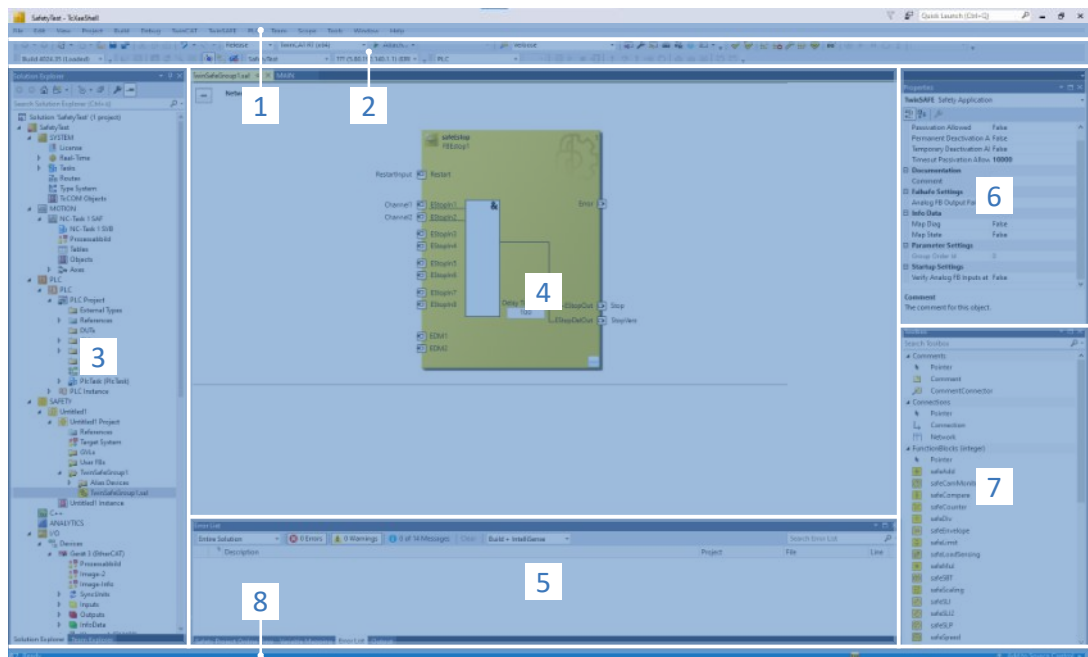


Abb. 4: TwinCAT 3 (TwinCAT XAE): Programmoberfläche

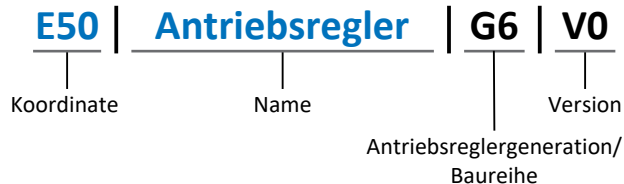
Nr.	Bereich	Beschreibung
1	Menüleiste	Die Menüleiste zeigt die standardmäßig eingestellten Menüs. Editorspezifische Menüs erscheinen nur, wenn der entsprechende Editor geöffnet ist. Über das Menü Tools können Sie die Benutzeroberfläche konfigurieren und beispielsweise vorhandene Menüs ergänzen oder neue definieren.
2	Symbolleiste	Die Symbolleiste ermöglicht Ihnen schnellen Zugriff auf häufig benötigte Funktionen wie das Öffnen und Speichern von Projekten.
3	Solution Explorer	Der Solution Explorer bildet die Struktur Ihres Projekts mit den enthaltenen Projektelementen ab. Wählen Sie zuerst über den Solution Explorer ein Element aus, um es im Hauptfenster zu bearbeiten.
4	Hauptfenster (Editor)	Im Hauptfenster definieren und bearbeiten Sie Objekte, z. B. grafische Programmiererelemente.
5	Meldungsfenster	Im Meldungsfenster werden Sie über aktuell vorliegende Fehler oder Warnungen informiert. Darüber hinaus erhalten Sie Meldungen zur Syntaxprüfung, zum Kompilierungsvorgang etc.
6	Eigenschaftenfenster	Das Eigenschaftenfenster zeigt die Eigenschaften des im Solution Explorer ausgewählten Elements.
7	Toolbox	Zeigt die für den aktiven Editor verfügbaren "Werkzeuge" an, z. B. grafische Programmiererelemente.
8	Informations- und Statusleiste	Die Informations- und Statusleiste informiert Sie über den Zustand des Systems (Config-, Run-, Stop- oder Exception-Modus). Im Online-Betrieb sehen Sie den aktuellen Status des Programms. Ist ein Editorfenster aktiv, werden darüber hinaus die aktuelle Position des Cursors und der eingestellte Editiermodus angezeigt.

6.2 Bedeutung der Parameter

Über Parameter passen Sie die Funktionen des Antriebsreglers an Ihre individuelle Anwendung an. Parameter visualisieren darüber hinaus aktuelle Istwerte (Istgeschwindigkeit, Istdrehmoment ...) und lösen Aktionen wie z. B. Werte speichern, Phasen testen usw. aus.

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.



6.2.1 Parametergruppen

Parameter werden thematisch einzelnen Gruppen zugeordnet. Die Antriebsregler der 6. Generation unterscheiden nachfolgende Parametergruppen.

Gruppe	Thema
A	Antriebsregler, Kommunikation, Zykluszeiten
B	Motor
C	Maschine, Geschwindigkeit, Drehmoment/Kraft, Komparatoren
D	Sollwert
E	Anzeige
F	Klemmen, analoge und digitale Ein- und Ausgänge, Bremse
G	Technologie – Teil 1 (applikationsabhängig)
H	Encoder
I	Motion (sämtliche Bewegungseinstellungen)
J	Fahrsätze
K	Steuertafel
L	Technologie – Teil 2 (applikationsabhängig)
M	Profile (applikationsabhängig)
N	Zusatzfunktionen (applikationsabhängig; z. B. erweitertes Nockenschaltwerk)
P	Kundenspezifische Parameter (Programmierung)
Q	Kundenspezifische Parameter, instanzabhängig (Programmierung)
R	Fertigungsdaten von Antriebsregler, Motor, Bremsen, Motoradapter, Getriebe und Getriebemotor
S	Safety (Sicherheitstechnik)
T	Scope
U	Schutzfunktionen
Z	Störungszähler

Tab. 2: Parametergruppen

6.2.2 Parameterarten und Datentypen

Neben der thematischen Sortierung in einzelne Gruppen gehören alle Parameter einem bestimmten Datentyp und einer Parameterart an. Der Datentyp eines Parameters wird in der Parameterliste, Tabelle Eigenschaften angezeigt. Die Zusammenhänge zwischen Parameterarten, Datentypen und deren Wertebereich entnehmen Sie nachfolgender Tabelle.

Datentyp	Parameterart	Länge	Wertebereich (dezimal)
INT8	Ganzzahl oder Auswahl	1 Byte (vorzeichenbehaftet)	-128 – 127
INT16	Ganzzahl	2 Byte (1 Wort, vorzeichenbehaftet)	-32768 – 32767
INT32	Ganzzahl oder Position	4 Byte (1 Doppelwort, vorzeichenbehaftet)	-2147483648 – 2147483647
BOOL	Binärzahl	1 Bit (intern: LSB in 1 Byte)	0, 1
BYTE	Binärzahl	1 Byte (vorzeichenlos)	0 – 255
WORD	Binärzahl	2 Byte (1 Wort, vorzeichenlos)	0 – 65535
DWORD	Binärzahl oder Parameteradresse	4 Byte (1 Doppelwort, vorzeichenlos)	0 – 4294967295
REAL32 (Typ single nach IEEE754)	Fließkommazahl	4 Byte (1 Doppelwort, vorzeichenbehaftet)	$-3,40282 \times 10^{38}$ – $3,40282 \times 10^{38}$
STR8	Text	8 Zeichen	—
STR16	Text	16 Zeichen	—
STR80	Text	80 Zeichen	—

Tab. 3: Parameter: Datentypen, Parameterarten, mögliche Werte

Parameterarten: Verwendung

- ▶ Ganzzahl, Fließkommazahl
Bei allgemeinen Rechenprozessen
Beispiel: Soll- und Istwerte
- ▶ Auswahl
Zahlenwert, dem eine direkte Bedeutung zugeordnet ist
Beispiel: Quellen für Signale oder Sollwerte
- ▶ Binärzahl
Bit-orientierte Parameterinformationen, die binär zusammengefasst werden
Beispiel: Steuer- und Statusworte
- ▶ Position
Ganzzahl in Verbindung mit zugehörigen Einheiten und Nachkommastellen
Beispiel: Ist- und Sollwerte von Positionen
- ▶ Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung, Ruck
Fließkommazahl in Verbindung mit zugehörigen Einheiten
Beispiel: Ist- und Sollwerte für Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung, Ruck
- ▶ Parameteradresse
Referenzierung eines Parameters
Beispiel: In F40 AO1 Quelle kann beispielsweise E08 Motorgeschwindigkeit parametrierbar werden
- ▶ Text
Ausgaben oder Meldungen

6.2.5 Parametersichtbarkeit

Die Sichtbarkeit eines Parameters wird primär über das Zugriffslevel gesteuert, das Sie in der DriveControlSuite einstellen, sowie über die Eigenschaften, die Sie für den jeweiligen Antriebsregler projektieren (z. B. Hardware, Firmware und Applikation). Ein Parameter kann außerdem in Abhängigkeit von weiteren Parametern oder Einstellungen ein- bzw. ausgeblendet werden: Beispielsweise werden die Parameter einer Zusatzfunktion erst eingeblendet, sobald Sie die betreffende Zusatzfunktion aktivieren.

Zugriffslevel

Die Zugriffsmöglichkeiten auf die einzelnen Parameter der Software sind hierarchisch gestaffelt und in einzelne Level unterteilt. Das bedeutet, Parameter können gezielt ausgeblendet und damit verbunden deren Konfigurationsmöglichkeiten ab einer bestimmten Ebene verriegelt werden.

Jeder Parameter besitzt jeweils ein Zugriffslevel für den Lesezugriff (Sichtbarkeit) sowie ein Zugriffslevel für den Schreibzugriff (Editierbarkeit). Folgende Level existieren:

- ▶ Level 0
Elementare Parameter
- ▶ Level 1
Wesentliche Parameter einer Applikation
- ▶ Level 2
Wesentliche Parameter für den Service mit umfangreichen Diagnosemöglichkeiten
- ▶ Level 3
Sämtliche für die Inbetriebnahme und Optimierung einer Applikation notwendigen Parameter

Parameter A10 Zugriffslevel regelt den generellen Zugriff auf Parameter:

- ▶ Über CANopen oder EtherCAT (A10[2])
- ▶ Über PROFINET (A10[3])



Information

In der DriveControlSuite ausgeblendete Parameter können bei der Kommunikation via Feldbus weder gelesen noch geschrieben werden.

Hardware

Welche Parameter Ihnen in der DriveControlSuite zur Verfügung stehen wird z. B. dadurch bestimmt, welche Baureihe Sie im Projektierungsdialog für den Antriebsregler wählen oder ob Sie ein Optionsmodul projektieren. Grundsätzlich werden Ihnen nur die Parameter angezeigt, die Sie zur Parametrierung der projizierten Hardware benötigen.

Firmware

Durch die Weiterentwicklung und Pflege der Funktionen für die Antriebsregler der 6. Generation werden stets neue Parameter sowie neue Versionen bestehender Parameter in die DriveControlSuite sowie die Firmware implementiert. Die Parameter werden Ihnen in der Software entsprechend der verwendeten DriveControlSuite-Version und der projizierten Firmware-Version des jeweiligen Antriebsreglers angezeigt.

Applikationen

Applikationen unterscheiden sich generell hinsichtlich Funktionen und deren Ansteuerung. Aus diesem Grund stehen mit jeder Applikation unterschiedliche Parameter zur Verfügung.

6.3 Signalquellen und Prozessdaten-Mapping

Die Übertragung von Steuersignalen und Sollwerten in der DriveControlSuite genügt folgenden Prinzipien.

Signalquellen

Antriebsregler werden entweder über einen Feldbus, einen Mischbetrieb aus Feldbussystem und Klemmen oder ausschließlich über Klemmen angesteuert.

Ob die Steuersignale und Sollwerte der Applikation über einen Feldbus oder über Klemmen bezogen werden, konfigurieren Sie über entsprechende Auswahlparameter, die als Signalquellen bezeichnet werden.

Bei einer Ansteuerung über Feldbus werden Parameter als Quellen für Steuersignale oder Sollwerte ausgewählt, die Teil des anschließenden Prozessdaten-Mappings sein müssen; bei einer Ansteuerung über Klemmen werden die jeweiligen analogen oder digitalen Eingänge direkt angegeben.

Prozessdaten-Mapping

Wenn Sie mit einem Feldbussystem arbeiten und die Quellparameter für Steuersignale und Sollwerte ausgewählt haben, konfigurieren Sie abschließend die feldbus-spezifischen Einstellungen, z. B. die Belegung der Prozessdatenkanäle für die Übertragung der Empfangs- und Sende-Prozessdaten.

6.4 Nichtflüchtiges Speichern

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

Speichern auf einem Antriebsregler

Um die Konfiguration nichtflüchtig auf einem Antriebsregler zu speichern, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- ▶ Konfiguration speichern über Assistent Werte speichern:
Projektmenü > Bereich Assistenten > projektierte Achse > Assistent Werte speichern: Wählen Sie die Aktion Werte speichern
- ▶ Konfiguration speichern über die Parameterliste:
Projektmenü > Bereich Parameterliste > projektierte Achse > Gruppe A: Antriebsregler > A00 Werte speichern: Setzen Sie den Parameter A00[0] auf den Wert 1: Aktiv
- ▶ Konfiguration speichern über die S1 Bedientaste:
Antriebsregler mit S1 Bedientaste: Halten Sie die Bedientaste 3 Sekunden lang gedrückt

Speichern auf allen Antriebsreglern innerhalb eines Projekts

Um die Konfiguration nichtflüchtig auf mehreren Antriebsreglern zu speichern, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- ▶ Konfiguration speichern über die Symbolleiste:
Symbolleiste > Symbol Werte speichern: Klicken Sie auf das Symbol Werte speichern
- ▶ Konfiguration speichern über das Fenster Online-Funktionen:
Projektmenü > Schaltfläche Online-Verbindung > Fenster Online-Funktionen: Klicken Sie auf Werte speichern (A00)



Information

Schalten Sie den Antriebsregler während des Speicherns nicht aus. Wenn während des Speicherns die Versorgungsspannung des Steuerteils unterbrochen wird, startet der Antriebsregler beim nächsten Einschalten ohne lauffähige Konfiguration. In diesem Fall muss die Konfiguration erneut auf den Antriebsregler übertragen und nichtflüchtig gespeichert werden.

7 Inbetriebnahme

Sie möchten Antriebsregler mit einer Steuerung über ein EtherCAT-Netzwerk betreiben.

Nachfolgende Kapitel beschreiben die Inbetriebnahme mithilfe der DriveControlSuite in Kombination mit der Automatisierungssoftware TwinCAT 3 oder CODESYS V3.

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 6.5-K-EC
- ▶ Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite ab Version 6.5-K

entweder in Kombination mit

- ▶ Beckhoff Embedded-PC CX2030
- ▶ Beckhoff Automatisierungssoftware TwinCAT 3

oder in Kombination mit

- ▶ CODESYS SoftMotion Steuerung
- ▶ Automatisierungssoftware CODESYS V3

Die Inbetriebnahme gliedert sich in folgende Schritte ...

1. DriveControlSuite
Projektieren Sie sämtliche Antriebsregler, d. h. Applikationstyp, Gerätesteuerung, Prozessdaten für die Feldbuskommunikation und mechanisches Achsmodell in der DriveControlSuite.
In Abhängigkeit von der gewählten Applikation (CiA 402 oder CiA 402 HiRes Motion) skalieren Sie Ihre Achsmodelle entweder auf Seite der Antriebsregler oder der Steuerung.
Übertragen Sie in beiden Fällen Ihre Konfiguration auf die Antriebsregler des Systemverbunds.
2. TwinCAT 3 oder CODESYS V3
Sie skalieren gegebenenfalls Ihr Achsmodell und bilden anschließend Ihre gesamte Hardware-Umgebung in der jeweiligen Software ab.
Sie synchronisieren den Betrieb von lokalen Uhren (Distributed Clocks) in allen EtherCAT-Teilnehmern und konfigurieren die Kommunikation der einzelnen Teilnehmer über das EoE-Protokoll.
Übertragen Sie schließlich die gesamte Konfiguration auf die Steuerung und nehmen Sie nachfolgend Ihr EtherCAT-System in Betrieb.

7.1 DS6: Antriebsregler konfigurieren

Projektieren und konfigurieren Sie sämtliche Antriebsregler Ihres Antriebssystems in der DriveControlSuite (siehe Kapitel Aufbau der Programmoberfläche).



Information

Da Sie mit einer Steuerung arbeiten, sind die nachfolgenden Schritte anhand der Applikation CiA 402 in Kombination mit der Gerätesteuerung CiA 402 beschrieben. Der Betrieb mit antriebsbasierenden Applikationen ist ebenfalls möglich.



Information

Führen Sie die im Nachfolgenden beschriebenen Schritte unbedingt in der vorgegebenen Reihenfolge aus!

Einige Parameter stehen in Abhängigkeit zueinander und werden Ihnen erst zugänglich, wenn Sie zuvor bestimmte Einstellungen getroffen haben. Folgen Sie den Schritten in der vorgegebenen Reihenfolge, damit Sie die Parametrierung vollständig abschließen können.

7.1.1 Projekt aufsetzen

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

7.1.1.1 Antriebsregler und Achse projektieren

Erstellen Sie ein neues Projekt und projektieren Sie den ersten Antriebsregler samt zugehöriger Achse.

Neues Projekt anlegen

1. Starten Sie die DriveControlSuite.
2. Klicken Sie im Startbildschirm auf Neues Projekt erstellen.
 - ⇒ Das neue Projekt wird angelegt und der Projektierungsdialog für den ersten Antriebsregler 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.

Firmware: Wählen Sie die EtherCAT-Version V 6.x -EC.
3. **Register Optionsmodule:**

Sicherheitsmodul: Wenn der Antriebsregler Teil eines Sicherheitskreises ist, wählen Sie das entsprechende Sicherheitsmodul.
4. **Register Gerätesteuerung:**

Gerätesteuerung: Wählen Sie CiA 402.

Prozessdaten Rx, Prozessdaten Tx: Wählen Sie die Empfangs- und Sendeprozessdaten.
- 4.1. Wenn Sie mit Hard- und Software-Produkten der Firma Beckhoff arbeiten und den Service SDO Info verwenden, wählen Sie EtherCAT Rx SDO Info und EtherCAT Tx für die Übertragung der EtherCAT-Prozessdaten. Den Service SDO Info richten Sie in TwinCAT 3 ein (siehe [Service SDO Info \[107\]](#)).
- 4.2. Wenn Sie mit einer CODESYS SoftMotion Steuerung und der Automatisierungssoftware CODESYS V3 arbeiten, wählen Sie EtherCAT Rx und EtherCAT Tx für die Übertragung der EtherCAT-Prozessdaten.



ACHTUNG!

Änderung der Adressierung bei Wechsel des Templates

Wenn Sie das Template von EtherCAT Rx auf EtherCAT Rx SDO Info ändern, ändert sich auch die Adressierung der Elemente von Array- und Record-Parametern. Beachten Sie dies insbesondere bei bestehenden Konfigurationen. Für die Templates werden verschiedene ESI-Dateien erstellt. Bei einer Änderung des Templates müssen Sie eine neue ESI-Datei über den Assistenten in der DriveControlSuite erzeugen und TwinCAT 3 zur Verfügung stellen. Eine Änderung des Templates hat auch eine Änderung der Revisionsnummer des Antriebsreglers (Revision number) zur Folge. Starten Sie deshalb den Antriebsregler nach Änderung des Templates neu.



Information


Stellen Sie sicher, dass Sie im Register Antriebsregler die korrekte Baureihe projektieren. Die projektierte Baureihe kann nachträglich nicht geändert werden.

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 gewünschte Applikation.
Wenn Sie mit einer CODESYS SoftMotion Steuerung und der Automatisierungssoftware CODESYS V3 arbeiten, empfehlen wir CiA 402 HiRes Motion (Version mit benutzerdefinierten Maßeinheiten).
Wenn Sie mit Hard- und Software-Produkten der Firma Beckhoff arbeiten, empfehlen wir 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.

7.1.1.2

Sicherheitstechnik einrichten

Wenn der Antriebsregler Teil eines Sicherheitskreises ist, müssen Sie im nächsten Schritt die Sicherheitstechnik gemäß der im zugehörigen Handbuch beschriebenen Inbetriebnahmeschritte einrichten (siehe [Weiterführende Informationen](#) [ 126]).

7.1.1.3


Weitere Antriebsregler und Module anlegen

In der DriveControlSuite sind innerhalb eines Projekts alle Antriebsregler über Module gruppiert. Wenn Sie Ihrem Projekt einen neuen Antriebsregler hinzufügen, weisen Sie diesen immer einem bestehenden Modul zu. Gruppieren Sie beispielsweise Antriebsregler in einem Modul, wenn diese sich im selben Schaltschrank befinden oder gemeinsam denselben Maschinenteil betreiben.

Antriebsregler anlegen

1. Wählen Sie im Projektbaum Ihr Projekt P1 > Modul M1 > Kontextmenü Neuen Antriebsregler anlegen.
⇒ Der Antriebsregler wird im Projektbaum angelegt und der Projektierungsdialog öffnet sich.
2. Projektieren Sie den Antriebsregler wie in Antriebsregler und Achse projektieren beschrieben.
3. Wiederholen Sie die Schritte für alle weiteren Antriebsregler, die Sie projektieren möchten.

Modul anlegen

1. Wählen Sie im Projektbaum Ihr Projekt P1 > Kontextmenü Neues Modul anlegen.
⇒ Das Modul wird im Projektbaum angelegt.
2. Projektieren Sie das Modul wie in [Modul projektieren](#) [ 30] beschrieben.
3. Wiederholen Sie die Schritte für alle weiteren Module, die Sie projektieren möchten.

7.1.1.4 Modul projektieren

Benennen Sie Ihr Modul eindeutig, geben Sie das Referenzkennzeichen an und hinterlegen Sie optional Zusatzinformationen wie Version und Änderungshistorie des Moduls.

1. Markieren Sie im Projektbaum das Modul und klicken Sie im Projektmenü auf Projektierung.
⇒ Der Projektierungsdialog für das Modul öffnet sich.
2. Stellen Sie die Beziehung zwischen Ihrem Schaltplan und dem Modul in der DriveControlSuite her.
Referenz: Geben Sie das Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) des Moduls an.
Bezeichnung: Benennen Sie das Modul eindeutig.
Version: Versionieren Sie das Modul.
Beschreibung: Geben Sie gegebenenfalls unterstützende Zusatzinformationen wie beispielsweise die Änderungshistorie des Moduls an.
3. Bestätigen Sie mit OK.

7.1.1.5 Projekt projektieren

Benennen Sie Ihr Projekt eindeutig, geben Sie das Referenzkennzeichen an und hinterlegen Sie optional Zusatzinformationen wie Version und Änderungshistorie des Projekts.

1. Markieren Sie im Projektbaum das Projekt und klicken Sie im Projektmenü auf Projektierung.
⇒ Der Projektierungsdialog für das Projekt öffnet sich.
2. Stellen Sie die Beziehung zwischen Ihrem Schaltplan und dem Projekt in der DriveControlSuite her.
Referenz: Geben Sie das Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) des Projekts an.
Bezeichnung: Benennen Sie das Projekt eindeutig.
Version: Versionieren Sie das Projekt.
Beschreibung: Geben Sie gegebenenfalls unterstützende Zusatzinformationen wie beispielsweise die Änderungshistorie des Projekts an.
3. Bestätigen Sie mit OK.

7.1.2 Allgemeine EtherCAT-Einstellungen parametrieren

- ✓ Sie haben im Rahmen der Antriebsregler- und Achsprojektierung eine Gerätesteuerung mit den Prozessdaten projektiert.
1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte 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
 5. Optional: Wenn Sie den Service SDO Info nutzen möchten, definieren Sie über A268, welche Objekte die Steuerung über SDO Info auslesen kann.

7.1.3 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 parametriert.

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

7.1.3.1 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 gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > Empfangs-Prozessdaten RxPDO.
- 3. Überprüfen Sie die Voreinstellungen 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.

7.1.3.2 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 gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > Sende-Prozessdaten TxPDO.
- 3. Überprüfen Sie die Voreinstellungen 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.

7.1.4 Mechanisches Achsmodell abbilden

Um Ihren realen Antriebsstrang mit einem oder mehreren Antriebsreglern in Betrieb nehmen zu können, müssen Sie Ihre vollständige mechanische Umgebung in der DriveControlSuite abbilden.



Information

Beachten Sie, dass die Skalierung der Achse von der von Ihnen projektierten CiA 402-Applikation abhängt.

Haben Sie die Applikation CiA 402 HiRes Motion ausgewählt, skalieren Sie die Achse im Antriebsregler, d. h., Sie parametrieren in der DriveControlSuite.

Haben Sie die inkrementelle Version der Applikation CiA 402 ausgewählt, skalieren Sie die Achse in der Steuerung.

Folgen Sie bei der Skalierung der Achse den Handlungsanweisungen zu der von Ihnen projektierten Applikation.

7.1.4.1 Motor parametrieren

Sie haben einen der folgenden Motoren projektiert:

Synchron-Servomotor mit Encoder EnDat 2.2 digital oder EnDat 3 (mit optionaler Bremse)

Mit der Projektierung des entsprechenden Motors werden automatisch Begrenzungswerte für Ströme und Drehmomente sowie zugehörige Temperaturdaten in die jeweiligen Parameter der einzelnen Assistenten übertragen. Zeitgleich werden alle zusätzlichen Daten zu Bremse und Encoder übernommen.

Lean-Motor ohne Encoder (mit optionaler Bremse)

Mit der Projektierung des entsprechenden Motors werden automatisch Begrenzungswerte für Ströme und Drehmomente sowie zugehörige Temperaturdaten in die jeweiligen Parameter der einzelnen Assistenten übertragen. Sie müssen lediglich die verwendete Kabellänge parametrieren. Auch die Lüft- und Einfallzeiten der Bremse sind bereits hinterlegt. Sie müssen die Bremse nur aktivieren.

1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
2. Wählen Sie Assistent Motor.
3. B101 Kabellänge:
Wählen Sie die Kabellänge des verwendeten Leistungskabels.
4. Wiederholen Sie die Schritte für die 2. Achse (nur bei Doppelachsreglern).

Aktivieren Sie im Anschluss die Bremse.

1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die erste projektierte Achse.
2. Wählen Sie Assistent Bremse.
3. F00 Bremse:
Wählen Sie 1: Aktiv.
4. Wiederholen Sie die Schritte für die 2. Achse (nur bei Doppelachsreglern).

Motorschutz

Alle Modelle der 6. Antriebsreglergeneration verfügen über ein sogenanntes i^2t -Modell, ein Rechenmodell für die thermische Überwachung des Motors. Um es zu aktivieren und die Schutzfunktion einzurichten, nehmen Sie – abweichend von den Voreinstellungen – folgende Einstellungen vor: U10 = 2: Warnung und U11 = 1,00 s. Dieses Modell kann alternativ oder ergänzend zu einem temperaturüberwachten Motorschutz verwendet werden.

7.1.4.2 Achsmodell parametrieren

Parametrieren Sie den Aufbau Ihres Antriebs in dieser Reihenfolge:

- ▶ Achsmodell definieren
- ▶ Achse skalieren
- ▶ Positions- und Geschwindigkeitsfenster parametrieren
- ▶ Achse begrenzen (optional)
 - Position begrenzen
 - Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ruck begrenzen
 - Drehmoment und Kraft begrenzen



Information

Wenn Sie einen Doppelachsregler mit zwei projektierten Achsen verwenden, müssen Sie das Achsmodell für jede Achse einzeln parametrieren.

7.1.4.2.1 Achsmodell definieren

1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
2. Wählen Sie Assistent Achsmodell.
3. I05 Achstyp:
Um die Maßeinheiten sowie die Anzahl der Dezimalstellen für die Angabe und Anzeige von Positionen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen individuell konfigurieren zu können, wählen Sie 0: Freie Einstellung, rotatorisch oder 1: Freie Einstellung, translatorisch.
4. B26 Motorencoder:
Definieren Sie die Schnittstelle, an der der Motorencoder angeschlossen ist.
5. I02 Positionencoder:
Definieren Sie Schnittstelle, an der der Positionencoder angeschlossen ist.
6. I00 Verfahrbereich:
Definieren Sie den Verfahrbereich. Beachten Sie, dass 1: Endlos nur in Kombination mit der Applikation CiA 402 HiRes Motion möglich ist.

7.1.4.2.2 CiA 402: Achse skalieren

- ✓ Sie haben die inkrementelle Version der CiA 402-Applikation projiziert. Skalieren Sie die Achse in der Steuerungs-Software und geben Sie, wie nachfolgend beschrieben, lediglich die Inkremente pro Motorumdrehung in der DriveControlSuite an.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projizierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent Achsmodell > Achse: Skalierung.
- 3. A585[1] Feed constant.Shaft revolutions¹ und A585[0] Feed constant. Feed²
Belassen Sie die Voreinstellungen von A585[1] auf 1 U und A585[0] auf 1048576 inc (= 20 Bit = 2²⁰) und passen Sie den entsprechenden Wert in der Steuerungs-Software an.
- 4. I06 Dezimalstellen Position:
Da Sie mit der inkrementellen Version der CiA 402-Applikation arbeiten, belassen Sie den Default-Wert auf 0.
- 5. A571 Polarity:
Geben Sie mit der Polarität die Interpretationsrichtung zwischen der Achsbewegung und der Motorbewegung an.



Information

Parameter I297 Maximalgeschwindigkeit Positionscoder muss Ihrem Anwendungsfall entsprechend parametrierbar sein. Wenn I297 zu klein gewählt ist, kommt es bereits bei normalen Betriebsgeschwindigkeiten zur Überschreitung der zulässigen Maximalgeschwindigkeit. Wenn I297 hingegen zu groß gewählt ist, können Messfehler des Encoders übersehen werden.

I297 ist abhängig von den folgenden Parametern: I05 Achstyp, I06 Dezimalstellen Position, I09 Maßeinheit sowie I07 Zähler Positionswegfaktor und I08 Nenner Positionswegfaktor bzw. A585 Feed constant bei CiA 402. Wenn Sie Änderungen an einem der genannten Parameter vorgenommen haben, wählen Sie auch I297 entsprechend.

¹ Entspricht CiA 402 Feed constant 6092 hex, 2 hex für Achse A und 6892 hex, 2 hex für Achse B

² Entspricht CiA 402 Feed constant 6092 hex, 1 hex für Achse A und 6892 hex, 1 hex für Achse B

7.1.4.2.3 CiA 402 HiRes Motion: Achse skalieren

- ✓ Sie haben die HiRes-Version der CiA 402-Applikation projektiert. Skalieren Sie die Achse wie nachfolgend beschrieben und geben Sie in der Steuerungs-Software lediglich die Anzahl der Nachkommastellen, d. h. den in I06 parametrisierten Wert an.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent Achsmodell > Achse: Skalierung.
- 3. A584[0] Gear ratio.Motor revolutions und A584[1] Gear ratio.Shaft revolutions: Geben Sie die Getriebeübersetzung an.
- 4. A585[1] Feed constant.Shaft revolutions und A585[0] Feed constant. Feed: Geben Sie den Vorschub pro Umdrehungen des Getriebeabgangs an.
- 5. I06 Dezimalstellen Position:
Geben Sie die Anzahl der Dezimalstellen für die Angabe und Anzeige von Positionen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen an. Beachten Sie, dass eine Änderung dieses Werts eine Verschiebung der Dezimalstelle bedeutet.
- 6. I09 Maßeinheit:
Geben Sie die gewünschte Maßeinheit an.
- 7. A571 Polarity:
Geben Sie mit der Polarität die Interpretationsrichtung zwischen der Achsbewegung und der Motorbewegung an.
- 8. A568 Position range limit (nur bei endlosem Verfahrbereich I00 = 1):
Geben Sie die Umlauflänge der Achse an.



Information

Parameter I297 Maximalgeschwindigkeit Positionencoder muss Ihrem Anwendungsfall entsprechend parametrisiert sein. Wenn I297 zu klein gewählt ist, kommt es bereits bei normalen Betriebsgeschwindigkeiten zur Überschreitung der zulässigen Maximalgeschwindigkeit. Wenn I297 hingegen zu groß gewählt ist, können Messfehler des Encoders übersehen werden.

I297 ist abhängig von den folgenden Parametern: I05 Achstyp, I06 Dezimalstellen Position, I09 Maßeinheit sowie I07 Zähler Positionswegfaktor und I08 Nenner Positionswegfaktor bzw. A585 Feed constant bei CiA 402. Wenn Sie Änderungen an einem der genannten Parameter vorgenommen haben, wählen Sie auch I297 entsprechend.

7.1.4.2.4 Positions- und Geschwindigkeitsfenster parametrieren

Geben Sie Positionsgrenzen und Geschwindigkeitszonen für Sollwerte an. Parametrieren Sie dazu die Rahmenwerte für das Erreichen einer Position oder einer Geschwindigkeit.

1. Wählen Sie Assistent Achsmodell > Fenster Position, Geschwindigkeit.
2. C40 Geschwindigkeits-Fenster:
Parametrieren Sie ein Toleranzfenster für Geschwindigkeitsprüfungen.
3. I22 Positionsfenster:
Parametrieren Sie ein Toleranzfenster für Positionsprüfungen.
4. I87 Istposition im Fenster - Zeit:
Parametrieren Sie, wie lang ein Antrieb im vorgegebenen Positionsfenster verweilen muss, bevor eine entsprechende Statusmeldung ausgegeben wird.
5. A546 Following error window:
Parametrieren Sie ein Toleranzfenster für Schleppabstandsprüfungen.

7.1.4.2.5 Achse begrenzen

Begrenzen Sie, sofern notwendig, die Bewegungsgrößen Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Ruck sowie Drehmoment/Kraft gemäß den für Ihr Achsmodell geltenden Bedingungen.

Position begrenzen (optional)

1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
2. Wählen Sie Assistent Achsmodell > Begrenzung: Position.
3. Um den Verfahrbereich zu sichern, begrenzen Sie gegebenenfalls die Position Ihrer Achse durch einen Software- oder Hardware-Endschalter.

Geschwindigkeit, Beschleunigung, Ruck begrenzen (optional)

Die Default-Werte sind für langsame Geschwindigkeiten ohne Getriebe ausgelegt. Passen Sie aus diesem Grund die hinterlegten Werte an.

Verifizieren Sie beispielsweise die maximale Geschwindigkeit des Motors (B83) gegen die Geschwindigkeit des Abtriebs (I10).

1. Wählen Sie Assistent Motor.
2. Ermitteln Sie die maximal mögliche Motorgeschwindigkeit in Parameter B83 v-max Motor.
3. Wählen Sie Assistent Achsmodell > Achse: Skalierung > Bereich Umrechnung Positionen, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, Drehmoment/Kraft.
4. Zeile Geschwindigkeit:
Tragen Sie die maximale Motorgeschwindigkeit aus B83 in die Zeile Geschwindigkeit der Spalte Motor ein und bestätigen Sie mit ENTER.
⇒ Die maximale Geschwindigkeit des Motors wird auf den Abtrieb umgerechnet.
5. Wiederholen Sie die Vorgehensweise für weitere Begrenzungen wie z. B. für die Getriebeeintriebsdrehzahl (C11).
6. Wählen Sie Assistent Achsmodell > Begrenzung: Geschwindigkeit, Beschleunigung, Ruck.
7. I10 Maximale Geschwindigkeit:
Begrenzen Sie die maximale Geschwindigkeit des Abtriebs unter Berücksichtigung der ermittelten Systemgrenzen.
8. Ermitteln Sie gegebenenfalls Begrenzungswerte für Beschleunigung und Ruck und tragen Sie diese in die zugehörigen Parameter ein.

Drehmoment/Kraft begrenzen (optional)

Die Default-Werte berücksichtigen den Nennbetrieb samt Überlastreserven.


1. Wählen Sie Assistent Achsmodell > Begrenzung: Drehmoment/Kraft.
2. Wenn Sie die Motorkraft begrenzen müssen, passen Sie die hinterlegten Werte gegebenenfalls an.

7.1.5 EtherCAT-Teilnehmer synchronisieren

Bei räumlich verteilten Prozessen, die gleichzeitige Aktionen erfordern (Bahninterpolation), ist eine exakte Synchronisation der EtherCAT-Teilnehmer zwingend notwendig. Hierfür stellt EtherCAT unter anderem die Methode Distributed Clocks (DC-Sync) zur Verfügung. Die Synchronisation über Distributed Clocks ist im Vergleich zu der Synchronisation SyncManager-Event (SM-Sync) präziser, da sie geringeren Schwankungen unterliegt. Aus diesem Grund ist DC-Sync in EtherCAT-Master und -Slaves vorkonfiguriert.

Assistent Synchronisation PLL

Belassen Sie die Voreinstellungen im ersten Schritt und optimieren Sie diese gegebenenfalls, sobald Sie das EtherCAT-Netzwerk in Betrieb genommen haben und die Qualität der Kommunikation beurteilen und bewerten können.

Für weitere Informationen zur Synchronisation, und wie Sie diese im Nachhinein justieren können, siehe [Synchronisation](#) [ 86].

7.1.6 Konfiguration übertragen und speichern

Um die Konfiguration auf einen oder mehrere Antriebsregler zu übertragen und zu speichern, müssen Sie Ihren PC und die Antriebsregler über das Netzwerk verbinden.



WARNUNG!

Personen- und Sachschaden durch Achsbewegung!

Wenn eine Online-Verbindung der DriveControlSuite zum Antriebsregler besteht, können Änderungen der Konfiguration zu unerwarteten Achsbewegungen führen.

- Ändern Sie die Konfiguration nur, wenn Sie Blickkontakt zur Achse haben.
- Stellen Sie sicher, dass sich keine Personen oder Gegenstände im Verfahrbereich befinden.
- Bei Zugriff über Fernwartung muss eine Kommunikationsverbindung zwischen Ihnen und einer Person vor Ort mit Blickkontakt zur Achse bestehen.



Information

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

Voraussetzungen für das Auffinden eines Antriebsreglers im Netzwerk:

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

Konfiguration übertragen

- ✓ Die Antriebsregler sind eingeschaltet.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum das Modul, unter dem Sie Ihre Antriebsregler erfasst haben, und klicken Sie im Projektmenü auf **Online-Verbindung**.
 - ⇒ Der Dialog **Verbindung hinzufügen** öffnet sich. Alle via IPv4-Limited-Broadcast gefundenen Antriebsregler werden angezeigt.
- 2. Register **Direktverbindung > Spalte IP-Adresse**:
Aktivieren Sie die betreffenden IP-Adressen und bestätigen Sie Ihre Auswahl mit **OK**.
 - ⇒ Das Fenster **Online-Funktionen** öffnet sich. Sämtliche Antriebsregler, die über die 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 Konfiguration wird an die Antriebsregler übertragen.

Konfiguration speichern

- ✓ Sie haben die Konfiguration erfolgreich übertragen.
- 1. Fenster Online-Funktionen:
Klicken Sie auf Werte speichern (A00).
 - ⇒ Das Fenster Werte speichern (A00) öffnet sich.
- 2. Klicken Sie auf Aktion starten.
 - ⇒ Die Konfiguration wird nichtflüchtig auf den Antriebsreglern gespeichert.
- 3. Schließen Sie das Fenster Werte speichern (A00).



Information

Damit die Konfiguration auf dem Antriebsregler wirksam wird, ist ein Neustart beispielsweise beim erstmaligen Speichern der Konfiguration auf dem Antriebsregler erforderlich sowie bei Änderungen an der Firmware oder am Prozessdaten-Mapping.

Antriebsregler neu starten

- ✓ Sie haben die Konfiguration nichtflüchtig auf dem Antriebsregler gespeichert.
- 1. Fenster Online-Funktionen:
Klicken Sie auf Neu starten (A09).
 - ⇒ Das Fenster Neu starten (A09) öffnet sich.
- 2. Wählen Sie, welche der verbundenen Antriebsregler Sie neu starten möchten.
- 3. Klicken Sie auf Aktion starten.
- 4. Bestätigen Sie den Sicherheitshinweis mit OK.
 - ⇒ Das Fenster Neu starten (A09) schließt sich.
- ⇒ Die Feldbuskommunikation und die Verbindung zwischen DriveControlSuite und Antriebsreglern werden unterbrochen.
- ⇒ Die gewählten Antriebsregler starten neu.

7.1.7

Steuertafel aktivieren und Konfiguration testen



WARNUNG!

Personen- und Sachschaden durch Achsbewegung!

Mit Aktivieren der Steuertafel haben Sie mittels der DriveControlSuite die alleinige Kontrolle über die Bewegungen der Achse. Wenn Sie eine Steuerung verwenden, werden mit Aktivieren der Steuertafel die Achsbewegungen nicht mehr von dieser überwacht. Die Steuerung kann nicht eingreifen, um Kollisionen zu verhindern. Mit Deaktivieren der Steuertafel übernimmt die Steuerung wieder die Kontrolle und es kann zu unerwarteten Achsbewegungen kommen.

- Wechseln Sie bei aktiver Steuertafel nicht in andere Fenster.
- Nutzen Sie die Steuertafel nur, wenn Sie Blickkontakt zur Achse haben.
- Stellen Sie sicher, dass sich keine Personen oder Gegenstände im Verfahrbereich befinden.
- Bei Zugriff über Fernwartung muss eine Kommunikationsverbindung zwischen Ihnen und einer Person vor Ort mit Blickkontakt zur Achse bestehen.

- ✓ Sie haben die Konfiguration erfolgreich gespeichert.
 - ✓ Es darf keine Sicherheitsfunktion aktiv sein.
 - ✓ Der Antriebsregler ist eingeschaltet und mit dem Netzwerk verbunden.
 - ✓ Es besteht eine Online-Verbindung zwischen DriveControlSuite und Antriebsregler.
1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
 2. Wählen Sie Assistent Steuertafel Tippen.
 3. Klicken Sie auf Steuertafel Ein und anschließend auf Freigabe.
⇒ Der Antrieb wird über die aktivierte Steuertafel kontrolliert.
 4. Verfahren Sie die Achse schrittweise und testen Sie Bewegungsrichtung, Geschwindigkeit, Distanzen etc. über die Schaltflächen Tip+, Tip-, Tip-Step+ und Tip-Step-.
 5. Optimieren Sie aufgrund Ihrer Testergebnisse gegebenenfalls Ihre Projektierung.
 6. Um die Steuertafel zu deaktivieren, klicken Sie auf Steuertafel aus.



Information

Tip+ und Tip- bewirken eine kontinuierliche Handfahrt in positiver oder negativer Richtung. Tip-Step+ und Tip-Step- verfahren die Achse relativ zur aktuellen Istposition um das in I14 angegebene Schrittmaß.

Tip+ und Tip- besitzen eine höhere Priorität als Tip-Step+ und Tip-Step-.

7.2 TwinCAT 3: EtherCAT-System in Betrieb nehmen

Die Automatisierungssoftware TwinCAT 3 bietet Ihnen die Möglichkeit, die Hardware-Umgebung Ihres EtherCAT-Systems abzubilden und sämtliche notwendigen Busparameter samt Datenaustausch via Master und Slaves zu konfigurieren und zu parametrieren (siehe auch [Programmoberfläche TwinCAT 3 \[19\]](#)).

Beachten Sie, dass alle Systemteilnehmer vor der Inbetriebnahme physisch vernetzt sein müssen. Darüber hinaus haben Sie im Vorfeld die betreffenden Antriebsregler, d. h. EtherCAT-Slaves in der DriveControlSuite projiziert und die Konfiguration auf die betreffenden Antriebsregler übertragen.



Information

Bei der nachfolgenden Beschreibung setzen wir voraus, dass Sie die Applikation CiA 402 projiziert haben.



Information

Führen Sie die im Nachfolgenden beschriebenen Schritte unbedingt in der vorgegebenen Reihenfolge aus!

Einige Parameter stehen in Abhängigkeit zueinander und werden Ihnen erst zugänglich, wenn Sie zuvor bestimmte Einstellungen getroffen haben. Folgen Sie den Schritten in der vorgegebenen Reihenfolge, damit Sie die Parametrierung vollständig abschließen können.

7.2.1 ESI-Datei erstellen und exportieren

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

Da Sie mit TwinCAT 3 arbeiten, ist die Generierung einer ESI-Datei obligatorisch. Die Datei muss TwinCAT 3 in dem nachfolgend angegebenen Verzeichnis zur Verfügung gestellt werden. Beachten Sie, dass TwinCAT 3 nur eine ESI-Datei pro Baureihe des Antriebsreglers einlesen kann. Wenn Sie unterschiedliche Applikationen oder PDO-Übertragungskonfigurationen nutzen, müssen Sie Ihre ESI entsprechend erweitern (siehe [Modulare ESI-Dateien \[102\]](#)).

Bei jeder Änderung der PDO-Übertragung oder des Projektierungstemplates muss eine neue ESI-Datei exportiert und in TwinCAT 3 importiert werden.

- ✓ Sie befinden sich in der DriveControlSuite und haben die Konfiguration der PDO-Übertragung abgeschlossen.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projizierte 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 Verzeichnis, aus dem die Steuerung diese einliest (TwinCAT 3 Standardinstallation: C:\TwinCAT\3.1\Config\IO\EtherCAT).
⇒ Die ESI-Datei wird beim nächsten Start von TwinCAT 3 eingelesen.

7.2.2 EtherCAT-Master aktivieren

- ✓ Sie haben sämtliche Antriebsregler Ihres Systems über die DriveControlSuite im Vorfeld projiziert und die Konfiguration auf die einzelnen Antriebsregler übertragen. Der EtherCAT-Master ist an das Netzwerk angeschlossen, alle Systemkomponenten sind mit Spannung versorgt und die Infrastruktur ist betriebsbereit. Sie haben die generierte ESI-Datei im angegebenen Verzeichnis gespeichert.
- 1. Starten Sie TwinCAT XAE.
 - ⇒ Die hinterlegte ESI-Datei wird mit dem Programmstart eingelesen und das Hauptfenster öffnet sich. Register Start Page ist aktiv.
- 2. Wählen Sie File > New > Project....
 - ⇒ Das Fenster New Project öffnet sich.
- 3. Wählen Sie Installed > Templates > TwinCAT Projects > TwinCAT XAE Project (XML format).
- 4. Name, Location, Solution name:
Benennen Sie das Projekt, geben Sie einen Speicherort und einen internen Projektnamen an.
- 5. Schließen Sie das Fenster.
- 6. Fahren Sie je nach Art der Installation weiter:
 - 6.1. Wurden Run-Time (EtherCAT-Master) und TwinCAT XAE auf einem PC installiert, sind diese automatisch miteinander verbunden.
Fahren Sie mit Schritt 16 fort.
 - 6.2. Wurden Run-Time (EtherCAT-Master) und TwinCAT System Manager auf unterschiedlichen PCs installiert, müssen Sie diese miteinander verbinden.
Wurde bereits ein Routing zur Steuerung angelegt, fahren Sie mit Schritt 15 fort.
Wenn ein neues Gerät verbunden werden soll, führen Sie alle nachfolgenden Schritte durch.
- 7. Klicken Sie in der TwinCAT XAE-Symbolleiste auf das Listenfeld <Local> und wählen Sie Choose Target System....
 - ⇒ Das Fenster Choose Target System öffnet sich.
- 8. Klicken Sie auf Search (Ethernet)....
 - ⇒ Das Fenster Add Route Dialog öffnet sich.
- 9. Klicken Sie auf Broadcast Search.
 - ⇒ Das Fenster Select Adapter(s) öffnet sich.
- 10. Markieren Sie den Adapter, der mit Ihrer Steuerung verbunden ist, und bestätigen Sie mit OK.
 - ⇒ Sämtliche verfügbaren Steuerungen werden gelistet.
- 11. Markieren Sie die gewünschte Steuerung und bestätigen Sie mit Add Route.
 - ⇒ Das Fenster Add Remote Route öffnet sich.
- 12. Geben Sie unter Remote User Credentials folgende Daten ein:
User name: Administrator
Password: 1
- 13. Bestätigen Sie mit OK.
- 14. Schließen Sie die Fenster Add Route Dialog und Choose Target System.
- 15. Klicken Sie in der TwinCAT XAE-Symbolleiste auf das Listenfeld <Local> und wählen Sie aus der Auswahlliste die hinzugefügte Steuerung aus.
 - ⇒ Der EtherCAT-Master wird als Zielsystem gespeichert.

16. Um das EtherCAT-System online konfigurieren zu können, müssen Sie den Konfigurationsmodus (Config-Modus) der TwinCAT XAE-Software aktivieren.
Wählen Sie Menü **TWINCAT > Restart TwinCAT (Config Mode)**.
⇒ Der Dialog **Restart TwinCAT System in Config Mode** öffnet sich.
17. Bestätigen Sie mit **OK**.
⇒ Der EtherCAT-Master ist als Zielsystem gespeichert, TwinCAT XAE befindet sich im Config-Modus.

7.2.3 Hardware-Umgebung scannen

Sind alle Systemkomponenten am EtherCAT-Netzwerk angeschlossen und ist dieses mit Spannung versorgt, besteht die Möglichkeit, automatisch nach Systemteilnehmern zu scannen. In diesem Fall sucht TwinCAT XAE nach verbundenen Geräten und Klemmen und integriert diese, gemäß deren Konfigurationseinträgen in den zugehörigen ESI-Dateien, in das bestehende Projekt.

Steht Ihnen die reale EtherCAT-Infrastruktur nicht zur Verfügung, d. h. Sie konfigurieren im Offline-Modus, müssen Sie sämtliche Systemteilnehmer manuell in TwinCAT XAE abbilden und projektieren. Nähere Informationen hierzu erhalten Sie in der Online-Hilfe der TwinCAT XAE-Software.

✓ Sie haben den Config-Modus aktiviert.

1. Navigieren Sie im Solution Explorer zu **I/O > Devices > Kontextmenü Scan**.
2. Bestätigen Sie den Dialog **HINT: Not all types of devices can be found automatically** mit **OK**.
⇒ TwinCAT XAE scannt das EtherCAT-System nach dem EtherCAT-Master.
⇒ Der Dialog **... new I/O devices found** öffnet sich.
3. Aktivieren Sie den betreffenden EtherCAT-Master und bestätigen Sie mit **OK**.
⇒ Der EtherCAT-Master wird im Solution Explorer unter **I/O > Devices** als **Device (EtherCAT)** angelegt.
⇒ Der Dialog **Scan for boxes?** öffnet sich.
4. Bestätigen Sie mit **Yes**.
⇒ TwinCAT XAE scannt das EtherCAT-System nach EtherCAT-Slaves.
⇒ Der Dialog **EtherCAT driv(es) added** öffnet sich.
5. **Append linked axis to:**
Wenn Sie den Antriebsregler steuerungsbasierend betreiben, wählen Sie die gewünschte Option und bestätigen Sie mit **OK**, um die NC-oder CNC-Funktionalität zu aktivieren. Bei antriebsbasierender Ansteuerung verhindern Sie mit **Cancel** das Anlegen einer Achse.
⇒ Im Solution Explorer werden die EtherCAT-Slaves angelegt.
Der Dialog **Activate Free Run** öffnet sich.
6. Um die Systemkomponenten während deren Konfiguration in einen Freilaufmodus (Free Run) zu versetzen und somit den Signalaustausch verifizieren zu können, bestätigen Sie mit **Yes**.
⇒ EtherCAT-Master und -Slaves sind in TwinCAT XAE angelegt.

7.2.4 Startup-Liste erweitern

Mithilfe der Startup-Liste können Sie über das CoE-Protokoll bereits während des Hochlaufs der EtherCAT State Machine die Werte von Objekten ändern. Sie können der Startup-Liste Objekte aus dem Objektverzeichnis der ESI-Datei hinzufügen. Wenn Sie den Service SDO Info nutzen, stehen Ihnen darüber hinaus weitere Objekte zur Verfügung. Der Zugriff auf die Objekte erfolgt in der Reihenfolge, in der sie in der Startup-Liste angezeigt werden.



Objekt aus Liste auswählen und hinzufügen

Objekte, die entweder im Objektverzeichnis der ESI-Datei enthalten sind oder via SDO Info zuvor aus dem Antriebsregler ausgelesen wurden, stehen in TwinCAT XAE in Listenform zur Auswahl.

- ✓ EtherCAT-Master und -Slaves sind in TwinCAT XAE angelegt.
- 1. Navigieren Sie im Solution Explorer zum EtherCAT-Slave, dessen Startup-Liste Sie ein Objekt hinzufügen möchten.
- 2. Doppelklicken Sie auf den EtherCAT-Slave.
 - ⇒ Die Einstellungen öffnen sich im Hauptfenster.
- 3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register Startup.
 - ⇒ Die aktuelle Startup-Liste wird angezeigt.
- 4. Klicken Sie auf New....
 - ⇒ Das Fenster Edit CANopen Startup Entry öffnet sich.
 - ⇒ Alle zur Verfügung stehenden Objekte werden gelistet.
- 5. Doppelklicken Sie in der Liste auf das Objekt, das der Startup-Liste hinzugefügt werden soll.
 - ⇒ Das Fenster Set Value Dialog öffnet sich.
- 6. Dec, Hex, Enum:
Tragen Sie den Wert, der in das Objekt geschrieben werden soll, in das Feld ein, das dem gewünschten Datenformat entspricht (dezimale Angabe, hexadezimale Angabe oder Auswahl aus Liste).
- 7. Bestätigen Sie den Wert mit OK.
- 8. Transition:
Aktivieren Sie im Fenster Edit CANopen Startup Entry den Zustandswechsel, bei dem das Objekt geschrieben werden soll:
 - 8.1. I -> P: Zustandswechsel von Init nach Pre-Operational
 - 8.2. P -> S: Zustandswechsel von Pre-Operational nach Safe-Operational
 - 8.3. S -> O: Zustandswechsel von Safe-Operational nach Operational
 - 8.4. O -> S: Zustandswechsel von Operational nach Safe-Operational
 - 8.5. S -> P: Zustandswechsel Safe-Operational nach Pre-Operational
- 9. Comment:
Hinterlegen Sie bei Bedarf einen Kommentar, der in Startup-Liste zum Objekt angezeigt wird.
- 10. Bestätigen Sie mit OK.
 - ⇒ Das Objekt wird der Startup-Liste hinzugefügt.

Objekt über Index und Subindex hinzufügen

Alternativ können Sie Objekte über ihren Index und Subindex der Startup-Liste hinzufügen.

Berechnen Sie bei herstellerspezifischen Parametern vorab Index und Subindex des Objekts aus der Parameterkoordinate (siehe [Herstellerspezifische Parameter: 2000 hex – 53FF hex](#) [ 116] für Achse A und [Herstellerspezifische Parameter: A000 hex – D3FF hex](#) [ 118] für Achse B).

- ✓ EtherCAT-Master und -Slaves sind in TwinCAT XAE angelegt.
- 1. Navigieren Sie im Solution Explorer zum EtherCAT-Slave, dessen Startup-Liste Sie ein Objekt hinzufügen möchten.
- 2. Doppelklicken Sie auf den EtherCAT-Slave.
 - ⇒ Die Einstellungen öffnen sich im Hauptfenster.
- 3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register Startup.
 - ⇒ Die aktuelle Startup-Liste wird angezeigt.
- 4. Klicken Sie auf New...
 - ⇒ Das Fenster Edit CANopen Startup Entry öffnet sich.
- 5. Transition:
Aktivieren Sie den Zustandswechsel, bei dem das Objekt geschrieben werden soll:
 - 5.1. I -> P: Zustandswechsel von Init nach Pre-Operational
 - 5.2. P -> S: Zustandswechsel von Pre-Operational nach Safe-Operational
 - 5.3. S -> O: Zustandswechsel von Safe-Operational nach Operational
 - 5.4. O -> S: Zustandswechsel von Operational nach Safe-Operational
 - 5.5. S -> P: Zustandswechsel Safe-Operational nach Pre-Operational
- 6. Index (hex):
Tragen Sie den Index des Objekts ein (hexadezimale Angabe).
- 7. Sub-Index (dec):
Tragen Sie den Subindex des Objekts ein (dezimale Angabe).
- 8. Data (hexbin):
Tragen Sie den Wert ein, der in das Objekt geschrieben werden soll.
- 9. Comment:
Hinterlegen Sie bei Bedarf einen Kommentar, der in der Startup-Liste zum Objekt angezeigt wird.
- 10. Bestätigen Sie mit OK.
 - ⇒ Das Objekt wird der Startup-Liste hinzugefügt.

7.2.5 Synchronisation über Distributed Clocks konfigurieren

Die Synchronisation über Distributed Clocks (DC-Sync) ist als präzisere der beiden Sync-Methoden in den EtherCAT-Slaves vorkonfiguriert. Prüfen Sie die zugehörigen Einstellungen für EtherCAT-Master und -Slaves.

- ✓ Sie haben das zugehörige Achsmodell vollständig in der DriveControlSuite konfiguriert.
- 1. Navigieren Sie im Solution Explorer zum EtherCAT-Master.
- 2. Doppelklicken Sie auf den EtherCAT-Master.
 - ⇒ Die Einstellungen öffnen sich im Hauptfenster.
- 3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register EtherCAT und klicken Sie auf Advanced Settings....
 - ⇒ Das Fenster Advanced Settings öffnet sich.
- 4. Wählen Sie in der linken Baumansicht Distributed Clocks.
- 5. Automatic DC Mode Selection:
Diese Option muss aktiviert sein.
- 6. Schließen Sie das Fenster.
- 7. Navigieren Sie im Solution Explorer zum ersten EtherCAT-Slave.
- 8. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register DC und klicken Sie auf Advanced Settings....
 - ⇒ Das Fenster Advanced Settings öffnet sich.
- 9. Enable:
Diese Option muss aktiviert sein.
- 10. DC enabled (multiplier = 1):
Dieser Listeneintrag muss ausgewählt sein.
- 11. Sync Unit Zyklus (µs):
Prüfen Sie den Default-Wert für die Zykluszeit der Steuerung und ändern Sie diesen gegebenenfalls ab.
- 12. Enable SYNC 0:
Diese Option muss aktiviert sein.
- 13. Schließen Sie das Fenster.
- 14. Wiederholen Sie die Schritte 7 – 13 für jeden weiteren Slave Ihres EtherCAT-Verbunds.
 - ⇒ EtherCAT-Master und -Slaves werden künftig mit dem ersten EtherCAT-Slave synchronisiert, für den die Distributed Clocks-Option aktiviert ist.

7.2.6 Synchronisation über SyncManager-Event konfigurieren

In den EtherCAT-Slaves ist die Synchronisation über Distributed Clocks (DC-Sync) vorkonfiguriert. Optional können Sie die Synchronisation für einen oder mehrere EtherCAT-Slaves manuell auf Synchronisation über SyncManager-Event (SM-Sync) umstellen.

1. Navigieren Sie im Solution Explorer zum EtherCAT-Slave, für den Sie die Synchronisation auf SM-Sync umstellen möchten.
2. Doppelklicken Sie auf den EtherCAT-Slave.
 - ⇒ Die Einstellungen öffnen sich im Hauptfenster.
3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register DC.
4. Operation Mode:
Wählen Sie aus der Auswahlliste den Listeneintrag SM Synchronous aus.
 - ⇒ Sie haben die Synchronisation für den EtherCAT-Slave geändert.
5. Wiederholen Sie die Schritte für jeden weiteren Slave Ihres EtherCAT-Verbunds, für den Sie die Synchronisation auf SM-Sync umstellen möchten.

7.2.7 Steuerungsbasierende Achsansteuerung

Um einen oder mehrere Antriebsregler steuerungsbasierend anzusteuern, parametrieren Sie zunächst die Achsen und programmieren anschließend ihre Ansteuerung.

7.2.7.1 Achse parametrieren

1. Navigieren Sie im Solution Explorer zu Motion > NC-Task 1 SAF > Axes > Axis 1.
2. Doppelklicken Sie auf die Achse.
⇒ Die Einstellungen öffnen sich im Hauptfenster.
3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register Settings.
4. Unit:
Wählen Sie die Einheit Grad (°).
5. Wechseln Sie in das Register Parameter.
6. Öffnen Sie die Parameterliste Maximum Dynamics.
7. Parametrieren Sie zugehörige Grenzwerte für Geschwindigkeit, Beschleunigung und Verzögerung.
8. Öffnen Sie die Parameterliste Limit Switches.
9. Soft Position Limit Minimum Monitoring:
Wenn Sie die Positionswerte durch eine untere Grenze negativ beschränken möchten, wählen Sie den Listeneintrag True und geben Sie in Minimum Position den zugehörigen Wert an.
10. Soft Position Limit Maximum Monitoring:
Wenn Sie die Positionswerte durch eine obere Grenze positiv beschränken möchten, wählen Sie den Listeneintrag True und geben Sie in Maximum Position den zugehörigen Wert an.
11. Navigieren Sie im Solution Explorer zu Axis > Enc.
12. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register Parameter.
13. Öffnen Sie die Parameterliste Encoder Evaluation.
14. Scaling Factor Numerator:
Geben Sie den Wert 0.000343322 an ($360 \div 1048576$) – in Übereinstimmung mit der Parametrierung von $A585[0] = 1048576$ inc für den Vorschubfaktor in der DriveControlSuite.
15. Wiederholen Sie die Schritte für jede weitere Achse.
⇒ Die Achsen sind parametriert.

7.2.7.2 Achsansteuerung programmieren

Die Ansteuerung der Achsen programmieren Sie in TwinCAT 3 über den Baustein MC_Power.

Um den Antriebsregler steuerungsbasierend anzusteuern, stehen Ihnen in Parameter A541 Modes of operation folgende Betriebsarten zur Verfügung:

- ▶ -1: Tippen
- ▶ 6: Homing mode
- ▶ 7: Interpolated position mode oder
- ▶ 8: Cyclic synchronous position mode
- ▶ 9: Cyclic synchronous velocity mode
- ▶ 10: Cyclic synchronous torque mode

Die Ansteuerung der Achsen erfolgt über das Steuerwort A515. Für das Starten des Betriebs und die zugehörigen Zustandsübergänge muss die Gerätezustandsmaschine bestimmte Kommandos erhalten. Diese Kommandos ergeben sich als Bitkombination im Steuerwort. Die Reihenfolge der Kommandos ist durch die Gerätezustandsmaschine nach CiA 402 vorgegeben.

Schwerkraftbelastete Achse mit Bremse



Information

Wenn Sie eine schwerkraftbelastete Achse und eine Bremse verwenden, schalten Sie den Antrieb grundsätzlich über einen Schnellhalt ab (Zustandsübergang 11 gemäß Gerätezustandsmaschine). Damit wird verhindert, dass die Last absackt, bis die Bremse vollständig eingefallen ist.

Deaktivieren Sie im Baustein MC_Power zuerst die Bit Enable_Positive und Enable_Negative und zeitverzögert danach das Bit Enable, um den Antrieb definiert zum Stillstand zu bringen.

Nähere Informationen zu den Betriebsarten, zur Gerätesteuerung sowie zum Standard-Mapping entnehmen Sie dem Handbuch zur Applikation CiA 402.

7.2.8 Antriebsbasierende Achsansteuerung

Für die antriebsbasierende Achsansteuerung ist eine manuelle Programmierung in der Automatisierungssoftware erforderlich. In Parameter A541 Modes of operation stehen Ihnen folgende Betriebsarten zur Verfügung:

- ▶ -1: Tippen
- ▶ 1: Profile position mode
- ▶ 2: Velocity mode
- ▶ 3: Profile velocity mode
- ▶ 4: Profile torque mode
- ▶ 6: Homing mode

Die Ansteuerung der Achsen erfolgt über das Steuerwort A515. Für das Starten des Betriebs und die zugehörigen Zustandsübergänge muss die Gerätezustandsmaschine bestimmte Kommandos erhalten. Diese Kommandos ergeben sich als Bitkombination im Steuerwort, die Reihenfolge der Kommandos ist durch die Gerätezustandsmaschine nach CiA 402 vorgegeben.

Schwerkraftbelastete Achse mit Bremse



Information

Wenn Sie eine schwerkraftbelastete Achse und eine Bremse verwenden, schalten Sie den Antrieb grundsätzlich über einen Schnellhalt ab (Zustandsübergang 11 gemäß Gerätezustandsmaschine). Damit wird verhindert, dass die Last absackt, bis die Bremse vollständig eingefallen ist.

Nähere Informationen zu den Betriebsarten, zur Gerätesteuerung sowie zum Standard-Mapping entnehmen Sie dem Handbuch zur Applikation CiA 402.

7.2.9 EoE-Kommunikation konfigurieren

1. Navigieren Sie im Solution Explorer zum EtherCAT-Master.
2. Doppelklicken Sie auf den EtherCAT-Master.
⇒ Die Einstellungen öffnen sich im Hauptfenster.
3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register EtherCAT und klicken Sie auf Advanced Settings....
⇒ Das Fenster Advanced Settings öffnet sich.
4. Wählen Sie in der linken Baumansicht EoE Support.
5. Virtual Ethernet Switch > Enable:
Diese Option muss aktiviert sein.
6. Schließen Sie das Fenster.
7. Navigieren Sie im Solution Explorer zum ersten EtherCAT-Slave.
8. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register EtherCAT und klicken Sie auf Advanced Settings....
⇒ Das Fenster Advanced Settings öffnet sich.
9. Navigieren Sie in der linken Baumansicht zu Mailbox > EoE.
10. Virtual Ethernet Port:
Diese Option muss aktiviert sein.
11. IP Port:
Aktivieren Sie diese Option.
12. Definieren Sie die Art der Adressvergabe:
 - 12.1. Aktivieren Sie die Option DHCP, wenn dem EtherCAT-Slave automatisch eine IP-Adresse über DHCP zugewiesen werden soll.
 - 12.2. Aktivieren Sie die Option IP Address, um dem EtherCAT-Slave eine feste IP-Adresse gemäß dem Subnetz Ihres EoE-Verbunds zuzuweisen. Bei der Vergabe einer festen IP-Adresse für EoE ist darauf zu achten, dass die erste und letzte Host-Adresse in einem Subnetz nicht verwendet werden darf. Wird eine dieser Adressen in TwinCAT 3 konfiguriert, wird sie vom Antriebsregler nicht angenommen.
13. Default-Gateway:
Bei der Vergabe einer festen IP-Adresse muss als Default-Gateway die IP-Adresse der EtherCAT-Netzwerkschnittstelle des EtherCAT-Masters angegeben werden.
14. Schließen Sie das Fenster.
15. Wiederholen Sie die Schritte 7 – 14 für jeden weiteren Slave Ihres EtherCAT-Systems.
⇒ Die EoE-Kommunikation ist für EtherCAT-Master und -Slaves aktiviert.




Information

In Abhängigkeit von Ihrem EoE-Netzwerkaufbau müssen Sie unter Umständen manuell ein Routing auf Ihrem EtherCAT-Master-PC setzen, um die Ethernet- und EtherCAT-Netzwerke zu verbinden (siehe [EoE: Anwendungsfälle mit Pilz Geräten \[70\]](#)).



Information

Die Adressvergabe via DHCP ist entweder über einen DHCP-Server oder über die DriveControlSuite möglich. Voraussetzung ist, dass DHCP-Server oder DriveControlSuite direkt auf dem Steuerungs-PC installiert sind (siehe [Topologie 1: EtherCAT-Master und DS6 auf einem PC](#) [ 71]). Im Antriebsregler muss darüber hinaus der IP-Adressbezug korrekt definiert sein (A166 = 2: DHCP + DS6, Default-Wert).

7.2.10

Station Alias konfigurieren

Optional können Sie jedem EtherCAT-Slave eine EtherCAT Station Alias zuweisen. Diese Adresse wird im EEPROM des jeweiligen Antriebsreglers gespeichert. Der Antriebsregler kann dadurch an jeden beliebigen freien Port innerhalb des Netzwerks angeschlossen und über die Station Alias identifiziert werden.

1. Navigieren Sie im Solution Explorer zu dem EtherCAT-Slave, dem Sie eine Station Alias zuweisen möchten.
 2. Doppelklicken Sie auf den EtherCAT-Slave.
⇒ Die Einstellungen öffnen sich im Hauptfenster.
 3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register EtherCAT und klicken Sie auf *Advanced Settings...*
⇒ Das Fenster *Advanced Settings* öffnet sich.
 4. Navigieren Sie im Fenster *Advanced Settings* in der linken Baumansicht zu *ESC Access > E2PROM > Configured Station:*
New Value: Tragen Sie den Wert ein, den Sie als Station Alias in das EEPROM schreiben möchten.
 5. Klicken Sie auf *Write to E2PROM*, um den Wert in das EEPROM zu schreiben.
 6. Bestätigen Sie den Dialog *Function succeeded!* mit OK.
 7. Schließen Sie das Fenster *Advanced Settings* mit OK.
 8. Wiederholen Sie die Schritte für jeden weiteren Slave Ihres EtherCAT-Systems, dem Sie eine Station Alias zuweisen möchten.
- ⇒ Die Konfiguration der Station Alias ist abgeschlossen.
- ⇒ Die Änderung der Adressen wird beim nächsten Start von TwinCAT 3 wirksam.



Information

In der DriveControlSuite kann die Station Alias über Parameter A254 ausgelesen werden.

7.2.11 Konfiguration übertragen

Übertragen Sie die Konfiguration auf den EtherCAT-Master.

1. Wählen Sie Menü **TWINCAT > Activate Configuration**.
2. Bestätigen Sie die Übertragung der Projektkonfiguration auf den EtherCAT-Master mit **OK**.
⇒ Der Dialog **Restart TwinCAT System in Run Mode** öffnet sich.
3. Bestätigen Sie mit **OK**.
⇒ Die Konfiguration wurde auf den EtherCAT-Master übertragen.

7.2.12 Funktionalität der Achsen prüfen

Prüfen Sie die Funktionalität der Achsen vor dem Produktivbetrieb.



Information

Beachten Sie, dass bereits vor Testbeginn eine geeignete Sicherheitsanwendung existiert, die das sichere Abschalten der Achse (Not-Aus, Sicherheitsschalter etc.) gewährleistet.



Information

Um die Funktionalität der Achsen prüfen zu können, muss Parameter **A541 Modes of operation** der jeweiligen Achse auf den Wert **8** gesetzt sein (Default-Wert).

1. Navigieren Sie im Solution Explorer zu **Motion > NC-Task 1 SAF > Axes > Axis 1**.
2. Doppelklicken Sie auf die Achse.
⇒ Die Einstellungen öffnen sich im Hauptfenster.
3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register **Online**.
4. Klicken Sie im Bereich **Enabling** auf **Set**.
⇒ Das Fenster **Set Enabling** öffnet sich.
5. Aktivieren Sie die Optionen **Controller**, **Feed Fw**, **Feed Bw**.
6. **Override**:
Geben Sie einen Wert für den **Override** an (z. B. 100).
7. Bestätigen Sie mit **OK**.
⇒ Die Achse wird über die aktive Steuertafel kontrolliert.
8. **F1 – F4**:
Verfahren Sie die Achse schrittweise und testen Sie Bewegungsrichtung, Geschwindigkeit etc. über die zugehörigen Schaltflächen.
9. Um die Freigabe zu deaktivieren, klicken Sie auf **Set Enabling** und deaktivieren Sie die Optionen **Controller**, **Feed Fw**, **Feed Bw**.
10. Wiederholen Sie die Schritte für jede weitere Achse Ihres Systems.

7.3 CODESYS V3: EtherCAT-System in Betrieb nehmen

Die Automatisierungssoftware CODESYS V3 bietet Ihnen die Möglichkeit, die Hardware-Umgebung Ihres EtherCAT-Systems abzubilden und sämtliche notwendigen Busparameter samt Datenaustausch via Master und Slaves zu konfigurieren und zu parametrieren.

Beachten Sie, dass alle Systemteilnehmer vor der Inbetriebnahme physisch vernetzt sein müssen. Darüber hinaus haben Sie im Vorfeld die betreffenden Antriebsregler, d. h. EtherCAT-Slaves in der DriveControlSuite projiziert und die Konfiguration auf die betreffenden Antriebsregler übertragen.



Information

Bei der nachfolgenden Beschreibung setzen wir voraus, dass Sie die Applikation CiA 402 HiRes Motion projiziert haben.



Information

Führen Sie die im Nachfolgenden beschriebenen Schritte unbedingt in der vorgegebenen Reihenfolge aus!

Einige Parameter stehen in Abhängigkeit zueinander und werden Ihnen erst zugänglich, wenn Sie zuvor bestimmte Einstellungen getroffen haben. Folgen Sie den Schritten in der vorgegebenen Reihenfolge, damit Sie die Parametrierung vollständig abschließen können.

7.3.1 Standardprojekt anlegen

1. Starten Sie die Automatisierungssoftware CODESYS V3.
2. Wählen Sie Basisoperationen > Neues Projekt.
⇒ Das Fenster Neues Projekt öffnet sich.
3. Wählen Sie ein Standardprojekt, das Ihrer Hardware-Version entspricht. Benennen Sie dieses und speichern Sie es an einen Ort Ihrer Wahl.

7.3.2 Antriebsregler anhängen

1. Navigieren Sie im Gerätebaum zu Modul EtherCAT_Master (EtherCAT Master) > Kontextmenü Gerät anhängen.
⇒ Das Fenster Gerät anhängen öffnet sich.
2. Bereich Gerät > Hersteller:
Wählen Sie STOBER Antriebstechnik GmbH + Co. KG – Antriebe und öffnen Sie den gleichnamigen Ordner.
⇒ Sämtliche Antriebsregler, die Sie abbilden können, werden angezeigt.
3. Markieren Sie den gewünschten Antriebsregler in der SoftMotion_HiRes-Version und bestätigen Sie mit Gerät anhängen.
4. Wiederholen Sie Schritt 3 für alle weiteren Antriebsregler Ihres EtherCAT-Systems.
⇒ Die ausgewählten Antriebsregler sind im Gerätebaum unterhalb der Steuerung EtherCAT_Master (EtherCAT Master) angehängt.

7.3.3 Synchronisation über Distributed Clocks konfigurieren

- ✓ Die Synchronisation über Distributed Clocks (DC-Sync) ist als präzisere der beiden Sync-Methoden in den EtherCAT-Slaves vorkonfiguriert.
Um den Jitter generell zu verringern, empfehlen wir, die Datenübergabe (I/O) der Steuerung in der EtherCAT-Konfiguration auf Task-Beginn zu setzen.
- 1. Navigieren Sie im Gerätebaum zu Modul EtherCAT_Master (EtherCAT Master) und öffnen Sie dieses mit einem Doppelklick.
⇒ Register EtherCAT_Master > Allgemein öffnet sich im Editorfenster.
- 2. Bereich Verteilte Uhren > Zykluszeit und Sync Offset:
Prüfen Sie die Default-Werte und ändern Sie diese gegebenenfalls ab.
- 3. Um die Datenübergabe auf Task-Beginn zu setzen, wählen Sie Menü Tools > Optionen > Geräteeditor.
- 4. Aktivieren Sie die Option Generische Konfigurationseditoren anzeigen und bestätigen Sie mit OK.
- 5. Wechseln Sie in das vertikale Register EtherCAT Parameter.
- 6. Navigieren Sie zu Parameter NachrichtAmTaskBeginn und setzen Sie den Wert des Parameters auf True.
⇒ Die Datenübergabe der Steuerung erfolgt künftig am Task-Beginn.
- 7. Doppelklicken Sie im Gerätebaum auf den ersten der angehängten Antriebsregler.
⇒ Register SI6_SC6_Single(Double)Ax_SoftMotion_HiRes > Allgemein öffnet sich im Editorfenster.
- 8. Bereich Verteilte Uhren > Select DC:
DC enabled (multiplier = 1) und Sync 0 als Sync-Event sind per Default aktiviert.
- 9. Wenn Sie die Voreinstellungen ändern möchten, aktivieren Sie die Option Zusätzlich > Experteneinstellungen aktivieren und ändern Sie die Einstellungen ab.
- 10. Wiederholen Sie die Schritte 7 – 9 für jeden weiteren Antriebsregler Ihres EtherCAT-Verbunds.
⇒ EtherCAT-Master und -Slaves werden künftig mit dem ersten EtherCAT-Slave synchronisiert, für den die Distributed Clocks-Option aktiviert ist.

7.3.4 Steuerungsbasierende Achsansteuerung

Um einen oder mehrere Antriebsregler steuerungsbasierend anzusteuern, parametrieren Sie zunächst die Achsen und programmieren anschließend ihre Ansteuerung.

7.3.4.1 SoftMotion-Achse parametrieren

- ✓ Sie haben die Applikation CiA 402 HiRes Motion ausgewählt und das zugehörige Achsmodell vollständig in der DriveControlSuite konfiguriert.
- 1. Navigieren Sie im Gerätebaum zur ersten SoftMotion-Achse SM_Drive_ETC_STOEBER_SI6_SC6_HiRes des ersten der angehängten Antriebsregler PMC SC6 oder PMC SI6 und öffnen Sie diese mit einem Doppelklick.
 - ⇒ Register SM_Drive_ETC_STOEBER_SI6_SC6_HiRes > Allgemein öffnet sich im Editorfenster.
- 2. Bereich Achsentyp und -begrenzungen > Modulo/Begrenzt:
Aktivieren Sie Ihrem Antrieb entsprechend eine der genannten Optionen und parametrieren Sie die jeweils notwendigen Bedingungen:
 - 2.1. Bedingungen für Modulo > Moduloeinstellungen: Definieren Sie den Modulobereich, in dem Sie einen zugehörigen Modulowert eingeben.
 - 2.2. Bedingungen für Begrenzt > Software-Endschalter: Wenn Sie die Positionswerte durch eine untere Grenze negativ oder eine obere Grenze positiv beschränken möchten, aktivieren Sie die Option und geben Sie die zugehörigen Werte an.
- 3. Software-Fehlerreaktion:
Verzögerung: Wenn mit einer Verzögerung abgebremst werden soll, geben Sie den zugehörigen Wert an.
Maximale Distanz: Parametrieren Sie eine maximale Distanz, innerhalb der der Antrieb einen Stillstand erreicht haben muss, nachdem ein Fehler aufgetreten ist.
Die Sollwertüberwachung des Antriebsreglers ist bei den Applikationen CiA 402 sowie CiA 402 HiRes Motion per Default aktiviert. Damit der Antriebsregler nicht in den Zustand **exzessiver Sollwertsprung** übergeht, parametrieren Sie eine in der Praxis umsetzbare Rampe.
- 4. Dynamische Grenzen (optional):
Wenn Sie CNC- oder Robotic-Funktionalitäten nutzen, parametrieren Sie zugehörige Grenzwerte für Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung und Ruck.
- 5. Geschwindigkeitsrampentyp (optional):
Definieren Sie über den Geschwindigkeitsrampentyp das Geschwindigkeitsprofil für bewegungserzeugende Einachsbausteine sowie für Master/Slave-Module. Wählen Sie das passende Profil.
- 6. Schleppfehlerüberwachung (optional):
Legen Sie über die zugehörige Auswahlliste die Reaktion der Steuerung bei einem erkannten Schleppfehler fest.
Schleppfehlergrenzwert: Ein Schleppfehler wird erkannt, wenn der Unterschied zwischen Soll- und Istposition den Schleppfehlergrenzwert überschreitet. Wenn Sie die Schleppfehlerüberwachung durch die Auswahl einer Reaktion aktiviert haben, geben Sie den zugehörigen Wert an.
- 7. Wechseln Sie in das vertikale Register Skalieren/Mapping.
- 8. Bereich Skalierung > Genauigkeit (Dezimalstellen):
Geben Sie die in der DriveControlSuite (106 Dezimalstellen Position) parametrierte Anzahl der Dezimalstellen für die Angabe und Anzeige von Positionen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen an.
- 9. Wiederholen Sie die Schritte für jede weitere SoftMotion-Achse Ihres EtherCAT-Systems.
 - ⇒ Die SoftMotion-Achsen sind parametriert.

7.3.4.2 Achsansteuerung programmieren

Die Ansteuerung der Achsen programmieren Sie in der Automatisierungssoftware. Die erforderlichen Informationen entnehmen Sie bitte der Dokumentation zu CODESYS V3.

Um den Antriebsregler steuerungsbasierend anzusteuern, stehen Ihnen in Parameter A541 Modes of operation folgende Betriebsarten zur Verfügung:

- ▶ -1: Tippen
- ▶ 6: Homing mode
- ▶ 7: Interpolated position mode oder
- ▶ 8: Cyclic synchronous position mode
- ▶ 9: Cyclic synchronous velocity mode
- ▶ 10: Cyclic synchronous torque mode

Die Ansteuerung der Achsen erfolgt über das Steuerwort A515. Für das Starten des Betriebs und die zugehörigen Zustandsübergänge muss die Gerätezustandsmaschine bestimmte Kommandos erhalten. Diese Kommandos ergeben sich als Bitkombination im Steuerwort. Die Reihenfolge der Kommandos ist durch die Gerätezustandsmaschine nach CiA 402 vorgegeben.

Schwerkraftbelastete Achse mit Bremse



Information

Wenn Sie eine schwerkraftbelastete Achse und eine Bremse verwenden, schalten Sie den Antrieb grundsätzlich über einen Schnellhalt ab (Zustandsübergang 11 gemäß Gerätezustandsmaschine). Damit wird verhindert, dass die Last absackt, bis die Bremse vollständig eingefallen ist.

Wie Sie den Antrieb über einen Schnellhalt abschalten, entnehmen Sie bitte der Dokumentation zu CODESYS V3.

Nähere Informationen zu den Betriebsarten, zur Gerätesteuerung sowie zum Standard-Mapping entnehmen Sie dem Handbuch zur Applikation CiA 402.

7.3.5 Antriebsbasierende Achsansteuerung

Für die antriebsbasierende Achsansteuerung ist eine manuelle Programmierung in der Automatisierungssoftware erforderlich. In Parameter A541 Modes of operation stehen Ihnen folgende Betriebsarten zur Verfügung:

- ▶ -1: Tippen
- ▶ 1: Profile position mode
- ▶ 2: Velocity mode
- ▶ 3: Profile velocity mode
- ▶ 4: Profile torque mode
- ▶ 6: Homing mode

Die Ansteuerung der Achsen erfolgt über das Steuerwort A515. Für das Starten des Betriebs und die zugehörigen Zustandsübergänge muss die Gerätezustandsmaschine bestimmte Kommandos erhalten. Diese Kommandos ergeben sich als Bitkombination im Steuerwort, die Reihenfolge der Kommandos ist durch die Gerätezustandsmaschine nach CiA 402 vorgegeben.

Schwerkraftbelastete Achse mit Bremse



Information

Wenn Sie eine schwerkraftbelastete Achse und eine Bremse verwenden, schalten Sie den Antrieb grundsätzlich über einen Schnellhalt ab (Zustandsübergang 11 gemäß Gerätezustandsmaschine). Damit wird verhindert, dass die Last absackt, bis die Bremse vollständig eingefallen ist.

Nähere Informationen zu den Betriebsarten, zur Gerätesteuerung sowie zum Standard-Mapping entnehmen Sie dem Handbuch zur Applikation CiA 402.

7.3.6 EoE-Kommunikation konfigurieren

Pilz Antriebsregler der 6. Generation unterstützen eine EoE-Kommunikation. Ob Ihre Steuerung EoE ebenfalls unterstützt und wie die Pakete von Ihrer Steuerung zum Service-PC übertragen werden, entnehmen Sie bitte der Dokumentation zu Ihrer Steuerung.



Information

In Abhängigkeit von Ihrem EoE-Netzwerkaufbau müssen Sie unter Umständen manuell ein Routing auf Ihrem EtherCAT-Master-PC setzen, um die Ethernet- und EtherCAT-Netzwerke zu verbinden (siehe [EoE: Anwendungsfälle mit Pilz Geräten \[70\]](#)).

7.3.7 Konfiguration übertragen

Übertragen Sie das Projekt auf Ihre CODESYS SoftMotion Steuerung und starten Sie CODESYS V3.

7.3.8 Funktionalität der Achsen prüfen

Prüfen Sie die Funktionalität der Achsen vor dem Produktivbetrieb.



Information

Beachten Sie, dass bereits vor Testbeginn eine geeignete Sicherheitsanwendung existiert, die das sichere Abschalten der Achse (Not-Aus, Sicherheitsschalter etc.) gewährleistet.


7.3.9 Sonderfall: PDO-Übertragung erweitern

- ✓ Sie arbeiten mit einer steuerungsbasierenden Betriebsart (SoftMotion) und benötigen eine erweiterte PDO-Übertragung?
Gehen Sie vor, wie in nachfolgenden Schritten beschrieben. Beachten Sie, dass Sie pro Kanal maximal 24 CiA-Objekte oder Parameter des Antriebsreglers übertragen können.
- 1. Navigieren Sie im Gerätebaum zu dem Antriebsregler, dessen PDO-Übertragung Sie erweitern möchten und öffnen Sie diesen mit einem Doppelklick.
 - ⇒ Register SI6_SC6_Single(Double)Ax_SoftMotion_HiRes > Allgemein öffnet sich im Editorfenster.
- 2. Bereich Zusätzlich > Experteneinstellungen aktivieren:
Aktivieren Sie diese Option.
- 3. Wechseln Sie in das vertikale Register Prozessdaten Expertenmodus.
- 4. PDO-Liste:
Die Liste enthält jeweils einen Sende- und einen Empfangskanal pro parametrierter SoftMotion-Achse.
Markieren Sie den Kanal, dessen PDO-Übertragung Sie erweitern möchten.
 - ⇒ PDO-Inhalt: Der Bereich zeigt sämtliche PDO, die über den ausgewählten Kanal zwischen Steuerung und Antriebsregler ausgetauscht werden.
- 5. Klicken Sie auf Einfügen.
 - ⇒ Der Dialog Wählen Sie einen Eintrag aus dem Objektverzeichnis öffnet sich. Das Verzeichnis enthält eine Auswahl der verfügbaren CiA-Objekte (samt der Koordinate und dem Namen des entsprechenden Antriebsregler-Parameters von Pilz).
- 6. Markieren Sie das CiA-Objekt, um das Sie die PDO-Übertragung erweitern möchten und bestätigen Sie mit OK.
Ist das gewünschte CiA-Objekt nicht im Verzeichnis enthalten, geben Sie dessen Index und Subindex in den zugehörigen Feldern an. Berechnen Sie bei herstellerspezifischen Parametern vorab die beiden Indizes aus der Parameterkoordinate (siehe [Herstellerspezifische Parameter: 2000 hex – 53FF hex](#) [116] und [Herstellerspezifische Parameter: A000 hex – D3FF hex](#) [118]). Wählen Sie zusätzlich den Datentyp, der dem Datentyp des Antriebsregler-Parameters entspricht und bestätigen Sie mit OK.
 - ⇒ Der PDO-Inhalt des ausgewählten Kanals wurde um das ausgewählte CiA-Objekt oder den angegebenen Antriebsregler-Parameter erweitert.
- 7. Wiederholen Sie die Schritte 5 – 6 für alle weiteren CiA-Objekte, um die Sie die PDO-Übertragung für den ausgewählten Kanal erweitern möchten.
- 8. Wechseln Sie in das zugehörige Projekt der DriveControlSuite und ergänzen Sie dort die PDO-Übertragung analog zu den Erweiterungen in CODESYS V3 (siehe [PDO-Übertragung konfigurieren](#) [31]).
 - ⇒ Die Erweiterung der PDO-Übertragung wird mit dem nächsten Start des EtherCAT-Masters wirksam.

8 Monitoring und Diagnose

Zur Überwachung sowie im Störfall stehen Ihnen unterschiedliche, nachfolgend beschriebene Monitoring- und Diagnosemöglichkeiten zur Verfügung.

8.1 Verbindungsüberwachung

Um einen Kommunikationsausfall erkennen zu können, aktivieren Sie die Watchdog-Funktion, d. h., Sie überwachen das Eintreffen der zyklischen Prozessdaten durch die Definition eines PDO-Timeouts in A258 (siehe [Allgemeine EtherCAT-Einstellungen parametrieren](#) [ 30]).

Ein aktivierter Watchdog löst im Betriebszustand Operational die Störung 52: Kommunikation mit der Ursache 6: EtherCAT PDO-Timeout aus – sofern keine neuen PDO innerhalb des festgelegten Timeouts empfangen werden.

Beendet der EtherCAT-Master die Kommunikation regulär durch ein Verlassen des Zustands Operational, löst die Überwachung nicht aus.

8.2 LED-Anzeige

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

8.2.1 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 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. 5: 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

Tab. 5: 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

Tab. 6: Bedeutung der grünen LED (Run)

8.2.2 Netzwerkverbindung EtherCAT

Die Leuchtdioden LA_{EC}IN und LA_{EC}OUT an X200 und X201 auf der Geräteoberseite zeigen den Zustand der EtherCAT-Netzwerkverbindung an.

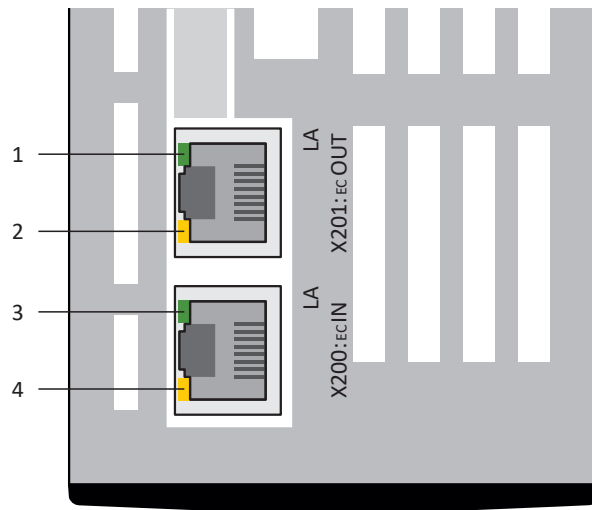


Abb. 6: Leuchtdioden für den Zustand der EtherCAT-Netzwerkverbindung

- 1 Grün: LA_{EC}OUT an X201
- 2 Gelb: Ohne Funktion
- 3 Grün: LA_{EC}IN an X200
- 4 Gelb: Ohne Funktion

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

Tab. 7: Bedeutung der grünen LEDs (LA)

8.3 Ereignisse

Der Antriebsregler verfügt über ein System zur Selbstüberwachung, das anhand von Prüfregeleln das Antriebssystem vor Schaden schützt. Bei Verletzung der Prüfregeleln 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

Abhängig vom Ereignis gibt es verschiedene Maßnahmen, die Sie zum Beheben der Ursache ergreifen können. Sobald die Ursache erfolgreich behoben wurde, können Sie das Ereignis in der Regel direkt quittieren. Wenn ein Neustart des Antriebsreglers erforderlich ist, finden Sie einen entsprechenden Hinweis in den Maßnahmen.



ACHTUNG!

Sachschaden durch Unterbrechung von Schnellhalt oder Notbremsung!

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



Information

Um Steuerungsprogrammierern das Einrichten der Benutzerschnittstelle (HMI) zu erleichtern, können Sie sich für eine Liste der Ereignisse und deren Ursachen über support@pilz.com an den Pilz Support wenden.

8.3.1 Ereignis 52: Kommunikation

Der Antriebsregler geht in **Störung**, wenn:

- ▶ A29 = 0: Inaktiv bei Gerätesteuerung Drive Based oder
- ▶ A540 = 0: Disable drive motor coasting bei Gerätesteuerung CiA 402

Reaktion:

- ▶ Das Leistungsteil wird gesperrt und die Achsbewegung nicht mehr durch den Antriebsregler gesteuert
- ▶ Die Bremsen fallen ein

Der Antriebsregler geht mit einem **Schnellhalt in Störung**, wenn:

- ▶ A29 = 1: Aktiv bei Gerätesteuerung Drive Based oder
- ▶ A540 = 2: Slow down on quick stop ramp bei Gerätesteuerung CiA 402

Reaktion:

- ▶ Die Achse wird durch einen Schnellhalt gestoppt
- ▶ Während des Schnellhalts bleiben die Bremsen gelüftet
- ▶ Am Ende des Schnellhalts wird das Leistungsteil gesperrt und die Achsbewegung nicht mehr durch den Antriebsregler gesteuert
- ▶ Die Bremsen fallen ein



Information

In den Zuständen Einschaltsperrung, Einschaltbereit und Eingeschaltet (E48) wird ein Flankenwechsel für das Signal Lüft-Override erwartet (Quelle: F06), damit die Bremse lüftet.

Ursache		Prüfung und Maßnahme
6: EtherCAT PDO-Timeout	Fehlende Prozessdaten	Task-Zykluszeit im EtherCAT-Master und Timeout-Zeit im Antriebsregler prüfen und gegebenenfalls korrigieren (A258)
7: EtherCAT-DC-SYNC0	Synchronisierungsfehler	Synchronisationseinstellungen im EtherCAT-Master prüfen und gegebenenfalls korrigieren
	Anschlussfehler	Anschluss und Schirmungen prüfen und gegebenenfalls korrigieren
15: Falsche Firmware für Applikation	Projektierte Feldbuskennung und die des Antriebsreglers stimmen nicht überein	Projektierte Feldbuskennung und Feldbuskennung des Antriebsreglers prüfen und gegebenenfalls Feldbus wechseln (E59[2], E52[3])

Tab. 8: Ereignis 52 – Ursachen und Maßnahmen

8.4 Parameter

Folgende Diagnoseparameter stehen Ihnen bei der EtherCAT-Kommunikation in Kombination mit dem Antriebsregler zur Verfügung.

8.4.1 A254 | EtherCAT Station Alias | G6 | V0

Alias-Adresse des Antriebsreglers (EtherCAT-Slave) im EtherCAT-Netzwerk (Quelle: EtherCAT-Master). Diese Adresse wird im EEPROM des Antriebsreglers gespeichert und von dort beim Wechsel des EtherCAT-Betriebszustands von Init zu Pre-Operational ausgelesen.

8.4.2 A255 | EtherCAT Device State | G6 | V2

Zustand des Antriebsreglers im EtherCAT-Netzwerk (EtherCAT State Machine, ESM).

- ▶ 0: ungültig
- ▶ 1: Init State
Keine Kommunikation zwischen EtherCAT-Master und EtherCAT-Slave; die Konfiguration startet, gespeicherte Werte werden geladen
- ▶ 2: Pre-Operational State
Keine PDO-Kommunikation; EtherCAT-Master und EtherCAT-Slave tauschen applikationsspezifische Parameter über SDO aus
- ▶ 4: Safe-Operational State
EtherCAT-Slave sendet aktuelle Istwerte an den EtherCAT-Master, ignoriert dessen Sollwerte und greift auf interne Default-Werte zurück
- ▶ 8: Operational State
Normalbetrieb: EtherCAT-Master und EtherCAT-Slave tauschen Soll- und Istwerte aus
- ▶ 17: Error - Init State – 21: Error - Operational State (Details: A257)

8.4.3 A256 | EtherCAT Adresse | G6 | V1

Adresse des Antriebsreglers (EtherCAT-Slave) im EtherCAT-Netzwerk (Quelle: EtherCAT-Master).

8.4.4 A257 | EtherCAT Diagnose | G6 | V1

Diagnoseinformationen des Antriebsreglers im EtherCAT-Netzwerk.

- ▶ [0]: EtherCAT-Betriebszustand
Format: StX ErX L0X L1X
- ▶ [1]: EtherCAT-Netzwerkverbindung – Fehlerzähler
Format: L0 xx L1 xx
- ▶ [2]: Datenfehler – Fehlerzähler
Format: R0 xxxx R1 xxxx

EtherCAT-Betriebszustand

- ▶ StX
 - St1 = Init
 - St2 = Pre-Operational
 - St4 = Safe-Operational
 - St8 = Operational

▶ ErX

- Er0 = no Error
Kein Fehler
- Er1 = Booting Error
EC6-Fehler
- Er2 = General Configuration error
Genereller Konfigurationsfehler der Datenaustauschspeicher
- Er3 = Unsolicited State Change
Zustandswechsel des Antriebsreglers ohne Aufforderung durch den Master
- Er4 = Watchdog
Timeout A258 abgelaufen ohne Prozessdatenempfang
- Er6 = Regular process data missing
Wechselbedingung von St4 nach St8 nicht erfüllt: PDO-Daten können nicht über eine Dauer von 200 ms hinweg stabil und regelmäßig empfangen werden; Auslastung der Steuerung ist zu hoch (Jitter)
- Er7 = Invalid Configuration TxPDO
Datenlänge des Sende-PDO-Kanals stimmt nicht mit der Vorgabe überein
- Er8 = Invalid Configuration RxPDO
Datenlänge des Empfangs-PDO-Kanals stimmt nicht mit der Vorgabe überein
- Er9 = Invalid Configuration Mailbox Tx
Datenlänge des Sende-SDO-Kanals stimmt nicht mit der Vorgabe überein oder EoE-Konfiguration fehlerhaft

- Er10 = Invalid Configuration Mailbox Rx
Datenlänge des Empfangs-SDO-Kanals stimmt nicht mit der Vorgabe überein oder EoE-Konfiguration fehlerhaft

▶ L0X

- L00 = No Link
Keine Verbindung zu einem anderen EtherCAT-Gerät über X200 (IN-Port)
- L01 = Link Detected
Verbindung zu einem anderen EtherCAT-Gerät über X200 (IN-Port)

▶ L1X

- L10 = No Link
Keine Verbindung zu einem anderen EtherCAT-Gerät über X201 (OUT-Port)
- L11 = Link Detected
Verbindung zu einem anderen EtherCAT-Gerät über X201 (OUT-Port)

EtherCAT-Netzwerkverbindung – Fehlerzähler

- ▶ L0 xx = Link Lost Counter
xx = Anzahl der Verbindungsausfälle (hexadezimal) an X200 (IN-Port)
- ▶ L1 xx = Link Lost Counter
xx = Anzahl der Verbindungsausfälle (hexadezimal) an X201 (OUT-Port)

Datenfehler – Fehlerzähler

- ▶ R0 xxxx = RxPDO Error Counter
xxxx = Anzahl der Datenfehler (hexadezimal) an X200 (IN-Port)
- ▶ R1 xxxx = RxPDO Link Lost Counter
xxxx = Anzahl der Datenfehler (hexadezimal) an X201 (OUT-Port)

8.4.5 A259 | EtherCAT SM-Watchdog | G6 | V1

Zustand des SyncManager-Watchdogs des Antriebsreglers im EtherCAT-Netzwerk (Voraussetzung: A258 = 65534).

- ▶ [0]: Tolerierte Ausfalldauer (Einheit: ms)
Wird durch die Funktion SyncManager-Watchdog des EtherCAT-Masters vorgegeben
- ▶ [1]: Zustand
0 = nicht ausgelöst; 1 = ausgelöst = Ereignis 52: Kommunikation, Ursache 6: EtherCAT PDO-Timeout
- ▶ [2]: Anzahl der Auslösungen

8.4.6 A261 | Sync-Diagnose | G6 | V1

Diagnose der Synchronisation des Antriebsreglers im EtherCAT-Netzwerk.

- ▶ [0]: Fehler-Code
 - 0 = Kein Fehler
 - 1 = SyncManager 2 und 3 besitzen unterschiedliche Zykluszeiten
 - 2 = Zykluszeit < 250 µs
 - 3 = Ungerades Vielfaches von 250 µs
 - 4 = PLL konnte nicht gestartet werden
 - 6 = Interrupt des Antriebsreglers wurde nicht initialisiert, Firmware-Fehler
- ▶ [1]: Zeitdifferenz zwischen der Datenbereitstellung und dem Sync 0-Signal
- ▶ [2]: Fehlerzähler

8.4.7 A287 | DC-Sync optimieren | G6 | V3

DC-Sync bewerten und Empfehlung für Minimal- und Maximalwert des Phasen-Offsets ermitteln (Verwendung: Assistent DC-Sync optimieren; Voraussetzung: EtherCAT-Netzwerk mit Synchronisation via Distributed Clocks; Messdauer: $1000 \times A150$). Zykluszeit des Antriebsreglers (A150) und Zykluszeit der Steuerung (A291) sollten übereinstimmen, da die Genauigkeit des Messergebnisses mit steigender Differenz abnimmt.

8.4.7.1 A287[2] | Ergebnis | G6 | V2

Ergebnis der Aktion.

Aktion erfolgreich

- ▶ 7: Fehlerfrei, A292 im empfohlenen Bereich
Synchronisation des Antriebsreglers arbeitet fehlerfrei; A292 befindet sich im empfohlenen Bereich
- ▶ 8: Fehlerfrei, kann durch Anpassung von A292 optimiert werden
Synchronisation des Antriebsreglers arbeitet fehlerfrei; RxPDO- oder TxPDO-Zeitpunkt schneiden den Frame oder TxPDO-Zeitpunkt liegt im nächsten Frame, A292 kann optimiert werden

Aktion nicht erfolgreich

- ▶ 2: Aktion nicht ausführbar
Zustand des Antriebsreglers im EtherCAT-Netzwerk zu Beginn der Messung ist nicht 4: Safe-Operational State oder 8: Operational State (A255), tatsächliche Zykluszeit der Steuerung und die im Antriebsregler eingestellte Zykluszeit der Steuerung sind unterschiedlich (A291) oder als Synchronisationstyp wird nicht Distributed Clocks verwendet
- ▶ 3: Zykluszeit zu klein, da Jitter des Frames vom ECMaster zu groß
A150 Zykluszeit ist zu klein oder Jitter des Frame-Anfangs des EtherCAT-Masters ist zu groß
- ▶ 4: Zykluszeit zu klein, da Jitter des AR zu groß
A150 Zykluszeit ist zu klein oder Jitter des RxPDO- oder TxPDO-Zeitpunkts des Antriebsreglers ist zu groß
- ▶ 5: Zykluszeit zu klein, da Laufzeit der AR-Applikation zu groß
A150 Zykluszeit ist zu klein oder Dauer der Applikation des Antriebsreglers ist zu groß
- ▶ 6: Zykluszeit zu klein, da Framelaufzeit zu groß
A150 Zykluszeit ist zu klein oder Dauer des Frames ist zu groß (zu viele Teilnehmer im EtherCAT-Netzwerk oder zu große PDO-Datenmenge)

9 Mehr zu EtherCAT?

Nachfolgende Kapitel fassen die wesentlichen Begriffe, Dienste und Beziehungen rund um EtherCAT zusammen.

9.1 EtherCAT

Bei EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology) handelt es sich um eine Industrial-Ethernet-Technologie für Echtzeitanforderungen in der Automatisierungstechnik. EtherCAT ist fokussiert auf kurze Zykluszeiten, niedrigen Jitter und eine exakte Synchronisierung. EtherCAT wurde von der Firma Beckhoff Automation GmbH & Co. KG initiiert und wird bis zum aktuellen Zeitpunkt von der internationalen Organisation EtherCAT Technology Group (ETG) unterstützt. EtherCAT ist eine offene Technologie, die seit 2005 in der Norm IEC 61158 standardisiert ist.

Master-Slave-Prinzip und Datenaustausch

EtherCAT folgt dem Master-Slave-Prinzip.

Ein Master versendet Standard-Ethernet-Frames, die sämtliche Slaves passieren. Die Frames werden im Durchlauf verarbeitet, d. h. jeder EtherCAT-Slave besitzt einen in die Hardware integrierten EtherCAT Slave Controller (ESC), der die an den jeweiligen Slave adressierten Empfangsdaten während des Frame-Durchlaufs entnimmt und diesem eigene Sendedaten on-the-fly anhängt. Verzögerungen sind somit der Hardware-Durchlaufzeit geschuldet. Der letzte Slave im Netzwerk sendet den Frame an den Master zurück.

Der EtherCAT-Master ist der einzige Netzwerkteilnehmer, der aktiv Frames versendet; die EtherCAT-Slaves leiten diese lediglich weiter. Dieses Prinzip vermeidet mögliche Verzögerungen und garantiert die Echtzeitfähigkeit. Die Reihenfolge der Daten ist unabhängig von der physikalischen Reihenfolge der Slaves im Netzwerk.

9.2 Kommunikationsprotokolle

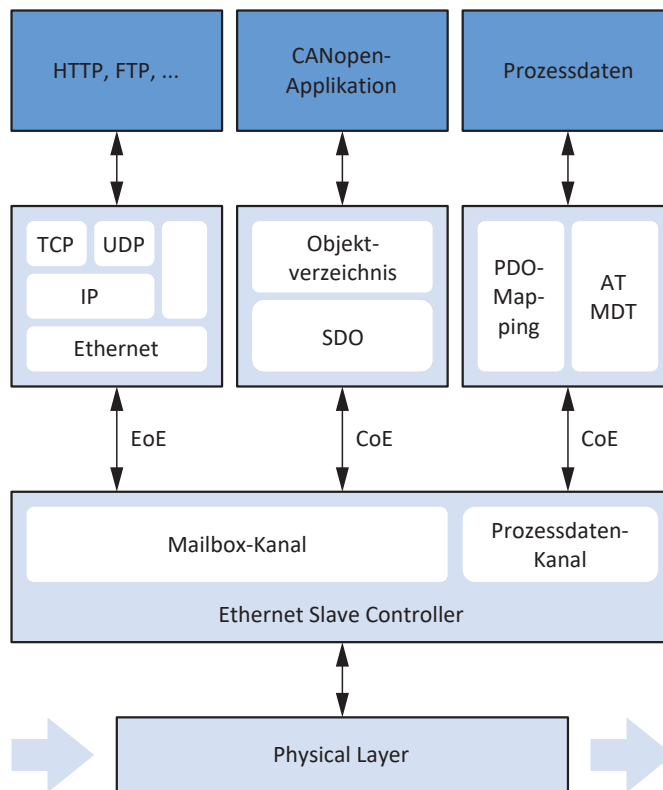


Abb. 7: EtherCAT: Kommunikationsprotokolle

EtherCAT bedient sich der Standard-Ethernet-Frames, die EtherCAT-Nutzdaten enthalten. Die Kommunikation erfolgt in der Regel über einen Mailbox- oder Prozessdaten-Kanal.

Über den Mailbox-Kanal werden ausschließlich zeitlich unkritische Daten, d. h. Servicedaten-Objekte (SDO) ausgetauscht; über den Prozessdaten-Kanal werden – in Anlehnung an CANopen – zeitkritische Prozessdaten-Objekte (PDO) übertragen.

Pilz Antriebsregler der 6. Generation unterstützen die EtherCAT-Protokolle CoE und EoE.

9.2.1 CoE: CANopen over EtherCAT

EtherCAT stellt mit dem CoE-Protokoll CANopen-konforme Kommunikationsmechanismen bereit und ermöglicht somit die Nutzung der gesamten CANopen-Profilfamilie über EtherCAT, somit ist auch das Antriebsprofil CiA 402 vollständig nutzbar.

Bezüglich der jeweiligen Zustandsmaschinen unterscheiden sich die von CANopen und EtherCAT ausschließlich darin, dass die EtherCAT State Machine (siehe [EtherCAT State Machine \[84\]](#)) um den Zustand Safe-Operational erweitert wurde.

9.2.2 EoE: Ethernet over EtherCAT

Über EoE ist es möglich, beliebigen Ethernet-Datenverkehr zwischen EoE-fähigen Teilnehmern in einem EtherCAT-Verbund zu transportieren.

Dabei werden die Ethernet-Frames – wie bei Internetprotokollen üblich – durch das EtherCAT-Protokoll getunnelt. Der EtherCAT-Master dient als Gateway zum Ethernet-Netzwerk.

Bei EoE handelt es sich um ein azyklisches Protokoll, d. h., die EtherCAT-Echtzeiteigenschaften (Prozessdaten-Kommunikation) bleiben unbeeinträchtigt.

Azyklische Frames können bereits im Zustand Pre-Operational der EtherCAT State Machine ausgetauscht werden.

Im EtherCAT-Master werden IP-Adresse, Subnetz-Maske und Gateway der EoE-fähigen Slaves hinterlegt.

9.2.3 EoE: Anwendungsfälle mit Pilz Geräten

Pilz nutzt EoE, um die DriveControlSuite mit Pilz Antriebsreglern der 6. Generation in Kombination mit einem EtherCAT-Master zu verbinden. Dabei werden zwei Topologien unterschieden:

- ▶ Topologie 1
EtherCAT-Master und DriveControlSuite werden auf einem PC betrieben; nur das EtherCAT-Netzwerk wird genutzt
- ▶ Topologie 2
EtherCAT-Master und DriveControlSuite werden auf unterschiedlichen PCs betrieben; zwischen EtherCAT-Netzwerk und Ethernet wird vermittelt

9.2.3.1

Topologie 1: EtherCAT-Master und DS6 auf einem PC

Sind EtherCAT-Master und DriveControlSuite auf einem PC installiert, ist das Ethernet-Subnetz, in dem die Antriebsregler betrieben werden, der DriveControlSuite durch die Gateway-Funktion des Masters automatisch bekannt.

Die DriveControlSuite erkennt die Antriebsregler; zusätzliche manuelle Konfigurationen entfallen.

Nachfolgende Grafik zeigt die zugehörige Netzwerkübersicht samt systemseitig vorgelegten Netzwerkadressen.

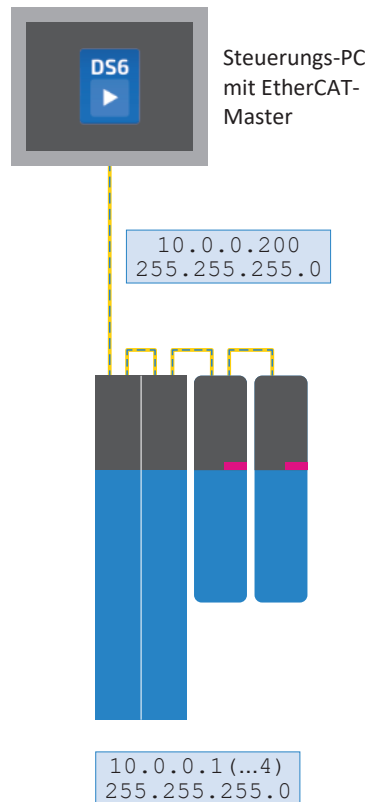


Abb. 8: Netzwerkübersicht: Topologie 1

9.2.3.2 Topologie 2: EtherCAT-Master und DS6 auf unterschiedlichen PCs

Sind EtherCAT-Master und DriveControlSuite auf unterschiedlichen PCs installiert, befinden sich die Antriebsregler in einem der DriveControlSuite initial unbekanntem Ethernet-Subnetz. In diesem Fall müssen Sie die Adresse des Masters als Gateway zur Route manuell konfigurieren, d. h. die Route auf dem Service-PC hinzufügen.



Information

Da durch das Routing die Broadcast-basierende Antriebsreglersuche nicht funktioniert, müssen Sie die Direktverbindung in der DriveControlSuite über das Register *Direktverbindung* (manuell) herstellen.

Nachfolgende Grafik zeigt die zugehörige Netzwerkübersicht samt systemseitig vorgelegten Netzwerkadressen.

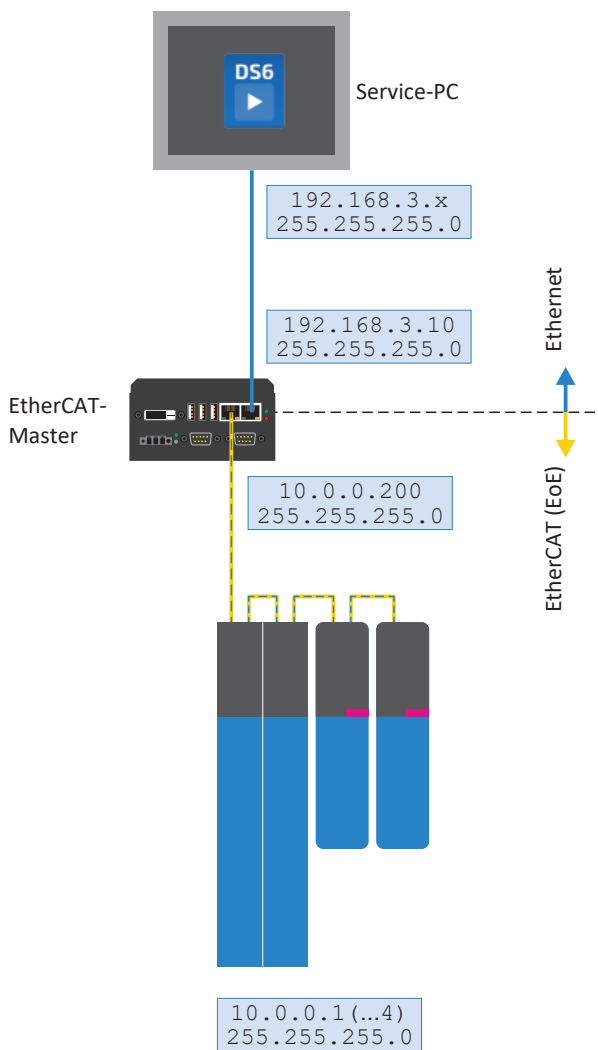


Abb. 9: Netzwerkübersicht: Topologie 2

EtherCAT-Service-PC: Route des Ethernet-Subnetzes setzen

Um das Ethernet-Subnetz der Antriebsregler der DriveControlSuite bekannt zu machen, müssen Sie eine entsprechende Route auf dem Service-PC konfigurieren. Die Route erlaubt die Weiterleitung eines IP-Konfigurationspakets über den EtherCAT-Master als Gateway an die betreffenden Antriebsregler.

Beachten Sie, dass das Betriebssystem des EtherCAT-Masters die ihm bekannten Subnetze ausschließlich dann verbindet, wenn das IP-Routing dort erlaubt ist.

- ✓ Die nachfolgenden Angaben (Netzwerk der anzusprechenden Antriebsregler, Subnetz-Maske, Gateway-Adresse des Masters) sind den Pilz Voreinstellungen angepasst und müssen durch Adressen ersetzt werden, die Ihrem Systemumfeld entsprechen.

1. Um die Ethernet-Route über die Kommandozeile zu setzen, öffnen Sie die Windows-Konsole cmd.exe.

2. Geben Sie folgenden Befehl ein:

```
route add 10.0.0.0 mask 255.255.255.0 192.168.3.10
```

⇒ Sie haben die Route erfolgreich gesetzt.

9.3 Kommunikationsobjekte

Angelehnt an CANopen sind im EtherCAT-Netzwerk folgende Kommunikationsobjekte bei der Datenübertragung von wesentlicher Bedeutung:

- ▶ Process Data Objects (Prozessdaten-Objekte, PDO)
... für die Übertragung von Echtzeitdaten der Teilnehmer (Ist- und Sollwerte)
- ▶ Service Data Objects (Servicedaten-Objekte, SDO)
... für den Zugriff auf das Objektverzeichnis der Teilnehmer zur Gerätekonfiguration
- ▶ Emergency Objects (Fehlerobjekte, EMCY)
... für die Überwachung der Gerätezustände der Teilnehmer



Information

In der DriveControlSuite ausgeblendete Parameter können bei der Kommunikation via Feldbus weder gelesen noch geschrieben werden.


9.3.1 PDO: Process Data Objects

Prozessdaten-Objekte sind Peer-to-Peer-Objekte, die der Übertragung zeitkritischer Echtzeitdaten der Teilnehmer dienen, wie z. B. Soll- und Istwerte bzw. Steuer- und Statusinformationen wie Sollpositionen, Verfahrgeschwindigkeiten oder Beschleunigungsvorgaben.

PDO ermöglichen den gleichzeitigen Zugriff auf mehrere Kommunikationsparameter, die über das Objektverzeichnis des jeweiligen Teilnehmers definiert sind. Bei der PDO-Übertragung werden keine Objekte adressiert, sondern die Werte der Kommunikationsparameter werden direkt an den jeweiligen Teilnehmer übertragen.

Das Prozessdaten-Mapping (PDO-Mapping) definiert, welche Kommunikationsparameter gesendet und empfangen werden. Beim Prozessdaten-Mapping ist frei wählbar, welche Kommunikationsparameter in welchem PDO versendet bzw. empfangen werden.

PDO werden über Prozessdatenkanäle (PDO-Kanäle) generell mit hoher Priorität übertragen. Aus Sicht des jeweiligen Teilnehmers unterscheidet man Empfangs-PDO (Receive-PDO, RxPDO) von Sende-PDO (Transmit-PDO, TxPDO).

Für Informationen zur Skalierung siehe [Feldbusskalierung](#) [ 106].

9.3.1.1 PDO-Mapping

Das Prozessdaten-Mapping (PDO-Mapping) definiert, welche Kommunikationsparameter gesendet und empfangen werden. Die Kommunikationsparameter aus dem Objektverzeichnis eines Teilnehmers werden dazu auf die jeweiligen PDO-Kanäle abgebildet.

Die PDO-Kommunikation ermöglicht pro Übertragungsrichtung (RxPDO, TxPDO) den gleichzeitigen Betrieb von bis zu 4 unabhängigen PDO-Kanälen, von denen jeder jeweils 1 PDO mit bis zu 24 Kommunikationsparametern übertragen kann. Kanal 4 ist für die Safety-Kommunikation reserviert, die übrigen PDO-Kanäle sind frei konfigurierbar.

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

9.3.2 SDO: Service Data Objects

Service-Daten-Objekte sind Peer-to-Peer-Objekte, die der Übertragung zeitlich unkritischer Daten dienen und den Zugriff auf Einträge im Objektverzeichnis eines Teilnehmers ermöglichen, um dessen Geräteeigenschaften zu konfigurieren.

Eine SDO-Übertragung besteht aus Perspektive des Antriebsreglers immer mindestens aus einer RxSDO-Nachricht und einer TxSDO-Nachricht. In der RxSDO-Nachricht wählt die Steuerung über Index und Subindex einen Eintrag aus dem Objektverzeichnis des Antriebsreglers aus, um die Geräteeigenschaften zu konfigurieren. Mit einer TxSDO-Nachricht quittiert der Antriebsregler anschließend den Zugriff auf das Objektverzeichnis.

SDO-Nachrichten werden azyklisch im laufenden zyklischen EtherCAT-Betrieb über den Mailbox-Kanal übertragen, ohne die PDO-Kommunikation zu beeinträchtigen.

Abhängig von der Übertragungsart können via SDO grundsätzlich Daten beliebiger Länge übermittelt werden:

- ▶ Expedited Transfer
... für die Übertragung von bis zu 4 Byte in einer einzigen Nachricht
- ▶ Segmented Transfer
... für die Übertragung von mehr als 4 Byte verteilt auf mehrere Nachrichten

Für Informationen zur Skalierung siehe [Feldbuskalierung \[106\]](#).

9.3.2.1 Achsabhängige Parameter adressieren

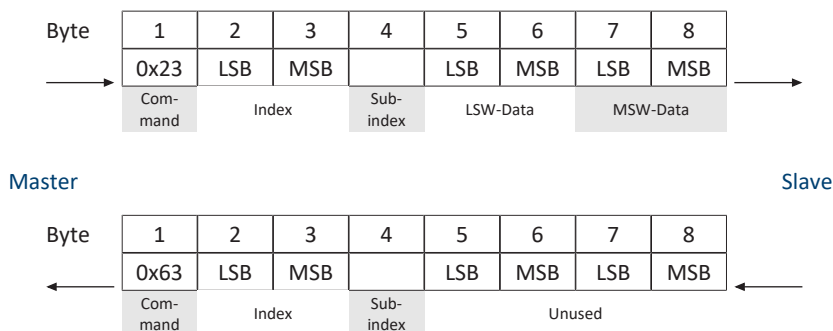
Bei der Adressierung von achsspezifischen Parametern physikalischer Achsen über SDO, werden die Parameter direkt adressiert – gemäß den im Anhang beschriebenen Zugriffsregeln (siehe [Herstellerspezifische Parameter: 2000 hex – 53FF hex \[116\]](#) und [Herstellerspezifische Parameter: A000 hex – D3FF hex \[118\]](#)).

9.3.2.2 Expedited Transfer

Bei der SDO-Übertragung via Expedited Transfer (beschleunigte Übertragung) können bis zu 4 Byte Daten in einer einzigen Nachricht übertragen werden. Die Daten sind nach dem Intel-Format (Little-Endian) angeordnet, d. h., das kleinstwertige Byte wird an der Anfangsadresse gespeichert und zuerst übermittelt (vgl. Big-Endian oder Motorola-Format, bei dem die höchstwertige Komponente zuerst gesendet wird).

Parameter schreiben (Initiate Domain Download Request)

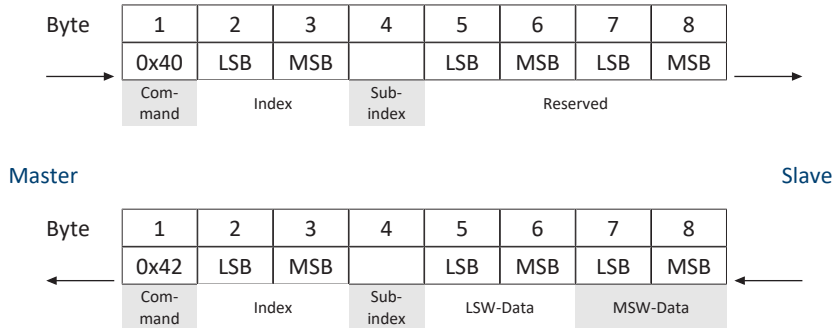
Die Steuerung (Master) veranlasst durch einen Initiate Domain Download Request den Schreibprozess eines Kommunikationsparameters. Die Anfrage wird durch eine Initiate Domain Download Response des Antriebsreglers (Slave) positiv quittiert.



Intern

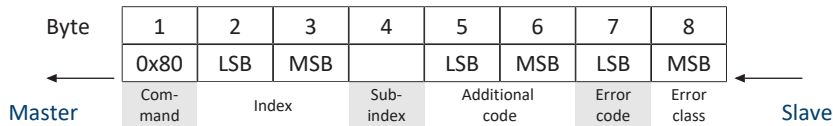
Parameter lesen (Initiate Domain Upload Request)

Die Steuerung (Master) veranlasst durch einen Initiate Domain Upload Request den Leseprozess eines Kommunikationsparameters. Die Anfrage wird durch eine Initiate Domain Upload Response des Antriebsreglers (Slave) positiv quittiert.



Fehlermeldung (Abort Domain Transfer)

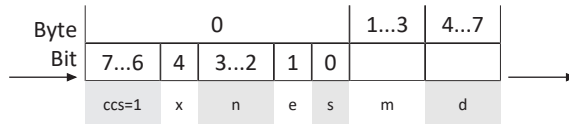
Ein Antriebsregler (Slave) beantwortet über einen Abort Domain Transfer die Requests Parameter schreiben oder Parameter lesen negativ (siehe [SDO-Übertragung: Fehler-Codes](#) [120]).



9.3.2.3 Segmented Transfer

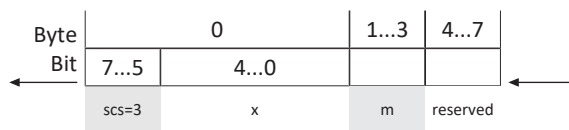
Bei der SDO-Übertragung via Segmented Transfer (segmentierte Übertragung) können mehr als 4 Byte Daten verteilt auf mehrere Nachrichten übertragen werden. In einer ersten Initiate-Nachricht (Initiate SDO Download) wird die Gesamtzahl der zu übertragenden Byte übermittelt, im Anschluss folgen die Segmente (Download SDO Segment) mit je 1 Byte Steuer- und Protokollinformationen und bis zu 7 Byte Nutzdaten.

Initiate SDO Download Protocol



Master

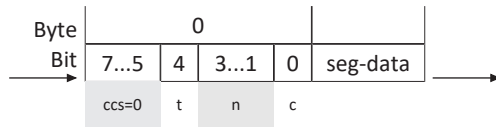
Slave



ccs	Client command specifier	1 = Initiate download request
scs	Server command specifier	3 = Initiate download response
n	Number of byte	Anzahl der Byte in "Data", die keine Nutzdaten enthalten. Wenn e = 0 , s = 1, dann n = gültig, ansonsten n = 0
e	Transfer type	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 0 = Normal transfer ▶ 1 = Expedited transfer
s	Size indicator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 0 = Wird nicht angezeigt ▶ 1 = Wird angezeigt
m	Multiplexor	= Index + Subindex
d	Data	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wenn e = 0, s = 0, dann d = reserviert ▶ Wenn e = 0, s = 1, dann d = Anzahl der zu übertragenden Byte ▶ Wenn e = 1, s = 1, dann d = 4-n
x	Unused	x = 0

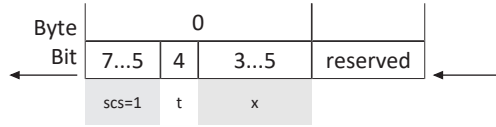
Intern

Download SDO Segment Protocol



Master

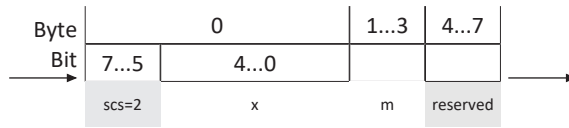
Slave



ccs	Client command specifier	0 = Download segment request
scs	Server command specifier	1 = Download segment response
n	Number of byte	Anzahl der Byte in "Segment data", die keine Nutzdaten enthalten. n = 0: Keine Angabe zu ungenutzten Daten
seg-data	Segment data	7 Byte Nutzdaten
c	Continue	▶ 0 = Weitere Segmente folgen ▶ 1 = Letztes Segment
t	Toggle Bit	t = 0 bei Segment 1; muss bei jedem Segment wechseln. Identische Werte bei Request und Response.
x	Unused	x = 0

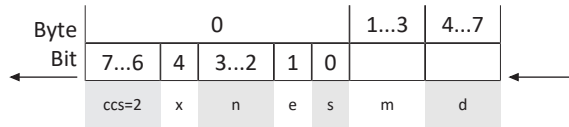
Intern

Initiate SDO Upload Protocol



Master

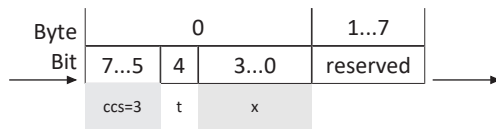
Slave



ccs	Client command specifier	2 = Initiate upload request
scs	Server command specifier	2 = Initiate upload response
n	Number of byte	Anzahl der Byte in "Data", die keine Nutzdaten enthalten. Wenn e = 0 , s = 1, dann n = gültig, ansonsten n = 0
e	Transfer type	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 0 = Normal transfer ▶ 1 = Expedited transfer
s	Size indicator	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 0 = Wird nicht angezeigt ▶ 1 = Wird angezeigt
m	Multiplexor	= Index + Subindex
d	Data	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wenn e = 0, s = 0, dann d = reserviert ▶ Wenn e = 0, s = 1, dann d = Anzahl der zu übertragenden Byte ▶ Wenn e = 1, s = 1, dann d = 4-n
x	Unused	x = 0

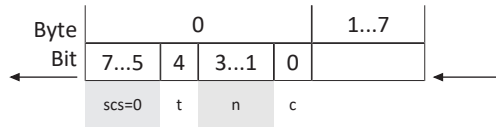
Intern

Upload SDO Segment Protocol



Master

Slave



ccs	Client command specifier	3 = Upload segment request
scs	Server command specifier	0 = Upload segment response
n	Number of byte	Anzahl der Byte in "Segment data", die keine Nutzdaten enthalten. n = 0: Keine Angabe zu ungenutzten Daten
seg-data	Segment data	7 Byte Nutzdaten
c	Continue	▶ 0 = Weitere Segmente folgen ▶ 1 = Letztes Segment
t	Toggle Bit	t = 0 bei Segment 1; muss bei jedem Segment wechseln. Identische Werte bei Request und Response.
x	Unused	x = 0

Beispiele

Segment Download mit 16 Byte Daten; Inhalt: 01, 02, 03 ... 10 hex

Client: IDReq:	21	idx	x	10 00 00 00	(ccs = 1, e = 0 = normal, s = 1 -> data = no of bytes)
Server: IDRes:	60	idx	x	00 00 00 00	
Client: DSegReq:	00	01 02 03 04 05 06 07			(ccs = 0, t = 0, n = 0, c = 0 -> all data bytes are used)
Server: DSegRes:	20	00 00 00 00 00 00 00			
Client: DSegReq:	10	08 09 0A 0B 0C 0D 0E			(ccs = 0, t = 1, n = 0, c = 0 -> all data bytes are used)
Server: DSegRes:	30	00 00 00 00 00 00 00			
Client: DSegReq:	0b	0F 10 00 00 00 00 00			(ccs = 0, t = 0, n = 5, c = 1 -> 5 data bytes are unused)
Server: DSegRes:	20	00 00 00 00 00 00 00			

Segment Upload mit 16 Byte Daten, Inhalt: 01, 02, 03 .. 10 hex

Client: IDUReq:	40	idx	x	00 00 00 00	(ccs = 2, rest = 0)
Server: IDURes:	41	idx	x	10 00 00 00	(scs = 2, x = 0, e = 0, s = 1 -> data contains no of bytes to be uploaded)
Client: USegReq:	60	00 00 00 00 00 00 00			(ccs = 3, t = 0)
Server: USegRes:	00	01 02 03 04 05 06 07			(scs = 0, t = 0, n = 0, c = 0 -> all data bytes are used)
Client: USegReq:	70	00 00 00 00 00 00 00			(ccs = 3, t = 1)
Server: USegRes:	10	08 09 0A 0B 0C 0D 0E			(scs = 0, t = 1, n = 0, c = 0 -> all data bytes are used)
Client: USegReq:	60	00 00 00 00 00 00 00			(ccs = 3, t = 0)
Server: USegRes:	0b	0F 10 00 00 00 00 00			(scs = 0, t = 0, n = 5, c = 1 -> 5 data bytes are unused)

9.3.3 EMCY: Emergency Objects

Emergency-Objekte sind Peer-to-Peer-Objekte, die der Überwachung der Gerätezustände der Teilnehmer im Netzwerk dienen und bei geräteinternen Fehlern oder Störungen ausgelöst werden.

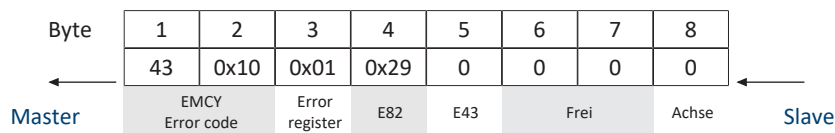
Wenn der EMCY-Dienst aktiv ist und ein Antriebsregler in den Gerätezustand Störung wechselt, sendet er eine EMCY-Nachricht an die Steuerung. Die EMCY-Nachricht enthält einen Fehler-Code (Error Code), der die Störung eindeutig identifiziert. Sobald die Störung behoben wurde und der Antriebsregler den entsprechenden Gerätezustand verlässt, sendet er eine weitere EMCY-Nachricht mit Fehler-Code 0 hex (KEIN FEHLER).

Durch diesen Mechanismus wird die Steuerung automatisch über das Auftreten und Verlassen des Störungszustands eines Antriebsreglers sowie über die zugehörige Störungsursache informiert.

Konkret sendet der Antriebsregler EMCY-Nachrichten bei einer fehlerhaften Parametrierung des SyncManagers beim EtherCAT-Systemstart, bei einem fehlerhaften Zustandswechsel im Rahmen der EtherCAT State Machine oder bei einem Wechsel in oder aus dem Gerätezustand Störung. EMCY-Nachrichten werden über den Mailbox-Kanal an den EtherCAT-Master übertragen.

EMCY-Nachricht: Wechsel in den Störungszustand

Nachfolgende Grafik zeigt beispielhaft den Aufbau einer EMCY-Nachricht beim Wechsel in den Gerätezustand Störung.



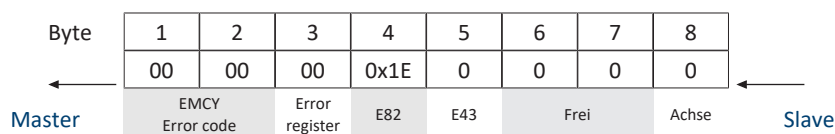
Byte 1 – 3 enthalten den Fehler-Code (Error Code) und das Fehlerregister (Error Register), Byte 4 – 5 enthalten die Werte der Parameter E82 Ereignis-Art und E43 Ereignis-Ursache.

Byte 8 zeigt an, welche Achse betroffen ist. Ist der Wert 0, stammt die Störung aus Achse A oder dem globalen Teil des Antriebsreglers. Ist der Wert 1, stammt die Störung aus Achse B.

Eine Tabelle mit den möglichen Fehler-Codes einer EMCY-Nachricht finden Sie unter [EMCY-Nachricht: Fehler-Codes Gerätestörung \[122\]](#).

EMCY-Nachricht: Verlassen des Störungszustands

Nachfolgende Grafik zeigt beispielhaft den Aufbau einer EMCY-Nachricht beim Verlassen des Gerätezustands Störung.

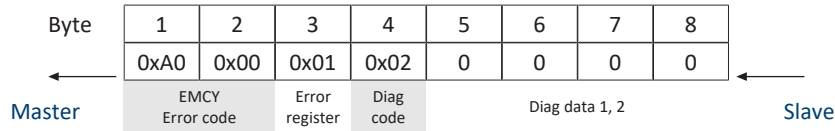


Byte 1 – 3 enthalten den Fehler-Code 0 hex (KEIN FEHLER), Byte 4 enthält den Wert 1E hex für Parameter E82 = 30: Inaktiv.

Byte 8 zeigt an, welche Achse betroffen ist. Ist der Wert 0, stammt die Störung aus Achse A oder dem globalen Teil des Antriebsreglers. Ist der Wert 1, stammt die Störung aus Achse B.

EMCY-Nachricht: Fehlerhafte Zustandsübergänge

Tritt während den Zustandsübergängen Im Rahmen der EtherCAT State Machine ein Fehler auf, sendet der EtherCAT-Slave eine entsprechende EMCY-Nachricht mit zugehörigem Fehler-Code an den EtherCAT-Master. Gemäß dem CANopen-Standard ist eine EMCY-Nachricht bei einem Zustandswechsel wie folgt aufgebaut.



Bei den Diagnosedaten Diag data handelt es sich um dynamische Parameter, die von der Firmware mitgegeben werden. Diese Daten sind zu Diagnosezwecken im Support-Fall von Bedeutung.

Eine Tabelle mit den möglichen Kodierungen einer EMCY-Nachricht entnehmen Sie dem Anhang (siehe [EMCY-Nachricht: Fehler-Codes fehlerhafte Zustandsübergänge \[121\]](#)).

9.4 EtherCAT State Machine

Die EtherCAT State Machine (ESM, EtherCAT-Zustandsmaschine) beschreibt die unterschiedlichen Zustände eines EtherCAT-Slaves samt möglicher Zustandswechsel. In Abhängigkeit von den einzelnen Zuständen können in den EtherCAT-Slaves unterschiedliche Funktionen ausgeführt werden.

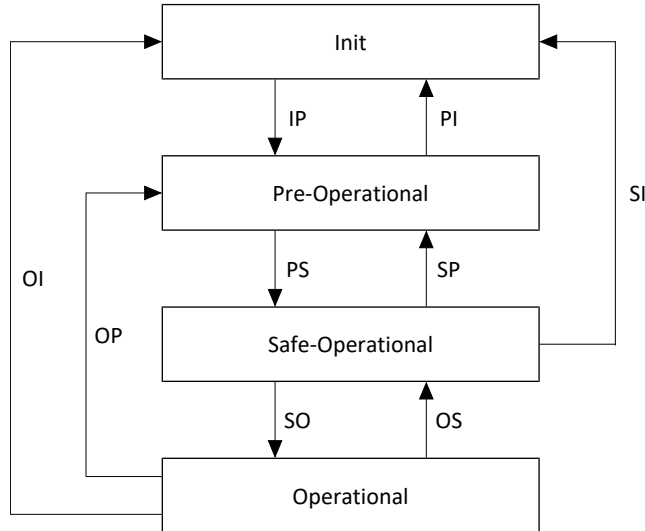


Abb. 10: EtherCAT State Machine: Zustände und Zustandswechsel

Zustände

Zustand	Beschreibung
Init	Zustand nach dem Einschalten eines EtherCAT-Slaves. Die Konfiguration startet, gespeicherte Werte werden geladen. Weder eine SDO- noch eine PDO-Kommunikation über Mailbox- oder Prozessdaten-Kanal ist möglich, d. h. Master und Slave kommunizieren nicht direkt.
Pre-Operational	Der Mailbox-Kanal ist aktiv; Master und Slaves tauschen applikationsspezifische Parameter über die SDO-Kommunikation aus.
Safe-Operational	Mailbox- und Prozessdaten-Kanal sind aktiv. Alle Netzwerkteilnehmer werden in einen sicheren Zustand versetzt. Die Slaves senden aktuelle Istwerte an den Master, ignorieren jedoch dessen Sollwerte und greifen stattdessen auf interne Default-Werte zurück.
Operational	Mailbox- und Prozessdaten-Kanal sind aktiv. Dieser Zustand kennzeichnet den Normalbetrieb, d. h. Master und Slaves tauschen Soll- und Istwerte aus.

Zustandswechsel

Zustandswechsel	Beschreibung
IP: Start Mailbox Communication	Start der SDO-Kommunikation über den Mailbox-Kanal.
PI: Stop Mailbox Communication	Stopp der SDO-Kommunikation über den Mailbox-Kanal.
PS: Start Input Update Start Input Update	Start der PDO-Kommunikation über den Prozessdaten-Kanal.
SP: Stop Input Update	Stopp der PDO-Kommunikation über den Prozessdaten-Kanal; die Slaves versenden keine Istwerte.
SO: Start Output Update	Die Slaves werten aktuelle Sollwertvorgaben des Masters aus.
OS: Stop Output Update	Die Slaves ignorieren die Sollwerte des Masters und greifen auf interne Default-Werte zurück.
OP: Stop Output Update, Stop Input Update	Stopp der PDO-Kommunikation über den Prozessdaten-Kanal; weder Master noch Slaves versenden Ist- und Sollwerte.
SI: Stop Input Update, Stop Mailbox Communication	Stopp der PDO- und SDO-Kommunikation über die entsprechenden Kanäle; weder Master noch Slaves versenden Ist- und Sollwerte.
OI: Stop Output Update, Stop Input Update, Stop Mailbox Communication	Stopp der PDO- und SDO-Kommunikation über die entsprechenden Kanäle; weder Master noch Slaves versenden Ist- und Sollwerte.

9.5 Synchronisation

Bei räumlich verteilten Prozessen, die gleichzeitige Aktionen erfordern, ist es zwingend notwendig, dass EtherCAT-Master und -Slaves im gleichen Takt synchron zueinander arbeiten. EtherCAT stellt für die Synchronisation von Master und Slaves zwei unterschiedliche Methoden zur Verfügung: SyncManager-Event (SM-Sync) und Distributed Clocks (DC-Sync). Werden Master und Slaves nicht synchronisiert, befinden sie sich im Zustand FreeRun.

Jeder EtherCAT Slave Controller besitzt einen SyncManager, der die Speichereinheiten eines Slaves verwaltet. Ankommende Prozessdaten kündigt dieser durch ein Interrupt-Signal an, das bei SM-Sync für die Synchronisation der einzelnen EtherCAT-Slaves genutzt wird; bei DC-Sync ist ein zusätzliches Interrupt-Signal für die Synchronisation verantwortlich.

9.5.1 SM-Sync: Synchronisation über SyncManager-Event

Bei einem Abgleich über ein SyncManager-Event synchronisieren sich die EtherCAT-Slaves auf das Ereignis ankommender Daten.

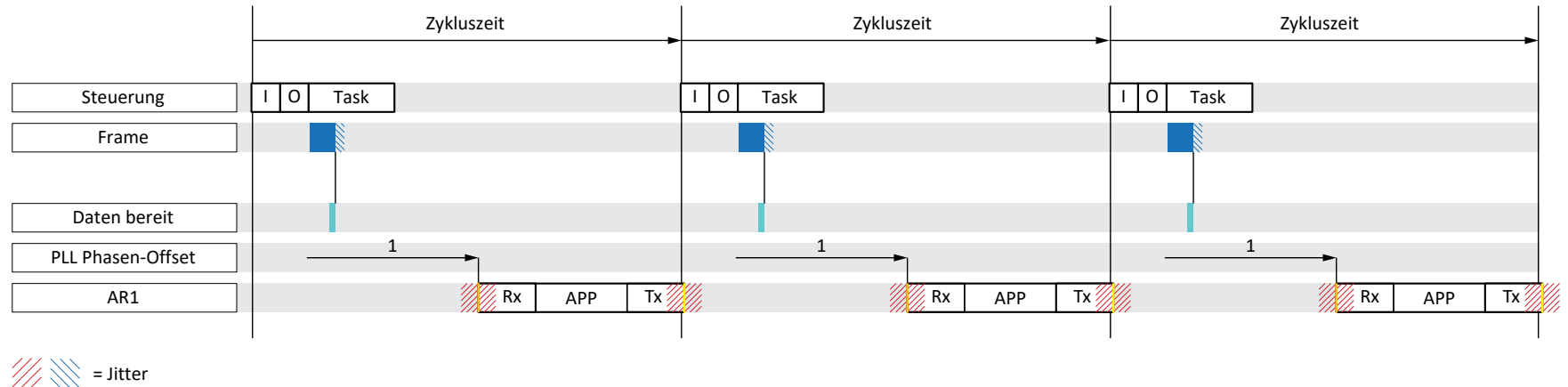


Abb. 11: SM-Sync: Synchronisation durch SyncManager-Event

Blau	Frame	Stellt die Dauer des Frames, der im Antriebsregler ankommt, dar
Hellblau	Daten bereit	Die ankommenden Prozessdaten für den Antriebsregler wurden im EtherCAT Slave Controller (ESC) abgelegt
Orange	Rx	Beginn der Applikation im Antriebsregler; die zu berechnenden Prozessdaten werden aus dem ESC gelesen und in der Applikation berechnet
Gelb	Tx	Endzeitpunkt der Applikation im Antriebsregler; die berechneten Prozessdaten wurden vollständig in den ESC übertragen

Folgende Zeiten sind bei SM-Sync von Bedeutung.

- ▶ Master-Zykluszeit
... Zeit, innerhalb der ein Master-Task kontinuierlich aufgerufen und abgearbeitet wird.
- ▶ Slave-Zykluszeit
... Zeit, innerhalb der ein Slave-Task kontinuierlich aufgerufen und abgearbeitet wird.
- ▶ PLL Phasen-Offset
... Zeit, die den Beginn der einzelnen Slave-Tasks zeitlich verschieben kann. Der Taskbeginn ist ausschließlich im Rahmen der Slave-Zykluszeit verschiebbar.

Die Qualität der Synchronisation nach SM-Sync leidet bei zeitlichen Verzögerungen der PDO von Master zu Slave. Da sich der Master-Jitter unmittelbar auf die Slaves auswirkt, führt diese Synchronisationsmethode zu einem schlechteren Ergebnis als bei einem Abgleich über Distributed Clocks.

9.5.2 DC-Sync: Synchronisation über Distributed Clocks

Eine Synchronisation über die Distributed Clocks-Methode erlaubt, in sämtlichen Teilnehmern eines EtherCAT-Netzwerks die gleiche Uhrzeit vorzuhalten.

Jeder EtherCAT-Slave mit Distributed Clocks-Funktionalität besitzt eine lokale Uhr. In der Regel dient die Uhrzeit des ersten auf den Master folgenden, DC-Sync-fähigen EtherCAT-Slaves im Netzwerk als Referenzzeit: Sowohl Master als auch Slaves synchronisieren sich auf diese Referenz-Uhr (Reference Clock).

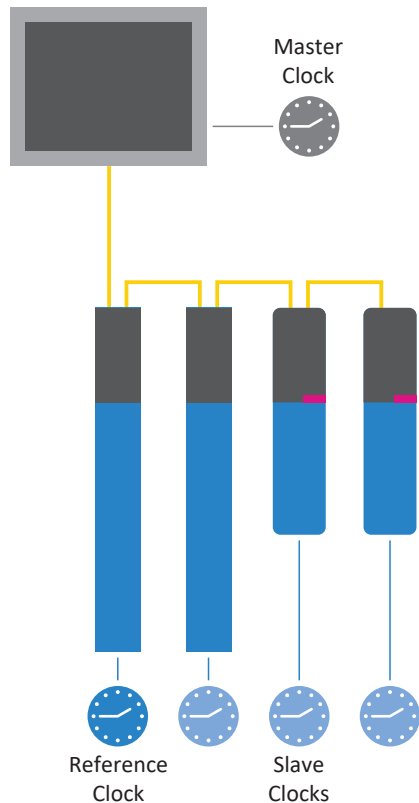


Abb. 12: EtherCAT: Distributed Clocks

Der EtherCAT-Master veranlasst die zeitliche Abstimmung und Synchronisation automatisch und fortlaufend.

Er versendet in bestimmten Abständen einen Frame, in dem der Referenz-Slave die eigene aktuelle Uhrzeit einträgt. Alle übrigen Slaves sowie der Master lesen diese Uhrzeit aus dem umlaufenden Frame aus.

Da jeder Slave aufgrund der Übertragungsstrecke die Referenzuhrzeit mit einer gewissen Verzögerung einliest, müssen die jeweiligen Laufzeiten zwischen Reference Clock und den Slave Clocks berücksichtigt werden. Für jeden Slave wird aus diesem Grund ein individueller Offset-Wert gemessen, berechnet und parametrisiert.

Durch den synchronen Betrieb aller verteilten Master- und Slave-Uhren im Netzwerk sind hochgenaue, relative Zeitangaben möglich.

Darüber hinaus besitzt diese Methode durch die Uhrenverteilung ein hohes Maß an Toleranz gegenüber störungsbedingten Verzögerungen im Kommunikationssystem.

9.5.2.1 TwinCAT 3: Synchronisation über DC-Sync

Das zu einer Synchronisation gehörige Event wird in TwinCAT 3 als SYNC 0-Signal bezeichnet. Jeder Slave generiert über den jeweiligen SyncManager zyklisch sein eigenes SYNC 0-Signal.

9.5.2.1.1 DC-Einstellungen

Nachfolgende Grafik zeigt eine stabile Synchronisation über Distributed Clocks bei Einsatz von TwinCAT 3. Sowohl die Auslastung des Reglers als auch die eingestellten Zeiten zeigen ein stabiles System, da der Jitter des Frames (Steuerung) und der Jitter des Schreibens der PDO-Daten in den ESC (Antriebsregler) zeitlich voneinander getrennt sind.

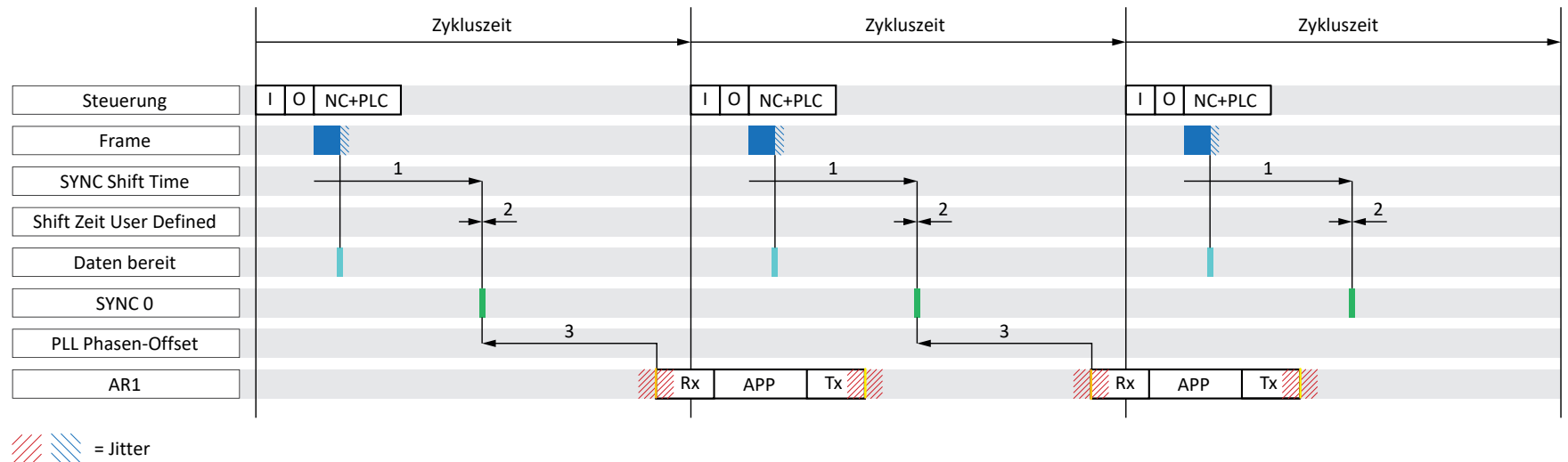


Abb. 13: TwinCAT 3: DC-Sync – Einstellungen

Blau	Frame	Stellt die Dauer des Frames, der im Antriebsregler ankommt, dar
Hellblau	Daten bereit	Die ankommenden Prozessdaten für den Antriebsregler wurden im ESC abgelegt
Grün	SYNC 0	Synchronisationssignal für die DC-Synchronisation
Orange	Rx	Beginn der Applikation im Antriebsregler; die zu berechnenden Prozessdaten werden aus dem ESC gelesen und in der Applikation berechnet
Gelb	Tx	Endzeitpunkt der Applikation im Antriebsregler; die berechneten Prozessdaten wurden vollständig in den ESC übertragen

Im Beispiel ist die Datenübergabe (I/O) der Steuerung in der EtherCAT-Konfiguration auf Task-Beginn gesetzt. Für den Zyklusablauf der Applikation ist die Reihenfolge RxPDO, grafische Programmierung, TxPDO definiert (A149 = 0).

Einstellungen auf Master- und Slave-Seite

Generell sind bei DC-Sync folgende Einstellungen von maßgeblicher Bedeutung.

- ▶ SYNC Shift Time
... gibt die Zeitspanne zwischen dem Bereitstellen der Prozessdaten durch den Master und dem SYNC 0-Signal des Slaves für das gesamte Netzwerk gleichzeitig vor.
Die SYNC Shift Time wird auf Master-Seite parametrieret.
- ▶ Shift Zeit User Defined
... verschiebt den Zeitpunkt des SYNC 0-Events zusätzlich zur SYNC Shift Time für jeden Slave individuell.
Die Shift Zeit User Defined wird ebenfalls auf Master-Seite parametrieret.
- ▶ PLL Phasen-Offset
... gibt die Zeitspanne zwischen dem SYNC 0-Signal und dem Beginn der Prozessdaten-Verarbeitung des Slaves vor.
Der Phasen-Offset wird auf Slave-Seite, d. h. im Antriebsregler in Parameter A292 parametrieret. Ein negativer Wert verschiebt den Beginn der Verarbeitung hinter das Synchronisationssignal. A292 kann den Beginn der Verarbeitung nur innerhalb der Zykluszeit des Antriebsreglers verschieben.
- ▶ Sync Unit Zyklus
Zulässige Zykluszeiten für ein SYNC 0-Signal müssen ganzzahlige Vielfache der Slave-Zykluszeit A150 sein und dürfen 8 ms nicht überschreiten. Unzulässige Signalzeiten haben zur Folge, dass ein Slave nicht von Pre-Operational in den Zustand Safe-Operational wechselt.
Der Sync Unit Zyklus wird auf Master-Seite parametrieret.

Bedingungen für eine stabile Synchronisation

Ist die Master-Zykluszeit gleich der Slave-Zykluszeit, muss für eine stabile Synchronisation folgende Bedingung erfüllt sein:

- ▶ $\text{SYNC Shift Time (1) + Shift Zeit User Defined (2) - PLL Phasen-Offset (3) + AR1 + Jitter} < \text{Zykluszeit}$

Ist die Master-Zykluszeit ein Vielfaches der Slave-Zykluszeit, gilt zusätzlich folgende Bedingung:

- ▶ $\text{SYNC Shift Time (1) + Shift Zeit User Defined (2) - PLL Phasen-Offset (3)} < \text{Slave-Zykluszeit}$

Einstellungen überprüfen

Wenn Sie Ihre Einstellungen überprüfen möchten, berücksichtigen Sie für AR1 und den Jitter folgende Werte:

- ▶ AR1:
Die aktuelle Auslastung des Echtzeit-Tasks liefert Ihnen Parameter E191
- ▶ Jitter des Frames (Steuerung):
 $\pm 5 \mu\text{s}$
- ▶ Jitter der Applikation (Antriebsregler):
 $\pm 10 \mu\text{s}$

9.5.2.1.1.1 Zykluszeit < 1 ms

Bei Zykluszeiten < 1 ms können Qualitätsmängel bei der EtherCAT-Kommunikation auftauchen, wenn sich der Empfang der PDO-Daten aus der Steuerung und das Schreiben der Prozessdaten in den ESC des Antriebsreglers zeitlich überschneiden. Die folgende Grafik zeigt eine instabile Synchronisation über Distributed Clocks bei Einsatz von TwinCAT 3.

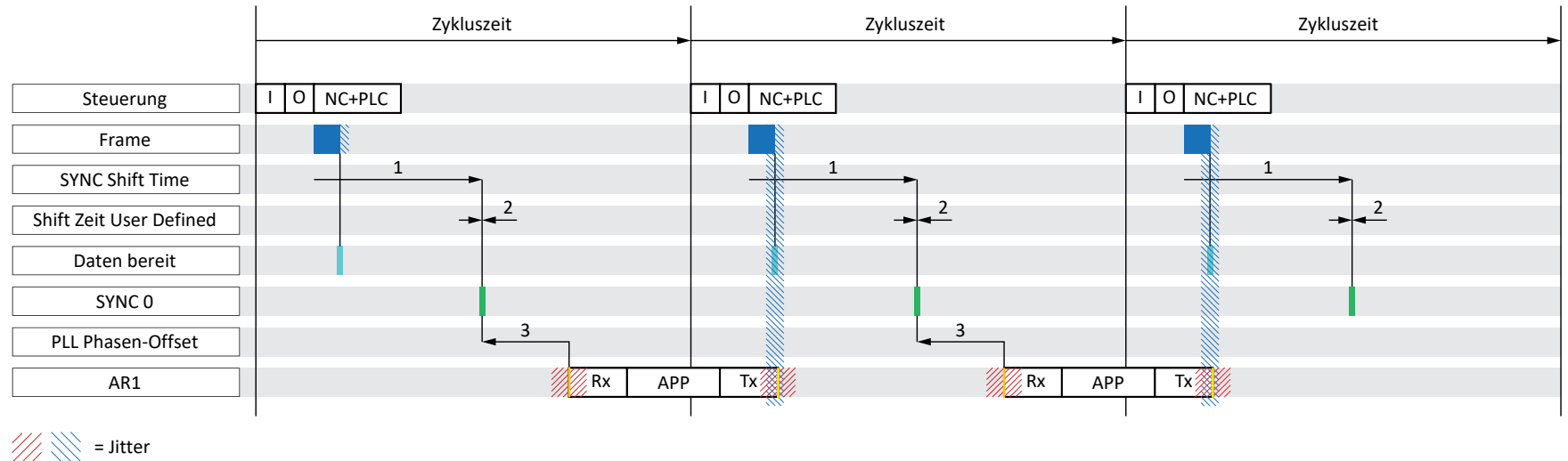


Abb. 14: TwinCAT 3: DC-Sync – instabile Synchronisation, Zykluszeit < 1 ms

Blau	Frame	Stellt die Dauer des Frames, der im Antriebsregler ankommt, dar
Hellblau	Daten bereit	Die ankommenden Prozessdaten für den Antriebsregler wurden im ESC abgelegt
Grün	SYNC 0	Synchronisationssignal für die DC-Synchronisation
Orange	Rx	Beginn der Applikation im Antriebsregler; die zu berechnenden Prozessdaten werden aus dem ESC gelesen und in der Applikation berechnet
Gelb	Tx	Endzeitpunkt der Applikation im Antriebsregler; die berechneten Prozessdaten wurden vollständig in den ESC übertragen

Im Beispiel ist die Datenübergabe (I/O) der Steuerung in der EtherCAT-Konfiguration auf Task-Beginn gesetzt. Für den Zyklusablauf der Applikation ist die Reihenfolge RxPDO, grafische Programmierung, TxPDO definiert (A149 = 0).

Intern

Zyklusablauf ändern

Ändern Sie den Zyklusablauf der Applikation bei Zykluszeiten < 1 ms in RxPDO, TxPDO, grafische Programmierung (A149 = 1). Das folgende Beispiel zeigt eine Synchronisation mit geändertem Zyklusablauf. Der Jitter des Frames (Steuerung) und das Schreiben der PDO-Daten in den ESC des Antriebsreglers (Tx) sind zeitlich voneinander getrennt, die Synchronisation ist stabil.

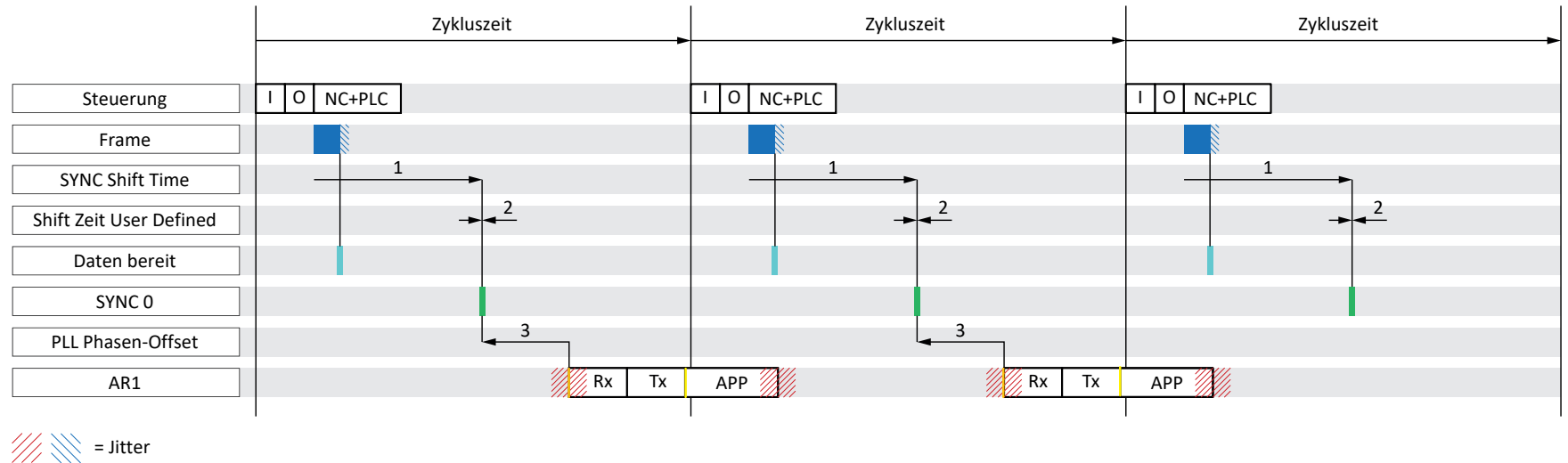


Abb. 15: TwinCAT 3: DC-Sync – stabile Synchronisation, Zykluszeit < 1 ms

Blau	Frame	Stellt die Dauer des Frames, der im Antriebsregler ankommt, dar
Hellblau	Daten bereit	Die ankommenden Prozessdaten für den Antriebsregler wurden im ESC abgelegt
Grün	SYNC 0	Synchronisationssignal für die DC-Synchronisation
Orange	Rx	Beginn der Applikation im Antriebsregler; die zu berechnenden Prozessdaten werden aus dem ESC gelesen und in der Applikation berechnet
Gelb	Tx	Endzeitpunkt der Applikation im Antriebsregler; die berechneten Prozessdaten wurden vollständig in den ESC übertragen

9.5.2.1.1.2 DC-Sync über DriveControlSuite optimieren

Sie können Ihre Einstellungen mit Hilfe der DriveControlSuite überprüfen und die DC-Synchronisation optimieren. Der Assistent **DC-Sync optimieren** schlägt Ihnen einen geeigneten Wertebereich für den PLL Phasen-Offset vor. Eine stabile DC-Synchronisation ist dann gegeben, wenn weder Rx noch Tx (beide inklusive Jitter) im zeitlichen Bereich des Frames der Steuerung (inklusive Jitter) liegen. Um dies zu erreichen, kann mit Hilfe des PLL Phasen-Offsets in A292 der Beginn der Applikation im Antriebsregler Rx beliebig verschoben werden.

- ✓ Sie befinden sich in der DriveControlSuite.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > DC-Sync optimieren.
 - ⇒ Die aktuellen Einstellungen für Zyklusablauf, Zykluszeit und PLL Phasen-Offset werden angezeigt.
- 3. Klicken Sie auf Messung starten.
 - ⇒ Die Signale Start of Frame, End of Frame, Rx, Tx und Sync werden gemessen und ein geeigneter PLL Phasen-Offset berechnet (Messdauer: ca. 1000 × Zykluszeit).
 - ⇒ A287[1] zeigt den Fortschritt an:
Die gemessenen Werte End of Frame to Sync, Frame-Dauer und Sync to Rx werden angezeigt.
 - ⇒ A287[2] gibt das Ergebnis an:
Nach erfolgreichem Abschluss der Messung mit Ergebnis 7 oder 8 wird die aktuelle Lage der Signale in einem Diagramm dargestellt.
 - ⇒ Für den PLL Phasen-Offset werden ein minimaler und ein maximaler Wert vorgeschlagen.
- 4. Tragen Sie in A292 einen Wert ein, der zwischen diesen beiden Werten liegt.
 - ⇒ Die Optimierung der DC-Synchronisation ist abgeschlossen.

Ist eine Messung nicht erfolgreich (Ergebnis < 7), werden als minimaler und maximaler empfohlener PLL Phasen-Offset der in A292 eingestellte Wert angezeigt.

Bedeutung der Messwerte

- ▶ End of Frame to Sync: zeitliche Differenz zwischen Frame-Ende und Synchronisationssignal
- ▶ Frame-Dauer: maximale Dauer des Frames inklusive Jitter, in dem die Prozessdaten für diese Antriebsregler enthalten sind.
- ▶ Sync to Rx: zeitliche Differenz zwischen dem Synchronisationssignal und dem Beginn der Applikation im Antriebsregler

9.5.2.1.2 Werte optimieren und Probleme beheben

Sie haben Ihr EtherCAT-Netzwerk in Betrieb genommen. Wenn Sie aufgrund von Qualitätsmängeln bei der EtherCAT-Kommunikation die Synchronisation über Distributed Clocks im Nachhinein optimieren müssen, empfehlen wir folgende Maßnahmen.

9.5.2.1.2.1 EtherCAT-Master: DC-Sync für EtherCAT-Slaves konfiguriert?

Prüfen Sie, ob DC-Sync für sämtliche EtherCAT-Slaves auf Master-Seite konfiguriert ist, siehe [Synchronisation über Distributed Clocks konfigurieren](#) [ 46].

9.5.2.1.2.2 EtherCAT-Slave: Regelung überprüfen

Prüfen Sie den Zustand der Regelung für sämtliche EtherCAT-Slaves und ergreifen Sie gegebenenfalls eine der beschriebenen Maßnahmen.

- ✓ Sie befinden sich in der DriveControlSuite.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent Synchronisation PLL.
 - ⇒ A298 zeigt den Zustand der Synchronisation zwischen Steuerung und dem betreffenden Antriebsregler.
- 3. Bit 0 – 1: PLL eingerastet
Leuchtet eine der beiden zugehörigen LEDs oder leuchten beide, ist der Regelbereich $\geq 50\%$ ausgelastet (zu hohe oder zu niedrige Frequenz).
Justieren Sie in diesem Fall die Zykluszeit des Sync 0-Signals auf Master-Seite. Beachten Sie, dass die Zykluszeit des Sync 0-Signals ein ganzzahliges Vielfaches der Zykluszeit A150 sein muss und 8 ms nicht überschreiten darf.
- 4. Bit 2: Zykluszeit verlängert
Leuchtet die zugehörige LED, hat die PLL einen verlängernden Regeleingriff auf das Tasksystem vorgenommen.
- 5. Bit 3: Maximaler Regelbereich erreicht
Leuchtet die zugehörige LED, überprüfen Sie, ob die Zykluszeiten von Master und Antriebsregler übereinstimmen. Passen Sie diese gegebenenfalls einander an.
- 6. Bit 4: Zykluszeit der Synchronisierungssignale ist größer als die Vorgabe ($A296 > A291$)
Leuchtet die zugehörige LED, überprüfen Sie, ob die Zykluszeiten von Master und Antriebsregler übereinstimmen. Passen Sie diese gegebenenfalls einander an.
- 7. Bit 5: Regelung/Synchronisation deaktiviert
Leuchtet die zugehörige LED, setzen Sie A290 auf 1: Aktiv.

9.5.2.1.2.3 EtherCAT-Slave: Synchronisation – Diagnoseparameter auslesen

Informationen über den Zustand der EtherCAT-Synchronisation erhalten Sie über den Diagnoseparameter A261. Überprüft wird, ob ein Frame innerhalb eines bestimmten Zeitfensters – bezogen auf das Sync 0-Signal – bei einem EtherCAT-Slave eintrifft.

- ✓ Sie befinden sich in der DriveControlSuite.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > Diagnose.
 - ⇒ A261[0] – [3] zeigt den Zustand der EtherCAT-Synchronisation.
- 3. A261[0]:
Gibt die Nummer des Fehler-Codes an.
- 4. A261[1]:
Gibt die Zeitdifferenz zwischen der Datenbereitstellung und dem Sync 0-Signal in μs an.
- 5. A261[2]:
Kamen die Prozessdaten vom Master zum Slave nach dem Sync 0-Signal im Slave an oder ist die Zeitdifferenz zwischen Prozessdaten-Empfang und Sync 0-Signal größer als die Hälfte von A150, wird A261[2] inkrementiert.

9.5.2.2 CODESYS V3: Synchronisation über DC-Sync

Das zu einer Synchronisation gehörige Event wird in CODESYS V3 als Sync 0-Signal bezeichnet. Jeder Slave generiert über den jeweiligen SyncManager zyklisch sein eigenes Sync 0-Signal.

9.5.2.2.1 DC-Einstellungen

Nachfolgende Grafik zeigt eine stabile Synchronisation über Distributed Clocks bei Einsatz von CODESYS V3. Sowohl die Auslastung des Reglers als auch die eingestellten Zeiten zeigen ein stabiles System, da der Jitter des Frames (Steuerung) und der Jitter des Schreibens der PDO-Daten in den ESC (Antriebsregler) zeitlich voneinander getrennt sind..

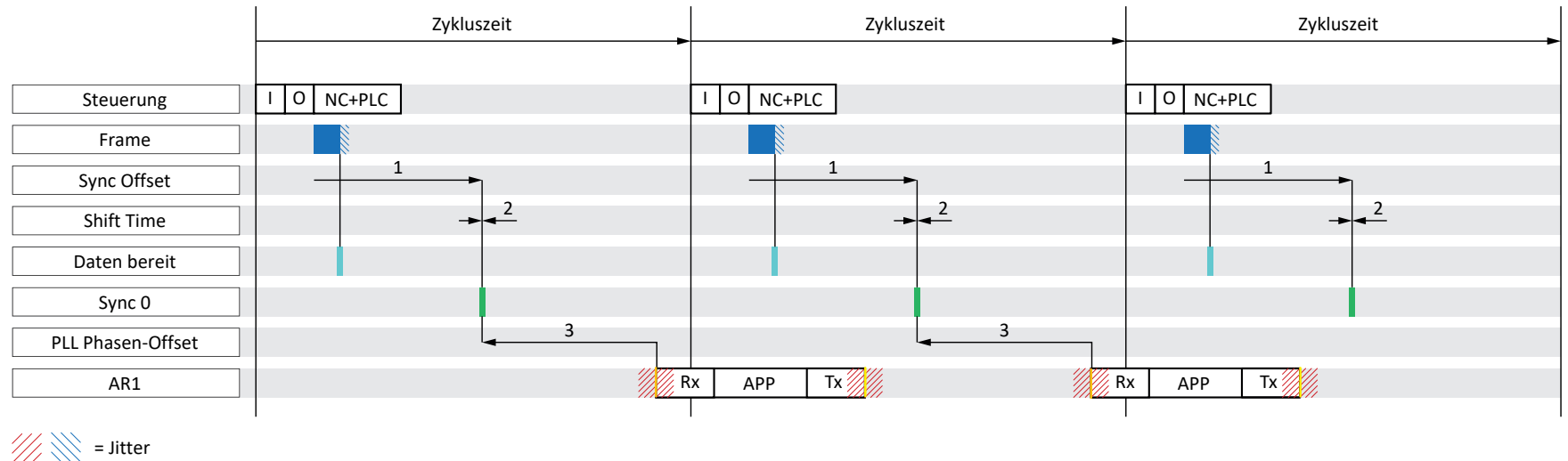


Abb. 16: CODESYS V3: DC-Sync – Einstellungen

Blau	Frame	Stellt die Dauer des Frames, der im Antriebsregler ankommt, dar
Hellblau	Daten	Die ankommenden Prozessdaten für den Antriebsregler wurden im ESC abgelegt
Grün	Sync 0	Synchronisationssignal für die DC-Synchronisation
Orange	Rx	Beginn der Applikation im Antriebsregler; die zu berechnenden Prozessdaten werden aus dem ESC gelesen und in der Applikation berechnet
Gelb	Tx	Endzeitpunkt der Applikation im Antriebsregler; die berechneten Prozessdaten wurden vollständig in den ESC übertragen

Im Beispiel ist die Datenübergabe (I/O) der Steuerung in der EtherCAT-Konfiguration auf Task-Beginn gesetzt. Für den Zyklusablauf der Applikation ist die Reihenfolge RxPDO, grafische Programmierung, TxPDO definiert (A149 = 0).

Einstellungen auf Master- und Slave-Seite

Generell sind bei DC-Sync folgende Einstellungen von maßgeblicher Bedeutung:

- ▶ Sync Offset
... gibt die Zeitspanne zwischen dem Bereitstellen der Prozessdaten durch den Master und dem Sync 0-Signal des Slaves für das gesamte Netzwerk gleichzeitig vor.
Der Sync Offset wird auf Master-Seite parametrieret.
- ▶ Shift Time
... verschiebt den Zeitpunkt des Sync 0-Events zusätzlich zum Sync Offset für jeden Slave individuell.
Die Shift Time wird ebenfalls auf Master-Seite parametrieret.
- ▶ PLL Phasen-Offset
... gibt die Zeitspanne zwischen dem Sync 0-Signal und dem Beginn der Prozessdaten-Verarbeitung des Slaves vor.
Der Phasen-Offset wird auf Slave-Seite, d. h. im Antriebsregler in Parameter A292 parametrieret. Ein negativer Wert verschiebt den Beginn der Verarbeitung hinter das Synchronisationssignal. A292 kann den Beginn der Verarbeitung nur innerhalb der Zykluszeit des Antriebsreglers verschieben.
- ▶ Sync Unit Cycle
Zulässige Zykluszeiten für ein Sync 0-Signal müssen ganzzahlige Vielfache der Slave-Zykluszeit A150 sein und dürfen 8 ms nicht überschreiten. Unzulässige Signalzeiten haben zur Folge, dass ein Slave nicht von Pre-Operational in den Zustand Safe-Operational wechselt.
Der Sync Unit Cycle wird auf Master-Seite parametrieret.

Bedingungen für eine stabile Synchronisation

Ist die Master-Zykluszeit gleich der Slave-Zykluszeit, muss für eine stabile Synchronisation folgende Bedingung erfüllt sein:

- ▶ $\text{Sync Offset (1)} + \text{Shift Time (2)} - \text{PLL Phasen-Offset (3)} + \text{AR1} + \text{Jitter} < \text{Zykluszeit}$

Ist die Master-Zykluszeit ein Vielfaches der Slave-Zykluszeit, gilt zusätzlich folgende Bedingung:

- ▶ $\text{Sync Offset (1)} + \text{Shift Time (2)} - \text{PLL Phasen-Offset (3)} < \text{Slave-Zykluszeit}$

Einstellungen überprüfen

Wenn Sie Ihre Einstellungen überprüfen möchten, berücksichtigen Sie für AR1 und den Jitter folgende Werte:

- ▶ AR1:
Die aktuelle Auslastung des Echtzeit-Tasks liefert Ihnen Parameter E191.
- ▶ Jitter des Frames (Steuerung):
 $\pm 5 \mu\text{s}$
- ▶ Jitter der Applikation (Antriebsregler):
 $\pm 10 \mu\text{s}$

9.5.2.2.1.1 Zykluszeit < 1 ms

Bei Zykluszeiten < 1 ms können Qualitätsmängel bei der EtherCAT-Kommunikation auftauchen, wenn sich der Empfang der PDO-Daten aus der Steuerung und das Senden der Prozessdaten des Antriebsreglers überschneiden. Die folgende Grafik zeigt eine instabile Synchronisation über Distributed Clocks bei Einsatz von CODESYS V3.

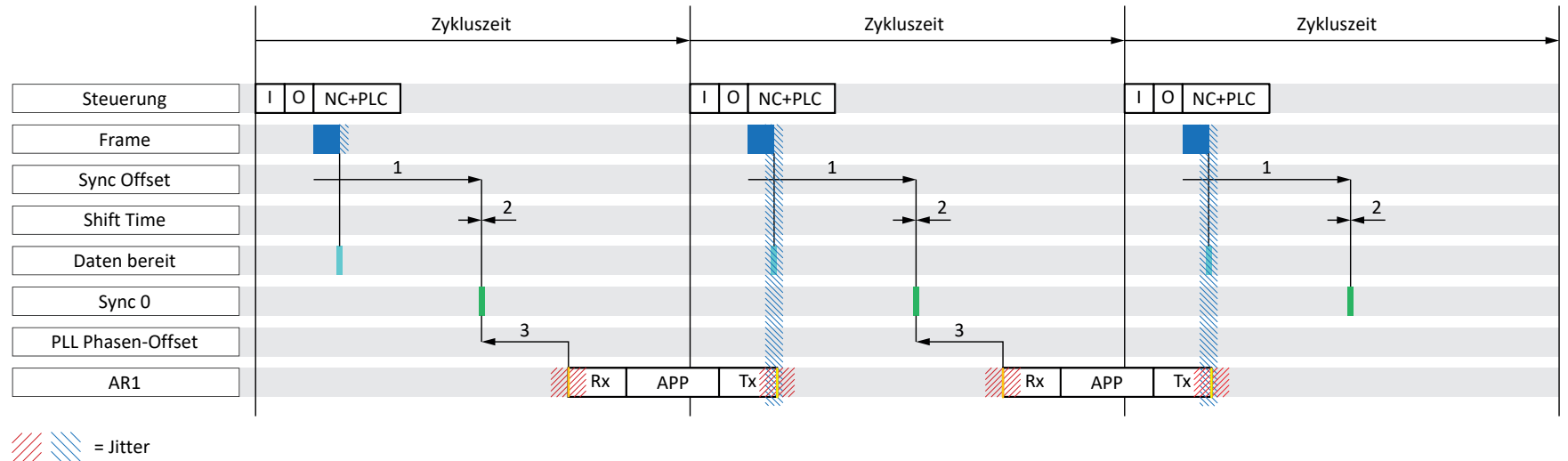


Abb. 17: CODESYS V3: DC-Sync – instabile Synchronisation, Zykluszeit < 1 ms

Blau	Frame	Stellt die Dauer des Frames, der im Antriebsregler ankommt, dar
Hellblau	Daten	Die ankommenden Prozessdaten für den Antriebsregler wurden im ESC abgelegt
Grün	Sync 0	Synchronisationssignal für die DC-Synchronisation
Orange	Rx	Beginn der Applikation im Antriebsregler; die zu berechnenden Prozessdaten werden aus dem ESC gelesen und in der Applikation berechnet
Gelb	Tx	Endzeitpunkt der Applikation im Antriebsregler; die berechneten Prozessdaten wurden vollständig in den ESC übertragen

Im Beispiel ist die Datenübergabe (I/O) der Steuerung in der EtherCAT-Konfiguration auf Task-Beginn gesetzt. Für den Zyklusablauf der Applikation ist die Reihenfolge RxPDO, grafische Programmierung, TxPDO definiert (A149 = 0).

Intern

Zyklusablauf ändern

Ändern Sie den Zyklusablauf der Applikation bei Zykluszeiten < 1 ms in RxPDO, TxPDO, grafische Programmierung (A149 = 1). Das folgende Beispiel zeigt eine Synchronisation mit geändertem Zyklusablauf. Der Jitter des Frames (Steuerung) und das Schreiben der PDO-Daten in den ESC des Antriebsreglers (Tx) sind zeitlich voneinander getrennt, die Synchronisation ist stabil.

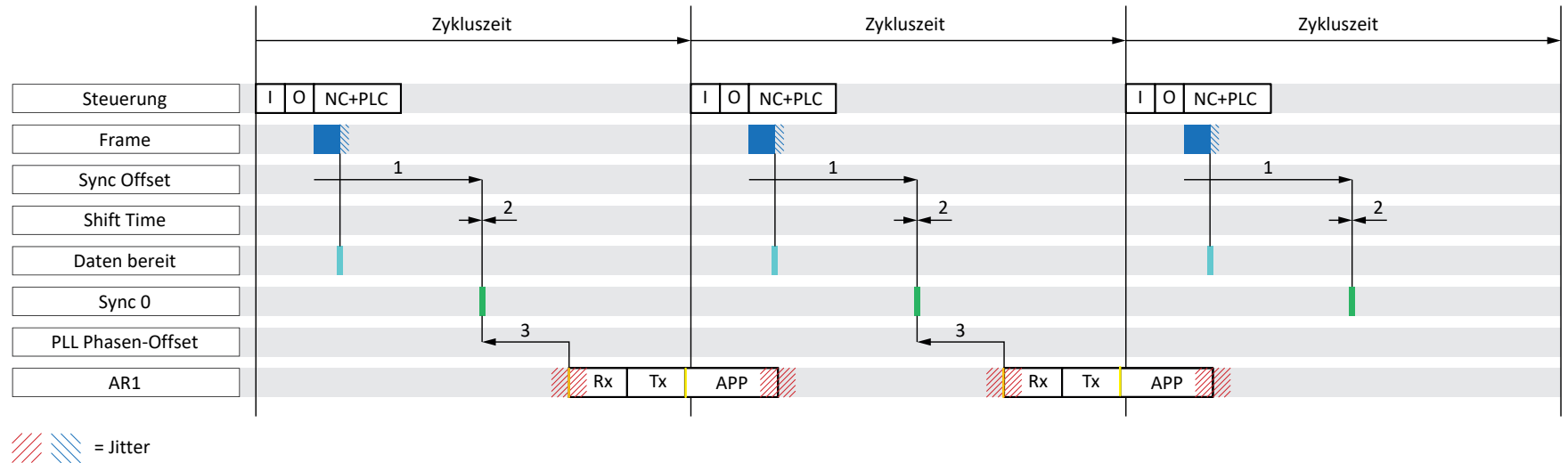


Abb. 18: CODESYS V3: DC-Sync – stabile Synchronisation, Zykluszeit < 1 ms

Blau	Frame	Stellt die Dauer des Frames, der im Antriebsregler ankommt, dar
Hellblau	Daten	Die ankommenden Prozessdaten für den Antriebsregler wurden im ESC abgelegt
Grün	Sync 0	Synchronisationssignal für die DC-Synchronisation
Orange	Rx	Beginn der Applikation im Antriebsregler; die zu berechnenden Prozessdaten werden aus dem ESC gelesen und in der Applikation berechnet
Gelb	Tx	Endzeitpunkt der Applikation im Antriebsregler; die berechneten Prozessdaten wurden vollständig in den ESC übertragen

9.5.2.2.1.2 DC-Sync über DriveControlSuite optimieren

Sie können Ihre Einstellungen mit Hilfe der DriveControlSuite überprüfen und die DC-Synchronisation optimieren. Der Assistent **DC-Sync optimieren** schlägt Ihnen einen geeigneten Wertebereich für den PLL Phasen-Offset vor. Eine stabile DC-Synchronisation ist dann gegeben, wenn weder Rx noch Tx (beide inklusive Jitter) im zeitlichen Bereich des Frames der Steuerung (inklusive Jitter) liegen. Um dies zu erreichen, kann mit Hilfe des PLL Phasen-Offsets in A292 der Beginn der Applikation im Antriebsregler Rx beliebig verschoben werden.

- ✓ Sie befinden sich in der DriveControlSuite.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > DC-Sync optimieren.
 - ⇒ Die aktuellen Einstellungen für Zyklusablauf, Zykluszeit und PLL Phasen-Offset werden angezeigt.
- 3. Klicken Sie auf Messung starten.
 - ⇒ Die Signale Start of Frame, End of Frame, Rx, Tx und Sync werden gemessen und ein geeigneter PLL Phasen-Offset berechnet (Messdauer: ca. 1000 × Zykluszeit).
 - ⇒ A287[1] zeigt den Fortschritt an:
Die gemessenen Werte End of Frame to Sync, Frame-Dauer und Sync to Rx werden angezeigt.
 - ⇒ A287[2] gibt das Ergebnis an:
Nach erfolgreichem Abschluss der Messung mit Ergebnis 7 oder 8 wird die aktuelle Lage der Signale in einem Diagramm dargestellt.
 - ⇒ Für den PLL Phasen-Offset werden ein minimaler und ein maximaler Wert vorgeschlagen.
- 4. Tragen Sie in A292 einen Wert ein, der zwischen diesen beiden Werten liegt.
 - ⇒ Die Optimierung der DC-Synchronisation ist abgeschlossen.

Ist eine Messung nicht erfolgreich (Ergebnis < 7), werden als minimaler und maximaler empfohlener PLL Phasen-Offset der in A292 eingestellte Wert angezeigt.

Bedeutung der Messwerte

- ▶ End of Frame to Sync: zeitliche Differenz zwischen Frame-Ende und Synchronisationssignal
- ▶ Frame-Dauer: maximale Dauer des Frames inklusive Jitter, in dem die Prozessdaten für diese Antriebsregler enthalten sind.
- ▶ Sync to Rx: zeitliche Differenz zwischen dem Synchronisationssignal und dem Beginn der Applikation im Antriebsregler

9.5.2.2.2 Werte optimieren und Probleme beheben

Sie haben Ihr EtherCAT-Netzwerk in Betrieb genommen. Wenn Sie aufgrund von Qualitätsmängeln bei der EtherCAT-Kommunikation die Synchronisation über Distributed Clocks im Nachhinein optimieren müssen, empfehlen wir folgende Maßnahmen.

9.5.2.2.2.1 EtherCAT-Master: DC-Sync für EtherCAT-Slaves konfiguriert?

Prüfen Sie, ob DC-Sync für sämtliche EtherCAT-Slaves auf Master-Seite konfiguriert ist. Ist dies nicht der Fall, ändern Sie die Konfiguration wie nachfolgend beschrieben.

- ✓ Sie befinden sich in CODESYS V3.
- 1. Navigieren Sie im Gerätebaum zum ersten der angehängten Antriebsregler und öffnen Sie diesen mit einem Doppelklick.
- 2. Verteilte Uhren:
 - Select DC: Der Listeneintrag DC enabled (multiplier = 1) muss ausgewählt sein.
 - Sync 0: Die Option Sync 0 aktivieren muss aktiviert sein.
 - Zykluszeit und Sync Offset: Stellen Sie sicher, dass die Voreinstellungen mit den entsprechenden Werten von A291 Zykluszeit Steuerung und A293 PLL Verstärkung in der DriveControlSuite übereinstimmen.
- 3. Wenn Sie die Voreinstellungen ändern möchten, aktivieren Sie die Option *Zusätzlich > Experteneinstellungen aktivieren* und ändern Sie die Einstellungen entsprechend ab.
- 4. Wiederholen Sie die Schritte 2 und 3 für alle Slaves Ihres EtherCAT-Verbunds.

9.5.2.2.2.2 EtherCAT-Slave: Regelung überprüfen

Prüfen Sie den Zustand der Regelung für sämtliche EtherCAT-Slaves und ergreifen Sie gegebenenfalls eine der beschriebenen Maßnahmen.

- ✓ Sie befinden sich in der DriveControlSuite.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich *Assistent* auf die gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie *Assistent Synchronisation PLL*.
 - ⇒ A298 zeigt den Zustand der Synchronisation zwischen Steuerung und dem betreffenden Antriebsregler.
- 3. Bit 0 – 1: PLL eingerastet
 - Leuchtet eine der beiden zugehörigen LEDs oder leuchten beide, ist der Regelbereich $\geq 50\%$ ausgelastet (zu hohe oder zu niedrige Frequenz).
 - Justieren Sie in diesem Fall die Zykluszeit des Sync 0-Signals auf Master-Seite. Beachten Sie, dass die Zykluszeit des Sync 0-Signals ein ganzzahliges Vielfaches der Zykluszeit A150 sein muss und 8 ms nicht überschreiten darf.
- 4. Bit 2: Zykluszeit verlängert
 - Leuchtet die zugehörige LED, hat die PLL einen verlängernden Regeleingriff auf das Tasksystem vorgenommen.
- 5. Bit 3: Maximaler Regelbereich erreicht
 - Leuchtet die zugehörige LED, überprüfen Sie, ob die Zykluszeiten von Master und Antriebsregler übereinstimmen. Passen Sie diese gegebenenfalls einander an.
- 6. Bit 4: Zykluszeit der Synchronisierungssignale ist größer als die Vorgabe ($A296 > A291$)
 - Leuchtet die zugehörige LED, überprüfen Sie, ob die Zykluszeiten von Master und Antriebsregler übereinstimmen. Passen Sie diese gegebenenfalls einander an.
- 7. Bit 5: Regelung/Synchronisation deaktiviert
 - Leuchtet die zugehörige LED, setzen Sie A290 auf 1: Aktiv.

9.5.2.2.2.3 EtherCAT-Slave: Synchronisation – Diagnoseparameter auslesen

Informationen über den Zustand der EtherCAT-Synchronisation erhalten Sie über den Diagnoseparameter A261. Überprüft wird, ob ein Frame innerhalb eines bestimmten Zeitfensters – bezogen auf das Sync 0-Signal – bei einem EtherCAT-Slave eintrifft.

- ✓ Sie befinden sich in der DriveControlSuite.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > Diagnose.
 - ⇒ A261[0] – [3] zeigt den Zustand der EtherCAT-Synchronisation.
- 3. A261[0]:
Gibt die Nummer des Fehler-Codes an.
- 4. A261[1]:
Gibt die Zeitdifferenz zwischen der Datenbereitstellung und dem Sync 0-Signal in μs an.
- 5. A261[2]:
Kamen die Prozessdaten vom Master zum Slave nach dem Sync 0-Signal im Slave an, wird A261[2] inkrementiert.

9.6 Modulare ESI-Dateien

Bei einer ESI-Datei handelt es sich um eine Gerätebeschreibungsdatei, die dem EtherCAT-Master, d. h. einer Steuerung, für die Konfiguration des EtherCAT-Verbunds zur Verfügung gestellt wird. Jede Steuerung akzeptiert maximal eine ESI-Datei pro Baureihe der Antriebsregler für die Konfiguration des zugehörigen EtherCAT-Verbunds.

Um eine maximale Flexibilität hinsichtlich der PDO-Übertragungsmöglichkeiten zu gewährleisten, sind Pilz ESI-Dateien modular aufgebaut.

Eine Pilz ESI-Datei beinhaltet für jede Applikation vorgegebene Konfigurationen für die PDO-Übertragung – in Form von Default-Modulen. Sie können die Standardkonfigurationen jeder Applikation erweitern oder eine PDO-Übertragung völlig frei konfigurieren und als neue Module Ihrer Pilz ESI-Datei hinzufügen. Die Anzahl der erweiterbaren Module ist nicht begrenzt.

9.6.1 Modulare ESI-Datei erweitern

- ✓ Sie haben die systemseitig vorgegebene Konfiguration für die Rx- und/oder TxPDO-Übertragung erweitert.
Um diese der Steuerung zur Verfügung stellen zu können, ergänzen Sie die ESI-Datei um ein neues Modul, das Ihre Konfiguration enthält.
- 1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
- 2. Wählen Sie Assistent EtherCAT.
- 3. E72 Kennung anwenderdefiniert:
Benennen Sie das neue Modul sprechend.
- 4. Klicken Sie auf ESI bearbeiten.
⇒ Der Dialog Ergänze ESI-Datei öffnet sich.
- 5. Navigieren Sie an den Speicherort der ESI-Datei, markieren Sie diese und klicken Sie auf Öffnen.
⇒ Der Dialog EsiModuleEdit öffnet sich.
Die ESI enthält neben den Standardmodulen (Spalte Module der ESI-Datei) das von Ihnen zuvor angelegte Modul (Spalte Neue Module).
- 6. Spalte Neue Module:
Um das neue Modul der ESI-Datei hinzuzufügen, klicken Sie auf den grünen Pfeil und bestätigen Sie mit OK.
⇒ Der Dialog ESI bearbeiten öffnet sich.
- 7. Speichern Sie die Erweiterung in der ESI-Datei durch einen Klick auf Ja.
- 8. Wiederholen Sie die Schritte für jedes weitere Modul, das Sie der betreffenden ESI hinzufügen möchten.
- ⇒ Sie haben die ESI-Datei um Ihre individuelle PDO-Konfiguration erweitert.



Information

Sämtliche ESI-Module sind achsabhängig.

9.6.2 Modul aus ESI-Datei löschen

Sie können eine von Ihnen erweiterte Konfiguration der PDO-Übertragung, d. h. das zugehörige Modul aus einer bestehenden ESI-Datei löschen.



Information

Wir empfehlen, die systemseitig vorgegebenen Module einer ESI-Datei nicht zu löschen, selbst wenn diese nicht verwendet werden.

1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
2. Wählen Sie Assistent EtherCAT.
3. Klicken Sie auf ESI bearbeiten.
 - ⇒ Der Dialog Ergänze ESI-Datei öffnet sich.
4. Navigieren Sie an den Speicherort der betreffenden ESI-Datei, markieren Sie diese und klicken Sie auf Öffnen.
 - ⇒ Der Dialog EsiModuleEdit öffnet sich.
5. Spalte Module der ESI-Datei:
Klicken Sie auf das rote Kreuz des Moduls, das Sie löschen möchten und bestätigen Sie mit OK.
 - ⇒ Der Dialog ESI bearbeiten öffnet sich.
6. Speichern Sie die geänderte ESI-Datei durch einen Klick auf Ja.
 - ⇒ Das Modul ist aus der ESI-Datei gelöscht.

9.7 Zykluszeiten

Mögliche Zykluszeiten entnehmen Sie der nachfolgenden Tabelle.

Typ	Zykluszeiten	Relevante Parameter
Feldbus EtherCAT, zyklische Kommunikation	250 µs, 500 µs, 1 ms, 2 ms, 4 ms, 8 ms	Einstellbar in A150

Tab. 9: Zykluszeiten

9.8 Aktionen ansteuern und ausführen

Um Aktionen via Feldbus ansteuern und ausführen zu können, müssen Sie vorab die Aktionsansteuerung in der DriveControlSuite aktivieren und die Prozessdaten um das Steuer-Byte und das Statuswort für Aktionen erweitern.

Aktionsansteuerung aktivieren

1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
2. Wählen Sie Assistent Applikation CiA 402 > Zusatzfunktionen.
3. Aktivieren Sie die Option Aktionsansteuerung.
4. Wiederholen Sie die Schritte für die 2. Achse (nur bei Doppelachsreglern).

Empfangs-Prozessdaten anpassen

1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > Empfangs-Prozessdaten RxPDO.
3. A225[0] – A225[23], A226[0] – A226[23]:
Erweitern Sie die Empfangs-Prozessdaten um das Steuer-Byte für die Ansteuerung von Aktionen.
Einzelachsregler: Ergänzen Sie 1.A75.
Doppelachsregler: Ergänzen Sie 1.A75 in Spalte A und 2.A75 in Spalte B.

Sende-Prozessdaten anpassen

1. Markieren Sie im Projektbaum den betreffenden Antriebsregler und klicken Sie im Projektmenü > Bereich Assistent auf die gewünschte projektierte Achse.
2. Wählen Sie Assistent EtherCAT > Sende-Prozessdaten TxPDO.
3. A233[0] – A233[23], A234[0] – A234[23]:
Erweitern Sie die Sende-Prozessdaten um das Statuswort für die Ansteuerung von Aktionen.
Einzelachsregler: Ergänzen Sie 1.A69.
Doppelachsregler: Ergänzen Sie 1.A69 in Spalte A und 2.A69 in Spalte B.

Aktion ausführen

Führen Sie im Anschluss die gewünschte Aktion aus. Berücksichtigen Sie hierfür eventuelle Voraussetzungen hinsichtlich des Gerätezustands sowie erforderliche weitere Maßnahmen nach Start der Aktion. Alle Voraussetzungen sowie nähere Informationen zu den einzelnen Aktionen entnehmen Sie den entsprechenden Parameterbeschreibungen in der DriveControlSuite.

Aktion auswählen	Gerätezustand herstellen	Aktion starten	Folgeschritt ausführen	Aktion abschließen (nach Fortschritt = 100 %)
0001 bin = Werte speichern (A00)	—	Execute ausführen (A75, Bit 0 =1)	—	Execute zurücknehmen (A75, Bit 0 = 0)
0011 bin = Schleppzeiger zurücksetzen (A37)				
0111 bin = Referenz löschen (I38)				
1000 bin = Endschaltspeicher löschen (I52)				
0010 bin = Neu starten (A09)	E48 ≠ 4: Freigegeben + E48 ≠ 7: Schnellhalt	Execute ausführen (A75, Bit 0 =1)	—	Execute zurücknehmen (A75, Bit 0 = 0)
1101 bin = Wicklung testen (B43)	E48 = 2: Einschaltbereit	Execute ausführen (A75, Bit 0 =1)	—	Execute zurücknehmen (A75, Bit 0 = 0)
1010 bin = Phasen testen (B40)	E48 = 2: Einschaltbereit	Execute ausführen (A75, Bit 0 =1)	Antriebsregler freigeben (E48 = 4: Freigegeben)	Execute zurücknehmen (A75, Bit 0 = 0) + Freigabe zurücknehmen
1011 bin = Motor einmessen (B41)				
1100 bin = Stromregler optimieren (B42)				
1110 bin = Stromregler optimieren (Stillstand) (B49)				
0100 bin = Bremse testen (B300)				
0101 bin = Bremse einschleifen (B301)				
0110 bin = Bremse 2 einschleifen (B302)				
1001 bin = Bremse testen (S18)				

Tab. 10: Aktion auswählen und ausführen

9.9 Feldbuskalierung

Über Parameter A213 definieren Sie in der Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite die Skalierung sowohl für die zyklische Übertragung der Prozessdaten-Objekte als auch für die azyklische Übertragung der Servicedaten-Objekte im Netzwerk. Die Werte werden entweder umgerechnet und als Ganzzahl dargestellt oder entsprechend ihrer Datentypen unskaliert als Rohwert übertragen.

Unabhängig von den in Parameter A213 gewählten Einstellungen arbeiten sowohl die Konfiguration als auch die Firmware ausschließlich mit Rohwerten. Nachfolgende Grafik zeigt die Feldbuskalierung im Überblick.

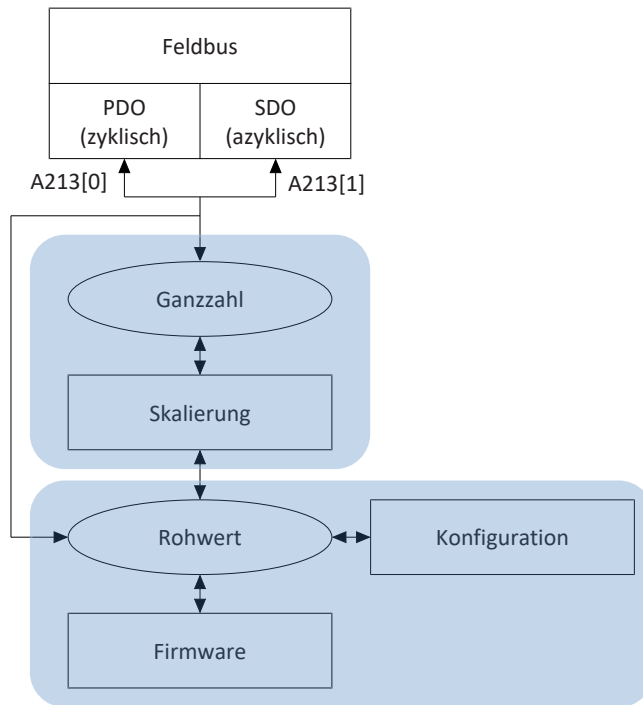


Abb. 19: Feldbuskalierung im Überblick

Bei der Übertragung als Ganzzahl kann die Anzahl der Dezimalstellen für alle Parameter definiert werden, die Positionen, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, Verzögerungen und Ruck betreffen. Für alle anderen Parameter ist die Anzahl der Dezimalstellen fest vorgegeben. Die Werte für die Skalierung werden in der DriveControlSuite bei den Eigenschaften eines Parameters ausgegeben. Nachfolgende Tabelle listet die Parameter, über die Sie die Anzahl der Dezimalstellen für die skalierte Übertragung festlegen können.

Skalierung	Achsmodell	Master-Achsmodell
Position	I06	G46
Geschwindigkeit (DB)	I66	G66
Geschwindigkeit (CiA)	A310	—
Beschleunigung, Verzögerung, Ruck (DB)	I67	G67
Beschleunigung, Verzögerung, Ruck (CiA)	A311	—

Tab. 11: Feldbuskalierung bei Ganzzahl: Parameter zur Definition der Dezimalstellen

9.10 Service SDO Info

Über den Service SDO Info kann die EtherCAT-Steuerung Objekte aus dem Antriebsregler auslesen. Beim Auslesen werden der Steuerung alle relevanten Objekteigenschaften, wie zum Beispiel Datentyp, Schreib- und Lesezugriffsrechte sowie Mapping-Fähigkeit übermittelt. Welche Objekte über den Service übertragen werden, definieren Sie in der DriveControlSuite über Parameter A268. Der Service wird nur unterstützt, wenn Sie beim Anlegen des Projekts in der DriveControlSuite das Template EtherCAT Rx SDO Info ausgewählt haben.



ACHTUNG!

Änderung der Adressierung bei Wechsel des Templates

Wenn Sie das Template von EtherCAT Rx auf EtherCAT Rx SDO Info ändern, ändert sich auch die Adressierung der Elemente von Array- und Record-Parametern. Beachten Sie dies insbesondere bei bestehenden Konfigurationen. Für die Templates werden verschiedene ESI-Dateien erstellt. Bei einer Änderung des Templates müssen Sie eine neue ESI-Datei über den Assistenten in der DriveControlSuite erzeugen und TwinCAT 3 zur Verfügung stellen. Eine Änderung des Templates hat auch eine Änderung der Revisionsnummer des Antriebsreglers (Revision number) zur Folge. Starten Sie deshalb den Antriebsregler nach Änderung des Templates neu.

9.10.1 Service SDO Info in TwinCAT 3 einstellen

- ✓ Sie haben den Antriebsregler in der DriveControlSuite mit dem Template EtherCAT Rx SDO Info konfiguriert.
 - ✓ Der Zustand des Antriebsreglers im EtherCAT-Netzwerk ist Pre-Operational, Safe-Operational oder Operational (Anzeige: A255).
 - ✓ Der Antriebsregler ist im TwinCAT-Projekt bereits angelegt.
1. Navigieren Sie im Solution Explorer zu dem Antriebsregler, aus dem die Objekte ausgelesen werden sollen.
 2. Doppelklicken Sie auf den Antriebsregler.
 - ⇒ Die Einstellungen öffnen sich im Hauptfenster.
 3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register CoE – Online und klicken Sie auf Advanced....
 - ⇒ Das Fenster Advanced Settings öffnet sich.
 4. Wählen Sie in der linken Baumansicht Dictionary.
 5. Online – via SDO Information:
 - Aktivieren Sie diese Option und wählen Sie aus der Liste die Option All Objects, wenn alle Objekte ausgelesen werden sollen.
 - Alternativ können Sie festlegen, dass nur Rx- oder Tx-mapping-fähige Objekte ausgelesen werden sollen.
 - Die Optionen Backup Objects und Settings Objects werden nicht unterstützt.
 6. Bestätigen Sie die Einstellungen mit OK.
 - ⇒ Das Auslesen der Objekte startet.
 - ⇒ Nach Abschluss des Auslesens schließt sich das Fenster Advanced Settings und alle ausgelesenen Objekte werden gelistet.

9.10.2 Zugriff auf Objekte

In der Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite definieren Sie über Parameter A268 den Umfang der Kommunikationsobjekt-Liste, die ausgelesen wird. Über die Auswahl der Objektgruppen definieren Sie, ob nur aus dem Indexereich der standardisierten Objekte, nur aus dem Indexereich der herstellerspezifischen Parameter oder aus dem gesamten Indexbereich ausgelesen wird. Darüber hinaus können Sie bei den herstellerspezifischen Parametern für jede Parametergruppe von A bis Z definieren, ob sie Teil der Liste ist oder nicht.

Über Parameter A10[2] legen Sie den Zugriffslevel fest. Es werden nur Objekte mit einem Zugriffslevel \leq dem eingestellten Zugriffslevel ausgelesen.

Beachten Sie, dass neben den EtherCAT-Objekten nur diejenigen Objekte ausgelesen werden, die durch die Konfiguration des Antriebsreglers bzw. applikationsabhängig zur Verfügung stehen.

Um die Werte der Objekte im Solution Explorer von TwinCAT 3 direkt über das Register CoE - Online verändern zu können, stellen Sie Parameter A213[1] auf 1: Rohwert.

9.10.3 Prüfung auf Konformität

In TwinCAT 3 wird anhand der Revisionsnummern überprüft, ob die Konfiguration im Antriebsregler und in der ESI-Datei übereinstimmen. Erzeugen Sie deshalb bei Änderungen in der Konfiguration des Antriebsreglers eine neue ESI-Datei über den Assistenten in der DriveControlSuite und stellen Sie diese TwinCAT 3 zur Verfügung.



Information

Die Prüfung auf Konformität erfolgt nur bei ESI-Dateien, die in der Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite ab Version 6.5-D erstellt wurden.

Bei der Prüfung werden die Revisionsnummern im Antriebsregler und in der ESI-Datei kontrolliert. Stimmen diese nicht überein, erhalten Sie eine der nachfolgend beschriebenen Fehlermeldungen.

Fehlermeldung beim Scan der Hardware-Umgebung

Das Hinzufügen des Antriebsreglers zum Projekt ist nicht möglich. Sie erhalten in TwinCAT XAE die Fehlermeldung `New device type found`.

Fehlermeldung beim Start der Projektierung

Nachdem Sie einen Antriebsregler manuell als Slave hinzugefügt haben, oder wenn Sie bei einer bereits bestehenden TwinCAT-Projektierung das Template im Antriebsregler ändern, erhalten Sie beim Start der Projektierung in TwinCAT XAE die Fehlermeldung `Check revision number. Comparison failed`. Der Antriebsregler wechselt in den Zustand `Init`.

9.11 Diagnosis History

Mithilfe des Objekts Diagnosis History (10F3 hex) kann der EtherCAT-Diagnosespeicher des Antriebsreglers vom EtherCAT-Master ausgelesen werden. Im Diagnosespeicher des Antriebsreglers können bis zu 20 Nachrichten gespeichert werden. Ist die maximale Anzahl von 20 Nachrichten erreicht, werden die ältesten Nachrichten überschrieben. Diagnose-Nachrichten werden flüchtig gespeichert. Bei jedem Neustart des Antriebsreglers werden die Nachrichten gelöscht. Eine Diagnose-Nachricht kann vom Typ Info, Warning oder Error sein. Zusätzlich wird in der Nachricht der Zeitpunkt übermittelt, zu dem das Ereignis im Antriebsregler aufgetreten ist. Wird in der DriveControlSuite der Parameter A250 dem Prozessdaten-Mapping hinzugefügt (Assistent EtherCAT > Sende-Prozessdaten TxPDO), kann die Automatisierungssoftware der Steuerung feststellen, dass eine neue Diagnose-Nachricht aus dem Antriebsregler ausgelesen werden kann.

9.11.1 Diagnosis History in TwinCAT 3 auslesen

Diagnose-Nachrichten werden in TwinCAT 3 in der Sprache Deutsch, Englisch oder Französisch angezeigt. Ausschlaggebend ist die Sprache, die Sie in TwinCAT XAE eingestellt haben.

Wenn Sie die Diagnosis History auslesen möchten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Starten Sie TwinCAT XAE.
 2. Navigieren Sie im Solution Explorer zu dem Antriebsregler, aus dem Sie die Diagnosis History auslesen möchten.
 3. Wechseln Sie im Hauptfenster in das Register Diag History.
 4. Klicken Sie auf Update History.
- ⇒ Die Diagnosis History wird aus dem Antriebsregler ausgelesen und im Hauptfenster angezeigt.



Information

Wenn Sie die Option *Auto Update* aktivieren, werden neue Nachrichten automatisch ausgelesen. Das Klicken auf die Schaltfläche *Update History* entfällt. Aktivieren Sie die Option *Only new Messages*, wenn Sie bereits quittierte Nachrichten ausblenden möchten. Sie können Nachrichten über die Schaltfläche *Ack. Messages* quittieren. In der Spalte *Flags* sehen Sie, welche Nachrichten neu sind (N) und welche bereits quittiert wurden (Q).

Bei Bedarf können Sie in den erweiterten Einstellungen angeben, welche Nachrichten in der Diagnosis History gespeichert werden sollen.

1. Klicken Sie im Register Diag History auf *Advanced...*
⇒ Das Fenster *Advanced Settings* öffnet sich.
2. Definieren Sie im Abschnitt *Message Types*, welche Meldungen in der Diagnosis History gespeichert werden sollen.
⇒ Deaktivierte Meldungstypen werden nicht mehr in der Diagnosis History gespeichert.
3. Bestätigen Sie Ihre Auswahl mit *OK*.



Information

Belassen Sie die Einstellungen in den Abschnitten *Emergency* und *Overwrite/Acknowledge Mode* unverändert. Das Deaktivieren dieser Optionen wird ignoriert.


9.11.2 Ermittlung der Systemzeit

Die Ermittlung der Systemzeit im Antriebsregler kann auf unterschiedliche Weise erfolgen:

Distributed Clocks

Erfolgt die Synchronisation des EtherCAT-Netzwerks über Distributed Clocks, wird für den Zeitstempel der Diagnose-Nachricht die aktuelle Systemzeit des EtherCAT-Netzwerks verwendet.

SNTP-Server

Erfolgt keine Synchronisation des EtherCAT-Netzwerks oder erfolgt die Synchronisation über SM-Sync, kann zur Ermittlung des aktuellen Zeitstempels ein SNTP-Server verwendet werden (siehe [Simple Network Time Protocol \(SNTP\)](#) [ 124]).

Ohne Zeitstempel

Kann der aktuelle Zeitstempel weder über Distributed Clocks noch über einen SNTP-Server ermittelt werden, wird als Zeitstempel der Wert 0 übertragen. Dieser Wert wird auch übertragen, wenn ein Ereignis vor der Synchronisation der Distributed Clocks oder vor der Ermittlung des aktuellen Zeitstempels über einen SNTP-Server auftritt.

10 Anhang

10.1 Unterstützte Kommunikationsobjekte

Nachfolgende Kapitel liefern Ihnen einen Überblick über die unterstützten Kommunikationsobjekte des standardisierten Profils ETG (EtherCAT Technology Group) sowie deren Abbildung auf die entsprechenden Parameter von Pilz.

Informationen zu den unterstützten Kommunikationsobjekten des Profils CiA 402 sowie zum Standard-Mapping der Applikation CiA 402 und EtherCAT entnehmen Sie dem zugehörigen Applikationshandbuch.

10.1.1 ETG.1000.6 EtherCAT specification: 1000 hex – 1FFF hex

Nachfolgende Tabelle beinhaltet die unterstützten Kommunikationsobjekte des standardisierten Profils ETG.1000.6 EtherCAT specification – CANopen over EtherCAT (CoE) Communication Area sowie deren Abbildung auf die entsprechenden Parameter von Pilz.

Index	Subindex	TxPDO	RxPDO	Name	Kommentar
1000 hex	0 hex	—	—	Device type	Konstanter Wert 20192 hex Bit 0 – 15: Device profile number, 192 hex = 402 Bit 16 – 23: Type, 2 hex = Servo drive Bit 24 – 31: Reserved
1001 hex	0 hex	—	—	Error register	
1008 hex	0 hex	—	—	Manufacturer device name	E50
1009 hex	0 hex	—	—	Manufacturer hardware version	E52[1]
100A hex	0 hex	—	—	Manufacturer software version	E52[3]
1018 hex				Identity object	Record mit 4 Elementen
1018 hex	0 hex	—	—	Highest sub-index supported	Konstanter Wert 4 hex
1018 hex	1 hex	—	—	Vendor ID	Hersteller-ID: B9 hex
1018 hex	2 hex	—	—	Product code	Nennleistung in Einheit 0,1 kW
1018 hex	3 hex	—	—	Revision number	SW-Build-Nummer
1018 hex	4 hex	—	—	Serial number	E52[2]
1600 hex				1st RxPDO mapping parameter	Array mit 24 Elementen
1600 hex	0 hex	—	✓	Number of mapped application objects in RxPDO	Konstanter Wert 18 hex
1600 hex	1 hex – 18 hex	—	✓	Application objects	A225[0] – A225[23]
1601 hex				2nd RxPDO mapping parameter	Array mit 24 Elementen

Intern

Index	Subindex	TxPDO	RxPDO	Name	Kommentar
1601 hex	0 hex	—	✓	Number of mapped application objects in RxPDO	Konstanter Wert 18 hex
1601 hex	1 hex – 18 hex	—	✓	Application objects	A226[0] – A226[23]
1602 hex				3rd RxPDO mapping parameter	Array mit 24 Elementen
1602 hex	0 hex	—	✓	Number of mapped application objects in RxPDO	Konstanter Wert 18 hex
1602 hex	1 hex – 18 hex	—	✓	Application objects	A227[0] – A227[23]
1603 hex				4th RxPDO mapping parameter	Array mit 24 Elementen
1603 hex	0 hex	—	—	Number of mapped application objects in RxPDO	Konstanter Wert 18 hex
1603 hex	1 hex – 18 hex	—	—	Application objects	A228[0] – A228[23]
1A00 hex				1st TxPDO mapping parameter	Array mit 24 Elementen
1A00 hex	0 hex	—	✓	Number of mapped application objects in TxPDO	Konstanter Wert 18 hex
1A00 hex	1 hex – 18 hex	—	✓	Application objects	A233[0] - A233[23]
1A01 hex				2nd TxPDO mapping parameter	Array mit 24 Elementen
1A01 hex	0 hex	—	✓	Number of mapped application objects in TxPDO	Konstanter Wert 18 hex
1A01 hex	1 hex – 18 hex	—	✓	Application objects	A234[0] - A234[23]
1A02 hex				3rd TxPDO mapping parameter	Array mit 24 Elementen
1A02 hex	0 hex	—	✓	Number of mapped application objects in TxPDO	Konstanter Wert 18 hex
1A02 hex	1 hex – 18 hex	—	✓	Application objects	A235[0] - A235[23]
1A03 hex				4th TxPDO mapping parameter	Array mit 24 Elementen
1A03 hex	0 hex	—	—	Number of mapped application objects in TxPDO	Konstanter Wert 18 hex
1A03 hex	1 hex – 18 hex	—	—	Application objects	A236[0] - A236[23]

Intern

Index	Subindex	TxPDO	RxPDO	Name	Kommentar
1C00 hex				Sync manager communication type	Record mit 4 Elementen
1C00 hex	0 hex	—	—	Highest sub-index supported	Konstanter Wert 4 hex
1C00 hex	1 hex	—	—	Communication type sync manager 0	
1C00 hex	2 hex	—	—	Communication type sync manager 1	
1C00 hex	3 hex	—	—	Communication type sync manager 2	
1C00 hex	4 hex	—	—	Communication type sync manager 3	
1C12 hex				Sync manager 2	Record mit 4 Elementen
1C12 hex	0 hex	—	✓	Highest sub-index supported	Konstanter Wert 4 hex
1C12 hex	1 hex	—	✓	PDO receive assign 1st PDO	A252[0]
1C12 hex	2 hex	—	✓	PDO receive assign 2nd PDO	A252[1]
1C12 hex	3 hex	—	✓	PDO receive assign 3rd PDO	A252[2]
1C12 hex	4 hex	—	✓	PDO receive assign 4th PDO	A252[3]
1C13 hex				Sync manager 3	Record mit 4 Elementen
1C13 hex	0 hex	—	✓	Highest sub-index supported	Konstanter Wert 4 hex
1C13 hex	1 hex	—	✓	PDO transmit assign 1st PDO	A253[0]
1C13 hex	2 hex	—	✓	PDO transmit assign 2nd PDO	A253[1]
1C13 hex	3 hex	—	✓	PDO transmit assign 3rd PDO	A253[2]
1C13 hex	4 hex	—	✓	PDO transmit assign 4th PDO	A253[3]
1C32 hex				Output SyncManager Parameter	Record mit 10 Elementen
1C32 hex	0 hex	—	—	Highest sub-index supported	Konstanter Wert 20 hex
1C32 hex	1 hex	—	—	Synchronization type	A264[0]
1C32 hex	2 hex	—	—	Cycle time	A264[1]
1C32 hex	3 hex	—	—	Shift time	A264[2]
1C32 hex	4 hex	—	—	Synchronization types supported	A264[3]
1C32 hex	5 hex	—	—	Minimum cycle time	A264[4]
1C32 hex	6 hex	—	—	Calc and Copy Time	A264[5]

Index	Subindex	TxPDO	RxPDO	Name	Kommentar
1C32 hex	9 hex	—	—	Delay time	A264[6]
1C32 hex	B hex	—	—	SM event missed counter	A264[7]
1C32 hex	C hex	—	—	Cycle time too small counter	A264[8]
1C32 hex	20 hex	—	—	Sync Error	A264[9]
1C33 hex				Input SyncManager Parameter	Record mit 10 Elementen
1C33 hex	0 hex	—	—	Highest sub-index supported	Konstanter Wert 20 hex
1C33 hex	1 hex	—	—	Synchronization type	A265[0]
1C33 hex	2 hex	—	—	Cycle time	A265[1]
1C33 hex	3 hex	—	—	Shift time	A265[2]
1C33 hex	4 hex	—	—	Synchronization types supported	A265[3]
1C33 hex	5 hex	—	—	Minimum cycle time	A265[4]
1C33 hex	6 hex	—	—	Calc and Copy Time	A265[5]
1C33 hex	9 hex	—	—	Delay time	A265[6]
1C33 hex	B hex	—	—	SM event missed counter	A265[7]
1C33 hex	C hex	—	—	Cycle time too small counter	A265[8]
1C33 hex	20 hex	—	—	Sync Error	A265[9]

Tab. 12: Kommunikationsobjekte CiA 301: 1000 hex – 1FFFF hex

10.1.2 ETG.1020 EtherCAT protocol enhancements

Nachfolgende Tabelle beinhaltet die unterstützten Kommunikationsobjekte des Profils ETG.1020 EtherCAT Protocol Enhancements sowie deren Abbildung auf die entsprechenden Parameter von Pilz. Die gelisteten Erweiterungen sind Teil der EtherCAT-Spezifikation und können in der Zukunft Teil der ETG.1000-Serie werden.

Index	Subindex	TxPDO	RxPDO	Name	Kommentar
10F3 hex				Diagnosis History Object	
10F3 hex	1 hex	—	—	Maximum Messages	
10F3 hex	2 hex	—	—	Newest Message	
10F3 hex	3 hex	—	—	Newest Acknowledged Message	
10F3 hex	4 hex	✓	—	New Messages Available	A250
10F3 hex	5 hex	—	—	Flags	
10F3 hex	6 hex	—	—	Diagnosis message	

Tab. 13: Kommunikationsobjekt CiA 301: 10F3 hex

10.1.3 ETG.5000.1 Modular Device Profile: F000 hex – FFFF hex

Nachfolgende Tabelle beinhaltet die unterstützten Kommunikationsobjekte des standardisierten Profils ETG.5000.1 Modular Device Profile.

Index	Subindex	TxPDO	RxPDO	Name	Kommentar
F050 hex				Detected module ident list	Record mit 2 Elementen
F050 hex	0 hex	—	—	Highest sub-index supported	Konstanter Wert 2 hex
F050 hex	1 hex	—	—	Modul ident axis A	
F050 hex	2 hex	—	—	Modul ident axis B	

Tab. 14: Kommunikationsobjekte ETG.5000.1: F000 hex – FFFF hex

10.1.4 Herstellerspezifische Parameter: 2000 hex – 53FF hex

Index, Subindex und Berechnungsbeispiel (Achse A)



Information

Index und Subindex müssen in dem von der Steuerung geforderten Format angegeben werden.



Information

Die nachfolgend beschriebene Berechnung ist nur gültig für die Umrechnung der herstellerspezifischen Parameter.

Der Index berechnet sich aus der Gruppe und Zeile des Parameters nach folgender Formel:
 $\text{Index} = 8192 + (\text{Nummer der Gruppe} \times 512) + \text{Nummer der Zeile}$

Der Subindex bei einfachen Parametern ist immer 0.

Der Subindex für EtherCAT Rx entspricht bei Array- oder Record-Parametern der Elementnummer des Parameters.

Der Subindex für EtherCAT Rx SDO Info entspricht bei Array- oder Record-Parametern der Elementnummer des Parameters + 1.

	Einfache Parameter	Array- oder Record-Parameter
Index	$8192 + (\text{Nummer der Gruppe} \times 512) + \text{Nummer der Zeile}$	
Subindex für EtherCAT Rx	0	Elementnummer
Subindex für EtherCAT Rx SDO Info	0	Elementnummer + 1

Tab. 15: Index und Subindex bei herstellerspezifischen Parametern

Berechnungsbeispiel

Berechnung für Parameter E200[0]:

Nummer der Gruppe = 4

Nummer der Zeile = 200

$\text{Index} = 8192 + (4 \times 512) + 200 = 10440 = 28C8 \text{ hex}$

Subindex für EtherCAT Rx = 0 = 0 hex

Subindex für EtherCAT Rx SDO Info = 1 = 1 hex

Kommunikationsobjekte (Achse A)

Nachfolgende Tabelle beinhaltet die herstellerspezifischen Kommunikationsobjekte von Achse A sowie deren Abbildung auf die entsprechenden Parameter von Pilz.

Für Informationen zu den herstellerspezifischen Kommunikationsobjekten von Achse B siehe [Herstellerspezifische Parameter: A000 hex – D3FF hex](#) [118]. Die Achsen unterscheiden sich durch einen Offset von 8000 hex.

Index	Gruppe	Nummer	Parameter
2000 hex – 21FF hex	A: Antriebsregler	0	A00 – A511
2200 hex – 23FF hex	B: Motor	1	B00 – B511
2400 hex – 25FF hex	C: Maschine	2	C00 – C511
2600 hex – 27FF hex	D: Sollwert	3	D00 – D511
2800 hex – 29FF hex	E: Anzeigen	4	E00 – E511
2A00 hex – 2BFF hex	F: Klemmen	5	F00 – F511
2C00 hex – 2DFF hex	G: Technologie	6	G00 – G511
2E00 hex – 2FFF hex	H: Encoder	7	H00 – H511
3000 hex – 31FF hex	I: Motion	8	I00 – I511
3200 hex – 33FF hex	J: Fahrsätze	9	J00 – J511
3400 hex – 35FF hex	K: Steuertafel	10	K00 – K511
3600 hex – 37FF hex	M: Profile	12	M00 – M511
3E00 hex – 3FFF hex	P: Kundenspezifische Parameter	15	P00 – P511
4000 hex – 41FF hex	Q: Kundenspezifische Parameter, instanzabhängig	16	Q00 – Q511
4200 hex – 43FF hex	R: Fertigungsdaten	17	R00 – R511
4400 hex – 45FF hex	S: Sicherheit	18	S00 – S511
4600 hex – 47FF hex	T: Scope	19	T00 – T511
4800 hex – 49FF hex	U: Schutzfunktionen	20	U00 – U511
5200 hex – 53FF hex	Z: Störungszähler	25	Z00 – Z511

Tab. 16: Herstellerspezifische Kommunikationsobjekte: 2000 hex – 53FF hex

10.1.5 Herstellerspezifische Parameter: A000 hex – D3FF hex

Index, Subindex und Berechnungsbeispiel (Achse B)



Information

Index und Subindex müssen in dem von der Steuerung geforderten Format angegeben werden.



Information

Die nachfolgend beschriebene Berechnung ist nur gültig für die Umrechnung der herstellerspezifischen Parameter.

Der Index berechnet sich aus der Gruppe und Zeile des Parameters nach folgender Formel:
 $\text{Index} = 40960 + (\text{Nummer der Gruppe} \times 512) + \text{Nummer der Zeile}$

Der Subindex bei einfachen Parametern ist immer 0.

Der Subindex für EtherCAT Rx entspricht bei Array- oder Record-Parametern der Elementnummer des Parameters.

Der Subindex für EtherCAT Rx SDO Info entspricht bei Array- oder Record-Parametern der Elementnummer des Parameters + 1.

	Einfache Parameter	Array- oder Record-Parameter
Index	$40960 + (\text{Nummer der Gruppe} \times 512) + \text{Nummer der Zeile}$	
Subindex für EtherCAT Rx	0	Elementnummer
Subindex für EtherCAT Rx SDO Info	0	Elementnummer + 1

Tab. 17: Index und Subindex bei herstellerspezifischen Parametern

Berechnungsbeispiel

Berechnung für Parameter E200[0]:

Nummer der Gruppe = 4

Nummer der Zeile = 200

$\text{Index} = 40960 + (4 \times 512) + 200 = 43208 = \text{A8C8 hex}$

Subindex für EtherCAT Rx = 0 = 0 hex

Subindex für EtherCAT Rx SDO Info = 1 = 1 hex

Kommunikationsobjekte (Achse B)

Nachfolgende Tabelle beinhaltet die von Achse B unterstützten herstellerspezifischen Kommunikationsobjekte sowie deren Abbildung auf die entsprechenden Parameter von Pilz.

Index	Gruppe	Nummer	Parameter
A000 hex – A1FF hex	A: Antriebsregler	0	A00 – A511
A200 hex – A3FF hex	B: Motor	1	B00 – B511
A400 hex – A5FF hex	C: Maschine	2	C00 – C511
A600 hex – A7FF hex	D: Sollwert	3	D00 – D511
A800 hex – A9FF hex	E: Anzeigen	4	E00 – E511
AA00 hex – ABFF hex	F: Klemmen	5	F00 – F511
AC00 hex – ADFF hex	G: Technologie	6	G00 – G511
AE00 hex – AFFF hex	H: Encoder	7	H00 – H511
B000 hex – B1FF hex	I: Motion	8	I00 – I511
B200 hex – B3FF hex	J: Fahrsätze	9	J00 – J511
B400 hex – B5FF hex	K: Steuertafel	10	K00 – K511
B600 hex – B7FF hex	M: Profile	12	M00 – M511
BE00 hex – BFFF hex	P: Kundenspezifische Parameter	15	P00 – P511
C000 hex – C1FF hex	Q: Kundenspezifische Parameter, instanzabhängig	16	Q00 – Q511
C200 hex – C3FF hex	R: Fertigungsdaten	17	R00 – R511
C400 hex – C5FF hex	S: Sicherheit	18	S00 – S511
C600 hex – C7FF hex	T: Scope	19	T00 – T511
C800 hex – C9FF hex	U: Schutzfunktionen	20	U00 – U511
D000 hex – D1FF hex	Z: Störungszähler	25	Z00 – Z511

Tab. 18: Herstellerspezifische Kommunikationsobjekte: A000 hex – D3FF hex

10.2 SDO-Übertragung: Fehler-Codes

Kann ein SDO-Frame nicht verarbeitet werden, versendet der Slave einen SDO Abort Domain Transfer und gibt im Fehlerfall über das Abort SDO Transfer Protocol einen der nachfolgenden Fehler samt Fehlerklasse, -Code und Zusatzinformationen aus.

Error class	Error code	Additional code	Bedeutung
5 hex	3 hex	0 hex	Toggle-Bit nicht geändert
5 hex	4 hex	0 hex	SDO-Protokoll-Timeout abgelaufen
5 hex	4 hex	1 hex	SDO-Command-Specifier ungültig oder unbekannt
5 hex	4 hex	5 hex	Speicher nicht ausreichend
6 hex	1 hex	0 hex	Zugriff auf Objekt wird nicht unterstützt
6 hex	1 hex	1 hex	Leseversuch auf ein Write-only-Parameter
6 hex	1 hex	2 hex	Schreibversuch auf ein Read-only-Parameter
6 hex	2 hex	0 hex	Objekt nicht im Objektverzeichnis vorhanden
6 hex	4 hex	41 hex	Objekt nicht auf PDO abbildbar
6 hex	4 hex	42 hex	Anzahl und/oder Länge der zu übertragenden Objekte überschreitet PDO-Länge
6 hex	4 hex	43 hex	Allgemeine Parameter-Inkompatibilität
6 hex	4 hex	47 hex	Allgemeine interne Geräte-Inkompatibilität
6 hex	6 hex	0 hex	Zugriff aufgrund Hardware-Fehler abgebrochen
6 hex	7 hex	10 hex	Falscher Datentyp oder Parameterlänge stimmt nicht
6 hex	7 hex	12 hex	Falscher Datentyp oder Parameterlänge zu groß
6 hex	7 hex	13 hex	Falscher Datentyp oder Parameterlänge zu klein
6 hex	9 hex	11 hex	Subindex nicht vorhanden
6 hex	9 hex	30 hex	Ungültiger Parameterwert (Write-Prozess)
6 hex	9 hex	31 hex	Parameterwert zu groß
6 hex	9 hex	32 hex	Parameterwert zu klein
6 hex	9 hex	36 hex	Maximalwert unterschreitet Minimalwert
8 hex	0 hex	0 hex	Allgemeiner SDO-Fehler
8 hex	0 hex	20 hex	Zugriff nicht möglich
8 hex	0 hex	21 hex	Zugriff aufgrund lokaler Steuerung nicht möglich
8 hex	0 hex	22 hex	Zugriff bei aktuellem Gerätezustand nicht möglich
8 hex	0 hex	23 hex	Dynamische Generierung des Objektzeichnisses fehlgeschlagen oder kein Objektverzeichnis verfügbar

Tab. 19: SDO: Fehler-Codes

10.3

EMCY-Nachricht: Fehler-Codes fehlerhafte Zustandsübergänge

Error code	Bedeutung
A000 hex	Fehlerhafter Übergang von Pre-Operational nach Safe-Operational
A001 hex	Fehlerhafter Übergang von Safe-Operational nach Pre-Operational

Tab. 20: EMCY: Fehler-Codes Übergänge

Error register gibt den Zustand der EtherCAT State Machine zum Zeitpunkt des EMCY-Versands an.

Error register	Zustand
1 hex	Initializing
2 hex	Pre-Operational
3 hex	Safe-Operational
4 hex	Operational

Tab. 21: EMCY: Fehler-Codes Übergänge, Error register (Zustand der EtherCAT State Machine)

Diag code gibt Auskunft über die Fehlerursache.

Diag code	Fehlerursache	
0 hex	SyncManager an unzulässige Adresse	SyncManager 0 (Mailbox-Daten aus Frame in Mailbox schreiben)
1 hex	SyncManager an unzulässige Adresse	
2 hex	PDO-Länge nicht korrekt	
3 hex	SyncManager falsch parametrier	
4 hex	SyncManager an unzulässige Adresse	SyncManager 1 (Mailbox-Daten aus Mailbox in Frame schreiben)
5 hex	SyncManager an unzulässige Adresse	
6 hex	PDO-Länge nicht korrekt	
7 hex	SyncManager falsch parametrier	
8 hex	SyncManager an unzulässige Adresse	SyncManager 2 (Prozessdaten aus Frame in Prozessdaten-Speicher schreiben)
9 hex	SyncManager an unzulässige Adresse	
A hex	PDO-Länge nicht korrekt	
B hex	SyncManager falsch parametrier	
C hex	SyncManager an unzulässige Adresse	SyncManager 3 (Prozessdaten aus Prozessdaten-Speicher in Frame schreiben)
D hex	SyncManager an unzulässige Adresse	
E hex	PDO-Länge nicht korrekt	
F hex	SyncManager falsch parametrier	

Tab. 22: EMCY: Fehler-Codes Übergänge, Diag code (Fehlerursache)

10.4 EMCY-Nachricht: Fehler-Codes Gerätestörung

Error code	Error register	Ereignis (E82)
0 hex: No error	0 hex: No error	30: Inaktiv
2110 hex: Short circuit earth	2 hex: Current	31: Kurz-/Erdschluss
2230 hex: Intern short circuit earth	2 hex: Current	32: Kurz-/Erdschluss intern
2310 hex: Continous overcurrent	2 hex: Current	33: Überstrom
3110 hex: Mains overvoltage	4 hex: Voltage	36: Überspannung
3120 hex: Mains undervoltage	4 hex: Voltage	46: Unterspannung
3130 hex: Phase failure	1 hex: Generic error	83: Ausfall einer/aller Netzphasen
3180 hex: Mains failure	1 hex: Generic error	84: Netzeinbruch bei aktivem Leistungsteil
4210 hex: Temperature	8 hex: Temperature	38: Temperatur Antriebsreglersensor
4280 hex: Temperature device I ² t	8 hex: Temperature	39: Übertemperatur Antriebsregler i2t oder 59: Übertemperatur Antriebsregler i2t
4310 hex: Temperature drive	8 hex: Temperature	41: Übertemperatur Motorsensor
4380 hex: Temperature drive I ² t	8 hex: Temperature	45: Übertemperatur Motor i2t
5200 hex: Device hardware	1 hex: Generic error	34: Hardware-Defekt
6010 hex: Internal software	1 hex: Generic error	35: Watchdog, 57: Laufzeitauslastung oder 71: Firmware
6320 hex: Loss of parameters	1 hex: Generic error	40: Ungültige Daten oder 70: Parameterkonsistenz
6330 hex: Unknown Lean motor type	1 hex: Generic error	86: Unbekannter LeanMotor
7110 hex: Brake chopper	1 hex: Generic error	48: Lüftüberwachung Bremse, 49: Bremse, 72: Timeout Bremsentest oder 73: Timeout Bremsentest Achse 2
	8 hex: Temperature	42: Übertemperatur Bremswiderstand i2t
7120 hex: Motor	1 hex: Generic error	69: Motoranschluss oder 81: Motorzuordnung
7303 hex: Resolver 1 fault	1 hex: Generic error	37: Motorencoder
7304 hex: Resolver 2 fault	1 hex: Generic error	76: Positionencoder, 77: Masterencoder oder 79: Plausibilität Motor- / Positionencoder
7500 hex: Communication	10 hex: Communication	52: Kommunikation
7580 hex: Communication control panel	1 hex: Generic error	88: Steuertafel

Error code	Error register	Ereignis (E82)
8311 hex: Excess torque	1 hex: Generic error	47: Überschreitung max. M/F
8400 hex: Velocity speed control	1 hex: Generic error	56: Overspeed
8500 hex: Position control	1 hex: Generic error	53: Endschalter
8510 hex: Excessive reference position jump	1 hex: Generic error	85: Exzessiver Sollwertsprung
8600 hex: Positioning controller	1 hex: Generic error	51: Virtueller Master Software-Endschalter
8611 hex: Following error	1 hex: Generic error	54: Schleppabstand
8612 hex: Reference limit	1 hex: Generic error	78: Zyklische Positionsbegrenzung
FF00 – FF07 hex: Manufacturer specific error	1 hex: Generic error	60: Applikationsereignis 0 – 67: Applikationsereignis 7
FF09 hex: Manufacturer specific error	1 hex: Generic error	44: Externe Störung 1
FF0A hex: Manufacturer specific error	1 hex: Generic error	68: Externe Störung 2

Tab. 23: EMCY: Fehler-Codes Gerätestörung

10.5

EMCY-Nachricht: Fehler-Codes EoE-Fehler

Error code	Error register	Bedeutung
0 hex: No error	0 hex: No error	Kein Fehler aufgetreten
FFF0 hex: Manufacturer specific error	23 hex: EoE address occupied	IP-Adresse kann nicht geöffnet werden (IP-Adresse passt nicht zur Subnetzmaske, IP-Adresse bereits vergeben, ...)

Tab. 24: EMCY: Fehler-Codes Gerätestörung

10.6 Simple Network Time Protocol (SNTP)

In den Antriebsregler ist ein SNTP-Client nach RFC4330 implementiert. Dieser Client stellt die interne Uhr des Antriebsreglers auf die aktuelle Uhrzeit ein, die er von einem externen Zeit-Server bezieht. Die interne Uhr läuft mit einem (ungenauen) regelbaren, internen Takt im Antriebsregler. Deshalb wird die Zeit in Intervallen vom Server abgefragt, diese mit der internen Zeit verglichen, und der Takt für die interne Uhr entsprechend nachgeregelt. Die Einstellungen definieren Sie in Parameter A199.

Es können zwei NTP-Server als Zeitquellen definiert werden, die beide als mögliche Zeit-Server verwendet werden. Bei Datenverkehr über die Service-Schnittstelle zählt der Computer, über den der Antriebsregler über die DriveControlSuite verbunden ist, automatisch zu den möglichen Zeit-Servern. Die Zeit-Server müssen entweder über EoE, über die Service-Schnittstelle X9 oder über die Klemmen X200 und X201 erreichbar sein. Beachten Sie, dass der Zeit-Server vom Antriebsregler aus erreichbar sein muss. Eventuell muss der Gateway-Parameter A175 entsprechend eingestellt werden.

Die Uhrzeit wird immer vom gleichen NTP-Server angefordert und danach zyklisch vom Server zum Nachführen der Synchronität-Regelschleife wiederholt. Fällt der aktuelle Server aus, wird der nächste in der Liste verwendet. Ein einmal aktiver Server wird nur bei Verbindungsausfall zu diesem Server oder bei Nicht-Verfügbarkeit des Servers verworfen.

Nach dem Einschalten des Antriebsreglers dauert es eine zufällige Zeit von 1 bis 5 Minuten (nach RFC4330), bis der SNTP-Client eine erste Anfrage an einen der Zeit-Server schickt.

Die zyklische Wiederholung einer Anfrage erfolgt etwa alle 5 bis 6 Stunden.

10.6.1 Zeit-Service auf dem Computer einrichten

Auf einem Windows PC mit DriveControlSuite richten Sie den Zeit-Service über den Registrierungs-Editor ein. Den Zeit-Server müssen Sie vorab stoppen und nach der Änderung der Registry wieder neu starten. Gehen Sie wie folgt vor:

1. Öffnen Sie die Eingabeaufforderung, z. B. wie folgt:
 - 1.1. Verwenden Sie die Tastenkombination [WINDOWS-TASTE] + [R], um den Dialog Ausführen zu öffnen.
 - 1.2. Geben Sie den Befehl `cmd` ein und bestätigen Sie mit OK.
⇒ Die Eingabeaufforderung öffnet sich.
2. Stoppen Sie den Zeit-Server über den Befehl `net stop w32time`.
3. Öffnen Sie den Registrierungs-Editor, z. B. wie folgt:
 - 3.1. Verwenden Sie die Tastenkombination [WINDOWS-TASTE] + [R], um den Dialog Ausführen zu öffnen.
 - 3.2. Geben Sie den Befehl `regedit` ein und bestätigen Sie mit OK.
⇒ Der Registrierungs-Editor öffnet sich.
4. Wählen Sie `HKEY_LOCAL_MACHINE > SYSTEM > CurrentControlSet > Services > W32Time > TimeProvider > NtpServer`.
5. Setzen Sie `Enable` auf den Wert `1` und bestätigen Sie mit OK.
6. Schließen Sie den Registrierungs-Editor.
7. Öffnen Sie erneut die Eingabeaufforderung.
8. Starten Sie den Zeit-Server in der Eingabeaufforderung über den Befehl `net start w32time`.
⇒ Der Zeit-Service ist auf dem PC eingerichtet.

Automatisierung durch Skript

Wenn Sie die Registry auf dem PC via Skript ändern möchten, erstellen Sie eine *.reg-Datei, indem Sie eine leere Textdatei anlegen und die Dateiendung umbenennen. Öffnen Sie anschließend die Datei und übernehmen Sie folgenden Inhalt:

```
[HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\W32Time\TimeProviders\ntpServer] "Enabled"=dword:00000001
```

Führen Sie die Datei in der Kommandozeile der Eingabeaufforderung aus.

Weitere Befehle

Wenn Sie den Status auf dem aktuellen PC abfragen möchten, verwenden Sie in der Eingabeaufforderung folgenden Befehl:

```
w32tm /query /status
```

Um die IP-Adresse über den PC-Namen abzufragen, verwenden Sie in der Eingabeaufforderung folgenden Befehl:

```
nslookup <name>
```

Beispiel:

```
nslookup ptbtime1.ptb.de
Name: ptbtime1.ptb.de
Addresses: 2001:638:610:be01::108 192.53.103.108
```

Die IP-Adresse lautet: 192.53.103.108.

10.7 Weiterführende Informationen

Die nachfolgend gelisteten Dokumentationen liefern Ihnen weitere relevante Informationen zu den Antriebsreglern. Den aktuellen Stand der Dokumentationen finden Sie unter:

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

Titel	Dokumentation	Inhalte	ID
Antriebsregler PMC SC6	Handbuch	Systemaufbau, technische Daten, Projektierung, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme, Betrieb, Service, Diagnose	1005343
Anreihetechnik mit PMC SI6 und PMC PS6	Handbuch	Systemaufbau, technische Daten, Projektierung, Lagerung, Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme, Betrieb, Service, Diagnose	1005342
Applikation CiA 402 – PMC SC6, PMC SI6	Handbuch	Projektierung, Konfiguration, Parametrierung, Funktionstest, weiterführende Informationen	1005347
Sicherheitstechnik PMC SY6 – STO und SS1 über FSoE	Handbuch	Technische Daten, Installation, Inbetriebnahme, Diagnose, weiterführende Informationen	1005345

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

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG (Hrsg): *EtherCAT System-Dokumentation*. Version 5.1. Verl, 2016.

Eine kostenfreie Basisversion der Automatisierungssoftware TwinCAT 3 erhalten Sie unter <https://www.beckhoff.com/de-de/produkte/automation/twincat/texxxx-twincat-3-engineering/te1000.html>.

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

10.8 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AT	Acknowledge Telegram (Quittierungstelegramm)
CiA	CAN in Automation
CNC	Computerized Numerical Control (rechnergestützte numerische Steuerung)
CoE	CANopen over EtherCAT
EMCY	Emergency (Notfall)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EoE	Ethernet over EtherCAT
ESC	EtherCAT Slave Controller
ESI	EtherCAT Slave Information (Gerätebeschreibung eines EtherCAT-Slaves)
ESM	EtherCAT State Machine (EtherCAT-Zustandsmaschine)
ETG	EtherCAT Technology Group
EtherCAT	Ethernet for Control Automation Technology
FTP	File Transfer Protocol (Dateiübertragungsprotokoll)
HTTP	Hypertext Transfer Protocol (Hypertext-Übertragungsprotokoll)
I/O	Input/Output (Eingabe/Ausgabe)
IP	Internet Protocol (dt.: Internetprotokoll)
LSB	Least Significant Bit (kleinstwertiges Bit)
LSW	Least Significant Word (kleinstwertiges Wort)
MDT	Master Data Telegram (Master-Datentelegramm)
MSB	Most Significant Bit (höchstwertiges Bit)
MSW	Most Significant Word (höchstwertiges Wort)
NC	Numerical Control (numerische Steuerung)
NTP	Network Time Protocol
PDO	Process Data Objects (Prozessdaten-Objekte)
RFC	Request For Comments (Bitte um Kommentare)
RxPDO	Receive-PDO (Empfangs-Prozessdaten)
S/FTP	Screened/Foiled Twisted Pair (geflecht- oder foliengeschirmtes verdrehtes Adernpaar)
SDO	Service Data Objects (Servicedaten-Objekte)
SF/FTP	Screened Foiled/Foiled Twisted Pair (geflecht- und foliengeschirmtes oder foliengeschirmtes verdrehtes Adernpaar)
SF/UTP	Screened Foiled/Unshielded Twisted Pair (geflecht- und foliengeschirmtes oder ungeschirmtes verdrehtes Adernpaar)
SNTP	Simple Network Time Protocol
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SYNC	Synchronization (Synchronisation)

Intern

Abkürzung	Bedeutung
TCP	Transmission Control Protocol (Übertragungssteuerungsprotokoll)
TxPDO	Transmit-PDO (Sende-Prozessdaten)
UDP	User Data Protocol (Benutzer-Datagramm-Protokoll)

Broadcast-Domain

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

CiA 402

Applikation der Inbetriebnahme-Software, die sowohl steuerungs- als auch antriebsbasierende Betriebsarten (csp, csv, cst, ip, pp, vl, pv, pt) beinhaltet.

CiA 402 HiRes Motion

Applikation der Inbetriebnahme-Software, die sowohl steuerungs- als auch antriebsbasierende Betriebsarten (csp, csv, cst, ip, pp, vl, pv, pt) beinhaltet. Die Schnittstelle zur Steuerung ist auf den CODESYS-Gerätetreiber HiRes zugeschnitten, d. h., Soll- und Istwerte werden in durch den Benutzer definierbaren Einheiten dargestellt und übertragen.

CoE

EtherCAT-Protokoll, das CANopen-konforme Kommunikationsmechanismen bereitstellt und somit die Nutzung der gesamten CANopen-Profilfamilie über EtherCAT ermöglicht.

DC-Sync

Auch: Synchronisation über Distributed Clocks. Methode für die EtherCAT-Netzwerksynchronisation. Jeder EtherCAT-Slave mit Distributed Clocks-Funktionalität besitzt eine lokale Uhr. In der Regel dient die Uhrzeit des ersten auf den Master folgenden, DC-Sync-fähigen EtherCAT-Slaves im Netzwerk als Referenzzeit: Sowohl Master als auch Slaves synchronisieren sich auf Veranlassung des Masters hin auf diese Referenz-Uhr. Das zu einer Synchronisation gehörige Event wird als Sync 0-Signal bezeichnet und durch den SyncManager eines jeden Slaves zyklisch generiert.

EMCY

Kommunikationsobjekte in einem CANopen- oder EtherCAT-Netzwerk, die bei fehlerhaften Zustandsübergängen oder bei geräteinternen Fehlern zugehörige Fehler-Codes und -ursachen übertragen.

EoE

Azyklisches EtherCAT-Protokoll, das den beliebigen Datenverkehr zwischen EoE-fähigen Teilnehmern eines EtherCAT-Verbunds erlaubt. Die Ethernet-Frames werden durch das EtherCAT-Protokoll getunnelt; die EtherCAT-Echtzeiteigenschaften bleiben unbeeinträchtigt. Der EtherCAT-Master dient als Gateway zum Ethernet-Netzwerk.

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 weitergeleitet und ist somit auf das eigene lokale Netzwerk limitiert.

Jitter

Bezeichnet allgemein ein Taktzittern bei der Übertragung von Digitalsignalen bzw. eine leichte Genauigkeitsschwankung im Übertragungstakt. In der Netzwerktechnik außerdem eine Varianz der Laufzeit von Datenpaketen.

Network Time Protocol (NTP)

Standard zur Synchronisierung von Uhren in Computersystemen über paketbasierte Kommunikationsnetze. Das Protokoll verwendet das verbindungslose Transportprotokoll UDP oder das verbindungsbezogene TCP. Es wurde speziell entwickelt, um eine zuverlässige Zeitangabe über Netzwerke mit variabler Paketlaufzeit zu ermöglichen.

Process Data Objects (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 Sende-PDO (TxPDO) unterschieden.

RFC

Vorgeschlagene und veröffentlichte Internetstandards, die von der Internet Engineering Task Force (IETF) als Organisation für die Konsensbildung zur Förderung einer Diskussion überprüft werden und eventuell die Aufstellung eines neuen Standards nach sich ziehen.

SDO

Kommunikationsobjekte in einem CANopen- oder EtherCAT-Netzwerk, die den Zugriff auf das Objektverzeichnis erlauben und eine Gerätekonfiguration ermöglichen. SDO werden azyklisch im laufenden zyklischen CANopen- oder EtherCAT-Betrieb über den Mailbox-Kanal übertragen.

SDO Info

Service, der es der EtherCAT-Steuerung ermöglicht, Objekte aus dem Antriebsregler auszulesen. Beim Auslesen werden der Steuerung alle relevanten Objekteigenschaften, wie zum Beispiel Datentyp, Schreib- und Lesezugriffsrechte sowie Mapping-Fähigkeit übermittelt.

Simple Network Time Protocol (SNTP)

Vereinfachte Version des Network Time Protocol (NTP). Der Aufbau des Protokolls ist mit dem von NTP identisch. SNTP-Clients können damit die Zeit auch von NTP-Servern beziehen. Der wesentliche

Unterschied liegt in den verwendeten Algorithmen zur Zeitsynchronisation. Während bei NTP die Zeitsynchronisation in der Regel mit mehreren Zeitservern erfolgt, wird bei SNTP nur ein Zeitserver verwendet.

SM-Sync

Auch: Synchronisation über SyncManager-Event. Methode für die EtherCAT-Netzwerksynchronisation, bei der sich EtherCAT-Slaves auf das Ereignis ankommender Daten synchronisieren.

Startup-Liste

Vordefinierte Liste von CiA-Objekten, die bei jedem Start von EtherCAT abgearbeitet wird. Die darin enthaltenen Werte werden beim definierten Zustandswechsel zum entsprechenden EtherCAT-Slave gesendet.

Synchronisation

Zeitlicher Abgleich von EtherCAT-Netzwerkteilnehmern, der erlaubt, dass EtherCAT-Master und -Slaves im gleichen Takt synchron zueinander arbeiten. EtherCAT stellt für die exakte Synchronisation von Master und Slaves zwei unterschiedliche Methoden zur Verfügung: SyncManager-Event (SM-Sync) und Distributed Clocks (DC-Sync). Werden Master und Slaves nicht synchronisiert, befinden sie sich im Zustand FreeRun.

Template

Im Kontext der Inbetriebnahme-Software DriveControlSuite eine Vorlage für die grafische Programmierung. Eine solche Vorlage kann im Projektierungsdialog für Gerätesteuerung, Kommunikation (Feldbus) oder Applikation in einer bestimmten Version ausgewählt werden.

Abb. 1	EtherCAT: Netzwerkaufbau am Beispiel der Baureihe PMC SI6	13
Abb. 2	DS6: Programmoberfläche	16
Abb. 3	DriveControlSuite: Navigation über Textlinks und Symbole	18
Abb. 4	TwinCAT 3 (TwinCAT XAE): Programmoberfläche	19
Abb. 5	Leuchtdioden für den EtherCAT-Zustand	60
Abb. 6	Leuchtdioden für den Zustand der EtherCAT-Netzwerkverbindung	61
Abb. 7	EtherCAT: Kommunikationsprotokolle	69
Abb. 8	Netzwerkübersicht: Topologie 1	71
Abb. 9	Netzwerkübersicht: Topologie 2	72
Abb. 10	EtherCAT State Machine: Zustände und Zustandswechsel	84
Abb. 11	SM-Sync: Synchronisation durch SyncManager-Event	87
Abb. 12	EtherCAT: Distributed Clocks	88
Abb. 13	TwinCAT 3: DC-Sync – Einstellungen	89
Abb. 14	TwinCAT 3: DC-Sync – instabile Synchronisation, Zykluszeit < 1 ms	91
Abb. 15	TwinCAT 3: DC-Sync – stabile Synchronisation, Zykluszeit < 1 ms	92
Abb. 16	CODESYS V3: DC-Sync – Einstellungen	95
Abb. 17	CODESYS V3: DC-Sync – instabile Synchronisation, Zykluszeit < 1 ms	97
Abb. 18	CODESYS V3: DC-Sync – stabile Synchronisation, Zykluszeit < 1 ms	98
Abb. 19	Feldbuskalierung im Überblick	106

Tab. 1	Anschlussbeschreibung X200 und X201.....	14
Tab. 2	Parametergruppen	20
Tab. 3	Parameter: Datentypen, Parameterarten, mögliche Werte	21
Tab. 4	Parametertypen.....	22
Tab. 5	Bedeutung der roten LED (Error)	60
Tab. 6	Bedeutung der grünen LED (Run)	60
Tab. 7	Bedeutung der grünen LEDs (LA).....	61
Tab. 8	Ereignis 52 – Ursachen und Maßnahmen.....	63
Tab. 9	Zykluszeiten	103
Tab. 10	Aktion auswählen und ausführen	105
Tab. 11	Feldbuskalierung bei Ganzzahl: Parameter zur Definition der Dezimalstellen.....	106
Tab. 12	Kommunikationsobjekte CiA 301: 1000 hex – 1FFFF hex	111
Tab. 13	Kommunikationsobjekt CiA 301: 10F3 hex	114
Tab. 14	Kommunikationsobjekte ETG.5000.1: F000 hex – FFFF hex	115
Tab. 15	Index und Subindex bei herstellerspezifischen Parametern	116
Tab. 16	Herstellerspezifische Kommunikationsobjekte: 2000 hex – 53FF hex	117
Tab. 17	Index und Subindex bei herstellerspezifischen Parametern	118
Tab. 18	Herstellerspezifische Kommunikationsobjekte: A000 hex – D3FF hex	119
Tab. 19	SDO: Fehler-Codes.....	120
Tab. 20	EMCY: Fehler-Codes Übergänge	121
Tab. 21	EMCY: Fehler-Codes Übergänge, Error register (Zustand der EtherCAT State Machine).....	121
Tab. 22	EMCY: Fehler-Codes Übergänge, Diag code (Fehlerursache).....	121
Tab. 23	EMCY: Fehler-Codes Gerätestörung	122
Tab. 24	EMCY: Fehler-Codes Gerätestörung	123

Technische Unterstützung von Pilz erhalten Sie rund um die Uhr.

Amerika

Brasilien

+55 11 97569-2804

Kanada

+1 888 315 7459

Mexiko

+52 55 5572 1300

USA (toll-free)

+1 877-PILZUSA (745-9872)

Asien

China

+86 400-088-3566

Japan

+81 45 471-2281

Südkorea

+82 31 778 3300

Australien und Ozeanien

Australien

+61 3 95600621

Neuseeland

+64 9 6345350

Europa

Belgien, Luxemburg

+32 9 3217570

Deutschland

+49 711 3409-444

Frankreich

+33 3 88104003

Großbritannien

+44 1536 462203

Irland

+353 21 4804983

Italien, Malta

+39 0362 1826711

Niederlande

+31 347 320477

Österreich

+43 1 7986263-444

Schweiz

+41 62 88979-32

Skandinavien

+45 74436332

Spanien

+34 938497433

Türkiye

+90 216 5775552

Unsere internationale

Hotline erreichen Sie unter:

+49 711 3409-222

support@pilz.com

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.



CECE®, CHRE®, CMSE®, INDUSTRIAL P[®], Leansafe®, Myzel®, PAS4000®, PASscal®, PASconfig®, Pilz®, PIT®, PMCprimo®, PMCprotego®, PMCiendo®, PMD®, PME®, PNOZ®, Primo®, PSEN®, PSS®, PSS®, PVIS®, SafetyBUS p®, 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.

Wir sind international vertreten. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte unserer Homepage www.pilz.com oder nehmen Sie Kontakt mit unserem Stammhaus auf.

Stammhaus: Pilz GmbH & Co. KG, Felix-Wankel-Straße 2, 73760 Ostfildern, Deutschland
Telefon: +49 711 3409-0, E-Mail: info@pilz.de, Internet: www.pilz.com