

AKD™

EtherCAT Kommunikation



Ausgabe: Revision G, November 2012

Gültig ab Firmware Version 1.8

Bestellnummer 903-200005-01

Übersetzung des Originaldokumentes

EtherCAT®

Bewahren Sie alle Anleitungen während der gesamten Nutzungsdauer des Produkts als Produktkomponente auf. Händigen Sie alle Anleitungen künftigen Anwendern/Besitzern des Produkts aus.

KOLLMORGEN®

Because Motion Matters™

Bisher erschienene Ausgaben:

Ausgabe	Bemerkungen
B, 10/2010	Erstausgabe
C, 01/2011	HW rev. C
D, 04/2011	WoE, Korrekturen
E, 10/2011	Flexible Mapping
F, 03/2012	Kleine Korrekturen
G, 11/2012	Neues Kapitel EEPROM Inhalt

Warenzeichen

- AKD ist ein eingetragenes Warenzeichen der Kollmorgen™ Corporation.
- EnDat ist ein eingetragenes Warenzeichen der Dr. Johannes Heidenhain GmbH.
- EtherCAT ist ein eingetragenes Warenzeichen und patentierte Technologie, lizenziert von der Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.
- Ethernet/IP ist ein eingetragenes Warenzeichen der ODVA, Inc.
- Ethernet/IP Communication Stack: copyright (c) 2009, Rockwell Automation
- HIPERFACE ist ein eingetragenes Warenzeichen der Max Stegmann GmbH.
- PROFINET ist ein eingetragenes Warenzeichen der PROFIBUS und PROFINET International (PI)
- SIMATIC ist ein eingetragenes Warenzeichen der SIEMENS AG
- WINDOWS ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation.

Aktuelle Patente:

- US Patent 5,162,798 (used in control card R/D)
- US Patent 5,646,496 (used in control card R/D and 1 Vp-p feedback interface)
- US Patent 6,118,241 (used in control card simple dynamic braking)
- US Patent 8,154,228 (Dynamic Braking For Electric Motors)
- US Patent 8,214,063 (Auto-tune of a Control System Based on Frequency Response)

Technische Änderungen, die der Verbesserung der Geräte dienen, vorbehalten!

Gedruckt in den United States of America

Dieses Dokument ist geistiges Eigentum der Kollmorgen™. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung von Kollmorgen™ reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

1 Inhaltsverzeichnis

1 Inhaltsverzeichnis	3
2 Allgemeines	5
2.1 Über dieses Handbuch	6
2.2 Zielgruppe	6
2.3 Verwendete Symbole	7
2.4 Verwendete Abkürzungen	8
3 Sicherheit	9
3.1 Sicherheitshinweise	10
3.2 Bestimmungsgemäße Verwendung	10
3.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	10
4 Installation und Inbetriebnahme	11
4.1 Sicherheitshinweise	12
4.2 Integriertes EtherCAT	13
4.2.1 LED-Funktionen	13
4.2.2 Anschlusstechnik	13
4.2.3 Beispiel für den Netzwerkanschluss	13
4.3 EtherCAT Aktivierung bei AKD-CC Modellen	14
4.4 Leitfaden zur Inbetriebnahme	15
4.5 Inbetriebnahme über TwinCAT NC/PTP System Manager	15
4.5.1 Nach Geräten suchen	16
4.5.2 Gerät auswählen	16
4.5.3 Nach Feldern suchen	17
4.5.4 Slaves zu NC-Aufgaben hinzufügen	17
4.5.5 Netzwerkkonfiguration aktivieren	18
4.5.6 Achse aktivieren und verfahren	19
4.6 Inbetriebnahme WorkBench über TwinCAT	20
4.6.1 Konfiguration von TwinCAT und WorkBench	21
4.6.2 Anschluss an einen Servoverstärker über WorkBench	22
4.6.3 Konfiguration und Freigabe eines Servoverstärkers	25
4.7 Konfiguration über KAS IDE	26
5 EtherCAT-Profil	27
5.1 Slave-Register	28
5.2 AL-Event und Interrupt Freigabe	29
5.2.1 Register „Interrupt Freigabe“ (Adresse 0x0204:0x0205)	29
5.2.2 AL-Eventanfrage (Adresse 0x0220:0x0221)	30
5.3 Phasenhochlauf	31
5.3.1 AL-Control (Adresse 0x0120:0x0121)	31
5.3.2 AL-Status (Adresse 0x0130:0x0131)	31
5.3.3 AL-Statuscode (Adresse 0x0134:0x0135)	32
5.3.4 EtherCAT-Kommunikationsphasen	32
5.4 CANopen over EtherCAT (CoE) Statusmaschine	33
5.4.1 Statusbeschreibung	33
5.4.2 Befehle im Steuerwort	34

5.4.3 Bits der Statusmaschine (Statuswort)	35
5.5 Feste PDO-Zuordnungen	36
5.6 Flexible PDO Mappings	37
5.6.1 Beispiel: Freies PDO-Mapping	38
5.7 Unterstützte zyklische Soll- und Istwerte	42
5.8 Unterstützte Betriebsarten	42
5.9 Einstellung der EtherCAT-Zykluszeit	43
5.10 Maximale Zykluszeiten in Abhängigkeit von der Betriebsart	43
5.11 Synchronisation	44
5.11.1 Synchronisationsverhalten mit Distributed Clocks (DC)-Freigabe	44
5.11.2 Synchronisationsverhalten mit Distributed Clocks (DC)-Sperrung	44
5.12 Latch-Steuerwort und Latch-Statuswort	45
5.13 Verwendung der Mailbox	46
5.13.1 Mailbox-Ausgang	47
5.13.2 Mailbox-Eingang	48
5.13.3 Beispiel: Zugriff auf die Mailbox	49
5.14 Feldbus-Parameter	50
5.15 EEPROM Inhalt	50
6 Index	51

2 Allgemeines

2.1	Über dieses Handbuch	6
2.2	Zielgruppe	6
2.3	Verwendete Symbole	7
2.4	Verwendete Abkürzungen	8

2.1 Über dieses Handbuch

Dieses Handbuch, *AKD EtherCAT Kommunikation*, beschreibt die Installation und Inbetriebnahme, den Funktionsumfang und das Softwareprotokoll für die EtherCAT AKD Produktreihe. Alle AKD EtherCAT-Servoverstärker sind mit integrierter EtherCAT-Funktionalität ausgestattet; eine zusätzliche Optionskarte ist daher nicht erforderlich.

Eine digitale Version dieser Anleitung (im PDF-Format) befindet sich auf der mit dem Servoverstärker gelieferten DVD. Aktualisierungen des Handbuchs können von der Kollmorgen™-Website heruntergeladen werden.

Zugehörige Dokumente der AKD-Reihe:

- *AKD Installationshandbuch* (auch als gedruckte Version für Kunden in der EU geliefert). Dieses Handbuch enthält Hinweise zur Installation und Konfiguration des Servoverstärkers.
- *AKD Bedienungsanleitung*. Dieses Handbuch beschreibt die Bedienung des Verstärkers in Applikationen. Es liefert auch Tipps zur Optimierung der Systemperformance. Dieses Handbuch enthält die Dokumentation zu den Parametern und Befehlen, die für die Programmierung des verwendet werden.
- *AKD CAN-BUS Kommunikation*. Dieses Handbuch beschreibt die CAN Kommunikation und liefert notwendige Informationen für die CAN over EtherCAT Kommunikation.
- *Zubehörhandbuch*. Dieses Handbuch enthält technische Daten und Maßzeichnungen von Zubehör wie Kabeln, Bremswiderständen und Netzgeräten. Von diesem Handbuch existieren regional unterschiedliche Versionen.

Die SDO und PDO des Servoverstärkers werden zusätzlich in einer EtherCAT XML-Datei mit dem Namen *AKD EtherCAT Device Description* beschrieben. Diese Datei steht auf der Kollmorgen™ Webseite zum Download bereit.

2.2 Zielgruppe

Dieses Handbuch richtet sich mit folgenden Anforderungen an Fachpersonal:

- Installation: nur durch Fachleute mit elektrotechnischer Ausbildung
- Inbetriebnahme: nur durch Fachleute mit weitreichenden Kenntnissen in den Bereichen Elektrotechnik / Antriebstechnik
- Programmierung: Software-Entwickler, Projektplaner

Das Fachpersonal muss folgende Normen kennen und beachten:

- EN 12100, EN 60364 und EN 60664
- nationale Unfallverhütungsvorschriften








WARNUNG











Während des Betriebes der Geräte besteht die Gefahr von Tod oder schweren gesundheitlichen oder materiellen Schäden. Der Betreiber muss daher sicherstellen, dass die Sicherheitshinweise in diesem Handbuch beachtet werden. Der Betreiber muss sicherstellen, dass alle mit Arbeiten am Servoverstärker betrauten Personen das Produkthandbuch gelesen und verstanden haben.

2.3 Verwendete Symbole

Warnsymbole

Zeichen	Bedeutung
	Weist auf eine gefährliche Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zum Tode oder zu schweren, irreversiblen Verletzungen führen wird.
	Weist auf eine gefährliche Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zum Tode oder zu schweren, irreversiblen Verletzungen führen kann.
	Weist auf eine gefährliche Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu leichten Verletzungen führen kann.
	Dies ist kein Sicherheits-Symbol. Dieses Symbol weist auf eine Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Beschädigung von Sachen führen kann.
	Dies ist kein Sicherheits-Symbol. Dieses Symbol weist auf wichtige Informationen hin.

Zeichnungssymbole

Symbol	Beschreibung	Symbol	Beschreibung
	Signalmasse		Diode
	Masse		Relais
	Schutzerde		Abschaltverzögertes Relais
	Widerstand		Arbeitskontakt
	Sicherung		Ruhekontakt

2.4 Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AL	Application Layer: Das direkt von den Prozessinstanzen verwendete Protokoll.
Cat	Category – Klassifizierung der auch für Ethernet-Kommunikation verwendeten Kabel.
DC	Distributed Clocks Mechanism zur Synchronisation von EtherCAT-Slaves und -Master
DL	Data Link (=Layer 2). EtherCAT verwendet Ethernet-Kommunikation nach IEEE 802.3.
FPGA	Field Programmable Gate Array
FTP	File Transfer Protocol
HW	Hardware
ICMP	Internet Control Message Protocol: Protokoll zum Anzeigen von IP-Fehlern.
IEC	International Electrotechnical Commission: Internationales Normierungsgremium
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
LLDP	Lower Layer Discovery Protocol
MAC	Media Access Control
MII	Media Independent Interface: Standardschnittstelle Ethernet-Controller <-> Router.
MDI	Media Dependant Interface: Signalübertragung über Pins.
MDI-X	Media Dependant Interface (crossed): Signalübertragung über Pins, umgekehrte Verdrahtung.
OSI	Open System Interconnect
OUI	Organizationally Unique Identifier – die ersten 3 Bits einer Ethernet-Adresse. Diese werden Unternehmen oder Organisationen zugewiesen und können auch für Protocol Identifier (z. B. LLDP) verwendet werden.
PDI	Physical Device Interface: Ein Satz Elemente, die den prozessseitigen Zugriff auf ESC ermöglichen.
PDO	Prozessdatenobjekt
PDU	Protocol Data Unit: Enthält Protokollinformationen, die von einer Protokollinstanz mit transparenten Daten an eine untergeordnete Schicht weitergegeben werden.
PHY	Physische Schnittstelle, die Daten vom Ethernet Controller in elektrische oder optische Signale umwandelt.
PLL	Phase Locked Loop
PTP	Precision Time Protocol gemäß IEEE 1588
RSTP	Rapid Spanning Tree Protocol
RT	Echtzeit, kann in Ethernet-Controllern ohne zusätzliche Unterstützung ausgeführt werden.
RX	Receive (Empfangen)
RXPDO	Receive PDO (Empfangs-PDO)
SNMP	Simple Network Management Protocol
SPI	Serial Peripheral Interface
Src Addr	Source Address: Quelladresse einer Übertragung.
STP	Geschirmtes, paarweise verdrehtes Kabel
TCP	Transmission Control Protocol
TX	Transmit (Senden)
TXPDO	Transmit PDO (Sende-PDO)
UDP	User Datagram Protocol: Unsicheres Multicast-/Broadcast-Protokoll
UTP	Ungeschirmtes, paarweise verdrehtes Kabel
ZA ECAT	Zugriffsmodus EtherCAT
ZA Drive	Zugriffsmodus Servoverstärker

3 Sicherheit

3.1 Sicherheitshinweise	10
3.2 Bestimmungsgemäße Verwendung	10
3.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	10

3.1 Sicherheitshinweise

⚠ GEFAHR	<p>Während des Betriebs der Geräte besteht die Gefahr von Tod oder schweren gesundheitlichen oder materiellen Schäden. Öffnen oder berühren Sie die Geräte während des Betriebs nicht. Halten Sie während des Betriebs alle Abdeckungen und Schaltschranktüren geschlossen. Das Berühren der eingeschalteten Geräte ist nur während der Installation und Inbetriebnahme durch qualifiziertes Fachpersonal zulässig.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Während des Betriebs weisen Verstärker der Schutzart des Gehäuses entsprechend möglicherweise nicht abgedeckte spannungsführende Teil auf. • Steuer- und Leistungsanschlüsse können auch bei nicht drehendem Motor unter Spannung stehen. • Die Oberflächen von Verstärkern können im Betrieb sehr heiß werden. Der Kühlkörper kann Temperaturen über 80 °C erreichen.
⚠ WARNUNG	<p>Elektronische Geräte können ausfallen. Der Anwender ist dafür verantwortlich, dass bei Ausfall des Servoverstärkers der Antrieb in einen maschinell und personell sicheren Zustand geführt wird, z. B. mit einer mechanischen Bremse. Antriebe mit Servoverstärkern und EtherCAT-sind fernbediente Maschinen. Sie können sich jederzeit ohne vorherige Ankündigung in Bewegung setzen. Machen Sie das Bedienungs- und Wartungspersonal durch entsprechende Hinweise auf diese Gefahr aufmerksam.</p> <p>Stellen Sie durch entsprechende Schutzmaßnahmen sicher, dass ein ungewolltes Anlaufen der Maschine nicht zu Gefahrensituationen für Mensch und Maschine führen kann. Software-Endschalter ersetzen nicht die Hardware-Endschalter der Maschine.</p>
HINWEIS	<p>Installieren Sie den Servoverstärker wie im <i>Installationshandbuch</i> beschrieben. Trennen Sie nie die elektrischen Verbindungen zum Servoverstärker, während dieser Spannung führt. Die Elektronik könnte zerstört werden.</p>
HINWEIS	<p>Schließen Sie die Ethernetleitung für den PC mit der Konfigurations-Software nicht an die EtherCAT-Schnittstelle X5/X6 an. Das Ethernet-Konfigurationskabel muss an die Serviceschnittstelle am Stecker X11 angeschlossen werden.</p>

3.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Verstärker sind Komponenten, die in elektrische Anlagen oder Maschinen eingebaut werden und nur als Bestandteile dieser Anlagen oder Maschinen betrieben werden dürfen. Der Maschinenhersteller muss eine Risikobeurteilung für die Maschine erstellen und geeignete Maßnahmen ergreifen, um sicherzustellen, dass unvorhergesehene Bewegungen nicht zu Verletzungen oder Sachschäden führen können.

- Beachten Sie die Kapitel „Bestimmungsgemäße Verwendung“ und „Nicht bestimmungsgemäße Verwendung“ im *AKD Installationshandbuch*.
- Das EtherCAT-Interface dient allein dem Anschluss des *AKD* an einen EtherCAT-Master.

3.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Eine andere Verwendung als in Kapitel „Bestimmungsgemäße Verwendung“ beschrieben ist nicht bestimmungsgemäß und kann zu Schäden bei Personen, Gerät oder Sachen führen. Der Servoverstärker darf nicht mit Maschinen verwendet werden, die nicht den geltenden nationalen Richtlinien oder Normen entsprechen. Die Verwendung des Servoverstärkers in den folgenden Umgebungen ist ebenfalls untersagt:

- explosionsgefährdete Bereiche
- Umgebungen mit korrosiven oder elektrisch leitenden Säuren, Laugen, Ölen, Dämpfen und Staub
- Schiffe oder Offshore-Anwendungen

Die Steckverbinder X5 und X6 des *AKD EtherCAT Servoverstärkers* dürfen für keine Ethernet-Protokolle außer EtherCAT (CoE, CAN over EtherCAT) verwendet werden.

4 Installation und Inbetriebnahme

4.1	Sicherheitshinweise	12
4.2	Integriertes EtherCAT	13
4.3	EtherCAT Aktivierung bei AKD-CC Modellen	14
4.4	Leitfaden zur Inbetriebnahme	15
4.5	Inbetriebnahme über TwinCAT NC/PTP System Manager	15
4.6	Inbetriebnahme WorkBench über TwinCAT	20
4.7	Konfiguration über KAS IDE	26

4.1 Sicherheitshinweise

GEFAHR Trennen Sie nie die elektrischen Verbindungen zum Servoverstärker, während dieser Spannung führt. Es besteht die Gefahr von Lichtbogenbildung mit Schäden an Kontakten und erhebliche Verletzungsgefahr. Warten Sie nach dem Trennen des Servoverstärkers von der Stromquelle mindestens 7 Minuten, bevor Sie Geräteteile, die potenziell Spannung führen (z. B. Kontakte), berühren oder Anschlüsse trennen.
Kondensatoren können bis zu 7 Minuten nach Abschalten der Stromversorgung gefährliche Spannung führen. Messen Sie zur Sicherheit die Spannung am DC-Zwischenkreis, und warten Sie, bis die Spannung unter 40 V gesunken ist. Steuer- und Leistungsanschlüsse können auch bei nicht drehendem Motor unter Spannung stehen.

WARNUNG Elektronische Geräte können ausfallen. Der Anwender ist dafür verantwortlich, dass bei Ausfall des Servoverstärkers der Antrieb in einen maschinell und personell sicheren Zustand geführt wird, z. B. mit einer mechanischen Bremse. Antriebe mit Servoverstärkern und EtherCAT sind fernbediente Maschinen. Sie können sich jederzeit ohne vorherige Ankündigung in Bewegung setzen. Machen Sie das Bedienungs- und Wartungspersonal durch entsprechende Hinweise auf diese Gefahr aufmerksam.
Stellen Sie durch entsprechende Schutzmaßnahmen sicher, dass ein ungewolltes Anlaufen der Maschine nicht zu Gefahrensituationen für Mensch und Maschine führen kann. Software-Endschalter ersetzen nicht die Hardware-Endschalter der Maschine.

HINWEIS Installieren Sie den Servoverstärker wie im *AKD Installationshandbuch* beschrieben. Trennen Sie nie die elektrischen Verbindungen zum Servoverstärker, während dieser Spannung führt. Die Elektronik könnte zerstört werden.

HINWEIS Der Status des Verstärkers muss durch die Steuerung überwacht werden, um kritische Situationen zu erkennen. Verdrahten Sie den FEHLER-Kontakt in der Not-Halt-Schaltung der Anlage in Serie. Die Not-Halt-Schaltung muss das Netzschütz betätigen.

INFO Verwenden Sie WorkBench zum Ändern von Einstellungen des Verstärkers. Jede andere Veränderungen führen zum Erlöschen der Garantie.

INFO Bedingt durch die interne Darstellung der Lageregler-Parameter kann der Lageregler nur betrieben werden, wenn die Enddrehzahl des Antriebs folgende Werte nicht überschreitet:

rotatorisch

Sinus²-förmiges Geschwindigkeitsprofil: 7500 U/min

Trapezförmiges Geschwindigkeitsprofil: 12000 U/min

linear

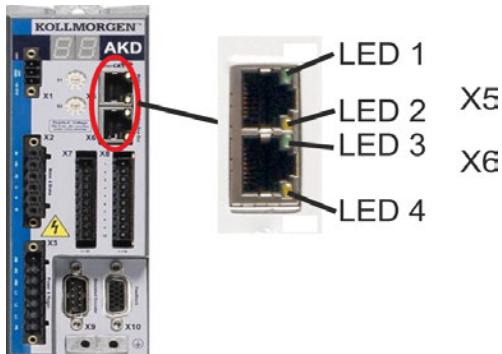
Sinus²-förmiges Geschwindigkeitsprofil: 4 m/s

Trapezförmiges Geschwindigkeitsprofil: 6,25 m/s

INFO Alle Angaben zu Auflösung, Schrittweite, Positioniergenauigkeit etc. beziehen sich auf rechnerische Werte. Nichtlinearitäten in der Mechanik (Spiel, Elastizität etc.) sind nicht berücksichtigt. Wenn die Enddrehzahl des Motors verändert werden muss, müssen alle vorher eingegebenen Lageregelungs- und Fahrsatzparameter angepasst werden.

4.2 Integriertes EtherCAT

Anschluss an das EtherCAT-Netzwerk über X5 (Eingang) und X6 (Ausgang).



4.2.1 LED-Funktionen

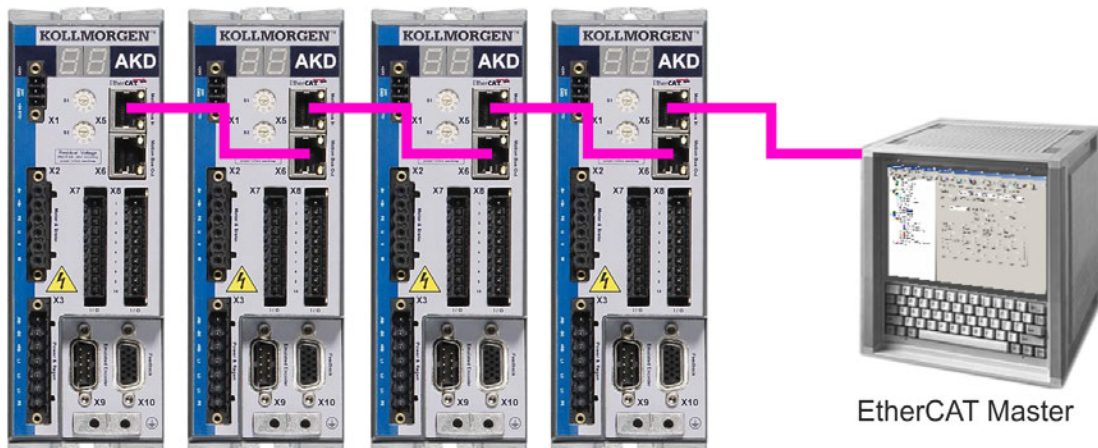
Der Kommunikationsstatus wird durch die integrierten LEDs angezeigt.

Stecker	LED	Name	Funktion
X5	LED1	ACT IN	EIN = aktiv AUS = nicht aktiv
	LED2	RUN	EIN = in Betrieb AUS = nicht in Betrieb
X6	LED3	ACT OUT	EIN = aktiv AUS = nicht aktiv
	LED4	-	-

4.2.2 Anschlussstechnik

Sie können den Anschluss an das EtherCAT-Netzwerk über RJ-45-Steckverbindungen herstellen.

4.2.3 Beispiel für den Netzwerkanschluss



EtherCAT Master

4.3 EtherCAT Aktivierung bei AKD-CC Modellen

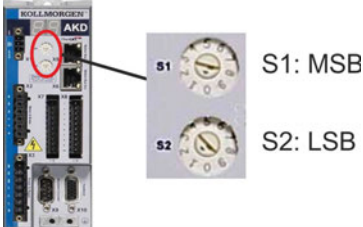
AKD-CC Modelle unterstützen das CANopen-Protokoll sowohl bei CAN-Bus- als auch EtherCAT-Netzwerkverwendung. Setzen des Parameters DRV.TYPE aktiviert entweder EtherCAT oder die CANopen. Setzen des Parameters DRV.TYPE aktiviert entweder die EtherCAT oder die CANopen.

Im Auslieferungszustand der AKD-CC Modelle ist die EtherCAT-Hardware aktiv gesetzt. Sollten Sie ein Gerät von CANopen nach EtherCAT umschalten müssen, ändern Sie den Parameter DRV.TYPE.

1. Mit Software: Schließen Sie einen PC an den AKD und ändern Sie den Parameter DRV.TYPE im WorkBench Terminal (siehe DRV.TYPE Dokumentation) oder
2. Mit Hardware: Benutzen Sie die Drehschalter S1 & S2 in der Front und den Taster B1 oben am Gerät.

Die folgenden Schritte beschreiben das Umschalten mit Hilfe der Drehschalter:

1. Stellen Sie den Wert 89 mit den Drehschaltern ein.



2. Drücken Sie die B1 Taste für etwa 3 Sekunden.



Die 7-Segment Anzeige zeigt während des Vorgangs **En**.

Schalten Sie die 24 V Spannungsversorgung nicht ab, solange das Display En zeigt!

3. Warten Sie, bis das Display zurück auf die Standardanzeige schaltet. Nun ist EtherCAT vorbereitet.
4. Schalten Sie die 24 V Spannungsversorgung aus und wieder ein.

INFO

Die 7-Segmentanzeige zeigt Er (Error), wenn die Umschaltung nicht erfolgreich war. Schalten Sie die 24 V Spannungsversorgung aus und wieder ein. Wiederholen Sie den Vorgang. Falls der Fehler erneut gemeldet wird, wenden Sie sich an den Kollmorgen™ Kundendienst.

4.4 Leitfaden zur Inbetriebnahme



Nur Fachpersonal mit umfangreichen Kenntnissen der Steuer- und Antriebstechnik darf den Verstärker in Betrieb nehmen.



Stellen Sie sicher, dass Maschinen oder Personen nicht durch eine unbeabsichtigte Bewegung des Antriebs gefährdet werden.

1. Montage/Installation prüfen. Prüfen Sie, ob alle Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung des Servoverstärkers und im vorliegenden Handbuch beachtet und umgesetzt wurden. Prüfen Sie die Einstellung für die Stationsadresse und die Baudrate.
2. PC anschließen, WorkBench starten. Stellen Sie die Parameter für den Servoverstärker mit Hilfe der Inbetriebnahmesoftware WorkBench ein.
3. Grundfunktionen in Betrieb nehmen. Nehmen Sie nun die Grundfunktionen des Servoverstärkers in Betrieb und optimieren Sie Strom-, Drehzahl- und Lageregler. Dieser Teil der Inbetriebnahme ist in der Onlinehilfe der Inbetriebnahmesoftware genauer beschrieben.
4. Parameter speichern. Speichern Sie die Parameter nach erfolgter Optimierung im Servoverstärker.

4.5 Inbetriebnahme über TwinCAT NC/PTP System Manager

Vor Inbetriebnahme des Verstärkers müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

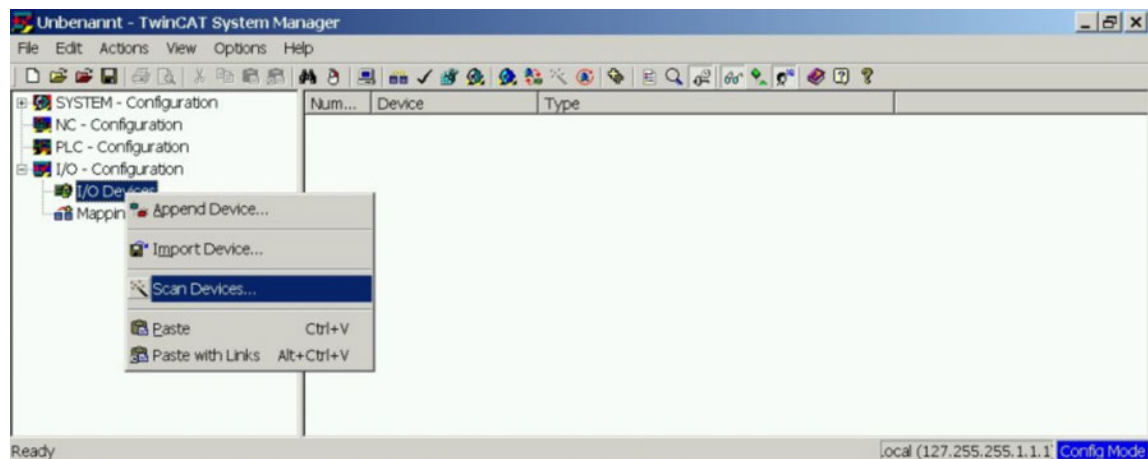
- Der AKD ist mit WorkBench konfiguriert und der Servomotor kann sich bewegen.
- Der Master enthält eine ordnungsgemäß konfigurierte EtherCAT-Karte.
- Die TwinCAT-Software von Beckhoff (Inbetriebnahme des NC/PTP-Modus) ist installiert. Installieren Sie zunächst den TwinCAT System Manager, starten Sie den PC neu und installieren Sie das Optionspaket NC/PTP-Modus.
- Die XML-Beschreibung des Verstärkers ist als XML-Datei auf der DVD oder unter <http://www.kollmorgen.com/de-de/products/drives/servo/akd/akd-servoverstärker/> (im Firmare zip file integriert) verfügbar.
- Ein AKD EtherCAT-Slave ist an den EtherCAT Master-PC angeschlossen.
- Der TwinCAT System Manager befindet sich im Konfigurationsmodus. Der aktuelle Modus des System Managers wird rechts unten im TwinCAT Hauptbildschirm angezeigt.

Kopieren Sie die XML-Beschreibung des Servoverstärkers in das TwinCAT-System (normalerweise in den Ordner C:\TwinCAT\IO\EtherCAT) und starten Sie das TwinCAT-System neu. TwinCAT analysiert beim Einschalten alle Dateien mit Gerätebeschreibungen.

Das folgende Beispiel erläutert die automatische Konfiguration des EtherCAT-Netzwerks. Die Konfiguration des Netzwerks kann auch manuell erfolgen. Siehe das TwinCAT-Handbuch für weitere Details.

4.5.1 Nach Geräten suchen

Vergewissern Sie sich zunächst, dass der EtherCAT-AKD physisch an den EtherCAT Master angeschlossen ist. Legen Sie ein neues (leeres) Projekt an. Rechtsklicken Sie auf I/O-Devices (E/A-Geräte) scannen Sie das System nach Geräten. In der im PC eingesteckten EtherCAT-Netzwerkkarte ist ein Beispiel enthalten.

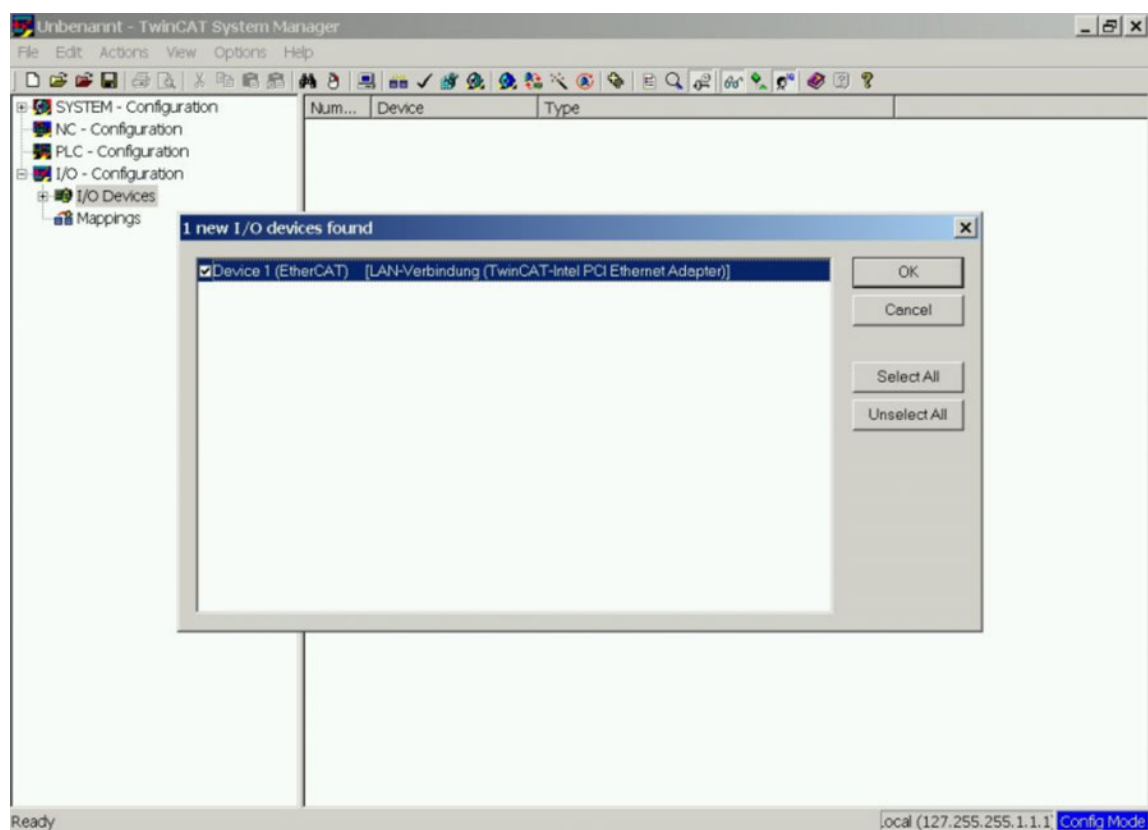


Ein Pop-up-Fenster informiert Sie darüber, dass nicht alle Geräte von der TwinCAT-Software erkannt werden können.

Klicken Sie auf **OK**, um fortzufahren.

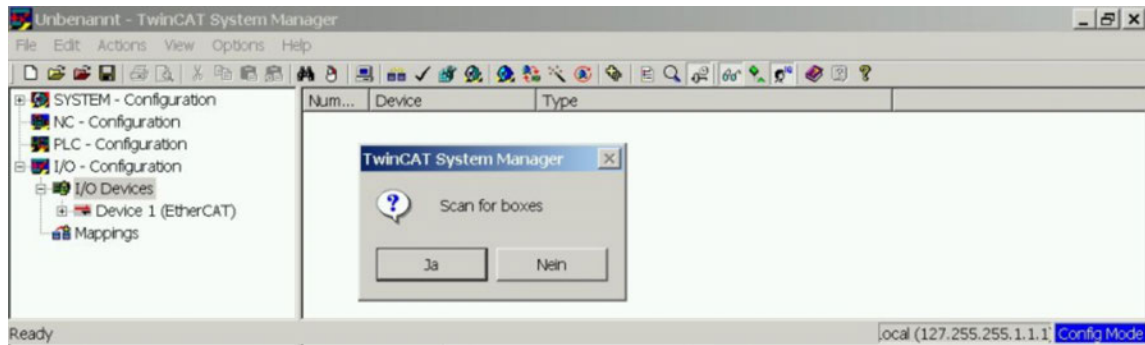
4.5.2 Gerät auswählen

TwinCAT muss in der Lage sein, die EtherCAT-Netzwerkkarte zu finden. Ein EtherCAT-Slave muss an die Netzwerkkarte angeschlossen sein, da andernfalls TwinCAT eine Echtzeit-EtherNET-Karte anstelle der EtherCAT-Karte erkennt. Wählen Sie **OK**.



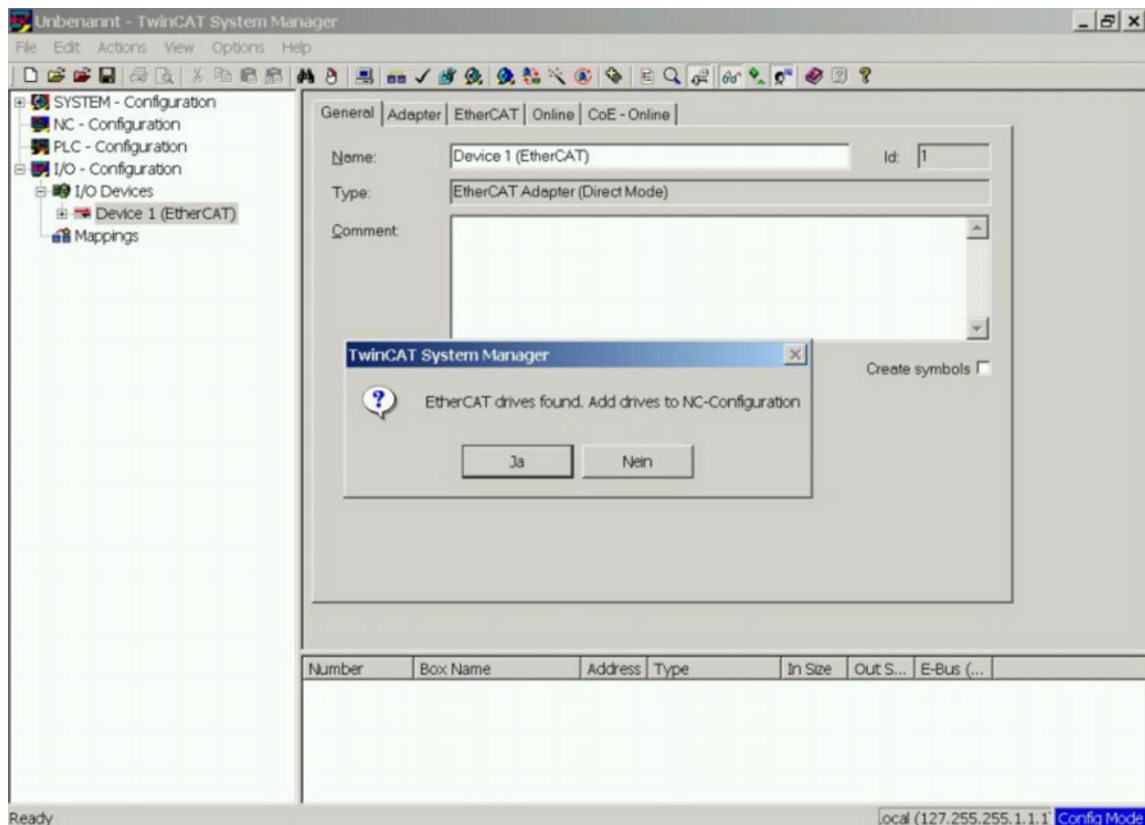
4.5.3 Nach Feldern suchen

Klicken Sie auf **Yes** (Ja), um TwinCAT die Suche nach Feldern zu ermöglichen. Ein *Feld* ist ein Alias für ein Slave-Gerät und wird grundsätzlich in Software-Produkten von Beckhoff verwendet.






4.5.4 Slaves zu NC-Aufgaben hinzufügen

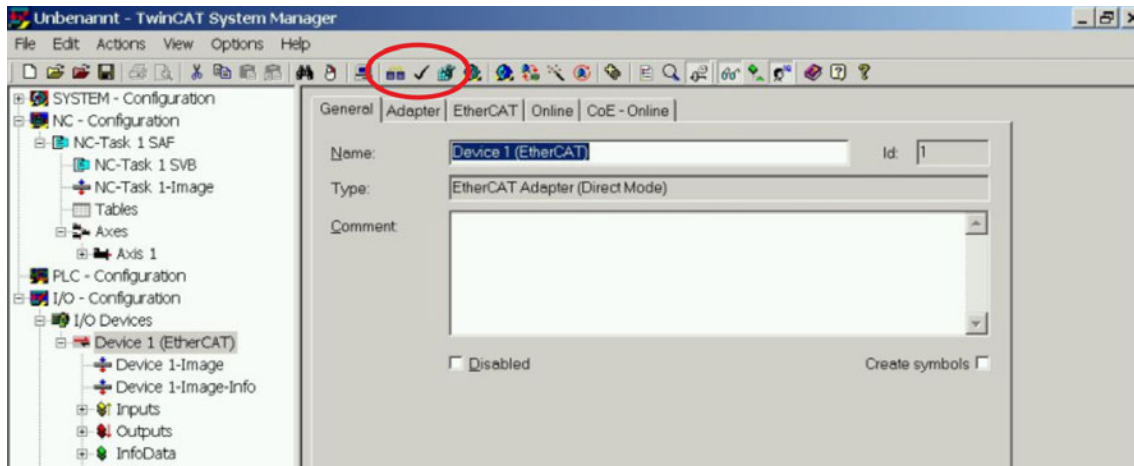
TwinCAT hat jetzt den AKD gemäß der Gerätebeschreibungsdatei identifiziert. TwinCAT fragt als nächstes, ob die Slaves mit NC-Aufgaben verknüpft werden sollen. Klicken Sie auf **Yes** (Ja), um fortzufahren. Eine NC-Aufgabe kann beispielsweise ein SPS-Programm zur Programmierung durch den Anwender enthalten.



4.5.5 Netzwerkkonfiguration aktivieren

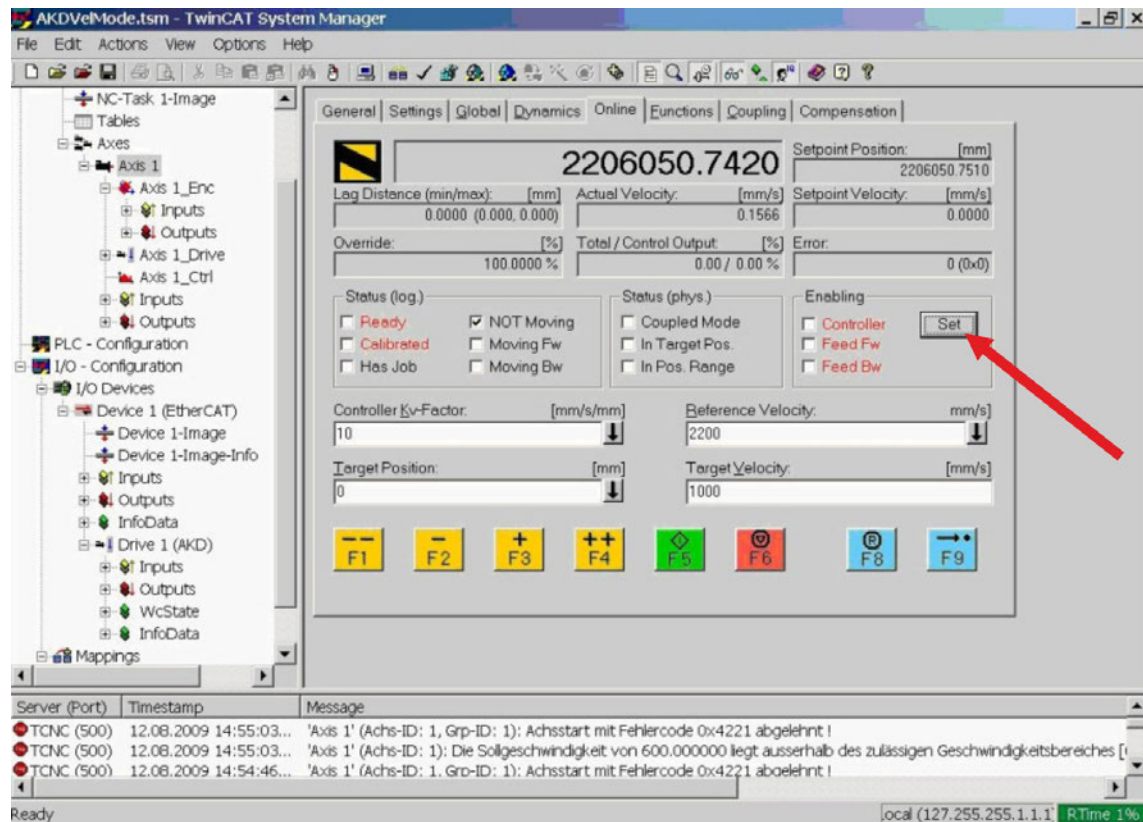
Vergewissern Sie sich, dass der AKD im Geräte-Strukturbaum erscheint. Geben Sie anschließend die Netzwerk-Konfiguration frei. Drücken Sie zunächst die Schaltfläche , um die Zuordnungen zu erzeugen, und anschließend , um die Überprüfung der Konfiguration durch TwinCAT zu starten. Wechseln Sie zum Abschluss über  in den Betriebsmodus.

Vergewissern Sie sich, dass der Wechsel von TwinCAT in den Betriebsmodus zulässig ist.



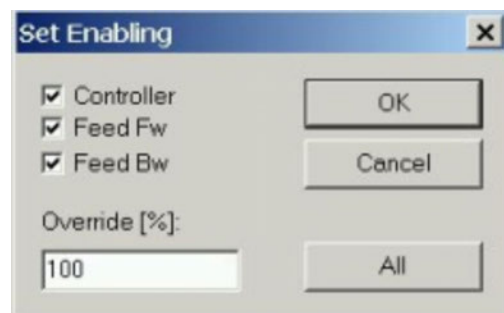
4.5.6 Achse aktivieren und verfahren

Die Achse kann durch Mausclick auf die Set-Schaltfläche im Online-Fenster innerhalb der jeweiligen Achse aktiviert werden. Siehe auch das folgende Bild.



Daraufhin erscheint ein Popup-Fenster.

Die folgende Einstellung aktiviert den Antrieb und ermöglicht Befehlswerte in beide Fahrtrichtungen.



Sobald die nachstehenden gelben Schaltflächen im Online-Fenster angeklickt werden, bewegt sich der Motor in positive oder negative Richtung:



4.6 Inbetriebnahme WorkBench über TwinCAT

Dieses Kapitel beinhaltet eine Kurzanleitung, anhand derer Anwender WorkBench über das TwinCAT-System konfigurieren und einen Motor unter diesem System in Drehung versetzen können.

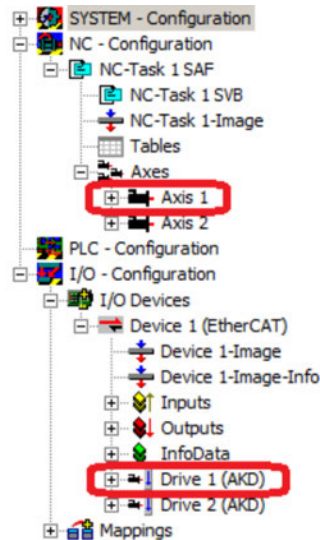
Dieses Kapitel enthält keine spezifischen Details über TwinCAT oder WorkBench an sich, sondern Leitlinien und Informationen über die gemeinsame Verwendung von TwinCat-Master und WorkBench.

Nachfolgend sind die Hauptschritte zur Konfiguration von WorkBench über das TwinCAT-System aufgeführt:

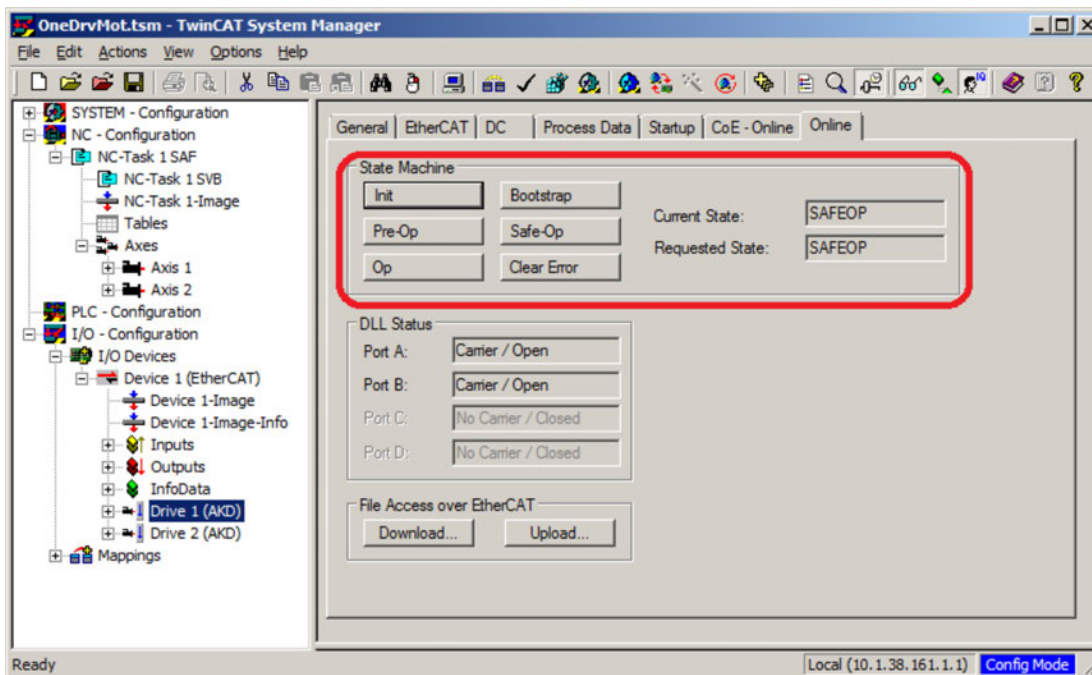
1. Konfiguration von TwinCAT und WorkBench
2. Anschluss an einen Servoverstärker über WorkBench
3. Konfiguration und Freigabe eines Servoverstärkers

4.6.1 Konfiguration von TwinCAT und WorkBench

Das EtherCAT-Netzwerk muss mit dem TwinCAT System Manager eingerichtet und verwaltet werden. Für den Anschluss an einen Servoverstärker und dessen Freigabe muss der Servoverstärker unter *I/O Devices* im TwinCAT System Manager geladen und die Achse zu *NC - Configuration* hinzugefügt werden, wie unter "Inbetriebnahme über TwinCAT NC/PTP System Manager" (=> S. 15) gezeigt.



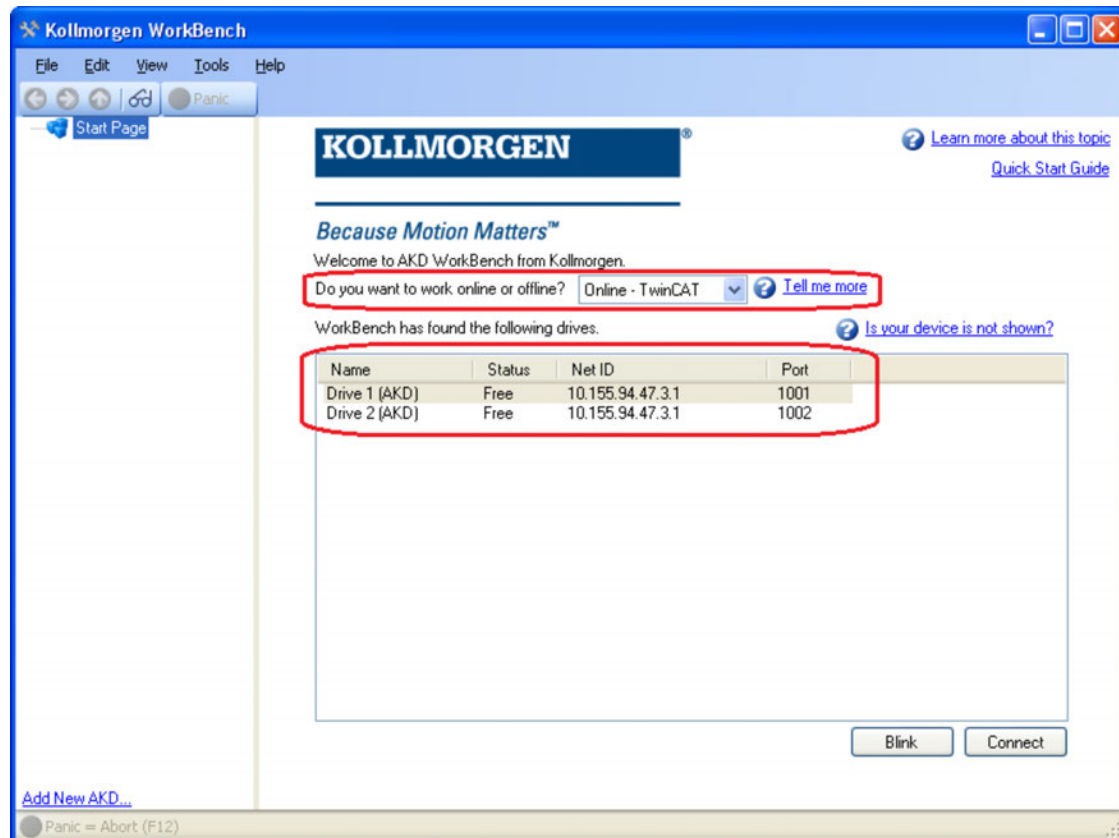
Zum Anschluss an die Servoverstärker über WorkBench müssen sich diese im Zustand Pre-Op, Safe-Op oder Op befinden. Der Zugriff auf die Statusmaschine für einen Servoverstärker kann über die Registerkarte Online für den entsprechenden Servoverstärker unter dem Knoten I/O Configuration → I/O Devices → Device [x] → Drive [x] erfolgen (siehe Screenshot unten).



Das Installationsverfahren für WorkBench entspricht dem üblichen Verfahren. Ausnahme: WorkBench muss in derselben Maschine installiert werden wie TwinCAT. Die Kommunikation mit dem Servoverstärker erfolgt über den TwinCAT-Master. WorkBench kann nicht dezentral an den Master angeschlossen werden.

4.6.2 Anschluss an einen Servoverstärker über WorkBench

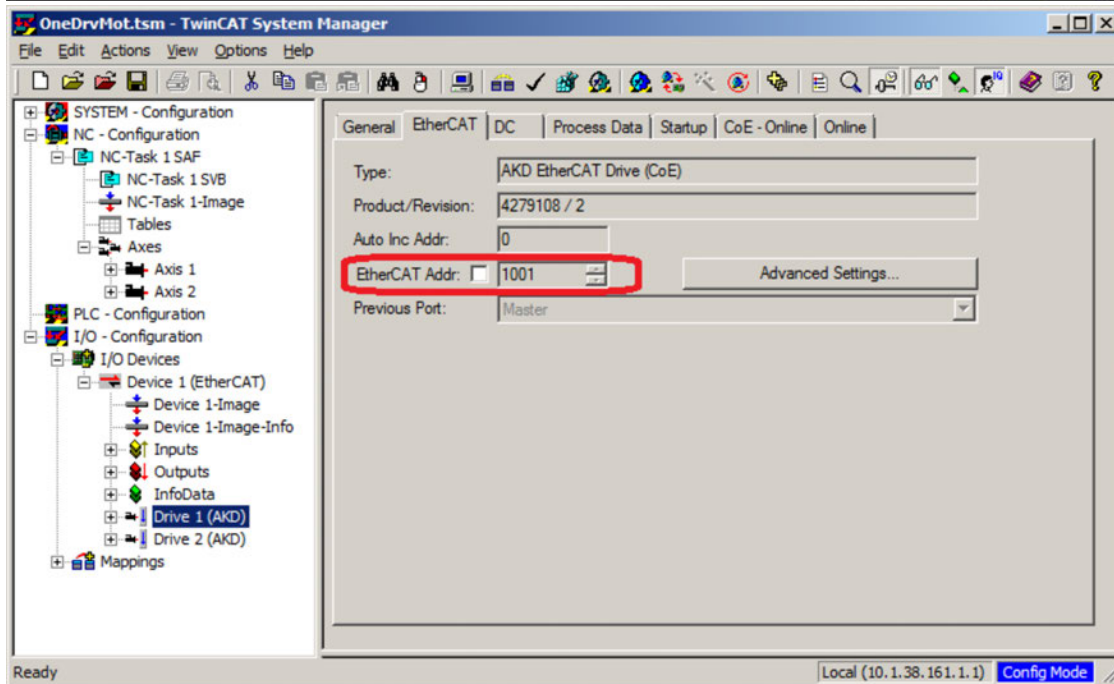
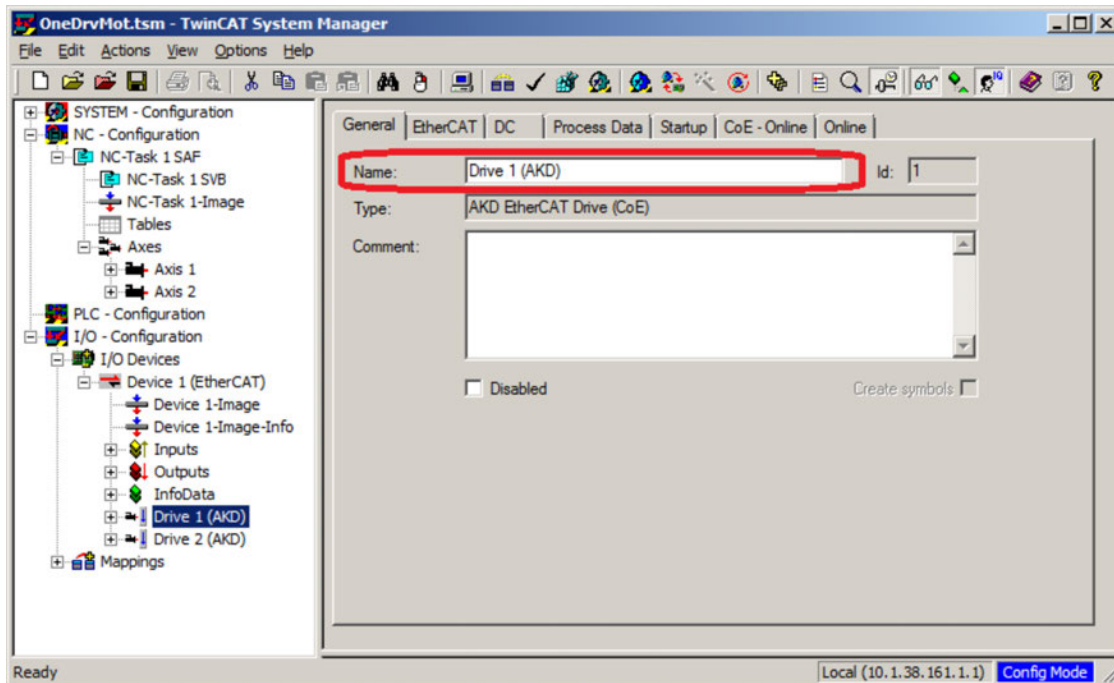
Zum Anschluss an einen Servoverstärker muss in WorkBench ein TwinCAT-Gerät hinzugefügt werden. Dies ist über die Startseite von WorkBench möglich. Zunächst muss der Typ des Servoverstärkers (Online - TwinCAT) festgelegt werden. Daraufhin wird eine Liste mit verfügbaren Servoverstärkern angezeigt..



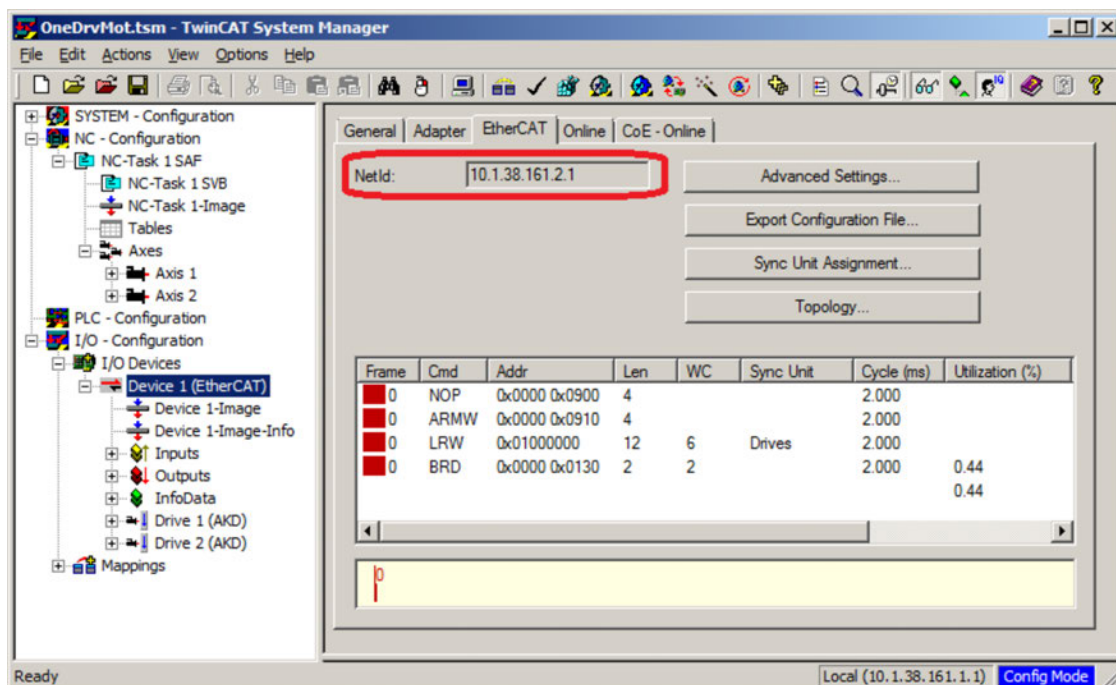
Für jeden Servoverstärker werden Name, Status-, Netz-ID und Port-Nummer angegeben. Nach Auswahl eines Servoverstärkers wird bei Anklicken der Schaltfläche „Verbinden“ im linken Rahmen von WorkBench ein Gerät angelegt und eine Verbindung zu diesem Gerät hergestellt.

Die Angaben zu Name, Netz-ID und Port-Nummer stammen aus der Konfigurationsdatei des TwinCAT-Masters (der Name kann von dem durch den Befehl *DRV.NAME* zurückgemeldeten Namen des Servoverstärkers abweichen). Der Status gibt an, ob bereits ein in WorkBench angelegtes Gerät mit diesem bestimmten Servoverstärker verbunden ist.

Name und Port-Nummer des Servoverstärkers können im TwinCAT System Manager unter der Registerkarte General (Allgemein) und EtherCAT bzw. für den entsprechenden Servoverstärker unter I/O Configuration → I/O Devices → Device [x] → Drive [x] abgerufen werden.



Die Netz-ID kann in der Registerkarte EtherCAT unter I/O Configuration → I/O Devices → Device [x] abgerufen werden.



Es ist wichtig zu verstehen, dass diese Angaben nicht vom Servoverstärker selbst, sondern vom TwinCAT-Master stammen. Wenn die TwinCAT-Konfiguration also nicht die tatsächliche Netzwerk-Konfiguration widerspiegelt, ist möglicherweise ein Servoverstärker in WorkBench aufgelistet, der nicht eingeschaltet bzw. nicht an das EtherCAT-Netzwerk angebunden ist, oder Sie haben einen Servoverstärker, der eingeschaltet und an das TwinCAT-Netzwerk angebunden, aber nicht in der WorkBench - Liste aufgeführt ist.

4.6.3 Konfiguration und Freigabe eines Servoverstärkers

Nach dem Verbindungsaufbau mit WorkBench kann ein Servoverstärker unter Verwendung aller normalen WorkBench-Funktionen konfiguriert werden.

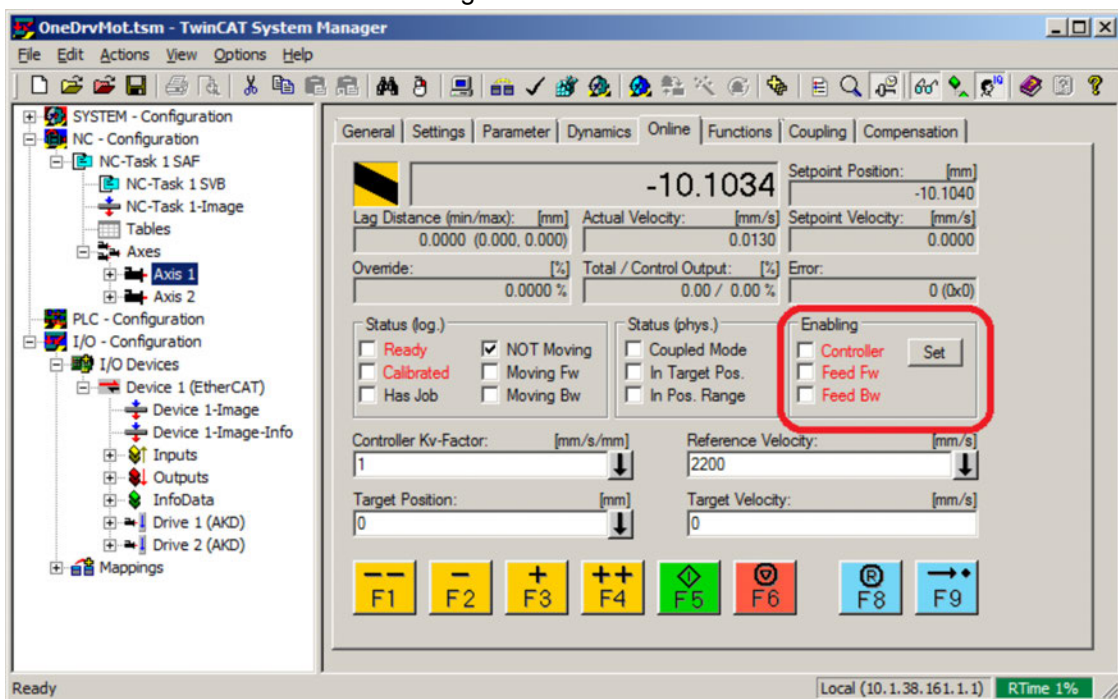
Der einzige Vorgang, der nicht mit WorkBench über TwinCAT durchgeführt werden kann, ist das Herunterladen neuer Firmware auf den Servoverstärker. Der Download neuer Firmware auf den Servoverstärker muss über die Funktion „File over EtherCAT“ (FoE) des TwinCAT-Servers erfolgen.

HINWEIS

Wenn die zyklische Kommunikation des TwinCAT-Masters aktiviert ist, werden einige von WorkBench über den ASCII-Kanal gesendeten Befehle möglicherweise durch den TwinCAT-Master überschrieben. Ein von WorkBench gesendeter Befehl zur Freigabe des Servoverstärkers hat in der Regel keine Auswirkung, da das Steuerwort meist durch Mapping zugewiesen ist.

Mit TwinCAT können Sie den Servoverstärker wie folgt freigeben:

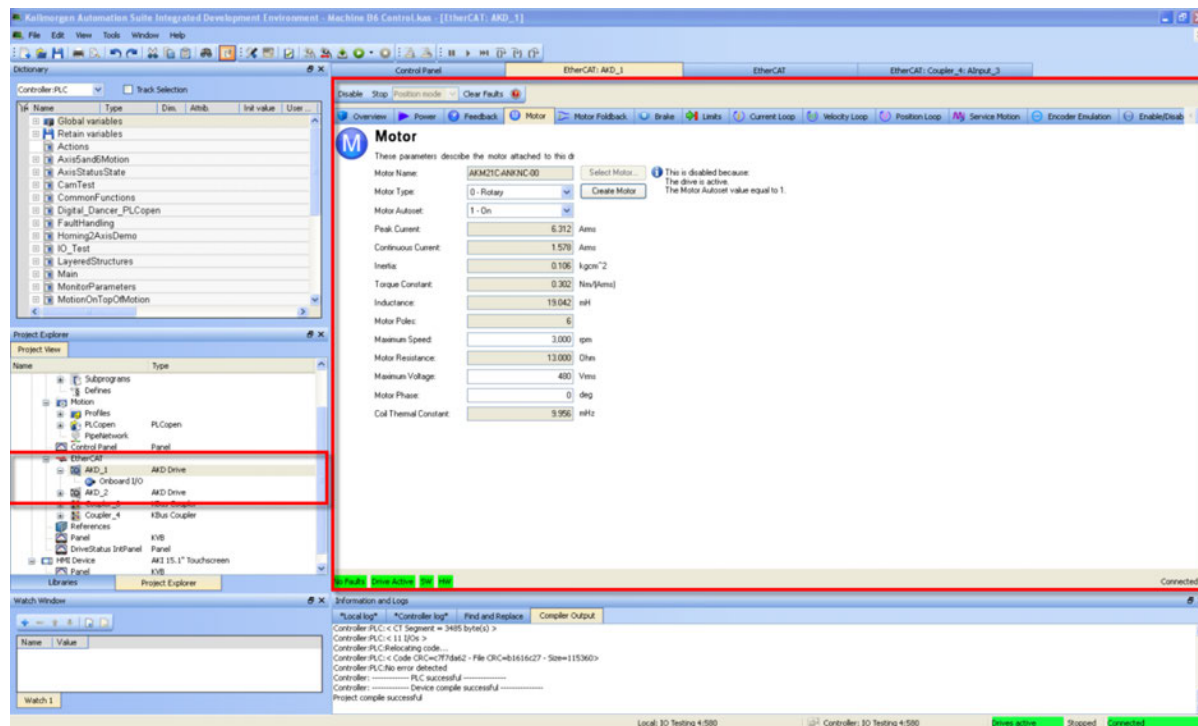
1. Die Registerkarte Online wählen in NC Configuration → Axes → Axis [x]
2. Die Schaltfläche Set im Bereich Enabling wählen.



3. Im Popup-Dialogfenster das Kontrollkästchen Controller aktivieren, um den Servoverstärker freizugeben (bzw. die Aktivierung aufheben, um den Servoverstärker zu sperren), und mit OK bestätigen.

4.7 Konfiguration über KAS IDE

Wenn Sie ein Kollmorgen Automation Suite System (KAS) verwenden, ist die AKD-Konfiguration vollständig in die KAS Integrated Development Environment (IDE) integriert, wie nachfolgend gezeigt:



Weitere Informationen zur Konfiguration für ein KAS- System finden Sie in folgenden Abschnitten der KAS-Dokumentation:

- *KAS IDE-Handbuch*: Siehe Kapitel 4.2.3 „Add and Configure Drive“ (Servoverstärker hinzufügen und konfigurieren).
- *KAS Online-Hilfe*: Siehe **Using the KAS IDE > Creating a Project > Step 3 - Add and Configure Drive** (Verwendung der KAS IDE > Projekt anlegen > Schritt 3 - Servoverstärker hinzufügen und konfigurieren).

5 EtherCAT-Profil

5.1 Slave-Register	28
5.2 AL-Event und Interrupt Freigabe	29
5.3 Phasenhochlauf	31
5.4 CANopen over EtherCAT (CoE) Statusmaschine	33
5.5 Feste PDO-Zuordnungen	36
5.6 Flexible PDO Mappings	37
5.7 Unterstützte zyklische Soll- und Istwerte	42
5.8 Unterstützte Betriebsarten	42
5.9 Einstellung der EtherCAT-Zykluszeit	43
5.10 Maximale Zykluszeiten in Abhängigkeit von der Betriebsart	43
5.11 Synchronisation	44
5.12 Latch-Steuerwort und Latch-Statuswort	45
5.13 Verwendung der Mailbox	46
5.14 Feldbus-Parameter	50
5.15 EEPROM Inhalt	50

5.1 Slave-Register

Die Tabelle unten gibt die Adressen der einzelnen Register im FPGA-Speicher an. Die Daten werden im Little-Endian-Format zur Verfügung gestellt, wobei das niederwertige Byte (LSB) die niedrigste Adresse einnimmt. Eine detaillierte Beschreibung aller Register und FPGA-Speicherplätze ist in der Beschreibung „EtherCAT Slave Controller“ der EtherCAT-Nutzerorganisation (www.EtherCAT.org) erhältlich.

Adresse	Länge (Byte)	Beschreibung	ZA ECAT*	ZA Drive*
0x0120	2	AL-Control	R/W	R/O
0x0130	2	AL-Status	R/O	R/W
0x0134	2	AL-Status Code	R/O	R/W
0x0204	2	Interrupt Freigabe Register	R/O	R/W
0x0220	2	AL-Event (IRQ-Event)	R/W	R/O
0x0800	8	Sync Manager 0 (Mail Out Steuerregister)	R/W	R/O
0x0808	8	Sync Manager 1 (Mail In Steuerregister)	R/W	R/O
0x0810	8	Sync Manager 2 (Prozessdaten Output Steuerregister)	R/W	R/O
0x0818	8	Sync Manager 3 (Prozessdaten Inpput Steuerregister)	R/W	R/O
0x0820	8	Sync Manager 4	R/W	R/O
0x0828	8	Sync Manager 5	R/W	R/O
0x0830	8	Sync Manager 6	R/W	R/O
0x0838	8	Sync Manager 7	R/W	R/O
0x0840	8	Sync Manager 8	R/W	R/O
0x1100	Max. 64	ProOut Buffer (Prozessdaten Output, Sollwerte ECAT)	R/W	R/O
0x1140	Max. 64	ProIn (Prozessdaten Input, Istwerte ECAT)	R/O	R/W
0x1800	512	Mail Out Buffer (Objektkanal Buffer ECAT, die Byte-Länge ist in der Gerätebeschreibungsdatei angegeben)	R/W	R/O
0x1C00	512	Mail In Buffer (Objektkanal Buffer des Servoverstärker, die Byte-Länge ist in der Gerätebeschreibungsdatei angegeben)	R/O	R/W

* ZA ECAT = Zugriffsart EtherCAT

* ZA Drive = Zugriffsart Verstärker

5.2 AL-Event und Interrupt Freigabe

Die Kommunikation zwischen Servoverstärker und EtherCAT FPGA kann interrupt gesteuert sein. Die Register „Interrupt Freigabe“ und „AL-Event“ sind für die Interruptsfunktion der EtherCAT-Schnittstelle verantwortlich.

Es gibt zwei Events, die ebenfalls zu einem HW-Interrupt im Verstärker führen: Das EEPROM Emulations-Event und das SyncManager 2-Event. Die Istwerte des Verstärkers (SyncManager 3 Data) werden während jeder HW-IRQ ohne Anfrage eines AL-Events geschrieben, ausgelöst beispielsweise durch ein SyncManager 2-Event. Der Mailbox-Austausch zwischen Master und AKD wird komplett durch Abfrage des AL-Eventregisters im Rahmen der Background-Task abgewickelt.

Der Verstärker aktiviert individuelle EtherCAT Schnittstellen-Events, wenn das entsprechende Bit des Registers „Interrupt Freigabe“ auf 1 gesetzt ist. Ist das Bit auf 0 gesetzt, sind die Hardware-Interrupten für die spezifischen Events deaktiviert.

5.2.1 Register „Interrupt Freigabe“ (Adresse 0x0204:0x0205)

Parameter	Adresse	Bit	ZA Drive	ZA ECAT	Beschreibung
AL-Control Event	0x204	0	R/W	R/O	Aktivierung des AL-Control Events für Phasenhochlauf
-	0x204	1	R/W	R/O	Reserviert
Sync0 DC Distributed Clock	0x204	2	R/W	R/O	Aktivieren von Distributed Clock (DC) Sync 0 Interrupts für die komplette Kommunikation
Sync1 DC Distributed Clock	0x204	3	R/W	R/O	Aktivieren von Distributed Clock (DC) Sync 1 Interrupts für die komplette Kommunikation
SyncManager activation register change	0x204	4	R/W	R/O	Aktivierung des IRQ für „SyncManager activation register change“
EEPROM-Emulation Event	0x204	5	R/W	R/O	Aktivierung der EEPROM Emulations-Interrupts
-	0x204	3 bis 7	R/W	R/O	Reserviert
Sync Manager 0 Event (Mail Out Event)	0x205	0	R/W	R/O	Aktivierung der Mailbox Output Events (SDO, Sync Manager 0) für Objektkanal
Sync Manager 1 Event (Mail In Event)	0x205	1	R/W	R/O	Aktivierung der Mailbox Input Events (SDO, Sync Manager 1) für Objektkanal
Sync Manager 2 Event (Pro Out Event)	0x205	2	R/W	R/O	Aktivierung des Prozessdaten Output Events (PDO, zyklische Sollwerte der Karte)
Sync Manager 3 Event (Pro In Event)	0x205	3	R/W	R/O	Aktivierung der Prozessdaten Input Events (PDO, zyklische Istwerte des Servoverstärkers)
-	0x205	4 bis 7	R/W	R/O	Reserviert

5.2.2 AL-Eventanfrage (Adresse 0x0220:0x0221)

Wenn das relevante Bit der AL-Eventanfrage auf 1 gesetzt ist, teilt die EtherCAT-Schnittstelle dem Verstärker mit, welches Event durch den AKD verarbeitet werden soll.

Parameter	Adresse	Bit	ZA Drive	ZA ECAT	Beschreibung
AL-Control Event	0x220	0	R/O	R/W	Verarbeitung des AL-Control Events für Phasenhochlauf
Sync0 Distributed Clock (DC) Event	0x220	2	R/O	R/W	Verarbeitung eines Distributed Clock (DC) Events
Sync1 Distributed Clock (DC) Event	0x220	3	R/O	R/W	Verarbeitung eines Distributed Clock (DC) Events
SyncManager activation register change	0x220	4	R/O	R/W	Der Inhalt des SyncManager Aktivierungsregisters wurde geändert.
EEPROM-Emulation Event	0x220	5	R/O	R/W	Verarbeitung eines EEPROM-Emulation Event zur Identifizierung des AKD innerhalb des Netzwerks.
-	0x220	6 bis 7	R/O	R/W	Reserviert
Sync Manager 0 Event	0x221	0	R/O	R/W	Mailbox-Anfrage (SDO, Sync Manager 0) für Objektkanal
Sync Manager 1 Event	0x221	1	R/O	R/W	Mailbox-Antwort (SDO, Sync Manager 1) für Objektkanal
Sync Manager 2 Event	0x201	2	R/O	R/W	Prozessdaten Output (PDO, zyklische Sollwerte der Karte)
Sync Manager 3 Event	0x201	3	R/O	R/W	Prozessdaten Input (PDO, zyklische Istwerte des Servoverstärkers)
Sync Manager 4 –					
Sync Manager 7 Event	0x221	4 bis 7	R/O	R/W	Reserviert
Sync Manager 8 –					
Sync Manager 15 Event	0x222	0...7	R/O	R/W	Reserviert

5.3 Phasenhochlauf

Die Register für AL Control, AL Status und AL Status Code sind verantwortlich für den Kommunikations-Phasenhochlauf (auch als EtherCAT-Statuswechsel bezeichnet) und die Anzeige des aktuellen Status sowie etwaiger Fehlermeldungen. Jeder Transitions-Aufforderung der Ether-CAT-Schnittstelle durch das AL Control Register und jedem AL Control Event (Interrupt) folgt der Servoverstärker mit dem AL Status Register. Eventuelle Fehlermeldungen hierbei werden in dem AL Status Code Register angezeigt.

Ein Statuswechsel im AL Control Register wird im AKD abgefragt, d. h. ein AL Control Event führt nicht zu einer HW-Unterbrechung innerhalb des Verstärkers.

5.3.1 AL-Control (Adresse 0x0120:0x0121)

Parameter	Adresse	Bit	ZA Drive	ZA ECAT	Beschreibung
Status	0x120	3 bis 0	R/O	W/O	0x01: Init Request
0x02: PreOperational Request					
0x03: Bootstrap Mode Request					
0x04: Safe Operational Request					
0x08: Operational Request					
Quittierung	0x120	4	R/O	W/O	0x00: Keine Fehlerquittierung 0x01: Fehlerquittierung (positive Flanke)
Reserviert	0x120	7 bis 5	R/O	W/O	-
Applikationsspezifisch	0x120	15 bis 8	R/O	W/O	-

5.3.2 AL-Status (Adresse 0x0130:0x0131)

Parameter	Adresse	Bit	ZA Drive	ZA ECAT	Beschreibung
Status	0x130	3 bis 0	W/O	R/O	0x01: Init
0x02: PreOperational					
0x03: Bootstrap Mode					
0x04: Safe Operational					
0x08: Operational					
Statuswechsel	0x130	4	W/O	R/O	0x00: Bestätigung 0x01: Fehler, z. B. unzulässige Transition
Reserviert	0x130	7 bis 5	W/O	R/O	-
Applikationsspezifisch	0x130	15 bis 8	W/O	R/O	-

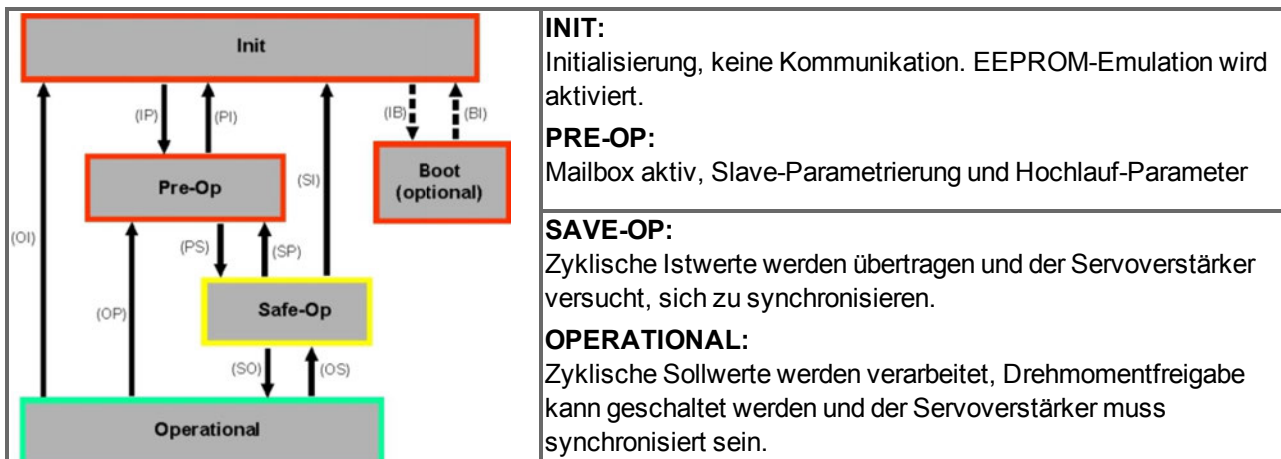
5.3.3 AL-Statuscode (Adresse 0x0134:0x0135)

Parameter	Adresse	Bit	ZA Drive	ZA ECAT	Beschreibung
Status	0x134	7 bis 0	W/O	R/O	Siehe Tabelle unten.
Status	0x135	7 bis 0	W/O	R/O	Siehe Tabelle unten.

Code	Beschreibung	Aktueller Status (Statuswechsel)	Resultierender Status
0x0000	Kein Fehler	Alle	Aktueller Status
0x0011	Fehlerhafte Statuswechsel-Anforderung	I -> S, I -> O, P -> O, O -> B, S -> B, P -> B	Aktueller Status + E
0x0017	Fehlerhafter Sync Manager-Konfiguration	I -> P, P -> S	Aktueller Status + E

Andere Codes werden nicht unterstützt.

5.3.4 EtherCAT-Kommunikationsphasen

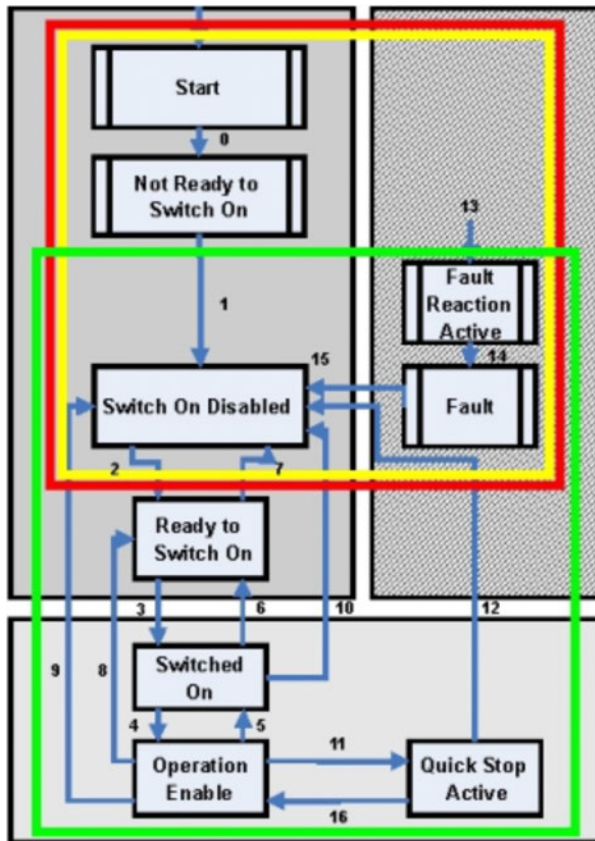


Beschreibung der Kommunikations-Transitionen

Transition	AL-Control (Bit 3 bis 0)	Beschreibung
(IB)	0x03	-
(BI)	-	-
(IP)	0x02	AKD liest die Konfiguration von SyncManager 0 & 1 und prüft den Wert der Startadresse sowie die Länge. Der AKD bereitet sich für die Abwicklung von SyncManager 0 Events vor.
(PI)	0x01	-
(PS)	0x04	AKD liest die Konfiguration von SyncManager 2 & 3 und prüft den Wert der Startadresse sowie die Länge.
(SP)	0x02	-
(SI)	0x01	-
(SO)	0x08	Der SsyncManager 2 Hardware-Interrupt wird durch den Verstärker aktiviert.
(OS)	0x04	Deaktivierung des SyncManager 2 Hardware-Interrupts.
(OP)	0x02	Deaktivierung des SyncManager 2 Hardware-Interrupts.
(OI)	0x01	Deaktivierung des SyncManager 2 Hardware-Interrupts.

5.4 CANopen over EtherCAT (CoE) Statusmaschine

Die Statusmaschine für Steuer- und Statuswort entspricht der CANopen Statusmaschine gemäß DS402. Die CANopen Steuer- und Statuswörter werden bei jeder festen PDO-Zuordnung erfasst (siehe Kapitel „Feste PDO-Zuordnungen“, Seite).



5.4.1 Statusbeschreibung

Status	Beschreibung
Not ready to Switch On	Der Servoverstärker ist nicht einschaltbereit, es wird keine Betriebsbereitschaft vom Regler gemeldet. Der Servoverstärker befindet sich noch in der Bootphase oder in einem Fehlerzustand.
Switch On Disable	Im Status „Switch On Disable“ kann der Verstärker nicht durch die EtherCAT-Schnittstelle aktiviert werden, z. B. weil keine Stromquelle zugeschaltet ist.
Ready to Switch On	Im Status „Ready to Switch On“ kann der Verstärker über das Steuerwort aktiviert werden.
Switched On	Im Status „Switched On“ ist der Verstärker aktiviert, die Sollwerte der EtherCAT-Schnittstelle werden jedoch noch nicht übernommen. Der Verstärker befindet sich im Stillstand und eine positive Flanke in Bit 3 des Steuerworts aktiviert die Sollwertübertragung (Übergang in den Zustand „Operation Enable“).
Operation Enable	In diesem Zustand ist der Servoverstärker aktiviert und Sollwerte werden von der EtherCAT-Schnittstelle übertragen.
Quick Stop Active	Der Servoverstärker folgt einer Schnellhalt-Rampe.
Fault Reaction Active	Der Servoverstärker reagiert mit einer Nothalt-Rampe auf einen Fehler.
Fault	Ein Fehler liegt an, der Antrieb wurde gestoppt und gesperrt.

5.4.2 Befehle im Steuerwort

Bitbelegung im Steuerwort

Bit	Name	Bit	Name
0	Switch on	8	Pause/Halt
1	Disable Voltage	9	Reserviert
2	Quick Stop	10	Reserviert
3	Enable Operation	11	Reserviert
4	Betriebsartspezifisch	12	Reserviert
5	Betriebsartspezifisch	13	Herstellerspezifisch
6	Betriebsartspezifisch	14	Herstellerspezifisch
7	Reset Fault	15	Herstellerspezifisch

Befehle im Steuerwort

Befehl	Bit 7 Reset Fault	Bit 3 Enable Operation	Bit 2 Quick Stop	Bit 1 Disable Voltage	Bit 0 Switch On	Transitions
Herunterfahren	X	X	1	1	0	2, 6, 8
Einschalten	X	X	1	1	1	3
Spannung sperren	X	X	X	0	X	7, 9, 10, 12
Schnellhalt	X	X	0	1	X	7, 10, 11
Betrieb sperren	X	0	1	1	1	5
Betrieb freigeben	X	1	1	1	1	4, 16
Fehler-Reset	1	X	X	X	X	15

Mit **X** gekennzeichnete Bits sind irrelevant. **0** und **1** kennzeichnen den Zustand des einzelnen Bits.

Von der Betriebsart abhängige Bits im Steuerwort

Die folgende Tabelle beschreibt die von der Betriebsart abhängigen Bits im Steuerwort. Derzeit werden ausschließlich herstellerspezifische Betriebsarten unterstützt. Die einzelnen Betriebsarten werden über das Objekt 6060h „Betriebsarten“ eingestellt.

Betriebsart	Nr.	Bit 4	Bit 5	Bit 6
Profile Position Mode (pp)	01h	new_setpoint	change_set_immediately	absolut/relativ
Profile Velocity Mode (pv)	03h	Reserviert	Reserviert	Reserviert
Profile Torque Mode (tq)	04h	Reserviert	Reserviert	Reserviert
Homing Mode (hm)	06h	homing_operation_start	Reserviert	Reserviert
Interpolated Position Mode (ip)	07h		Reserviert	Reserviert
Cyclic synchronous Position Mode	08h	Reserviert	Reserviert	Reserviert

Beschreibung der übrigen Bits im Steuerwort

Bit 8: (Pause) Ist Bit 8 gesetzt, stoppt der Antrieb in allen Betriebsarten. Die Sollwerte (Geschwindigkeit für Referenzfahrt oder Tippbetrieb, Fahrauftragsnummer, Sollwerte für Digitalmodus) der einzelnen Betriebsarten bleiben erhalten.

Bit 9,10: Diese Bits sind für das Antriebsprofil (DS402) reserviert.

Bit 13, 14, 15: Diese Bits sind herstellerspezifisch und derzeit reserviert.

5.4.3 Bits der Statusmaschine (Statuswort)

Bitbelegung im Statuswort

Bit	Name	Bit	Name
0	Ready to switch on	8	Herstellerspezifisch (reserviert)
1	Switched on	9	Remote (immer 1)
2	Operation Enable	10	Target reached
3	Fault	11	Internal limit active
4	Voltage enabled	12	Betriebsartspezifisch (reserviert)
5	Quick Stop	13	Betriebsartspezifisch (reserviert)
6	Switch on disabled	14	Herstellerspezifisch (reserviert)
7	Warning	15	Herstellerspezifisch (reserviert)

Zustände der Statusmaschine

Status	Bit 6 Switch on disabled	Bit 5 Quick Stop	Bit 3 Fault	Bit 2 Operation Enable	Bit 1 Switched on	Bit 0 Switch on disabled
Nicht einschaltbereit	0	X	0	0	0	0
Einschaltperre	1	X	0	0	0	0
Einschaltbereit	0	1	0	0	0	1
Eingeschaltet	0	1	0	0	1	1
Betrieb freigegeben	0	1	0	1	1	1
Fehler	0	X	1	0	0	0
Fehlerreaktion aktiv	0	X	1	1	1	1
Schnellhalt aktiv	0	0	0	1	1	1

Mit **X** gekennzeichnete Bits sind irrelevant. **0** und **1** kennzeichnen den Zustand der einzelnen Bits.

Beschreibung der übrigen Bits im Statuswort

Bit 4: voltage_enabled. Wenn dieses Bit gesetzt ist, dann liegt die Zwischenkreisspannung an.

Bit 7: warning. Für das Setzen von Bit 7 und diese Warnung kann es mehrere Gründe geben. Der Grund für eine Warnung wird in Form des Fehlercodes der Notfall-Meldung angezeigt, die auf Grund dieser Warnung über den Bus gesendet wird.

Bit 9: remote. Ist immer auf 1 gesetzt, d. h. der Verstärker kann immer kommunizieren und über die RS232-Schnittstelle beeinflusst werden.

Bit 10: target_reached. Wird gesetzt, wenn der Antrieb die Zielposition erreicht hat.

Bit 11: internal_limit_active. Dieses Bit drückt aus, dass eine Bewegung begrenzt wurde oder wird. In verschiedenen Betriebsarten führen unterschiedliche Warnungen zum Setzen des Bits.

5.5 Feste PDO-Zuordnungen

Es können verschiedene vordefinierte Zuordnungen über die Objekte 0x1C12 und 0x1C13 für den zyklischen Datenaustausch ausgewählt werden. Mit dem Objekt 0x1C12 Subindex 1 (Sync Manager 2 Assignment) kann über die Werte 0x1701, 0x1702, 0x1720 bis 0x1724 ein feste Zuordnung für die zyklischen Sollwerte eingestellt werden. Mit dem Objekt 0x1C13 Subindex 1 (Sync Manager 3 Assignment) kann über die Werte 0x1B01, 0x1B20 bis 0x1B24 eine feste Zuordnung für die zyklischen Istwerte des Verstärkers eingestellt werden.

Die folgende Sequenz beschreibt die Auswahl der festen Befehlswertzuordnung 0x1701 über SDOs:

1. SDO Schreibzugriff auf Objekt 0x1C12Sub0 Data:0x00
2. SDO Schreibzugriff auf Objekt 0x1C12Sub1 Data:0x1701
3. SDO Schreibzugriff auf Objekt 0x1C12Sub0 Data:0x01

Die folgenden festen Zuordnungen werden unterstützt:

Positionsschnittstelle:

0x1701	Positionssollwert (4 Bytes), Steuerwort (2 Bytes), gesamt (6 Bytes)
0x1720	Steuerwort (2 Bytes), Interpolierter Positionssollwert (4 Bytes), Latch-Steuerwort (2 Bytes), Drehmoment-Vorsteuerung (2 Bytes), Digitalausgänge (2 Bytes)
0x1721	Interpolierter Positionssollwert (4 Bytes), Steuerwort (2 Bytes), Drehmoment-Vorsteuerung (2 Bytes)
0x1722	Steuerwort (2 Bytes), Interpolierter Positionssollwert (4 Bytes), Latch-Steuerwort (2 Bytes), Drehmoment-Vorsteuerung (2 Bytes), Digitalausgänge (2 Bytes), max. Drehmoment (2 Bytes)
0x1723	Steuerwort (2 Bytes), Interpolierter Positionssollwert (4 Bytes), Latch-Steuerwort (2 Bytes), Drehmoment-Vorsteuerung (2 Bytes), Digitalausgänge (2 Bytes), Reset geänderter Eingangsinformationen (2 Bytes)
0x1724	Zielposition für zyklischen, synchronen Lageregler Modus (4 Bytes), Steuerwort (2 Bytes), Drehmoment Vorsteuerung (2 Bytes)
0x1B01	Positions-Istwert (4 Byte), Statuswort (2 Bytes), gesamt (6 Bytes)
0x1B20	Interner Positions-Istwert (4 Bytes), Position des 2. Positions-Feedbacks (4 Bytes), Geschwindigkeits-Istwert (4 Bytes), Digitale Eingänge (4 Bytes), Schleppfehler (4 Bytes), Latch Position positiv (4 Bytes), Statuswort (2 Bytes), Drehmoment-Istwert (2 Bytes), Latch Status (2 Bytes), Analoger Eingang (2 Bytes)
0x1B21	Interner Positions-Istwert (4 Bytes), Statuswort (2 Bytes)
0x1B22	Interner Positions-Istwert (4 Bytes), Position des 2. Positions-Feedbacks (4 Bytes), Geschwindigkeits-Istwert (4 Bytes), Digitale Eingänge (4 Bytes), Schleppfehler (4 Bytes), Latch Position negativ (4 Bytes), Statuswort (2 Bytes), Drehmoment-Istwert (2 Bytes), Latch Status (2 Bytes), Analoger Eingang (2 Bytes)
0x1B23	Interner Positions-Istwert (4 Bytes), Position des 2. Positions-Feedbacks (4 Bytes), Geschwindigkeits-Istwert (4 Bytes), Digitale Eingänge (4 Bytes), Schleppfehler (4 Bytes), Latch Position positiv/negativ (4 Bytes), Statuswort (2 Bytes), Drehmoment-Istwert (2 Bytes), Latch Status (2 Bytes), Analoger Eingang (2 Bytes)
0x1B24	Positions-Istwert (4 Bytes), Statuswort (2 Bytes)

Geschwindigkeits-Schnittstelle:

0x1702	Geschwindigkeit-Sollwert (4 Bytes), Steuerwort (2 Bytes), gesamt (6 Bytes)
0x1B02	Positions-Istwert (4 Byte), Statuswort (2 Bytes), gesamt (6 Bytes)

Die im festen PDO zugeordneten Objekte, können Sie über die Subindizes 1 bis n der oben angegeben Indizes auslesen. Die Anzahl der zugeordneten Einträge können Sie über Subindex 0 der Indizes oben auslesen. Beispiel: A Ein Lesezugriff auf Objekt 1702 sub 0 ergibt den Wert 2, Lesen von Subindex 1 ergibt 0x60ff0020, von Subindex 2 0x60400010. Die Bedeutung dieser Kodierung finden Sie im CANopen Handbuch oder im Beispiel für flexibles Mapping (=> S. 39.).

5.6 Flexible PDO Mappings

Neben dem festen PDO-Mapping ist auch das so genannte flexible Mapping von Echtzeitobjekten möglich. Die Konfiguration ähnelt der beschriebenen Sequenz für feste Mappings:

1. Die Mapping-Auswahl wird gelöscht (Schreiben von 0 in Objekt 0x1C12 Sub 0 und 1C13 Sub 0).
2. Da die AKD-Implementierung auf CANOpen basiert, erfolgt die Erstellung der Echtzeitdaten auf Basis von bis zu 4 PDOs aus mit 8 Bytes in beiden Richtungen. Diese PDOs werden auf dieselbe Weise wie in einem CAN-Controller mit den Objekten 0x1600 bis 0x1603 und 0x1A00 bis 0x1A03 erstellt. Nicht verwendete PDOs müssen durch Schreiben von 0 in den Subindex 0 gelöscht werden.
3. SDO-Schreibzugriff auf Objekt 0x1C12 Sub 1 .. 4 mit den PDOs (0x1600 .. 0x1603) – in Empfangsrichtung des AKD (Sollwerte) zu verwenden.
4. SDO-Schreibzugriff auf Objekt 0x1C13 Sub 1 .. 4 mit den PDOs (0x1A00 .. 0x1A03) – in Senderichtung des AKD (Istwerte) zu verwenden.
5. SDO-Schreibzugriff auf die Objekte 0x1C12 Sub 0 und 0x1C13 Sub 0 mit der Anzahl gemappter PDOs in dieser Richtung.

Siehe hierzu das Kapitel "Flexible PDO Mappings" (=> S. 37). Die zyklisch verwendeten Daten sind im PDO-Zuordnungsfenster für die Ein- und Ausgänge der Sync Manager sichtbar. Die Standardeinstellung lautet auf die festen PDOs 0x1701 und 0x1B01 (Inhalt bei Auswahl in der PDO-Liste sichtbar).

The screenshot shows the 'Process Data' window in the EtherCAT configuration software. The 'PDO Assignment (0x1C12)' section has the 'PDO Configuration' checkbox unchecked. The 'PDO List' table is as follows:

SM	Size	Type	Flags	Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0	512	MbxOut		0x1A00	2.0	Inputs			0
1	512	MbxIn		0x1A01	0.0	Inputs			0
2	6	Outputs		0x1A02	0.0	Inputs			0
3	6	Inputs		0x1A03	0.0	Inputs			0
				0x1B01	6.0	Inputs	F	3	0
				0x1B20	32.0	Inputs	F		0
				0x1B21	6.0	Inputs	F		0
				0x1B22	32.0	Inputs	F		0
				0x1B23	32.0	Inputs	F		0
				0x1B24	6.0	Inputs	F		0
				0x1600	2.0	Outputs			0

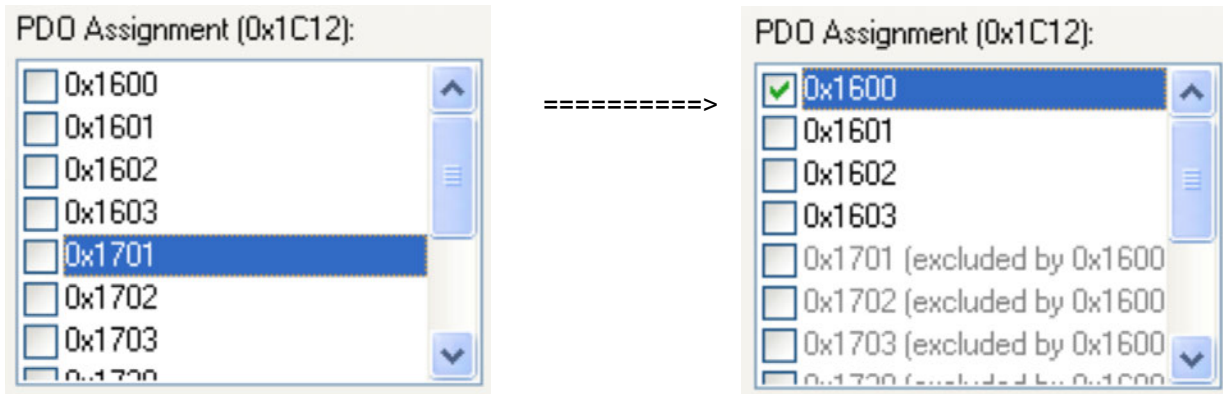
Wenn freies Mapping erforderlich ist, muss das Kontrollkästchen für PDO-Konfiguration aktiviert werden.

The screenshot shows the 'Process Data' window in the EtherCAT configuration software. The 'PDO Assignment (0x1C12)' section has the 'PDO Configuration' checkbox checked. The 'PDO List' table is as follows:

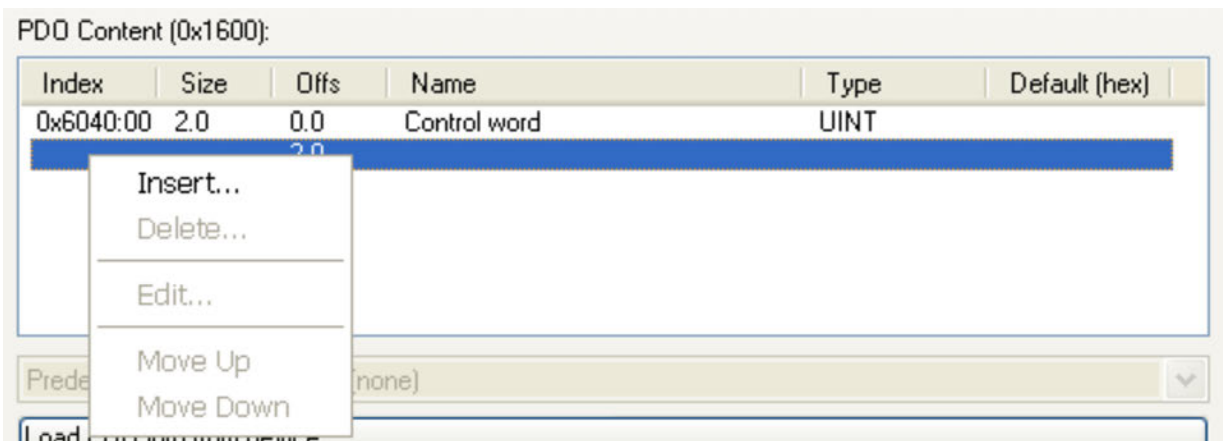
SM	Size	Type	Flags	Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0	512	MbxOut		0x1A00	2.0	Inputs			0
1	512	MbxIn		0x1A01	0.0	Inputs			0
2	6	Outputs		0x1A02	0.0	Inputs			0
3	6	Inputs		0x1A03	0.0	Inputs			0
				0x1B01	6.0	Inputs	F	3	0
				0x1B20	32.0	Inputs	F		0
				0x1B21	6.0	Inputs	F		0
				0x1B22	32.0	Inputs	F		0
				0x1B23	32.0	Inputs	F		0
				0x1B24	6.0	Inputs	F		0
				0x1600	2.0	Outputs			0

5.6.1 Beispiel: Freies PDO-Mapping

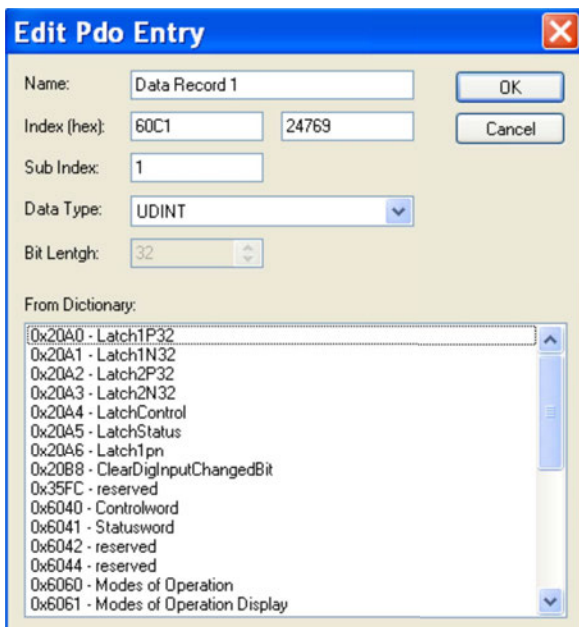
Für das freie Mapping der Ausgänge müssen Sie das feste Mapping von 0x1701 deaktivieren. Stattdessen können Sie bis zu vier PDOs (0x1600- 0x1603) frei zuweisen. Die maximale Anzahl an Bytes für jedes dieser PDOs ist 8.



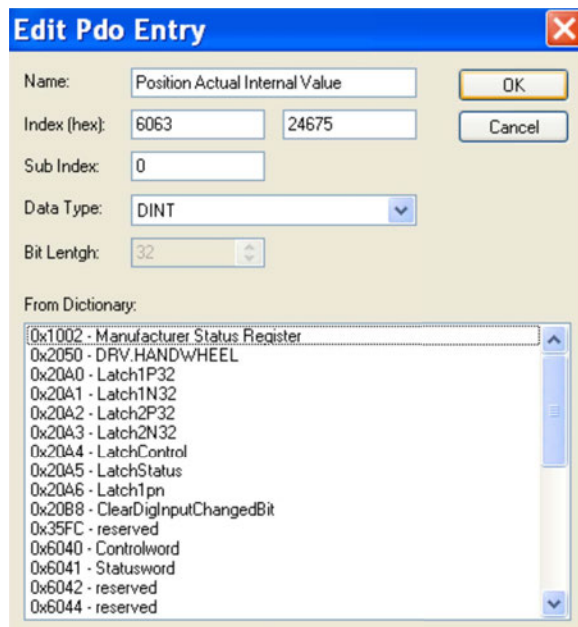
Anschließend können Sie das Standard-Mapping, z.B. für PDO 0x1600, erweitern:



Eine Liste möglicher Objekte für das Mapping erscheint, aus der Sie einen neuen Eintrag auswählen.



In diesem Fall ist der Sollwert für den interpolierten Positionsmodus gewählt.



Dasselbe gilt für die Tx-PDO-Richtung. Hier ist der Wert der internen Ist-Position gewählt.

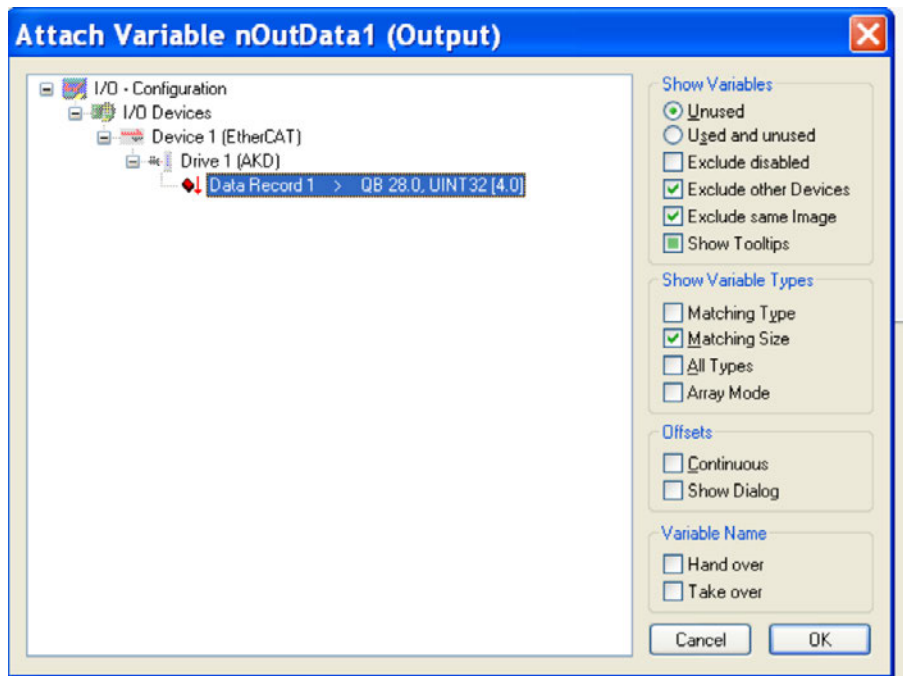
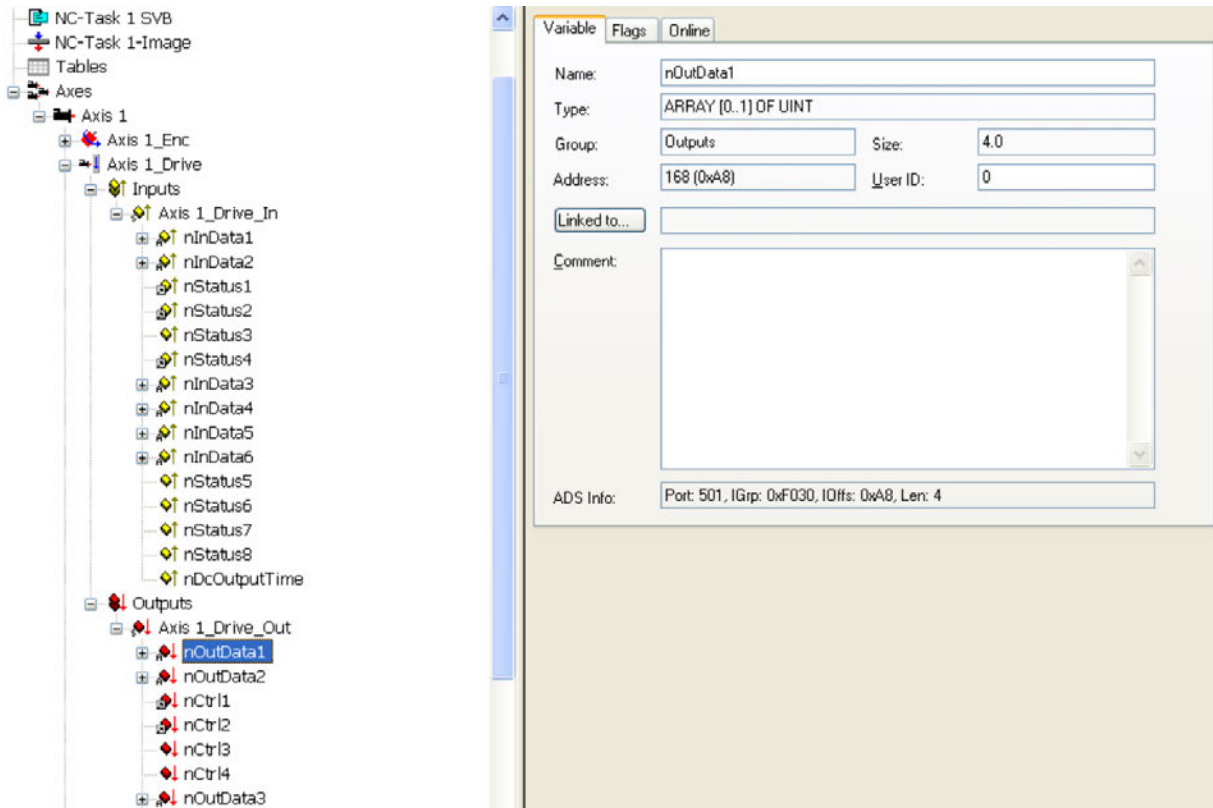
Das Resultat ist die Start-SDO-Liste für diese beispielhafte, frei zugewiesene Konfiguration.

Transition	Protocol	Index	Data	Comment
C <PS>	CoE	0x1C12:00	0x00 (0)	clear sm pdos (0x1C12)
C <PS>	CoE	0x1C13:00	0x00 (0)	clear sm pdos (0x1C13)
C <PS>	CoE	0x1A00:00	0x00 (0)	clear pdo 0x1A00 entries
C <PS>	CoE	0x1A00:01	0x60410010 (1614872592)	download pdo 0x1A00 entry
C <PS>	CoE	0x1A00:02	0x60630020 (1617100832)	download pdo 0x1A00 entry
C <PS>	CoE	0x1A00:00	0x02 (2)	download pdo 0x1A00 entr...
C <PS>	CoE	0x1A01:00	0x00 (0)	clear pdo 0x1A01 entries
C <PS>	CoE	0x1A02:00	0x00 (0)	clear pdo 0x1A02 entries
C <PS>	CoE	0x1A03:00	0x00 (0)	clear pdo 0x1A03 entries
C <PS>	CoE	0x1600:00	0x00 (0)	clear pdo 0x1600 entries
C <PS>	CoE	0x1600:01	0x60400010 (1614807056)	download pdo 0x1600 entry
C <PS>	CoE	0x1600:02	0x60C10120 (1623261472)	download pdo 0x1600 entry
C <PS>	CoE	0x1600:00	0x02 (2)	download pdo 0x1600 entr...
C <PS>	CoE	0x1601:00	0x00 (0)	clear pdo 0x1601 entries
C <PS>	CoE	0x1602:00	0x00 (0)	clear pdo 0x1602 entries
C <PS>	CoE	0x1603:00	0x00 (0)	clear pdo 0x1603 entries
C <PS>	CoE	0x1C12:01	0x1600 (5632)	download pdo 0x1C12:01 i...
C <PS>	CoE	0x1C12:00	0x01 (1)	download pdo 0x1C12 count
C <PS>	CoE	0x1C13:01	0x1B01 (6913)	download pdo 0x1C13:01 i...
C <PS>	CoE	0x1C13:00	0x01 (1)	download pdo 0x1C13 count
C PS	CoE	0x6060:00	0x07 (7)	Opmode
C PS	CoE	0x60C2:01	0x02 (2)	Cycle time
C PS	CoE	0x60C2:02	0xFD (253)	Cycle exp

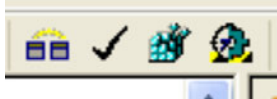
Die Daten (z.B. 0x60410010 im Mapping von 0x1A00 sub 1) bedeuten:

- 0x6041 ist der Index des DS402 Statusworts
- 0x00 ist der Subindex des DS402Statusworts
- 0x10 ist die Bitzahl für diesen Eintrag, hier 16 Bit oder 2 Byte.

Für die Verwendung im NC müssen Sie die interpolierte Sollwertposition von der Achse mit der NC-Achse verknüpfen.



Wenn diese Konfiguration abgeschlossen ist, können das Mapping wie zuvor beschrieben aktivieren:



Der NC-Bildschirm zeigt jetzt eine Position im Online-Fenster an, deren letzte Ziffern springen.

General		Settings	Parameter	Dynamics	Online	Functions	Coupling	Compensation
165.7124		Setpoint Position: [mm]		165.5651				
Lag Distance (min/max): [mm]		Actual Velocity: [mm/s]		Setpoint Velocity: [mm/s]				
0.0010 (-0.025, 0.002)		-0.0168		0.0000				
Override: [%]		Total / Control Output: [%]		Error:				
100.0000 %		0.00 / 0.00 %		0 (0x0)				
Status (log.)		Status (phys.)		Enabling				
<input type="checkbox"/> Ready		<input checked="" type="checkbox"/> NOT Moving		<input type="checkbox"/> Coupled Mode		<input type="checkbox"/> Controller		
<input type="checkbox"/> Calibrated		<input type="checkbox"/> Moving Fw		<input type="checkbox"/> In Target Pos.		<input type="checkbox"/> Feed Fw		
<input type="checkbox"/> Has Job		<input type="checkbox"/> Moving Bw		<input type="checkbox"/> In Pos. Range		<input type="checkbox"/> Feed Bw		
Controller Kv-Factor: [mm/s/mm]		Reference Velocity: [mm/s]						
1		2200						
Target Position: [mm]		Target Velocity: [mm/s]						
0		0						
F1		F2		F3		F4		F5
								F6
								F8
								F9

Nach Aktivierung der Leistungsstufe über die Schaltfläche „All“ kann der Verstärker über die Bewegungsschaltflächen oder die Funktionen im Funktionsmenü bewegt werden.

Set Enabling ✖

Controller

Feed Fw

Feed Bw

Override [%]:

100

OK

Cancel

All

+

F3

++

F4

5.7 Unterstützte zyklische Soll- und Istwerte

Unterstützte zyklische Sollwerte

Name	CANopen - Objektnummer	Datentyp	Beschreibung
Positionssollwert	0x60C1 Sub 1	INT32	Interpolations-Datensatz im IP-Modus
Geschwindigkeits-Sollwert	0x60FF Sub 0	INT32	
CANopen Steuerwort	0x6040 Sub 0	UINT16	CANopen-Steuerwort
Latch-Steuerwort	0x20a4 Sub 0	UINT16	
Drehmoment-Vorsteuerung	0x60B2 Sub 0	INT16	
Digitale Ausgänge	0x60FE Sub 1	UINT32	

Unterstützte zyklische Istwerte

Name	CANopen - Objektnummer	Datentyp	Beschreibung
Interner Positions-Istwert	0x6063 Sub 0	INT32	
Drehzahl-Istwert	0x606c Sub 0	INT32	
CANopen-Statuswort	0x6041 Sub 0	UINT16	CANopen-Statuswort
Zweite Positionsrückführung	2050 Sub 0	INT32	
Digitale Eingänge	60FD Sub 0	UINT32	
Istwert Folgefehler	60F4 Sub 0	INT32	
Latchposition positive Flanke	20a0 Sub 0	INT32	
Drehmoment-Istwert	6077 Sub 0	INT16	
Latch-Status	20A5 Sub 0	UINT16	
Analoger Eingangswert	3470 Sub 0	INT16	

5.8 Unterstützte Betriebsarten

CANopen-Betriebsart	AKD Betriebsart	Beschreibung
Profil-Geschwindigkeit	DRV.OPMODE 2 DRC.COMDSOURCE 1	0x6060Sub0 Data: 3 In dieser Betriebsart sendet der EtherCAT-Master zyklische Geschwindigkeits-Sollwerte an den AKD.
Interpolierte Position	DRV.OPMODE 2 DRV.COMDSOURCE 1	0x6060Sub0 Data: 7 In dieser Betriebsart sendet der EtherCAT-Master zyklische Positionssollwerte an den AKD. Diese Sollwerte werden gemäß Feldbus-Abtastrate vom AKD interpoliert.
Referenzfahrt-Modus	DRV.OPMODE 2 DRV.COMDSOURCE 0	0x6060 Sub 0 data : 6 In dieser Betriebsart ist eine AKD-interne Referenzierung möglich.

5.9 Einstellung der EtherCAT-Zykluszeit

Die Zykluszeit, die im Servoverstärker für die zyklischen Soll- und Istwerte verwendet wird, kann entweder im Verstärker im Parameter FBUS.SAMPLEPERIOD gespeichert oder in der Startphase konfiguriert werden.

Dies geschieht über einen SDO-Mailbox-Zugriff auf die CANopen-Objekte 60C2 Subindex 1 und 2.

Der Subindex 2, auch als Interpolationszeit-Index bezeichnet, definiert die Zehnerpotenz des Zeitwertes (-3 entspricht z. B. 10^{-3} , also Millisekunde), während der Subindex 1 (auch als Interpolations-Zeiteinheiten bezeichnet) die Zahl der Einheiten angibt (z. B. 4 für 4 Einheiten).

Sie können über verschiedene Kombinationen eine Zykluszeit von 2 ms fahren. Beispiel:

Index = -3, Einheiten = 2

oder

Index = -4, Einheiten = 20 usw.

Der Parameter FBUS.SAMPLEPERIOD wird geräteintern in Schritten von 62,5 Mikrosekunden gezählt. Das bedeutet, dass beispielsweise 2 ms einem Wert für FBUS.SAMPLEPERIOD von 32 entsprechen.

5.10 Maximale Zykluszeiten in Abhängigkeit von der Betriebsart

Die minimale Zykluszeit hängt beim Servoverstärker stark von der Antriebskonfiguration ab (zweiter Positions-Istwertgeber, Latch-Funktion aktiviert usw.).

Schnittstelle	Zykluszeit AKD
Position	$\geq 0,25 \text{ ms}$ ($\geq 250 \text{ }\mu\text{s}$)
Geschwindigkeit	$\geq 0,25 \text{ ms}$ ($\geq 250 \text{ }\mu\text{s}$)
Drehmoment	$\geq 0,25 \text{ ms}$ ($\geq 250 \text{ }\mu\text{s}$)

5.11 Synchronisation

Bei allen Servoverstärkern kann die interne PLL theoretisch eine mittlere Abweichung der vom Master vorgegebenen Zykluszeit von bis zu 4800 ppm ausgleichen. Der Verstärker prüft ein Mal pro Feldbus-Zyklus einen Zähler im geräteinternen FPGA, der durch ein Sync0-Event (Distributed Clock) gelöscht wird. Je nach Zählerwert verlängert oder verkürzt der Verstärker das 62,5 µs MTS-Signal innerhalb des Verstärkers um ein Maximum von 300 ns.

Die theoretisch maximal zulässige Abweichung lässt sich anhand folgender Formel berechnen:

$$\max_{\text{dev}} = \frac{300[\text{ns}]}{62.5[\mu\text{s}]} \cdot 1,000,000 = 4800 \text{ [ppm]}$$

Die Synchronisationsfunktion innerhalb des Verstärkers kann aktiviert werden, indem Bit 0 des Parameters FBUS.PARAM02 auf „High“ gesetzt wird. FBUS.PARAM02 muss daher auf den Wert 1 gesetzt sein. Zudem muss die Distributed Clock-Funktion durch den EtherCAT-Master freigegeben werden, um zyklische Sync0-Eventse zu aktivieren.

5.11.1 Synchronisationsverhalten mit Distributed Clocks (DC)-Freigabe

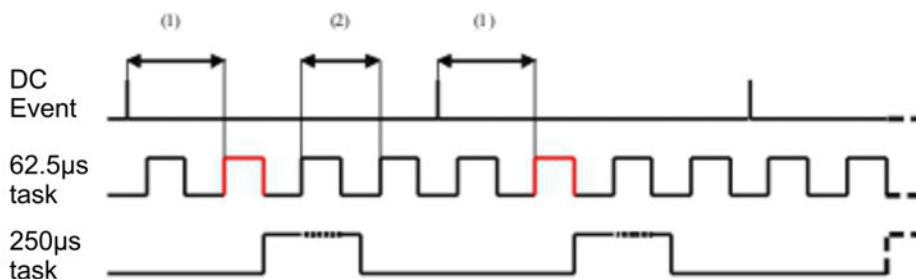
Wenn der EtherCAT-Master Distributed Clocks freigibt, wird ein Mal pro Feldbus-Zyklus ein Distributed Clock (DC)-Event im AKD erzeugt. Eine zugewiesene 62,5 µs Echtzeit-Task im AKD überwacht die verstrichene Zeit zwischen den DC-Eventsen und der AKD Systemzeit und verlängert oder verkürzt je nach Bedarf die Abtastrate von 62,5 µs zur CPU.

Für die Synchronisationsfunktion werden folgende Feldbus-Parameter verwendet:

1. FBUS.SYNCDIST = Erwartete Zeitverzögerung des AKD PLL-Codes bis zum DC-Event.
2. FBUS.SYNCACT = Ist-Zeitverzögerung des AKD PLL-Codes bis zum DC-Event.
3. FBUS.PLLTHRESH = Anzahl aufeinander folgender, erfolgreich synchronisierter PLL-Zyklen des AKD, bevor der Verstärker als synchronisiert gilt.
4. FBUS.SYNCWND = Synchronisationsfenster, in dem der AKD als synchronisiert gilt. Der Verstärker gilt als synchronisiert, solange folgende Behauptung für auf FBUS.PLLTHRESH aufeinander folgende Zyklen wahr ist:

$$\text{FBUS.SYNCDIST} - \text{FBUS.SYNCWND} < \text{FBUS.SYNCACT} < \text{FBUS.SYNCDIST} + \text{FBUS.SYNCWND}$$

Beispiel mit einer Feldbus-Abtastrate von 4 kHz:



Die rot markierte 62,5[µs] Echtzeit-Task zeigt die AKD 62,5 µs Echtzeit-Task innerhalb eines Feldbus-Zyklus an, der für den Abruf des AKD PLL-Codes verantwortlich ist. Die Zeitverzögerung (1) zeigt die aktuelle Parameterverzögerung zum vorherigen DC-Event, das idealerweise nahe beim eingestellten Parameter FBUS.SYNCDIST liegt. Je nach (1) verlängert oder verkürzt der AKD geringfügig die 62,5[µs] IRQ-Erzeugung der mit hoher Priorität ausgestatteten Echtzeit-Task, um die gemessene Zeitverzögerung bis zum DC-Event (1) für den nächsten PLL-Zyklus entweder zu erhöhen oder zu verringern. Der zeitliche Abstand (2) zeigt die 62,5[µs] ± x[ms] Echtzeit-Task des AKD.

5.11.2 Synchronisationsverhalten mit Distributed Clocks (DC)-Sperrung

Der Algorithmus für die Feldbus-Synchronisation des AKD ähnelt dem von der Distributed Clock-Funktion verwendeten. Der Unterschied besteht darin, dass der AKD auf ein SyncManager2-Event anstatt auf ein DC-Event synchronisiert. Ein SyncManager2-Event wird erzeugt, wenn der EtherCAT-Master einen neuen Sollwert an den Verstärker sendet, während das Netzwerk in Betrieb ist. Dies erfolgt ein Mal pro Feldbus-Zyklus.

5.12 Latch-Steuerwort und Latch-Statuswort

Latch-Steuerwort (2 Bytes)

Bit	Wert (bin)	Wert (hex)	Beschreibung
0	00000000 00000001	zz01	Freigabe externe Sperre 1 (positive Flanke)
1	00000000 00000010	zz02	Freigabe externe Sperre 1 (negative Flanke)
2	00000000 00000100	zz04	Freigabe externe Sperre 2 (positive Flanke)
3	00000000 00001000	zz08	Freigabe externe Sperre 2 (negative Flanke)
4			
5-7			Reserviert
8-12	00000001 00000000	01zz	Lesen externe Sperre 1 (positive Flanke)
	00000010 00000000	02zz	Lesen externe Sperre 1 (negative Flanke)
	00000011 00000000	03zz	Lesen externe Sperre 2 (positive Flanke)
	00000100 00000000	04zz	Lesen externe Sperre 2 (negative Flanke)
13-15			Reserviert

Latch-Statuswort (2 Bytes)

Bit	Wert (bin)	Wert (hex)	Beschreibung
0	00000000 00000001	zz01	Externe Sperre 1 gültig (positive Flanke)
1	00000000 00000010	zz02	Externe Sperre 1 gültig (negative Flanke)
2	00000000 00000100	zz04	Externe Sperre 2 gültig (positive Flanke)
3	00000000 00001000	zz08	Externe Sperre 2 gültig (negative Flanke)
4			
5-7			Reserviert
8-11	00000001 00000000	z1zz	Bestätigen des Werts für externe Sperre 1 (positive Flanke)
	00000010 00000000	z2zz	Bestätigen des Werts für externe Sperre 1 (negative Flanke)
	00000011 00000000	z3zz	Bestätigen des Werts für externe Sperre 2 (positive Flanke)
	00000100 00000000	z4zz	Bestätigen des Werts für externe Sperre 2 (negative Flanke)
12-15	00010000 00000000	1zzz	Zustand Digitaleingang 4
	00100000 00000000	2zzz	Zustand Digitaleingang 3
	01000000 00000000	4zzz	Zustand Digitaleingang 2
	10000000 00000000	8zzz	Zustand Digitaleingang 1

5.13 Verwendung der Mailbox

Bei EtherCAT wird der azyklische Datenverkehr (Objekt-Kanal oder SDO-Kanal) als Mailbox bezeichnet. Das System ist um den Master herum aufgebaut:

Mailbox-Ausgang:

Der Master (EtherCAT-Steuerung) sendet Daten an den Slave (Servoverstärker). Es handelt sich also im Wesentlichen um eine Anforderung (Lese-/Schreibzugriff) des Masters. Der Mailbox-Ausgang läuft über Sync Manager 0.

Mailbox-Eingang:

Der Slave (Servoverstärker) sendet Daten an den Master (EtherCAT-Steuerung). Der Master liest die Antwort des Slave. Der Mailbox-Eingang läuft über Sync Manager 1.

Timing-Diagramm

Das Timing-Diagramm verdeutlicht den Prozess des Mailbox-Zugriffs:



1. Der EtherCAT-Master schreibt die Mailbox-Anfrage in den Mailbox-Ausgangspuffer.
2. Beim nächsten Interrupt löst die EtherCAT-Schnittstelle ein Event vom Typ Sync Manager 0 (Mailbox-Ausgabe) im AL-Eventregister aus.
3. Der Servoverstärker liest 16 Bytes aus dem Mailbox-Ausgangspuffer und kopiert sie in das interne Mailbox-Ausgangs-Array.
4. Der Servoverstärker erkennt neue Daten im internen Mailbox-Ausgangs-Array und führt den SDO-Zugriff auf das von der EtherCAT-Schnittstelle angeforderte Objekt aus. Die Antwort des Servoverstärkers wird in ein internes Mailbox-Eingangs-Array geschrieben.
5. Der Servoverstärker löscht alle Daten im internen Mailbox-Ausgangs-Array und macht so den Weg für einen erneuten Mailbox-Zugriff frei.
6. Der Servoverstärker kopiert das Antworttelegramm vom internen Mailbox-Eingangs-Array in den Mailbox-Eingangspuffer der EtherCAT-Schnittstelle.

5.13.1 Mailbox-Ausgang

Ein Interrupt der EtherCAT-Schnittstelle mit einem Event vom Typ Sync Manager 0 startet einen Mailbox-Ausgabeprozess. Eine 1 im „Mail Out Event“-Bit des AL-Eventregisters signalisiert dem Servoverstärker, dass die EtherCAT-Schnittstelle eine Mailbox-Nachricht senden möchte und die erforderlichen Daten bereits im Mailbox-Ausgangspuffer abgelegt hat. Daraufhin liest der Servoverstärker mit dem IRQ-Prozess 16 Bytes an Daten aus. Die Bytes sind wie folgt definiert:

Adresse 0x1800								Adresse 0x180F							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CAN over EtherCAT-spezifische Daten (CoE Header)								CAN-spezifische Daten (Standard CAN SDO)							
Byte 0	Länge der Daten (niederwertiges Byte)														
Byte 1	Länge der Daten (höherwertiges Byte)														
Byte 2	Adresse (niederwertiges Byte)														
Byte 3	Adresse (höherwertiges Byte)														
Byte 4	Bit 0 bis 5: Kanal Bit 6 bis 7: Priorität														
Byte 5	Bit 0 bis 3: Typ			1 = Reserviert: ADS over EtherCAT 2 = Reserviert: Ethernet over EtherCAT 3 = Can over EtherCAT...											
	Bit 4 bis 7: Reserviert														
Byte 6	PDO-Nummer (nur bei PDO-Übertragungen, Bit 0 = LSB der PDO-Nummer, siehe Byte 7 für MSB)														
Byte 7	Bit 0: MSB der PDO-Nummer, siehe Byte 6														
	Bit 1 bis 3: Reserviert														
	Bit 4 bis 7: CoE-spezifischer Typ			0: Reserviert											
				1: Notfall-Meldung											
				2: SDO-Anforderung											
				3: SDO-Antwort											
				4: TXPDO											
				5: RxPDO											
				6: Fernübertragungs-Anforderung eines TxPDO											
			7: Fernübertragungs-Anforderung eines RxPDO												
			8...15: Reserviert												
Byte 8	Steuer-Byte im CAN-Telegramm:														
	Schreibzugriff:			0x23=4 Byte, 0x27=3 Byte, 0x2B=2 Byte, 0x2F=1 Byte											
	Lesezugriff:			0x40											
Byte 9	Niederwertiges Byte der CAN-Objektnummer (Index)														
Byte 10	Höherwertiges Byte der CAN-Objektnummer (Index)														
Byte 11	Subindex gemäß der CANopen-Spezifikation für den Servoverstärker														
Byte 12	Daten bei einem Schreibzugriff (niederwertiges Byte)														
Byte 13	Daten bei einem Schreibzugriff														
Byte 14	Daten bei einem Schreibzugriff														
Byte 15	Daten bei einem Schreibzugriff (höherwertiges Byte)														

Der Servoverstärker antwortet auf jedes Telegramm mit einer Antwort im Mailbox-Eingangspuffer.

5.13.2 Mailbox-Eingang

Der Servoverstärker antwortet auf jedes CoE-Telegramm mit einem 16 Byte langen Antworttelegramm im Mailbox-Eingangspuffer. Die Bytes sind wie folgt definiert:

Adresse 0x1C00								Adresse 0x1C0F							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CAN over EtherCAT-spezifische Daten (CoE Header)								CAN-spezifische Daten (Standard CAN SDO)							
Byte 0	Länge der Daten (niederwertiges Byte)														
Byte 1	Länge der Daten (höherwertiges Byte)														
Byte 2	Adresse (niederwertiges Byte)														
Byte 3	Adresse (höherwertiges Byte)														
Byte 4	Bit 0 bis 5: Kanal Bit 6 bis 7: Priorität														
Byte 5	Bit 0 bis 3: Typ							1 = reserviert: ADS over EtherCAT 2 = Reserviert: Ethernet over EtherCAT 3 = Can over EtherCAT...)							
	Bit 4 bis 7: Reserviert														
Byte 6	PDO-Nummer (nur bei PDO-Übertragungen, Bit 0 = LSB der PDO-Nummer, siehe Byte 7 für MSB)														
Byte 7	Bit 0: MSB der PDO-Nummer, siehe Byte 6														
	Bit 1 bis 3: Reserviert														
	Bit 4 bis 7: CoE-spezifischer Typ							0: Reserviert							
								1: Notfall-Meldung							
								2: SDO-Anforderung							
								3: SDO-Antwort							
								4: TXPDO							
								5: RxPDO							
								6: Fernübertragungs-Anforderung eines TxPDO							
								7: Fernübertragungs-Anforderung eines RxPDO							
Byte 8	Steuer-Byte im CAN-Telegramm:														
	Schreibzugriff OK:							0x60							
	Lesezugriff OK + Länge der Antwort:							0x43 (4 Byte), 0x47 (3 Byte), 0x4B (2 Byte), 0x4F (1 Byte)							
	Fehler beim Lese- oder Schreibzugriff:							0x80							
Byte 9	Niederwertiges Byte der CAN-Objektnummer (Index)														
Byte 10	Höherwertiges Byte der CAN-Objektnummer (Index)														
Byte 11	Subindex gemäß der CANopen-Spezifikation für den Kollmorgen™ Servoverstärker														
Byte 12	Daten (niederwertiges Byte)														
Byte 13	Daten							Fehlercode gemäß CANopen-Spezifikation im Fehlerfall							
Byte 14	Daten							Datenwert des Objekts im Falle eines erfolgreichen Lesezugriffs							
Byte 15	Daten (höherwertiges Byte)														

5.13.3 Beispiel: Zugriff auf die Mailbox

Im folgenden Beispiel werden PDOs 0x1704 zugeordnet (siehe Kapitel „Feste PDO-Zuordnungen“).

Der Master sendet folgende Mailbox-Ausgangsmeldung

Byte 0	0x0A	Die nächsten 10 Bytes enthalten Daten (Byte 2 bis Byte 11)
Byte 1	0x00	Die nächsten 10 Bytes enthalten Daten (Byte 2 bis Byte 11)
Byte 2	0x00	Adresse 0
Byte 3	0x00	Adresse 0
Byte 4	0x00	Kanal 0 und Priorität 0
Byte 5	0x03	CoE-Objekt
Byte 6	0x00	PDO-Nummer 0
Byte 7	0x20	PDO-Nummer 0 und SDO-Anforderung
Byte 8	0x2B	2 Byte Schreibzugriff
Byte 9	0x12	SDO-Objekt 0x1C12
Byte 10	0x1C	SDO-Objekt 0x1C12
Byte 11	0x01	Subindex 1
Byte 12	0x04	Datenwert 0x00001704
Byte 13	0x17	Datenwert 0x00001704
Byte 14	0x00	Datenwert 0x00001704
Byte 15	0x00	Datenwert 0x00001704

Der Servoverstärker sendet die folgende Antwort:

Byte 0	0x0E	Die nächsten 14 Bytes enthalten Daten (Byte 2 bis Byte 15)
Byte 1	0x00	Die nächsten 14 Bytes enthalten Daten (Byte 2 bis Byte 15)
Byte 2	0x00	Adresse 0
Byte 3	0x00	Adresse 0
Byte 4	0x00	Kanal 0 und Priorität 0
Byte 5	0x03	CoE-Objekt
Byte 6	0x00	PDO-Nummer 0
Byte 7	0x20	PDO-Nummer 0 und SDO-Antwort
Byte 8	0x60	Erfolgreicher Schreibzugriff
Byte 9	0x12	SDO-Objekt 0x1C12
Byte 10	0x1C	SDO-Objekt 0x1C12
Byte 11	0x01	Subindex 1
Byte 12	0x00	Datenwert 0x00000000
Byte 13	0x00	Datenwert 0x00000000
Byte 14	0x00	Datenwert 0x00000000
Byte 15	0x00	Datenwert 0x00000000

5.14 Feldbus-Parameter

Der AKD beinhaltet mehrere feldbuspezifische, universelle Parameter. Einige dieser Parameter enthalten die folgenden EtherCAT-relevanten Daten:

- **FBUS.PARAM02:** Dieser Parameter aktiviert die Synchronisationsfunktion des AKD. Die DC-Funktion muss aktiviert sein, um eine Synchronisation des AKD mit dem Master zu ermöglichen. Ein Wert von 1 gibt die interne PLL-Funktion des Servoverstärkers frei, ein Wert von 0 hingegen deaktiviert die Funktion.
- **FBUS.PARAM03:** Dieser Parameter enthält die „Configured Station Alias“-Adresse des AKD. Ein EEPROM Emulations-Schreibzugriff auf die „Configured Station Alias“-Adresse zwingt den AKD, die Antriebsparameter automatisch mit dem Befehl DRV.NVSAVE zu speichern.
- **FBUS.PARAM04:** Dieser Parameter aktiviert (1) bzw. deaktiviert (0) die Synchronisationsüberwachung des CANopen- oder EtherCAT-Feldbusses.

Die Vorgabewerte für diesen Parameter lauten wie folgt:

CANopen-Servoverstärker: deaktiviert (0)

EtherCAT-Servoverstärker: aktiviert (1)

Die Synchronisationsüberwachung ist aktiv, wenn FBUS.PARAM 04 = 1 und die erste CANopen Sync-Meldung oder der erste EtherCAT-Frame empfangen wird. Wenn mehr als drei CANopen Sync-Meldungen bzw. sieben EtherCAT-Frames nicht empfangen wurden und der Servoverstärker aktiviert ist, tritt Fehler F125 (Synchronisationsverlust) auf.

5.15 EEPROM Inhalt

AKD hat eine integrierte EEPROM Emulation. Diese EEPROM kann vom EtherCAT Master gelesen werden und liefert einige Verstärkereigenschaften wie PDO-Informationen, Verstärkername, Seriennummer und kommunikationsspezifische Eigenschaften.

Die Informationen sind in kategorisiert. Im AKD sind zwei herstellerspezifische Kategorien implementiert:

- Kategorie 0x0800: Beinhaltet einen String mit dem Gerätenamen im Format: AKD-P00000-NxxC-0000
- Kategorie 0x0801: Beinhaltet die Firmwareversion im Format 0x_xx-xx-yyy

6 Index

A

Abkürzungen	8
AL-Event	29

B

Befehle im Steuerwort	34
Bestimmungsgemäße Verwendung	10
Betriebsarten	42

C

CANopen over EtherCAT	33
-----------------------------	----

E

EEProm Inhalt	50
EtherCAT-Profil	27

F

Feldbus	50
Feldbus-Parameter	50

I

Inbetriebnahme	15
Integriertes EtherCAT	13
Interrupt Freigabe	29

L

Latch-Steuerwort	45
------------------------	----

M

Mailbox	46
---------------	----

N

Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	10
--	----

P

PDO Festes Mapping	36
PDO Flexibles Mapping	37
Phasenhochlauf	31

S

Sicherheitshinweise	
Allgemeines	10
Elektrische Installation	12

Slave-Register	28
Statusmaschine	33
Statuswort	35
Synchronisation	44

T

TwinCAT	15
---------------	----

V

Verwendete Symbole	7
--------------------------	---

W

Workbench über TwinCAT	20
------------------------------	----

Z

Zielgruppe	6
Zyklische Werte	42
Zykluszeit	
Einstellung der	43
Max.Werte	43

Vertrieb und Applikation

Wir bieten Ihnen einen kompetenten und schnellen Service. Wählen Sie das zuständige regionale Vertriebsbüro oder kontaktieren Sie den europäischen, asiatischen oder nordamerikanischen Kundendienst.

Deutschland

KOLLMORGEN Europe GmbH
Vertriebs- & Applikationszentrum Nord
Ratingen

Internet www.kollmorgen.com
E-Mail vertrieb.nord@kollmorgen.com
Tel.: +49(0)2102 - 9394 - 0
Fax: +49(0)2102 - 9394 - 3315

KOLLMORGEN Europe GmbH
Vertriebs- & Applikationszentrum Süd
Bretten

Internet www.kollmorgen.com
E-Mail vertrieb.sued@kollmorgen.com
Tel.: +49(0)2102 - 9394 - 2850
Fax: +49(0)2102 - 9394 - 3317

KOLLMORGEN Europe GmbH
Vertriebsbüro Süd
Hechingen

Internet www.kollmorgen.com
E-Mail vertrieb.sued@kollmorgen.com
Tel.: +49(0)2102 - 9394 - 2806
Fax: +49(0)2102 - 9394 - 3317

Europa

Kollmorgen Kundendienst Europa

Internet www.kollmorgen.com
E-Mail technik@kollmorgen.com
Tel.: +49(0)2102 - 9394 - 0
Fax: +49(0)2102 - 9394 - 3155

Nord Amerika

Kollmorgen Kundendienst Nord Amerika

Internet www.kollmorgen.com
E-Mail support@kollmorgen.com
Tel.: +1 - 540 - 633 - 3545
Fax: +1 - 540 - 639 - 4162

Asien

Kollmorgen Kundendienst Asien

Internet www.kollmorgen.com
E-Mail sales.asia@kollmorgen.com
Tel.: +86 400 666 1802
Fax: +86 10 6515 0263