Wichtig!
Vor Gebrauch sorgfältig lesen!
Aufbewahren für späteres Nachschlagen!

metronix servo drives

EtherCAT- und CANopen-Handbuch

Original-EtherCAT und CANopen-Handbuch

Urheberrechte

Die Informationen und Angaben in diesem Dokument sind nach bestem Wissen zusammengestellt worden. Trotzdem können abweichende Angaben zwischen dem Dokument und dem Produkt nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Für die Geräte und zugehörige Programme in der dem Kunden überlassenen Fassung gewährleistet Metronix den vertragsgemäßen Gebrauch in Übereinstimmung mit der Nutzerdokumentation. Im Falle erheblicher Abweichungen von der Nutzerdokumentation ist Metronix zur Nachbesserung berechtigt und, soweit diese nicht mit unangemessen Aufwand verbunden ist, auch verpflichtet. Eine eventuelle Gewährleistung erstreckt sich nicht auf Mängel, die durch Abweichen von den für das Gerät vorgesehenen und in der Nutzerdokumentation angegebenen Einsatzbedingungen verursacht werden.

Metronix übernimmt keine Gewähr dafür, dass die Produkte den Anforderungen und Zwecken des Erwerbers genügen oder mit anderen von ihm ausgewählten Produkten zusammenarbeiten. Metronix übernimmt keine Haftung für Folgeschäden, die im Zusammenwirken der Produkte mit anderen Produkten oder aufgrund unsachgemäßer Handhabung an Maschinen oder Anlagen entstehen.

Metronix behält sich das Recht vor, das Dokument oder das Produkt ohne vorherige Ankündigung zu ändern, zu ergänzen oder zu verbessern.

Dieses Dokument darf weder ganz noch teilweise ohne ausdrückliche Genehmigung des Urhebers in irgendeiner Form reproduziert oder in eine andere natürliche oder maschinenlesbare Sprache oder auf Datenträger übertragen werden, sei es elektronisch, mechanisch, optisch oder auf andere Weise.

Warenzeichen

Alle Produktnamen in diesem Dokument können eingetragene Warenzeichen sein. Alle Warenzeichen in diesem Dokument werden nur zur Identifikation des jeweiligen Produkts verwendet.

Metronix ServoCommander® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Metronix Meßgeräte und Elektronik GmbH.

Kontaktdaten

Metronix Meßgeräte und Elektronik GmbH

Kocherstraße 3

38120 Braunschweig

Germany

Telefon: +49 (0)531 8668 0

Telefax: +49 (0)531 8668 555

E-mail: vertrieb@metronix.de

https://www.metronix.de

Revisionsinformation

Handbuchname	EtherCAT und CANopen-Handbuch
Dateiname	EC_CO-HB_1p0_DE.pdf
Version	1.0
Jahr	2020

Inhaltsverzeichnis

1 Zu diesem Handbuch

Dieses Handbuch beschreibt, wie die Servoregler der Gerätefamilie ARS 2000 FS und smartServo BL 4000-C in ein CANopen- bzw. Ethercat-Netzwerk einbezogen werden können. Es werden der physikalische Anschluss, die Aktivierung des Feldbus-Protokolls, die Einbindung in das Netzwerk und die Parameter zur Anpassung an die jeweilige Applikation beschrieben.

Es richtet sich an Personen, die bereits mit der jeweiligen Servoregler-Familie vertraut sind und das entsprechende Produkthandbuch gelesen und verstanden haben.

Im Produkthandbuch sind Hinweise für den sachgemäßen und fachgerechten Transport, die Lagerung, die Montage, die Installation, die Projektierung und den einwandfreien und sicheren Betrieb des Servoreglers enthalten.

Das Produkthandbuch enthält Sicherheitshinweise, die unbedingt beachtet werden müssen.

Die Produkthandbücher stehen auf unserer Homepage (https://www.metronix.de) zum Download zur Verfügung.

1.1 Aufbau der Warnhinweise

Warnhinweise sind folgendermaßen aufgebaut:

- Signalwort
- Art der Gefährdung
- Maßnahmen zur Abwehr der Gefährdung

› Verwendete Signalwörter

⚠ GEFAHR Bezeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr.
Wenn die Situation nicht gemieden wird, sind Tod oder schwerste Verletzungen die Folge.

⚠ WARNUNG Bezeichnet eine möglicherweise gefährliche Situation.
Wenn die Situation nicht gemieden wird, können Tod oder schwerste Verletzungen die Folge sein.

⚠ VORSICHT Bezeichnet eine möglicherweise gefährliche Situation.
Wenn die Situation nicht gemieden wird, können leichte oder geringfügige Verletzungen die Folge sein.

ACHTUNG Bezeichnet eine Warnung vor Sachschäden.

› Verwendete Warnzeichen gemäß ISO 7010

Warnzeichen	Erklärung
	Warnung vor lebensgefährlicher elektrischer Spannung.

1.2 Schreibweisen in diesem Handbuch

Aufbau der Hinweise

Hinweise in diesem Handbuch sind folgendermaßen aufgebaut:

- Signalwort "HINWEIS"
- Einleitender Satz
- Erklärungen, spezielle Hinweise und Tipps

Bedienelemente, Menüs

Bedienelemente, Menüs und Menüpfade werden in Orange geschrieben.

Beispiel: Doppelklick auf das gewünschte Gerät oder Anklicken der Schaltfläche Verbindung neu aufbauen stellt eine Online-Verbindung her.

CAN-Objekte, Bitkonstanten

Begriffe aus den CANopen-Standards wie zum Beispiel Parameternamen (CAN-Objekte) werden in Blau geschrieben. Bitkonstanten werden durch eine andere Schriftart hervorgehoben.

Beispiel: Wenn dieses Bit gesetzt ist, wird Bit 4 des statusword (`voltage_enabled`) gemäß DSP 402 v2.0 ausgegeben.

Zustände, Kommandos

Reglerzustände (siehe Abschnitt 4 *Gerätesteuerung (Device Control)* auf Seite 112) werden in einer anderen Schriftart gesetzt und großgeschrieben. Kommandos werden mit einem weißen Kasten hinterlegt.

Beispiel:

NOT_READY_TO_SWITCH_ON						Der Servoregler führt einen Selbsttest durch.
4	Enable Operation	1	1	1	1	Regelung gemäß eingestellter Betriebsart

2 Schnellstart

Dieses Kapitel beschreibt, wie die Servoregler ARS 2000 FS oder BL 4000-C mit einer handelsüblichen CANopen- bzw. Ethercat-Steuerung verbunden und in Betrieb genommen werden, um eine schnelle Einrichtung zum Starten der Anwendungs-Entwicklung zu erhalten. Je nachdem, welche Feldbus-Schnittstelle verwendet wird, kann das jeweils andere Kapitel übersprungen werden.

Im Kapitel 3 *Parametrierung* auf Seite 40 werden dann alle verfügbaren Parameter beschrieben, die in der Regel sowohl unter CANopen als auch unter EtherCAT gleichermaßen nutzbar sind, um den Servoregler an die jeweilige Applikation anzupassen. Dieses Kapitel richtet sich an Anwender, die bereits eine Industriesteuerung besitzen.

2.1 CANopen

CANopen ist ein von der Vereinigung "CAN in Automation" gepflegter Standard, der die Verwendung von CAN in der Automatisierungstechnik herstellerunabhängig definiert. Die CANopen-Schnittstelle in den Servoreglern ARS 2000 FS und BL 4000-C ist gemäß CiA 301 (Übertragungsschicht) und CiA 402 (Antriebsreglerprofil) ausgeführt.

2.1.1 Grundlagen

Das Feldbusprotokoll CANopen legt fest, wie in der industriellen Automatisierung Daten über den CAN-Feldbus ausgetauscht werden.

Im Allgemeinen gibt es zwei Arten von Nachrichten (Kommunikationsobjekte), die zwischen dem Master (z.B. CoDeSys-Steuerung) und dem Slave ausgetauscht werden.

- **SDO (Servicedatenobjekte)**
  Diese Art von Nachrichten wird für die azyklische Kommunikation zwischen Master und Slave verwendet, z.B. während der Initialisierungsphase der Anwendung oder in einer sehr einfachen Anwendung, bei der kein zyklischer Datenaustausch erforderlich ist.

- **PDO (Prozessdatenobjekte)**
  Diese Art von Nachrichten wird zyklisch/automatisch zwischen Master und Slave ausgetauscht, um Prozessdaten zu übertragen. Prozessdaten sind alle Daten, die von Master oder Slave benötigt werden, um die Anwendung auszuführen.
  In unserem Beispiel enthalten diese Prozessdaten z.B. Positionssoll-/Istwerte, Steuer- und Statusworte und andere wichtige Informationen, um den Servoregler als SoftMotion-Achse nutzen zu können.

Es gibt weitere Nachrichtentypen, wie Emergency Messages, Heartbeat Messages oder Node Guarding Messages, die ebenfalls zwischen Master und Slave ausgetauscht werden, aber nur bei einem speziellen Ereignis oder in speziellen Anwendungen. Beispielsweise wird vom Slave eine Emergency Message an den Master gesendet, wenn ein schwerer Fehler im Servoantrieb aufgetreten ist. Eine detaillierte Beschreibung dieser Nachrichtentypen finden Sie in Kapitel 6 *Detaillierte Beschreibung des CANopen-Protokolls* auf Seite 172.

2.1.2 Verkabelung und Steckerbelegung

Das CAN-Interface ist in den Servoreglern ARS 2000 FS und BL 4000-C integriert und somit immer verfügbar. Der CAN-Bus-Anschluss ist normgemäß als 9-poliger DSUB-Stecker (reglerseitig) ausgeführt.

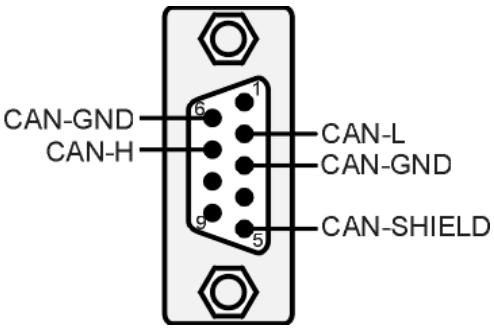


Abbildung 1: CAN-Steckverbinder

HINWEIS **CAN-Bus-Verkabelung**

Bei der Verkabelung der Servoregler über den CAN-Bus sollten sie unbedingt die nachfolgenden Informationen und Hinweise beachten, um ein stabiles, störungsfreies System zu erhalten.

Bei einer nicht sachgemäßen Verkabelung können während des Betriebs Störungen auf dem CAN-Bus auftreten, die dazu führen, dass der Servoregler aus Sicherheitsgründen mit einem Fehler abschaltet.

HINWEIS **120Ω Abschlusswiderstand**

In den Servoreglern BL 4000-C ist kein Abschlusswiderstand integriert.

In den Servoreglern ARS 2000 FS ist ein Abschlusswiderstand über den DIP-Schalter CAN TERM zuschaltbar.

2.1.3 Verkabelungs-Hinweise

Der CAN-Bus bietet eine einfache und störungssichere Möglichkeit alle Komponenten einer Anlage miteinander zu vernetzen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass alle nachfolgenden Hinweise für die Verkablung beachtet werden.

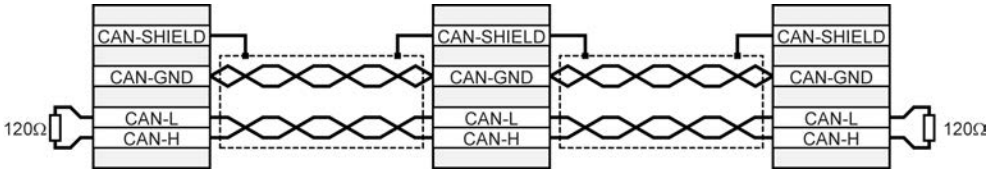


Abbildung 2: Verkabelungsbeispiel

Die einzelnen Knoten des Netzwerkes werden grundsätzlich linienförmig miteinander verbunden, so dass das CAN-Kabel von Servoregler zu Servoregler durchgeschleift wird.

An beiden Enden des CAN-Kabels muss jeweils genau ein Abschlusswiderstand von 120Ω +/- 5% vorhanden sein. Häufig ist in CAN-Karten oder in einer SPS bereits ein solcher Abschlusswiderstand eingebaut, der entsprechend berücksichtigt werden muss.

Für die Verkabelung muss **geschirmtes** Kabel mit genau zwei **verdrillten** Adernpaaren verwendet werden.

- Ein verdrilltes Aderpaar wird für den Anschluss von CAN-H und CAN-L verwendet.
- Die Adern des anderen Paares werden **gemeinsam** für CAN-GND verwendet.
- Der Schirm des Kabels wird bei allen Knoten an die CAN-Shield-Anschlüsse geführt.

Von der Verwendung von Zwischensteckern bei der CAN-Bus-Verkabelung wird abgeraten. Sollte dies dennoch notwendig sein, ist zu beachten, dass metallische Steckergehäuse verwendet werden, um den Kabelschirm zu verbinden.

Um die Störeinkopplung so gering wie möglich zu halten, sollten grundsätzlich

- Motorkabel nicht parallel zu Signalleitungen verlegt werden.
- Motorkabel gemäß der Spezifikation von Metronix ausgeführt sein.
- Motorkabel ordnungsgemäß geschirmt und geerdet sein.

› Technische Daten CAN-Kabel:

- 2 Paare à 2 verdrillten Adern, d ≥ 0,22 mm^2, geschirmt
- Schleifenwiderstand < 0,2 Ω/m
- Wellenwiderstand 100-120 Ω

2.1.4 Status LEDs

› BL 4000-C

Zur einfachen Anzeige des CAN-Bus-Status ist der Servoregler mit zwei Feldbusstatus-LEDs ausgestattet:

Die LEDs zeigen die folgenden Zustände an:

Name	Farbe	Beschreibung
RUN/SF/MS	Grün	Diese LED zeigt eine laufende Kommunikation zwischen dem Master und dem Servoregler an. Sie wird ausgelöst, wenn eine Nachricht vom Master empfangen wurde. Wenn diese LED ständig AUS ist, wird keine Kommunikation mit dem Servoregler durchgeführt.
ERR/BF/NS	Rot	Diese LED zeigt den Feldbusfehler bezogen auf den CAN-Feldbus an. Die LED blinkt, wenn ein CAN-bezogener Feldbusfehler auftritt und noch nicht quittiert wurde.

Im Normalbetrieb leuchtet die RUN-LED, da die Kommunikation mit dem Servoregler erfolgt und die ERR-LED ausgeschaltet ist.

Wenn die ERR-LED blinkt, ist einer der folgenden CAN-Feldbusfehler aufgetreten:

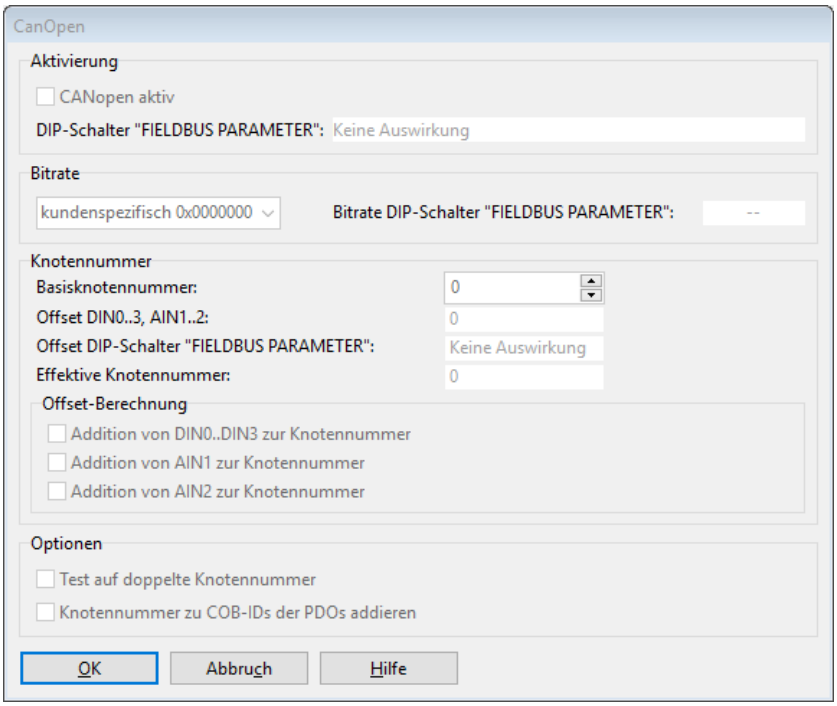
Gruppe 12: CAN-Kommunikation		
12-1	CAN: Kommunikationsfehler, Bus AUS	Verkabelung überprüfen: Kabelspezifikation eingehalten, Kabelbruch, maximale Kabellänge überschritten, Abschlusswiderstände korrekt, Kabelschirm geerdet, alle Signale aufgelegt?
12-2	CAN: Kommunikationsfehler beim Senden	
12-3	CAN: Kommunikationsfehler beim Empfangen	
12-4	CAN: Node Guarding	Die Steuerung ist ausgefallen oder die Zykluszeit der Remoteframes von Servoregler und Steuerung stimmen nicht überein.
12-5	CAN: RPDO zu kurz	Ein empfangenes RPDO enthält weniger Bytes als im Servoregler parametriert.
12-9	CAN: Protokollfehler	Bitte Kontakt zum Technischen Support aufnehmen.

› ARS 2000 FS

Die LED CAN-ON blinkt kurz auf, wenn der Servoregler ein Telegramm empfangen hat.

2.1.5 CANopen aktivieren

Die CANopen-Feldbuskommunikation muss einmalig über das CANopen-Fenster des Metronix ServoCommander® aktiviert werden (Parameter / Feldbus / CANopen / Betriebsparameter). Je nach Gerätefamilie sind möglicherweise nicht alle Optionen verfügbar, so dass das Aussehen des Fensters unterschiedlich sein kann.



Es müssen insgesamt 3 verschiedene Parameter eingestellt werden:

Parameter	Beschreibung
Bitrate	Dieser Parameter bestimmt die auf dem CAN-Bus verwendete Bitrate in kBit/s. Sie muss mit der Bitrate in der Steuerung übereinstimmen. Beachten Sie, dass bei hohen Bitraten die maximal zulässige Kabellänge reduziert ist.
Knotennummer	Zur eindeutigen Identifizierung im Netzwerk muss jedem Teilnehmer eine Knotennummer zugeteilt werden, die nur einmal im Netzwerk vorkommen darf. Über diese Knotennummer wird das Gerät adressiert. Als zusätzliche Option besteht die Möglichkeit, die Knotennummer des Servoreglers von der äußeren Beschaltung abhängig zu machen. Zur Basis-Knotennummer wird einmalig nach dem Reset die Eingangskombination der digitalen Eingänge DIN0...DIN3 addiert. Beim ARS 2000 FS können auch die analogen Eingänge mit einer Wertigkeit von 32 bzw. 64 hinzuaddiert werden, wenn der jeweilige Eingang auf Vref = 10V gebrückt ist.

Parameter	Beschreibung
Optionen	**Test auf doppelte Knotennummer (Nur ARS 2000 FS):** Alle in einem CANopen-Netzwerk vorhandenen Geräte senden eine Einschaltmeldung (Bootup-Message) über den Bus, die die Knotennummer des Senders enthält. Empfängt der Servoregler eine solche Einschaltmeldung, die seiner eigenen Knotennummer entspricht, wird der Fehler 12-0 ausgelöst. **Knotennummer zu COB-IDs der PDOs addieren:** Durch Setzen dieser Option, müssen die COB-IDs der PDOs nicht manuell an die Knotennummer angepasst werden (siehe Kapitel 6.3.2 *Objekte zur PDO-Parametrierung* auf Seite 181).

Abschließend kann das CANopen-Protokoll aktiviert werden. Die oben genannten Parameter können nur bei deaktiviertem Protokoll geändert werden.

HINWEIS **DIP-Schalter beim ARS 2000 FS**

Beim Servoregler ARS 2000 FS lassen sich Feldbus-Einstellungen auch über die DIP-Schalter der einsteckbaren Sicherheitsmodule einstellen. Die möglichen Optionen sind im Produkthandbuch ARS 2000 FS aufgeführt.

HINWEIS **Parametrierung der CANopen-Funktionalität**

Beachten Sie, dass die Parametrierung der CANopen-Funktionalität nach einem Reset nur erhalten bleibt, wenn der Parametersatz des Servoreglers gesichert wurde.

HINWEIS **Identische Knotennummern**

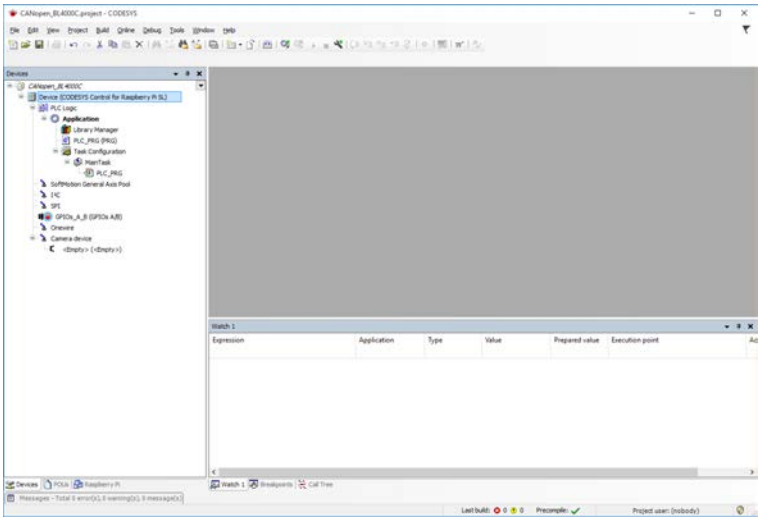
Es ist nicht erlaubt, mehrere Servoregler am CANopen-Feldbus mit derselben Knotennummer zu betreiben. Stellen Sie daher sicher, dass jeder Servoregler am CANopen-Feldbus eine eindeutige Knotennummer hat, bevor Sie die Kommunikation aktivieren.

2.1.6 Integration des Servoreglers in ein Masterprojekt

Als Beispiel wird in diesem Kapitel gezeigt, wie man die Servoregler BL 4000-C oder ARS 2000 FS in ein CoDeSys V3.5 Projekt integriert und als SoftMotion Antrieb betreibt.

Als Voraussetzung müssen Sie die CANopen EDS-Datei (Electronic Data Sheet) für den entsprechenden Servoregler von der Metronix Website (https://www.metronix.de) herunterladen. Diese Datei enthält eine vollständige Beschreibung der Antriebsmerkmale und des Objektverzeichnisses und wird vom CoDeSys (oder einem anderen CANopen-Master) zur automatischen Konfiguration des Servoreglers verwendet. Das folgende Beispiel zeigt die Installation eines BL 4104-C.

Starten Sie CoDeSys, verbinden Sie sich mit Ihrem CANopen-Master und erstellen Sie ein leeres Projekt.



EDS-Datei in das CoDeSys-Geräteverzeichnis installieren

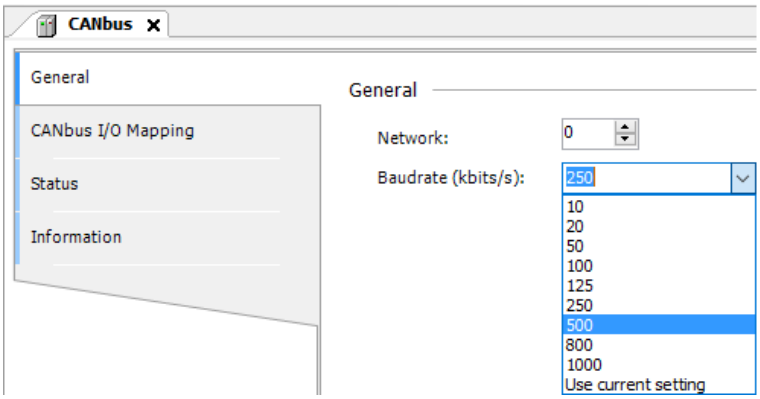
- Rufen Sie das CoDeSys-Geräteverzeichnis auf.
  Pfad: Tools / Device Repository
- Klicken Sie die Schaltfläche Installieren
- Wählen Sie die heruntergeladene EDS-Datei von Ihrem Speicherort aus.
- Bestätigen Sie durch Klick auf die Schaltfläche Öffnen.

Nun ist der CoDeSys-Software der Servoregler BL 4000-C oder ARS 2000 FS bekannt und kann verwendet werden.

› CANopen-Master hinzufügen

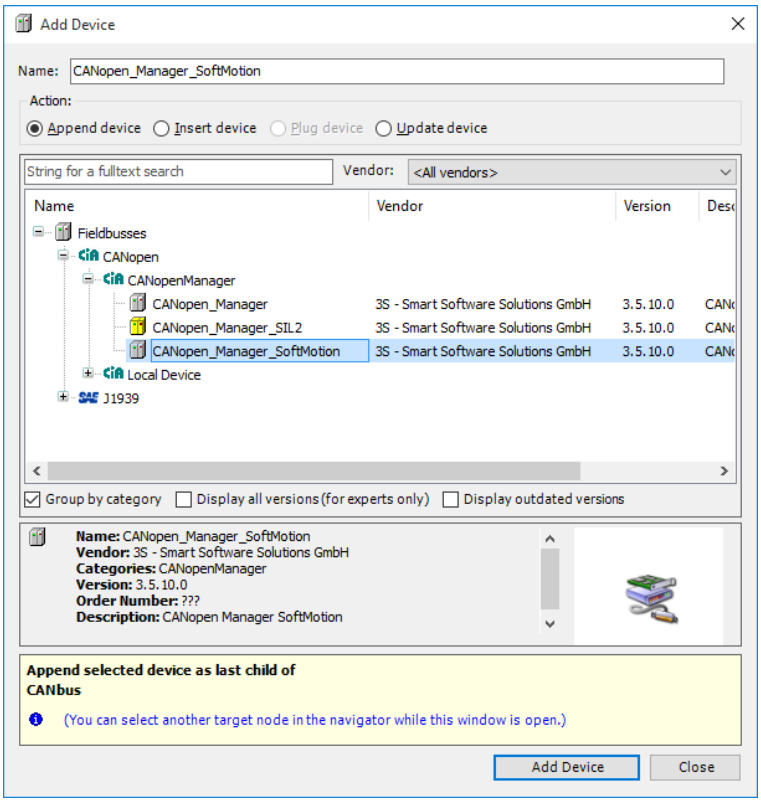
Als nächstes muss ein CANopen-Master hinzugefügt werden. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf das Master-Gerät und wählen Sie Add Device.

Der CAN-Master muss auf die gleiche Bitrate konfiguriert werden, die für den Servoregler über den Metronix ServoCommander® ausgewählt wurde.



Um den Servoregler mit dem CAN-Master verbinden zu können, muss ein zusätzlicher CANopen SoftMotion Manager an den CAN-Master angehängt werden.

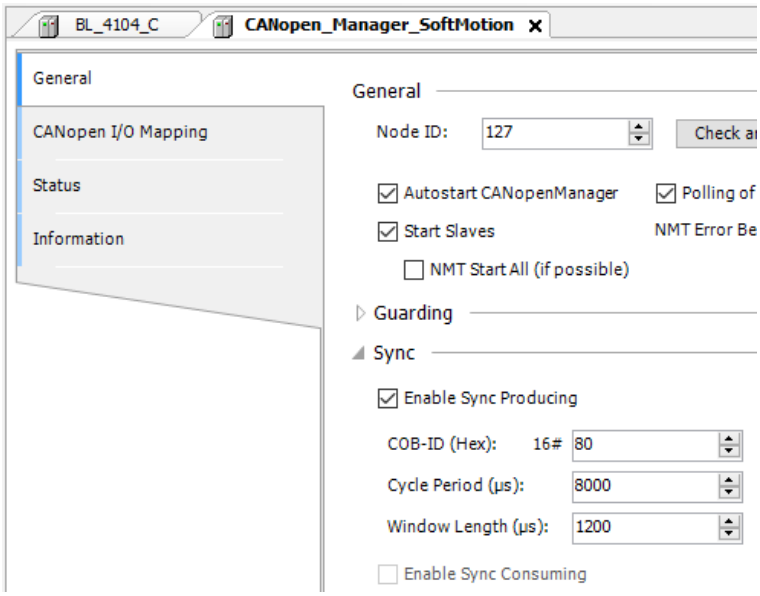
Dazu klicken Sie erneut mit der rechten Maustaste auf den CAN-Master und wählen Add Device aus.



Zykluszeit einstellen

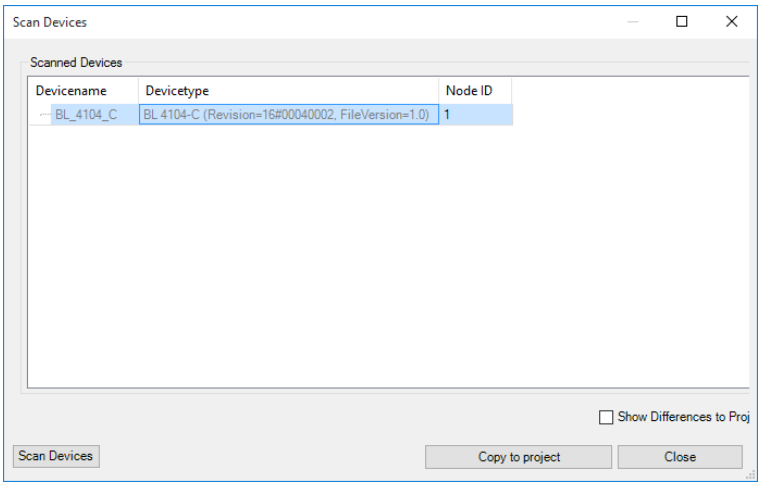
Der SoftMotion Manager läuft mit einer bestimmten Zykluszeit. Da in unserer Anwendung der zyklische PDO-Datenaustausch verwendet wird, synchronisiert der Master den Servoregler auf diese Zykluszeit. Dazu muss die Zykluszeit des Masters (Cycle Period) mit der im Servoregler konfigurierten Zykluszeit übereinstimmen.

Im Metronix ServoCommander® finden Sie den Dialog zur Konfiguration der Zykluszeit im Menü Parameter\Reglerparameter\Zykluszeiten. Nähere Informationen zum Einstellen der Zykluszeiten finden Sie im Abschnitt *Zykluszeiten der Regelkreise* im Produkthandbuch BL 4000-C oder im Produkthandbuch ARS 2000 FS.



Geräte dem Projekt hinzufügen

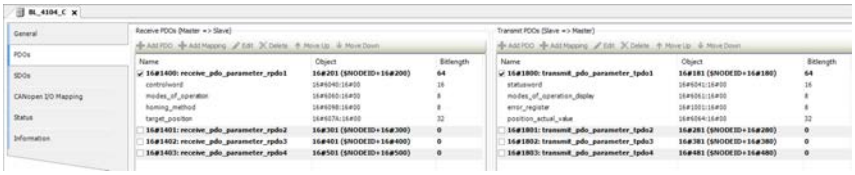
Die Generierung von Synchronisationstelegrammen muss abschließend im SoftMotion Manager aktiviert werden (Enable Sync Producing). Melden Sie sich durch Klicken auf die Schaltfläche Online Config Mode beim Master an. Suchen Sie nach Servoreglern am CANopen-Feldbus, indem Sie mit der rechten Maustaste auf den CANopen SoftMotion Manager klicken und Nach Geräten suchen wählen.



Alle am Feldbus angeschlossenen Servoregler werden erkannt und können durch Anklicken der Schaltfläche Copy To Project dem Projekt hinzugefügt werden. Dadurch werden die ausgewählten Servoregler als mit dem SoftMotion Manager verbundene Geräte dargestellt.

› PDO-Konfiguration einstellen

Sobald der Servoregler gefunden wurde, müssen die zyklischen Daten angegeben werden, die zwischen Servoregler und Master ausgetauscht werden sollen. Dies wird als PDO-Konfiguration bezeichnet und ist auf der Registerkarte BL 4104-C bzw. ARS 2000 FS zu finden.



Das standardmäßige PDO-Mapping verwendet nur die PDOs 1400_h (TPDO0-Master►Slave) und 1800_h (RPDO0-Master◄Slave).

Diese PDOs enthalten die folgenden Parameter, um den Servoregler als SoftMotion-Achse zu betreiben:

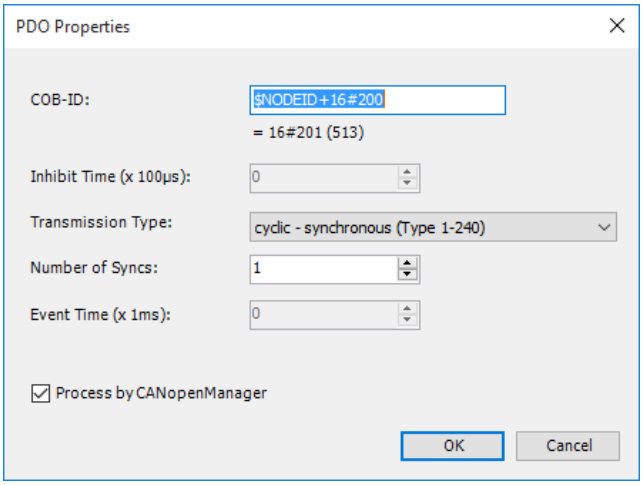
TPDO 0

Name	ID	Beschreibung	Siehe
controlword	6040_h	Steuerwort zum Aktivieren / Deaktivieren des Servoreglers	Seite 112
modes_of_operation	6060_h	Konfiguration des Betriebsmodus des Antriebs	Seite 133
homing_method	6098_h	Konfigurieren der zu verwendenden Referenzfahrtmethode	Seite 135
target_position	$607A_h$	Neue Positions-Sollwerte	Seite 158

RPDO 0

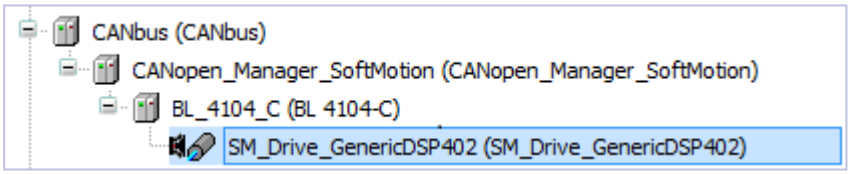
Name	ID	Beschreibung	Seite
statusword	6041_h	Aktueller Status des Antriebs	Seite 112
modes_of_operation_display	6061_h	Aktuelle Betriebsart des Antriebs	Seite 133
error_register	1001_h	Aktueller Fehlercodes des Antriebs	Seite 187
position_actual_value	6064_h	Positions-Istwert	Seite 73

Beide PDOs müssen auf "Zyklisches Senden bei 1 Sync" eingestellt sein. Dies geschieht durch die Bearbeitung des PDOs selbst.



Nach erfolgter PDO-Konfiguration kann dem Servoregler eine SoftMotion-Achse hinzugefügt werden.

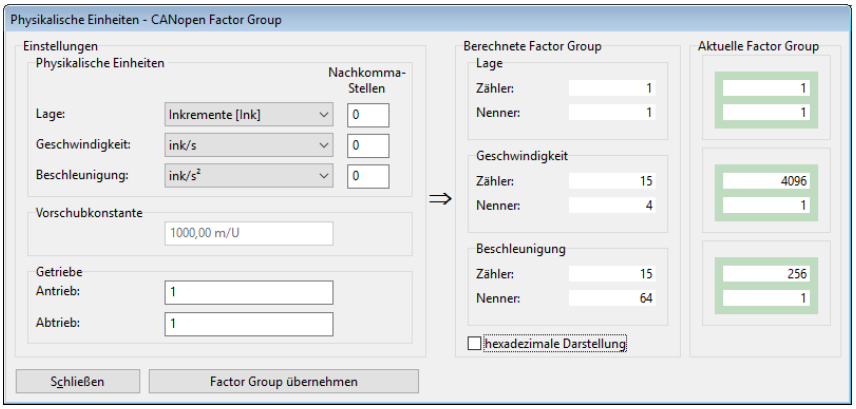
Wählen Sie dazu im SoftMotion Manager den Servoregler aus. Durch Rechtsklick auf den Listeneintrag ("BL _4104_C") öffnet sich ein Kontextmenü. Klicken Sie hier auf den Menüpunkt Add SoftMotion CiA402 Axis.



Skalierung anpassen

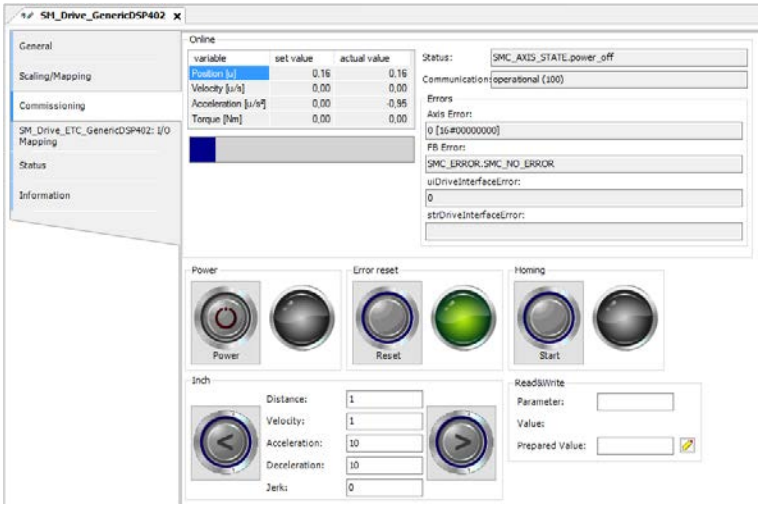
Damit die Einheiten der zyklisch ausgetauschten Werte (z.B. für Position und Drehzahl) zwischen Master und Servoregler passen, muss die Skalierung im Servoregler mit der Skalierung im Master übereinstimmen.

Unter Parameter/Feldbus/CANopen/Anzeigeeinheiten sollte daher folgende Skalierung eingestellt werden:



Mit dieser Skalierung sind maximal +-32768 Umdrehungen mit 16 Bit Auflösung auf dem Bus darstellbar. Falls dies nicht ausreicht, kann die Skalierung der auf dem Bus übertragenen Sollwerte angepasst werden. Dies ist im Abschnitt 3.3 *Umrechnungsfaktoren (Factor Group)* auf Seite 47 beschrieben.

Bei korrekter Konfiguration der Skalierung sollten die Positionsistwerte nun im Fenster Inbetriebnahme der CoDeSys SoftMotion-Achse sichtbar sein:



Die Achse kann jetzt aus der Registerkarte Inbetriebnahme zum Testen verschoben werden. Zusätzlich ist die Achse nun bereit für die Implementierung in das SPS-Projekt. Eine detaillierte Beschreibung aller Parameter des Servoreglers und der implementierten Betriebsarten findet sich ab Abschnitt 3 *Parametrierung* auf Seite 40.

2.2 EtherCAT

EtherCAT ist ein von der Firma Beckhoff Automation entwickeltes Echtzeit-Ethernet. Um einen einfachen Umstieg von CAN auf EtherCAT zu ermöglichen, wurde das *CAN application protocol over EtherCAT* (CoE) definiert. Dadurch kann das Antriebsreglerprofil CiA 402 über EtherCAT verwendet werden.

2.2.1 Grundlagen

CoE basiert auf dem Feldbusprotokoll CANopen und verwendet daher das gleiche Objektverzeichnis und die gleichen Nachrichtentypen:

- **SDO (Servicedatenobjekte)**
  Diese Art von Nachrichten wird für die azyklische Kommunikation zwischen Master und Slave verwendet, z.B. während der Initialisierungsphase der Anwendung oder in einer sehr einfachen Anwendung, bei der kein zyklischer Datenaustausch erforderlich ist.

- **PDO (Prozessdatenobjekte)**
  Diese Art von Nachrichten wird zyklisch/automatisch zwischen Master und Slave ausgetauscht, um Prozessdaten auszutauschen. Prozessdaten sind alle Daten, die von Master oder Slave benötigt werden, um die Anwendung auszuführen.
  In unserem Beispiel enthalten diese Prozessdaten z.B. Positionssoll-/Istwerte, Steuer- und Statusworte und andere wichtige Informationen, um den Servoregler als SoftMotion-Achse nutzen zu können.

Zusätzlich ist der Nachrichtentyp Emergency Message verfügbar. Diese Nachricht wird vom Slave an den Master gesendet, wenn ein schwerer Fehler im Servoantrieb aufgetreten ist.

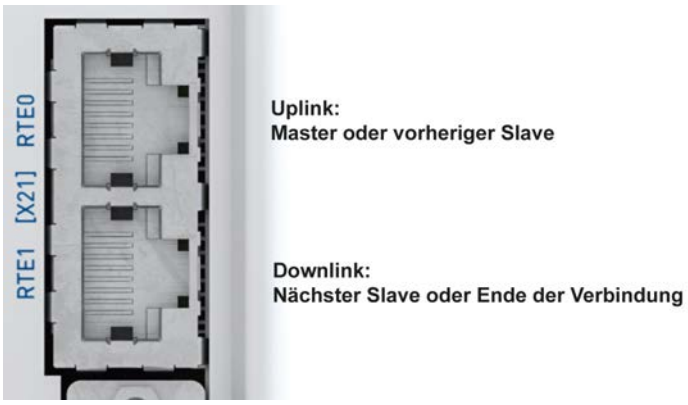
Andere Nachrichtentypen, wie z.B. Sync-Nachrichten, werden von EtherCAT CoE nicht unterstützt, da es andere Mechanismen gibt, um mehrere Slaves am Feldbus auf eine gemeinsame Uhr zu synchronisieren. Die wichtigsten sind Distributed Clocks (DC), die von der Gerätefamilie BL 4000-C vollständig unterstützt werden.

Die Synchronisation ist beispielsweise für Bewegungsanwendungen wichtig, bei denen mehrere Antriebe interpolierte Bewegungen ausführen sollen.

2.2.2 Verkabelung und Steckerbelegung

Die EtherCAT-Schnittstelle ist bei den Servoreglern ARS 2000 FS als steckbares Technologiemodul ausgeführt, wohingegen sie in den Servoreglern BL 4000-C bereits integriert ist.

Gemäß der EtherCAT-Spezifikation sind zwei RJ45-Stecker als RTE0 und RTE1 vorhanden [X21]. Einer für Uplink (Verbindung vom vorherigen Antrieb) und einer als Downlink (Verbindung zum nächsten Servoregler in der Leitung).

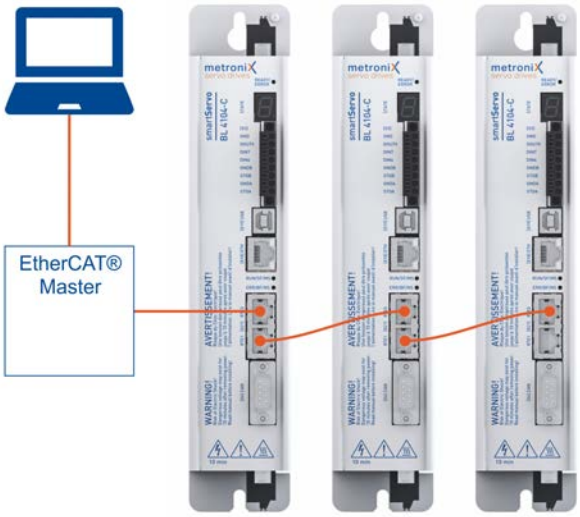


Die beiden Anschlüsse RTE0 und RTE1 sind RJ 45-Buchsen, Cat. 6

Pin	Bezeichnung	Beschreibung
1	RX-	Empfängersignal -
2	RX+	Empfängersignal +
3	TX-	Sendesignal -
4	-	-
5	-	-
6	TX+	Sendesignal +
7	-	-
8	-	-

2.2.3 Verkabelungs-Hinweise

Für die Verkabelung werden beim EtherCAT-Bus geschirmte Twisted Pair Ethernet-Kabel, welche STP, Cat.5 erfüllen, verwendet. Alle Knoten eines Netzwerks werden linienförmig miteinander verbunden.



2.2.4 Status LEDs

Zur einfachen Anzeige des EtherCAT-Bus-Status ist die Servoreglerfamilie BL 4000-C mit zwei Feldbusstatus-LEDs ausgestattet. Das Verhalten der LEDs ist durch die EtherCAT User Group (ETG) vordefiniert.

Die grüne RUN-LED zeigt den aktuellen EtherCAT® CoE-Zustand an:

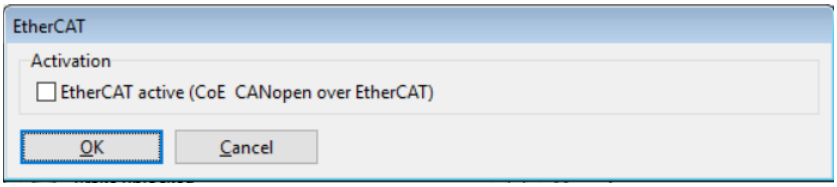
Blinkcode	Status der State Machine
LED ist aus	Noch keine Kommunikation.
LED blinkt	**Vorbereitende Maßnahmen (PreOp)** Der Master richtet den Slave für die zyklische Kommunikation ein. Es ist nur asynchrone Kommunikation über SDOs aktiv.
LED blinkt einmal auf	**Sicherer Betrieb (SafeOp)** Die zyklische Kommunikation über PDOs läuft. Der Slave ignoriert die Sollwertdaten, sendet aber Istwerte an den Master.
LED leuchtet	**Betriebsbereit (OP)** Der Slave übernimmt Sollwerte vom Master und folgt diesen.

Die rote ERR-LED zeigt die möglichen Feldbusfehler an:

Blinkcode	Status der State Machine
LED ist aus	Keine Fehler.
LED blinkt zweimal auf	**Zyklischer Prozessdaten-Watchdog-Fehler** Die Feldbuskommunikation ist unterbrochen. Der Slave hat vom Master keine Sollwerte empfangen.

2.2.5 EtherCAT aktivieren

Die EtherCAT-Feldbuskommunikation muss einmalig über das EtherCAT-Fenster des Metronix ServoCommander® aktiviert werden (Parameter / Feldbus / EtherCAT / Betriebsparameter).



HINWEIS **Servoregler blockiert die Kommunikation zu nachfolgenden Slaves**

Beachten Sie, dass ein Servoregler mit deaktivierter Ethercat-Schnittstelle die Kommunikation zu allen nachfolgenden Slaves am Feldbus blockiert. Daher sollte ein deaktivierter Servoregler von der Feldbusleitung abgeklemmt werden.

2.2.6 Integration des Servoreglers in ein Masterprojekt

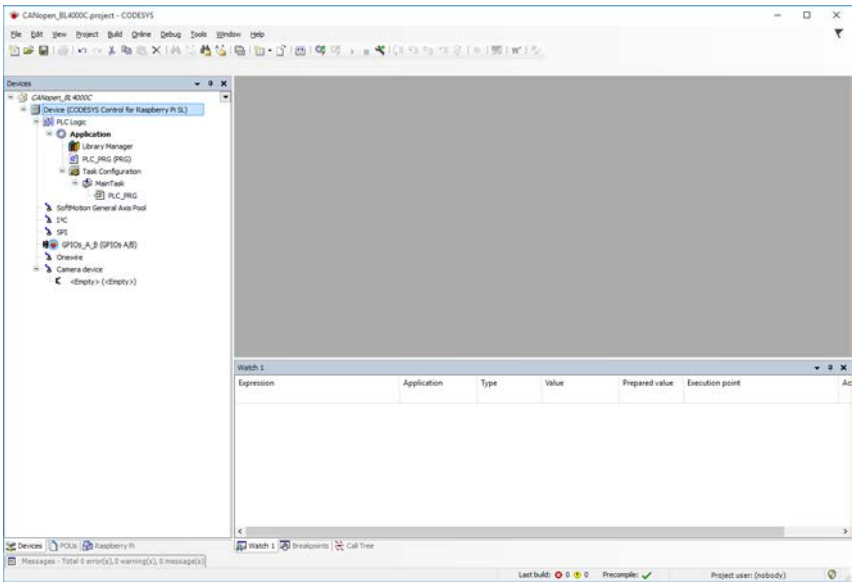
Als Beispiel soll der Servoregler BL 4000-C als SoftMotion-Achse in ein PLC-Projekt auf Basis von CoDeSys V3.5 und Beckhoff TwinCAT eingefügt werden. Die Integration eines Servoreglers ARS 2000 FS erfolgt in gleicher Weise.

Integration in das CoDeSys V3.5 Projekt

Als Voraussetzung müssen Sie die EtherCAT-ESI-Datei für den entsprechenden Servoregler von der Metronix-Website (https://www.metronix.de) herunterladen. Diese Datei enthält eine vollständige Beschreibung der Antriebsmerkmale und des Objektverzeichnisses und wird vom CoDeSys (oder einem anderen EtherCAT-Master) zur automatischen Konfiguration des Servoantriebs verwendet.

Im Gegensatz zur CANopen EDS-Datei beinhaltet diese Datei nicht nur das Objektverzeichnis, sondern auch die komplette Konfiguration des Servoreglers, einschließlich der Auswahl von zyklisch ausgetauschten Soll- und Istwerten über PDOs, der Konfiguration der Feldbuszykluszeit und aller notwendigen Initalisierungsbefehle, die beim Hochfahren des Feldbusses an den Servoregler gesendet werden sollen.

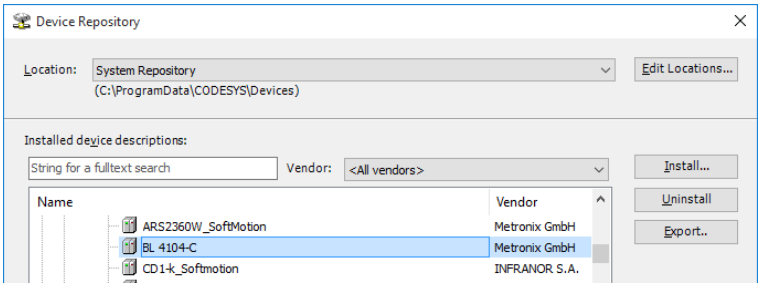
- Nach dem Herunterladen der ESI-XML-Datei verbinden Sie den Servoregler über ein Ethernet-Kabel mit dem CoDeSys-Master.
- Starten Sie anschließend CoDeSys, verbinden Sie sich mit Ihrem EtherCAT-Master und erstellen Sie ein leeres Projekt.



ESI XML-Datei in das CoDeSys-Geräteverzeichnis installieren

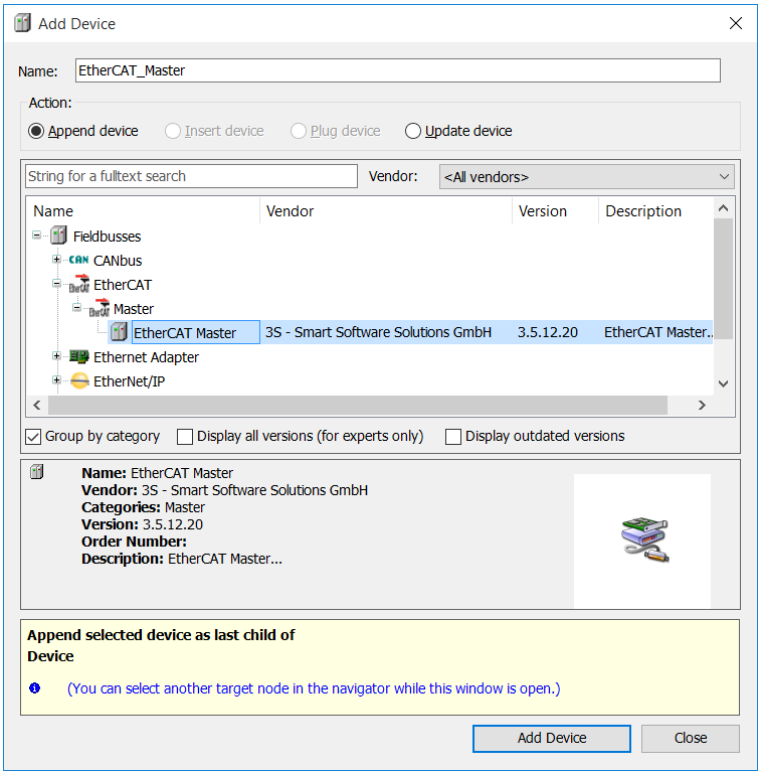
- Rufen Sie das CoDeSys-Geräteverzeichnis auf.
  Pfad: Tools / Device Repository
- Klicken Sie die Schaltfläche Installieren.
- Wählen Sie die heruntergeladene EDS-Datei von Ihrem Speicherort aus.
- Bestätigen Sie durch Klick auf die Schaltfläche Öffnen.

Nun ist der CoDeSys-Software der Servoregler BL 4000-C bekannt und kann verwendet werden.



EtherCAT-Master hinzufügen

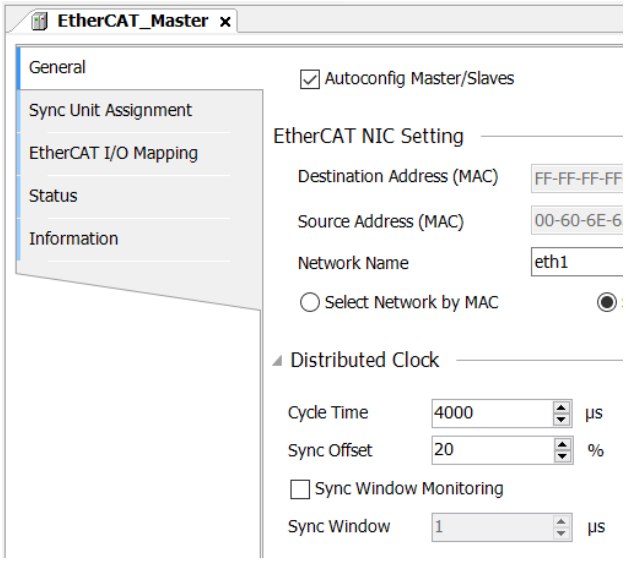
Als nächstes muss ein EtherCAT-Master hinzugefügt werden. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf das Master-Gerät und wählen Sie Add Device.



Zykluszeit einstellen

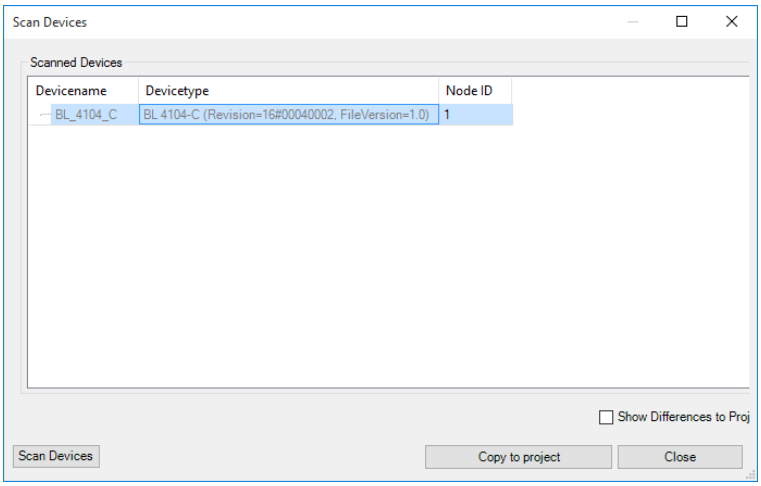
Der EtherCAT-Master tauscht mit einer bestimmten Zykluszeit PDOs mit dem Servoregler aus. Dazu wird der Servoregler vom Master auf diese Zykluszeit synchronisiert. Die Zykluszeit des Servoreglers muss daher mit der im EtherCAT-Master konfigurierten Zykluszeit (Cycle Time) übereinstimmen und Distributed Clock (DC) muss im Master aktiviert werden.

Im Metronix ServoCommander® finden Sie den Dialog zur Konfiguration der Zykluszeit im Menü Parameter\Reglerparameter\Zykluszeiten. Nähere Informationen zum Einstellen der Zykluszeiten finden Sie im Abschnitt *Zykluszeiten der Regelkreise* im Produkthandbuch BL 4000-C oder im Produkthandbuch ARS 2000 FS.



Geräte dem Projekt hinzufügen

Die Generierung von Synchronisationstelegrammen muss abschließend im SoftMotion Manager aktiviert werden (Enable Sync Producing). Melden Sie sich durch Klicken auf die Schaltfläche Online Config Mode beim Master an. Suchen Sie nach Servoreglern an der EtherCAT-Schnittstelle, indem Sie mit der rechten Maustaste auf den EtherCAT-Master SoftMotion klicken und Nach Geräten suchen wählen.

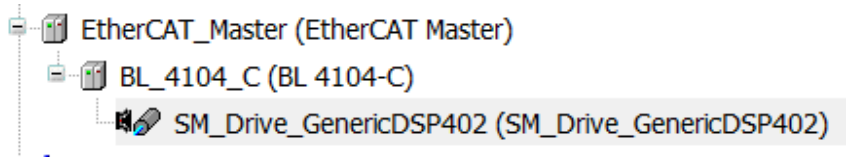


Alle am Feldbus angeschlossenen Servoregler werden erkannt und können durch Anklicken der Schaltfläche Copy To Project dem Projekt hinzugefügt werden. Dadurch werden die ausgewählten Servoregler als mit dem SoftMotion Manager verbundene Geräte dargestellt.

PDO-Konfiguration einstellen

Im Gegensatz zu CANopen erfolgt die komplette PDO-Konfiguration der zyklischen Daten automatisch über die ESI-XML-Datei, so dass nun direkt eine SoftMotion-Achse zum Servoantrieb hinzugefügt werden kann.

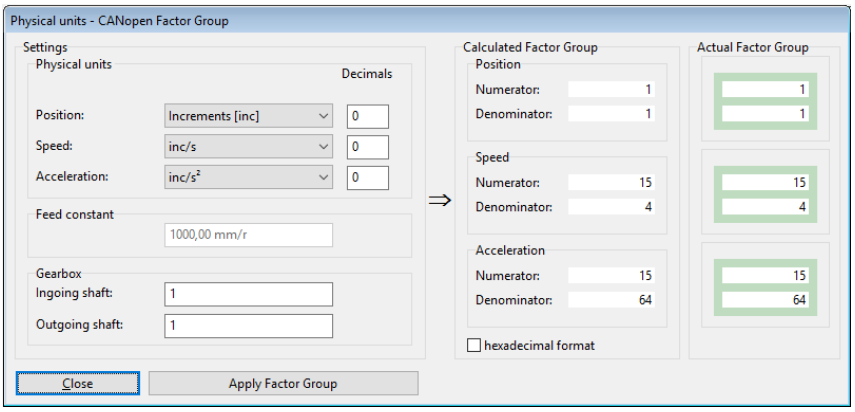
Rechtsklick auf den BL 4104-C, um eine DSP402-kompatible SoftMotion-Achse hinzuzufügen:



Skalierung anpassen

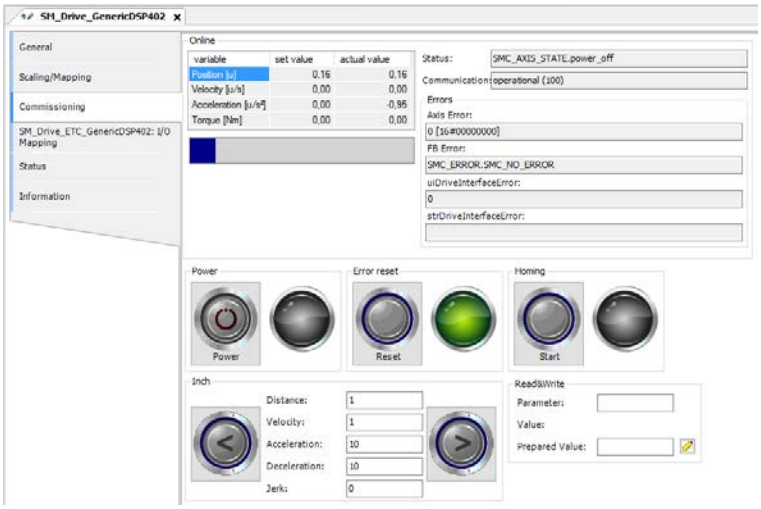
Damit die Einheiten der zyklisch ausgetauschten Werte (z.B. für Position und Drehzahl) zwischen Master und Servoregler passen, muss die Skalierung angepasst werden.

Unter Parameter/Feldbus/EtherCAT/Anzeigeeinheiten sollte daher folgende Skalierung eingestellt werden:



Mit dieser Skalierung sind maximal +-32768 Umdrehungen mit 16 Bit Auflösung auf dem Bus darstellbar. Falls dies nicht ausreicht, kann die Skalierung der auf dem Bus übertragenen Sollwerte angepasst werden. Dies ist im Abschnitt 3.3 *Umrechnungsfaktoren (Factor Group)* auf Seite 47 beschrieben.

Bei korrekter Konfiguration der Skalierung sollten die Positionsistwerte nun im Fenster Inbetriebnahme der CoDeSys SoftMotion-Achse sichtbar sein:



Die Achse kann jetzt aus der Registerkarte Inbetriebnahme zum Testen verschoben werden und ist nun bereit für die Implementierung in das SPS-Projekt.

2.2.7 EoE (Ethernet over EtherCAT®)

Servoregler der Baureihe BL 4000-C unterstützen das Profil EoE (Ethernet over EtherCAT®). Dabei werden normale Ethernet-Pakete vom Ethernet-Master mit über das EtherCAT®-Netzwerk geleitet (getunnelt). Dadurch kann der Metronix ServoCommander® Ethernet-Kommunikation mit den Servoreglern im EtherCAT®-Netzwerk aufbauen, ohne dass eine zusätzliche Verkabelung der LAN-Schnittstellen nötig ist.

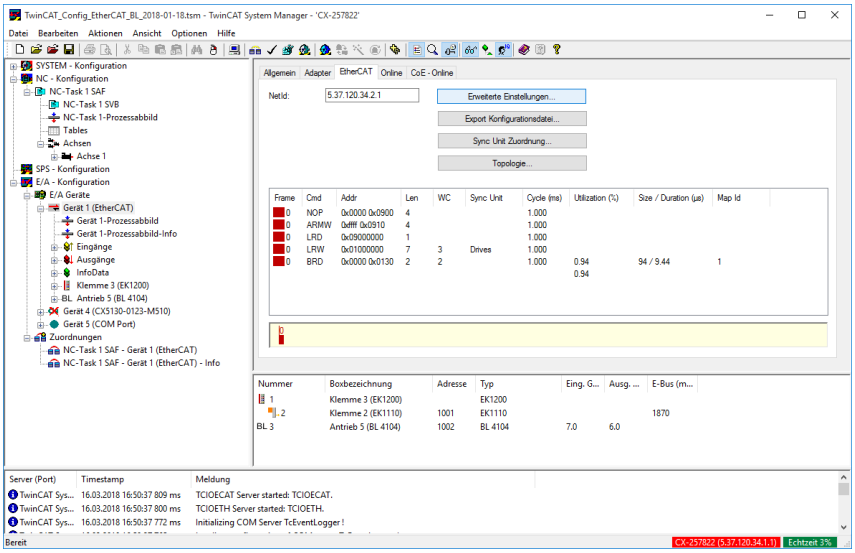
EoE muss im Servoregler nicht gesondert aktiviert, sondern lediglich im EtherCAT®-Master konfiguriert werden.

Für das Profil EoE gibt es zwei verschiedene Anschlussmöglichkeiten. Im ersten Fall wird der Laptop/PC, auf dem der Metronix ServoCommander® läuft, direkt mit der Steuerung verbunden, im zweiten Fall werden beide an einem gemeinsamen LAN betrieben.

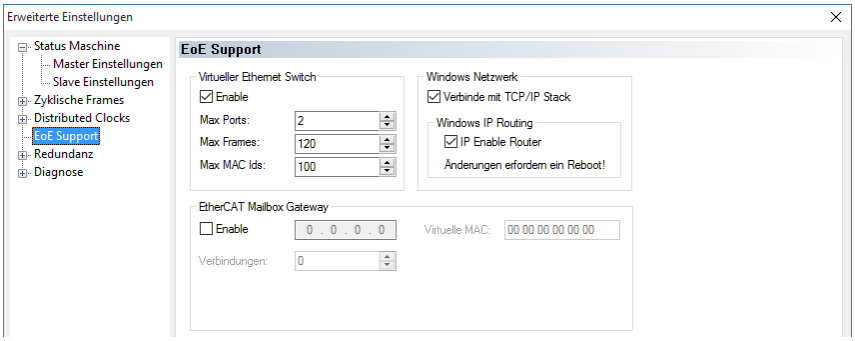
2.2.7.1 EoE im Master aktivieren

Die Aktivierung der EoE-Funktion ist im Folgenden am Beispiel einer Beckhoff Steuerung erläutert. Das Beispiel setzt voraus, dass bereits ein EtherCAT®-Netzwerk vorhanden ist und zyklische Kommunikation zu den Antrieben möglich ist.

Wählen Sie im TwinCAT System Manager Gerät 1 (EtherCAT®) aus und klicken in der Registerkarte EtherCAT auf Erweiterte Einstellungen.

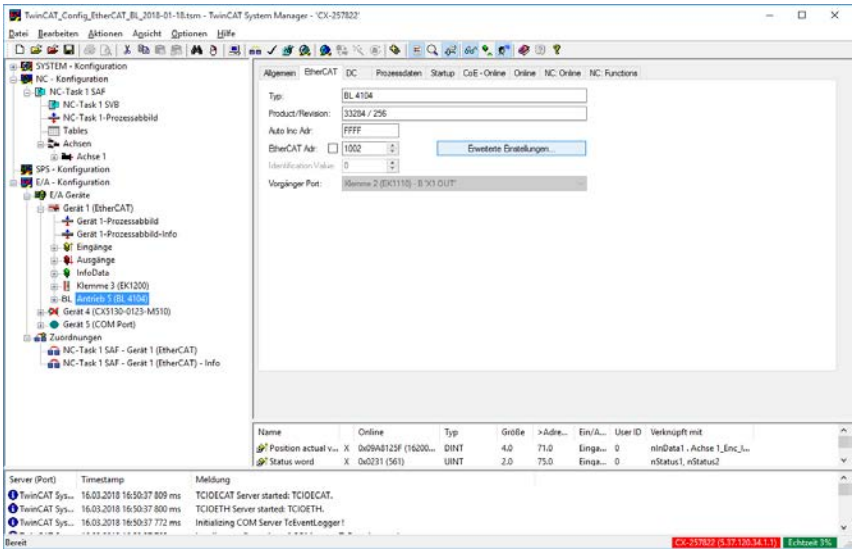


Wählen Sie den Eintrag EoE Support aus und aktivieren Sie Virtueller Ethernet Switch und Verbinde mit TCP/IP Stack. Im Abschnitt Windows IP Routing muss das Feld IP Enable Router ausgewählt sein. Dadurch wird in der Steuerung die Weiterleitung von Standard-Ethernet-Paketen aktiviert.

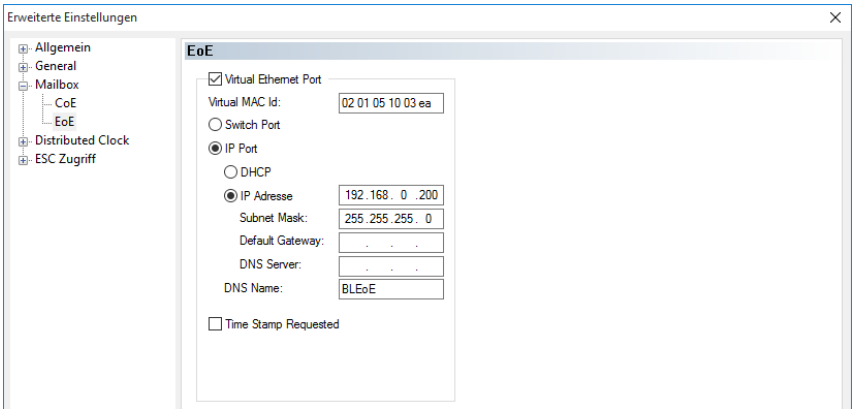


Abschließend muss für jeden Servoregler die EoE-Unterstützung im Servoregler aktiviert werden.

Wählen Sie jeweils den entsprechenden Antrieb aus, in diesem Beispiel Antrieb 5 (BL 4104) und klicken im Reiter EtherCAT auf Erweiterte Einstellungen.



Wählen Sie den Eintrag Mailbox / EoE aus, aktivieren Sie Virtual Ethernet Port und wählen Sie IP Port aus. An dieser Stelle haben Sie die Wahl, ob sie dem Gerät eine feste IP-Adresse zuweisen wollen oder diese dynamisch über DHCP bezogen werden soll. Dies setzt voraus, dass sich im Netzwerk ein entsprechender DHCP-Server befindet.



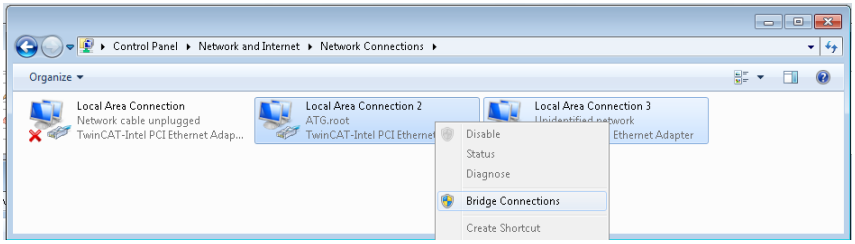
Abschließend muss die neue Konfiguration auf die Steuerung geladen und aktiviert werden. Der Servoregler wird nun in der Gerätesuche des Metronix ServoCommander® genauso angezeigt, als ob der Servoregler direkt über die Ethernet-Parametrierschnittstelle (X18) angeschlossen ist.
Falls dies nicht der Fall ist, muss zusätzlich innerhalb der Beckhoff-Steuerung eine „Bridge“ aktiviert werden. Dies ist im folgenden Kapitel beschrieben.

2.2.7.2 Bridge konfigurieren

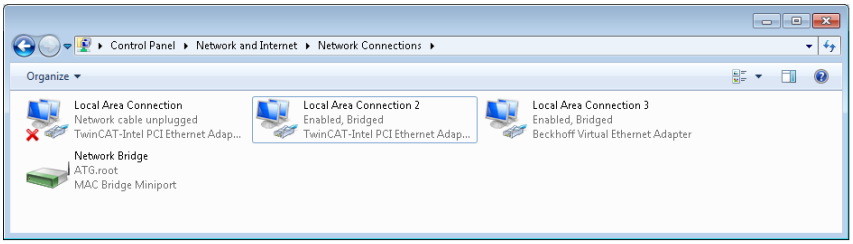
Um diese Einstellung vorzunehmen, müssen Sie sich direkt auf dem Betriebssystem der Beckhoff-Steuerung einloggen.

Wählen Sie in der Systemsteuerung Netzwerk und Internet aus. Markieren sie hier die passenden Ethernet-Verbindungen (in unserem Fall TwinCAT-Intel PCI Ethernet Adapter und Beckhoff Virtual Ethernet Adapter).

Drücken Sie die rechte Maustaste und wählen Sie Bridge Connections aus.



Anschließend wird eine Network Bridge angezeigt.



3 Parametrierung

Bevor der Servoregler die gewünschte Aufgabe (Momentenregelung, Drehzahlregelung, Positionierung) ausführen kann, müssen zahlreiche Parameter des Servoreglers an den verwendeten Motor und die spezifische Applikation angepasst werden. Dies kann entweder über den Metronix ServoCommander® erfolgen oder über CANopen.

Bei der Reihenfolge der Parametrierung kann sich an der Reihenfolge der anschließenden Kapitel orientiert werden. Ist der Servoregler bereits vollständig parametriert, kann direkt mit dem Abschnitt 4 *Gerätesteuerung (Device Control)* auf Seite 112 bzw. Abschnitt 5 *Betriebsarten* auf Seite 133 fortgefahren werden.

HINWEIS **Display des Servoreglers zeigt ein „A“ (Attention) an**

Das Display des Servoreglers zeigt ein „A“ (Attention) an, wenn er noch nicht geeignet parametriert wurde. Soll der Servoregler komplett über CANopen parametriert werden, müssen Sie das Objekt $6510_h\_C0_h$ beschreiben, um diese Anzeige zu unterdrücken. (Siehe Abschnitt 3.17.1.16 *Objekt 6510h_C0h: commissioning_state* auf Seite 109).

Neben den hier ausführlich beschriebenen Parametern sind im Objektverzeichnis des Servoreglers weitere Parameter vorhanden, die gemäß CANopen implementiert werden müssen. Sie enthalten aber in der Regel keine Information, die beim Aufbau einer Applikation mit Metronix Servoreglern sinnvoll verwendet werden kann. Bei Bedarf ist die Spezifikation solcher Objekte in den entsprechenden Standards (siehe Abschnitt 7.1 *CANopen* auf Seite 198) nachzulesen.

Darstellung der Parameter

Alle Parameter des Antriebs werden in einer einheitlichen Darstellungsweise beschrieben. Handelt es sich beim Parameter um einen einfachen Datentyp (VAR), wird dieser folgendermaßen dargestellt:

Index	**Index (hexadezimal)**			
Name	**Name des Parameters**			
Info	Einheit	rw	PDO	Datentyp
Value	Wertebereich		Defaultwert	

Handelt es sich beim Parameter um einen zusammengesetzten Datentyp (ARRAY/RECORD), wird dieser folgendermaßen dargestellt:

Index	**Index (hexadezimal)**			
Name	**Name der Parametergruppe**			
Type	Object Code			Max
Sub-Index	**Subindex (hexadezimal)**			
Name	**Name des Parameters**			
Info	Einheit	rw	~~PDO~~	Datentyp
Value	Wertebereich		Defaultwert	

Die einzelnen Felder haben folgende Bedeutung:

Feld	Bedeutung
Index (hexadezimal)	Der Hauptindex des beschriebenen Parameters.
Subindex (hexadezimal)	Der Subindex des beschriebenen Parameters. Wenn dieser nicht angegeben ist, ist der Subindex Null.
Name der Parametergruppe	Klartext-Name der Parametergruppe.
Name des Parameters	Klartext-Name des Parameters.
Object Code	Angabe, ob es sich um einen einfachen oder zusammengesetzten Datentyp handelt: • VAR: Einfacher Datentyp • ARRAY: Gruppe von Parametern, die alle den identischen Datentyp haben. • RECORD: Gruppe von Parametern, die unterschiedliche Datentypen haben.
Max	Höchster Subindex der Gruppe.
Datentyp	Datentyp des Parameters oder des ARRAYS: Eine Liste der unterstützen Datentypen findet sich im Abschnitt 6.2 *SDO-Zugriff* auf Seite 173.
Einheit	Physikalische Einheit des Parameters.
Zugriff	Angabe ob der Parameter gelesen (ro),geschrieben (wo) oder gelesen und geschrieben (rw) werden darf.
PDO ~~PDO~~	Angabe, ob der Parameter in ein PDO gemappt werden darf.
Wertebereich	Bereich, in dem zulässige Werte für diesen Parameter liegen.
Defaultwert	Wert, der im Auslieferungszustand bzw. nach erfolgreichem Schreiben auf das *Objekt 1011h: restore_default_parameters* wirksam ist.

3.1 Parametersätze laden und speichern

3.1.1 Übersicht

Der Servoregler verfügt über drei Parametersätze:

Aktueller Parametersatz

Dieser Parametersatz befindet sich im flüchtigen Speicher (RAM) des Servoreglers und enthält die Parameter, die aktuell verwendet werden. Er kann mit dem Parametrierprogramm Metronix ServoCommander® oder über den CAN-Bus beliebig gelesen und beschrieben werden. Beim Einschalten des Servoreglers wird der **Applikations-Parametersatz** in den **aktuellen Parametersatz** kopiert.

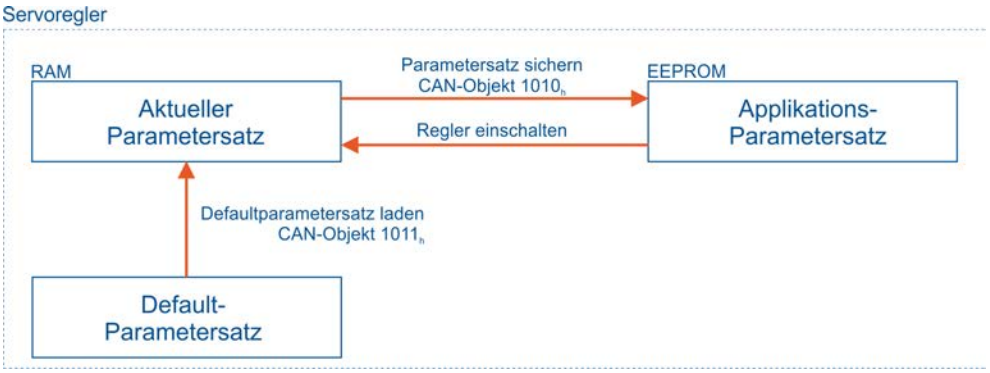
Applikations-Parametersatz

Der **aktuelle Parametersatz** kann in den nichtflüchtigen Flash-Speicher (EEPROM) gesichert werden, damit dieser nach dem nächsten Einschalten wieder zur Verfügung steht. Der Speichervorgang wird mit einem Schreibzugriff auf das CANopen-Objekt $1010_h\_01_h$ (save_all_parameters) ausgelöst.

Default-Parametersatz

Dieses ist der vom Hersteller standardmäßig vorgegebene unveränderliche Parametersatz des Servoreglers. Durch einen Schreibvorgang in das CANopen-Objekt $1011_h\_01_h$ (restore_all_default_parameters) kann der **Default-Parametersatz** in den **aktuellen Parametersatz** kopiert werden. Dieser Kopiervorgang ist nur bei ausgeschalteter Endstufe möglich.

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Parametersätzen.



Es sind zwei unterschiedliche Konzepte zur Parametersatzverwaltung denkbar:

Konzept 1: Der Parametersatz wird mit dem Metronix ServoCommander® erstellt und ebenfalls mit dem Metronix ServoCommander® komplett in die einzelnen Servoregler übertragen. Bei diesem Verfahren müssen nur die ausschließlich via CANopen zugänglichen Objekte über den CAN-Bus eingestellt werden. Nachteilig ist hierbei, dass für jede Inbetriebnahme einer neuen Maschine oder im Falle einer Reparatur (Servoregleraustausch) die Parametriersoftware benötigt wird.

Konzept 2: Diese Variante basiert auf der Tatsache, dass die meisten applikationsspezifischen Parametersätze nur in wenigen Parametern vom **Default-Parametersatz** abweichen. Dadurch ist es möglich, dass der **aktuelle Parametersatz** nach jedem Einschalten der Anlage über den CAN-Bus neu aufgebaut wird. Hierzu wird von der übergeordneten Steuerung zunächst der **Default-Parametersatz** durch Aufruf des CANopen-Objekts $1011_h\_01_h$ (restore_all_default_parameters) geladen. Danach werden nur die abweichenden Objekte übertragen, was aufgrund der geringen Anzahl von Objekten sehr schnell geht. Vorteilhaft ist, dass dieses Verfahren auch bei unparametrierten Servoreglern funktioniert, so dass die Inbetriebnahme von neuen Anlagen oder der Austausch einzelner Servoregler unproblematisch ist und die Parametriersoftware Metronix ServoCommander® hierfür nicht benötigt wird.

⚠ VORSICHT Verletzungsgefahr durch falsch parametrierten Servoregler

Ein falsch parametrierter Servoregler kann unkontrollierte Drehbewegungen und dadurch Personenschäden oder Sachschäden verursachen.

Stellen Sie vor dem allerersten Einschalten der Endstufe sicher, dass der Servoregler die von Ihnen gewünschten Parameter enthält.

3.1.2 Beschreibung der Objekte

3.1.2.1 Objekt 1011_h: restore_default_parameters

Index	**1011_h**			
Name	**restore_parameters**			
Type	ARRAY			01_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**restore_all_default_parameters**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	$64616F6C_h$ („load“), 1 (read access)	--		

Das Objekt $1011_h\_01_h$ (restore_all_default_parameters) ermöglicht, den **aktuellen Parametersatz** in einen definierten Zustand zu versetzen. Hierfür wird der **Default-Parametersatz** in den **aktuellen Parametersatz** kopiert. Der Kopiervorgang wird durch einen Schreibzugriff auf dieses Objekt ausgelöst, wobei als Datensatz der String „load“ in hexadezimaler Form zu übergeben ist.

Dieser Befehl wird nur bei deaktivierter Endstufe ausgeführt. Andernfalls wird der SDO-Fehler *08 00 00 22h* erzeugt. Wird die falsche Kennung gesendet, wird der Fehler *08 00 00 20h* erzeugt. Wird lesend auf das Objekt zugegriffen, wird eine 1 zurückgegeben, um anzuzeigen, dass das Zurücksetzen auf Defaultwerte unterstützt wird.

3.1.2.2 Objekt 1010_h: store_parameters

Index	**1010_h**			
Name	**store_parameters**			
Type	ARRAY			01_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**save_all_parameters**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	65766173_h („save“), 1 (read access)	--		

Soll der Default-Parametersatz auch in den Applikations-Parametersatz übernommen werden, dann muss außerdem auch das Objekt $1010_h\_01_h$ (save_all_parameters) aufgerufen werden.

Wird das Objekt über ein SDO geschrieben, ist das Defaultverhalten, dass das SDO sofort beantwortet wird. Die Antwort spiegelt somit nicht das Ende des Speichervorgangs wider. Das Verhalten kann jedoch über das Objekt $6510_h\_F0_h$ (compatibility_control) geändert werden.

3.2 Kompatibilitäts- Einstellungen

3.2.1 Übersicht

Um einerseits kompatibel zu früheren Gerätefamilien bleiben zu können und andererseits Änderungen und Korrekturen gegenüber der DSP402 und der DS301 ausführen zu können, wurde das Objekt compatibility_control eingefügt. Im Defaultparametersatz liefert dieses Objekt 0, d.h. Kompatibilität zu früheren Versionen. Für neue Applikationen empfehlen wir, die definierten Bits zu setzen, um so eine möglichst hohe Übereinstimmung mit den genannten Standards zu ermöglichen.

3.2.2 Beschreibung der Objekte

3.2.2.1 Objekt 6510_h_$F0_h$: compatibility_control

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$F0_h$**			
Name	**compatibility_control**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0...7FFh, siehe Tabelle	--		

Bit	Name	Wert	Beschreibung
Bit 0	homing_method_ scheme*	0001_h	Das Bit hat die gleiche Bedeutung wie Bit 2 und ist aus Kompatibilitätsgründen vorhanden. Wird Bit 2 gesetzt, wird dieses Bit auch gesetzt und umgekehrt.
Bit 1	reserved	0002_h	Das Bit ist reserviert. Es darf nicht gesetzt werden.
Bit 2	homing_method_ scheme	0004_h	Wenn dieses Bit gesetzt ist, sind die Referenzfahrtmethoden 32... 35 gemäß DSP402 nummeriert, anderenfalls ist die Nummerierung kompatibel zu früheren Metronix- Implementierungen. (Siehe auch Abschnitt 5.2.3 *Referenzfahrt-Abläufe* auf Seite 139). Wird dieses Bit gesetzt, wird auch Bit 0 gesetzt und umgekehrt
Bit 3	reserved	0008_h	Das Bit ist reserviert. Es darf nicht gesetzt werden.

Bit	Name	Wert	Beschreibung
Bit 4	response_after_save	0010_h	Wenn dieses Bit gesetzt ist, wird die Antwort auf save_all_parameters erst gesendet, wenn das Speichern abgeschlossen wurde. Dies kann mehrere Sekunden dauern, was ggf. zu einem Timeout in der Steuerung führt. Ist das Bit gelöscht, wird sofort geantwortet, es ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Speichervorgang noch nicht abgeschlossen ist.
Bit 5	reserved	0020_h	Das Bit ist reserviert. Es darf nicht gesetzt werden.
Bit 6	homing_to_zero	0040_h	Unter CANopen besteht die Referenzfahrt nur aus 2 Phasen (Suchfahrt und Kriechfahrt). Der Antrieb fährt NICHT auf die ermittelte Nullposition (die z.B. durch den homing_offset zur gefundenen Referenzposition verschoben sein kann). Durch Setzen dieses Bits, wird die im Metronix ServoCommander® unter Fahrt auf Nullposition nach Referenzfahrt ausgewählte Option verwendet. Siehe hierzu Abschnitt 5.2 *Betriebsart Referenzfahrt (Homing Mode)* auf Seite 135
Bit 7	device_control	0080_h	Wenn dieses Bit gesetzt ist, wird Bit 4 des statusword (voltage_enabled) gemäß DSP 402 v2.0 ausgegeben. Außerdem ist der Zustand FAULT_REACTION_ACTIVE vom Zustand FAULT unterscheidbar. Siehe hierzu Abschnitt 4 *Gerätesteuerung (Device Control)* auf Seite 112.
Bit 8	reserved	0100_h	Das Bit ist reserviert. Es darf nicht gesetzt werden.
Bit 9	uzk_preload_ready	0200_h	Wenn dieses Bit gesetzt ist, zeigt ein gesetztes Bit 4 (voltage_enabled) im statusword an, dass der Zwischenkreis vollständig geladen ist. Wenn dieses Bit gelöscht ist, zeigt Bit 4 an, dass die Endstufe eingeschaltet ist. Siehe hierzu Abschnitt 4 *Gerätesteuerung (Device Control)* auf Seite 112.
Bit 10	home_offset_sign	0400_h	Wenn dieses Bit gesetzt ist, wird der home_offset ($607C_h$) von der Referenzposition abgezogen statt addiert, so dass der Antrieb nach der Referenzfahrt an der Position home_offset (statt -home_offset) steht.

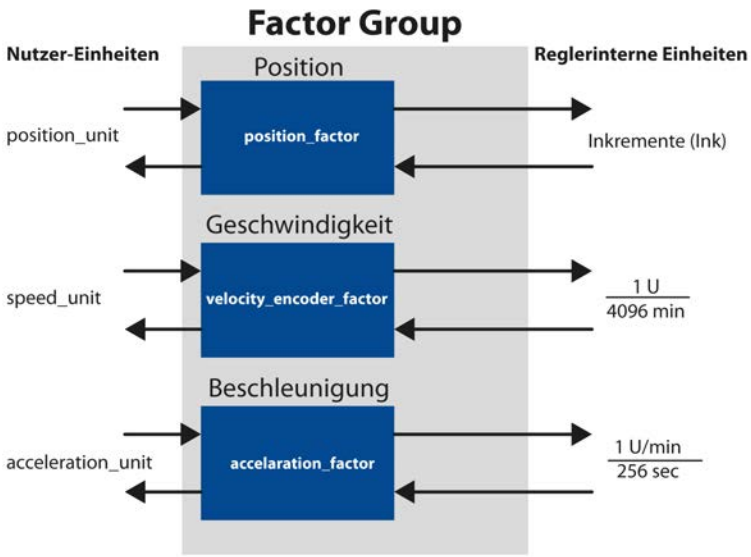
3.3 Umrechnungsfaktoren (Factor Group)

3.3.1 Übersicht

Die über den CAN-Bus übertragenen Werte werden in der Regel in der Steuerung derart umgerechnet, dass sie zur verwendeten Applikation passen. Ist dies nicht der Fall, kann mithilfe der Factor Group direkt die Skalierung der Werte angepasst werden, die auf dem Bus übertragen werden.

Dies kann ebenfalls nötig sein, wenn die Auflösung der auf dem Bus übertragenen Werte nicht ausreicht, z.B. weil bei den Standardeinstellungen nur +-32768 Umdrehungen unterschieden werden können.

Der Servoregler rechnet die Eingaben bzw. Ausgaben mit Hilfe der Factor Group in seine internen Einheiten um. Für jede physikalische Größe (Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung) ist ein Umrechnungsfaktor vorhanden, um die Nutzer-Einheiten an die eigene Applikation anzupassen. Die durch die Factor Group eingestellten Einheiten werden allgemein als position_unit, speed_unit oder acceleration_unit bezeichnet. Die folgende Abbildung verdeutlicht die Funktion der Factor Group:



Alle Parameter werden im Servoregler grundsätzlich in internen Einheiten gespeichert und erst beim Einschreiben oder Auslesen mit Hilfe der Factor Group umgerechnet.

Daher sollte die Factor Group vor der allerersten Parametrierung eingestellt und während einer Parametrierung nicht geändert werden.

Standardmäßig ist die Factor Group auf folgende Einheiten eingestellt:

Größe	Bezeichnung	Einheit	Erklärung
Länge	position_unit	Inkremente	65536 Inkremente pro Umdrehung
Geschwindigkeit	speed_unit	min^{-1}	Umdrehung pro Minute
Beschleunigung	acceleration_unit	$(min^{-1})/s$	Drehzahlerhöhung in Umdrehung pro Minute pro Sekunde

3.3.2 Parametrierung der Factor Group

Die Factor Group kann komfortabel über den Metronix ServoCommander® eingestellt werden:
Parameter/Feldbus/CANopen/Anzeigeeinheiten bzw.
Parameter/Feldbus/Ethercat/Anzeigeeinheiten

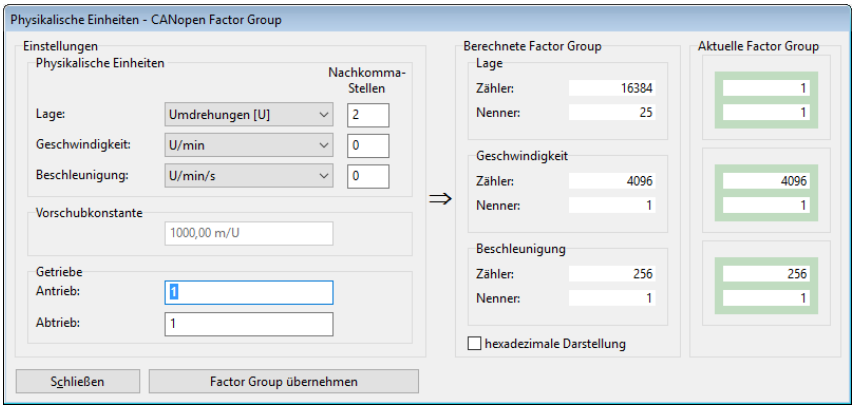


Abbildung 3: Fenster "CANopen Factor Group"

Unter Einstellungen/Physikalische Einheiten lässt sich die gewünschte Einheit für die Positionswerte (Lage), die Geschwindigkeit und die Beschleunigung separat auswählen. Zudem kann die gewünschte Anzahl an Nachkommastellen und ein Getriebe mit eingerechnet werden.

Wird als Lage-Einheit eine Längeneinheit ausgewählt, kann zudem die Vorschubkonstante angegeben werden.

Die Ergebnisse der so gewählten Einstellung werden unter Berechnete Factor Group angezeigt und können mit der Schaltfläche Factor Group übernehmen in den Servoregler übertragen werden.

3.3.3 Beschreibung der Objekte

3.3.3.1 Objekt 6093_h: position_factor

Das Objekt position_factor dient zur Umrechnung aller Längeneinheiten der Applikation von position_unit in die interne Einheit **Inkremente** (65536 Inkremente entsprechen 1 Umdrehung). Es besteht aus Zähler und Nenner. Der position_factor darf insgesamt nicht größer als 2^{24} sein.

Index	**6093_h**			
Name	**position_factor**			
Type	ARRAY			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**numerator**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	1		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**divisor**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	1		

3.3.3.2 Objekt 6094_h: velocity_encoder_factor

Das Objekt velocity_encoder_factor dient zur Umrechnung aller Geschwindigkeitswerte der Applikation von speed_unit in die interne Einheit **Umdrehungen pro 4096 Minuten**. Es besteht aus Zähler und Nenner.

Index	**6094_h**			
Name	**velocity_encoder_factor**			
Type	ARRAY			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**numerator**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	1000_h		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**divisor**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	1		

3.3.3.3 Objekt 6097_h: acceleration_factor

Das Objekt acceleration_factor dient zur Umrechnung aller Beschleunigungswerte der Applikation von acceleration_unit in die interne Einheit **Umdrehungen pro Minute pro 256 Sekunden**. Es besteht aus Zähler und Nenner.

Index	**6097_h**			
Name	**acceleration_factor**			
Type	ARRAY			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**numerator**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	100_h		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**divisor**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	1		

3.3.3.4 Objekt $607E_h$: polarity

Das Vorzeichen der Positions- und Geschwindigkeitswerte des Servoreglers kann mit dem Objekt polarity eingestellt werden. Dieses kann dazu dienen, die Drehrichtung des Motors bei gleichen Sollwerten zu invertieren.

In den meisten Applikationen ist es sinnvoll, das position_polarity_flag und das velocity_polarity_flag auf den gleichen Wert zu setzen.

Das Setzen des position_polarity_flag bzw. des velocity_polarity_flag beeinflusst nur Parameter beim Lesen und beim Schreiben. Bereits im Servoregler vorhandene Parameter werden nicht verändert.

Index	**$607E_h$**			
Name	**polarity**			
Info	--	rw	PDO	UINT8
Value	0, 40_h, 80_h, $C0_h$		0	

Bit	Wert	Name	Bedeutung
6	40_h	velocity_polarity_flag	0:multiply by 1 (default) 1:multiply by –1 (invers)
7	80_h	position_polarity_flag	0:multiply by 1 (default) 1:multiply by –1 (invers)

3.4 Endstufenparameter

3.4.1 Übersicht

Die Netzspannung wird über eine Vorladeschaltung in die Endstufe eingespeist. Beim Einschalten der Leistungsversorgung wird der Einschaltstrom begrenzt und das Laden überwacht. Nach erfolgter Vorladung des Zwischenkreises wird die Ladeschaltung überbrückt. Dieser Zustand ist Voraussetzung für das Erteilen der Servoreglerfreigabe.

Die gleichgerichtete Netzspannung wird mit den Kondensatoren des Zwischenkreises geglättet. Aus dem Zwischenkreis wird der Motor über die IGBTs gespeist. Die Endstufe enthält eine Reihe von Überwachungsfunktionen, die zum Teil parametriert werden können:

- Reglerfreigabelogik (Software- und Hardwarefreigabe)
- Überspannungs- / Unterspannungs-Überwachung des Zwischenkreises
- Überstromüberwachung
- Leistungsteilüberwachung

3.4.2 Beschreibung der Objekte

3.4.2.1 Objekt $6510_h\_10_h$: enable_logic

Damit die Endstufe des Servoreglers aktiviert werden kann, müssen die digitalen Eingänge Endstufenfreigabe (Nur ARS 2000 FS) und Servoreglerfreigabe gesetzt sein: Die Endstufenfreigabe wirkt direkt auf die Ansteuersignale der Leistungstransistoren und würde diese auch bei einem defekten Mikroprozessor unterbrechen können. Das Wegnehmen der Endstufenfreigabe bei laufendem Motor bewirkt somit, dass der Motor ungebremst austrudelt bzw. nur durch die eventuell vorhandene Haltebremse gestoppt wird. Die Servoreglerfreigabe wird vom Mikrokontroller des Servoreglers verarbeitet. Je nach Betriebsart reagiert der Servoregler nach der Wegnahme dieses Signals unterschiedlich:

› Positionierbetrieb und drehzahlgeregelter Betrieb

Der Motor wird nach der Wegnahme des Signals mit einer definierten Bremsrampe abgebremst. Die Endstufe wird erst abgeschaltet, wenn die Motordrehzahl unterhalb 10 min^{-1} liegt und die eventuell vorhandene Haltebremse angezogen hat.

› Momentengeregelter Betrieb

Die Endstufe wird unmittelbar nach der Wegnahme des Signals abgeschaltet. Gleichzeitig wird eine eventuell vorhandene Haltebremse angezogen. Der Motor trudelt also ungebremst aus bzw. wird nur durch die eventuell vorhandene Haltebremse gestoppt.

⚠ GEFAHR Lebensgefahr durch elektrischen Schlag! ⚠

Die Wegnahme der Servoreglerfreigabe bzw. der Endstufenfreigabe garantiert nicht, dass der Motor spannungsfrei ist.

Beim Betrieb des Servoreglers über den CAN-Bus können die beiden digitalen Eingänge Endstufenfreigabe und Servoreglerfreigabe gemeinsam auf 24V gelegt und die Freigabe über den CAN-Bus gesteuert werden. Dazu muss das Objekt 6510_h_10_h (enable_logic) auf zwei gesetzt werden. Aus Sicherheitsgründen erfolgt dies bei der Aktivierung von CANopen (auch nach einem Reset des Servoreglers) automatisch.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**10_h**			
Name	**enable_logic**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	$0...18_h$	--		

Wert	Bedeutung
0	Digitaler Eingang DIN5
1_h	DIN5 + Parametrierschnittstelle
2_h	DIN5 + CAN
3_h	DIN5 + PROFIBUS/PROFINET
8_h	DIN5 + EtherCAT
11_h	Nur Parametrierschnittstelle
12_h	Nur CAN
13_h	Nur PROFIBUS/PROFINET
18_h	Nur EtherCAT

3.4.2.2 Objekt 6510_h_30_h: pwm_frequency

Die Schaltverluste der Endstufe sind proportional zur Schaltfrequenz der Leistungstransistoren. Aus einigen Servoregler kann durch Halbieren der normalen PWM-Frequenz etwas mehr Leistung entnommen werden. Dadurch steigt allerdings die durch die Endstufe verursachte Stromwelligkeit. Die Umschaltung ist nur bei ausgeschalteter Endstufe möglich.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**30_h**			
Name	**pwm_frequency**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0, 1	0		

Wert	Bedeutung
0	Normale Endstufenfrequenz
1	Halbe Endstufenfrequenz

3.4.2.3 Objekt 6510_h_$3A_h$: enable_enhanced_modulation

Mit dem Objekt enable_enhanced_modulation kann die erweiterte Sinusmodulation aktiviert werden. Sie erlaubt eine bessere Ausnutzung der Zwischenkreisspannung und damit um ca. 14% höhere Drehzahlen. Nachteilig ist, dass das Regelverhalten und der Rundlauf des Motors bei sehr kleinen Drehzahlen geringfügig schlechter wird. Eine Änderung des Parameters darf nur bei ausgeschalteter Endstufe erfolgen und wird erst nach einem Reset wirksam. Dazu muss der Parametersatz zunächst gespeichert werden (save_all_parameters).

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$3A_h$**			
Name	**enable_enhanced_modulation**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0, 1	0		

Wert	Bedeutung
0	Erweiterte Sinusmodulation AUS
1	Erweiterte Sinusmodulation EIN

3.4.2.4 Objekt $6510_h\_31_h$: power_stage_temperature

Die Temperatur der Endstufe kann über das Objekt power_stage_temperature ausgelesen werden. Wenn die im Objekt $6510_h\_32_h$ (max_power_stage_temperature) angegebene Temperatur überschritten wird, schaltet die Endstufe aus und eine Fehlermeldung wird abgesetzt.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**31_h**			
Name	**power_stage_temperature**			
Info	°C	ro	PDO	INT16
Value	--	--		

3.4.2.5 Objekt $6510_h\_32_h$: max_power_stage_temperature

Die Temperatur der Endstufe kann über das Objekt $6510_h\_31_h$ (power_stage_temperature) ausgelesen werden. Wenn die im Objekt max_power_stage_temperature angegebene Temperatur überschritten wird, schaltet die Endstufe aus und eine Fehlermeldung wird abgesetzt.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**32_h**			
Name	**max_power_stage_temperature**			
Info	°C	ro	~~PDO~~	INT16
Value	--	--		

Gerätetyp	Wert
ARS 2102 FS	100°C
ARS 2105 FS	80°C
ARS 2302 FS	80°C
ARS 2305 FS	80°C
ARS 2310 FS	80°C

Gerätetyp	Wert
ARS 2320 FS	80°C
ARS 2340 FS	80°C

Gerätetyp	Wert
BL 4102-C	85°C
BL 4104-C	85°C
BL 4304-C	90°C
BL 4308-C	85°C
BL 4312-C	75°C

3.4.2.6 Objekt 6510_h_33_h: nominal_dc_link_circuit_voltage

Über das Objekt nominal_dc_link_circuit_voltage kann die Gerätenennspannung in Millivolt ausgelesen werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**33_h**			
Name	**nominal_dc_link_circuit_voltage**			
Info	mV	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

Gerätetyp	Wert
ARS 2102 FS	360000
ARS 2105 FS	360000
ARS 2302 FS	560000
ARS 2305 FS	560000
ARS 2310 FS	560000

Gerätetyp	Wert
ARS 2320 FS	560000
ARS 2340 FS	560000

Gerätetyp	Wert
BL 4102-C	325000
BL 4104-C	325000
BL 4304-C	560000
BL 4308-C	560000
BL 4312-C	560000

3.4.2.7 Objekt 6510_h_34_h: actual_dc_link_circuit_voltage

Über das Objekt actual_dc_link_circuit_voltage kann die aktuelle Spannung des Zwischenkreises in Millivolt ausgelesen werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**34_h**			
Name	**actual_dc_link_circuit_voltage**			
Info	mV	ro	PDO	UINT32
Value	--	--		

3.4.2.8 Objekt $6510_h\_35_h$: max_dc_link_circuit_voltage

Das Objekt max_dc_link_circuit_voltage gibt an, ab welcher Zwischenkreisspannung die Endstufe aus Sicherheitsgründen sofort ausgeschaltet und eine Fehlermeldung abgesetzt wird.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**35_h**			
Name	**max_dc_link_circuit_voltage**			
Info	mV	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

Gerätetyp	Wert	Gerätetyp	Wert	Gerätetyp	Wert
ARS 2102 FS	460000	ARS 2320 FS	800000	BL 4102-C	439979
ARS 2105 FS	460000	ARS 2340 FS	800000	BL 4104-C	439979
ARS 2302 FS	800000			BL 4304-C	799976
ARS 2305 FS	800000			BL 4308-C	799976
ARS 2310 FS	800000			BL 4312-C	799976

3.4.2.9 Objekt $6510_h\_36_h$: min_dc_link_circuit_voltage

Der Servoregler verfügt über eine Unterspannungsüberwachung. Diese kann über das Objekt $6510_h\_37_h$ (enable_dc_link_undervoltage_error) aktiviert werden. Das Objekt $6510_h\_36_h$ (min_dc_link_circuit_voltage) gibt die minimale Zwischenkreisspannung an. Unterhalb dieser Spannung wird der Fehler E 02-0 ausgelöst.

Index	**6410_h**			
Name	**motor_data**			
Type	RECORD			14_h
Sub-Index	**36_h**			
Name	**min_dc_link_circuit_voltage**			
Info	mV	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	0...1000000	--		

3.4.2.10 Objekt $6510_h\_37_h$: enable_dc_link_undervoltage_error

Mit dem Objekt enable_dc_link_undervoltage_error kann die Unterspannungs-Überwachung aktiviert werden. Im Objekt $6510_h\_36_h$ (min_dc_link_circuit_voltage) ist anzugeben, bis zu welcher unteren Zwischenkreisspannung der Servoregler arbeiten soll.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**37_h**			
Name	**enable_dc_link_undervoltage_error**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0, 1	0		

Wert	Bedeutung
0	Unterspannungsfehler AUS (Reaktion WARNUNG)
1	Unterspannungsfehler EIN (Reaktion REGLERFREIGABE AUS)

Die Aktivierung des Fehlers E 02-0 erfolgt durch Änderung der Fehlerreaktion. Reaktionen, die zum Stillsetzen des Antriebs führen, werden als EIN, alle anderen als AUS zurückgegeben. Beim Beschreiben mit 0 wird die Fehlerreaktion WARNUNG gesetzt, beim Beschreiben mit 1 die Fehlerreaktion REGLERFREIGABE AUS. Siehe hierzu auch Abschnitt 3.18 *Fehlermanagement* auf Seite 110.

3.4.2.11 Objekt $6510_h\_40_h$: nominal_current

Mit dem Objekt nominal_current kann der Gerätenennstrom ausgelesen werden. Dies ist der obere Grenzwert, der in das Objekt 6075_h (motor_rated_current) eingeschrieben werden kann. Aufgrund eines Leistungsderating werden abhängig von der Servoregler-Zykluszeit und der Endstufentaktfrequenz gegebenenfalls andere Werte angezeigt.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**40_h**			
Name	**nominal_current**			
Info	mA	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	siehe Tabelle		

Gerätetyp	Wert
ARS 2102 FS	2500
ARS 2105 FS	5000
ARS 2302 FS	2500
ARS 2305 FS	5000
ARS 2310 FS	7127

Gerätetyp	Wert
ARS 2320 FS	17427
ARS 2340 FS	34672

Gerätetyp	Wert
BL 4102-C	2000
BL 4104-C	4000
BL 4304-C	4000
BL 4308-C	8000
BL 4312-C	12000

3.4.2.12 Objekt 6510_h_41_h: peak_current

Mit dem Objekt peak_current kann der Gerätespitzenstrom ausgelesen werden. Dies ist der obere Grenzwert, der in das Objekt 6073_h (max_current) eingeschrieben werden kann. Aufgrund eines Leistungsderating werden abhängig von der Servoregler-Zykluszeit und der Endstufentaktfrequenz gegebenenfalls andere Werte angezeigt.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**41_h**			
Name	**peak_current**			
Info	mA	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	siehe Tabelle		

Gerätetyp	Wert
ARS 2102 FS	5000
ARS 2105 FS	10000
ARS 2302 FS	7500
ARS 2305 FS	15000
ARS 2310 FS	14254

Gerätetyp	Wert
ARS 2320 FS	31461
ARS 2340 FS	53248

Gerätetyp	Wert
BL 4102-C	6400
BL 4104-C	12800
BL 4304-C	12000
BL 4308-C	24000
BL 4312-C	30000

3.5 Stromregler und Motoranpassung

ACHTUNG **Sachschäden durch Falsche Einstellungen.**

Falsche Einstellungen der Stromreglerparameter und der Strombegrenzungen können den Motor und unter Umständen auch den Servoregler innerhalb kürzester Zeit zerstören.

3.5.1 Übersicht

⚠ VORSICHT **Verletzungsgefahr durch gefährliche Bewegungen**

Bei verdrehter Phasenfolge im Motor- oder Winkelgeberkabel kann es zu einer Mitkopplung kommen, so dass die Drehzahl im Motor nicht geregelt werden kann. Der Motor kann unkontrolliert durchdrehen.

Der Parametersatz des Servoreglers muss für den angeschlossenen Motor und den verwendeten Kabelsatz angepasst werden. Betroffen sind folgende Parameter:

- Nennstrom (Abhängig vom Motor)
- Überlastbarkeit (Abhängig vom Motor)
- Polzahl (Abhängig vom Motor)
- Stromregler (Abhängig vom Motor)
- Drehsinn (Abhängig vom Motor und der Phasenfolge im Motor- und Winkelgeberkabel)
- Offsetwinkel (Abhängig vom Motor und der Phasenfolge im Motor- und Winkelgeberkabel)

Diese Daten müssen beim erstmaligen Einsatz eines Motortyps mit dem Programm Metronix ServoCommander® bestimmt werden. Für eine Reihe von Motoren können Sie auch fertige Parametersätze über Ihren Händler beziehen. Bitte beachten Sie, dass Drehsinn und Offsetwinkel auch vom verwendeten Kabelsatz abhängen. Die Parametersätze arbeiten daher nur bei identischer Verkabelung.

3.5.2 Beschreibung der Objekte

3.5.2.1 Objekt 6075_h: motor_rated_current

Dieser Wert ist dem Motortypenschild zu entnehmen und wird in der Einheit Milliampere eingegeben. Es wird immer der Effektivwert (RMS) angenommen. Es kann kein Strom vorgegeben werden, der oberhalb des Servoregler-Nennstromes ($6510_h\_40_h$, nominal_current) liegt.

Index	**6075_h**			
Name	**motor_rated_current**			
Info	mA	rw	PDO	UINT32
Value	0...nominal_current		--	

HINWEIS **Objekte nicht unabhängig**

Wird das Objekt 6075_h (motor_rated_current) mit einem neuen Wert beschrieben, muss in jedem Fall auch das Objekt 6073_h (max_current) neu parametriert werden.

3.5.2.2 Objekt 6073_h: max_current

Servomotoren dürfen in der Regel für einen bestimmten Zeitraum überlastet werden. Mit diesem Objekt wird der höchstzulässige Motorstrom eingestellt. Er bezieht sich auf den Motornennstrom (Objekt 6075_h, motor_rated_current) und wird in Tausendsteln eingestellt. Der Wertebereich wird nach oben durch den maximalen Servoreglerstrom (Objekt $6510_h\_41_h$, peak_current) begrenzt. Viele Motoren dürfen kurzzeitig um den Faktor 2 überlastet werden. In diesem Fall ist in dieses Objekt der Wert 2000 einzuschreiben. Das Objekt 6073_h (max_current) darf erst beschrieben werden, wenn zuvor das Objekt 6075_h (motor_rated_current) gültig beschrieben wurde.

Index	**6073_h**			
Name	**max_current**			
Info	‰ (1000 = motor_rated current)	rw	PDO	UINT16
Value	--		--	

3.5.2.3 Objekt $604D_h$: pole_number

Die Polzahl des Motors ist dem Motordatenblatt oder dem Parametrierprogramm Metronix ServoCommander® zu entnehmen. Die Polzahl ist immer geradzahlig. Oft wird statt der Polzahl die Polpaarzahl angegeben. Die Polzahl entspricht dann der doppelten Polpaarzahl. Dieses Objekt wird durch restore_default_parameters nicht geändert.Es kann allerdings über den Metronix ServoCommander® unter Datei / Parametersatz / Default-Parametersatz laden zurückgesetzt werden.

Index	**$604D_h$**			
Name	**pole_number**			
Info	--	rw	PDO	UINT8
Value	2...254		--	

3.5.2.4 Objekt $6410_h\_11_h$: encoder_offset_angle

Bei den verwendeten Servomotoren befinden sich Dauermagnete auf dem Rotor. Diese erzeugen ein magnetisches Feld, dessen Ausrichtung zum Stator von der Rotorlage abhängt. Für die elektronische Kommutierung muss der Servoregler das elektromagnetische Feld des Stators immer im richtigen Winkel zu diesem Permanentmagnetfeld einstellen. Er bestimmt hierzu laufend mit einem Winkelgeber (Resolver etc.) die Rotorlage.

Die Orientierung des Winkelgebers zum Dauermagnetfeld muss in das Objekt encoder_offset_angle eingetragen werden. Mit dem Parametrierprogramm Metronix ServoCommander® kann dieser Winkel bestimmt werden (Parameter / Geräteparameter / Winkelgeber-Einstellungen).

Der mit dem Metronix ServoCommander® bestimmte Winkel liegt im Bereich von ±180°. Er muss folgendermaßen umgerechnet werden:

encoder_offset_angle = „Offsetwinkel des Winkelgebers“ × 32767 / 180°

Dieses Objekt wird durch restore_default_parameters nicht geändert. Es kann allerdings über den Metronix ServoCommander® unter Datei / Parametersatz / Default-Parametersatz laden zurückgesetzt werden.

Index	**6410_h**			
Name	**motor_data**			
Type	RECORD			14_h
Sub-Index	**11_h**			
Name	**encoder_offset_angle**			
Info	180° / 32767	rw	PDO	INT16
Value	--	--		

3.5.2.5 Objekt 6410_h_10_h: phase_order

In der Phasenfolge (phase_order) werden Verdrehungen zwischen Motorkabel und Winkelgeberkabel berücksichtigt. Sie kann dem Parametrierprogramm Metronix ServoCommander® entnommen werden.
Dieses Objekt wird durch restore_default_parameters nicht geändert. Es kann allerdings über den Metronix ServoCommander® unter Datei / Parametersatz / Default-Parametersatz laden zurückgesetzt werden.

Index	**6410_h**			
Name	**motor_data**			
Type	RECORD			14_h
Sub-Index	**10_h**			
Name	**phase_order**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0, 1	0		

Wert	Bedeutung
0	Rechts
1	Links

3.5.2.6 Objekt 6410_h_03_h: iit_time_motor

Servomotoren dürfen in der Regel für einen bestimmten Zeitraum überlastet werden. Über dieses Objekt wird angegeben, wie lange der angeschlossene Motor mit dem im Objekt 6073_h (max_current) angegebenen Strom bestromt werden darf. Nach Ablauf der I^2t-Zeit wird der Strom zum Schutz des Motors automatisch auf den im Objekt 6075_h (motor_rated_current) angegebenen Wert begrenzt. Die Standardeinstellung liegt bei zwei Sekunden und trifft für die meisten Motoren zu.

Index	**6410_h**			
Name	**motor_data**			
Type	RECORD			14_h
Sub-Index	**03_h**			
Name	**iit_time_motor**			
Info	ms	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0...10000	--		

3.5.2.7 Objekt $6410_h\_04_h$: iit_ratio_motor

Über das Objekt kann iit_ratio_motor kann die aktuelle Auslastung der I^2t-Begrenzung des Motors in Promille ausgelesen werden.

Index	**6410_h**			
Name	**motor_data**			
Type	RECORD			14_h
Sub-Index	**04_h**			
Name	**iit_ratio_motor**			
Info	‰	ro	~~PDO~~	UINT16
Value	--	--		

3.5.2.8 Objekt $6510_h\_3D_h$: iit_ratio_servo

Über das Objekt kann iit_ratio_servo kann die aktuelle Auslastung der I^2t-Begrenzung des Leistungsteils in Promille ausgelesen werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$3D_h$**			
Name	**iit_ratio_servo**			
Info	‰	ro	PDO	UINT16
Value	--	--		

3.5.2.9 Objekt 6510_h_38_h: iit_error_enable

Über das Objekt iit_error_enable wird festgelegt, wie sich der Servoregler bei Auftreten der I^2t-Begrenzung verhält. Entweder wird dieses nur im statusword angezeigt, oder es wird Fehler E 31-0 ausgelöst.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**38_h**			
Name	**iit_error_enable**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0, 1	0		

Wert	Bedeutung
0	I^2t-Fehler AUS (Priorität WARNUNG)
1	I^2t-Fehler EIN (Priorität REGLERFREIGABE AUS)

Die Aktivierung des Fehlers 31-0 erfolgt durch Änderung der Fehlerreaktion. Reaktionen, die zum Stillsetzen des Antriebs führen, werden als EIN, alle anderen als AUS zurückgegeben. Beim Beschreiben mit 0 wird die Fehlerreaktion WARNUNG gesetzt, beim Beschreiben mit 1 die Fehlerreaktion REGLERFREIGABE AUS. Siehe Abschnitt 3.18 *Fehlermanagement* auf Seite 110.

3.5.2.10 Objekt 6510_h_$2E_h$: motor_temperature

Mit diesem Objekt kann die aktuelle Motortemperatur ausgelesen werden, falls ein analoger Temperatursensor angeschlossen ist. Anderenfalls ist das Objekt undefiniert.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$2E_h$**			
Name	**motor_temperature**			
Info	°C	ro	PDO	INT16
Value	--	--		

3.5.2.11 Objekt 6410_h_14_h: motor_temperature_sensor_polarity

Über dieses Objekt kann festgelegt werden, ob ein Öffner oder ein Schließer als digitaler Motortemperatur- Sensor verwendet wird.

Index	**6410_h**			
Name	**motor_data**			
Type	RECORD			14_h
Sub-Index	**14_h**			
Name	**motor_temperature_sensor_polarity**			
Info	--	rw	PDO	INT16
Value	0, 1	0		

Wert	Bedeutung
0	Öffner
1	Schließer

3.5.2.12 Objekt 6510_h_$2F_h$: max_motor_temperature

Wird die in diesem Objekt definierte Motortemperatur überschritten, erfolgt eine Reaktion gemäß Fehlermanagement (Fehler E 03-0, Übertemperatur Motor analog). Ist eine Reaktion parametriert, die zum Stillsetzen des Antriebs führt, wird eine Emergency-Message gesendet. Zur Parametrierung des Fehlermanagements siehe Abschnitt 3.18 *Fehlermanagement* auf Seite 110.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$2F_h$**			
Name	**max_motor_temperature**			
Info	°C	rw	~~PDO~~	INT16
Value	20...300	--		

3.5.2.13 Objekt $60F6_h$: torque_control_parameters

Die Daten des Stromreglers müssen dem Parametrierprogramm Metronix ServoCommander® entnommen werden. Hierbei sind folgende Umrechungen zu beachten:

Die Verstärkung des Stromreglers muss mit 256 multipliziert werden. Bei einer Verstärkung von 1.5 im Menü „Stromregler“ des Parametrierprogramms Metronix ServoCommander® ist in das Objekt torque_control_gain der Wert 384 = 180_h einzuschreiben.

Die Zeitkonstante des Stromreglers ist im Parametrierprogramm Metronix ServoCommander® in Millisekunden angegeben. Um diese Zeitkonstante in das Objekt torque_control_time übertragen zu können, muss sie zuvor in Mikrosekunden umgerechnet werden. Bei einer angegebenen Zeit von 0.6 Millisekunden ist entsprechend der Wert 600 in das Objekt torque_control_time einzutragen. Die untere Grenze darf nicht kleiner sein als die aktuelle Zykluszeit des Stromreglers (siehe 3.17.1.12 *Objekt 6510h_B0h: cycletime_current_controller* auf Seite 107).

Index	**$60F6_h$**			
Name	**torque_control_parameters**			
Type	RECORD			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**torque_control_gain**			
Info	256 = „1“	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0...(32*256)	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**torque_control_time**			
Info	µs	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	104...64401	--		

3.5.2.14 Objekt $203A_h$: torque_feed_forward

Gibt den Strom-Vorsteuerfaktor an. Dieser wird in 10^{-7} A pro eingestellter Beschleunigung parametriert. Somit kann ein über CANopen eingestelltes Beschleunigungsprofil abgefahren und der Strom beim Beschleunigen aufgezeichnet werden. Der Quotient aus Strom und Beschleunigung kann dann direkt in dieses Objekt geschrieben werden.

Index	**$203A_h$**			
Name	**torque_feed_forward**			
Info	A / (U/min/s)	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	0...208		--	

3.6 Drehzahlregler

3.6.1 Übersicht

ACHTUNG **Sachschäden durch falsche Einstellungen**

Falsche Einstellungen der Reglerparameter können zu starken Schwingungen führen und eventuell Teile der Anlage zerstören.

Der Parametersatz des Servoreglers muss für die Applikation angepasst werden. Besonders die Verstärkung ist stark abhängig von eventuell an den Motor angekoppelten Massen. Die Daten müssen bei der Inbetriebnahme der Anlage mit Hilfe des Programms Metronix ServoCommander® optimal bestimmt werden.

3.6.2 Beschreibung der Objekte

3.6.2.1 Objekt $60F9_h$: velocity_control_parameters

Die Daten des Drehzahlreglers können dem Parametrierprogramm Metronix ServoCommander® entnommen werden. Hierbei sind folgende Umrechnungen zu beachten:

Die Verstärkung des Drehzahlreglers muss mit 256 multipliziert werden. Bei einer Verstärkung von 1.5 im Menü „Drehzahlregler“ des Parametrierprogramms Metronix ServoCommander® ist in das Objekt velocity_control_gain der Wert 384 = 180_h einzuschreiben.

Die Zeitkonstante des Drehzahlreglers ist im Parametrierprogramm Metronix ServoCommander® in Millisekunden angegeben. Um diese Zeitkonstante in das Objekt velocity_control_time übertragen zu können, muss sie zuvor in Mikrosekunden umgerechnet werden. Bei einer angegebenen Zeit von 2.0 Millisekunden ist entsprechend der Wert 2000 in das Objekt velocity_control_time einzutragen. Gleiches gilt für das Objekt velocity_control_filter_time, mit dem das Drehzahlistwertfilter parametriert wird.

Index	**$60F9_h$**			
Name	**velocity_control_parameter_set**			
Type	RECORD			04_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**velocity_control_gain**			
Info	256 = „1“	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	20...(64*256)	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**velocity_control_time**			
Info	µs	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	1...32000	--		

Sub-Index	**04_h**			
Name	**velocity_control_filter_time**			
Info	µs	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	1...32000	--		

3.6.2.2 Objekt 2073_h: velocity_display_filter_time

Mit dem Objekt velocity_display_filter_time kann die Filterzeit des Anzeigedrehzahl-Istwertfilters eingestellt werden.

Index	**2073_h**			
Name	**velocity_display_filter_time**			
Info	µs	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	1000...50000		--	

HINWEIS **Objekt wird für den Durchdrehschutz verwendet**

Beachten Sie, dass das Objekt velocity_actual_value_filtered für den Durchdrehschutz verwendet wird. Bei sehr großer Filterzeit wird ein Durchdrehfehler erst mit entsprechender Verzögerung erkannt.

3.7 Lageregler (Position Control Function)

3.7.1 Übersicht

In diesem Kapitel sind alle Parameter beschrieben, die für den Lageregler erforderlich sind. Am Eingang des Lagereglers liegt der Lage-Sollwert (position_demand_value) vom Fahrkurven-Generator an. Außerdem wird der Lage-Istwert (position_actual_value) vom Winkelgeber (Resolver, Inkrementalgeber etc.) zugeführt. Das Verhalten des Lagereglers kann durch Parameter beeinflusst werden. Um den Lageregelkreis stabil zu halten, ist eine Begrenzung der Ausgangsgröße (control_effort) möglich. Die Ausgangsgröße wird als Drehzahl-Sollwert dem Drehzahlregler zugeführt. Alle Ein- und Ausgangsgrößen des Lagereglers werden in der Factor Group von den applikationsspezifischen Einheiten in die jeweiligen internen Einheiten des Servoreglers umgerechnet.

› Schleppfehler (Following_Error)

Als Schleppfehler (following_error_actual_value) wird die Abweichung des Lage-Istwertes (position_actual_ value) vom Lage-Sollwert (position_demand_value) bezeichnet. Wenn dieser Schleppfehler für einen bestimmten Zeitraum größer ist als im Schleppfehler-Fenster (following_error_window) angegeben, so wird das Bit 13 following_error im Objekt statusword gesetzt. Der zulässige Zeitraum kann über das Objekt following_error_time_ out vorgegeben werden.

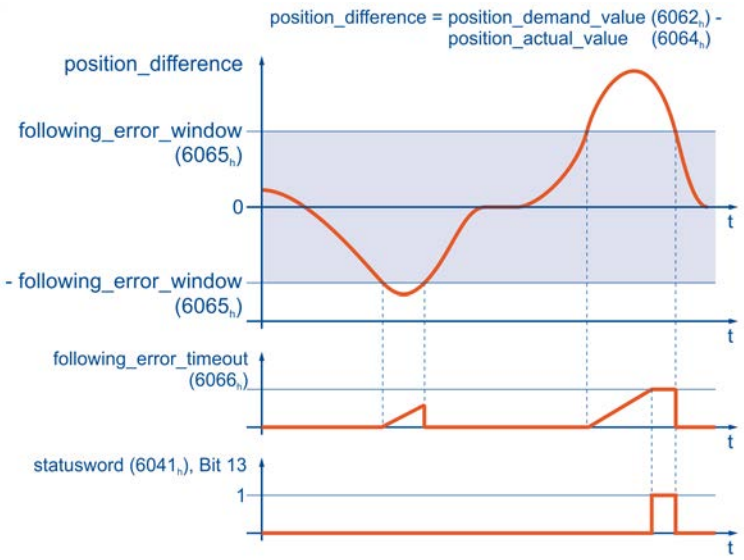


Abbildung 4: Schleppfehler – Funktionsübersicht

Die Abbildung 4 (*Schleppfehler – Funktionsübersicht*) zeigt, wie die Fensterfunktion für die Meldung „Schleppfehler“ definiert ist. Es wird überwacht, ob die Differenz aus Sollposition (position_demand_value) und Istposition (position_actual_value) das symmetrische Schleppfehlerfenster (following_error_window) verläßt. Kehrt die Positionsdifferenz nicht innerhalb einer Karenzzeit (following_error_time_out) in das Fenster zurück, wird Bit 13 im statusword gesetzt.

› Position erreicht (Position Reached)

Diese Funktion bietet die Möglichkeit, ein Positionsfenster um die Zielposition (target_position) herum zu definieren. Wenn sich die Ist-Position des Antriebs für eine bestimmte Zeit – die position_window_time – in diesem Bereich befindet, wird das damit verbundene Bit 10 (target_reached) im statusword gesetzt.

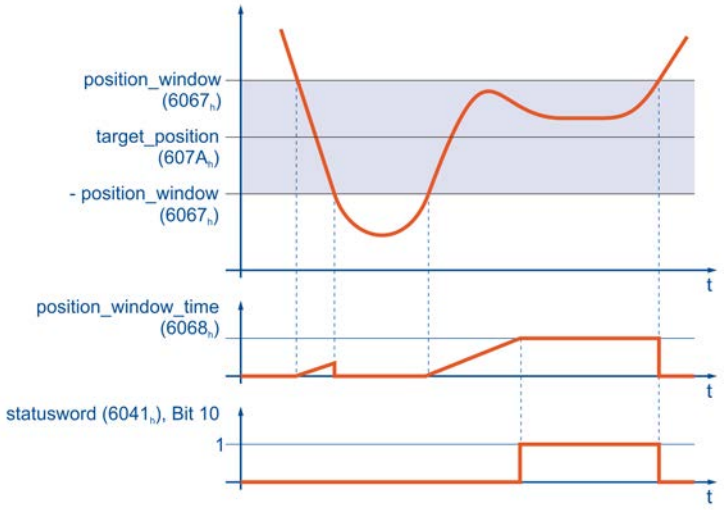


Abbildung 5: Position erreicht – Funktionsübersicht

Die Abbildung 5 (*Position erreicht – Funktionsübersicht*) zeigt, wie die Fensterfunktion für die Meldung „Position erreicht“ definiert ist. Es wird überwacht, ob sich die Istposition (position_actual_value) im symmetrischen Zielpositionsfenster (target_position+position_window, target_position–position_window) befindet. Bleibt die Positionsdifferenz länger als die Karenzzeit (target_window_time) im Zielfenster und ist die Positionierung abgeschlossen, wird Bit 10 im statusword gesetzt.

3.7.2 Beschreibung der Objekte

3.7.2.1 Objekt 60FB$_h$: position_control_parameter_set

Der Parametersatz des Servoreglers muss für die Applikation angepasst werden. Die Daten des Lagereglers müssen bei der Inbetriebnahme der Anlage mit Hilfe des Programms Metronix ServoCommander® optimal bestimmt werden.

ACHTUNG **Sachschäden durch falsche Einstellungen**

Falsche Einstellungen der Reglerparameter können zu starken Schwingungen führen und eventuell Teile der Anlage zerstören.

Der Lageregler vergleicht die Soll-Lage mit der Ist-Lage und bildet aus der Differenz unter Berücksichtigung der Verstärkung und eventuell des Integrators eine Korrekturgeschwindigkeit (Objekt 60FA$_h$: control_effort), die dem Drehzahlregler zugeführt wird. Der Lageregler ist, gemessen am Strom- und Drehzahlregler, relativ langsam. Der Servoregler arbeitet daher intern mit Aufschaltungen, so dass die

Ausregelarbeit für den Lageregler minimiert wird und der Servoregler schnell einschwingen kann. Als Lageregler genügt normalerweise ein Proportional-Glied.

Die Daten des Lagereglers können dem Parametrierprogramm Metronix ServoCommander® entnommen werden. Hierbei sind folgende Umrechnungen zu beachten: Die Verstärkung des Lagereglers muss mit 256 multipliziert werden. Bei einer Verstärkung von 1.5 im Menü Lageregler des Parametrierprogramms Metronix ServoCommander® ist in das Objekt position_control_gain der Wert 384 einzuschreiben.

Normalerweise kommt der Lageregler ohne Integrator aus. Dann ist in das Objekt position_control_time der Wert Null einzuschreiben. Andernfalls muss die Zeitkonstante des Lagereglers in Mikrosekunden umgerechnet werden. Bei einer Zeit von 4.0 Millisekunden ist entsprechend der Wert 4000 in das Objekt position_control_time einzutragen. Da der Lageregler schon kleinste Lageabweichungen in nennenswerte Korrekturgeschwindigkeiten umsetzt, würde es im Falle einer kurzen Störung (z.B. kurzzeitiges Klemmen der Anlage) zu sehr heftigen Ausregelvorgängen mit sehr großen Korrekturgeschwindigkeiten kommen. Dieses ist zu vermeiden, wenn der Ausgang des Lagereglers über das Objekt position_control_v_max sinnvoll (z.B. 500 min^{-1}) begrenzt wird.

Mit dem Objekt position_error_tolerance_window kann die Größe einer Lageabweichung definiert werden, bis zu der der Lageregler nicht eingreift (Totbereich). Dieses kann zur Stabilisierung eingesetzt werden, wenn z.B. Spiel in der Anlage vorhanden ist.

Index	**$60FB_h$**			
Name	**position_control_parameter_set**			
Type	RECORD			05_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**position_control_gain**			
Info	256 = „1“	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0...(64*256)	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**position_control_time**			
Info	µs	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0	--		
Sub-Index	**04_h**			
Name	**position_control_v_max**			
Info	speed_unit	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	0...131072 min^{-1}	--		
Sub-Index	**05_h**			
Name	**position_error_tolerance_window**			
Info	position_unit	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

3.7.2.2 Objekt 6062_h: position_demand_value

Über dieses Objekt kann der aktuelle Lage-Sollwert ausgelesen werden. Dieser wird vom Fahrkurven-Generator in den Lageregler eingespeist.

Index	**6062_h**			
Name	**position_demand_value**			
Info	position_unit	ro	PDO	INT32
Value	--		--	

3.7.2.3 Objekt $202D_h$: position_demand_sync_value

Über dieses Objekt kann die Soll-Lage des Synchronisationsgebers ausgelesen werden. Diese wird durch das Objekt 2022_h synchronization_encoder_select definiert. Dieses Objekt wird in benutzerdefinierten Einheiten angegeben.

Index	**$202D_h$**			
Name	**position_demand_sync_value**			
Info	position_unit	ro	~~PDO~~	INT32
Value	--		--	

3.7.2.4 Objekt 6064_h: position_actual_value

Über dieses Objekt kann die Ist-Lage ausgelesen werden. Diese wird dem Lageregler vom Winkelgeber aus zugeführt. Dieses Objekt wird in benutzerdefinierten Einheiten angegeben.

Index	**6064_h**			
Name	**position_actual_value**			
Info	position_unit	ro	PDO	INT32
Value	--		--	

3.7.2.5 Objekt 6066_h: following_error_time_out

Tritt ein Schleppfehler – länger als in diesem Objekt definiert – auf, dann wird das zugehörige Bit 13 following_error im statusword gesetzt.

Index	**6066_h**			
Name	**following_error_time_out**			
Info	ms	rw	PDO	UINT16
Value	0...27314		--	

3.7.2.6 Objekt 6065_h: following_error_window

Das Objekt following_error_window (Schleppfehler-Fenster) definiert um den Lage-Sollwert (position_demand_value) einen symmetrischen Bereich. Wenn sich der Lage-Istwert (position_actual_value) außerhalb des Schleppfehler-Fensters (following_ error_ window) befindet, dann tritt ein Schleppfehler auf und das Bit 13 im Objekt statusword wird gesetzt. Folgende Ursachen können einen Schleppfehler verursachen:

- der Antrieb ist blockiert
- die Positioniergeschwindigkeit ist zu groß
- die Beschleunigungswerte sind zu groß
- das Objekt following_error_window ist mit einem zu kleinen Wert besetzt
- der Lageregler ist nicht richtig parametriert

Index	**6065_h**			
Name	**following_error_window**			
Info	position_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

3.7.2.7 Objekt $60F4_h$: following_error_actual_value

Die aktuelle Differenz aus position_demand_value (6062_h) und position_actual_value (6064_h) kann aus diesem Objekt ausgelesen werden.

Index	**$60F4_h$**			
Name	**following_error_actual_value**			
Info	position_unit	ro	PDO	INT32
Value	--		--	

3.7.2.8 Objekt $60FA_h$: control_effort

Die Ausgangsgröße des Lagereglers kann über dieses Objekt ausgelesen werden. Dieser Wert wird intern dem Drehzahlregler als Sollwert zugeführt.

Index	**$60FA_h$**			
Name	**control_effort**			
Info	speed_unit	ro	PDO	INT32
Value	--		--	

3.7.2.9 Objekt 6410_h_$0F_h$: rotor_position

Über das Objekt kann rotor_position kann die Rotorlage in Promille einer Umdrehung ausgelesen werden.

Index	**6410_h**			
Name	**motor_data**			
Type	RECORD			14_h
Sub-Index	**$0F_h$**			
Name	**rotor_position**			
Info	‰ (1000 = 1 U)	ro	PDO	UINT16
Value	--	--		

3.7.2.10 Objekt 6067_h: position_window

Mit dem Objekt position_window wird um die Zielposition (target_position) herum ein symmetrischer Bereich definiert. Wenn der Lage-Istwert (position_actual_value) eine bestimmte Zeit innerhalb dieses Bereiches liegt, wird die Zielposition (target_position) als erreicht angesehen.

Index	**6067_h**			
Name	**position_window**			
Info	position_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

3.7.2.11 Objekt 6068_h: position_window_time

Wenn sich die Ist-Position des Antriebes innerhalb des Positionierfensters (position_window) befindet und zwar solange, wie in diesem Objekt definiert, dann wird das zugehörige Bit 10 target_reached im statusword gesetzt.

Index	**6068_h**			
Name	**position_window_time**			
Info	ms	rw	PDO	UINT16
Value	--		--	

3.7.2.12 Objekt $6510_h\_22_h$: position_error_switch_off_limit

Im Objekt position_error_switch_off_limit kann die maximal zulässige Abweichung zwischen der Soll- und der Istposition eingetragen werden. Im Gegensatz zur o.g. Schleppfehlermeldung wird bei einer Überschreitung die Endstufe sofort abgeschaltet und ein Fehler ausgelöst. Der Motor trudelt somit ungebremst aus (außer es ist eine Haltebremse vorhanden).

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**22_h**			
Name	**position_error_switch_off_limit**			
Info	position_unit	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

Wert	Bedeutung
0	Grenzwert Schleppfehler AUS (Reaktion KEINE AKTION)
> 0	Grenzwert Schleppfehler EIN (Reaktion ENDSTUFE SOFORT ABSCHALTEN)

Die Aktivierung des Fehlers 17-0 erfolgt durch Änderung der Fehlerreaktion. Die Reaktion ENDSTUFE SOFORT ABSCHALTEN wird als EIN, alle anderen als AUS zurückgegeben. Beim Beschreiben mit 0 wird die Fehlerreaktion KEINE AKTION gesetzt, beim Beschreiben mit einem Wert größer 0 die Fehlerreaktion ENDSTUFE SOFORT ABSCHALTEN. Siehe hierzu auch Abschnitt 3.18 *Fehlermanagement* auf Seite 110.

3.7.2.13 Objekt 2030_h: set_position_absolute

Über das Objekt set_position_absolute kann die auslesbare Istposition verschoben werden, ohne dass sich die physikalische Lage ändert. Der Antrieb führt dabei keine Bewegung aus. Wenn ein absolutes Gebersystem angeschlossen ist, wird die Lageverschiebung im Geber gespeichert, sofern das Gebersystem dies zulässt. Die Lageverschiebung bleibt in diesem Fall also nach einem Reset erhalten. Diese Speicheroperation läuft unabhängig von diesem Objekt im Hintergrund ab. Es werden dabei ebenfalls alle dem Geberspeicher zugehörigen Parameter mit ihren aktuellen Werten gespeichert.

Index	**2030_h**			
Name	**set_position_absolute**			
Info	position_unit	wo	~~PDO~~	INT32
Value	--		--	

3.7.2.14 Objekt $607D_h$: software_position_limit

Die Objektgruppe software_position_limit enthält zwei Unterparameter, die den maximalen Positionierbereich beschränken. Verlässt der Antrieb im Profile Position Mode diesen Bereich, wird Fehler 40-0 (Negativer SW-Endschalter erreicht) bzw. 40-1 (Positiver SW-Endschalter erreicht) ausgelöst.

Index	**$607D_h$**			
Name	**software_position_limit**			
Type	ARRAY			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**min_position_limit**			
Info	position_unit	rw	PDO	INT32
Value	--	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**max_position_limit**			
Info	position_unit	rw	PDO	INT32
Value	--	--		

3.7.2.15 Objekt $607B_h$: position_range_limit

Die Objektgruppe position_range_limit enthält zwei Unterparameter, die den numerischen Bereich der Positionswerte beschränken. Wenn eine dieser Grenzen überschritten wird, springt der Positionsistwert automatisch an die jeweils andere Grenze. Dieses ermöglicht die Parametrierung von sogenannten Rundachsen. Anzugeben sind die Grenzen, die physikalisch der gleichen Position entsprechen sollen, also beispielsweise 0° und 360°.

Damit diese Grenzen wirksam werden, muss über das Objekt $6510_h\_20_h$ (position_range_limit_enable) ein Rundachsmodus ausgewählt werden.

Index	**$607B_h$**			
Name	**position_range_limit**			
Type	ARRAY			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**min_position_range_limit**			
Info	position_unit	rw	PDO	INT32
Value	--	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**max_position_range_limit**			
Info	position_unit	rw	PDO	INT32
Value	--	--		

3.7.2.16 Objekt 6510_h_20_h: position_range_limit_enable

Über das Objekt position_range_limit_enable können die durch das Objekt $607B_h$ definierten Bereichsgrenzen aktiviert werden. Es sind verschiedene Modi möglich:

Wird der Modus “Kürzester Weg” gewählt, werden Positionierungen immer auf der physikalisch kürzeren Strecke zum Ziel ausgeführt. Der Antrieb passt dazu selber das Vorzeichen der Fahrgeschwindigkeit an. Bei den beiden Modi “Feste Drehrichtung” erfolgt die Positionierung grundsätzlich nur in die im Modus angegebene Richtung.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**20_h**			
Name	**position_range_limit_enable**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0...5	--		

Wert	Bedeutung
0	Aus
1	Kürzester Weg (Aus Kompatibilitätsgründen)
2	Kürzester Weg
3	Reserviert
4	Feste Drehrichtung „Positiv“
5	Feste Drehrichtung „Negativ“

3.8 Sollwert- Begrenzung

3.8.1 Objekt 2415_h: current_limitation

Mit der Objektgruppe current_limitation kann in den Betriebsarten Profile Position Mode, Interpolated Position Mode, Cyclic Synchronous Position Mode, Homing Mode und Profile Velocity Mode der Maximalstrom für den Motor begrenzt werden, wodurch z.B. ein drehmomentbegrenzter Drehzahlbetrieb ermöglicht wird. Über das Objekt limit_current_input_channel wird die Sollwert-Quelle des Begrenzungsmoment vorgegeben. Hier kann zwischen der Vorgabe eines direkten Sollwerts (Fester Wert) oder der Vorgabe über einen analogen Eingang gewählt werden. Über das Objekt limit_current wird je nach gewählter Quelle entweder das Begrenzungsmoment (Quelle = Fester Wert) oder der Skalierungsfaktor für die Analogeingänge (Quelle = Analogeingang) vorgegeben. Im ersten Fall wird direkt auf den momentproportionalen Strom in mA begrenzt, im zweiten Fall wird der Strom in mA angegeben, der einer anliegenden Spannung von 10V entsprechen soll.

Index	**2415_h**			
Name	**current_limitation**			
Type	RECORD			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**limit_current_input_channel**			
Info	--	rw	PDO	INT8
Value	0...4	0		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**limit_current**			
Info	mA	rw	PDO	INT32
Value	--	--		

Wert	Bedeutung
0	Keine Begrenzung
1	AIN0
2	AIN1
3	AIN2
4	Fester Wert / Feldbus (Feldbus-Selektor 2)

3.8.2 Objekt 2416_h: speed_limitation

Mit der Objektgruppe speed_limitation kann in der Betriebsart profile_torque_mode die Maximaldrehzahl des Motors begrenzt werden, wodurch ein drehzahlbegrenzter Drehmomentbetrieb ermöglicht wird. Über das Objekt limit_speed_input_channel wird die Sollwert-Quelle der Begrenzungsdrehzahl vorgegeben. Hier kann zwischen der Vorgabe eines direkten Sollwerts (Fester Wert) oder der Vorgabe über einen analogen Eingang gewählt werden. Über das Objekt limit_speed wird je nach gewählter Quelle entweder die Begrenzungsdrehzahl (Quelle = Fester Wert) oder der Skalierungsfaktor für die Analogeingänge (Quelle = Analogeingang) vorgegeben. Im ersten Fall wird direkt auf die angegebene Drehzahl begrenzt, im zweiten Fall wird die Drehzahl angegeben, die einer anliegenden Spannung von 10V entsprechen soll.

Index	**2416_h**			
Name	**speed_limitation**			
Type	RECORD			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**limit_speed_input_channel**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT8
Value	0...4	0		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**limit_speed**			
Info	speed_unit	rw	~~PDO~~	INT32
Value	--	--		

Wert	Bedeutung
0	Keine Begrenzung
1	AIN0
2	AIN1
3	AIN2
4	Fester Wert / Feldbus (Feldbus-Selektor 2)

3.9 Geberanpassungen

3.9.1 Übersicht

Dieses Kapitel beschreibt die Konfiguration des Winkelgebereingangs X2A, X2B und des Leitfrequenzeingangs (ARS 2000: X10, BL 4000-C: X1).

ACHTUNG **Sachschäden durch falsche Winkelgeber-Einstellungen**

Falsche Winkelgeber-Einstellungen können den Antrieb unkontrolliert drehen lassen und eventuell Teile der Anlage zerstören.

3.9.2 Beschreibung der Objekte

3.9.2.1 Objekt 2024_h: encoder_x2a_data_field

Im Record encoder_x2a_data_field sind Parameter zusammengefasst, die für den Betrieb des Winkelgebers am Stecker X2A notwendig sind.

Da zahlreiche Winkelgeber- Einstellungen nur nach einem Reset wirksam werden, sollte die Auswahl und die Einstellung der Geber über den Metronix ServoCommander® erfolgen. Unter CANopen lassen sich folgende Einstellungen auslesen bzw. ändern:

Das Objekt encoder_x2a_resolution gibt an, wie viele Inkremente vom Geber pro Umdrehung oder Längeneinheit erzeugt werden. Da am Eingang X2A nur Resolver angeschlossen werden können, die immer mit 16 Bit ausgewertet werden, wird hier immer 65536 zurückgegeben. Mit dem Objekt encoder_x2a_numerator und encoder_x2a_divisor kann ein eventuelles Getriebe (auch mit Vorzeichen) zwischen Motorwelle und Geber berücksichtigt werden.

Index	**2024_h**			
Name	**encoder_x2a_data_field**			
Type	RECORD			03_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**encoder_x2a_resolution**			
Info	Inkremente (4 * Strichzahl)	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**encoder_x2a_numerator**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	-32768...32767 (außer 0)	1		

Sub-Index	**03_h**			
Name	**encoder_x2a_divisor**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	1...32767	1		

3.9.2.2 Objekt 2026_h: encoder_x2b_data_field

Im Record encoder_x2b_data_field sind Parameter zusammengefasst, die für den Betrieb des Winkelgebers am Stecker X2B notwendig sind.

Das Objekt encoder_x2b_resolution gibt an, wie viele Inkremente vom Geber pro Umdrehung erzeugt werden (Bei Inkrementalgebern entspricht dies dem Vierfachen der Strichzahl bzw. der Perioden pro Umdrehung).

Das Objekt encoder_x2b_counter liefert die aktuell gezählte Inkrementzahl. Es liefert daher Werte zwischen 0 und der eingestellten Inkrementzahl-1. Mit den Objekten encoder_x2b_numerator und encoder_x2b_divisor kann ein Getriebe (auch mit Vorzeichen) zwischen Motorwelle und dem an X2B angeschlossenen Geber berücksichtigt werden.

Index	**2026_h**			
Name	**encoder_x2b_data_field**			
Type	RECORD			16_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**encoder_x2b_resolution**			
Info	Inkremente (4 * Strichzahl)	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**encoder_x2b_numerator**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	-32768...32767 (außer 0)	1		
Sub-Index	**03_h**			
Name	**encoder_x2b_divisor**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	1...32767	1		
Sub-Index	**04_h**			
Name	**encoder_x2b_counter**			
Info	Inkremente (4 * Strichzahl)	ro	PDO	UINT32
Value	0 … (encoder_x2b_resolution – 1)	--		

3.9.2.3 Objekt 2025_h: encoder_x10_data_field

Im Record encoder_X10_data_field sind Parameter zusammengefasst, die für den Betrieb des Leitfrequenzeingangs notwendig sind.Bei der Gerätefamilie ARS 2000 befindet sich dieser auf dem Stecker X10, während er sich bei der Gerätefamilie smartServo BL 4000-C auf dem Stecker X1 befindet. Am Leitfrequenzeingang kann wahlweise ein digitaler Inkrementalgeber oder emulierte Inkrementalsignale beispielsweise eines anderen Servoreglers (Leitfrequenzausgang) angeschlossen werden. Die Signale des Leitfrequenzeingangs können wahlweise als Sollwert oder als Istwert verwendet werden.

Im Objekt encoder_X10_resolution muss angegeben werden, wie viele Inkremente vom Geber pro Umdrehung des Gebers erzeugt werden. Dies entspricht dem Vierfachen der Strichzahl. Das Objekt encoder_X10_counter liefert die aktuell gezählte Inkrementzahl (Zwischen 0 und der eingestellten Inkrementzahl-1).

Mit dem Objekt encoder_X10_numerator und encoder_X10_divisor kann ein eventuelles Getriebe (auch mit Vorzeichen) berücksichtigt werden.

Bei der Verwendung des X10- Signals als Istwert entspräche dies einem Getriebe zwischen dem Motor und dem an X10 angeschlossenen Istwertgeber, welcher am Abtrieb montiert ist. Bei der Verwendung des X10- Signals als Sollwert, können hiermit Getriebeübersetzungen zwischen Master und Slave realisiert werden.

Index	**2025_h**			
Name	**encoder_x10_data_field**			
Type	RECORD			05_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**encoder_x10_resolution**			
Info	Inkremente (4 * Strichzahl)	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	geberabhängig	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**encoder_x10_numerator**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	-32768...32767 (außer 0)	1		
Sub-Index	**03_h**			
Name	**encoder_x10_divisor**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	1...32767	1		
Sub-Index	**04_h**			
Name	**encoder_x10_counter**			
Info	Inkremente (4 * Strichzahl)	ro	PDO	UINT32
Value	0 … (encoder_x10_resolution – 1)	--		

Sub-Index	**05_h**			
Name	**encoder_x10_position**			
Info	--	ro	PDO	INT32
Value	--	--		

3.9.2.4 Objekt $202C_h$: max_comm_enc_pos_enc_difference

Das Objekt max_comm_enc_pos_enc_difference gibt die maximale Differenz zwischen dem Kommutiergeber und Lageistwertgeber zurück.

Index	**$202C_h$**			
Name	**max_comm_enc_pos_enc_difference**			
Info	position_unit	rw	PDO	INT32
Value	--		--	

3.10 Leitfrequenzausgang

3.10.1 Übersicht

Diese Objektgruppe ermöglicht es, den Leitfrequenzausgang (ARS 2000 FS: X11, BL 4000-C: X1) zu parametrieren. Somit können Master- Slave- Applikationen, bei denen der Leitfrequenzausgang (Inkrementalgeber-Emulation) des Masters an den Leitfrequenzeingang des Slave angeschlossen ist, unter CANopen parametriert werden.

3.10.2 Beschreibung der Objekte

3.10.2.1 Objekt $201A_h$: encoder_emulation_data

Der Objekt- Record encoder_emulation_data kapselt alle Einstellmöglichkeiten für den Leitfrequenzausgang.

Über das Objekt encoder_emulation_resolution kann die ausgegebene Inkrementzahl (= vierfache Strichzahl) als Vielfaches von 4 frei eingestellt werden. In einer Master-Slave- Applikation muss diese der encoder_X10_resolution des Slave entsprechen, um ein Verhältnis von 1:1 zu erreichen.

Mit dem Objekt encoder_emulation_offset kann die Position des ausgegebenen Nullimpulses gegenüber der Nulllage des Istwertgebers verschoben werden.

Index	**$201A_h$**			
Name	**encoder_emulation_data**			
Type	RECORD			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**encoder_emulation_resolution**			
Info	Inkremente (4 * Strichzahl)	rw	~~PDO~~	INT32
Value	4 * (1…8192)	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**encoder_emulation_offset**			
Info	32767 = 180°	rw	~~PDO~~	INT16
Value	-32768…32767	--		

3.10.2.2 Objekt 2028_h: encoder_emulation_resolution

Das Objekt encoder_emulation_resolution ist nur aus Kompatibilitätsgründen vorhanden. Es entspricht dem Objekt $201A_h\_01_h$.

3.11 Soll- / Istwertaufschaltung

3.11.1 Übersicht

Mit Hilfe der nachfolgenden Objekte kann die Quelle für den Sollwert und den Istwert geändert werden. Als Standard verwendet der Servoregler den Eingang für den Motorgeber X2A bzw. X2B als Istwert für den Lageregler. Bei Verwendung eines externen Lagegebers, z.B. hinter einem Getriebe, kann der über X10 eingespeiste Lagewert als Istwert für den Lageregler aufgeschaltet werden. Darüber hinaus ist es möglich über X10 eingehende Signale (z.B. eines zweiten Servoreglers) als zusätzlichen Sollwert aufzuschalten, wodurch Synchronbetriebsarten ermöglicht werden.

3.11.2 Beschreibung der Objekte

3.11.2.1 Objekt $201F_h$: commutation_encoder_select

Das Objekt commutation_encoder_select gibt den Gebereingang an, der als Kommutiergeber verwendet wird. Da dieser Wert erst nach einem Reset wirksam wird, sollte die Einstellung des Kommutiergebers grundsätzlich über den Metronix ServoCommander® erfolgen.

Index	**$201F_h$**			
Name	**commutation_encoder_select**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	0, 2		--	

Wert	Bezeichnung
0	X2A
2	X2B

3.11.2.2 Objekt 2021_h: position_encoder_selection

Das Objekt position_encoder_selection gibt den Gebereingang an, der zur Bestimmung der Istlage (Istwertgeber) verwendet wird. Dieser Wert kann geändert werden, um auf Lageregelung über einen externen (am Abtrieb angeschlossenen) Geber umzuschalten. Dabei kann zwischen X10 und dem als Kommutiergeber ausgewählten Gebereingang (X2A / X2B) umgeschaltet werden. Wird einer der Gebereingänge X2A / X2B als Lageistwertgeber ausgewählt, so muss derjenige verwendet werden, der als Kommutiergeber genutzt wird. Wird der jeweils andere Geber angewählt, wird automatisch auf den Kommutiergeber umgeschaltet.

Index	**2021_h**			
Name	**position_encoder_selection**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	0...2		--	

Wert	Bezeichnung
0	X2A
1	X2B
2	X10

HINWEIS **Konfiguration**

Es kann nur zwischen dem Gebereingang X10 und dem jeweiligen Kommutiergeber X2A oder X2B als Lageistwertgeber gewählt werden. Die Konfiguration X2A als Kommutiergeber und X2B als Lageistwertgeber zu nutzen, bzw. umgekehrt, ist nicht möglich.

3.11.2.3 Objekt 2022_h: synchronisation_encoder_selection

Das Objekt synchronisation_encoder_selection gibt den Gebereingang an, der als Synchronisationssollwert verwendet wird. Je nach Betriebsart entspricht dieses einem Lagesollwert (Profile Position Mode) oder einem Drehzahlsollwert (Profile Velocity Mode).

Als Synchronisationseingang kann nur X10 verwendet werden. Somit kann zwischen X10 und "Kein Geber" ausgewählt werden. Als Synchronisationssollwert sollte nicht der gleiche Eingang wie für den Istwertgeber gewählt werden.

Index	**2022_h**			
Name	**synchronisation_encoder_selection**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	-1, 2		--	

Wert	Bezeichnung
-1	Kein Geber / undefiniert
2	X10

3.11.2.4 Objekt $202F_h$: synchronisation_selector_data

Über das Objekt synchronisation_main kann die Aufschaltung eines Synchronsollwerts erfolgen. Damit der Synchronsollwert überhaupt berechnet wird, muss Bit 0 gesetzt werden. Bit 1 ermöglicht es die Synchronlage erst durch das Starten eines Positionssatzes aufzuschalten (fliegende Säge). Über das Bit 8 kann festgelegt werden, dass die Referenzfahrt ohne Aufschaltung der Synchronlage erfolgen soll, um Master und Slave getrennt referenzieren zu können.

Index	**$202F_h$**			
Name	**synchronisation_selector_data**			
Type	RECORD			07_h
Sub-Index	**07_h**			
Name	**synchronisation_main**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	siehe Tabelle	--		

Bit	Wert	Bedeutung
0	0001_h	0: Synchronisation inaktiv 1: Synchronisation aktiv
1	0002_h	0: "Fliegende Säge" inaktiv 1: "Fliegende Säge" aktiv
8	0100_h	0: Synchronisation während der Referenzfahrt 1: Keine Synchronisation während der Referenzfahrt

3.11.2.5 Objekt 2023_h: synchronisation_filter_time

Über das Objekt synchronisation_filter_time wird die Filterzeitkonstante eines PT1- Filters festgelegt, mit dem die Synchronisationsdrehzahl geglättet wird. Dies kann insbesondere bei geringen Strichzahlen nötig sein, da hier bereits kleine Änderungen des Eingangswertes hohen Drehzahlen entsprechen. Andererseits ist der Antrieb bei hohen Filterzeiten ggf. nicht mehr in der Lage schnell genug einem dynamischen Eingangssignal zu folgen.

Index	**2023_h**			
Name	**synchronisation_filter_time**			
Info	µs	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	10...50000		--	

3.12 Analoge Eingänge

3.12.1 Übersicht

Die Servoregler verfügen über analoge Eingänge, über die dem Servoregler beispielsweise Sollwerte vorgegeben werden können. Für alle diese analogen Eingänge bieten die nachfolgenden Objekte die Möglichkeit, die aktuelle Eingangsspannung auszulesen (analog_input_voltage) und einen Offset einzustellen (analog_input_offset). Je nach Servoregler-Reihe (ARS 2000 FS / BL 4000-C) sind unterschiedlich viele analoge Eingänge vorhanden.

3.12.2 Beschreibung der Objekte

3.12.2.1 Objekt 2400_h: analog_input_voltage (Eingangsspannung)

Die Objektgruppe analog_input_voltage liefert die aktuelle Eingangsspannung des jeweiligen Kanals unter Berücksichtigung des Offsets in Millivolt.

Index	**2400_h**			
Name	**analog_input_voltage**			
Type	ARRAY			03_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**analog_input_voltage_ch_0**			
Info	mV	ro	PDO	INT16
Value	--	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**analog_input_voltage_ch_1**			
Info	mV	ro	PDO	INT16
Value	--	--		
Sub-Index	**03_h**			
Name	**analog_input_voltage_ch_2**			
Info	mV	ro	PDO	INT16
Value	--	--		

3.12.2.2 Objekt 2401_h: analog_input_offset (Offset Analogeingänge)

Über die Objektgruppe analog_input_offset kann die Offsetspannung in Millivolt für die jeweiligen Eingänge gesetzt bzw. gelesen werden. Mit Hilfe des Offsets kann eine eventuelle anliegende Gleichspannung ausgeglichen werden. Ein positiver Offset kompensiert dabei eine positive Eingangsspannung.

Index	**2401_h**			
Name	**analog_input_offset**			
Type	ARRAY			03_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**analog_input_offset_ch_0**			
Info	mV	rw	~~PDO~~	INT32
Value	-10000...10000	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**analog_input_offset_ch_1**			
Info	mV	rw	~~PDO~~	INT32
Value	-10000...10000	--		
Sub-Index	**03_h**			
Name	**analog_input_offset_ch_2**			
Info	mV	rw	~~PDO~~	INT32
Value	-10000...10000	--		

3.13 Digitale Ein- und Ausgänge

3.13.1 Übersicht

Alle digitalen Eingänge des Servoreglers können über den CAN-Bus gelesen und fast alle digitalen Ausgänge können beliebig gesetzt werden. Zudem können den digtalen Ausgängen des Servoreglers Statusmeldungen zugeordnet werden. Beim ARS 2000 FS kann auch das optionale Technologiemodul EA88 derart parametriert werden. Je nach Gerätefamilie sind möglicherweise nicht alle hier beschriebenen digitalen Ein-/Ausgänge bei jedem Gerät vorhanden.

3.13.2 Beschreibung der Objekte

3.13.2.1 Objekt $60FD_h$: digital_inputs

Über das Objekt $60FD_h$ können die digitalen Eingänge ausgelesen werden:

Index	**$60FD_h$**			
Name	**digital_inputs**			
Info	--	ro	PDO	UINT32
Value	gemäß Tabelle		--	

Bit	Wert	digitaler Eingang
0	00000001_h	Negativer Endschalter
1	00000002_h	Positiver Endschalter
2	00000004_h	Referenzschalter
3	00000008_h	Interlock (Servoregler- oder Endstufenfreigabe oder STO fehlt)
16...23	$00FF0000_h$	Gegebenenfalls zusätzliche digitale Eingänge eines EA88-Moduls (EA88-0)
24...27	$0F000000_h$	DIN0...DIN3
28	10000000_h	DIN8
29	20000000_h	ARS 2000: DIN9, BL 4100-C: DIN4

3.13.2.2 Objekt $60FE_h$: digital_outputs

Über das Objekt $60FE_h$ können die digitalen Ausgänge angesteuert werden. Ein gesetztes Bit im Objekt digital_outputs_mask gibt an, welcher digitale Ausgang angesteuert werden soll. Über das Objekt digital_outputs_data können die ausgewählten Ausgänge dann beliebig gesetzt werden. Es ist zu beachten, dass bei der Ansteuerung der digitalen Ausgänge eine Verzögerung von bis zu 10 ms auftreten kann. Wann die Ausgänge wirklich gesetzt werden, kann durch Zurücklesen des Objekts $60FE_h$ festgestellt werden.

Index	**$60FE_h$**			
Name	**digital_outputs**			
Type	ARRAY			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**digital_outputs_data**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**digital_outputs_mask**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	--		

Bit	Wert	Digitaler Ausgang
0	00000001_h	1 = Bremse anziehen
16...23	$00FF0000_h$	ggf. zusätzliche digitale Ausgänge eines EA88-Moduls (EA88-0)
25...27	$0E000000_h$	DOUT1...DOUT3

ACHTUNG **Sachschäden möglich**

Wenn die Bremsansteuerung über digital_output_mask freigegeben ist, wird durch Löschen von Bit 0 in digital_output_data die Haltebremse manuell gelüftet!

Dies kann bei hängenden Achsen zu einem Absacken der Achse führen.

3.13.2.3 Objekt 2420_h: digital_output_state_mapping

Über die Objektgruppe digital_outputs_state_mapping können verschiedene Statusmeldungen des Servoreglers über die digitalen Ausgänge ausgegeben werden.

Für die integrierten digitalen Ausgänge des Servoreglers ist hierzu für jeden Ausgang ein eigener Subindex vorhanden. Für die optional verfügbaren Ausgänge eines EA88- Moduls im Technologieschacht 1 sind innerhalb eines Subindex immer 4 Ausgänge zusammengefasst. Somit ist für jeden Ausgang ein Byte vorhanden, in das die Funktionsnummer einzutragen ist.

Wenn einem digitalen Ausgang eine derartige Funktion zugeordnet wurde und der Ausgang dann direkt über digital_outputs ($60FE_h$) ein- oder ausgeschaltet wird, wird auch das Objekt digital_outputs_state_mapping auf AUS (0) bzw. EIN (12) gesetzt.

Index	2420$_h$			
Name	digital_outputs_state_mapping			
Type	RECORD			12$_h$
Sub-Index	01$_h$			
Name	dig_out_state_mapp_dout_1			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT8
Value	0...16, siehe Tabelle	--		
Sub-Index	02$_h$			
Name	dig_out_state_mapp_dout_2			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT8
Value	0...16, siehe Tabelle	--		
Sub-Index	03$_h$			
Name	dig_out_state_mapp_dout_3			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT8
Value	0...16, siehe Tabelle	--		

Wert	Bezeichnung	Wert	Bezeichnung
0	Aus (Ausgang ist Low)	9	Unterspannung Zwischenkreis
1	Position $X_{soll} = X_{ziel}$	10	Feststellbremse gelüftet
2	Position $X_{ist} = X_{ziel}$	11	Endstufe aktiv
3	Reserviert	12	Ein (Ausgang ist High)
4	Restweg	13	Reserviert
5	Referenzfahrt aktiv	14	Reserviert
6	Vergleichsdrehzahl erreicht	15	Linearmotor identifiziert
7	I²t-Überwachung aktiv	16	Referenzposition gültig
8	Schleppfehler		

Sub-Index	11$_h$			
Name	dig_out_state_mapp_ea88_0_low			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value		--		

Bit	Maske	Name	Bezeichnung
0 ... 7	000000FF$_h$	EA88_0_dout_0_mapping	Funktion für EA88 0 DOUT1
8 ... 15	0000FF00$_h$	EA88_0_dout_1_mapping	Funktion für EA88 0 DOUT2
16 ... 23	00FF0000$_h$	EA88_0_dout_2_mapping	Funktion für EA88 0 DOUT3
23 ... 31	FF000000$_h$	EA88_0_dout_3_mapping	Funktion für EA88 0 DOUT4

Sub-Index	12_h			
Name	dig_out_state_mapp_ea88_0_high			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value		--		

Bit	Maske	Name	Bezeichnung
0 ... 7	$000000FF_h$	EA88_0_dout_4_mapping	Funktion für EA88 0 DOUT5
8 ... 15	$0000FF00_h$	EA88_0_dout_5_mapping	Funktion für EA88 0 DOUT6
16 ... 23	$00FF0000_h$	EA88_0_dout_6_mapping	Funktion für EA88 0 DOUT7
23 ... 31	$FF000000_h$	EA88_0_dout_7_mapping	Funktion für EA88 0 DOUT8

3.14 Endschalter / Referenzschalter

3.14.1 Übersicht

Für die Definition der Referenzposition des Servoreglers können wahlweise Endschalter (limit switch) oder Referenzschalter (homing switch) verwendet werden. Nähere Informationen zu den möglichen Referenzfahrt-Methoden finden sie im Abschnitt 5.2 *Betriebsart Referenzfahrt (Homing Mode)* auf Seite 135.

3.14.2 Beschreibung der Objekte

3.14.2.1 Objekt $6510_h\_11_h$: limit_switch_polarity

Die Polarität der Endschalter kann durch das Objekt $6510_h\_11_h$ (limit_switch_polarity) programmiert werden. Für öffnende Endschalter ist in dieses Objekt eine Null, bei der Verwendung von schließenden Kontakten ist eine Eins einzutragen.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**11_h**			
Name	**limit_switch_polarity**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	0, 1	1		

Wert	Bedeutung
0	Öffner
1	Schließer

3.14.2.2 Objekt $6510_h\_12_h$: limit_switch_selector

Über das Objekt $6510_h\_12_h$ (limit_switch_selector) kann die Zuordnung der Endschalter (negativ, positiv) vertauscht werden, ohne Änderungen an der Verkabelung vornehmen zu müssen. Um die Zuordnung der Endschalter zu tauschen, ist eine Eins einzutragen.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**12_h**			
Name	**limit_switch_selector**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	0, 1	0		

Wert	Bedeutung
0	DIN6 = E0 (Endschalter negativ) DIN7 = E1 (Endschalter positiv)
1	DIN6 = E1 (Endschalter positiv) DIN7 = E0 (Endschalter negativ)

3.14.2.3 Objekt $6510_h\_15_h$: limit_switch_deceleration

Das Objekt limit_switch_deceleration legt die Beschleunigung fest, mit der gebremst wird, wenn während des normalen Betriebs der Endschalter erreicht wird (Endschalter-Nothalt-Rampe).

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**15_h**			
Name	**limit_switch_deceleration**			
Info	acceleration_unit	rw	~~PDO~~	INT32
Value	0...3000000 min^{-1}/s	--		

3.14.2.4 Objekt $6510_h\_14_h$: homing_switch_polarity

Die Polarität des Referenzschalters kann durch das Objekt $6510_h\_14_h$ (homing_switch_polarity) programmiert werden. Für einen öffnenden Referenzschalter ist in dieses Objekt eine Null, bei der Verwendung von schließenden Kontakten ist eine Eins einzutragen.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**14_h**			
Name	**homing_switch_polarity**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	0, 1	1		

Wert	Bedeutung
0	Öffner
1	Schließer

3.14.2.5 Objekt $6510_h\_13_h$: homing_switch_selector

Das Objekt $6510_h\_13_h$ (homing_switch_selector) legt fest, ob DIN8 oder DIN9 als Referenzschalter verwendet werden soll.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**13_h**			
Name	**homing_switch_selector**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	0, 1	0		

Wert	Bedeutung
0	DIN9
1	DIN8

3.15 Erfassen von Positionen

3.15.1 Übersicht

Die Servoregler bieten die Möglichkeit, den Lageistwert auf der steigenden oder fallenden Flanke eines digitalen Eingangs (z.B. eines Messtasters) hin abzuspeichern (Sampling). Dieser Lagewert kann dann z.B. zur Berechnung innerhalb einer Steuerung ausgelesen werden.

Alle notwendigen Objekte sind in dem Record sample_data zusammengefasst: Das Objekt sample_mode legt die Art des Samplings fest: Soll nur ein einmaliges Sample-Ereignis aufgezeichnet werden oder soll kontinuierlich gesampelt werden. Über das Objekt sample_status kann die Steuerung abfragen, ob ein Sample- Ereignis aufgetreten ist. Dies wird durch ein gesetztes Bit signalisiert, welches ebenfalls im statusword angezeigt werden kann, wenn das Objekt sample_status_mask entsprechend gesetzt ist.

Das Objekt sample_control dient dazu, die Freigabe des Sample- Ereignisses zu steuern und letztlich können über die Objekte sample_position_rising_edge und sample_position_falling_edge die gesampelten Positionen ausgelesen werden.

Welcher digitale Eingang verwendet wird, lässt sich mit dem Metronix ServoCommander® unter Parameter / IOs / Digitale Eingänge / Sample- Eingang festlegen.

3.15.2 Beschreibung der Objekte

3.15.2.1 Objekt $204A_h$: sample_data

Index	**$204A_h$**	
Name	**sample_data**	
Type	RECORD	06_h

Mit dem folgenden Objekt kann gewählt werden, ob auf jedes Auftreten eines Sample-Events die Position bestimmt werden soll (Kontinuierliches Sampling) oder ob das Sampling nach einem Sample- Ereignis gesperrt werden soll, bis das Sampling erneut freigegeben wird. Beachten Sie hierbei, dass auch bereits ein Prellen beide Flanken auslösen kann.

Sub-Index	**01_h**			
Name	**sample_mode**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0...1	--		

Wert	Bezeichnung
0	Kontinuierliches Sampling
1	Autolock sampling

Das folgenden Objekt zeigt ein neues Sample- Ereignis an.

Sub-Index	**02_h**			
Name	**sample_status**			
Info	--	ro	PDO	UINT8
Value	0...3	--		

Bit	Wert	Name	Beschreibung
0	01_h	falling_edge_occurred	= 1: Neue Sample-Position (fallende Flanke)
1	02_h	rising_edge_occurred	= 1: Neue Sample-Position (steigende Flanke)

Mit dem folgenden Objekt können die Bits des Objekts sample_status festgelegt werden, die auch zum Setzen von Bit 15 des statusword führen sollen. Dadurch ist im üblicherweise ohnehin zu übertragenden statusword die Information “Sample- Ereignis aufgetreten” vorhanden, so dass die Steuerung nur in diesem Fall das Objekt sample_ status lesen muss, um ggf. festzustellen welche Flanke aufgetreten ist.

Sub-Index	**03_h**			
Name	**sample_status_mask**			
Info	--	rw	PDO	UINT8
Value	0...3	--		

Bit	Wert	Name	Beschreibung
0	01_h	falling_edge_visible	Wenn falling_edge_occured = 1 wird im statusword Bit 15 gesetzt
1	02_h	rising_edge_visible	Wenn rising_edge_occured = 1 wird im statusword Bit 15 gesetzt

Das Setzen des jeweiligen Bits in sample_control setzt zum einen das entsprechende Statusbit in sample_status zurück und schaltet im Falle des “Autolock”- Samplings das Sampling wieder frei.

Sub-Index	**04_h**			
Name	**sample_control**			
Info	--	wo	PDO	UINT8
Value	0...3	0		

Bit	Wert	Name	Beschreibung
0	01_h	falling_edge_enable	Sampling bei fallender Flanke
1	02_h	rising_edge_enable	Sampling bei steigender Flanke

Die folgenden Objekte enthalten die gesampelten Positionen.

Sub-Index	**05_h**			
Name	**sample_position_rising_edge**			
Info	position_unit	ro	PDO	INT32
Value	--	--		

Sub-Index	**06_h**			
Name	**sample_position_falling_edge**			
Info	position_unit	ro	PDO	INT32
Value	--	--		

3.16 Bremsen-Ansteuerung

3.16.1 Übersicht

Mittels der nachfolgenden Objekte kann parametriert werden, wie der Servoregler eine eventuell im Motor integrierte Haltebremse ansteuert. Die Haltebremse wird immer freigeschaltet, sobald die Servoreglerfreigabe eingeschaltet wird. Für Haltebremsen mit hoher mechanischer Trägheit kann eine Verzögerungszeit t_A parametriert werden, damit die Haltebremse in Eingriff ist, bevor die Endstufe ausgeschaltet wird (Durchsacken vertikaler Achsen). Ebenso wird die Ansteuerung des Motors verzögert (t_F), bis die Haltebremse vollständig gelöst ist. Beide Verzögerungen werden gleichzeitig durch das Objekt brake_delay_time ($t_A = t_F$) parametriert.

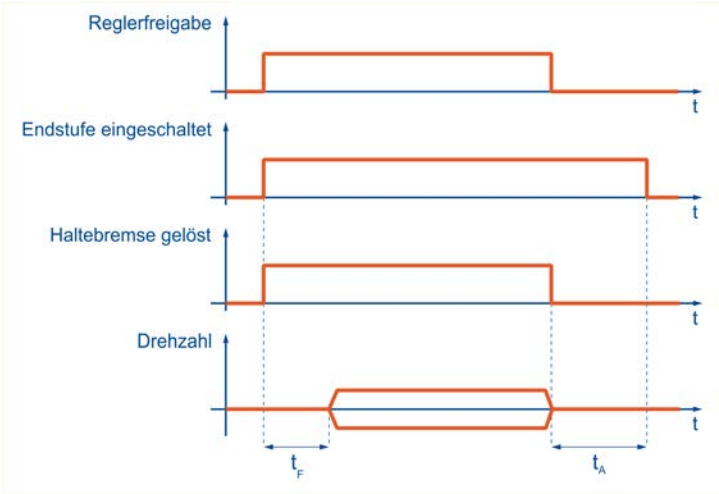


Abbildung 6: Funktion der Bremsverzögerung (bei Drehzahlregelung / Positionieren)

3.16.2 Beschreibung der Objekte

3.16.2.1 Objekt 6510_h_18_h: brake_delay_time

Über das Objekt brake_delay_time kann die Bremsverzögerungszeit parametriert werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**18_h**			
Name	**brake_delay_time**			
Info	ms	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0...32000	--		

3.17 Geräteinformationen

Über zahlreiche CAN-Objekte können die verschiedensten Informationen wie Servoreglertyp, verwendete Firmware etc. aus dem Gerät ausgelesen werden.

3.17.1 Beschreibung der Objekte

3.17.1.1 Objekt 1000_h: device_type

Das Objekt device_type zeigt in den unteren 16 Bit an, dass das Geräteprofil 402 unterstützt wird und in den oberen 16 Bit, dass es sich um ein Servo drive (Bit 17) handelt.

Index	**1000_h**			
Name	**device_type**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--		00020192_h	

3.17.1.2 Objekt 1008_h: manufacturer_device_name

Über das Objekt manufacturer_device_name kann der Name der Gerätefamilie in Klartext ausgelesen werden.

Index	**1008_h**			
Name	**manufacturer_device_name**			
Info	--	ro	~~PDO~~	VISSTR
Value	--		--	

3.17.1.3 Objekt 1009_h: manufacturer_hardware_version

Über das Objekt manufacturer_hardware_version kann die Hardware-Revision des Geräts ausgelesen werden. Diese wird auch im Metronix ServoCommander® unter Hilfe / Info Registerkarte Firmware / Hardware angezeigt.

Index	**1009_h**			
Name	**manufacturer_hardware_version**			
Info	MMM.SSS	ro	~~PDO~~	VISSTR
Value	--		--	

Wert	Bedeutung
M	main version
S	sub version

3.17.1.4 Objekt $100A_h$: manufacturer_software_version

Über das Objekt manufacturer_software_version kann die Firmwareversion in Klartext ausgelesen werden. Die einzelnen Teile der Versionsnummer sind als ASCII-Zeichen ohne führende Nullen formatiert und sind durch Punkte getrennt, z.B. "1.0.0.1.2".

Index	**$100A_h$**			
Name	**manufacturer_software_version**			
Info	M.S.C.K.k	ro	~~PDO~~	VISSTR
Value	--		--	

Wert	Bedeutung
M	Entspricht MMMM von *Objekt 6510h_A9h: firmware_main_version*
S	Entspricht SSSS von *Objekt 6510h_A9h: firmware_main_version*
C	Entspricht *Objekt 6510h_AAh: firmware_custom_version*
K	Entspricht MMMM von *Objekt 6510h_ADh: km_release*
k	Entspricht SSSS von *Objekt 6510h_ADh: km_release*

3.17.1.5 Objekt 1018_h: identity_object

Über das in der DS301 festgelegte identity_object kann der Servoregler in einem CANopen-Netzwerk eindeutig identifiziert werden. Zu diesem Zweck kann der Herstellercode (vendor_id), ein eindeutiger Produktcode (product_code), die Revisionsnummer der CANopen-Implementation (revision_number) und die Seriennummer (serial_number) ausgelesen werden.

Index	**1018_h**			
Name	**identity_object**			
Type	RECORD			04_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**vendor_id**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	$000000E4_h$		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**product_code**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

Wert	Bedeutung	Wert	Bedeutung
2005_h	ARS 2102	2086_h	ARS 2105 SE
2006_h	ARS 2105	$208B_h$	ARS 2310 SE
2009_h	ARS 2302	2090_h	ARS 2108 SE

Wert	Bedeutung	Wert	Bedeutung
$200A_h$	ARS 2305	2089_h	ARS 2302 SE
$200B_h$	ARS 2310	$208A_h$	ARS 2305 SE
$200C_h$	ARS 2320	8202_h	BL 4102-C
2008_h	ARS 2320W	8203_h	BL 4104-C
$200D_h$	ARS 2340	8208_h	BL 4304-C
$200E_h$	ARS 2360W	8209_h	BL 4308-C
2045_h	ARS 2102 FS	8212_h	BL 4312-C
2046_h	ARS 2105 FS	$820A_h$	BL 4104-M ETH
2050_h	ARS 2108 FS	$820C_h$	BL 4104-D ETH
2049_h	ARS 2302 FS	$820D_h$	BL 4840-M ETH
$204A_h$	ARS 2305 FS	$820F_h$	BL 4840-D ETH
$204B_h$	ARS 2310 FS	$820B_h$	BL 4104-M CAN
$204C_h$	ARS 2320 FS	8210_h	BL 4104-D CAN
$204D_h$	ARS 2340 FS	$820E_h$	BL 4840-M CAN
$204E_h$	ARS 2360W FS	8211_h	BL 4840-D CAN
2085_h	ARS 2102 SE		

Sub-Index	**03_h**			
Name	**revision_number**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	00040002_h		
Sub-Index	**04_h**			
Name	**serial_number**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

3.17.1.6 Objekt 6510_h_$A0_h$: drive_serial_number

Über das Objekt drive_serial_number kann die Seriennummer des Servoreglers ausgelesen werden. Dieses Objekt dient der Kompatibilität zu früheren Versionen.

Index	**6510_h**	
Name	**drive_data**	
Type	RECORD	$F0_h$
Sub-Index	**$A0_h$**	
Name	**drive_serial_number**	
Info	--	ro ~~PDO~~ UINT32
Value	--	--

3.17.1.7 Objekt 6510_h_$A1_h$: drive_type

Über das Objekt drive_type kann der Gerätetyp des Servoreglers ausgelesen werden. Dieses Objekt dient der Kompatibilität zu früheren Versionen.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$A1_h$**			
Name	**drive_type**			
Info	siehe 1018_h_02_h (product code)	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	siehe 1018_h_02_h (product code)	--		

3.17.1.8 Objekt 6510_h_$A9_h$: firmware_main_version

Über das Objekt firmware_main_version kann die Hauptversionsnummer der Firmware (Produktstufe) ausgelesen werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$A9_h$**			
Name	**firmware_main_version**			
Info	$MMMMSSSS_h$	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

Wert	Bedeutung
M	main version
S	sub version

3.17.1.9 Objekt 6510_h_AA_h: firmware_custom_version

Über das Objekt firmware_custom_version kann die Versionsnummer der kundenspezifischen Variante der Firmware ausgelesen werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**AA_h**			
Name	**firmware_custom_version**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

3.17.1.10 Objekt 6510_h_AD_h: km_release

Über die Versionsnummer des km_release können Firmwarestände der gleichen Produktstufe unterschieden werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**AD_h**			
Name	**km_release**			
Info	$MMMMSSSS_h$	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

Wert	Bedeutung
M	main version
S	sub version

3.17.1.11 Objekt 6510_h_AC_h: firmware_type

Über das Objekt firmware_type kann ausgelesen werden, für welche Gerätefamilie und für welchen Winkelgebertyp die geladene Firmware geeignet ist. Da seit der ARS 2000-Familie das Winkelgeber-Interface nicht mehr steckbar ist, sind im Parameter G grundsätzlich alle Bits gesetzt (F_h).

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**AC_h**			
Name	**firmware_type**			
Info	$000000GX_h$	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	$F2_h$	--		

Wert (X)	Bedeutung
0_h	IMD-F
1_h	ARS
2_h	ARS 2000, ARS 2000 FS, ARS 2000 SE und BL 4000-C

3.17.1.12 Objekt 6510_h_$B0_h$: cycletime_current_controller

Über das Objekt cycletime_current_controller kann die Zykluszeit des Stromreglers in Mikrosekunden ausgelesen werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$B0_h$**			
Name	**cycletime_current_controller**			
Info	µs	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

3.17.1.13 Objekt 6510_h_$B1_h$: cycletime_velocity_controller

Über das Objekt cycletime_velocity_controller kann die Zykluszeit des Drehzahlreglers in Mikrosekunden ausgelesen werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$B1_h$**			
Name	**cycletime_velocity_controller**			
Info	µs	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

3.17.1.14 Objekt 6510_h_$B2_h$: cycletime_position_controller

Über das Objekt cycletime_position_controller kann die Zykluszeit des Lagereglers in Mikrosekunden ausgelesen werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$B2_h$**			
Name	**cycletime_position_controller**			
Info	µs	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

3.17.1.15 Objekt 6510_h_$B3_h$: cycletime_trajectory_generator

Über das Objekt cycletime_trajectory_generator kann die Zykluszeit der Positioniersteuerung in Mikrosekunden ausgelesen werden.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$B3_h$**			
Name	**cycletime_trajectory_generator**			
Info	µs	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

3.17.1.16 Objekt 6510_h_$C0_h$: commissioning_state

ACHTUNG **Ungeeignete Parametrierung möglich**

Dieses Objekt enthält keinerlei Informationen darüber, ob der Servoregler dem Motor und der Applikation entsprechend richtig parametriert wurde, sondern nur, ob die genannten Punkte nach der Auslieferung mindestens einmal überhaupt parametriert wurden.

HINWEIS **„A“ im 7-Segment-Display**

Beachten Sie, dass mindestens ein Bit im Objekt commissioning_state gesetzt werden muss, um das „A“ auf dem Displays Ihres Servoreglers zu unterdrücken.

Index	**6510_h**			
Name	**drive_data**			
Type	RECORD			$F0_h$
Sub-Index	**$C0_h$**			
Name	**commissioning_state**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	--	--		

Bit	Bedeutung
0	Nennstrom gültig
1	Maximalstrom gültig
2	Polzahl des Motors gültig
3	Offsetwinkel / Drehsinn gültig
4	Reserviert
5	Offsetwinkel / Drehsinn Hallgeber gültig
6	Reserviert
7	Absolutlage Gebersystem gültig
8	Stromregler-Parameter gültig

Bit	Bedeutung
9	Reserviert
10	Physik. Einheiten gültig
11	Drehzahlregler gültig
12	Lageregler gültig
13	Sicherheitsparameter gültig
14	Reserviert
15	Endschalter-Polarität gültig
16...31	Reserviert

3.17.1.17 Objekt $20FD_h$: user_device_name

Über das Objekt user_device_name kann der frei parametrierbare Name des Antriebs (z.B. "X-Achse") gelesen und geschrieben werden.

Index	**$20FD_h$**			
Name	**user_device_name**			
Info	--	rw	~~PDO~~	VISSTR
Value	--		--	

3.18 Fehlermanagement

3.18.1 Übersicht

Die Servoregler bieten die Möglichkeit, die Fehlerreaktion einzelner Ereignisse, wie z.B. das Auftreten eines Schleppfehlers, zu ändern. Dadurch reagiert der Servoregler unterschiedlich, wenn ein bestimmtes Ereignis eintritt: So kann je nach Einstellung heruntergebremst werden, die Endstufe sofort ausgeschaltet werden oder lediglich eine Warnung auf dem Display angezeigt werden.

Für jedes Ereignis ist herstellerseitig eine Mindestreaktion vorgesehen, die nicht unterschritten werden kann. So lassen sich „kritische“ Fehler wie beispielsweise 06-0 Kurzschluss Endstufe nicht umparametrieren, da hier eine sofortige Abschaltung notwendig ist, um den Servoregler vor einer eventuellen Zerstörung zu schützen.

Wird eine niedrigere Fehlerreaktion als für den jeweiligen Fehler zulässig eingetragen, wird der Wert auf die niedrigst zulässige Fehlerreaktion begrenzt. Eine Liste aller Fehlernummern befindet sich im Softwarehandbuch “Servoregler ARS 2000” bzw. dem Produkthandbuch BL 4000-C.

3.18.2 Beschreibung der Objekte

3.18.2.1 Objekt 2100_h: error_management

Index	**2100_h**	
Name	**error_management**	
Type	RECORD	02_h

Im Objekt error_number muss die Hauptfehlernummer angegeben werden, deren Reaktion geändert werden soll. Die Hauptfehlernummer ist in der Regel vor dem Bindestrich angegeben (z.B. Fehler 08-2, Hauptfehlernummer 8).

Sub-Index	**01_h**			
Name	**error_number**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT8
Value	1...96	--		

Im Objekt error_reaction_code kann die Reaktion des Fehlers verändert werden. Wird die herstellerseitige Mindestreaktion unterschritten, wird auf diese begrenzt. Die wirklich eingestellte Reaktion kann durch Rücklesen bestimmt werden.

Sub-Index	**02_h**			
Name	**error_reaction_code**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT8
Value	0, 1, 3, 5, 7, 8	--		

Wert	Bedeutung
0	Keine Aktion
1	Eintrag im Puffer
3	Warnung auf dem 7-Segment-Display
5	Servoreglerfreigabe aus
7	Bremsen mit Maximalstrom
8	Endstufe aus

3.18.2.2 Objekt $200F_h$: last_warning_code

Warnungen sind bemerkenswerte Ereignisse des Antriebs (z.B. ein Schleppfehler), die im Gegensatz zu einem Fehler nicht zum Stillsetzen des Antriebs führen sollen. Warnungen werden auf der 7-Segmentanzeige des Servoreglers angezeigt und danach automatisch vom Servoregler zurückgesetzt.

Die letzte aufgetretene Warnung kann über das folgende Objekt ausgelesen werden: Dabei zeigt Bit 15 an, ob die Warnung aktuell noch aktiv ist.

Index	**$200F_h$**			
Name	**last_warning_code**			
Info	--	ro	PDO	UINT16
Value	--		--	

Bit	Wert	Beschreibung
0… 3	$000F_h$	Unternummer der Warnung
4…11	$0FF0_h$	Hauptnummer der Warnung
15	8000_h	Warnung ist aktiv

4 Gerätesteuerung (Device Control)

4.1 Übersicht

Das nachfolgende Kapitel beschreibt, wie der Servoregler unter CANopen gesteuert wird, also wie beispielsweise die Endstufe eingeschaltet oder ein Fehler quittiert wird.

Unter CANopen wird die gesamte Steuerung des Servoreglers über zwei Objekte realisiert: Über das controlword kann der Host den Servoregler steuern, während der Status des Servoreglers im Objekt statusword zurückgelesen werden kann. Zur Erklärung der Servoreglersteuerung werden die folgenden Begriffe verwandt:

Begriff	Erklärung
Zustand: (State)	Je nachdem ob beispielsweise die Endstufe eingeschaltet oder ein Fehler aufgetreten ist befindet sich der Servoregler in verschiedenen Zuständen. Die unter CANopen definierten Zustände werden im Laufe des Kapitels vorgestellt. Beispiel: `OPERATION_ENABLE`
Zustandsübergang (State Transition)	Ebenso wie die Zustände ist es unter CANopen ebenfalls definiert, wie man von einem Zustand zu einem anderen gelangt (z.B. um einen Fehler zu quittieren). Zustandsübergänge werden vom Host durch Setzen von Bits im controlword ausgelöst oder intern durch den Servoregler, wenn dieser beispielsweise einen Fehler erkennt.
Kommando (Command)	Zum Auslösen von Zustandsübergängen müssen bestimmte Kombinationen von Bits im controlword gesetzt werden. Eine solche Kombination wird als Kommando bezeichnet. Beispiel: Enable Operation
Zustandsdiagramm (State Machine)	Die Zustände und Zustandsübergänge bilden zusammen das Zustandsdiagramm, also die Übersicht über alle Zustände und die von dort möglichen Übergänge.

4.2 Das Zustandsdiagramm des Servoreglers (State Machine)

Das Zustandsdiagramm kann grob in drei Bereiche aufgeteilt werden: „Power Disabled“ bedeutet, dass die Endstufe ausgeschaltet ist und „Power Enabled“ dass die Endstufe eingeschaltet ist. Im Bereich „Fault“ sind die zur Fehlerbehandlung notwendigen Zustände zusammengefasst.

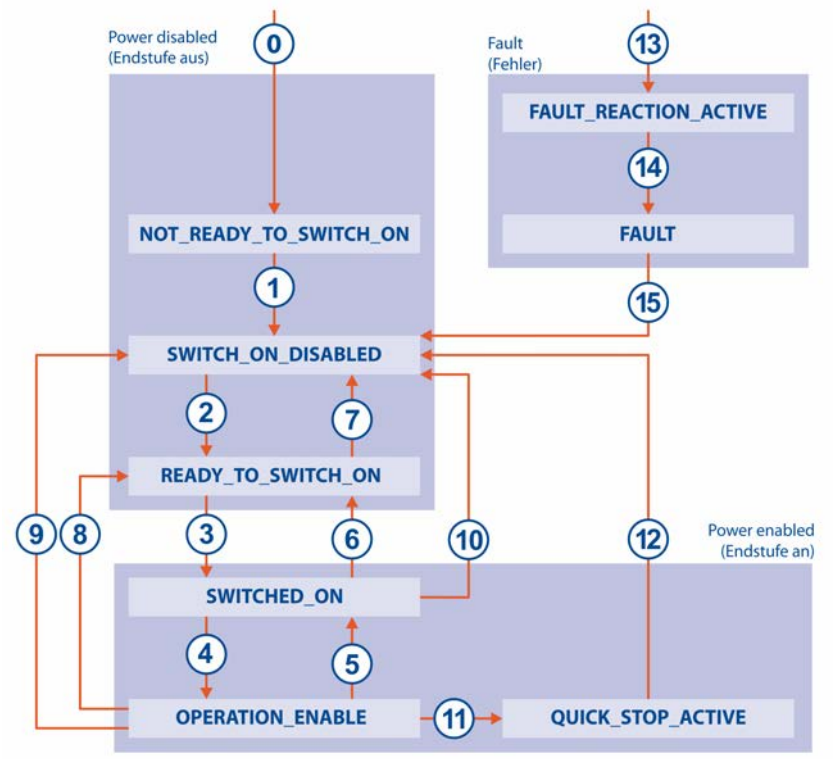


Abbildung 7: Zustandsdiagramm des Servoreglers

Nach dem Einschalten initialisiert sich der Servoregler und erreicht schließlich den Zustand `SWITCH_ON_DISABLED`. In diesem Zustand ist die CAN-Kommunikation voll funktionsfähig und der Servoregler kann parametriert werden (z.B. die Betriebsart „Drehzahlregelung“ eingestellt werden). Die Endstufe ist ausgeschaltet und die Welle ist somit frei drehbar. Durch die Zustandsübergänge 2, 3, 4 – was im Prinzip der CAN-Servoreglerfreigabe entspricht – gelangt man in den Zustand `OPERATION_ENABLE`. In diesem Zustand ist die Endstufe eingeschaltet und der Motor wird gemäß der eingestellten Betriebsart geregelt Stellen Sie daher vorher unbedingt sicher, dass der Antrieb richtig parametriert ist und ein entsprechender Sollwert gleich Null ist. Der Zustandsübergang 9 entspricht der Wegnahme der Freigabe, d.h. ein noch laufender Motor würde ungeregelt austrudeln. Tritt ein Fehler auf so wird (egal aus welchem Zustand) letztlich in den Zustand `FAULT` verzweigt. Je nach Schwere des Fehlers können vorher noch bestimmte Aktionen, wie z.B. eine Notbremsung ausgeführt werden (`FAULT_REACTION_ACTIVE`).

Um die genannten Zustandsübergänge auszuführen müssen bestimmte Bitkombinationen im controlword (siehe unten) gesetzt werden. Die unteren 4 Bits des controlwords werden gemeinsam ausgewertet, um einen Zustandsübergang auszulösen. Im Folgenden werden

zunächst nur die wichtigsten Zustandsübergänge 2, 3, 4, 9 und 15 erläutert. Eine Tabelle aller möglichen Zustände und Zustandsübergänge findet sich am Ende dieses Kapitels.

Wichtige Zustandsübergänge

Die folgende Tabelle enthält in der 1. Spalte den gewünschten Zustandsübergang und in der 2. Spalte die dazu notwendigen Voraussetzungen (Meistens ein Kommando durch den Host, hier mit Rahmen dargestellt). Wie dieses Kommando erzeugt wird, d.h. welche Bits im controlword zu setzen sind, ist in der 3. Spalte ersichtlich (x = nicht relevant).

Nr.	Wird durchgeführt wenn	Bitkombination (controlword)					Aktion
		Bit	3	2	1	0	
2	Endstufen- u. Reglerfreigabe vorhanden + Shutdown	Shutdown	x	1	1	0	Keine
3	Switch On	Switch On	x	1	1	1	Einschalten der Endstufe
4	Enable Operation	Enable Operation	1	1	1	1	Regelung gemäß eingestellter Betriebsart
9	Disable Voltage	Disable Voltage	x	x	0	x	Endstufe wird gesperrt. Motor ist frei drehbar.
15	Fehler behoben + Fault Reset	Fault Reset	Bit 7 = ↑				Fehler quittieren

BEISPIEL

Nachdem der Servoregler parametriert wurde, soll der Regler freigegeben, d.h. die Endstufe eingeschaltet, werden:

1. Der Servoregler ist im Zustand `SWITCH_ON_DISABLED`
2. Der Regler soll in den Zustand `OPERATION_ENABLED`
3. Es sind die Zustandsübergänge 2, 3 und 4 auszuführen.
4. Aus der vorhergehenden Tabelle folgt:

Übergang	controlword	Neuer Zustand
2	0006_h	`READY_TO_SWITCH_ON`
3	0007_h	`SWITCHED_ON`
4	$000F_h$	`OPERATION_ENABLE`

Hinweise:

- Um das Prinzip zu verdeutlichen, sind keine weiteren Bits im controlword gesetzt.
- Die Übergänge 3 und 4 können zusammengefasst werden, indem gleich $000F_h$ geschrieben wird, da das gesetzte Bit 3 für den Übergang 3 nicht relevant ist.
- Es muss jeweils abgewartet werden, bis der Regler den Zustand eingenommen hat. Dies wird im folgenden Abschnitt noch näher erläutert.

4.2.1 Zustandsdiagramm: Zustände

In der folgenden Tabelle sind alle Zustände und deren Bedeutung aufgeführt:

Name	Bedeutung
NOT_READY_TO_SWITCH_ON	Der Servoregler führt einen Selbsttest durch. Die CAN-Kommunikation arbeitet noch nicht.
SWITCH_ON_DISABLED	Der Servoregler hat seinen Selbsttest abgeschlossen. CAN-Kommunikation ist möglich.
READY_TO_SWITCH_ON	Der Servoregler wartet bis die digitalen Eingänge „Endstufen-“ und „Servoreglerfreigabe“ an 24 V liegen. (Reglerfreigabelogik „Digitaler Eingang und CAN“).
SWITCHED_ON *1)	Die Endstufe ist eingeschaltet.
OPERATION_ENABLE *1)	Der Motor liegt an Spannung und wird entsprechend der Betriebsart geregelt.
QUICKSTOP_ACTIVE *1)	Die Quick Stop Function wird ausgeführt (siehe: quick_ stop_option_ code). Der Motor liegt an Spannung und wird entsprechend der Quick Stop Function geregelt.
FAULT_REACTION_ACTIVE *1)	Es ist ein Fehler aufgetreten. Bei kritischen Fehlern wird sofort in den Status Fault gewechselt. Ansonsten wird die im fault_reaction_option_code vorgegebene Aktion ausgeführt. Der Motor liegt an Spannung und wird entsprechend der Fault Reaction Function geregelt.
FAULT	Es ist ein Fehler aufgetreten. Der Motor ist spannungsfrei.

*1) Die Endstufe ist eingeschaltet.

4.2.2 Zustandsdiagramm: Zustandsübergänge

⚠ GEFAHR Lebensgefährliche elektrische Spannung! ⚠

Endstufe gesperrt bedeutet, dass die Leistungshalbleiter nicht mehr angesteuert werden. Wenn dieser Zustand bei einem drehenden Motor eingenommen wird, so trudelt dieser ungebremst aus. Eine eventuell vorhandene mechanische Motorbremse wird hierbei automatisch angezogen.

Das Signal garantiert nicht, dass der Motor wirklich spannungsfrei ist

⚠ VORSICHT Verletzungsgefahr

Endstufe freigegeben bedeutet, dass der Motor entsprechend der gewählten Betriebsart angesteuert und geregelt wird. Eine eventuell vorhandene mechanische Motorbremse wird automatisch gelöst.

Bei einem Defekt oder einer Fehlparametrierung (Motorstrom, Polzahl, Resolver-Offsetwinkel etc.) kann es zu einem unkontrollierten Verhalten des Antriebes kommen.

In der folgenden Tabelle sind alle Zustandsübergänge und deren Bedeutung aufgeführt:

Nr.	Wird durchgeführt wenn	Bitkombination (controlword)					Aktion
		Bit	3	2	1	0	
0	Eingeschaltet o. Reset erfolgt	interner Übergang					Selbsttest ausführen
1	Selbsttest erfolgreich	interner Übergang					Aktivierung der CAN-Kommunikation
2	Endstufen- und Reglerfreigabe vorhanden + Shutdown	Shutdown	x	1	1	0	-
3	Switch On	Switch On	x	1	1	1	Einschalten der Endstufe
4	Enable Operation	Enable Operation	1	1	1	1	Regelung gemäß eingestellter Betriebsart
5	Disable Operation	Disable Operation	0	1	1	1	Endstufe wird gesperrt. Motor ist frei drehbar
6	Shutdown	Shutdown	x	1	1	0	Endstufe wird gesperrt. Motor ist frei drehbar
7	Quick Stop	Quick Stop	x	0	1	x	-

Nr.	Wird durchgeführt wenn	Bitkombination (controlword)					Aktion
		Bit	3	2	1	0	
8	Shutdown	Shutdown	x	1	1	0	Endstufe wird gesperrt. Motor ist frei drehbar
9	Disable Voltage	Disable Voltage	x	x	0	x	Endstufe wird gesperrt. Motor ist frei drehbar.
10	Disable Voltage	Disable Voltage	x	x	0	x	Endstufe wird gesperrt. Motor ist frei drehbar
11	Quick Stop	Quick Stop	x	0	1	x	Es wird eine Bremsung gemäß quick_stop_ option_ code eingeleitet.
12	Bremsung beendet oder Disable Voltage	Disable Voltage	x	x	0	x	Endstufe wird gesperrt. Motor ist frei drehbar
13	Fehler aufgetreten	interner Übergang					Bei unkritischen Fehlern Reaktion gemäß fault_ reaction_option_code. Bei kritischen Fehlern folgt Übergang 14
14	Fehlerbehandlung ist beendet	interner Übergang					Endstufe wird gesperrt. Motor ist frei drehbar
15	Fehler behoben+ Kommando Fault Reset	Fault Reset	Bit 7 =_↑				Fehler quittieren (bei steigender Flanke)

4.3 controlword (Steuerwort)

Objekt 6040_h: controlword

Mit dem controlword kann der aktuelle Zustand des Servoreglers geändert bzw. direkt eine bestimmte Aktion (z.B. Start der Referenzfahrt) ausgelöst werden. Die Funktion der Bits 4, 5, 6 und 8 hängt von der aktuellen Betriebsart (modes_of_operation) des Servoreglers ab, die nach diesem Kapitel erläutert wird.

Index	**6040_h**			
Name	**controlword**			
Info	--	rw	PDO	UINT16
Value	--		--	

Bit	Wert	Funktion
0	0001_h	Steuerung der Zustandsübergänge. (Diese Bits werden gemeinsam ausgewertet)
1	0002_h	
2	0004_h	
3	0008_h	
4	0010_h	`new_set_point` / `start_homing_operation` / `enable_ip_mode`
5	0020_h	`change_set_immediatly`
6	0040_h	`absolute / relative`
7	0080_h	`reset_fault`
8	0100_h	`halt`
9	0200_h	Reserviert, mit 0 beschreiben
10	0400_h	Reserviert, mit 0 beschreiben
11	0800_h	Reserviert, mit 0 beschreiben
12	1000_h	Reserviert, mit 0 beschreiben
13	2000_h	Reserviert, mit 0 beschreiben
14	4000_h	Reserviert, mit 0 beschreiben
15	8000_h	Reserviert, mit 0 beschreiben

Beschreibung der Kommandos (Bits 0...3, Bit 7)

Wie bereits umfassend beschrieben können mit den Bits 0..3 Zustandsübergänge ausgeführt werden. Die dazu notwendigen Kommandos sind hier noch einmal in einer Übersicht dargestellt. Das Kommando Fault Reset wird durch einen positiven Flankenwechsel (von 0 nach 1) von Bit 7 erzeugt.

Kommando:	Bit 7	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
	0080_h	0008_h	0004_h	0002_h	0001_h
Shutdown	x	x	1	1	0
Switch On	x	x	1	1	1
Disable Voltage	x	x	x	0	x
Quick Stop	x	x	0	1	x
Disable Operation	x	0	1	1	1
Enable Operation	x	1	1	1	1
Fault Reset	↑	x	x	x	x

HINWEIS **Statusänderungen**

Da einige Statusänderungen einen gewissen Zeitraum beanspruchen, müssen alle über das controlword ausgelösten Statusänderungen über das statusword zurückgelesen werden. Erst wenn der angeforderte Status auch im statusword gelesen werden kann, darf über das controlword ein weiteres Kommando eingeschrieben werden.

Beschreibung der weiteren Bits

Nachfolgend sind die restlichen Bits des controlwords erläutert. Einige Bits haben dabei je nach Betriebsart (modes_of_operation), d.h. ob der Servoregler z.B. drehzahl- oder momentengeregelt wird, unterschiedliche Bedeutung:

Bit 4	Abhängig von *modes_of_operation*:
`new_set_point`	Im Profile Position Mode: Eine steigende Flanke signalisiert dem Servoregler, dass ein neuer Fahrauftrag übernommen werden soll. Siehe dazu unbedingt auch Abschnitt 5.3 *Betriebsart Positionieren (Profile Position Mode)* auf Seite 145.
`start_homing_operation`	Im Homing Mode: Eine steigende Flanke bewirkt, dass die parametrierte Referenzfahrt gestartet wird. Eine fallende Flanke bricht eine laufende Referenzfahrt vorzeitig ab.
`enable_ip_mode`	Im Interpolated Position Mode: Dieses Bit muss gesetzt werden, wenn die Interpolations-Datensätze ausgewertet werden sollen. Es wird durch das Bit `ip_mode_active` im statusword quittiert. Siehe hierzu unbedingt auch den Abschnitt 5.4 *Interpolated Position Mode* auf Seite 150

Bit 5	
change_set_immediatly	Nur im Profile Position Mode: Wenn dieses Bit nicht gesetzt ist, so wird bei einem neuen Fahrauftrag zuerst ein eventuell laufender abgearbeitet und erst dann mit dem neuen begonnen. Bei gesetztem Bit wird eine laufende Positionierung sofort abgebrochen und durch den neuen Fahrauftrag ersetzt. Siehe hierzu unbedingt auch den Abschnitt 5.3 *Betriebsart Positionieren (Profile Position Mode)* auf Seite 145.
Bit 6	
relative	Nur im Profile Position Mode: Bei gesetztem Bit bezieht der Servoregler die Zielposition (target_position) des aktuellen Fahrauftrages auf die Sollposition (position_demand_value) des Lagereglers.
Bit 7	
reset_fault	Beim Übergang von Null auf Eins versucht der Servoregler die vorhandenen Fehler zu quittieren. Dies gelingt nur, wenn die Ursache für den Fehler behoben wurde.
Bit 8	**Abhängig von modes_of_operation:**
halt	Im Profile Position Mode: Bei gesetztem Bit wird die laufende Positionierung abgebrochen. Gebremst wird hierbei mit der profile_deceleration. Nach Beendigung des Vorgangs wird im statusword das Bit target_reached gesetzt. Das Löschen des Bits hat keine Auswirkung.
halt	Im Profile Velocity Mode: Bei gesetztem Bit wird die Drehzahl auf Null abgesenkt. Gebremst wird hierbei mit der profile_deceleration. Das Löschen des Bits bewirkt, dass der Servoregler wieder beschleunigt.
halt	Im Profile Torque Mode: Bei gesetztem Bit wird das Drehmoment auf Null abgesenkt. Dies geschieht mit der torque_slope. Das Löschen des Bits bewirkt, dass der Servoregler wieder beschleunigt.
halt	Im Homing Mode: Bei gesetztem Bit wird die laufende Referenzfahrt abgebrochen. Das Löschen des Bits hat keine Auswirkung.

4.4 Auslesen des Servoreglerzustands

Ähnlich wie über die Kombination mehrerer Bits des controlwords verschiedene Zustandsübergänge ausgelöst werden können, kann über die Kombination verschiedener Bits des statusword ausgelesen werden, in welchem Zustand sich der Servoregler befindet. Die folgende Tabelle listet die möglichen Zustände des Zustandsdiagramms sowie die zugehörige Bitkombination auf, mit der sie im statusword angezeigt werden.

Zustand	Bit 6	Bit 5	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Maske	Wert
	0040_h	0020_h	0008_h	0004_h	0002_h	0001_h		
Not_Ready_To_Switch_On	0	x	0	0	0	0	$004F_h$	0000_h
Switch_On_Disabled	1	x	0	0	0	0	$004F_h$	0040_h
Ready_to_Switch_On	0	1	0	0	0	1	$006F_h$	0021_h
Switched_On	0	1	0	0	1	1	$006F_h$	0023_h
Operation_Enable	0	1	0	1	1	1	$006F_h$	0027_h
Quick_Stop_Active	0	0	0	1	1	1	$006F_h$	0007_h
Fault_Reaction_Active	0	x	1	1	1	1	$004F_h$	$000F_h$
Fault	0	x	1	1	1	1	$004F_h$	$000F_h$
Fault (gemäß DS402) [1)]	0	x	1	0	0	0	$004F_h$	0008_h

HINWEIS **Zustand FAULT wird nicht gemäß DS 402 zurückgemeldet**

In bisherigen CANopen-Implementierungen wird der Zustand FAULT nicht gemäß DS 402 zurückgemeldet. Daher besteht die Möglichkeit über das Objekt compatibility_control (siehe Abschnitt 3.2 *Kompatibilitäts- Einstellungen* auf Seite 45) die Rückmeldung gemäß DS402 auszuwählen. Für Kompatibilität zu früheren Firmwareversionen brauchen keine Änderungen durchgeführt werden.

BEISPIEL

Das Beispiel auf Seite *114* zeigt, welche Bits im controlword gesetzt werden müssen, um den Regler freizugeben. In diesem Beispiel soll erläutert werden, wie daraufhin der aktuelle Status des Reglers aus dem statusword ausgelesen wird.

Übergang	controlword	Neuer Zustand	Warten bis
2	0006_h	READY_TO_SWITCH_ON	(statusword & $006F_h$) = 0021_h
3+4	$000F_h$	OPERATION_ENABLE	(statusword & $006F_h$) = 0027_h

Hinweise:

- Um das Prinzip zu verdeutlichen, sind keine weiteren Bits im controlword gesetzt.
- Zur eindeutigen Bestimmung des Reglerzustands müssen auch nicht gesetzte Bits im statusword abgefragt werden. Daher muss das statusword entsprechend maskiert werden.

4.5 statuswords (Statusworte)

4.5.1 Objekt 6041_h: statusword

Index	6041_h			
Name	statusword			
Info	--	ro	PDO	UINT16
Value	--		--	

Bit	Wert	Name
0	0001_h	Zustand des Servoreglers, siehe Abschnitt 4.4 *Auslesen des Servoreglerzustands* auf Seite 121. Diese Bits müssen gemeinsam ausgewertet werden
1	0002_h	
2	0004_h	
3	0008_h	
5	0020_h	
6	0040_h	
4	0010_h	voltage_enabled
7	0080_h	warning
8	0100_h	drive_is_moving
9	0200_h	remote
10	0400_h	target_reached
11	0800_h	internal_limit_active
12	1000_h	set_point_acknowledge / speed_0 / homing_attained / ip_mode_active
13	2000_h	following_error / homing_error
14	4000_h	manufacturer_statusbit
15	8000_h	trigger_result

Alle Bits des statusword sind nicht gepuffert. Sie repräsentieren den aktuellen Gerätestatus.

Neben dem Servoreglerstatus werden im statusword diverse Ereignisse angezeigt, d.h. jedem Bit ist ein bestimmtes Ereignis wie z.B. Schleppfehler zugeordnet. Die einzelnen Bits haben dabei folgende Bedeutung:

Bit 4	
voltage_enabled	Dieses Bit ist gesetzt, wenn die Endstufentransistoren **ausgeschaltet** sind. In bisherigen CANopen- Implementierungen wird Bit 4 (voltage_enabled) im Gegensatz zur Spezifikation in der DS 402 invertiert zurückgemeldet. Daher besteht die Möglichkeit über das Objekt compatibility_control (siehe Abschnitt 3.2 *Kompatibilitäts- Einstellungen* auf Seite 45) die Rückmeldung gemäß DS402 auszuwählen. Wenn im Objekt 6510_h_F0h (compatibility_control) Bit 7 gesetzt ist, gilt: Dieses Bit ist gesetzt, wenn die Endstufentransistoren **eingeschaltet** sind. Für Kompatibilität zu früheren Firmwareversionen brauchen keine Änderungen durchgeführt werden.
Bit 5	
quick_stop	Bei gelöschtem Bit führt der Antrieb einen Quick Stop gemäß quick_stop_option_code aus.
Bit 7	
warning	Die Bedeutung dieses Bits ist konfigurierbar: Es kann gesetzt werden, wenn ein beliebiges Bit in manufacturer_warnings_1 gesetzt wird. Siehe hierzu auch den Abschnitt 4.5.5 *Objekt 2001h: manufacturer_warnings* auf Seite 129.
Bit 8	**herstellerspezifisch**
drive_is_moving	Dieses Bit wird – unabhängig von modes_of_operation – gesetzt, wenn sich die aktuelle Ist-Drehzahl (velocity_ actual_ value) des Antriebes außerhalb des zugehörigen Toleranzfenster befindet (velocity_threshold).
Bit 9	
remote	Dieses Bit zeigt an, dass die Endstufe des Servoreglers über das CAN-Netzwerk freigegeben werden kann. Es ist gesetzt, wenn die Reglerfreigabelogik über das Objekt enable_logic entsprechend eingestellt ist.

Bit 10	Abhängig von *modes_of_operation:*
target_reached	Im Profile Position Mode: Das Bit wird gesetzt, wenn die aktuelle Zielposition erreicht ist und sich die aktuelle Position (position_ actual_value) im parametrierten Positionsfenster (position_window) befindet. Außerdem wird es gesetzt, wenn der Antrieb bei gesetztem Halt-Bit zum Stillstand kommt. Es wird gelöscht, sobald ein neues Ziel vorgegeben wird.
target_reached	Im Profile Velocity Mode: Das Bit wird gesetzt, wenn sich die Drehzahl (velocity_ actual_value) des Antriebs im Toleranzfenster befindet (velocity_window, velocity_ window_time).
Bit 11	
internal_limit_active	Dieses Bit zeigt an, dass die I^2t-Begrenzung aktiv ist.
Bit 12	**Abhängig von *modes_of_operation:***
set_point_acknowledge	Im Profile Position Mode: Dieses Bit wird gesetzt, wenn der Servoregler das gesetzte Bit new_set_point im controlword erkannt hat. Es wird wieder gelöscht, nachdem das Bit new_set_point im controlword auf Null gesetzt wurde. Siehe hierzu unbedingt auch den Abschnitt 5.3 *Betriebsart Positionieren (Profile Position Mode)* auf Seite 145.
speed_0	Im Profile Velocity Mode: Dieses Bit wird gesetzt, wenn sich die aktuelle Ist-Drehzahl (velocity_actual_value) des Antriebes im zugehörigen Toleranzfenster befindet (velocity_threshold).
homing_attained	Im Homing Mode: Dieses Bit wird gesetzt, wenn die Referenzfahrt ohne Fehler beendet wurde.
ip_mode_active	Im Interpolated Position Mode: Dieses Bit zeigt an, dass die Interpolation aktiv ist und die Interpolations-Datensätze ausgewertet werden. Es wird gesetzt, wenn dies durch das Bit enable_ip_mode im controlword angefordert wurde. Siehe hierzu unbedingt auch den Abschnitt 5.4 *Interpolated Position Mode* auf Seite 150.

Bit 13	Abhängig von *modes_of_operation:*
following_error	Im Profile Position Mode: Dieses Bit wird gesetzt, wenn die aktuelle Ist-Position (position_actual_value) von der Soll-Position (position_demand_value) soweit abweicht, dass die Differenz außerhalb des parametrierten Toleranzfensters liegt (following_error_window, following_error_ time_out).
homing_error	Im Homing Mode: Dieses Bit wird gesetzt, wenn die Referenzfahrt unterbrochen wird (Halt-Bit), beide Endschalter gleichzeitig ansprechen oder die bereits zurückgelegte Endschaltersuchfahrt größer als der vorgegebene Positionierraum ist (min_position_limit, max_position_ limit).
Bit 14	**herstellerspezifisch**
manufacturer_statusbit	Die Bedeutung dieses Bits ist konfigurierbar: Es kann gesetzt werden, wenn ein beliebiges Bit des manufacturer_statusword_1 gesetzt bzw. zurückgesetzt wird. Siehe hierzu auch den Abschnitt 4.5.2 *Objekt 2000h: manufacturer_statuswords* auf Seite 126.
Bit 15	**herstellerspezifisch**
trigger_result	Die Bedeutung dieses Bits ist konfigurierbar: Es wird gesetzt, wenn ein Sample- Ereignis eingetreten ist und die Samplemaske entsprechend gesetzt ist. Siehe hierzu auch den Abschnitt 3.15 *Erfassen von Positionen* auf Seite 98.

4.5.2 Objekt 2000_h: manufacturer_statuswords

Die Objektgruppe manufacturer_statuswords zeigt herstellerspezifisch weitere Zustände des Servoreglers an.

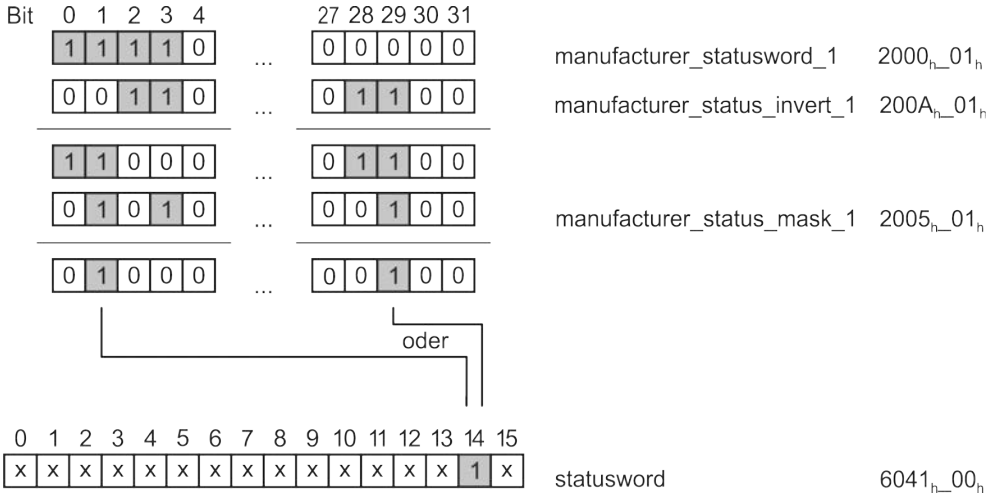
Index	**2000_h**			
Name	**manufacturer_statuswords**			
Type	RECORD			01_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**manufacturer_statusword_1**			
Info	--	ro	PDO	UINT32
Value	--	--		

Bit	Wert	Name
0	00000001_h	is_referenced
1	00000002_h	commutation_valid
2	00000004_h	ready_for_enable
3	00000008_h	ipo_in_target
...		
8	00000100_h	safe_standstill

Bit 0	
is_referenced	Das Bit wird gesetzt, wenn der Servoregler referenziert ist. Dies ist der Fall, wenn entweder eine Referenzfahrt erfolgreich durchgeführt wurde oder aufgrund des angeschlossenen Gebersystems (z.B. bei einem Absolutwertgeber) keine Referenzfahrt nötig ist.
Bit 1	
commutation_valid	Das Bit wird gesetzt, wenn die Kommutierinformation gültig ist. Es ist insbesondere bei Gebersystemen ohne Kommutierinformation (z.B. Linearmotoren) hilfreich, weil dort die automatische Kommutierungsfindung einige Zeit in Anspruch nehmen kann. Wird dieses Bit überwacht, kann z.B. ein Timeout der Steuerung bei Freigabe des Servoreglers verhindert werden.

Bit 2	
ready_for_enab	Das Bit wird gesetzt, wenn alle Bedingungen vorliegen, um den Servoregler freizugeben und nur noch die Servoreglerfreigabe selber fehlt. Folgende Bedingungen müssen vorliegen: • Der Antrieb ist fehlerfrei • Der Zwischenkreis ist geladen • Die Winkelgeberauswertung ist bereit. Es sind keine Prozesse (z.B. serielle Übertragung) aktiv, die eine Freigabe verhindern • Es ist kein blockierender Prozess aktiv (z.B. die automatische Motorparameter- Identifikation)
Bit 3	
ipo_in_target	Das Bit wird gesetzt, wenn die Positioniersteuerung die Zielposition erreicht hat. Im Gegensatz zu target_reached wird nicht zusätzlich überprüft, ob die Istposition auch der Zielposition entspricht.
Bit 8	
safe_standstill	Das Bit wird gesetzt, wenn der Regler den sicheren Zustand „Safe Torque Off“ (STO) eingenommen hat. Siehe hierzu auch den jeweiligen Abschnitt im Produkthandbuch, z.B. Abschnitt *STO (Safe Torque Off)* im Produkthandbuch BL 4000-C.

Mithilfe der Objekte manufacturer_status_masks und manufacturer_status_invert können ein oder mehrere Bits der manufacturer_statuswords in Bit 14 (`manufacturer_statusbit`) des statusword (6041_h) eingeblendet werden. Alle Bits des manufacturer_statusword_1 können über das korrespondierende Bit in manufacturer_status_invert_1 invertiert werden. Somit können auch Bits auf den Zustand „zurückgesetzt“ überwacht werden. Nach der Invertierung werden die Bits maskiert, d.h. nur wenn das korrespondierende Bit in manufacturer_status_mask_1 gesetzt ist, wird das Bit weiter ausgewertet. Ist nach der Maskierung noch mindestens ein Bit gesetzt, wird auch Bit 14 des statusword gesetzt. Die folgende Abbildung verdeutlicht dieses beispielhaft:



BEISPIEL

Bit 14 des statusword soll gesetzt werden, wenn der Antrieb referenziert ist:

Objekt	Wert	
manufacturer_status_invert_1	0x00000000	Kein Bit invertieren
manufacturer_status_mask_1	0x00000001	Bit 0 einblenden

Bit 14 des statusword soll gesetzt werden, wenn der Antrieb keine gültige Kommutierlage hat:

Objekt	Wert	
manufacturer_status_invert_1	0x00000002	Bit 1 invertieren
manufacturer_status_mask_1	0x00000002	Bit 1 einblenden

Bit 14 des statusword soll gesetzt werden, wenn der Antrieb nicht bereit zur Freigabe ODER referenziert ist:

Objekt	Wert	
manufacturer_status_invert_1	0x00000004	Bit 2 invertieren
manufacturer_status_mask_1	0x00000005	Bit 0 und Bit 2 einblenden

4.5.3 Objekt 2005_h: manufacturer_status_masks

Mit dieser Objektgruppe wird festgelegt, welche gesetzten Bits der manufacturer_statuswords in das statusword eingeblendet werden.

Index	**2005_h**			
Name	**manufacturer_status_masks**			
Type	RECORD			01_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**manufacturer_status_mask_1**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	0		

4.5.4 Objekt $200A_h$: manufacturer_status_invert

Mit dieser Objektgruppe wird festgelegt, welche Bits der manufacturer_statuswords invertiert in das statusword eingeblendet werden.

Index	**$200A_h$**			
Name	**manufacturer_status_invert**			
Type	RECORD			01_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**manufacturer_status_invert_1**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	0		

4.5.5 Objekt 2001_h: manufacturer_warnings

Die Objektgruppe manufacturer_warnings zeigt herstellerspezifisch weitere Zustände des Servoreglers an.

Index	**2001_h**			
Name	**manufacturer_warnings**			
Type	RECORD			01_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**manufacturer_warnings_1**			
Info	--	ro	PDO	UINT32
Value	--	--		

Bit	Wert	Name
0	00000001_h	l_lim_switch_lock
1	00000002_h	r_lim_switch_lock
2	00000004_h	warning_active

Bit 0	
l_lim_switch_lock	Dieses Bit zeigt an, dass eine Drehrichtung gesperrt ist, weil der linke Endschalter ausgelöst wurde. Die Sollwertsperre wird wieder gelöscht, wenn eine Fehlerquittierung durchgeführt wird (Siehe controlword, fault_reset).
Bit 1	
r_lim_switch_lock	Dieses Bit zeigt an, dass eine Drehrichtung gesperrt ist, weil der rechte Endschalter ausgelöst wurde. Die Sollwertsperre wird wieder gelöscht, wenn eine Fehlerquittierung durchgeführt wird (Siehe controlword, fault_reset).
Bit 2	
warning_active	Dieses Bit zeigt an, dass im Servoregler eine Warnung aktiv ist, siehe den entsprechenden Abschnitt im Produkthandbuch, z.B. Abschnitt *Störungsmeldungen* im Produkthandbuch BL 4000-C.

Mithilfe des Objekts manufacturer_warning_masks können ein oder mehrere Bits der manufacturer_warnings in Bit 7 (warning) des statusword (6041_h) eingeblendet werden. Nur wenn das korrespondierende Bit in manufacturer_warning_mask_1 gesetzt ist, wird das Bit weiter ausgewertet. Ist nach der Maskierung noch mindestens ein Bit gesetzt, wird auch Bit 7 des statusword gesetzt.

4.5.6 Objekt 2006_h: manufacturer_warning_masks

Mit dieser Objektgruppe wird festgelegt, welche gesetzten Bits der manufacturer_warnings in das statusword eingeblendet werden.

Index	**2006_h**			
Name	**manufacturer_warning_masks**			
Type	RECORD			01_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**manufacturer_warning_mask_1**			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	--	0		

4.6 Beschreibung der weiteren Objekte

4.6.1 Objekt $605B_h$: shutdown_option_code

Mit dem Objekt shutdown_option_code wird vorgegeben, wie sich der Servoregler beim Zustandsübergang 8 (von OPERATION_ENABLE nach READY_TO_SWITCH_ON) verhält. Das Objekt zeigt das unveränderliche Verhalten des Servoreglers an.

Index	**$605B_h$**			
Name	**shutdown_option_code**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	0		--	

Wert	Name
0	Endstufe wird ausgeschaltet, Motor ist frei drehbar

4.6.2 Objekt $605C_h$: disable_operation_option_code

Mit dem Objekt disable_operation_option_code wird vorgegeben, wie sich der Servoregler beim Zustandsübergang 5 (von OPERATION_ENABLE nach SWITCHED_ON) verhält. Das Objekt zeigt das unveränderliche Verhalten des Servoreglers an.

Index	**$605C_h$**			
Name	**disable_operation_option_code**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	-1		--	

Wert	Name
-1	Bremsen mit quickstop_deceleration

4.6.3 Objekt $605A_h$: quick_stop_option_code

Mit dem Parameter quick_stop_option_code wird vorgegeben, wie sich der Servoregler bei einem Quick Stop verhält. Das Objekt zeigt das unveränderliche Verhalten des Servoreglers an.

Index	**$605A_h$**			
Name	**quick_stop_option_code**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	2		--	

Wert	Name
2	Bremsen mit quickstop_deceleration

4.6.4 Objekt $605E_h$: fault_reaction_option_code

Mit dem Objekt fault_reaction_option_code wird vorgegeben, wie sich der Servoregler bei einem Fehler (fault) verhält. Da bei Metronix Servoreglern die Fehlerreaktion vom jeweiligen Fehler abhängt, kann dieses Objekt nicht parametriert werden und gibt immer 0 zurück. Um die Fehlerreaktion der einzelnen Fehler zu verändern siehe Abschnitt 3.18 *Fehlermanagement* auf Seite 110.

Index	**$605E_h$**			
Name	**fault_reaction_option_code**			
Info	--	rw	~~PDO~~	INT16
Value	0		--	

5 Betriebsarten

5.1 Einstellen der Betriebsart

5.1.1 Übersicht

Der Servoregler kann in eine Vielzahl von Betriebsarten versetzt werden. Nur einige sind unter CANopen detailliert spezifiziert:

- momentengeregelter Betrieb (profile torque mode)
- drehzahlgeregelter Betrieb (profile velocity mode)
- Referenzfahrt (homing mode)
- Positionierbetrieb (profile position mode)
- Synchrone Positionsvorgabe (CANopen: interpolated position mode
  Ethercat: cyclic synchronous position mode)

5.1.2 Beschreibung der Objekte

5.1.2.1 Objekt 6060_h: modes_of_operation

Mit dem Objekt modes_of_operation wird die Betriebsart des Servoreglers eingestellt.

Index	**6060_h**			
Name	**modes_of_operation**			
Info	--	rw	PDO	INT8
Value	1, 3, 4, 6, 7, 8		--	

Wert	Aktion
1	Profile Position Mode (Lageregler mit Positionierbetrieb)
3	Profile Velocity Mode (Drehzahlregler mit Sollwertrampe)
4	Profile Torque Mode (Momentenregler mit Sollwertrampe)
6	Homing Mode (Referenzfahrt)
7	Interpolated Position Mode
8	Cyclic Synchronous Position Mode

HINWEIS **Aktuelle Betriebsart**

Die aktuelle Betriebsart kann nur im Objekt modes_of_operation_display gelesen werden. Da ein Wechsel der Betriebsart etwas Zeit in Anspruch nehmen kann, muss solange gewartet werden, bis der neu ausgewählte Modus im Objekt modes_of_operation_display erscheint.

5.1.2.2 Objekt 6061h: modes_of_operation_display

Im Objekt modes_of_operation_display kann die aktuelle Betriebsart des Servoreglers gelesen werden.

Index	**6061_h**			
Name	**modes_of_operation_display**			
Info	--	ro	PDO	INT8
Value	-14, -13, -11, -1, 1, 3, 4, 6, 7, 8		--	

Wird eine Betriebsart über das Objekt 6060_h eingestellt, werden neben der eigentlichen Betriebsart auch die folgenden Sollwert- Aufschaltungen (Sollwert- Selektor) vorgenommen, die für einen Betrieb des Servoreglers unter CANopen nötig sind:

Selektor	Profile Velocity Mode	Profile Torque Mode
A	Drehzahl- Sollwert (Feldbus 1)	Drehmoment- Sollwert (Feldbus 1)
B	Ggf. Momentenbegrenzung	inaktiv
C	Drehzahl- Sollwert (Synchrondrehz.)	inaktiv

Außerdem wird die Sollwert- Rampe grundsätzlich eingeschaltet. Nur wenn diese Aufschaltungen in der genannten Weise eingestellt sind, wird auch eine der CANopen-Betriebsarten zurückgegeben. Werden dieses Einstellungen z.B. mit dem Metronix ServoCommander® geändert, wird eine jeweilige „User"- Betriebsart zurückgegeben, um anzuzeigen, dass die Selektoren verändert wurden.

Wert	Aktion
-1	Unbekannte Betriebsart / Betriebsartenwechsel
-11	User Position Mode
-13	User Velocity Mode
-14	User Torque Mode
1	Profile Position Mode (Lageregler mit Positionierbetrieb)
3	Profile Velocity Mode (Drehzahlregler mit Sollwertrampe)
4	Torque Profile Mode (Momentenregler mit Sollwertrampe)
6	Homing Mode (Referenzfahrt)
7	Interpolated Position Mode
8	Cyclic Synchronous Position Mode

HINWEIS **Setzen der Betriebsart**

Die Betriebsart kann nur über das Objekt modes_of_operation gesetzt werden.

Da ein Wechsel der Betriebsart etwas Zeit in Anspruch nehmen kann, muss solange gewartet werden, bis der neu ausgewählte Modus im Objekt modes_of_operation_display erscheint.

Während dieses Zeitraumes kann kurzzeitig „ungültige Betriebsart" (-1) angezeigt werden.

5.2 Betriebsart Referenzfahrt (Homing Mode)

5.2.1 Übersicht

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie der Servoregler die Anfangsposition sucht (auch Bezugspunkt, Referenzpunkt oder Nullpunkt genannt). Es gibt verschiedene Methoden diese Position zu bestimmen, wobei entweder die Endschalter am Ende des Positionierbereiches benutzt werden können oder aber ein Referenzschalter (Nullpunkt-Schalter) innerhalb des möglichen Verfahrweges. Um eine möglichst große Reproduzierbarkeit zu erreichen, kann bei einigen Methoden der Nullimpuls des verwendeten Winkelgebers (Resolver, Inkrementalgeber etc.) mit einbezogen werden.

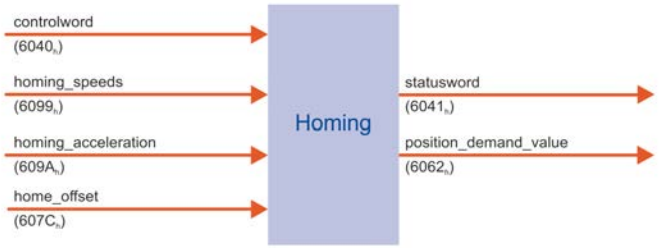


Abbildung 8: Die Referenzfahrt

Der Benutzer kann die Geschwindigkeit, die Beschleunigung und die Art der Referenzfahrt bestimmen. Mit dem Objekt home_offset kann die Nullposition des Servoreglers an eine beliebige Stelle verschoben werden.

Es gibt zwei Referenzfahrgeschwindigkeiten. Die höhere Suchgeschwindigkeit (speed_during_search_for_switch) wird benutzt, um den Endschalter bzw. den Referenzschalter zu finden. Um dann die Position der betreffenden Schaltflanke exakt bestimmen zu können, wird auf die Kriechgeschwindigkeit (speed_during_search_for_zero) umgeschaltet.Soll der Antrieb nicht neu referenziert werden, sondern lediglich die Position auf einen vorgegebenen Wert gesetzt werden, kann das Objekt 2030_h (set_position_absolute) benutzt werden. Siehe hierzu Abschnitt 3.7.2.13 *Objekt 2030h: set_position_absolute* auf Seite 76.

HINWEIS **Fahrt auf Nullposition nicht Bestandteil der Referenzfahrt**

Die Fahrt auf die Nullposition ist unter CANopen in der Regel nicht Bestandteil der Referenzfahrt. Sind dem Servoregler alle erforderlichen Größen bekannt (z.B. weil er die Lage des Nullimpulses bereits kennt), wird keine physikalische Bewegung ausgeführt.

Dieses Verhalten kann durch das Objekt 6510_h_$F0_h$ (compatibility_control) geändert werden, sodass immer eine Fahrt auf Null ausgeführt wird (siehe Abschnitt 3.2 *Kompatibilitäts- Einstellungen* auf Seite 45).

5.2.2 Beschreibung der Objekte

5.2.2.1 Wichtige Objekte in anderen Kapiteln

Index	Name	Kapitel	Seite
6040_h	controlword	Gerätesteuerung (Device Control)	*112*
6041_h	statusword		

5.2.2.2 Objekt $607C_h$: home_offset

Das Objekt home_offset legt die Verschiebung der Nullposition gegenüber der ermittelten Referenzposition fest. Die Auswirkung dieses Objekts kann angepasst werden. Siehe hierzu auch Abschnitt 3.2.2.1 *Objekt 6510h_F0h: compatibility_control* auf Seite 45.

Index	**$607C_h$**			
Name	**home_offset**			
Info	position_unit	rw	PDO	INT32
Value	--		--	

5.2.2.3 Objekt 6098_h: homing_method

Für eine Referenzfahrt werden eine Reihe unterschiedlicher Methoden bereitgestellt. Über das Objekt homing_method kann die für die Applikation benötigte Variante ausgewählt werden. Es gibt vier mögliche Referenzfahrt-Signale: den negativen und positiven Endschalter, den Referenzschalter und den (periodischen) Nullimpuls des Winkelgebers.

Außerdem kann der Servoregler sich ganz ohne zusätzliches Signal auf den negativen oder positiven Anschlag referenzieren. Wenn über das Objekt homing_method eine Methode zum Referenzieren bestimmt wird, so werden hiermit folgende Einstellungen gemacht:

- Die Referenzquelle (neg./pos. Endschalter, der Referenzschalter, neg. / pos. Anschlag)
- Die Richtung und der Ablauf der Referenzfahrt
- Die Art der Auswertung des Nullimpulses vom verwendeten Winkelgeber

Index	**6098_h**			
Name	**homing_method**			
Info	--	rw	PDO	INT8
Value	-18, -17, -2, -1, 1, 2, 7, 11, 17, 18, 23, 27, 32, 33, 34, 35		--	

	Richtung	Ziel	Bezugspunkt für Null	DS402
-18	positiv	Anschlag	Anschlag	-18
-17	negativ	Anschlag	Anschlag	-17
-2	positiv	Anschlag	Nullimpuls	-2
-1	negativ	Anschlag	Nullimpuls	-1
1	negativ	Endschalter	Nullimpuls	1
2	positiv	Endschalter	Nullimpuls	2
7	positiv	Referenzschalter	Nullimpuls	7
11	negativ	Referenzschalter	Nullimpuls	11
17	negativ	Endschalter	Endschalter	17
18	positiv	Endschalter	Endschalter	18
23	positiv	Referenzschalter	Referenzschalter	23
27	negativ	Referenzschalter	Referenzschalter	27
32	negativ	Nullimpuls	Nullimpuls	33
33	positiv	Nullimpuls	Nullimpuls	34
34		Keine Fahrt	Aktuelle Ist-Position	35

HINWEIS **Referenzfahrt- Methoden nicht gemäß DS402 zugeordnet**

In bisherigen CANopen- Implementierungen sind die Referenzfahrt- Methoden 32, 33, 34 und 35 nicht gemäß DS402 zugeordnet. Daher besteht die Möglichkeit über das Objekt compatibility_control (siehe Abschnitt 3.2 *Kompatibilitäts- Einstellungen* auf Seite 45) die Zuordnung gemäß DS402 auszuwählen. In diesem Fall sind die Methoden-Nummern in der Spalte "DS402" zu verwenden.

Für Kompatibilität zu früheren Versionen brauchen keine Änderungen durchgeführt werden und es können die bisherigen Nummern verwendet werden.

Die homing_method kann nur verstellt werden, wenn die Referenzfahrt nicht aktiv ist. Ansonsten wird die Fehlermeldung *08 00 00 22h* zurückgegeben.Der Ablauf der einzelnen Methoden ist in Abschnitt 5.2.3 *Referenzfahrt-Abläufe* auf Seite 139 ausführlich erläutert.

5.2.2.4 Objekt 6099_h: homing_speeds

Dieses Objekt bestimmt die Geschwindigkeiten, die während der Referenzfahrt benutzt werden.

Index	**6099_h**	
Name	**homing_speeds**	
Type	ARRAY	02_h

Sub-Index	**01_h**			
Name	**speed_during_search_for_switch**			
Info	speed_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--	--		

Sub-Index	**02_h**			
Name	**speed_during_search_for_zero**			
Info	speed_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--	--		

HINWEIS **Setzen von Bit 6 im Objekt compatibility_control**

Wird Bit 6 im Objekt compatibility_control, (siehe Abschnitt 3.2 *Kompatibilitäts-Einstellungen* auf Seite 45) gesetzt, kann nach der Referenzfahrt zum Beispiel eine Fahrt auf Null durchgeführt werden.

Ist dieses Bit gesetzt und das Objekt speed_during_search_for_switch wird beschrieben, wird daher sowohl die Geschwindigkeit für die Schaltersuche als auch die Geschwindigkeit für die Fahrt auf Null beschrieben.

5.2.2.5 Objekt $609A_h$: homing_acceleration

Das Objekt homing_acceleration legt die Beschleunigung fest, die während der Referenzfahrt für alle Beschleunigungs- und Bremsvorgänge verwendet wird.

Index	**$609A_h$**			
Name	**homing_acceleration**			
Info	acceleration_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

5.2.2.6 Objekt 2045_h: homing_timeout

Die Referenzfahrt kann auf ihre maximale Ausführungszeit überwacht werden. Dazu kann mit dem Objekt homing_timeout die maximale Ausführungszeit angegeben werden. Wird diese Zeit überschritten, ohne dass die Referenzfahrt beendet wurde, wird der Fehler 11-3 ausgelöst.

Index	**2045_h**			
Name	**homing_timeout**			
Info	ms	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0 (aus), 1 … 65535		--	

5.2.3 Referenzfahrt-Abläufe

5.2.3.1 Methode -17 und -18: Anschlag

Bei dieser Methode bewegt sich der Antrieb in positiver (-18) oder negativer (-17) Richtung, bis er den Anschlag erreicht. Im Normalfall wird eine Erhöhung des i²t-Werts um 50 % als Kriterium verwendet, um den Anschlag zu erkennen. Alternativ kann ein Vergleichsmoment angegeben werden, bei dem der Anschlag als erkannt gilt (siehe Abschnitt *Registerkarte: Momente* im jeweiligen Produkthandbuch). Der Anschlag muss mechanisch so dimensioniert sein, dass er bei dem parametrierten Maximalstrom keinen Schaden nimmt. Die Nullposition bezieht sich direkt auf den Anschlag. Da in diesem Fall die Nullposition direkt auf dem Anschlag liegen würde, sollte der Parameter Offset Startposition verwendet werden, um die Nullposition geeignet zu verschieben.

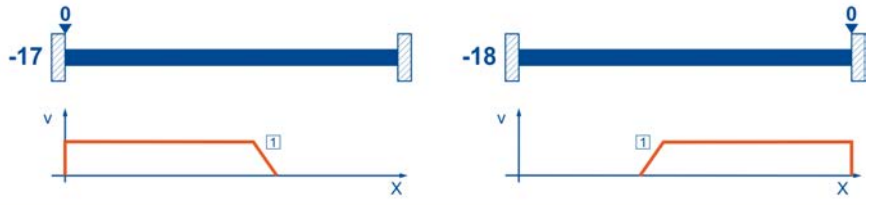


Abbildung 9: Referenzfahrt auf den Anschlag

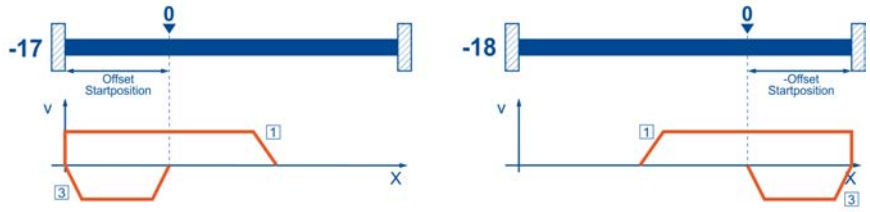


Abbildung 10: Verwendung von "Offset Startposition"

5.2.3.2 Methoden -1 und -2: Anschlag mit Nullimpulsauswertung

Diese Methoden entsprechen den Methoden -17 und -18, die Nullposition bezieht sich allerdings zusätzlich auf den ersten Nullimpuls des Winkelgebers in negativer (-2) bzw. positiver (-1) Richtung vom Anschlag.

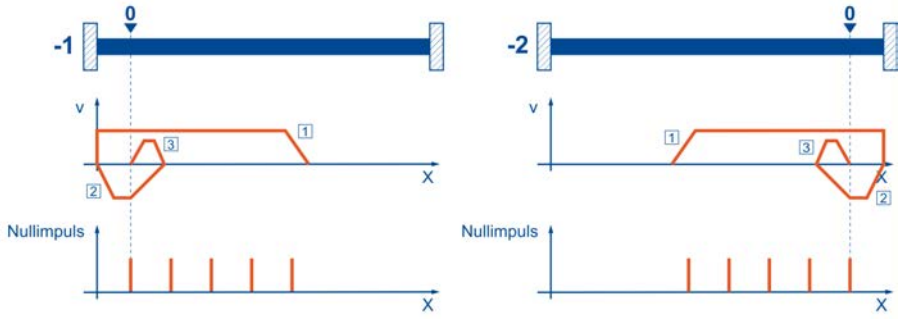


Abbildung 11: Referenzfahrt auf Anschlag mit Auswertung des Nullimpulses

5.2.3.3 Methoden 17 und 18: Positiver und negativer Endschalter

Bei diesen Methoden bewegt sich der Antrieb zunächst mit Suchgeschwindigkeit in positiver (18) bzw. negativer (17) Richtung, bis er den Endschalter erreicht. Danach fährt der Antrieb in Kriechgeschwindigkeit zurück und sucht die genaue Position des Endschalters. Die Nullposition bezieht sich auf die fallende Flanke vom Endschalter.

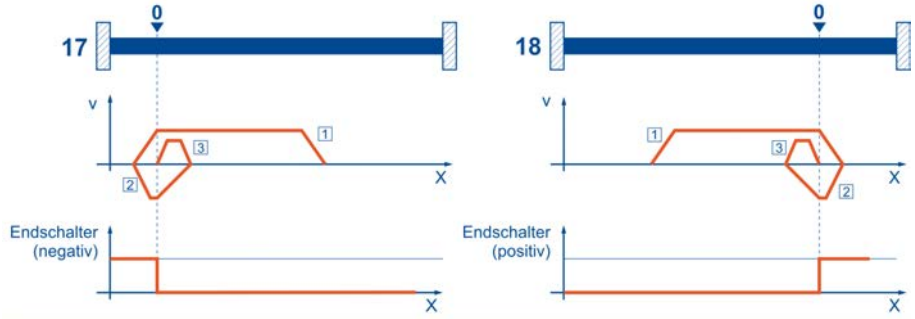


Abbildung 12: Referenzfahrt auf den Endschalter

5.2.3.4 Methoden 1 und 2: Positiver und negativer Endschalter mit Nullimpulsauswertung

Wie bei der vorhergehenden Methode wird zunächst auch der Endschalter gesucht. Zusätzlich bezieht sich die Nullposition allerdings auf den ersten Nullimpuls (Index pulse) des Winkelgebers in negativer (1) bzw. positiver (2) Richtung vom Endschalter.

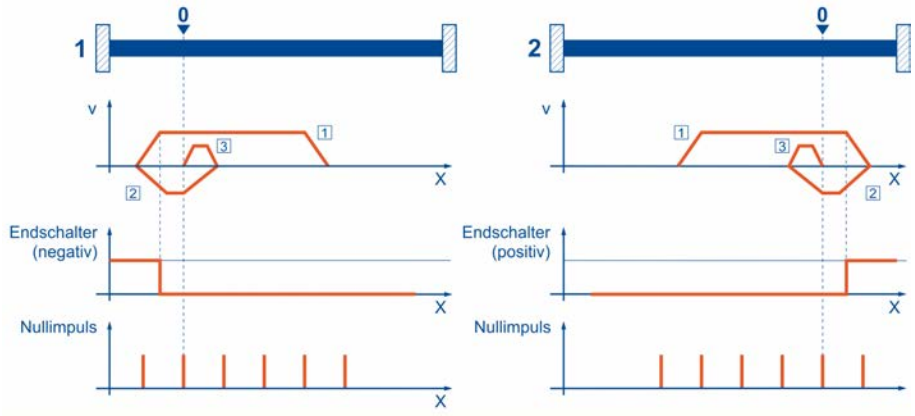


Abbildung 13: Referenzfahrt auf den Endschalter mit Auswertung Nullimpuls

5.2.3.5 Methoden 23 und 27: Referenzschalter

Diese beiden Methoden nutzen einen Referenzschalter, der nur über einen Teil der Strecke aktiv ist. Diese Referenzmethode bietet sich besonders für Rundachsen-Applikationen an, wo der Referenzschalter einmal pro Umdrehung aktiviert wird. Bei dieser Methode bewegt sich der Antrieb zunächst mit Suchgeschwindigkeit in positiver (23) bzw. negativer (27) Richtung, bis er den Referenzschalter erreicht. Danach fährt der Antrieb in Kriechgeschwindigkeit zurück und sucht die genaue Position des Referenzschalters. Die Nullposition bezieht sich auf die fallende Flanke vom Referenzschalter. Falls der Antrieb sich zunächst vom Referenzschalter weg bewegt, bewirkt der jeweilige Endschalter eine Drehrichtungsumkehr, so dass auch in diesem Fall der Referenzschalter gefunden wird.

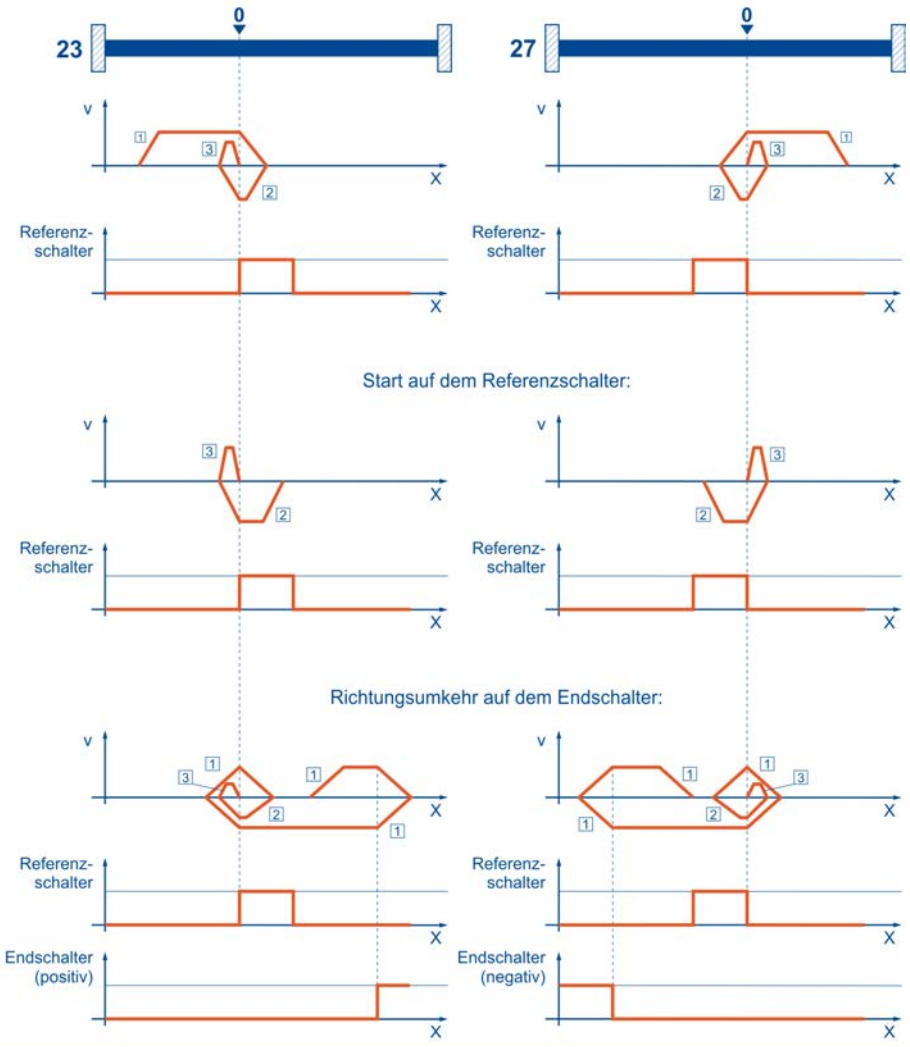


Abbildung 14: Referenzfahrt auf den Referenzschalter

5.2.3.6 Methoden 7 und 11: Referenzschalter und Nullimpulsauswertung

Die Methoden 7 und 11 benutzen wie die Methoden 23 und 27 den Referenzschalter, zusätzlich wird allerdings die Nullposition auf den ersten Nullimpuls in negativer oder positiver Richtung vom Referenzschalter bezogen.

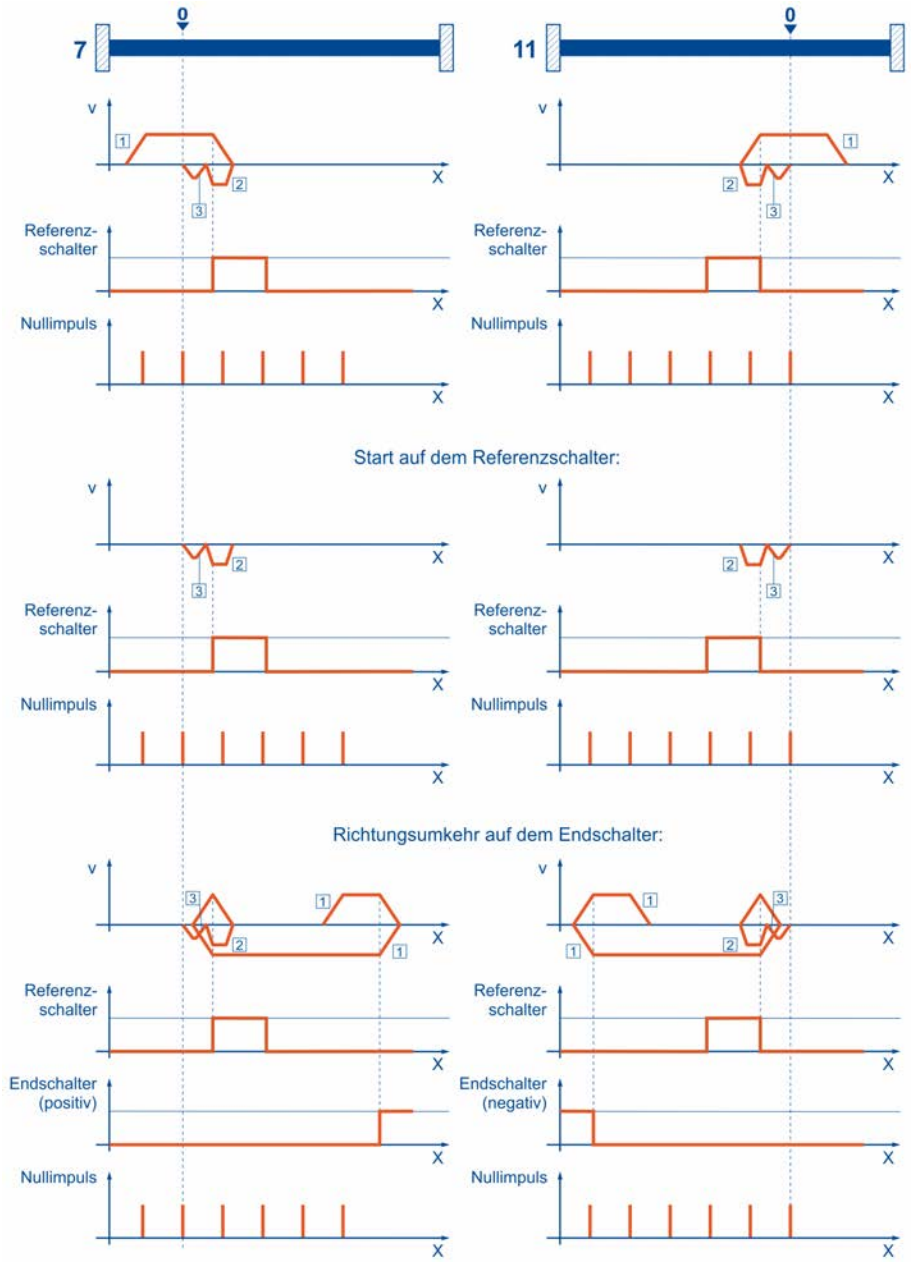


Abbildung 15: Referenzfahrt auf den Referenzschalter mit Nullimpulsauswertung

5.2.3.7 Methoden -23 und -27: Referenzfahrt (pos/neg) auf den Referenzschalter

Diese Methoden ähneln den Methoden 23 und 27. Allerdings wird hier zuerst das jeweilige Ende des Bewegungsbereiches gesucht, z.B. der Endanschlag oder ein Endschalter. Erst dann wird der Referenzschalter gesucht. Dadurch können an dem gleichen Eingang für den Referenzschalter mehrere Schalter angeschlossen sein. Während der Referenzfahrt wird dann der „letzte“ Schalter in Suchrichtung als Referenzschalter verwendet. Bei der Methode -23 bewegt sich der Antrieb zunächst in positiver und bei Methode -27 in negativer Richtung. Die Nullposition bezieht sich auf die fallende Flanke vom Referenzschalter.

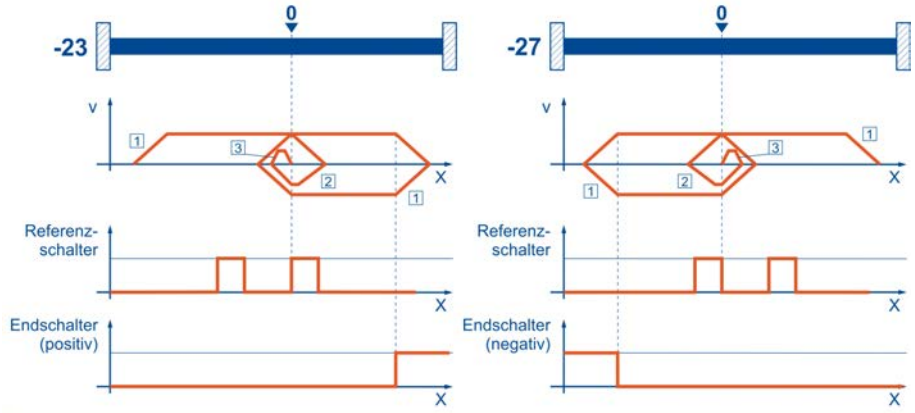


Abbildung 16: Referenzschalter bei positiver und negativer Anfangsbewegung

5.2.3.8 Methoden 32 und 33: Referenzfahrt auf den Nullimpuls

Bei den Methoden 32 und 33 ist die Richtung der Referenzfahrt negativ bzw. positiv. Die Nullposition bezieht sich auf den ersten Nullimpuls vom Winkelgeber in Suchrichtung.

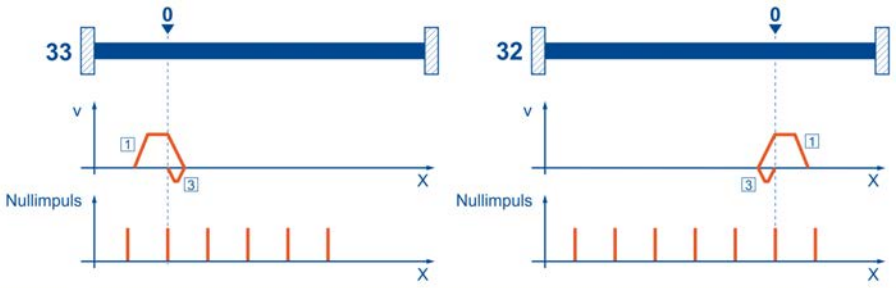


Abbildung 17: Nullimpuls bei negativer (32) und positiver (33) Anfangsbewegung

5.2.3.9 Methode 34: Referenzfahrt auf die aktuelle Position

Bei der Methode 34 wird die Nullposition auf die aktuelle Position bezogen, d.h., die aktuelle Position des Antriebs wird zu Null gesetzt.

5.2.4 Steuerung der Referenzfahrt

Die Referenzfahrt wird durch das controlword / statusword gesteuert und überwacht. Das Starten erfolgt durch Setzen des Bit 4 im controlword.

Bit 4	Bedeutung
0	Referenzfahrt ist nicht aktiv
0 ► 1	Referenzfahrt starten
1	Referenzfahrt ist aktiv
1 ◄ 0	Referenzfahrt unterbrechen

Der erfolgreiche Abschluss der Fahrt wird durch ein gesetztes Bit 12 im Objekt statusword angezeigt. Ein gesetztes Bit 13 im Objekt statusword zeigt an, dass während der Referenzfahrt ein Fehler aufgetreten ist. Die Fehlerursache kann über die Objekte error_register und pre_defined_error_field bestimmt werden.

Bit 13	Bit 12	Bedeutung
0	0	Referenzfahrt ist noch nicht fertig
0	1	Referenzfahrt erfolgreich durchgeführt
1	0	Referenzfahrt nicht erfolgreich durchgeführt
1	1	verbotener Zustand

5.3 Betriebsart Positionieren (Profile Position Mode)

5.3.1 Übersicht

Die Struktur dieser Betriebsart wird in Abbildung 18 (*Fahrkurven-Generator und Lageregler*) ersichtlich:

Die Zielposition (target_position) wird dem Fahrkurven-Generator übergeben. Dieser erzeugt einen Lage-Sollwert (position_demand_value) für den Lageregler, der in dem Kapitel Lageregler beschrieben wird (Abschnitt 3.7 *Lageregler (Position Control Function)* auf Seite 70). Diese zwei Funktionsblöcke können unabhängig voneinander eingestellt werden.

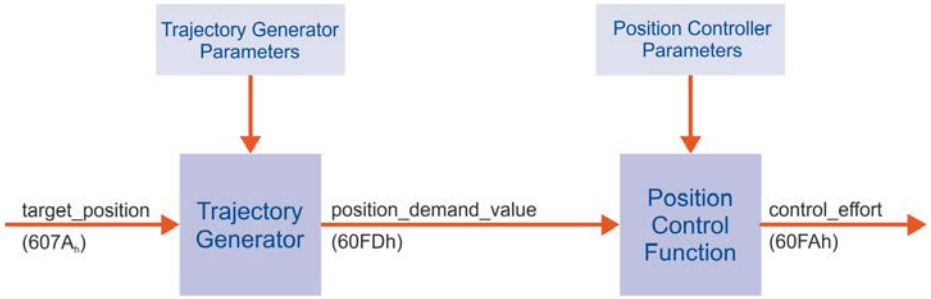


Abbildung 18: Fahrkurven-Generator und Lageregler

5.3.2 Funktionsbeschreibung

Es gibt zwei Möglichkeiten eine Zielposition an den Servoregler zu übergeben:

› Einfacher Fahrauftrag

Wenn der Servoregler eine Zielposition erreicht hat, signalisiert er dies dem Host mit dem Bit `target_reached` (Bit 10 im Objekt statusword). In dieser Betriebsart stoppt der Servoregler, wenn er das Ziel erreicht hat.

› Folge von Fahraufträgen

Nachdem der Servoregler ein Ziel erreicht hat, beginnt er sofort das nächste Ziel anzufahren. Dieser Übergang kann fließend erfolgen, ohne dass der Servoregler zwischendurch zum Stillstand kommt.

Diese beiden Methoden werden durch die Bits `new_set_point` und `change_set_immediatly` im Objekt controlword und `set_point_acknowledge` im Objekt statusword kontrolliert. Diese Bits stehen in einem Frage-Antwort-Verhältnis zueinander. Hierdurch wird es möglich, einen Fahrauftrag vorzubereiten, während ein anderer noch läuft.

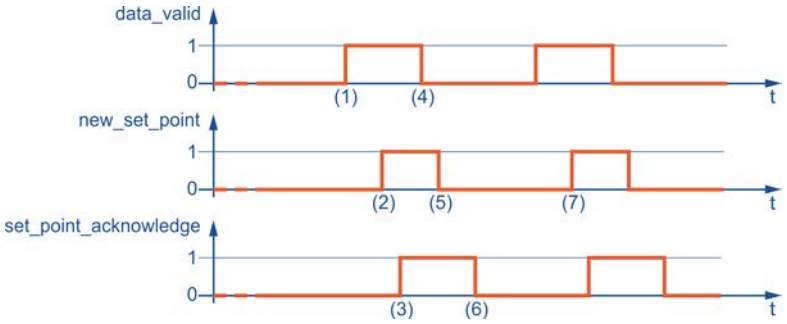


Abbildung 19: Fahrauftrag-Übertragung von einem Host

In Abbildung 19 (*Fahrauftrag-Übertragung von einem Host*) können Sie sehen, wie der Host und der Servoregler über den CAN-Bus miteinander kommunizieren:

Zuerst werden die Positionierdaten (Zielposition, Fahrgeschwindigkeit, Endgeschwindigkeit und die Beschleunigung) an den Servoregler übertragen. Wenn der Positionierdatensatz vollständig eingeschrieben ist (1), kann der Host die Positionierung starten, indem er das Bit `new_set_point` im controlword auf „1“ setzt (2). Nachdem der Servoregler die neuen Daten erkannt und in seinen Puffer übernommen hat, meldet er dies dem Host durch das Setzen des Bits `set_point_acknowledge` im statusword (3).

Daraufhin kann der Host beginnen, einen neuen Positionierdatensatz in den Servoregler einzuschreiben (4) und das Bit `new_set_point` wieder zu löschen (5). Erst wenn der Servoregler einen neuen Fahrauftrag akzeptieren kann (6), signalisiert er dies durch eine „0“ im `set_point_acknowledge`-Bit. Vorher darf vom Host keine neue Positionierung gestartet werden (7).

Auf der linken Seite von Abbildung 20 (*Fahraufträge*) wird eine neue Positionierung erst gestartet, nachdem die vorherige vollständig abgeschlossen wurde. Der Host wertet hierzu das Bit target_reached im Objekt statusword aus.

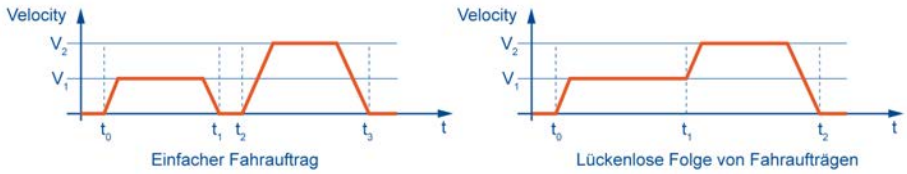


Abbildung 20: Fahraufträge

Auf der rechten Seite wird eine neue Positionierung bereits gestartet, während sich die vorherige noch in Bearbeitung befindet. Der Host übergibt hierzu dem Servoregler das nachfolgende Ziel schon dann, wenn dieser mit dem Löschen des Bits set_point_acknowledge signalisiert, dass er den Puffer gelesen und die zugehörige Positionierung gestartet hat. Die Positionierungen werden auf diese Weise nahtlos aneinander gereiht. Damit der Servoregler zwischen den einzelnen Positionierungen nicht jedes Mal kurzzeitig auf Null abbremst, sollte für diese Betriebsart das Objekt end_velocity mit dem gleichen Wert wie das Objekt profile_velocity beschrieben werden.

Wenn im controlword neben dem Bit `new_set_point` auch das Bit `change_set_immediately` auf „1“ gesetzt wird, weist der Host den Servoregler damit an, sofort den neuen Fahrauftrag zu beginnen. Ein bereits in Bearbeitung befindlicher Fahrauftrag wird in diesem Fall abgebrochen.

5.3.3 Beschreibung der Objekte

5.3.3.1 Wichtige Objekte in anderen Kapiteln

Index	Name	Kapitel	Seite
6040_h	controlword	*Gerätesteuerung (Device Control)*	*112*
6041_h	statusword		
$605A_h$	quick_stop_option_code		
$607E_h$	polarity	*Umrechnungsfaktoren (Factor Group)*	*47*
6093_h	position_factor		
6094_h	velocity_encoder_factor		
6097_h	acceleration_factor		

5.3.3.2 Objekt $607A_h$: target_position

Das Objekt target_position (Zielposition) bestimmt, an welche Position der Servoregler fahren soll. Dabei muss die aktuelle Einstellung der Geschwindigkeit, der Beschleunigung, der Bremsverzögerung und die Art des Fahrprofils (motion_profile_type) etc. berücksichtigt werden. Die Zielposition (target_position) wird entweder als absolute oder relative Angabe interpretiert (controlword, Bit 6).

Index	**$607A_h$**			
Name	**target_position**			
Info	position_unit	rw	PDO	INT32
Value	--		--	

5.3.3.3 Objekt 6081_h: profile_velocity

Das Objekt profile_velocity gibt die Geschwindigkeit an, die normalerweise während einer Positionierung am Ende der Beschleunigungsrampe erreicht wird. Das Objekt profile_velocity wird in speed_unit angegeben.

Index	**6081_h**			
Name	**profile_velocity**			
Info	speed_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

5.3.3.4 Objekt 6082_h: end_velocity

Das Objekt end_velocity (Endgeschwindigkeit) definiert die Geschwindigkeit, die der Antrieb haben muss, wenn er die Zielposition (target_position) erreicht. Normalerweise ist dieses Objekt auf Null zu setzen, damit der Servoregler beim Erreichen der Zielposition (target_position) stoppt. Für lückenlose Positionierungen kann eine von Null abweichende Geschwindigkeit vorgegeben werden. Das Objekt end_velocity wird in denselben Einheiten wie das Objekt profile_velocity angegeben.

Index	**6082_h**			
Name	**end_velocity**			
Info	speed_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

5.3.3.5 Objekt 6083_h: profile_acceleration

Das Objekt profile_acceleration gibt die Beschleunigung an, mit der auf den Sollwert beschleunigt. Es wird in benutzerdefinierten Beschleunigungseinheiten (acceleration_unit) angegeben.

Index	**6083_h**			
Name	**profile_acceleration**			
Info	acceleration_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

5.3.3.6 Objekt 6084_h: profile_deceleration

Das Objekt profile_deceleration gibt die Beschleunigung an, mit der gebremst wird. Es wird in benutzerdefinierten Beschleunigungseinheiten (acceleration_unit) angegeben.

Index	**6084_h**			
Name	**profile_deceleration**			
Info	acceleration_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

5.3.3.7 Objekt 6085_h: quick_stop_deceleration

Das Objekt quick_stop_deceleration gibt an, mit welcher Bremsverzögerung der Motor stoppt, wenn ein Quick Stop ausgeführt wird (siehe Kapitel *Zustandsdiagramm: Zustandsübergänge*). Das Objekt quick_stop_deceleration wird in derselben Einheit wie das Objekt profile_deceleration angegeben.

Index	**6085_h**			
Name	**quick_stop_deceleration**			
Info	acceleration_unit	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

5.3.3.8 Objekt 6086_h: motion_profile_type

Das Objekt motion_profile_type wird verwendet, um die Art des Positionierprofils auszuwählen.

Index	**6086_h**			
Name	**motion_profile_type**			
Info	--	rw	PDO	INT16
Value	0, 2		--	

Wert	Kurvenform
0	Lineare Rampe
2	Ruckfreie Rampe

5.4 Interpolated Position Mode

5.4.1 Übersicht

Der Interpolated Position Mode (IP) ermöglicht die Vorgabe von Lagesollwerten in einer mehrachsigen Anwendung des Servoreglers. Dazu werden in einem festen Zeitraster (Synchronisations-Intervall) Synchronisations-Telegramme (SYNC) und Lagesollwerte von einer übergeordneten Steuerung vorgegeben. Da in der Regel das Intervall größer als ein Lagereglerzyklus ist, interpoliert der Servoregler selbständig die Datenwerte zwischen zwei vorgegebenen Positionswerten, wie in der folgenden Grafik skizziert.

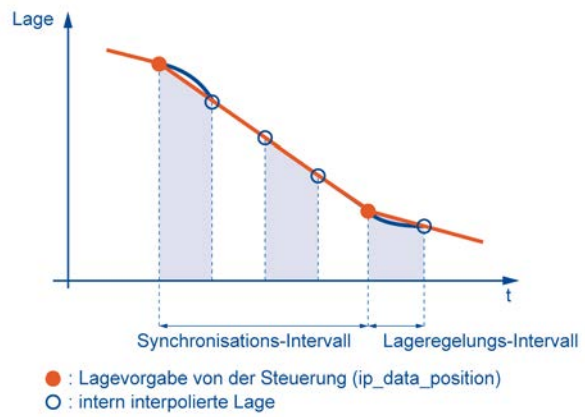


Abbildung 21: Fahrauftrag Lineare Interpolation zwischen zwei Datenwerten

Im Folgenden sind zunächst die für den Interpolated Position Mode benötigten Objekte beschrieben. In einer anschließenden Funktionsbeschreibung wird umfassend auf die Aktivierung und die Reihenfolge der Parametrierung eingegangen.

5.4.2 Funktionsbeschreibung

Bevor der Servoregler in die Betriebsart Interpolated Position Mode geschaltet werden kann, müssen diverse Einstellungen vorgenommen werden: Dazu zählen die Einstellung des Interpolations-Intervalls (interpolation_time_period), also der Zeit zwischen zwei SYNC-Telegrammen, der Interpolationstyp (interpolation_submode_select) und die Art der Synchronisation (interpolation_sync_definition). Zusätzlich muss der Zugriff auf den Positionspuffer über das Objekt buffer_clear freigegeben werden.

Für die Änderung des Interpolations-Intervalls (Zykluszeit) muss der Parametersatz einmalig gespeichert und der Regler neu gestartet werden. Ob das korrekte Intervall eingestellt ist, kann über das Objekt synchronous_window_length (1006_h) ausgelesen werden. Wenn bereits das korrekte Intervall eingestellt ist, können die ersten vier Schritte im folgenden Beispiel entfallen.

BEISPIEL

Das Beispiel zeigt, welche Schritte nötig sind, um den Regler für den Interpolationsbetrieb vorzubereiten:

Aufgabe	Aktion
Zeiteinheit festlegen (1/10 ms)	$60C2_h\_02_h$ (interpolation_time_index) = -4
Zeitintervall festlegen (2 ms)	$60C2_h\_01_h$ (interpolation_time_units) = 20
Parameter sichern	$1010_h\_01_h$ (save_all_parameters) = 65766173_h
Reset ausführen	siehe *Netzwerkmanagement (NMT-Service)*
Neustart abwarten	siehe *Bootup*
Interpolationsart setzen	$60C0_h$ (interpolation_submode_select) = -2
Puffer freigeben	$60C4_h\_06_h$ (buffer_clear) = 1
SYNC-Nachrichten senden	siehe *SYNC-Message*

Die weiteren Schritte sind in den folgenden Kapiteln beschrieben.

Der Interpolated Position Mode wird über das Objekt modes_of_operation (6060_h) aktiviert. Ab diesem Zeitpunkt versucht der Servoregler sich auf das externe Zeitraster, welches durch die SYNC-Telegrammen vorgegeben wird, aufzusynchronisieren. Konnte sich der Servoregler erfolgreich aufsynchronisieren, meldet er die Betriebsart Interpolated Position Mode im Objekt modes_of_operation_display (6061_h). Während der Aufsynchronisation meldet der Servoregler "Ungültige Betriebart (-1)" zurück. Werden nach der erfolgten Aufsynchronisation die SYNC-Telegramme nicht im richtigen Zeitraster gesendet, meldet der Servoregler erneut "Ungültige Betriebsart".

Ist die Betriebsart eingenommen, kann die Übertragung von Positionsdaten an den Antrieb beginnen. Sinnvollerweise liest dazu die übergeordnete Steuerung zunächst die aktuelle Istposition aus dem Servoregler aus und schreibt diese zyklisch als neuen Sollwert (interpolation_data_record) in den Servoregler. Über Handshake- Bits des controlword und des statusword wird die Übernahme der Daten durch den Servoregler aktiviert. Durch Setzen des Bits `enable_ip_mode` im controlword zeigt der Host an, dass mit der Auswertung der Lagedaten begonnen werden soll. Erst wenn der Servoregler über das Statusbit `ip_mode_active` im statusword dieses quittiert, werden die Datensätze ausgewertet.

Im Einzelnen ergibt sich daher folgende Zuordnung und der folgende Ablauf:

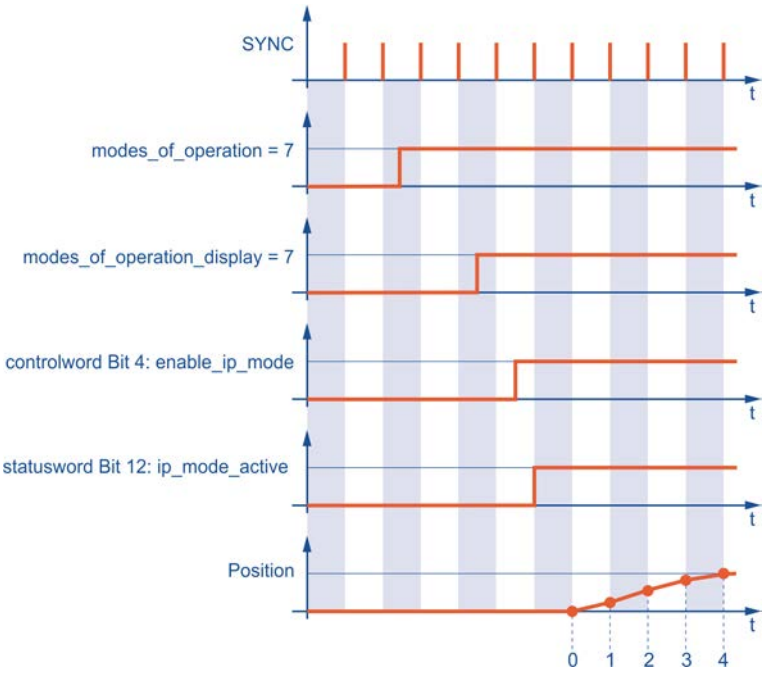


Abbildung 22: Aufsynchronisation und Datenfreigabe

BEISPIEL

Das Beispiel zeigt, welche Schritte nötig sind, um die Interpolation zu beginnen:

Aufgabe	Aktion
SYNC-Nachrichten senden	siehe *SYNC-Message*
Betriebsart anfordern	6060_h (modes_of_operation) = 7
Warten, bis Betriebsart eingenommen	6061_h (modes_of_operation_display) = 7
Aktuelle Istposition lesen	6064_h (position_actual_value)
Gelesene Istposition als Sollwert vorgeben	$60C1_h\_01_h$ (ip_data_position)
Interpolation freigeben	6040_h (controlword) , `enable_ip_mode` setzen
Quittierung durch Regler abwarten	6041_h (statusword) , `ip_mode_active` abfragen
Interpoliert verfahren	

Nach Beendigung des synchronen Fahrvorgangs kann durch Löschen des Bits enable_ip_mode die weitere Auswertung von Lagewerten verhindert werden. Anschließend kann gegebenenfalls in eine andere Betriebsart umgeschaltet werden.

Wird eine laufende Interpolation (`ip_mode_active` gesetzt) durch das Auftreten eines Reglerfehlers unterbrochen, verhält sich der Antrieb zunächst so, wie für den jeweiligen Fehler spezifiziert (z.B. Wegnahme der Servoreglerfreigabe und Wechsel in den Zustand `SWICTH_ON_DISABLED`).

Die Interpolation kann dann nur durch eine erneute Aufsynchronisation fortgesetzt werden, da der Servoregler wieder in den Zustand `OPERATION_ENABLE` gebracht werden muss, wodurch das Bit `ip_mode_active` gelöscht wird.

5.4.3 Beschreibung der Objekte

5.4.3.1 Wichtige Objekte in anderen Kapiteln

Index	Name	Kapitel	Seite
6040_h	controlword	*Gerätesteuerung (Device Control)*	*112*
6041_h	statusword		
6093_h	position_factor	*Umrechnungsfaktoren (Factor Group)*	*47*
6094_h	velocity_encoder_factor		
6097_h	acceleration_factor		

5.4.3.2 Objekt $60C0_h$: interpolation_submode_select

Über das Objekt interpolation_submode_select wird der Typ der Interpolation festgelegt. Zur Zeit ist nur die herstellerspezifische Variante „Lineare Interpolation ohne Puffer“ verfügbar.

Index	**$60C0_h$**			
Name	**interpolation_submode_select**			
Info	--	rw	PDO	INT16
Value	-2		--	

Wert	Interpolationstyp
-2	Lineare Interpolation ohne Puffer

5.4.3.3 Objekt $60C1_h$: interpolation_data_record

Der Objekt-Record interpolation_data_record repräsentiert den eigentlichen Datensatz. Er besteht aus einem Eintrag für den Lagewert (ip_data_position) und einem Steuerwort (ip_data_controlword), welches angibt, ob der Lagewert absolut oder relativ zu interpretieren ist. Die Angabe des Steuerworts ist optional. Wird er nicht angegeben, wird der Lagewert als absolut interpretiert. Soll das Steuerwort mit angegeben werden, muss aus Gründen der Datenkonsistenz zuerst Subindex 2 (ip_data_controlword) und anschließend Subindex 1 (ip_data_position) geschrieben werden, da intern die Datenübernahme mit Schreibzugriff auf ip_data_position ausgelöst wird.

Index	**$60C1_h$**			
Name	**interpolation_data_record**			
Type	RECORD			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**ip_data_position**			
Info	position_unit	rw	PDO	INT32
Value	--	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**ip_data_controlword**			
Info	--	rw	PDO	UINT8
Value	0, 1	0		

Wert	ip_data_position ist
0	Absolute Position
1	Relative Entfernung

HINWEIS **Interne Datenübernahme**

Die interne Datenübernahme erfolgt bei Schreibzugriff auf Subindex 1. Soll außerdem Subindex 2 verwendet werden, muss dieser vor Subindex 1 beschrieben werden.

5.4.3.4 Objekt $60C2_h$: interpolation_time_period

Über den Objekt-Record interpolation_time_period kann das Synchronisations-Intervall eingestellt werden. Über ip_time_index wird die Einheit (ms oder 1/10 ms) des Intervalls festgelegt, welches über ip_time_units parametriert wird.

Zur Synchronisation wird die komplette Reglerkaskade (Strom-, Drehzahl- und Lageregler) auf den externen Takt aufsynchronisiert. Die Änderung des Synchronisationsintervalls wird daher nur nach einem Reset wirksam. Soll das Interpolationsintervall über den CAN-Bus geändert werden, muss daher der Parametersatz gesichert (siehe Abschnitt 3.1 *Parametersätze laden und speichern* auf Seite 42) und ein Reset ausgeführt werden (siehe Abschnitt 6.6 *Netzwerkmanagement (NMT-Service)* auf Seite 190), damit das neue Synchronisations-Intervall wirksam wird. Das Synchronisations-Intervall muss exakt eingehalten werden.

Index	**$60C2_h$**			
Name	**interpolation_time_period**			
Type	RECORD			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**ip_time_units**			
Info	gemäß ip_time_index	rw	PDO	UINT8
Value	ip_time_index = -3: 1, 2,..., 10 ip_time_index = -4: 10, 20,..., 100	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**ip_time_index**			
Info	--	rw	PDO	INT8
Value	-3, -4	--		

Wert	ip_time_units wird angegeben in
-3	10^{-3} Sekunden (ms)
-4	10^{-4} Sekunden (0.1 ms)

HINWEIS **Änderung des Synchronisationsintervalls**

Die Änderung des Synchronisationsintervalls wird nur nach einem Reset wirksam. Soll das Interpolationsintervall über den CAN-Bus geändert werden, muss der Parametersatz gesichert und ein Reset ausgeführt werden.

5.4.3.5 Objekt $60C3_h$: interpolation_sync_definition

Über das Objekt interpolation_sync_definition wird die Art (synchronize_on_group) und die Anzahl (ip_sync_every_n_event) von Synchronisations-Telegrammen pro Synchronisations-Intervall vorgegeben. Bei Metronix Servoreglern kann nur das Standard-SYNC-Telegramm und 1 SYNC pro Intervall eingestellt werden.

Index	**$60C3_h$**			
Name	**interpolation_sync_definition**			
Type	ARRAY			02_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**syncronize_on_group**			
Info	--	rw	PDO	UINT8
Value	0	0		

Wert	Bedeutung
0	Standard SYNC-Telegramm verwenden

Sub-Index	02h			
Name	ip_sync_every_n_event			
Info	--	rw	PDO	UINT8
Value	1	1		

5.4.3.6 Objekt 60C4h: interpolation_data_configuration

Über den Objekt-Record interpolation_data_configuration kann die Art (buffer_organisation) und Größe (max_buffer_size, actual_buffer_size) eines eventuell vorhandenen Puffers sowie der Zugriff auf diesen (buffer_position, buffer_clear) konfiguriert werden. Über das Objekt size_of_data_record kann die Größe eines Puffer-Elements ausgelesen werden. Obwohl bei der Interpolationsart „Lineare Interpolation ohne Puffer“ kein Puffer zur Verfügung steht, muss der Zugriff über das Objekt buffer_clear allerdings auch in diesem Fall freigegeben werden.

Index	60C4h			
Name	interpolation_data_configuration			
Type	RECORD			06h
Sub-Index	01h			
Name	max_buffer_size			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	0	0		
Sub-Index	02h			
Name	actual_size			
Info	--	rw	PDO	UINT32
Value	0	0		
Sub-Index	03h			
Name	buffer_organisation			
Info	--	rw	PDO	UINT8
Value	0	0		

Wert	Bedeutung
0	FIFO

Sub-Index	04h			
Name	buffer_position			
Info	--	rw	PDO	UINT16
Value	0	0		

Sub-Index	**05_h**			
Name	**size_of_data_record**			
Info	--	wo	PDO	UINT8
Value	2	2		

Sub-Index	**06_h**			
Name	**buffer_clear**			
Info	--	wo	PDO	UINT8
Value	0, 1	0		

Wert	Bedeutung
0	Puffer löschen / Zugriff auf $60C1_h$ nicht erlaubt
1	Zugriff auf $60C1_h$ freigegeben

5.4.3.7 Objekt 1006_h: communication_cycle_period

Über das Objekt 1006_h (communication_cycle_period) kann das eingestellte Interpolations-Intervall (=Buszykluszeit) ausgelesen werden. Es entspricht der Zeit t_P, die im Abschnitt *Zykluszeiten der Regelkreise* im Produkthandbuch BL 4000-C beschrieben ist.

Index	**1006_h**			
Name	**communication_cycle_period**			
Info	µs	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	--		00000000_h	

5.5 Cyclic Synchronous Position Mode

5.5.1 Übersicht

Der Cyclic Synchronous Position Mode (CSP) ermöglicht ebenso wie der Interpolated Position Mode (IP) die Vorgabe von Lagesollwerten in einer mehrachsigen Anwendung des Servoreglers.

Die wesentlichen Unterschiede sind:

- Die Sollwertvorgabe erfolgt über das Objekt target_position ($607A_h$)
- Die Sollwerte werden direkt nach dem Wechsel in den Cyclic Synchronous Position Mode ausgewertet. Es ist nicht nötig, das Bit `enable_ip_mode` im controlword zu setzen und auch das Objekt buffer_clear ($60C4_h\_06_h$) muss nicht beschrieben werden.

5.5.2 Beschreibung der Objekte

5.5.2.1 Wichtige Objekte in anderen Kapiteln

Index	Name	Kapitel	Seite
$607A_h$	target_position	*Objekt 607Ah: target_position*	*147*
$60C2_h$	interpolation_time_period	*Interpolated Position Mode*	*112*
6040_h	controlword	*Gerätesteuerung (Device Control)*	*112*
6041_h	statusword		
6093_h	position_factor	*Umrechnungsfaktoren (Factor Group)*	*47*
6094_h	velocity_encoder_factor		
6097_h	acceleration_factor		

Der Cyclic Synchronous Position Mode definiert keine eigenen Objekte.

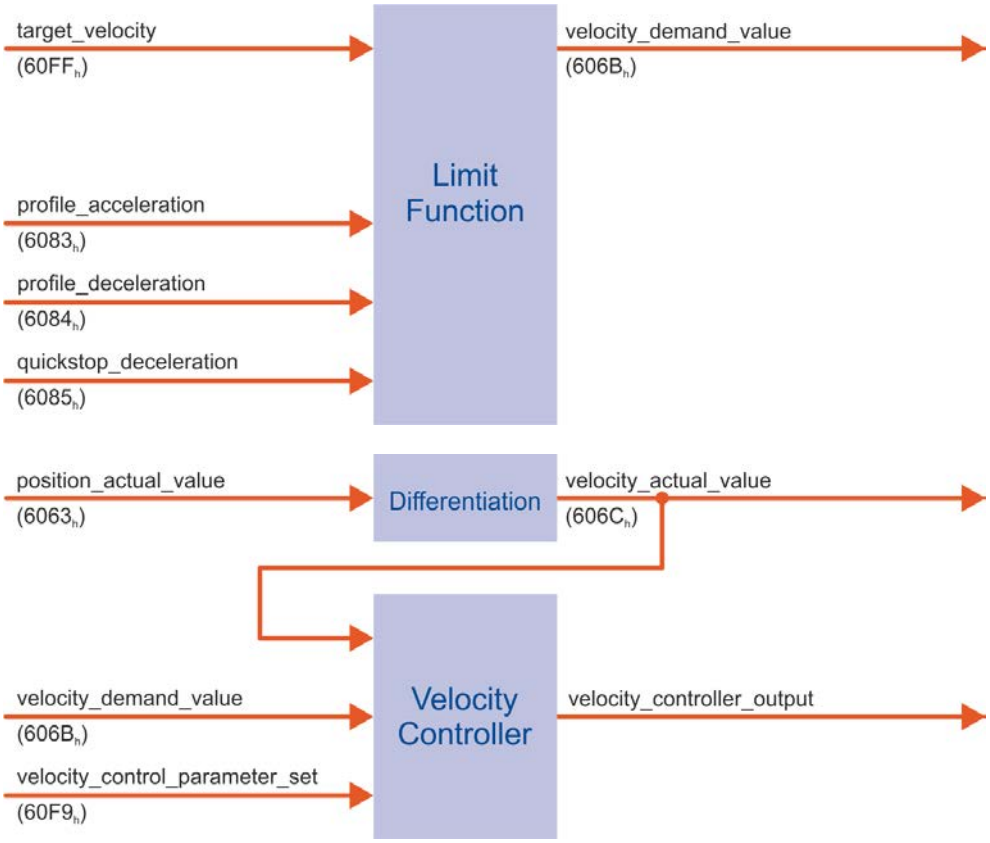
5.6 Betriebsart Drehzahlregelung (Profile Velocity Mode)

5.6.1 Übersicht

Der drehzahlgeregelte Betrieb (Profile Velocity Mode) beinhaltet die folgenden Unterfunktionen:

- Sollwert-Erzeugung durch den Rampen-Generator
- Drehzahlerfassung über den Winkelgeber durch Differentiation
- Drehzahlregelung mit geeigneten Eingabe- und Ausgabesignalen
- Begrenzung des Drehmomenten-Sollwertes (torque_demand_value)
- Überwachung der Ist-Geschwindigkeit (velocity_actual_value) mit der Fenster-Funktion/Schwelle

Die Bedeutung der folgenden Parameter ist im Abschnitt 5.3 *Betriebsart Positionieren (Profile Position Mode)* auf Seite 145 beschrieben: profile_acceleration, profile_deceleration, quick_stop_deceleration.



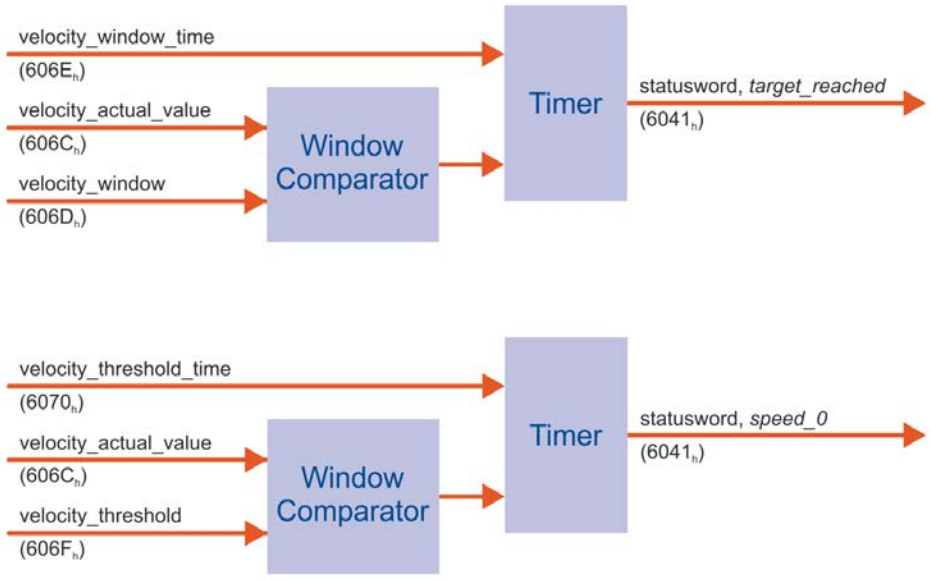


Abbildung 23: Struktur des drehzahlgeregelten Betriebs (Profile Velocity Mode)

5.6.2 Beschreibung der Objekte

5.6.2.1 Wichtige Objekte in anderen Kapiteln

Index	Name	Kapitel	Seite
6040$_h$	controlword	*Gerätesteuerung (Device Control)*	*112*
6041$_h$	statusword		
6064$_h$	position_actual_value	*Lageregler (Position Control Function)*	*70*
6071$_h$	target_torque	*Betriebsart Momentenregelung (Profile Torque Mode)*	*167*
6072$_h$	max_torque_value		
6083$_h$	profile_acceleration	*Betriebsart Positionieren (Profile Position Mode)*	*145*
6084$_h$	profile_deceleration		
6085$_h$	quick_stop_deceleration		
6094$_h$	velocity_encoder_factor		

5.6.2.2 Objekt 6069_h: velocity_sensor_actual_value

Mit dem Objekt velocity_sensor_actual_value kann der Wert eines möglichen Geschwindigkeitsgebers in internen Einheiten ausgelesen werden. Bei Metronix Servoreglern kann kein separater Drehzahlgeber angeschlossen werden. Zur Bestimmung des Drehzahl-Istwertes sollte daher grundsätzlich das Objekt $606C_h$ verwendet werden.

Index	**6069_h**			
Name	**velocity_sensor_actual_value**			
Info	U / 4096 min	ro	PDO	INT32
Value	--		--	

5.6.2.3 Objekt $606A_h$: sensor_selection_code

Mit diesem Objekt kann der Geschwindigkeitssensor ausgewählt werden. Zur Zeit ist kein separater Geschwindigkeitssensor vorgesehen. Deshalb ist nur der standardmäßige Winkelgeber anwählbar.

Index	**$606A_h$**			
Name	**sensor_selection_code**			
Info	--	rw	PDO	INT16
Value	0		0	

5.6.2.4 Objekt $606B_h$: velocity_demand_value

Mit diesem Objekt kann der aktuelle Drehzahlsollwert des Drehzahlreglers ausgelesen werden. Auf diesen wirkt der Sollwert vom Rampen-Generator bzw. des Fahrkurven-Generators. Bei aktiviertem Lageregler wird außerdem dessen Korrekturgeschwindigkeit addiert.

Index	**$606B_h$**			
Name	**velocity_demand_value**			
Info	speed_unit	ro	PDO	INT32
Value	--		--	

5.6.2.5 Objekt $202E_h$: velocity_demand_sync_value

Über dieses Objekt kann die Soll-Drehzahl des Synchronisationsgeber ausgelesen werden. Diese wird durch das Objekt 2022_h synchronization_encoder_select (Abschnitt 3.11 *Soll- / Istwertaufschaltung* auf Seite 86) definiert. Dieses Objekt wird in benutzerdefinierten Einheiten angegeben.

Index	$202E_h$			
Name	**velocity_demand_sync_value**			
Info	speed_unit	ro	~~PDO~~	INT32
Value	--		--	

5.6.2.6 Objekt $606C_h$: velocity_actual_value

Über das Objekt velocity_actual_value kann der Drehzahl-Istwert ausgelesen werden.

Index	$606C_h$			
Name	**velocity_actual_value**			
Info	speed_unit	ro	PDO	INT32
Value	--		--	

5.6.2.7 Objekt 2074_h: velocity_actual_value_filtered

Über das Objekt velocity_actual_value_filtered kann ein gefilterter Drehzahl- Istwert ausgelesen werden, der allerdings nur zu Anzeigezwecken verwendet werden sollte. Im Gegensatz zu velocity_actual_value wird velocity_actual_value_filtered nicht zur Regelung, wohl aber für den Durchdrehschutz des Servoreglers verwendet. Die Filterzeitkonstante kann über das Objekt 2073_h (velocity_display_filter_time) eingestellt werden. Siehe Abschnitt 3.6.2.2 *Objekt 2073h: velocity_display_filter_time* auf Seite 69

Index	2074_h			
Name	**velocity_actual_value_filtered**			
Info	speed_unit	ro	PDO	INT32
Value			--	

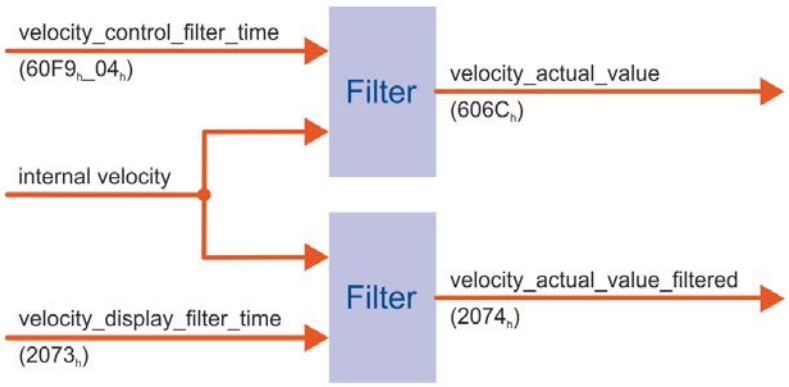


Abbildung 24: Ermittlung von velocity_actual_value und velocity_actual_value_filtered

5.6.2.8 Objekt $606D_h$: velocity_window

Die Objekte velocity_window_time und velocity_window dienen der Einstellung des Fensterkomparators zum Vergleich des Drehzahl-Istwerts mit der vorgegebenen Endgeschwindigkeit (Objekt $60FF_h$: target_velocity). Die Drehzahl muss die in velocity_window_time spezifizierte Zeit innerhalb des velocity_window liegen, damit das Bit 10 `target_reached` im Objekt statusword gesetzt wird.

Index	**$606D_h$**			
Name	**velocity_window**			
Info	speed_unit	rw	PDO	UINT16
Value	--		--	

5.6.2.9 Objekt $606E_h$: velocity_window_time

Die Objekte velocity_window_time und velocity_window dienen der Einstellung des Fensterkomparators zum Vergleich des Drehzahl-Istwerts mit der vorgegebenen Endgeschwindigkeit (Objekt $60FF_h$: target_velocity). Die Drehzahl muss die in velocity_window_time spezifizierte Zeit innerhalb des velocity_window liegen, damit das Bit 10 `target_reached` im Objekt statusword gesetzt wird.

Index	**$606E_h$**			
Name	**velocity_window_time**			
Info	ms	rw	PDO	UINT16
Value	0...4999		0	

5.6.2.10 Objekt $606F_h$: velocity_threshold

Die Objekte velocity_threshold und velocity_threshold_time geben an, ab welchem Drehzahl-Istwert der Antrieb als stehend angesehen wird. Wenn der Antrieb die unter velocity_threshold vorgegebenen Drehzahl für die velocity_threshold_time überschreitet, wird im statusword das Bit 12 (velocity = 0) gelöscht.

Index	**$606F_h$**			
Name	**velocity_threshold**			
Info	speed_unit	rw	PDO	UINT16
Value	--		--	

5.6.2.11 Objekt 6070_h: velocity_threshold_time

Die Objekte velocity_threshold und velocity_threshold_time geben an, ab welchem Drehzahl-Istwert der Antrieb als stehend angesehen wird. Wenn der Antrieb die unter velocity_threshold vorgegebenen Drehzahl für die velocity_threshold_time überschreitet, wird im statusword das Bit 12 (velocity = 0) gelöscht.

Index	**6070_h**			
Name	**velocity_threshold_time**			
Info	ms	rw	PDO	UINT16
Value	0...4999		0	

5.6.2.12 Objekt 6080_h: max_motor_speed

Das Objekt max_motor_speed gibt die höchste erlaubte Drehzahl für den Motor in min^{-1}. Das Objekt wird benutzt, um den Motor zu schützen und kann dem Motordatenblatt entnommen werden. Der Drehzahl-Sollwert wird auf diesen Wert begrenzt.

Index	**6080_h**			
Name	**max_motor_speed**			
Info	min^{-1}	rw	PDO	UINT16
Value	0...32767		--	

5.6.2.13 Objekt $60FF_h$: target_velocity

Das Objekt target_velocity ist die Sollwertvorgabe für den Rampen-Generator.

Index	**$60FF_h$**			
Name	**target_velocity**			
Info	speed_unit	rw	PDO	INT32
Value	--		--	

5.6.2.14 Drehzahl- Rampen

Wird als modes_of_operation Profile Velocity Mode gewählt, wird grundsätzlich auch die Sollwertrampe aktiviert. Somit ist es möglich über die Objekte profile_acceleration und profile_deceleration eine sprungförmige Sollwertänderung auf eine bestimmte Drehzahländerungen pro Zeit zu begrenzen.

Der Servoregler ermöglicht es, nicht nur unterschiedliche Beschleunigungen für Bremsen und Beschleunigungen anzugeben, sondern noch zusätzlich nach positiver und negativer Drehzahl zu unterscheiden. Die folgende Abbildung verdeutlicht dieses Verhalten:

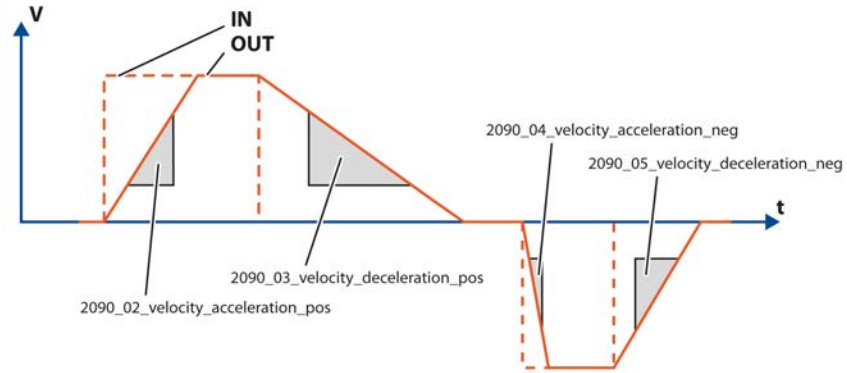


Abbildung 25: Drehzahlrampen

Um diese 4 Beschleunigungen einzeln parametrieren zu können, ist die Objektgruppe velocity_ramps vorhanden. Es ist zu beachten, dass die Objekte profile_acceleration und profile_deceleration die gleichen internen Beschleunigungen verändern, wie die velocity_ramps. Wird die profile_acceleration geschrieben, werden gemeinsam velocity_acceleration_pos und velocity_acceleration_neg geändert, wird die profile_deceleration geschrieben, werden gemeinsam velocity_deceleration_pos und velocity_deceleration_neg geändert. Mit dem Objekt velocity_ramps_enable lässt sich festlegen, ob die Sollwerte über den Rampengenerator geführt werden, oder nicht.

Index	**2090_h**			
Name	**velocity_ramps**			
Type	RECORD			05_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**velocity_rampe_enable**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT8
Value	0, 1 (1 = Sollwert über Rampengenerator)	--		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**velocity_acceleration_pos**			
Info	acceleration_unit	rw	~~PDO~~	INT32
Value	--	--		

Sub-Index	03_h			
Name	**velocity_deceleration_pos**			
Info	acceleration_unit	rw	~~PDO~~	INT32
Value	--	--		
Sub-Index	04_h			
Name	**velocity_acceleration_neg**			
Info	acceleration_unit	rw	~~PDO~~	INT32
Value	--	--		
Sub-Index	05_h			
Name	**velocity_deceleration_neg**			
Info	acceleration_unit	rw	~~PDO~~	INT32
Value	--	--		

5.7 Betriebsart Momentenregelung (Profile Torque Mode)

5.7.1 Übersicht

Dieses Kapitel beschreibt den drehmomentengeregelten Betrieb. Diese Betriebsart erlaubt es, dass dem Servoregler ein externer Momenten-Sollwert target_torque vorgegeben wird, welcher durch den integrierten Rampen-Generator geglättet werden kann. Somit ist es möglich, dass dieser Servoregler auch für Bahnsteuerungen eingesetzt werden kann, bei denen sowohl der Lageregler als auch der Drehzahlregler auf einen externen Rechner verlagert sind.

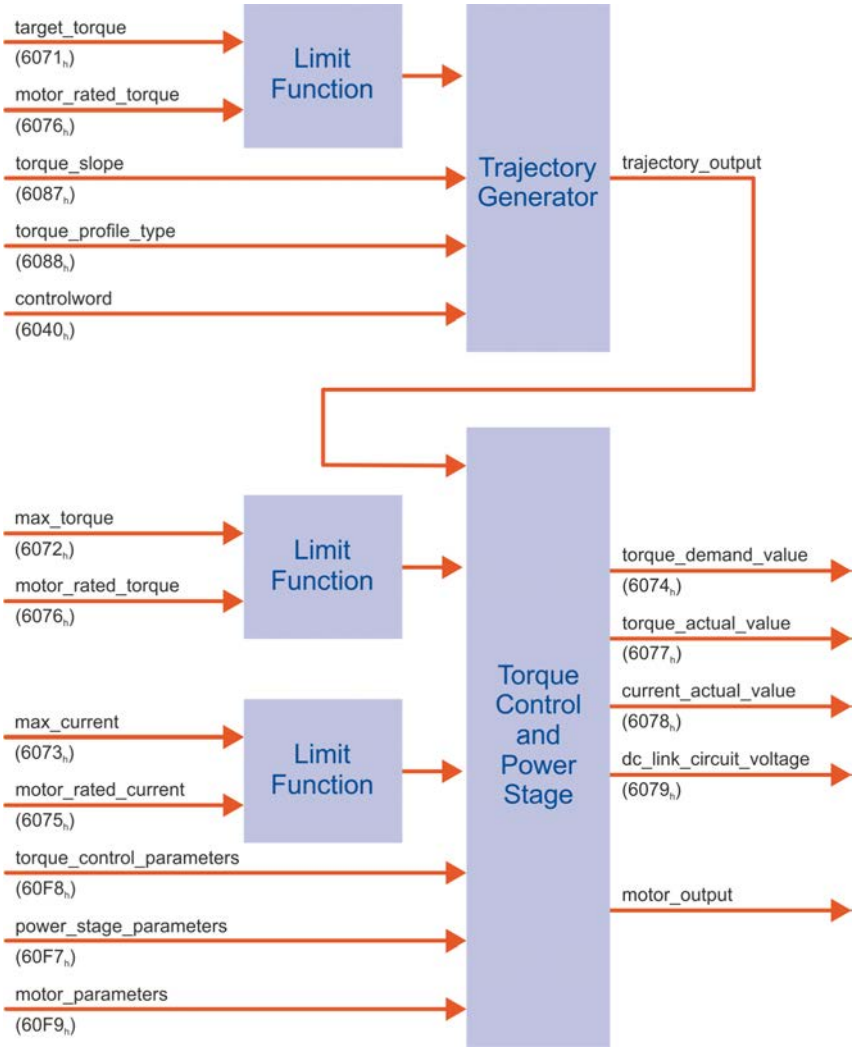


Abbildung 26: : Struktur des drehmomentengeregelten Betriebs

Für den Rampengenerator müssen die Parameter Rampensteilheit torque_slope und Rampenform torque_profile_type vorgegeben werden.

Wenn im controlword das Bit 8 `halt` gesetzt wird, senkt der Rampen-Generator das Drehmoment bis auf Null ab. Entsprechend erhöht er es wieder auf das Sollmoment

target_torque, wenn das Bit 8 wieder gelöscht wird. In beiden Fällen berücksichtigt der Rampen-Generator die Rampensteilheit torque_slope und die Rampenform torque_profile_type.

Alle Definitionen innerhalb dieses Kapitels beziehen sich auf rotatorische Motoren. Wenn lineare Motoren benutzt werden, müssen sich alle „Drehmoment"-Objekte statt dessen auf eine „Kraft" beziehen. Der Einfachheit halber sind die Objekte nicht doppelt vertreten und ihre Namen sollten nicht verändert werden.

Die Betriebsarten Positionierbetrieb (Profile Position Mode) und Drehzahlregler (Profile Velocity Mode) benötigen für ihre Funktion den Momentenregler. Deshalb ist es immer notwendig, diesen zu parametrieren.

5.7.2 Beschreibung der Objekte

5.7.2.1 Wichtige Objekte in anderen Kapiteln

Index	Name	Kapitel	Seite
6040_h	controlword	*Gerätesteuerung (Device Control)*	*101*
$60F9_h$	motor_parameters	*Stromregler und Motoranpassung*	*60*
6075_h	motor_rated_current		
6073_h	max_current		

5.7.2.2 Objekt 6071_h: target_torque

Dieser Parameter ist im drehmomentengeregelten Betrieb (Abschnitt 5.7 *Betriebsart Momentenregelung (Profile Torque Mode)* auf Seite 167) der Eingabewert für den Drehmomentenregler. Er wird in Tausendsteln des Nennmomentes (Objekt 6076_h) angegeben.

Index	**6071_h**			
Name	**target_torque**			
Info	‰ (1000 = motor_rated torque)	rw	PDO	INT16
Value	--		--	

5.7.2.3 Objekt 6072_h: max_torque

Dieser Wert stellt das höchstzulässige Drehmoment des Motors dar. Es wird in Tausendsteln des Nennmomentes (Objekt 6076_h) angegeben. Wenn zum Beispiel kurzzeitig eine zweifache Überlastung des Motors zulässig ist, so ist hier der Wert 2000 einzutragen.

HINWEIS **Objekt 6072_h korrespondiert mir Objekt 6073_h**

Das Objekt 6072_h: max_torque korrespondiert mit dem Objekt 6073_h: max_current und darf erst beschrieben werden, wenn zuvor das Objekt 6075_h: motor_rated_current mit einem gültigen Wert beschrieben wurde.

Index	**6072_h**			
Name	**max_torque**			
Info	‰ (1000 = motor_rated torque)	rw	PDO	UINT16
Value	1000...65535		--	

5.7.2.4 Objekt 6074_h: torque_demand_value

Über dieses Objekt kann das aktuelle Sollmoment in Tausendsteln des Nennmoments (6076_h) ausgelesen werden. Berücksichtigt sind hierbei die internen Begrenzungen des Servoreglers (Stromgrenzwerte und I^2t-Überwachung).

Index	**6074_h**			
Name	**torque_demand_value**			
Info	‰ (1000 = motor_rated torque)	ro	PDO	INT16
Value	--		--	

5.7.2.5 Objekt 6076_h: motor_rated_torque

Dieses Objekt gibt das Nennmoment des Motors an. Dieses kann dem Typenschild des Motors entnommen werden. Es ist in der Einheit 0.001 Nm einzugeben.

Index	**6076_h**			
Name	**motor_rated_torque**			
Info	0.001 Nm	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

5.7.2.6 Objekt 6077_h: torque_actual_value

Über dieses Objekt kann der Drehmomenten-Istwert des Motors in Tausendsteln des Nennmomentes (Objekt 6076_h) ausgelesen werden.

Index	**6077_h**			
Name	**torque_actual_value**			
Info	‰ (1000 = motor_rated torque)	ro	PDO	INT16
Value	--		--	

5.7.2.7 Objekt 6078_h: current_actual_value

Über dieses Objekt kann der Strom-Istwert des Motors in Tausendsteln des Nennstromes (Objekt 6075_h) ausgelesen werden.

Index	**6078_h**			
Name	**current_actual_value**			
Info	‰ (1000 = motor_rated current)	ro	PDO	INT16
Value	--		--	

5.7.2.8 Objekt 6079h: dc_link_circuit_voltage

Über dieses Objekt kann die Zwischenkreisspannung des Servoreglers ausgelesen werden. Die Spannung wird in der Einheit Millivolt angegeben.

Index	**6079_h**			
Name	**dc_link_circuit_voltage**			
Info	mV	ro	PDO	UINT32
Value	--		--	

5.7.2.9 Objekt 6087_h: torque_slope

Dieser Parameter beschreibt die Änderungsgeschwindigkeit der Sollwertrampe. Diese ist in Tausendsteln vom Nennmoment pro Sekunde anzugeben. Beispielsweise wird der Drehmomenten-Sollwert target_torque von 0 Nm auf den Wert motor_rated_torque erhöht. Wenn der Ausgangswert der zwischengeschalteten Drehmomentenrampe diesen Wert in einer Sekunde erreichen soll, dann ist in diesem Objekt der Wert 1000 einzuschreiben.

Index	**6087_h**			
Name	**torque_slope**			
Info	motor_rated_torque / 1000 s	rw	PDO	UINT32
Value	--		--	

5.7.2.10 Objekt 6088_h: torque_profile_type

Mit dem Objekt torque_profile_type wird vorgegeben, mit welcher Kurvenform ein Sollwertsprung ausgeführt wird. Zur Zeit ist in diesem Servoregler nur die lineare Rampe implementiert, so dass dieses Objekt nur mit dem Wert 0 beschrieben werden kann.

Index	**6088_h**			
Name	**torque_profile_type**			
Info	--	rw	PDO	INT16
Value	0		0	

Wert	Bedeutung
0	Lineare Rampe

6 Detaillierte Beschreibung des CANopen-Protokolls

6.1 Einleitung

CANopen stellt eine einfache und standardisierte Möglichkeit bereit, auf die Parameter des Servoreglers (z.B. den maximalen Motorstrom) zuzugreifen. Dazu ist jedem Parameter (CAN-Objekt) eine eindeutige Nummer (Index und Subindex) zugeordnet. Die Gesamtheit aller einstellbaren Parameter wird als Objektverzeichnis bezeichnet.

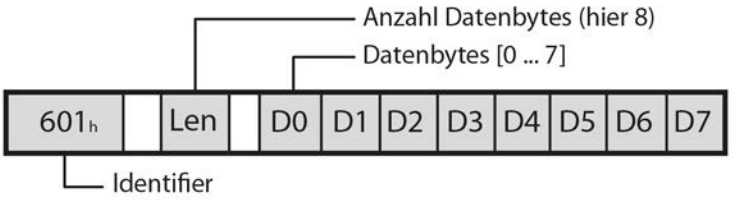
Für den Zugriff auf die CAN-Objekte über den CAN-Bus sind im Wesentlichen zwei Methoden verfügbar: Eine bestätigte Zugriffsart, bei der der Servoregler jeden Parameterzugriff quittiert (über SDOs) und eine unbestätigte Zugriffsart, bei der keine Quittierung erfolgt (über PDOs). In der Regel erfolgt die Parametrierung des Servoreglers über SDOs, während die zyklischen Prozessdaten über PDOs ausgetauscht werden.

Insgesamt sind folgende Kommunikationsobjekte definiert:

SDO	Service Data Object	Werden zur normalen Parametrierung des Servoreglers verwendet.
PDO	Process Data Object	Schneller Austausch von Prozessdaten (z.B. Istdrehzahl) möglich.
SYNC	Synchronization Message	Synchronisierung mehrerer CAN-Knoten
EMCY	Emergency Message	Übermittlung von Fehlermeldungen.
NMT	Network Management	Netzwerkdienst: Es kann z.B. auf alle CAN-Knoten gleichzeitig eingewirkt werden.
BOOTUP	Error Control Protocol	Einschaltmeldung
HEARTBEAT	Error Control Protocol	Überwachung der Kommunikationsteilnehmer durch regelmäßige Nachrichten.
NODEGUARDING	Error Control Protocol	Überwachung der Kommunikationsteilnehmer durch regelmäßige Nachrichten.

Jede Nachricht, die auf dem CAN-Bus verschickt wird, enthält eine Art Adresse, mit dessen Hilfe festgestellt werden kann, für welchen Bus-Teilnehmer die Nachricht gedacht ist. Diese Nummer wird als Identifier bezeichnet. Je niedriger der Identifier, desto größer ist die Priorität der Nachricht. Für die oben genannten Kommunikationsobjekte sind jeweils Identifier festgelegt.

Die folgende Skizze zeigt den prinzipiellen Aufbau einer CANopen-Nachricht:



6.2 SDO-Zugriff

Über die **S**ervice-**D**ata-**O**bjekte (SDO) kann auf das Objektverzeichnis des Servoreglers zugegriffen werden.

SDO-Zugriffe gehen immer von der übergeordneten Steuerung (Host) aus. Dieser sendet an den Servoregler entweder einen Schreibbefehl, um einen Parameter des Objektverzeichnisses zu ändern, oder einen Lesebefehl, um einen Parameter auszulesen. Zu jedem Befehl erhält der Host eine Antwort, die entweder den ausgelesenen Wert enthält oder – im Falle eines Schreibbefehls – als Quittierung dient.

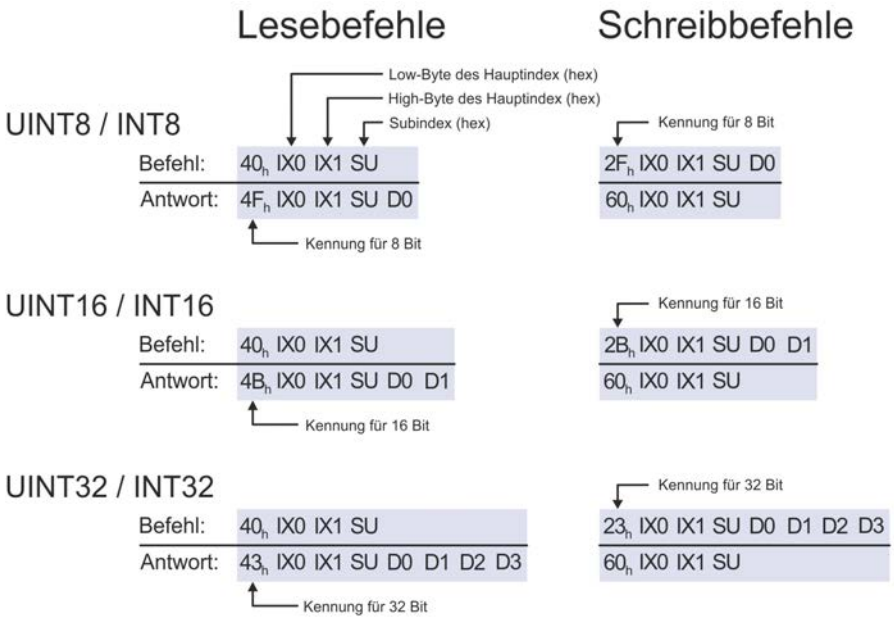
Damit der Servoregler erkennt, dass der Befehl für ihn bestimmt ist, muss der Host den Befehl mit einem bestimmten Identifier senden. **Dieser setzt sich aus der Basis 600_h + Knotennummer des betreffenden Servoreglers zusammen. Der Servoregler antwortet entsprechend mit dem Identifier 580_h + Knotennummer.**

Der Aufbau der Befehle bzw. der Antworten hängt vom Datentyp des zu lesenden oder schreibenden Objekts ab, da entweder 1, 2 oder 4 Datenbytes gesendet bzw. empfangen werden müssen. Folgende Datentypen werden unterstützt:

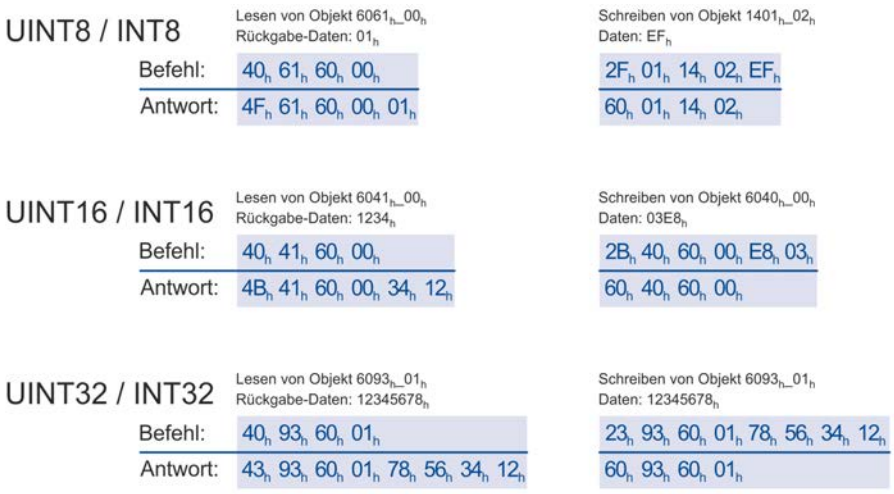
UINT8	8-Bit-Wert ohne Vorzeichen	0 ... 255
INT8	8-Bit-Wert mit Vorzeichen	-128 ... 127
UINT16	16-Bit-Wert ohne Vorzeichen	0 ... 65536
INT16	16-Bit-Wert mit Vorzeichen	-32768 ... 32767
UINT32	32-Bit-Wert ohne Vorzeichen	0 ... $(2^{32} - 1)$
INT32	32-Bit-Wert mit Vorzeichen	$-(2^{31})$ ... $(2^{31} - 1)$
VISSTR	Visible String	---

6.2.1 SDO-Sequenzen zum Lesen und Schreiben

Um Objekte dieser Zahlentypen auszulesen oder zu beschreiben sind die nachfolgend aufgeführten Sequenzen zu verwenden. Die Kommandos, um einen Wert in den Servoregler zu schreiben, beginnen je nach Datentyp mit einer unterschiedlichen Kennung. Die Antwort-Kennung ist hingegen stets die gleiche. Lesebefehle beginnen immer mit der gleichen Kennung und der Servoregler antwortet je nach zurückgegebenem Datentyp unterschiedlich. Alle Zahlen sind in hexadezimaler Schreibweise gehalten.



BEISPIEL

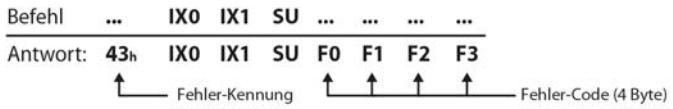


HINWEIS **Die Quittierung vom Servoregler muss abgewartet werden!**

Erst wenn der Servoregler die Anforderung quittiert hat, dürfen weitere Anforderungen gesendet werden.

6.2.2 SDO-Fehlermeldungen (abort codes)

Im Falle eines Fehlers beim Lesen oder Schreiben (z.B. weil der geschriebene Wert zu groß ist), antwortet der Servoregler mit einem Fehlercode anstelle der Quittierung:



Fehlercode F3 F2 F1 F0	Bedeutung
05 03 00 00_h	Protokollfehler: Toggle Bit wurde nicht geändert
05 04 00 01_h	Protokollfehler: client / server command specifier ungültig oder unbekannt
06 01 00 00_h	Zugriffsart wird nicht unterstützt.
06 01 00 01_h	Lesezugriff auf ein Objekt, dass nur geschrieben werden kann
06 01 00 02_h	Schreibzugriff auf ein Objekt, dass nur gelesen werden kann
06 02 00 00_h	Das angesprochene Objekt existiert nicht im Objektverzeichnis
06 04 00 41_h	Das Objekt darf nicht in ein PDO eingetragen werden (z.B. ro- Objekt in RPDO)
06 04 00 42_h	Die Länge der in das PDO eingetragenen Objekte überschreitet die PDO-Länge
06 04 00 43_h	Allgemeiner Parameterfehler
06 04 00 47_h	Überlauf einer internen Größe / Genereller Fehler
06 06 00 00_h	Zugriff fehlerhaft aufgrund eine Hardware-Problems *1)
06 07 00 10_h	Protokollfehler: Länge des Service-Parameters stimmt nicht überein
06 07 00 12_h	Protokollfehler: Länge des Service-Parameters zu groß
06 07 00 13_h	Protokollfehler: Länge des Service-Parameters zu klein
06 09 00 11_h	Der angesprochene Subindex existiert nicht
06 09 00 30_h	Die Daten überschreiten den Wertebereich des Objekts
06 09 00 31_h	Die Daten sind zu groß für das Objekt
06 09 00 32_h	Die Daten sind zu klein für das Objekt
06 09 00 36_h	Obere Grenze ist kleiner als untere Grenze
08 00 00 20_h	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden *1)
08 00 00 21_h	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden, da der Servoregler lokal arbeitet
08 00 00 22_h	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden, da sich der Servoregler dafür nicht im richtigen Zustand befindet *3)
08 00 00 23_h	Es ist kein Object Dictionary vorhanden *2)

*1) Werden gemäß DS301 bei fehlerhaftem Zugriff auf store_parameters / restore_parameters zurückgegeben.

*2) Dieser Fehler wird z.B. zurückgegeben, wenn ein anderes Bussystem den Servoregler kontrolliert oder der Parameterzugriff nicht erlaubt ist.

*3) „Zustand“ ist hier allgemein zu verstehen: Es kann sich dabei sowohl um die falsche Betriebsart handeln, als auch um ein nicht vorhandenes Technologie-Modul o.ä.

6.2.3 Simulation von SDO-Zugriffen

Die Firmware der Servoregler bietet die Möglichkeit, SDO-Zugriffe über die Parametrierschnittstelle (z.B. das Transfer-Fenster des Metronix ServoCommander®) zu simulieren. So können Objekte, die über den CAN-Bus geschrieben wurden, über die Parametrierschnittstelle gelesen und kontrolliert werden.

Die Syntax der Befehle lautet:

1) Die Antwort ist im Fehlerfall für alle 3 Schreibbefehle (8, 16, 32 Bit) gleich aufgebaut.
Die Befehle werden als Zeichen ohne jegliche Leerzeichen eingegeben.

HINWEIS **Testbefehle sind nicht echtzeitfähig**

Der Zugriff über die Parametrierschnittstelle ist nicht für eine echtzeitfähige Kommunikation geeignet.

6.3 PDO-Message

Mit **P**rocess-**D**ata-**O**bjekten (PDOs) können Daten ereignisgesteuert übertragen werden. Das PDO überträgt dabei ausschließlich Nutzdaten. Welche Parameter übertragen werden, wird vorab zwischen Host und Servo festgelegt.Anders als bei einem SDO erfolgt bei der Übertragung eines PDOs keine Quittierung.

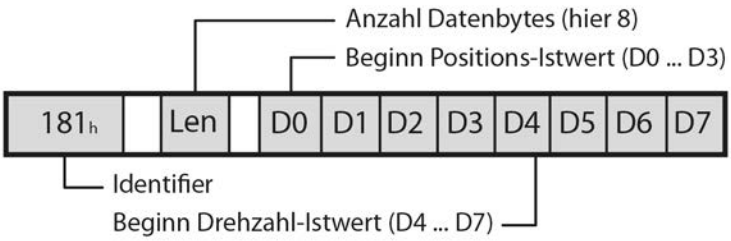
Folgende Typen von PDOs werden unterschieden:

Transmit-PDO (TPDO)	Servo→ Host	Servoregler sendet PDO bei Auftreten eines bestimmten Ereignisses
Receive-PDO (RPDO)	Host→ Servo	Servoregler wertet PDO bei Auftreten eines bestimmen Ereignisses aus

Der Servoregler verfügt über vier Transmit- und vier Receive-PDOs.

In die PDOs können nahezu alle Objekte des Objektverzeichnisses eingetragen (gemappt) werden, d.h. das PDO enthält als Daten z.B. den Drehzahl-Istwert, den Positions-Istwert o.ä.

Im unteren Beispiel würde in den Datenbytes 0...3 des PDOs der Positions-Istwert und in den Bytes 4...7 der Drehzahl-Istwert übertragen.



Auf diese Art können nahezu beliebige Datentelegramme definiert werden. Die folgenden Kapitel beschreiben die dazu nötigen Einstellungen.

6.3.1 Beschreibung der Objekte

› Identifier des PDOs

COB_ID_used_by_PDO

In dem Objekt COB_ID_used_by_PDO ist der Identifier einzutragen, auf dem das jeweilige PDO gesendet bzw. empfangen werden soll. Ist Bit 31 gesetzt, ist das jeweilige PDO deaktiviert. Dies ist die Voreinstellung für alle PDOs.

Die COB-ID darf nur geändert werden, wenn das PDO deaktiviert, d.h. Bit 31 gesetzt ist. Ein anderer Identifier als aktuell im Servoregler eingestellt darf daher nur geschrieben werden, wenn gleichzeitig Bit 31 gesetzt ist.

Das gesetzte Bit 30 beim Lesen des Identifiers zeigt an, dass das Objekt nicht durch ein Remoteframe abgefragt werden kann. Dieses Bit wird beim Schreiben ignoriert und ist beim Lesen immer gesetzt.

› Anzahl zu übertragender Objekte

number_of_mapped_objects

Dieses Objekt gibt an, wie viele Objekte in das entsprechende PDO gemappt werden sollen. Folgende Einschränkungen sind zu beachten:

- Es können pro PDO maximal 4 Objekte gemappt werden
- Ein PDO darf über maximal 64 Bit (8 Byte) verfügen

› Zu übertragende Objekte

first_mapped_object ... fourth_mapped_object

Für jedes Objekt, das im PDO enthalten sein soll muss dem Servoregler der entsprechende Index, der Subindex und die Länge mitgeteilt werden. Die Längenangabe muss mit der Längenangabe im Object Dictionary übereinstimmen. Teile eines Objekts können nicht gemappt werden.

Der Mapping-Eintrag wird folgendermaßen zusammengesetzt:

Index (16 Bit), Subindex (8 Bit), Länge (8Bit)

Zur Vereinfachung des Mappings ist folgendes Vorgehen vorgeschrieben:

1. Die Anzahl der gemappten Objekte wird auf 0 gesetzt.
2. Die Parameter first_mapped_object...fourth_mapped_object dürfen beschrieben werden (Die Gesamtlänge aller Objekte ist in dieser Zeit nicht relevant).
3. Die Anzahl der gemappten Objekte wird auf einen Wert zwischen 1...4 gesetzt. Die Länge all dieser Objekte darf jetzt 64 Bit nicht überschreiten.

Übertragungsart

transmission_type und inhibit_time

Für jedes PDO kann festgelegt werden, welches Ereignis zum Aussenden (Transmit-PDO) bzw. Auswerten (Receive-PDO) einer Nachricht führt:

Wert	Bedeutung	erlaubt bei
01_h–$F0_h$	**SYNC-Message** Der Zahlenwert gibt an, wie viele SYNC-Nachrichten eingetroffen sein müssen, bevor das PDO • gesendet (T-PDO) bzw. • ausgewertet (R-PDO) wird.	TPDOs RPDOs
FE_h	**Zyklisch** Das Transmit-PDO wird vom Servoregler zyklisch aktualisiert und gesendet. Die Zeitspanne wird durch das Objekt inhibit_time in 100µs-Schritten festgelegt. Receive-PDOs werden hingegen unmittelbar nach Empfang ausgewertet.	TPDOs (RPDOs)
FF_h	**Änderung** Das Transmit-PDO wird gesendet, wenn sich in den Daten des PDOs mindestens 1 Bit geändert hat. Dieser transmission_type ist auch für Receive-PDOs zulässig. Mit inhibit_time kann zusätzlich der minimale Abstand zwischen dem Absenden zweier PDOs in 100µs-Schritten festgelegt werden.	TPDOs

Maskierung

transmit_mask_high und transmit_mask_low

Wird als transmission_type „Änderung“ gewählt, wird das TPDO immer gesendet, wenn sich mindestens 1 Bit des TPDOs ändert. Häufig wird es aber benötigt, dass das TPDO nur gesendet wird, wenn sich bestimmte Bits geändert haben. Daher kann das TPDO mit einer Maske versehen werden: Nur die Bits des TPDOs, die in der Maske auf „1“ gesetzt sind, werden zur Auswertung, ob sich das PDO geändert hat herangezogen. Da diese Funktion herstellerspezifisch ist, sind als Defaultwert alle Bits der Masken gesetzt.

BEISPIEL

Folgende Objekte sollen zusammen in einem PDO übertragen werden:

Index_Subindex	Länge	Name des Objekts
$6041_h\_00_h$	10_h	statusword
$6061_h\_00_h$	08_h	modes_of_operation_display
$60FD_h\_00_h$	20_h	digital_inputs

Es soll das erste Transmit-PDO (TPDO 1) verwendet werden, welches immer gesendet werden soll, wenn sich einer der digitalen Eingänge ändert, allerdings maximal alle 10 ms. Als Identifier für dieses PDO soll 187_h verwendet werden.

1. **PDO deaktivieren**
   Falls das PDO aktiv ist, muss es zuerst deaktiviert werden, d.h. der Identifier muss mit gesetztem Bit 31 (PDO ist deaktiviert) geschrieben werden:
   `cob_id_used_by_pdo = C0000187h`
2. **Anzahl der Objekte löschen**
   Damit das Objektmapping geändert werden darf, muss die Anzahl der Objekte auf Null gesetzt werden.
   `number_of_mapped_objects = 0`
3. **Objekte parametrieren**
   Index und Subindex der oben aufgeführten Objekte müssen jeweils zu einem 32 Bit-Wert zusammengesetzt werden:
   `first_mapped_object = 60410010h`
   `second_mapped_object = 60610008h`
   `third_mapped_object = 60FD0020h`
4. **Anzahl der Objekte parametrieren**
   Es sollen 3 Objekte im PDO übertragen werden.
   `number_of_mapped_objects = 3`
5. **Übertragungsart parametrieren**
   Das PDO soll bei Änderung der digitalen Eingänge gesendet werden.
   Damit nur die Änderung der digitalen Eingänge zum Senden führt, wird das PDO maskiert.
   Das PDO soll höchstens alle 10 ms (100x100µs) gesendet werden.
   `transmission_type = FFh`
   `transmit_mask_low = 000000FFh`
   `transmit_mask_high = FFFFFF00h`
   `inhibit_time = 64h`
6. **Identifier parametrieren**
   Das PDO soll mit Identifier 187h gesendet werden: Schreiben des Identifiers mit gelöschtem Bit 31:
   `cob_id_used_by_pdo = 40000187h`

HINWEIS **Parametrierung der PDOs**

Beachten Sie, dass die Parametrierung der PDOs generell nur geändert werden darf, wenn der Netzwerkstatus (NMT) nicht Operational ist. Siehe hierzu auch Abschnitt 6.6 *Netzwerkmanagement (NMT-Service)* auf Seite 190.

6.3.2 Objekte zur PDO-Parametrierung

Die einzelnen Objekte um PDOs zu parametrieren sind jeweils für alle 4 TPDOs und alle 4 RPDOs gleich. Daher ist im Folgenden nur die Parameterbeschreibung des ersten TPDOs explizit aufgeführt. Sie ist sinngemäß auch für die anderen PDOs zu verwenden, die im Anschluss tabellarisch aufgeführt sind:

Index	**1800_h**			
Name	**transmit_pdo_parameter_tpdo1**			
Type	RECORD			03_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**cob_id_used_by_pdo_tpdo1**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	181_h...$1FF_h$, Bit 30 und 31 dürfen gesetzt sein	$C0000181_h$		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**transmission_type_tpdo1**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT8
Value	0...$8C_h$, FE_h, FF_h	FF_h		
Sub-Index	**03_h**			
Name	**inhibit_time_tpdo1**			
Info	100µs (10 = 1ms)	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	--	0000_h		

Index	**$1A00_h$**			
Name	**transmit_pdo_mapping_tpdo1**			
Type	RECORD			04_h
Sub-Index	**00_h**			
Name	**number_of_mapped_objects_tpdo1**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT8
Value	0...4	siehe Tabelle		
Sub-Index	**01_h**			
Name	**first_mapped_object_tpdo1**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	--	siehe Tabelle		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**second_mapped_object_tpdo1**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	--	siehe Tabelle		

Sub-Index	03h			
Name	third_mapped_object_tpdo1			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	--	siehe Tabelle		

Sub-Index	04h			
Name	fourth_mapped_object_tpdo1			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	--	siehe Tabelle		

HINWEIS **Vor der Parametrierung muss PDO deaktiviert werden**

Beachten Sie, dass die Objekt- Gruppen transmit _pdo_parameter_xxx und transmit_ pdo_mapping_xxx nur beschrieben werden können, wenn das PDO deaktiviert ist (Bit 31 in cob_id_used_by_pdo_xxx gesetzt)

1. Transmit-PDO

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
1800h_00h	number of entries	UINT8	ro	03h
1800h_01h	COB-ID used by PDO	UINT32	rw	C0000181h
1800h_02h	transmission type	UINT8	rw	FFh
1800h_03h	inhibit time (100 µs)	UINT16	rw	0000h
1A00h_00h	number of mapped objects	UINT8	rw	01h
1A00h_01h	first mapped object	UINT32	rw	60410010h
1A00h_02h	second mapped object	UINT32	rw	00000000h
1A00h_04h	fourth mapped object	UINT32	rw	00000000h

tpdo_1_transmit_mask

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
2014h_00h	number of entries	UINT8	ro	02h
2014h_01h	tpdo_1_transmit_mask_low	UINT32	rw	FFFFFFFFh
2014h_02h	tpdo_1_transmit_mask_high	UINT32	rw	FFFFFFFFh

2. Transmit-PDO

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$1801_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	03_h
$1801_h\_01_h$	COB-ID used by PDO	UINT32	rw	$C0000281_h$
$1801_h\_02_h$	transmission type	UINT8	rw	FF_h
$1801_h\_03_h$	inhibit time (100 µs)	UINT16	rw	0000_h
$1A01_h\_00_h$	number of mapped objects	UINT8	rw	02_h
$1A01_h\_01_h$	first mapped object	UINT32	rw	60410010_h
$1A01_h\_02_h$	second mapped object	UINT32	rw	60610008_h
$1A01_h\_03_h$	third mapped object	UINT32	rw	00000000_h
$1A01_h\_04_h$	fourth mapped object	UINT32	rw	00000000_h

tpdo_2_transmit_mask

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$2015_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	02h
$2015_h\_01_h$	tpdo_2_transmit_mask_low	UINT32	rw	FFFFFFFFh
$2015_h\_02_h$	tpdo_2_transmit_mask_high	UINT32	rw	FFFFFFFFh

3. Transmit-PDO

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$1802_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	03_h
$1802_h\_01_h$	COB-ID used by PDO	UINT32	rw	$C0000381_h$
$1802_h\_02_h$	transmission type	UINT8	rw	FF_h
$1802_h\_03_h$	inhibit time (100 µs)	UINT16	rw	0000_h
$1A02_h\_00_h$	number of mapped objects	UINT8	rw	02_h
$1A02_h\_01_h$	first mapped object	UINT32	rw	60410010_h
$1A02_h\_02_h$	second mapped object	UINT32	rw	60640020_h
$1A02_h\_03_h$	third mapped object	UINT32	rw	00000000_h
$1A02_h\_04_h$	fourth mapped object	UINT32	rw	00000000_h

tpdo_3_transmit_mask

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$2016_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	02h
$2016_h\_01_h$	tpdo_3_transmit_mask_low	UINT32	rw	FFFFFFFFh
$2016_h\_02_h$	tpdo_3_transmit_mask_high	UINT32	rw	FFFFFFFFh

4.Transmit-PDO

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$1803_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	03_h
$1803_h\_01_h$	COB-ID used by PDO	UINT32	rw	$C0000481_h$
$1803_h\_02_h$	transmission type	UINT8	rw	FF_h
$1803_h\_03_h$	inhibit time (100 µs)	UINT16	rw	0000_h
$1A03_h\_00_h$	number of mapped objects	UINT8	rw	02_h
$1A03_h\_01_h$	first mapped object	UINT32	rw	60410010_h
$1A03_h\_02_h$	second mapped object	UINT32	rw	$606C0020_h$
$1A03_h\_03_h$	third mapped object	UINT32	rw	00000000_h
$1A03_h\_04_h$	fourth mapped object	UINT32	rw	00000000_h

tpdo_4_transmit_mask

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$2017_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	02h
$2017_h\_01_h$	tpdo_4_transmit_mask_low	UINT32	rw	FFFFFFFFh
$2017_h\_02_h$	tpdo_4_transmit_mask_high	UINT32	rw	FFFFFFFFh

1. Receive PDO

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$1400_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	02_h
$1400_h\_01_h$	COB-ID used by PDO	UINT32	rw	$C0000201_h$
$1400_h\_02_h$	transmission type	UINT8	rw	FF_h
$1600_h\_00_h$	number of mapped objects	UINT8	rw	01_h
$1600_h\_01_h$	first mapped object	UINT32	rw	60400010_h
$1600_h\_02_h$	second mapped object	UINT32	rw	00000000_h
$1600_h\_03_h$	third mapped object	UINT32	rw	00000000_h
$1600_h\_04_h$	fourth mapped object	UINT32	rw	00000000_h

2. Receive PDO

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$1401_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	02_h
$1401_h\_01_h$	COB-ID used by PDO	UINT32	rw	$C0000301_h$
$1401_h\_02_h$	transmission type	UINT8	rw	FF_h
$1601_h\_00_h$	number of mapped objects	UINT8	rw	02_h
$1601_h\_01_h$	first mapped object	UINT32	rw	60400010_h
$1601_h\_02_h$	second mapped object	UINT32	rw	60600008_h
$1601_h\_03_h$	third mapped object	UINT32	rw	00000000_h
$1601_h\_04_h$	fourth mapped object	UINT32	rw	00000000_h

3. Receive PDO

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$1402_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	02_h
$1402_h\_01_h$	COB-ID used by PDO	UINT32	rw	$C0000401_h$
$1402_h\_02_h$	transmission type	UINT8	rw	FF_h
$1602_h\_00_h$	number of mapped objects	UINT8	rw	02_h
$1602_h\_01_h$	first mapped object	UINT32	rw	60400010_h
$1602_h\_02_h$	second mapped object	UINT32	rw	$607A0020_h$
$1602_h\_03_h$	third mapped object	UINT32	rw	00000000_h
$1602_h\_04_h$	fourth mapped object	UINT32	rw	00000000_h

4. Receive PDO

Index	Comment	Type	Acc.	Default Value
$1403_h\_00_h$	number of entries	UINT8	ro	02_h
$1403_h\_01_h$	COB-ID used by PDO	UINT32	rw	$C0000501_h$
$1403_h\_02_h$	transmission type	UINT8	rw	FF_h
$1603_h\_00_h$	number of mapped objects	UINT8	rw	02_h
$1603_h\_01_h$	first mapped object	UINT32	rw	60400010_h
$1603_h\_02_h$	second mapped object	UINT32	rw	$60FF0020_h$
$1603_h\_03_h$	third mapped object	UINT32	rw	00000000_h
$1603_h\_04_h$	fourth mapped object	UINT32	rw	00000000_h

6.3.3 PDOs aktivieren

Damit der Servoregler PDOs **sendet oder auswertet** müssen folgende Punkte erfüllt sein:

- Das Objekt number_of_mapped_objects muss ungleich Null sein.
- Im Objekt cob_id_used_for_pdos muss das Bit 31 gelöscht sein.
- Der Kommunikationsstatus des Servoreglers muss Operational sein (siehe Abschnitt 6.6 *Netzwerkmanagement (NMT-Service)* auf Seite 190)

Damit PDOs **parametriert** werden können, darf der Kommunikationsstatus des Servoreglers nicht Operational sein.

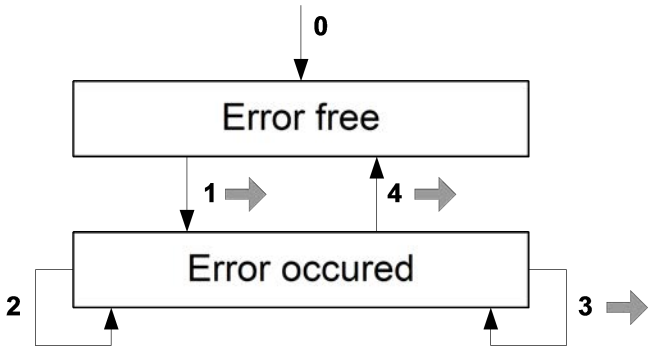
6.4 EMERGENCY-Message

Der Servoregler überwacht die Funktion seiner wesentlichen Baugruppen. Hierzu zählen die Spannungsversorgung, die Endstufe, die Winkelgeberauswertung und die bei einigen Reglern vorhandenen Technologiesteckplätze. Außerdem werden laufend der Motor (Temperatur, Winkelgeber) und die Endschalter überprüft. Auch Fehlparametrierungen können zu Fehlermeldungen führen (Division durch Null etc.).

Beim Auftreten eines Fehlers wird in der Anzeige des Servoreglers die Fehlernummer angezeigt. Wenn mehrere Fehlermeldungen gleichzeitig auftreten, so wird in der Anzeige immer die Nachricht mit der höchsten Priorität (der niedrigsten Nummer) angezeigt.

6.4.1 Übersicht

Der Servoregler sendet beim Auftreten eines Fehlers oder wenn eine Fehlerquittierung durchgeführt wird, eine EMERGENCY-Message. Der Identifier dieser Nachricht wird aus dem Identifier 80_h und der Knotennummer des betroffenen Servoreglers zusammengesetzt.

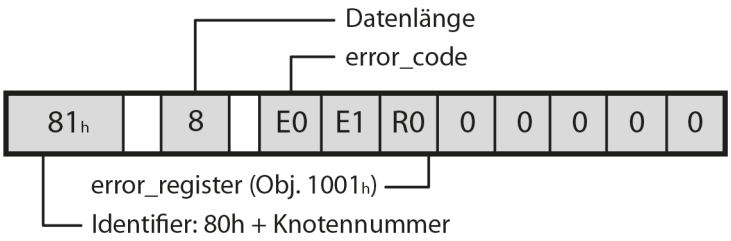


Nach einem Reset befindet sich der Servoregler im Zustand Error free (den er ggf. sofort wieder verlässt, weil von Anfang an ein Fehler vorhanden ist). Folgende Zustandsübergänge sind möglich:

Nr.	Ursache	Bedeutung
0	Initialisierung abgeschlossen	
1	Fehler tritt auf	Es lag kein Fehler vor und ein Fehler tritt auf. Ein EMERGENCY- Telegramm mit dem Fehlercode des aufgetretenen Fehlers wird gesendet
2	Fehlerquittierung	Eine Fehlerquittierung (siehe Abschnitt 4.3 *controlword (Steuerwort)* auf Seite 118) wird versucht, aber nicht alle Ursachen sind behoben.
3	Fehler tritt auf	Es liegt schon ein Fehler vor und ein weiterer Fehler tritt auf. Ein EMERGENCY- Telegramm mit dem Fehlercode des neuen Fehlers wird gesendet.
4	Fehlerquittierung	Eine Fehlerquittierung wird versucht und alle Ursachen sind behoben. Es wird ein EMERGENCY- Telegramm mit dem Fehlercode 0000 gesendet.

6.4.2 Aufbau der EMERGENCY-Message

Die EMERGENCY-Message besteht aus acht Datenbytes, wobei in den ersten beiden Bytes ein error_code steht. Im dritten Byte steht ein weiterer Fehlercode (Objekt 1001_h), der allerdings bei Metronix Servoreglern keine relevante Information enthält. Die restlichen fünf Bytes enthalten Nullen.



Eine Übersicht aller Fehlercodes, die auftreten können, finden Sie im Abschnitt 7.3 *Fehlercodes der EMERGENCY-Message* auf Seite 199

6.4.3 Beschreibung der Objekte

Objekt 1003_h: pre_defined_error_field

Der jeweilige error_code der Fehlermeldungen wird zusätzlich in einem vierstufigen Fehlerspeicher abgelegt. Dieser ist wie ein Schieberegister strukturiert, so dass immer der zuletzt aufgetretene Fehler im Objekt $1003_h\_01_h$ (standard_error_field_0) abgelegt ist. Durch einen Lesezugriff auf das Objekt $1003_h\_00_h$ (pre_defined_error_field) kann festgestellt werden, wie viele Fehlermeldungen zur Zeit im Fehlerspeicher abgelegt sind. Der Fehlerspeicher wird durch das Einschreiben des Wertes 00h in das Objekt $1003_h\_00_h$ (pre_defined_error_field) gelöscht. Um nach einem Fehler die Endstufe des Servoreglers wieder aktivieren zu können, muss zusätzlich eine Fehlerquittierung (`reset_fault`, siehe Abschnitt 4.3 *controlword (Steuerwort)* auf Seite 118) durchgeführt werden.

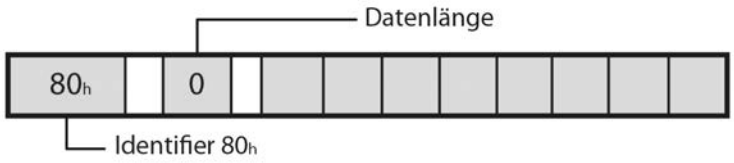
Index	**1003_h**			
Name	**pre_defined_error_field**			
Type	ARRAY			04_h
Sub-Index	**01_h**			
Name	**standard_error_field_0**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	00000000_h		
Sub-Index	**02_h**			
Name	**standard_error_field_1**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	00000000_h		

Sub-Index	**03_h**			
Name	**standard_error_field_2**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	00000000_h		

Sub-Index	**04_h**			
Name	**standard_error_field_3**			
Info	--	ro	~~PDO~~	UINT32
Value	--	00000000_h		

6.5 SYNC-Message

Mehrere Geräte einer Anlage können miteinander synchronisiert werden. Hierzu sendet eines der Geräte (meistens die übergeordnete Steuerung) periodisch Synchronisations-Nachrichten aus. Alle angeschlossenen Servoregler empfangen diese Nachrichten und verwenden sie für die Behandlung der PDOs (siehe Abschnitt 6.3 *PDO-Message* auf Seite 177).



Der Identifier, auf dem der Servoregler die SYNC-Message empfängt, ist fest auf 080h eingestellt. Der Identifier kann über das Objekt cob_id_sync ausgelesen werden.

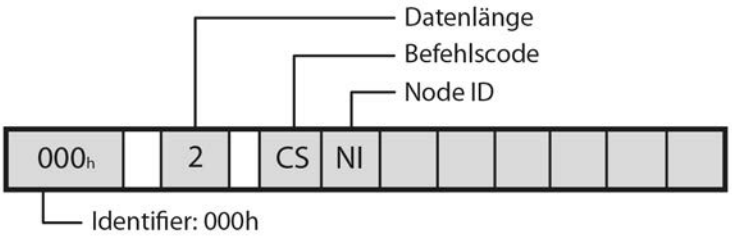
Index	**1005_h**			
Name	**cob_id_sync**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT32
Value	80_h		80_h	

6.6 Netzwerkmanagement (NMT-Service)

Alle CANopen-Geräte können über das Netzwerkmanagement angesteuert werden. Hierfür ist der Identifier mit der höchsten Priorität (000_h) reserviert.

Mittels NMT können Befehle an einen oder alle Servoregler gesendet werden. Jeder Befehl besteht aus zwei Bytes, wobei das erste Byte den Befehlscode (command specifier, CS) und das zweite Byte die Knotenadresse (node id, NI) des angesprochenen Servoreglers beinhaltet. Wird Null als Knotenadresse angegeben, werden alle im Netzwerk befindlichen Knoten adressiert werden (Broadcast). Es ist somit möglich, dass z.B. in allen Geräten gleichzeitig ein Reset ausgelöst wird. Die Servoregler quittieren die NMT-Befehle nicht. Es kann nur indirekt (z.B. durch die Einschaltmeldung nach einem Reset) auf die erfolgreiche Durchführung geschlossen werden.

Aufbau der NMT-Nachricht:



Für den NMT-Status des CANopen-Knotens sind Zustände in einem Zustandsdiagramm festgelegt. Über das Byte CS in der NMT-Nachricht können Zustandsänderungen ausgelöst werden. Diese sind im Wesentlichen am Ziel-Zustand orientiert.

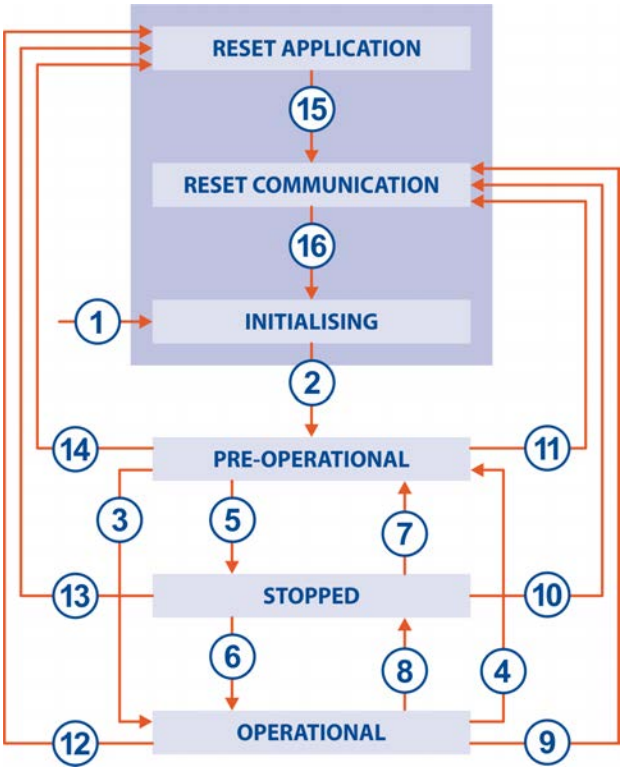


Abbildung 27: NMT-State machine

Übergang	Name	CS	Ziel-Zustand	NMT-Status
1	Power on			
2	Bootup		Pre-Operational	$7F_h$
3	Start Remote Node	01_h	Operational	05_h
4	Enter Pre-Operational	80_h	Pre-Operational	$7F_h$
5	Stop Remote Node	02_h	Stopped	04_h
6	Start Remote Node	01_h	Operational	05_h
7	Enter Pre-Operational	80_h	Pre-Operational	$7F_h$
8	Stop Remote Node	02_h	Stopped	04_h
9	Reset Communication	82_h	Pre-Operational	$7F_h$
10	Reset Communication	82_h	Pre-Operational	$7F_h$
11	Reset Communication	82_h	Pre-Operational	$7F_h$
12	Reset Application	81_h	Pre-Operational	$7F_h$
13	Reset Application	81_h	Pre-Operational	$7F_h$
14	Reset Application	81_h	Pre-Operational	$7F_h$

Die Zustands-Übergänge 2, 15 und 16 werden vom Servoregler selbsttätig ausgeführt, wenn die Initialisierung abgeschlossen ist.

Je nach NMT-Status können bestimmte Kommunikationsobjekte nicht benutzt werden: So ist es z.B. unbedingt notwendig den NMT-Status auf Operational zu stellen, damit der Servoregler PDOs sendet.

Zustand	Bedeutung	SDO	PDO	NMT
Reset Application	Keine Kommunikation. Alle CAN-Objekte werden auf ihre Resetwerte (Applikations-Parametersatz) zurückgesetzt	-	-	-
Reset Communication	Keine Kommunikation Der CAN-Controller wird neu initialisiert.	-	-	-
Initialising	Zustand nach Hardware-Reset. Zurücksetzen des CAN-Knotens, Senden der Bootup-Message	-	-	-
Pre-Operational	Kommunikation über SDOs möglich PDOs nicht aktiv (Kein Senden / Auswerten)	X	-	X
Operational	Kommunikation über SDOs möglich Alle PDOs aktiv (Senden / Auswerten)	X	X	X
Stopped	Keine Kommunikation außer Heartbeating	-	-	X

HINWEIS **Beachten Sie die folgenden Hinweise**

- NMT- Telegramme dürfen nicht in einem Burst (unmittelbar hintereinander gesendet werden.
- Zwischen zwei aufeinanderfolgenden NMT- Nachrichten auf dem Bus (auch für verschiedene Knoten!) muss mindestens die doppelte Lagereglerzykluszeit liegen, damit der Servoregler die NMT- Nachrichten korrekt verarbeitet.
- Der NMT Befehl „Reset Application“ wird gegebenenfalls so lange verzögert, bis ein laufender Speichervorgang abgeschlossen ist, da ansonsten der Speichervorgang unvollständig bleiben würde (Defekter Parametersatz). Die Verzögerung kann im Bereich einiger Sekunden liegen.
- Der Kommunikationsstatus muss auf Operational eingestellt werden, damit der Servoregler PDOs sendet und empfängt.

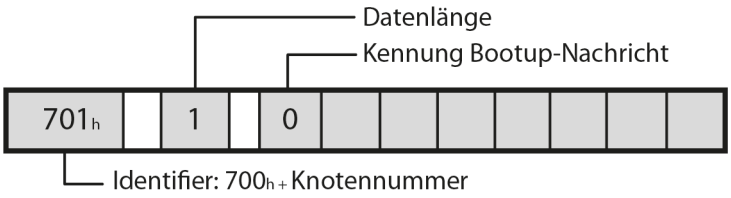
6.7 Bootup

6.7.1 Übersicht

Nach dem Einschalten der Spannungsversorgung oder nach einem Reset, meldet der Servoregler über eine Bootup-Nachricht, dass die Initialisierungsphase beendet ist. Der Servoregler ist dann im NMT-Status Pre-Operational.

6.7.2 Aufbau der Bootup- Nachricht

Die Bootup-Nachricht ist nahezu identisch zur folgenden Heartbeat-Nachricht aufgebaut. Lediglich wird statt des NMT-Status eine Null gesendet.



6.8 Heartbeat (Error Control Protocol)

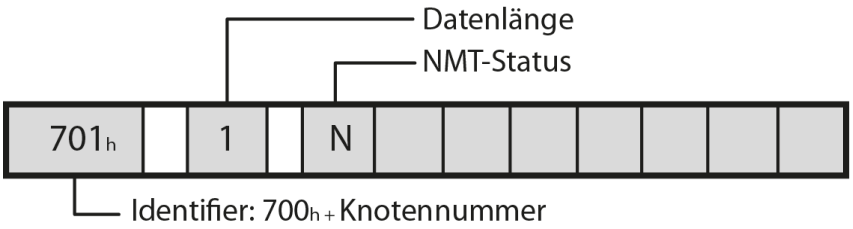
6.8.1 Übersicht

Zur Überwachung der Kommunikation zwischen Slave (Antrieb) und Master kann das sogenannte Heartbeat-Protokoll aktiviert werden: Hierbei sendet der Antrieb zyklisch Nachrichten an den Master. Der Master kann das zyklische Auftreten dieser Nachrichten überprüfen und entsprechende Maßnahmen einleiten, wenn diese ausbleiben.

Da sowohl Heartbeat- als auch Nodeguarding- Telegramme (siehe Abschnitt 6.9 *Nodeguarding (Error Control Protocol)* auf Seite 195) mit dem Identifier **700_h + Knotennummer** gesendet werden, können nicht beide Protokolle gleichzeitig aktiv sein. Werden beide Protokolle gleichzeitig aktiviert, ist nur das Heartbeat- Protokoll aktiv.

6.8.2 Aufbau der Heartbeat- Nachricht

Das Heartbeat-Telegramm wird mit dem Identifier **700_h + Knotennummer** gesendet. Es enthält nur 1 Byte Nutzdaten, den NMT-Status des Servoreglers (siehe Abschnitt 6.6 *Netzwerkmanagement (NMT-Service)* auf Seite 190).



NMT-Status	Zustand
04_h	Stopped
05_h	Operational
$7F_h$	Pre-Operational

6.8.3 Beschreibung der Objekte

Objekt 1017_h: producer_heartbeat_time

Zur Aktivierung der Heartbeat- Funktionalität kann die Zeit zwischen zwei Heartbeat-Telegrammen über das Objekt producer_heartbeat_time festgelegt werden.

Index	**1017_h**			
Name	**producer_heartbeat_time**			
Info	ms	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0...65536		0	

Die producer_heartbeat_time kann im Parametersatz gespeichert werden. Startet der Servoregler mit einer producer_heartbeat_time ungleich Null, gilt die Bootup-Nachricht als erstes Heartbeat.

Der Servoregler kann nur als Heartbeat Producer verwendet werden. Das Objekt 1016_h (consumer_heartbeat_time) ist daher nur aus Kompatibilitätsgründen implementiert und liefert immer 0 zurück.

6.9 Nodeguarding (Error Control Protocol)

6.9.1 Übersicht

Ebenfalls zur Überwachung der Kommunikation zwischen Slave (Antrieb) und Master kann das sogenannte Nodeguarding-Protokoll verwendet werden. Im Gegensatz zum Heartbeat- Protokoll überwachen sich hierbei Master und Slave gegenseitig:

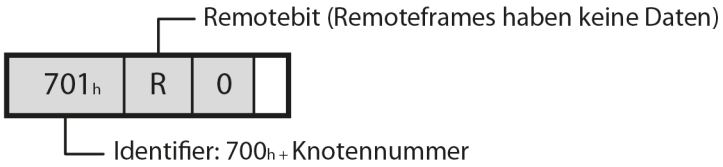
Der Master fragt den Antrieb zyklisch nach seinem NMT- Status. Dabei wird in jeder Antwort des Servoreglers ein bestimmtes Bit invertiert (getoggelt). Bleiben diese Antworten aus oder antwortet der Servoregler immer mit dem gleichen Togglebit, kann der Master entsprechend reagieren.

Ebenso überwacht der Antrieb das regelmäßige Eintreffen der Nodeguarding- Anfragen des Masters: Bleiben die Nachrichten über einen bestimmten Zeitraum aus, löst der Servoregler Fehler 12-4 aus.

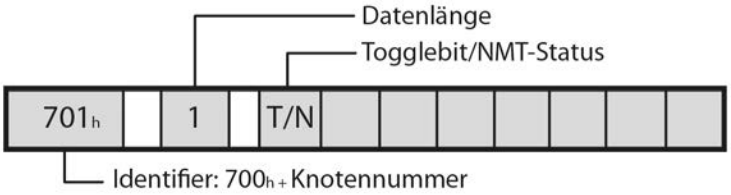
Da sowohl Heartbeat- als auch Nodeguarding- Telegramme (siehe Abschnitt 6.8 *Heartbeat (Error Control Protocol)* auf Seite 193) mit dem Identifier **700_h + Knotennummer** gesendet werden, können nicht beide Protokolle gleichzeitig aktiv sein. Werden beide Protokolle gleichzeitig aktiviert, ist nur das Heartbeat- Protokoll aktiv.

6.9.2 Aufbau der Nodeguarding-Nachrichten

Die Anfrage des Masters muss als Remoteframe mit dem Identifier **700_h + Knotennummer** gesendet werden. Bei einem Remoteframe ist zusätzlich ein spezielles Bit im Telegramm gesetzt, das Remotebit. Remoteframes haben grundsätzlich keine Daten.



Die Antwort des Servoreglers ist analog zur Heartbeat- Nachricht aufgebaut. Sie enthält nur 1 Byte Nutzdaten, das Togglebit und den NMT-Status des Servoreglers (siehe Abschnitt 6.6 *Netzwerkmanagement (NMT-Service)* auf Seite 190).



Die Überwachungszeit für Anfragen des Masters ist parametrierbar. Die Überwachung beginnt mit der ersten empfangenen Remoteabfrage des Masters. Ab diesem Zeitpunkt

müssen die Remoteabfragen vor Ablauf der eingestellten Überwachungszeit eintreffen, da anderenfalls Fehler 12-4 ausgelöst wird.

Das Togglebit wird durch das NMT- Kommando Reset Communication zurückgesetzt. Es ist daher in der ersten Antwort des Servoreglers gelöscht.

6.9.3 Beschreibung der Objekte

6.9.3.1 Objekt $100C_h$: guard_time

Zur Aktivierung der Nodeguarding- Überwachung wird die Maximalzeit zwischen zwei Remoteabfragen des Masters parametriert. Diese Zeit wird im Servoregler aus dem Produkt von guard_time ($100C_h$) und life_time_factor ($100D_h$) bestimmt. Es empfiehlt sich daher den life_time_factor mit 1 zu beschreiben und die Zeit dann direkt über die guard_time in Millisekunden vorzugeben.

Index	**$100C_h$**			
Name	**guard_time**			
Info	ms	rw	~~PDO~~	UINT16
Value	0...65536		0	

6.9.3.2 Objekt $100D_h$: life_time_factor

Der life_time_factor sollte mit 1 beschrieben werden um die guard_time direkt vorzugeben.

Index	**$100D_h$**			
Name	**life_time_factor**			
Info	--	rw	~~PDO~~	UINT8
Value	0...1		0	

6.10 Tabelle der Identifier

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die verwendeten Identifier:

Objekt-Typ	Identifier (hexadezimal)	Bemerkung
SDO (Host an Servo)	600_h+ Knotennummer	
SDO (Servo an Host)	580_h + Knotennummer	
TPDO1	181_h / 180_h + Knotennummer	Angegeben sind die Defaultwerte. Die Knotennummer kann automatisch addiert werden, wenn die enstprechende Option gesetzt ist (siehe Abschnitt 2.1.5 *CANopen aktivieren* auf Seite 20).
TPDO2	281_h / 280_h + Knotennummer	
TPDO3	381_h / 380_h + Knotennummer	
TPDO4	481_h / 480_h + Knotennummer	
RPDO1	201_h / 200_h + Knotennummer	
RPDO2	301_h / 300_h + Knotennummer	
RPDO3	401_h / 400_h + Knotennummer	
RPDO4	501_h / 500_h + Knotennummer	
SYNC	080_h	
EMCY	080_h +Knotennummer	
HEARTBEAT	700_h +Knotennummer	
NODEGUARDING	700_h +Knotennummer	
BOOTUP	700_h +Knotennummer	
NMT	000_h	

7 Anhang

7.1 CANopen

CANopen ist ein von der Vereinigung „CAN in Automation" erarbeiteter Standard. In diesem Verbund sind eine Vielzahl von Geräteherstellern organisiert. Dieser Standard hat die bisherigen herstellerspezifischen CAN-Protokolle weitgehend ersetzt. Somit steht dem Endanwender ein herstellerunabhängiges Kommunikations-Interface zur Verfügung.

Von diesem Verbund sind unter anderem folgende Handbücher beziehbar:

CiA Draft Standard 201-207: In diesen Werken werden die allgemeinen Grundlagen und die Einbettung von CANopen in das OSI-Schichtenmodell behandelt. Die relevanten Punkte dieses Buches werden im vorliegenden CANopen-Handbuch vorgestellt, so dass der Erwerb der DS201..207 im allgemeinen nicht notwendig ist

CiA Draft Standard 301: In diesem Werk wird der grundsätzliche Aufbau des Objektverzeichnisses eines CANopen-Gerätes und der Zugriff auf dieses beschrieben. Außerdem werden die Aussagen der DS201..207 konkretisiert. Die für die Metronix Servoreglerfamilien benötigten Elemente des Objektverzeichnisses und die zugehörigen Zugriffsmethoden sind im vorliegendem CANopen-Handbuch beschrieben. Der Erwerb der DS301 ist ratsam aber nicht unbedingt notwendig.

CiA Draft Standard 402: Dieses Buch befasst sich mit der konkreten Implementation von CANopen in Servoreglern. Obwohl alle implementierten Objekte auch im vorliegenden CANopen-Handbuch in kurzer Form dokumentiert und beschrieben sind, sollte der Anwender über dieses Werk verfügen.

Bezugsadresse:

CAN in Automation (CiA)
Kontumazgarten 3
DE-90429 Nürnberg
Tel.: +49-911-928819-0
Fax: +49-911-928819-79

headquarters(at)can-cia.org
www.can-cia.de

Der CANopen- Implementierung des Servoreglers liegen folgende Normen zugrunde:

- CiA Draft Standard 301, Version 4.02, 13. Februar 2002
- CiA Draft Standard Proposal 402, Version 2.0, 26. Juli 2002

7.2 Kenndaten des CAN-Interface

Das CAN-Interface besitzt folgende Leistungsmerkmale:

- CAN-Spezifikation V2.0 Teil A (Teil B passiv, d. h. Nachrichten dieser Art werden toleriert, aber nicht verarbeitet)
- Physical layer: ISO 11898

7.3 Fehlercodes der EMERGENCY-Message

error_ code	Anzeige	Bedeutung
2300_h	31-x	Gruppe 31: I²t
2311_h	31-1	I²t-Servoregler
2312_h	31-0	I²t-Motor
2313_h	31-2	I²t-PFC
2314_h	31-3	I²t-Bremswiderstand
2320_h	6-x	Gruppe 6: Kurzschluss Endstufe
3200_h	32-x	Gruppe 32: PFC
3210_h	7-x	Gruppe 7: Überspannung
3220_h	2-x	Gruppe 2: Unterspannung im Zwischenkreis
3280_h	32-0	Ladezeit Zwischenkreis überschritten
3281_h	32-1	Unterspannung für aktive PFC
3282_h	32-5	Überlast Bremschopper. Zwischenkreis konnte nicht entladen werden
3283_h	32-6	Entladezeit Zwischenkreis überschritten
3284_h	32-7	Leistungsversorgung für Reglerfreigabe fehlt
3285_h	32-8	Ausfall Leistungsversorgung bei freigegebenem Servoregler
3286_h	32-9	Phasenausfall
4200_h	4-x	Gruppe 4: Übertemperatur
4210_h	4-0	Übertemperatur Leistungsteil
4280_h	4-1	Übertemperatur Zwischenkreis
4310_h	3-x	Gruppe 3: Übertemperatur Motor
5080_h	90-x	Gruppe 90: HW-Initialisierung
5110_h	5-x	Gruppe 5: Interne Spannungsversorgung
5114_h	5-0	Ausfall interne Spannung 1
5115_h	5-1	Ausfall interne Spannung 2
5116_h	5-2	Ausfall Treiberversorgung
5200_h	21-x	Gruppe 21: Strommessung
5220_h	16-4	Unerwarteter Hardware-Fehler
5280_h	21-0	Fehler 1 Strommessung U
5281_h	21-1	Fehler 1 Strommessung V
5282_h	21-2	Fehler 2 Strommessung U
5283_h	21-3	Fehler 2 Strommessung V
5410_h	5-3	Unterspannung digitale I/Os
5410_h	5-4	Überstrom digitale I/Os

error_ code	Anzeige	Bedeutung
5430_h	24-x	Gruppe 24: Überwachung Analogeingang
5500_h	26-x	Gruppe 26: Flash
5580_h	26-0	Fehlender User-Parametersatz
5581_h	26-1	Checksummenfehler
5582_h	26-2	Flash: Fehler beim Schreiben
5583_h	26-3	Flash: Fehler beim Löschen
5584_h	26-4	Flash: Fehler im internen Flash
5585_h	26-5	Fehlende Kalibrierdaten
5586_h	26-6	Fehlende User-Positionsdatensätze
6000_h	25-x	Gruppe 25: Ungültiger Gerätetyp
6000_h	91-x	Gruppe 91: SW-Initialisierung
6080_h	25-0	Ungültiger Gerätetyp
6081_h	25-1	Gerätetyp nicht unterstützt
6082_h	25-2	Hardware-Revision nicht unterstützt
6083_h	25-3	Gerätefunktion beschränkt
6100_h	16-x	Gruppe 16: Programmablauf
6180_h	1-x	Gruppe 1: Stacküberlauf
6181_h	16-0	Programmausführung fehlerhaft
6182_h	16-1	Illegaler Interrupt
6183_h	16-3	Unerwarteter Zustand
6184_h	15-x	Gruppe 15: Mathematik
6185_h	15-0	Division durch Null
6186_h	15-1	Bereichsüberschreitung
6187_h	16-2	Initialisierungsfehler
6188_h	82-x	Gruppe 82: Interne Ablaufsteuerung
6320_h	36-x	Gruppe 36: Parameter
6380_h	30-x	Gruppe 30: Interne Berechnungen
7122_h	14-x	Gruppe 14: Motor- und Winkelgeber-Identifikation
7300_h	8-x	Gruppe 8: Winkelgeber
7380_h	8-0	Winkelgeberfehler Resolver/Hallgeber
7382_h	8-2	Fehler Spursignale Z0 Inkrementalgeber
7383_h	8-3	Fehler Spursignale Z1 Inkrementalgeber
7384_h	8-4	Fehler Spursignale digitaler Inkrementalgeber
7385_h	8-5	Fehler Hallgebersignale Inkrementalgeber
7386_h	8-6	Kommunikationsfehler Winkelgeber

error_ code	Anzeige	Bedeutung
7387_h	8-7	Leitfrequenzeingang: Signalamplitude Inkrementalspur fehlerhaft
7388_h	8-8	Interner Winkelgeberfehler
7389_h	8-9	Winkelgeber an [X2B/X6] wird nicht unterstützt
$73A0_h$	9-x	Gruppe 9: Winkelgeber-Parametersatz
$73A1_h$	9-0	Winkelgeber-Parametersatz: veraltetes Format
$73A2_h$	9-1	Winkelgeber-Parametersatz kann nicht dekodiert werden
$73A3_h$	9-2	Winkelgeber-Parametersatz: unbekannte Version
$73A4_h$	9-3	Winkelgeber-Parametersatz: defekte Datenstruktur
$73A5_h$	9-7	Schreibgeschütztes EEPROM Winkelgeber
$73A6_h$	9-9	EEPROM Winkelgeber zu klein
7580_h	60-x	Gruppe 60: Ethernet
7581_h	61-x	Gruppe 61: Ethernet
8000_h	45-x	Gruppe 45: Treiberversorgung IGBT
8080_h	43-x	Gruppe 43: HW-Endschalter
8081_h	43-0	Endschalter: Negativer Sollwert gesperrt
8082_h	43-1	Endschalter: Positiver Sollwert gesperrt
8083_h	43-2	Endschalter: Positionierung unterdrückt
8084_h	45-0	Treiberversorgung nicht abschaltbar
8085_h	45-1	Treiberversorgung nicht aktivierbar
8086_h	45-2	Treiberversorgung wurde aktiviert
8090_h	51-x	Gruppe 51: FSM 2.0
8091_h	51-0	Kein / unbekanntes FSM-Modul oder Treiberversorgung fehlerhaft
8093_h	51-2	FSM: Ungleicher Modultyp
8094_h	51-3	FSM: Ungleiche Modulversion
8095_h	51-4	FSM: Fehler in der SSIO-Kommunikation
8096_h	51-5	FSM: Fehler in der Bremsenansteuerung
8097_h	51-6	FSM: Ungleiche Modul-Seriennummer
8098_h	52-x	Gruppe 52: FSM 2.0 STO
8099_h	52-1	FSM: Diskrepanzzeit abgelaufen
$809A_h$	52-2	FSM: Ausfall STOA/STOB bei freigegebener Endstufe
$809B_h$	52-3	FSM: Fehler in den Begrenzungen
$80A0_h$	53-x	Gruppe 53: FSM: Verletzung von Sicherheitsbedingungen
$80A1_h$	53-0	USF0: Sicherheitsbedingung verletzt
$80A2_h$	53-1	USF1: Sicherheitsbedingung verletzt
$80A3_h$	53-2	USF2: Sicherheitsbedingung verletzt

error_ code	Anzeige	Bedeutung
$80A4_h$	53-3	USF3: Sicherheitsbedingung verletzt
$80A9_h$	54-x	Gruppe 54: FSM: Verletzung von Sicherheitsbedingungen
$80AA_h$	54-0	SBC: Sicherheitsbedingung verletzt
$80AC_h$	54-2	SS2: Sicherheitsbedingung verletzt
$80AD_h$	54-3	SOS: Sicherheitsbedingung verletzt
$80AE_h$	54-4	SS1: Sicherheitsbedingung verletzt
$80AF_h$	54-5	STO: Sicherheitsbedingung verletzt
$80B0_h$	54-6	SBC: Bremse > 24 h nicht gelüftet
$80B1_h$	54-7	SOS: SOS > 24 h angefordert
$80C0_h$	55-x	Gruppe 55: FSM: Istwerterfassung 1
$80C1_h$	55-0	FSM: Kein Drehzahl-/Positionsistwert verfügbar oder Stillstand > 24 h
$80C2_h$	55-1	FSM: SINCOS-Geber [X2B] - Fehler Spursignale
$80C3_h$	55-2	FSM: SINCOS-Geber [X2B] - Stillstand > 24 h
$80C4_h$	55-3	FSM: Resolver [X2A] - Signalfehler
$80C6_h$	55-7	FSM: Sonstiger Geber [X2B] - Fehlerhafte Winkelinformation
$80C7_h$	55-8	FSM: Unzulässige Beschleunigung detektiert
$80D0_h$	56-x	Gruppe 56: FSM: Istwerterfassung 2
$80D1_h$	56-8	FSM: Drehzahl- / Winkeldifferenz Geber 1 - 2
$80D2_h$	56-9	FSM: Fehler Kreuzvergleich Geberauswertung
$80E0_h$	57-x	Gruppe 57: FSM: Ein-/Ausgänge
$80E1_h$	57-0	FSM: E/A - Fehler Selbsttest (intern/extern)
$80E2_h$	57-1	FSM: Digitale Eingänge - Fehler Signalpegel
$80E3_h$	57-2	FSM: Digitale Eingänge - Fehler Testimpuls
$80E7_h$	57-6	FSM: Übertemperatur
$80E8_h$	58-x	Gruppe 58: FSM: Kommunikation / Parametrierung
$80E9_h$	58-0	FSM: Plausibilitätsprüfung Parameter
$80EA_h$	58-1	FSM: Allgemeiner Fehler Parametrierung
$80ED_h$	58-4	FSM: Puffer interne Kommunikation
$80EE_h$	58-5	FSM: Kommunikation Sicherheitsmodul - Servoregler
$80EF_h$	58-6	FSM: Fehler Kreuzvergleich Prozessoren 1 - 2
$80F0_h$	59-x	Gruppe 59: FSM: Interne Fehler
$80F1_h$	59-1	FSM: Failsafe-Versorgung / sichere Impulssperre
$80F2_h$	59-2	FSM: Fehler externe Spannungsversorgung
$80F3_h$	59-3	FSM: Fehler interne Spannungsversorgung

error_ code	Anzeige	Bedeutung
$80F4_h$	59-4	FSM: Fehlermanagement: Zu viele Fehler
$80F5_h$	59-5	FSM: Fehler beim Schreiben in den permanenten Ereignisspeicher
$80F6_h$	59-6	FSM: Fehler beim Speichern des Parametersatzes
$80F7_h$	59-7	FSM: Flash-Checksummenfehler
$80F8_h$	59-8	FSM: Interne Überwachung Prozessor 1 - 2
$80F9_h$	59-9	FSM: Sonstiger unerwarteter Fehler
8100_h	12-x	Gruppe 12: CAN-Kommunikation
8100_h	13-x	Gruppe 13: Timeout CAN-Bus
8120_h	12-1	CAN: Kommunikationsfehler, Bus AUS
8130_h	12-4	CAN: Node Guarding
8180_h	12-0	CAN: Knotennummer doppelt
8181_h	12-2	CAN: Kommunikationsfehler beim Senden
8182_h	12-3	CAN: Kommunikationsfehler beim Empfangen
8183_h	12-9	CAN: Protokollfehler
8184_h	13-0	Timeout CAN-Bus
8200_h	50-x	Gruppe 50: CAN-Kommunikation
8210_h	12-5	CAN: RPDO zu kurz
8480_h	35-x	Gruppe 35: Linearmotor
8600_h	42-x	Gruppe 42: Positionierung
8611_h	17-x	Gruppe 17: Überschreitung Grenzwert Schleppfehler
8611_h	27-x	Gruppe 27: Schleppfehlerüberwachung
8612_h	40-x	Gruppe 40: SW-Endschalter
8680_h	42-0	Positionierung: Fehlende Anschlusspositionierung: Stopp
8681_h	42-1	Positionierung: Drehrichtungsumkehr nicht erlaubt: Stopp
8682_h	42-2	Positionierung: Drehrichtungsumkehr nach Halt nicht erlaubt
8700_h	34-x	Gruppe 34: Feldbus
8780_h	34-0	Keine Synchronisation über Feldbus
8781_h	34-1	Synchronisationsfehler Feldbus
$8A00_h$	11-x	Gruppe 11: Referenzfahrt
$8A00_h$	33-x	Gruppe 33: Schleppfehler Encoderemulation
$8A80_h$	11-0	Fehler beim Start der Referenzfahrt
$8A81_h$	11-1	Fehler während der Referenzfahrt
$8A82_h$	11-2	Referenzfahrt: Kein gültiger Nullimpuls
$8A83_h$	11-3	Referenzfahrt: Zeitüberschreitung
$8A84_h$	11-4	Referenzfahrt: falscher / ungültiger Endschalter

error_ code	Anzeige	Bedeutung
$8A85_h$	11-5	Referenzfahrt: I²t / Schleppfehler
$8A86_h$	11-6	Referenzfahrt: Ende der Suchstrecke
$8A87_h$	33-0	Schleppfehler Encoderemulation
$F000_h$	80-x	Gruppe 80: IRQ_0_3
$F080_h$	80-0	Überlauf Stromregler IRQ
$F081_h$	80-1	Überlauf Drehzahlregler IRQ
$F082_h$	80-2	Überlauf Lageregler IRQ
$F083_h$	80-3	Überlauf Interpolator IRQ
$F084_h$	81-4	Überlauf Low-Level IRQ
$F085_h$	81-5	Überlauf MDC IRQ
$FF00_h$	28-x	Gruppe 28: Betriebsstundenzähler
$FF01_h$	28-0	Betriebsstundenzähler fehlt
$FF02_h$	28-1	Betriebsstundenzähler: Schreibfehler
$FF03_h$	28-2	Betriebsstundenzähler korrigiert
$FF04_h$	28-3	Betriebsstundenzähler konvertiert