Dokumentation

AX5000 Tuning - Guide

Version: 1.0
Datum: 01.03.2017

BECKHOFF

Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort ... 4
1.1 Hinweise zur Dokumentation ... 4
1.2 Ausgabestände der Dokumentation ... 5
2 Sicherheit ... 6
2.1 Sicherheitshinweise ... 6
3 Einstellen des Drehzahlreglers (Ziegler&Nichols) ... 7
3.1 Allgemeine Informationen ... 7
3.2 Vorbereitungen ... 7
3.3 Ermittlung der Stabilitätsgrenze für Kp ... 8
3.4 Einrichtung des TwinCAT Scope View ... 8
3.5 Start der Testbewegung ... 9
3.6 Auswertung des Oszilloskopbildes ... 10
3.7 Reduzierung des Kp ... 10
3.8 Ermittlung von Tn ... 10
4 Support und Service ... 11

1 Vorwort

1.1 Hinweise zur Dokumentation

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, das mit den geltenden nationalen Normen vertraut ist.
Zur Installation und Inbetriebnahme der Komponenten ist die Beachtung der Dokumentation und der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.
Das Fachpersonal ist verpflichtet, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentliche Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte werden jedoch ständig weiter entwickelt.
Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern.
Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Marken

Beckhoff®, TwinCAT®, EtherCAT®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®und XTS® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH.
Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

Patente

Die EtherCAT Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente:
EP1590927, EP1789857, DE102004044764, DE102007017835
mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

Die TwinCAT Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente:
EP0851348, US6167425 mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie lizensiert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.
Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

1.2 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
1.0	Erstausgabe
0.1	interne Version

2 Sicherheit

2.1 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise und Erklärungen!
Produktspezifische Sicherheitshinweise finden Sie auf den folgenden Seiten oder in den Bereichen Montage, Verdrahtung, Inbetriebnahme usw.

Haftungsausschluss

Die gesamten Komponenten werden je nach Anwendungsbestimmungen in bestimmten Hard- und Software-Konfigurationen ausgeliefert. Änderungen der Hard- oder Software-Konfiguration, die über die dokumentierten Möglichkeiten hinausgehen, sind unzulässig und bewirken den Haftungsausschluss der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

Qualifikation des Personals

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs-, Automatisierungs- und Antriebstechnik, das mit den geltenden Normen vertraut ist.

Erklärung der Symbole

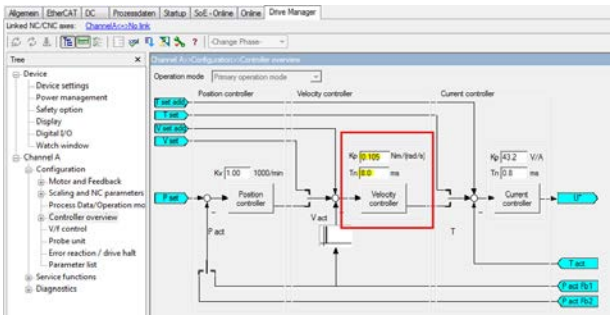
In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Symbole mit einem nebenstehenden Sicherheitshinweis oder Hinweistext verwendet. Die Sicherheitshinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

GEFAHR	**Akute Verletzungsgefahr!** Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!
WARNUNG	**Verletzungsgefahr!** Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!
VORSICHT	**Schädigung von Personen!** Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Personen geschädigt werden!
Achtung	**Schädigung von Umwelt oder Geräten** Wenn der Hinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Umwelt oder Geräte geschädigt werden.
Hinweis	**Tipp oder Fingerzeig** Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

3 Einstellen des Drehzahlreglers (Ziegler&Nichols)

3.1 Allgemeine Informationen

Die wichtigsten Parameter des Drehzahlreglers sind die Proportionalverstärkung Kp (S-0-0100) und die Nachstellzeit Tn (S-0-0101), welche Einfluss auf den Integralanteil des Drehzahlreglers hat.



Bei der Auswahl des Motors werden Werte voreingestellt, mit denen der Motor ohne Last sicher zu betreiben ist.

Bei der Inbetriebnahme sollte grundsätzlich eine Anpassung der beiden Parameter erfolgen, um einen guten Kompromiss zwischen Reaktionsfähigkeit des Antriebs (Reglerbandbreite) und Geräuschentwicklung zu finden.

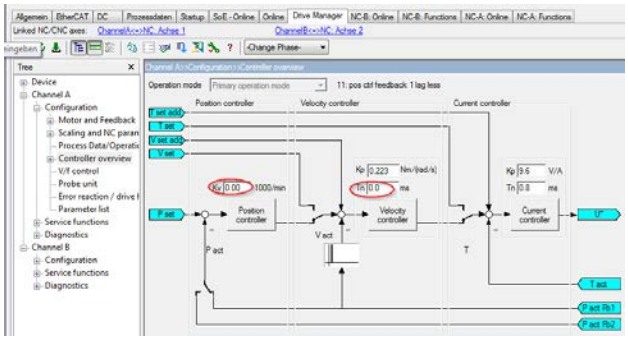
Die im Folgenden beschriebene Methode ermittelt zunächst die Stabilitätsgrenze des Regelkreises. Der dabei ermittelte Wert für die Verstärkung wird dann nach den Regeln von Ziegler und Nichols mit einem praxiserprobten Faktor multipliziert, um einen stabilen Regelkreis zu erhalten.

Sollte dessen Bandbreite für die Applikation nicht ausreichend sein, müssen andere Methoden angewendet werden, deren Beschreibung über den Rahmen dieser Beschreibung hinausgehen.

Achtung	**Herunterfallende vertikale Achsen!** Bei vertikalen Achsen oder Achsen, auf die ständig eine Kraft wirkt, darf das hier beschriebene Verfahren so nicht angewendet werden. Die Achsen könnten fallen und so zu Verletzungen an Körperteilen führen. Um den Einfluss des Integralreglers zu minimieren, sollte der Wert von Tn auf einen möglichst großen Wert, z.B. 100ms, gesetzt werden. Unbedingt vorsichtig testen!

3.2 Vorbereitungen

Für den Tuning-Vorgang muss die Achse in beide Richtungen verfahren können, ohne die mechanischen Endanschläge zu erreichen. Sie sollte bspw. von Hand in die Mitte des Verfahrweges geschoben werden.

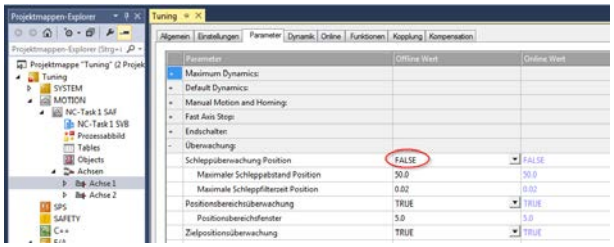


In den meisten Fällen arbeitet der AX5000 in der Betriebsart :

- 11: *“Position control feedback 1”.*

Um den Einfluss des Lagereglers auszuschalten, muss deshalb für den Tuning-Vorgang:

- Kv = 0 (Position Controller) und
- Tn = 0 (Velocity Controller) sein.

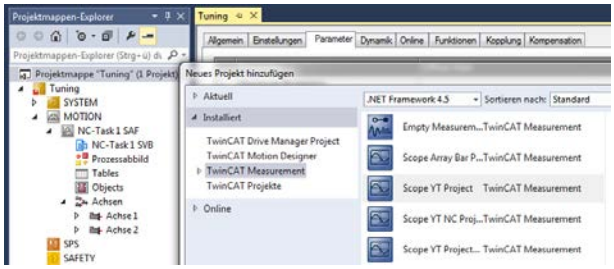


Für die NC-Achse deaktivieren Sie die Schleppfehlerüberwachung oder ändern diese auf einen so großen Wert, dass sie bei den folgenden Tests nicht anspricht.

3.3 Ermittlung der Stabilitätsgrenze für Kp

Zur Ermittlung der Stabilitätsgrenze wird bei aktiver Achse Kp im Drehzahlregler in kleinen Schritten so weit erhöht, bis die Achse anfängt zu schwingen. Je nach Art der Achse und abhängig davon, in welcher Umgebung sie betrieben wird kann es ausreichend sein, die Stabilitätsgrenze nach der Geräuschentwicklung zu bestimmen. Beim kritischen Wert für Kp (Kp_{krit}) fangen viele Achsen hörbar an zu "quietschen". In lauter Umgebung und bei Achsen, die nicht schwingen dürfen, sollte das TwinCAT Oszilloskop "*Scope View*" verwendet werden. In den nachfolgenden Kapiteln wird dessen Einrichtung beschrieben. Falls Sie das Oszillsokop nicht verwenden, können Sie das nächste Kapitel überspringen und bei: "Start der Testbewegung [▶ 9]" weiterlesen.

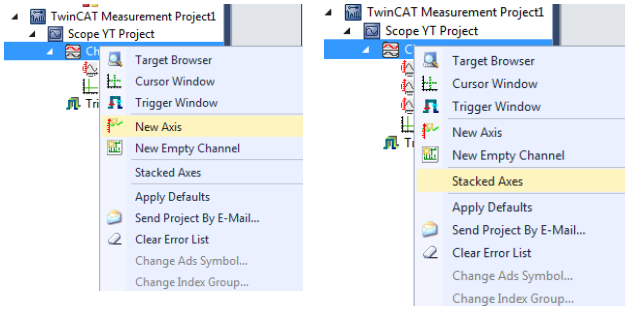
3.4 Einrichtung des TwinCAT Scope View



Zum Hinzufügen eines neuen Projektes gehen Sie wie folgt vor:

- Datei → Hinzufügen → Neues Projekt

Wählen Sie nun ein "*TwinCAT Measurement*"-Projekt vom Type "*Scope YT Project*" aus.

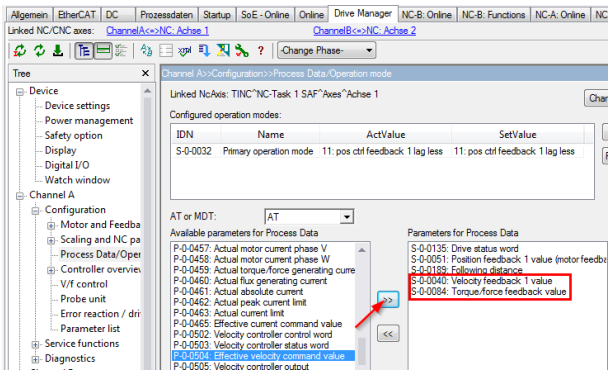


Mit Rechtsklick auf das Chart fügen Sie zusätzlich zwei weitere Achsen hinzu, so dass insgesamt drei Achsen zur Verfügung stehen.

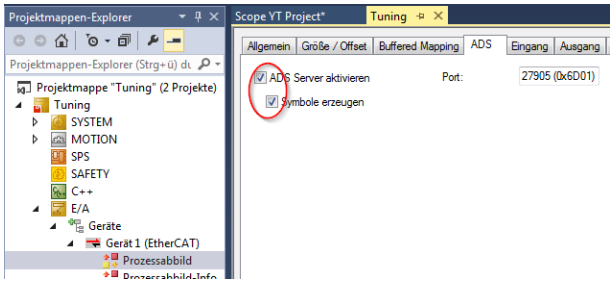
Hinweis!

Bei ausreichend großem Bildschirm wählen Sie zur besseren Übersicht mit erneutem Rechtsklick auf das Chart die Eigenschaft "*Stacked Axes*".

Die Achsen werden dadurch untereinander angeordnet..

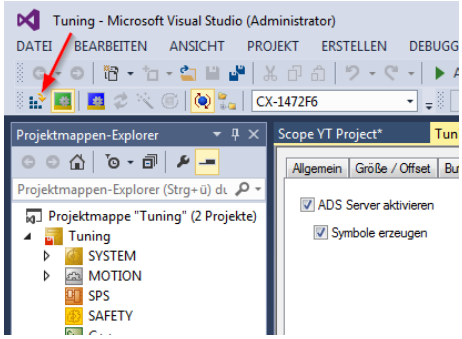


Zu den Prozessdaten des Servoverstärkers AX5000 fügen Sie nun den "*Torque Feedback Value*" (S-0-0084), sowie den Drehzahlregler Soll- und Istwert (P-0-0504 und S-0-0040) hinzu.



Aktivieren Sie im Prozessabbild des EtherCAT-Masters den ADS-Server und die Erzeugung von Symbolen.

Aktivieren der Konfiguration



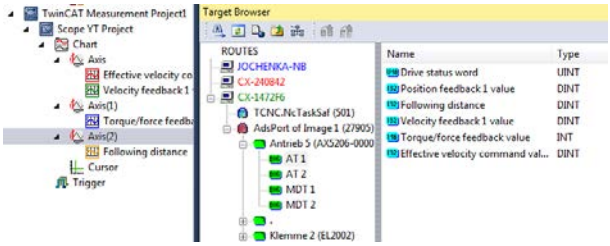
Aktivieren Sie die Konfiguration erneut.

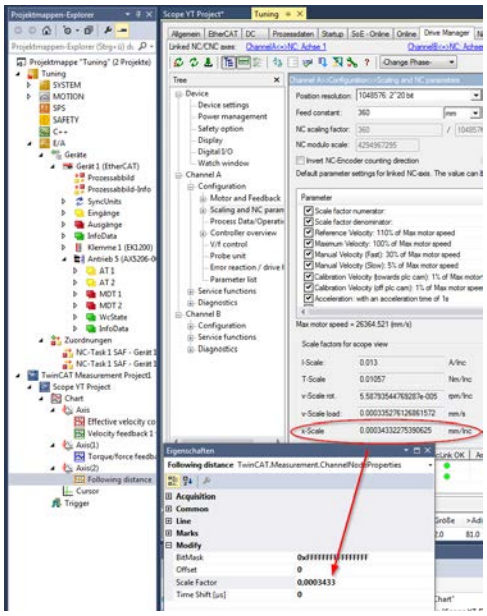
Mit Rechtsklick auf eine angelegte Achse im Oszilloskop können Sie den „*Target Browser*“ öffnen.

Wählen Sie dort:

- die Steuerung
- den ADS-Port
- den Antrieb und den Kanal aus.

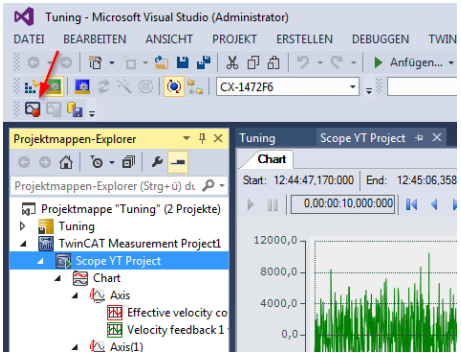
Per "*Drag and Drop*" weisen Sie den Oszilloskop-Achsen die Signale zu (unteres Bild).





Für die Ermittlung der Stabilitätsgrenze ist die Skalierung der Signale nicht wichtig. Um den Bezug zur Antriebsachse herzustellen, kann es aber sinnvoll sein, die Skalierungsfaktoren im Eigenschaftsfenster der Achse einzutragen. Die Werte können Sie aus dem Fenster "*Scaling and NC Parameters*" im TCDriveManager übernehmen.

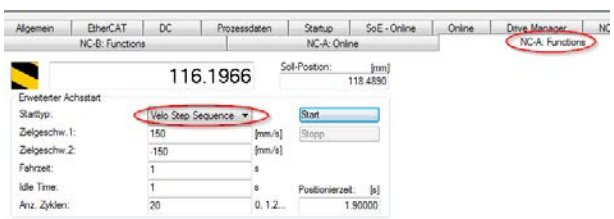
Wenn Sie jetzt die Aufzeichnung starten (unteres Bild), darf es keine Fehlermeldung vom Oszilloskop geben.



Hinweis!

Bei deutscher PC-Tastatur muss das Dezimaltrennzeichen ein Komma sein!

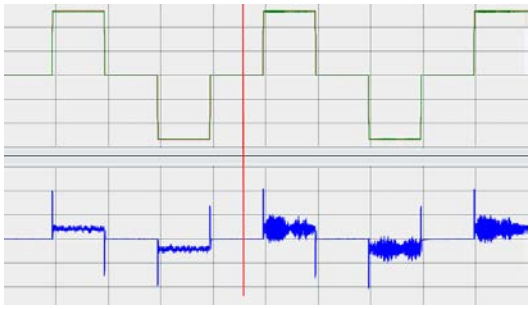
3.5 Start der Testbewegung



Wählen Sie aus den "*NC-Functions*" die Funktion "*Velo Step Sequence*". Damit die Achse reversiert, müssen Sie dort zwei Geschwindigkeiten mit unterschiedlichem Vorzeichen angeben. Tragen Sie als "*Idle Time*" z.B. 1 Sekunde ein und eine Anzahl Zyklen.

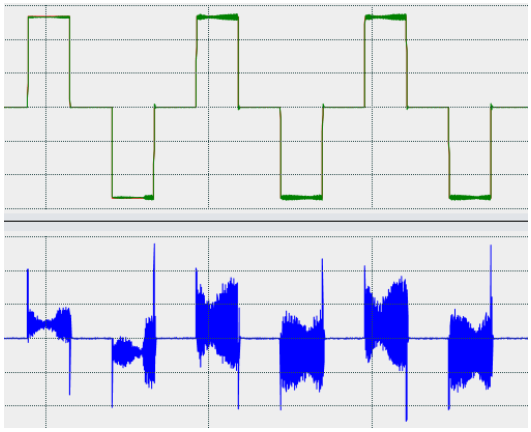
Achtung	**Abdriften der Achse!** Da der Lageregler und der Integralanteil des Drehzahlreglers nicht aktiv sind, kann die Achse während des Reversierens in einen anderen Positionsbreich driften.

3.6 Auswertung des Oszilloskopbildes



Während die Achse reversiert, beobachten Sie das Verhalten mit Hilfe des Oszilloskops. In der oberen Aufzeichnung ist der Drehzahl Soll und –Istwert abgebildet. In der unteren der Strom bzw. das Drehmoment ("*Torque Feedback Value*").

Bei der roten Linie wurde Kp erhöht. Bei der nachfolgenden Bewegung ist zu erkennen, dass ein Schwingen auftritt, welches über die ganze Bewegung anhält.



Je nach Art der Mechanik kann der jetzt erreichte Wert als Kp_{krit} betrachtet oder Kp weiter erhöht werden, bis das Schwingen auch im Drehzahlwert zu sehen ist. Es wird dann auch deutlicher zu hören sein.

In der Beispielanwendung mit einer Kugelumlaufspindel setzt das Schwingen im Stromsignal bei Kp = 0,22 ein. Zu hören ist nur ein leises "Quietschen", das in lauter Umgebung nicht wahrzunehmen ist.

Bei Kp = 0,25 ist das Schwingen auch im Drehzahlsignal zu erkennen.

3.7 Reduzierung des Kp

Nach Ziegler und Nichols ist der richtige Wert für Kp nach der folgenden Rechnung zu bestimmen.

$Kp = 0{,}45 \times Kp_{krit}$

Im Beipiel (Kugelumlaufspindel) ist:

- Kp = 0,45 x 0,22 = **0,10** oder
- Kp = 0,45 x 0,25 = **0,11**

der richtige Wert.

3.8 Ermittlung von Tn

Tn bestimmt die Nachstellzeit des Integralreglers. Je kleiner Tn, desto größer ist die Verstärkung des Integralreglers. Der richtige Wert für Tn ist hauptsächlich abhängig von der Art der Kopplung zwischen Motor und Last. Sehr viele Anwendungen laufen zufriedenstellend mit dem Defualt-Wert Tn = 8 ms. Bei steifer Kopplung und wenn der Schleppfehler zu groß erscheint, kann Tn z.B. bis 5 ms reduziert werden.

Achtung	**Wertebreiche von Tn!** Reduzieren Sie Tn nicht weiter, ohne mit Hilfe des TC Scope View sicherzustellen, dass der Strom- oder Drehzahlistwert nicht anfängt zu schwingen! Werte ≤ 5 ms sind in den meisten Anwendungen nicht erforderlich. Bei elastischer Kopplung zwischen Motor und Last oder auch bei langen Riemen kann es sinnvoll sein, für Tn Werte > 10 ms einzustellen. Ein Schwingen der Achse wird dadurch verhindert.

4 Support und Service

Beckhoff und seine weltweiten Partnerfirmen bieten einen umfassenden Support und Service, der eine schnelle und kompetente Unterstützung bei allen Fragen zu Beckhoff Produkten und Systemlösungen zur Verfügung stellt.

Beckhoff Support

Der Support bietet Ihnen einen umfangreichen technischen Support, der Sie nicht nur bei dem Einsatz einzelner Beckhoff Produkte, sondern auch bei weiteren umfassenden Dienstleistungen unterstützt:

- Support
- Planung, Programmierung und Inbetriebnahme komplexer Automatisierungssysteme
- umfangreiches Schulungsprogramm für Beckhoff Systemkomponenten

Hotline:	+49(0)5246/963-157
Fax:	+49(0)5246/963-9157
E-Mail:	support@beckhoff.com

Beckhoff Service

Das Beckhoff Service-Center unterstützt Sie rund um den After-Sales-Service:

- Vor-Ort-Service
- Reparaturservice
- Ersatzteilservice
- Hotline-Service

Hotline:	+49(0)5246/963-460
Fax:	+49(0)5246/963-479
E-Mail:	service@beckhoff.com

Weitere Support- und Serviceadressen finden Sie auf unseren Internetseiten unter http://www.beckhoff.de.

Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon:	+49(0)5246/963-0
Fax:	+49(0)5246/963-198
E-Mail:	info@beckhoff.com

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten:
http://www.beckhoff.de

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.