

C5-E-1-21, C5-E-2-21



Kurzanleitung Version 1.1.0
 Original: de
 Nanotec Electronic GmbH & Co. KG Tel. +49 89 900 686-0
 Kapellenstraße 6 Fax +49 89 900 686-50
 85622 Feldkirchen, Deutschland info@nanotec.de

Einleitung

Die C5-E ist eine Steuerung für den *Open Loop*- oder *Closed Loop*-Betrieb von Schrittmotoren und den *Closed Loop*-Betrieb von BLDC- Motoren.

Dieses Dokument beschreibt die Montage und Inbetriebnahme der Steuerung. Die ausführliche Dokumentation zum Produkt finden Sie auf der Nanotec-Homepage www.nanotec.de. Diese Kurzanleitung ersetzt nicht das *technische Handbuch des Produkts*.

Urheberrecht

Copyright © 2013 – 2018 Nanotec Electronic GmbH & Co. KG. Alle Rechte vorbehalten.



Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die C5-E Steuerung dient der Steuerung von Schritt- und BLDC-Motoren und ist für den Einsatz unter den freigegebenen **Umgebungsbedingungen** konzipiert.

Ein anderer Gebrauch gilt als nicht bestimmungsgemäß.



Hinweis

Änderungen oder Umbauten der Steuerung sind nicht zulässig.

Gewährleistung und Haftungsausschluss

Nanotec produziert Komponententeile, die ihren Einsatz in vielfältigen Industrieanwendungen finden. Die Auswahl und Anwendung von Nanotec-Produkten liegt im Verantwortungsbereich des Anlagenkonstruktors bzw. Endnutzers. Nanotec übernimmt keinerlei Verantwortung für die Integration der Produkte in das Endsystem.

Unter keinen Umständen darf ein Nanotec-Produkt als Sicherheitssteuerung in ein Produkt oder eine Konstruktion integriert werden. Alle Produkte, in denen ein von Nanotec hergestelltes Komponententeil enthalten ist, müssen bei der Übergabe an den Endnutzer entsprechende Warnhinweise und Anweisungen für eine sichere Verwendung und einen sicheren Betrieb aufweisen. Alle von Nanotec bereitgestellten Warnhinweise müssen unmittelbar an den Endnutzer weitergegeben werden.

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen: de.nanotec.com/service/agb/.

Fachkräfte

Nur Fachkräfte dürfen das Gerät installieren, programmieren und in Betrieb nehmen:

- Personen, die eine entsprechende Ausbildung und Erfahrung im Umgang mit Motoren und deren Steuerung haben.
- Personen, die den Inhalt dieses technischen Handbuchs kennen und verstehen.
- Personen, die die geltenden Vorschriften kennen.

EU-Richtlinien zur Produktsicherheit

Folgende EU-Richtlinien wurden beachtet:

- RoHS-Richtlinie (2011/65/EU, 2015/863/EU)
- EMV-Richtlinie (2014/30/EU)

Mitgeltende Vorschriften

Neben diesem technischen Handbuch sind folgende Vorschriften zu beachten:

- Unfallverhütungsvorschriften
- örtliche Vorschriften zur Arbeitssicherheit

Sicherheits- und Warnhinweise

Hinweis



- Beschädigung der Steuerung.
- Ein Wechsel der Verdrahtung im Betrieb kann die Steuerung beschädigen.
- Ändern Sie die Verdrahtung nur im spannungsfreien Zustand und warten Sie nach dem Abschalten, bis sich die Kondensatoren entladen haben.

Hinweis



- Störung der Steuerung durch Erregerspannung des Motors.
- Während des Betriebs können Spannungsspitzen die Steuerung beschädigen.
- Verbauen Sie geeignete Schaltungen (z. B. Stützkondensator), die Spannungsspitzen abbauen.

Hinweis



- Ein Verpolungsschutz ist nicht gegeben.
- Bei Verpolung entsteht ein Kurzschluss zwischen Versorgungsspannung und GND (Masse) über die Leistungsdiode.
- Installieren Sie eine Leitungsschutzeinrichtung (Sicherung) in der Zuleitung.

Hinweis



- Das Gerät enthält Bauteile, die empfindlich gegen elektrostatische Entladung sind.
- Unsachgemäßer Umgang kann das Gerät beschädigen.
- Beachten Sie die Grundprinzipien des ESD-Schutzes beim Umgang mit dem Gerät.

Technische Daten und Anschlussbelegung

Umgebungsbedingungen

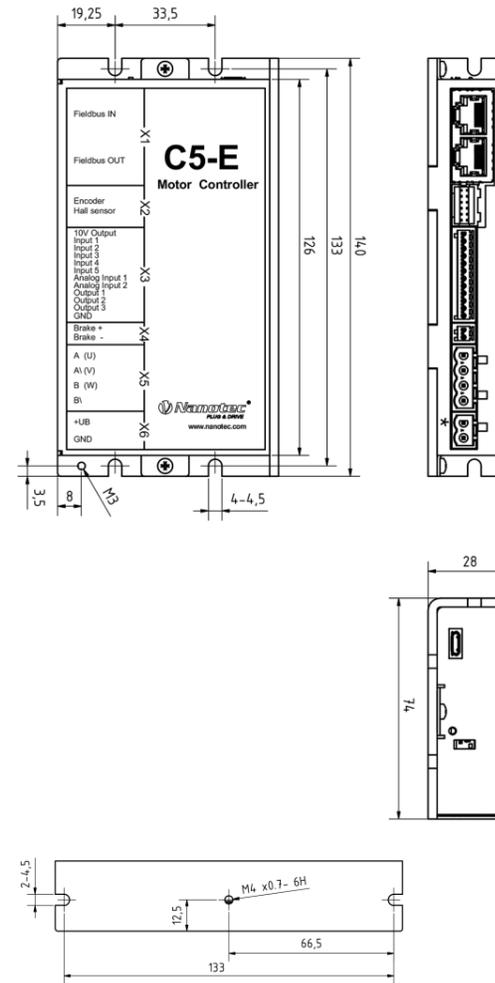
Umgebungsbedingung	Wert
Schutzklasse	IP20
Umgebungstemperatur (Betrieb)	-10 ... +40°C
Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	0 ... 95 %
Aufstellhöhe über NN (ohne Leistungsbeschränkung)	1500 m
Umgebungstemperatur (Lagerung)	-25 ... +85°C

Elektrische Eigenschaften und technische Daten

Eigenschaft	Beschreibung/Wert
Betriebsspannung	12 V DC bis 48 V DC +/-5%
Nennstrom	C5-E-1-21 (<i>low current</i>): 6 A _{eff} C5-E-2-21 (<i>high current</i>): 10 A _{eff}
Spitzenstrom	C5-E-1-21 (<i>low current</i>): 6 A _{eff} C5-E-2-21 (<i>high current</i>): 30 A _{eff} für 5 Sekunden
Kommutierung	Schrittmotor Open Loop, Schrittmotor Closed Loop mit Encoder, BLDC-Motor Closed Loop mit Hall Sensor und BLDC-Motor Closed Loop mit Encoder
Betriebsmodi	<i>Profile Position Mode, Profile Velocity Mode, Profile Torque Mode, Velocity Mode, Homing Mode, Interpolated Position Mode, Cyclic Sync Position Mode, Cyclic Sync Velocity Mode, Cyclic Synchronous Torque Mode, Takt-Richtung-Modus</i>
Sollwertvorgabe/ Programmierung	<i>Takt-Richtung, Analog, NanoJ-Programm</i>
Schnittstellen	USB, EtherCAT
Eingänge	<ul style="list-style-type: none"> • 5 Eingänge 24 V (Eingang 1 bis 5) einzeln schaltbar zwischen 5 und 24 V, Werkseinstellung 5 V • 1 analoger Eingang, 10 Bit, schaltbar 0-10 V oder 0-20 mA, Werkseinstellung 0-10 V • 1 analoger Eingang, 10 Bit, 0-10 V
Ausgänge	3 Ausgänge, (Open Drain, 0 schaltend, max. 24 V und 100 mA)

Eigenschaft	Beschreibung/Wert
Schutzschaltung	Über- und Unterpannungsschutz Übertemperaturschutz (> 75° Celsius auf der Leistungsplatine) Verpolungsschutz: bei Verpolung Kurzschluss zwischen Versorgungsspannung und GND über Leistungsdiode, daher ist eine Leitungsschutzeinrichtung (Sicherung) in Zuleitung nötig. Die Werte der Sicherung ist abhängig von der Applikation und muss <ul style="list-style-type: none"> • größer als die maximale Stromaufnahme der Steuerung • kleiner als der maximale Strom der Spannungsversorgung ausgelegt werden. Falls der Sicherungswert sehr nahe an der maximalen Stromaufnahme der Steuerung liegt, sollte eine Auslösecharakteristik mittel/träge eingesetzt werden.

Maßzeichnungen



Übertemperaturschutz

Ab einer Temperatur von ca. 75 °C auf der Leistungsplatine (entspricht 65 - 72 °C außen am Deckel) wird das Leistungsteil der Steuerung abgeschaltet und das Fehlerbit gesetzt. Nach Abkühlung und dem Bestätigen des Fehlers funktioniert die Steuerung wieder normal.

LED-Signalisierung

Betriebs-LED

Normaler Betrieb

Im normalen Betrieb blinkt die grüne Betriebs-LED L1 einmal in der Sekunde sehr kurz auf.

Fehlerfall

Liegt ein Fehler vor, schaltet die LED auf Rot um und signalisiert eine Fehlernummer.

Folgende Tabelle zeigt die Bedeutung der Fehlernummern.

Blinktakt	Fehler
1	Allgemein
2	Spannung
3	Temperatur
4	Überstrom
5	Regler
6	Watchdog-Reset

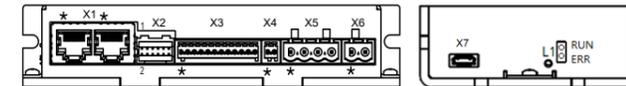
Hinweis



Für jeden aufgetretenen Fehler wird im Objekt 1003_h ein genauere Fehlercode hinterlegt.

Anschlüsse

Pin 1 ist mit einem Stern "*" markiert.



Anschluss	Funktion	Pin-Belegung / Beschreibung
X1	EtherCAT IN und OUT	1. TD+ 2. TD- 3. RD+ 4. n.c. 5. n.c. 6. RD- 7. n.c. 8. n.c.
X2	Encoder und Hallsensor Max. 5V DC, 1 MHz Schaltschwellen: • Ein: >3,8 V • Aus: <0,26 V	1. GND (Masse) 2. Vcc: +5 VDC Ausgang, max. 200 mA 3. A 4. B 5. A\ 6. B\ 7. I 8. I\ 9. Hall 1 10. Hall 2 11. Hall 3 12. Shielding (Schirmung)
X3	Digitale und analoge Ein- und Ausgänge Schaltschwellen für digitale Eingänge 1 - 5: 5 V (Werkseinstellung): Ein: >3,8 V; Aus: <0,26 V 24 V: Ein: >14,42 V; Aus: <4,16 V	1. 10V-Ausgang: +10 V DC, max. 200 mA 2. Digitaler Eingang 1: 5 V / 24 V, umschaltbar mit Objekt 3240 _h , max. 1 MHz; <i>Takteingang</i> im Takt/ Richtungs Modus 3. Digitaler Eingang 2: 5 V / 24 V, umschaltbar mit Objekt 3240 _h , max. 1 MHz; <i>Richtungseingang</i> im Takt/ Richtungs Modus 4. Digitaler Eingang 3: 5 V / 24 V Signal, umschaltbar mit Objekt 3240 _h 5. Digitaler Eingang 4: 5 V / 24 V Signal, umschaltbar mit Objekt 3240 _h 6. Digitaler Eingang 5: 5 V / 24 V Signal, umschaltbar mit Objekt 3240 _h 7. Analoger Eingang 1: 10 Bit, 0-10 V oder 0-20 mA, umschaltbar mit Objekt 3221 _h 8. Analoger Eingang 2: 10 Bit, 0-10 V, nicht umschaltbar per Software 9. Digitaler Ausgang 1: Open-Drain, max 24 V/100 mA 10. Digitaler Ausgang 2: Open-Drain, max 24 V/100 mA 11. Digitaler Ausgang 3: Open-Drain, max 24 V/100 mA 12. GND
X4	Bremse	1. Bremse+: Intern mit +UB verbunden 2. Bremse -: PWM-gesteuerter Open-Drain Ausgang, max 1,5 A

Anschluss	Funktion	Pin-Belegung / Beschreibung
X5	Motor	<ol style="list-style-type: none"> A (Schrittmotor) U (BLDC) A\ (Schrittmotor) V (BLDC) B (Schrittmotor) W (BLDC) B\ (Schrittmotor)
X6	Versorgung 12-48 V DC±5%	<ol style="list-style-type: none"> +UB GND
X7	USB-Anschluss	Micro-USB

Hinweis

- EMV: Bei einer DC-Stromversorgungsleitung mit einer Länge von >30 m oder Verwendung des Motors an einem DC-Bus sind zusätzliche Entstör- und Schutzmaßnahmen notwendig.
- Ein EMI-Filter ist in die DC-Zuleitung mit möglichst geringem Abstand zur Steuerung/Motor einzufügen.
- Lange Daten- oder Versorgungsleitungen sind durch Ferrite zu führen.

Inbetriebnahme

Die Software *Plug & Drive Studio* bietet Ihnen eine Möglichkeit, die Konfiguration vorzunehmen und die Steuerung an den angeschlossenen Motor anzupassen. Weiterführende Informationen finden Sie im Dokument *Plug & Drive Studio: Quick Start Guide* auf www.nanotec.de.

Beachten Sie folgenden Hinweis:

Hinweis

- EMV: Stromführende Leitungen – insbesondere um Versorgungs- und Motorenleitungen – erzeugen elektromagnetische Wechselfelder.
- Diese können den Motor und andere Geräte stören. Nanotec empfiehlt folgende Maßnahmen:
- Geschirmte Leitungen verwenden und den Leitungsschirm beidseitig auf kurzem Weg erden.
- Kabel mit paarweise verdrehten Adern verwenden.
- Stromversorgungs- und Motorleitungen so kurz wie möglich halten.
- Motorgehäuse großflächig auf kurzem Weg erden.
- Versorgungs-, Motor- und Steuerleitungen getrennt verlegen.

Konfiguration über USB

Allgemeines

Es gibt folgende Möglichkeiten, die Steuerung über USB zu konfigurieren:

Konfigurationsdatei

Diese Datei lässt sich mittels dem USB-Anschluss auf die Steuerung speichern. Lesen Sie dazu die Kapitel **USB Anschluss** und **Konfigurationsdatei**.

NanoJ-Programm

Dieses Programm lässt sich mit *NanoJ* programmieren, kompilieren und anschließend über USB auf die Steuerung übertragen. *NanoJ* ist in der Software *Plug & Drive Studio* integriert. Weiterführende Informationen finden Sie im Dokument *Plug & Drive Studio: Quick Start Guide* auf www.nanotec.de.

Nach dem Anschließen an eine Spannungsversorgung liest die Steuerung die Konfiguration in folgender Reihenfolge aus:

- Die Konfigurationsdatei wird ausgelesen und verarbeitet.
- Das NanoJ-Programm wird gestartet.

USB-Anschluss

Wird die Steuerung über ein USB-Kabel mit einem PC verbunden, verhält sich die Steuerung wie ein Wechseldatenträger. Es werden keine weiteren Treiber benötigt.

Es werden drei Dateien angezeigt, die Konfigurationsdatei (*cfg.txt*), das *NanoJ-Programm* (*vmmcode.usr*) und die Informationsdatei (*info.bin*), wo die Seriennummer und Firmware-Version des Produkts zu finden sind.

Sie können somit die Konfigurationsdatei oder das *NanoJ-Programm* auf die Steuerung speichern. Die Spannungsversorgung der Steuerung muss beim USB-Betrieb ebenfalls angeschlossen sein.

Konfigurationsdatei

Allgemeines

Die Konfigurationsdatei *cfg.txt* dient dazu, Werte für das Objektverzeichnis beim Start auf einen bestimmten Wert vorzubelegen. Diese Datei ist in einer speziellen Syntax gehalten, um den Zugriff auf die Objekte des Objektverzeichnisses möglichst einfach zu gestalten. Die Steuerung wertet alle Zuweisungen in der Datei von oben nach unten aus.

Lesen und Schreiben der Datei

So erhalten Sie Zugriff auf die Datei:

- Schließen Sie die Spannungsversorgung an und schalten Sie die Spannungsversorgung ein.
- Verbinden Sie die Steuerung mit Ihrem PC über das USB-Kabel.
- Nachdem der PC das Gerät als Wechseldatenträger erkannt hat, navigieren Sie im Explorer das Verzeichnis der Steuerung an. Dort ist die Datei *cfg.txt* (im Falle einer PD4C heißt die Datei *pd4ccfg.txt*) hinterlegt.
- Öffnen Sie diese Datei mit einem einfachen Text-Editor, wie Notepad oder Vi. Benutzen Sie keine Programme, welche Textauszeichnung benutzen (LibreOffice oder dergleichen).

Nachdem Sie Änderungen an der Datei vorgenommen haben, gehen Sie wie folgt vor, um die Änderungen wirksam werden zu lassen:

- Speichern Sie die Datei, falls nicht schon geschehen.
- Trennen Sie das USB-Kabel von der Steuerung.
- Trennen Sie die Spannungsversorgung der Steuerung für ca. 1 Sekunde, bis die Betriebs-LED aufhört zu blinken.
- Verbinden Sie die Spannungsversorgung wieder. Mit diesem Start der Steuerung werden die neuen Werte der Konfigurationsdatei ausgelesen und wirksam.

Aufbau der Konfigurationsdatei

Kommentare

Zeilen, welche mit einem Semikolon beginnen, werden von der Steuerung ignoriert.

Zuweisungen

Werte im Objektverzeichnis lassen sich mit folgender Syntax setzen:

```
<Index>:<Subindex>=<Wert>
```

Beispiel

Setzen des Objekts 2031_h:00 (max. Motorstrom) auf den Wert "258_h" (600 mA):

```
2031:00=0x258
```

Setzen des Objekts 3202_h:00 auf den Wert "8" (Stromabsenkung im Stillstand in *Open Loop* aktivieren):

```
3202:00=8
```

oder nur Bit 3 setzen

```
3202:00.3=1
```

Konfiguration über EtherCAT

Software Verbindung

Tipp

Die nachfolgende Beschreibung geht davon aus, dass ein EtherCAT-Master von Beckhoff mit der Software *TwinCAT* benutzt wird.

- Verbinden Sie den EtherCAT Master mit der Steuerung, siehe **Technische Daten und Anschlussbelegung**.
- Versorgen Sie die Steuerung mit Spannung.
- Beschaffen Sie sich die, exakt zur verwendeten **Firmware-Version** passende, *ESI-Datei* unter folgenden Quellen:
 - Über die Nanotec Homepage www.nanotec.de. Die aktuelle Version der Firmware und der *ESI-Datei* finden Sie im Download-Ordner von *Plug & Drive Studio*.
 - Vom Nanotec-Support.
- Schließen Sie den System Manager von *TwinCAT* falls er geöffnet ist.
- Kopieren Sie anschließend die *ESI-Datei* in den Unterordner von *TwinCAT*:
 - Falls Sie *TwinCAT* Version 2 benutzen, verwenden Sie den Ordner `<TWINCAT INSTALL DIR>/Io/EtherCAT`
 - Falls Sie *TwinCAT* Version 3 benutzen, verwenden Sie den Ordner `<TWINCAT INSTALL DIR>/3.1/Config/IO/EtherCAT`

Beispiel

Beispiel: Sollte auf Ihrem PC *TwinCAT 2* unter dem Pfad `C:\TwinCAT\` installiert sein, kopieren Sie die *ESI-Datei* in den Pfad `C:\TwinCAT\Io\EtherCAT\`.

- Öffnen Sie die *ESI-Datei* mit einem Editor. Suchen Sie nach dem Parameter *AddInfo*. Tragen Sie ein:
 - den Wert "2", falls Sie die Steuerung als *Box* einbinden möchten (Werkseinstellung)
 - den Wert "0", falls Sie die Steuerung als *NC-Axis* einbinden möchten
- Speichern und schließen Sie die Datei.
- Starten Sie jetzt wieder den *TwinCAT* System Manager. Nach einem Neustart werden die *ESI-Dateien* neu eingelesen.

Hinweis

Die Zykluszeit des Sync-Signals muss immer auf 1ms stehen. Sie können die Bus-Zykluszeit (und entsprechend die Interpolationszeit in **60C2_h**) auf ganzzahlige Vielfache von 1 ms setzen.

Motordaten einstellen

Die Steuerung benötigt vor der Inbetriebnahme des Motors einige Werte aus dem Motordatenblatt.

- Polpaarzahl: Objekt **2030_h:00_h** (Pole pair count) Hier ist die Anzahl der Motorpolpaare einzutragen. Bei einem Schrittmotor wird die Polpaarzahl über den Schrittwinkel berechnet, z.B. 1,8° = 50 Polpaare, 0,9° = 100 Polpaare (siehe Schrittwinkel im Motordatenblatt). Bei BLDC-Motoren ist die Polpaarzahl direkt im Motordatenblatt angegeben.
- Objekt **2031_h:00_h**: Maximal zulässiger Motorstrom (Motorschutz) in mA (siehe Motordatenblatt)
- Objekt **6075_h:00_h**: Nennstrom des Motors in mA (siehe Motordatenblatt)
- Objekt **6073_h:00_h**: Maximaler Strom (bei einem Schrittmotor entspricht in der Regel dem Nennstrom, Bipolar) in Promille des eingestellten Nennstroms (siehe Motordatenblatt). Werkseinstellung: "1000", was 100% entspricht.
- Objekt **203B_h:02_h**: Maximale Dauer des maximalen Stroms (**6073_h**) in ms (für die Erstinbetriebnahme empfiehlt Nanotec einen Wert von 100 Millisekunden; Dieser Wert ist später an die konkrete Applikation anzupassen).
- Motortyp einstellen:
 - Schrittmotor:
 - Objekt **3202_h:00_h** (Motor Drive Submode Select): Definiert den Motortyp Schrittmotor, aktiviert die Stromabsenkung bei Stillstand des Motors: 0000008h.
 - Objekt **2037_h** (Open Loop Current Reduction Value/factor): Effektivwert angeben, auf den der Nennstrom reduziert werden soll, wenn die Stromabsenkung im *Open Loop* aktiviert wird.
 - BLDC-Motor:
 - Objekt **3202_h:00_h** (Motor Drive Submode Select): Definiert den Motortyp BLDC: 00000041h
- Motor mit Encoder: Objekt **2059_h:00_h** (Encoder Configuration): Je nach Encoderausführung ist einer der folgenden Werte einzutragen (siehe Motordatenblatt):
 - Versorgungsspannung 5V, differentiell: 00000000h
 - Versorgungsspannung 5V, single-ended: 00000002h
- Motor mit Bremse: Objekt **3202_h:00_h** (Motor Drive Submode Select): Für die Erstinbetriebnahme wird die Bremsensteuerung aktiviert. Abhängig von der konkreten Applikation kann diese Konfiguration bei Bedarf später wieder deaktiviert werden. Je nach Motortyp ist eines der folgenden Werte einzutragen:
 - Schrittmotor, Bremsensteuerung (und **Stromabsenkung**) aktiviert: 0000000Ch
 - BLDC-Motor, Bremsensteuerung aktiviert: 00000044h

Auto-Setup

Um einige Parameter im Bezug zum Motor und den angeschlossenen Sensoren (Encoder/Hallsensoren) zu ermitteln, müssen Sie ein Auto-Setup durchführen. Der **Closed Loop**-Betrieb setzt ein erfolgreich abgeschlossenes Auto-Setup voraus.

Tipp

Solange sich der an der Steuerung angeschlossene Motor oder die Sensoren für die Rückführung (Encoder/Hallsensoren) nicht ändern, ist das Auto-Setup nur einmal bei der Erstinbetriebnahme durchzuführen.

Hinweis

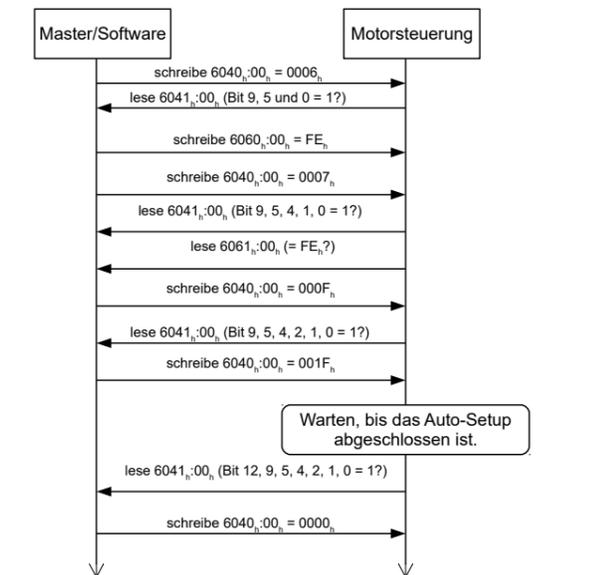
- Beachten Sie die folgenden Voraussetzungen für das Durchführen des Auto-Setups:
- Der Motor muss lastfrei sein.
- Der Motor darf nicht berührt werden.
- Der Motor muss sich frei in beliebige Richtungen drehen können.
- Es darf kein NanoJ-Programm laufen (Objekt 2300_h:00_h Bit 0 = "0", siehe **2300h NanoJ Control**).

Durchführung

- Zum Vorwählen des Betriebsmodus *Auto-Setup* tragen Sie in das Objekt 6060_h:00_h den Wert "-2" ("FE_h") ein. Die *Power state machine* muss nun in den Zustand *Operation enabled* versetzt werden.
- Starten Sie das *Auto-Setup* mit Setzen von Bit 4 *OMS* im Objekt 6040_h:00_h (Controlword). Während der Ausführung des Auto-Setups werden nacheinander folgende Tests und Messungen durchgeführt:

Zum Ermitteln der Werte wird die Richtung des Messverfahrens reversiert und die Flankenerkennung erneut ausgewertet.

Der Wert 1 im Bit 12 *OMS* im Objekt 6041_h:00_h (Statusword) zeigt an, dass das Auto-Setup vollständig durchgeführt und beendet wurde. Zusätzlich kann über das Bit 10 *TARG* im Objekt 6041_h:00_h abgefragt werden, ob ein Encoder-Index gefunden wurde (= "1") oder nicht (= "0").



VORSICHT

Unkontrollierte Motorbewegungen!

Das interne Koordinatensystem ist nach dem Auto-Setup nicht mehr gültig. Es kann zu unvorhersehbaren Reaktionen kommen.

- Starten Sie das Gerät nach einem Auto-Setup neu. Homing alleine genügt nicht.