

CL3-E-1-0F, CL3-E-2-0F



Kurzanleitung Version 1.0.1
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 *CL3-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 *CL3-E Steuerung* dient der Steuerung von Schrittmotoren 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 Industrieenanwendungen 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)

Mitteltende 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

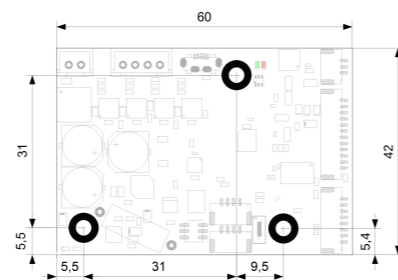
- Das Gerät enthält Bauteile, die empfindlich gegen elektrostatische Entladung sind.
- Unsachgemäßer Umgang kann das Gerät beschädigen.
- Beachten Sie die Grundprinzipien des ESD-Schutzes beim Umgang mit dem Gerät.

Technische Daten und Anschlussbelegung

Umgebungsbedingungen

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

Maßzeichnung



Übertemperaturschutz

Ab einer Temperatur von ca. 75 °C auf der Leistungsplatine 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

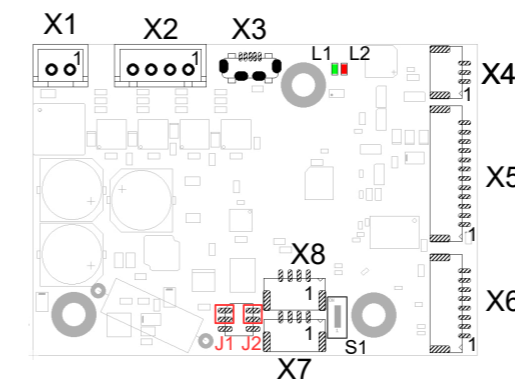
Für jeden aufgetretenen Fehler wird im Objekt **1003_n** ein genauere Fehlercode hinterlegt.

Elektrische Eigenschaften und technische Daten

Eigenschaft	Beschreibung/Wert
Betriebsspannung	12 V DC bis 24 V DC +/-5%
Nennstrom	3 A _{eff}
Spitzenstrom	CL3-E-1-0F (<i>low current</i>): 3 A _{eff} CL3-E-2-0F (<i>low current</i>): 6 A _{eff}
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	CANopen, USB, RS-485 (Modbus RTU), RS-232 (Modbus RTU)
Eingänge	<ul style="list-style-type: none"> • 5 digitale Eingänge 5 V • 1 analoger Eingang, 10 Bit Auflösung, 0 - 10 V oder 0-20 mA (per Software umschaltbar, Standardeinstellung ist 0-10 V) • 1 analoger Eingang, 10 Bit Auflösung, 0 - 10 V
Ausgänge	3 Ausgänge, (Open Drain, 0 schaltend, max. 24 V und 100 mA)
Schutzschaltung	Über- und Unterspannungsschutz 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.

Anschlüsse

Pin 1 ist mit einem Stern "*" markiert.



Anschluss	Funktion	Pin-Belegung / Beschreibung
X1	Versorgung 12-24 V DC±5%	1. +UB 2. GND
X2	Motor	1. A (Schrittmotor) U (BLDC) 2. A1 (Schrittmotor) V (BLDC) 3. B (Schrittmotor) W (BLDC) 4. B1 (Schrittmotor)
X3	USB-Anschluss	Micro-USB
X4	RS-232	1. RS-232-RX 2. RS-232-TX 3. GND
X5	Digitale und analoge Ein- und Ausgänge Schaltschwellen für digitale Eingänge 1 - 5 : • Ein: >3 V • Aus: <1 V	1. 10V-Ausgang : +10 V DC, max. 200 mA 2. Digitaler Eingang 1 : 5 V 3. Digitaler Eingang 2 : 5 V 4. Digitaler Eingang 3 : 5 V, max. 1 MHz; <i>Richtungseingang</i> im Takt/ Richtungs Modus 5. Digitaler Eingang 4 : 5 V, max. 1 MHz; <i>Takteingang</i> im Takt/ Richtungs Modus 6. Digitaler Eingang 5 : 5 V 7. Analoger Eingang 1 : 10 Bit, 0-10 V oder 0-20 mA, umschaltbar mit Objekt 3221_n 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
X6	Encoder und Hallensensor Max. 5 V DC, 1 MHz Schaltschwellen für <i>Encoder</i> : • Ein: >2,8 V • Aus: <1,1 V	1. Vcc: +5 V DC Ausgang, max. 200 mA 2. A 3. B 4. I 5. Hall 1 6. Hall 2 7. Hall 3 8. GND
X7	CANopen/RS-485 IN	1. +UB Logik (24 V DC/ca. 36 mA, externe Logikversorgung für die Kommunikation) 2. CAN/RS-485+: Die Umschaltung erfolgt über Jumper J2
X8	CANopen/RS-485 OUT	3. CAN/RS-485-: Die Umschaltung erfolgt über Jumper J1 4. GND
S1	DIP-Schalter für 120 Ω Terminierung für den CAN-Bus bzw. die RS-485-Schnittstelle.	OFF : Der Bus wird nicht terminiert. ON : Der Bus wird terminiert.
J1 und J2	Jumper zum Wechseln zwischen CANopen und RS-485	• Einstellung RS-485: J1 und J2 zur Platinenmitte hinstecken. • Einstellung CANopen: J1 und J2 zum Platinenrand hinstecken.

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 räumlich 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 vorzulegen. 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).



Tipp

Um die Steuerung über *virtual COM port* mit *Plug & Drive Studio* verbinden zu können, fügen Sie folgende Zeile ein:

```
2102:00=0x19000F
```

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 (Nennstrom) 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
```

Setzen des Objekts 2057_h:00 auf den Wert "512" und des Objekts 2058_h auf den Wert "4" (Schrittmodus *Viertelschritt* im Takt-Richtungs-Modus):

```
2057:00=512
```

```
2058:00=4
```

Kommunikation über CANopen aufbauen

- Verbinden Sie den CANopen-Master mit der Steuerung über die CAN- und CAN+ Leitungen. Überprüfen Sie den Anschluss von Ihrem CAN-GND und dass der notwendige 120 Ohm Terminierungswiderstand zwischen CAN+ und CAN- vorhanden ist.
- Versorgen Sie die Steuerung mit Spannung.
- Ändern Sie ggf. die Konfigurationswerte.
Ab Werk ist die Steuerung auf Node-ID 127, Baudrate 1 Mbaud eingestellt.
- Zum Testen der Schnittstelle senden Sie die Bytes 40 41 60 00 00 00 00 00 an die Steuerung. Das Statusword (6041_h) wurde ausgelesen, Sie erhalten diese Antwort: 4B 41 60 00 XX XX 00 00.

Kommunikation über Modbus aufbauen

- Verbinden Sie den *Modbus-Master* mit der Steuerung über die RS-485 + und RS-485- bzw. RS-232-Tx und RS232-Rx Leitungen.
Soll RS-485 verwendet werden, bringen Sie die Jumper J1 und J2 in die korrekte Position.
- Versorgen Sie die Steuerung mit Spannung.
- Ändern Sie ggf. die Konfigurationswerte.
Ab Werk ist die Steuerung ist auf Slave Address 5, Baudrate 19200 Kbaud, even Parity, 1 Stop Bit eingestellt.

Folgende Einstellungen können vorgenommen werden:

Konfiguration	Objekt	Wertebereich	Werkseinstellung
Slave Adresse	2028 _h	1 bis 247	5
Baudrate	202A _h	7200 bis 256000	19200
Parity	202D _h	<ul style="list-style-type: none"> None: 0x00 Even: 0x04 Odd: 0x06 	0x04 (Even)

- Zum Testen der Schnittstelle senden Sie die Bytes 05 65 55 8A AE an die Steuerung (eine detaillierte Beschreibung der Modbus-Funktionscodes finden Sie im Kapitel **Modbus RTU** des *technischen Handbuchs* der Steuerung). Das Objektverzeichnis wird ausgelesen.

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.

- Motorstrom/Motortyp einstellen:

- Nur Schrittmotor: Objekt 2031_h:00_h: Nennstrom (Bipolar) in mA (siehe Motordatenblatt)
 - Objekt 2031_h:00_h: Nennstrom (Bipolar) in mA (siehe Motordatenblatt)
 - 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.
- Nur BLDC-Motor:
 - Objekt 2031_h:00_h Spitzenstrom in mA (siehe Motordatenblatt)
 - Objekt 203B_h:01_h Nennstrom in mA (siehe Motordatenblatt)
 - Objekt 203B_h:02_h Maximale Dauer des Spitzenstroms in ms (für eine Erstinbetriebnahme wird ein Wert von 100ms empfohlen; dieser Wert ist später an die konkrete Applikation anzupassen).
 - Objekt 3202_h:00_h (Motor Drive Submode Select): Definiert den Motortyp BLDC: 00000041h

Auto-Setup

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



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**).



Tipp

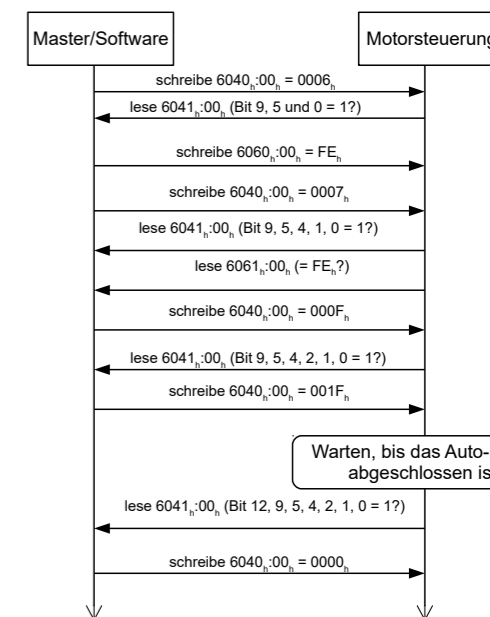
Solange sich der an der Steuerung angeschlossene Motor oder die Sensoren für die Rückführung (Encoder/Hallsensoren) nicht ändern, ist das Auto-Setup nur einmal bei der Erstinbetriebnahme durchzuführen.

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

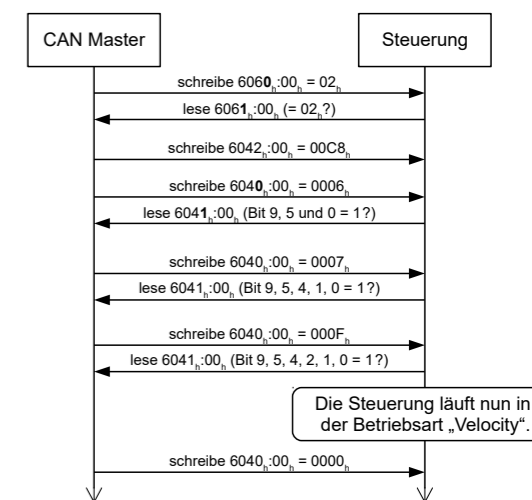
- Nach der Durchführung des Auto-Setup Modes ist das interne Koordinatensystem nicht mehr gültig.
- Homing* alleine genügt nicht! Wird die Steuerung nicht neu gestartet, kann es zu unvorhersehbaren Reaktionen kommen.
- Starten Sie das Gerät nach einem Auto-Setup neu!

Testlauf

Beispielhaft wird der Betriebsmodus **Velocity** angewendet.

Die Werte werden von Ihrem *CANopen-Master* oder *Modbus-Master* an die Steuerung übertragen. Dabei sollte der *Master* nach jeder Übertragung über Status-Objekte der Steuerung die erfolgreiche Parametrierung überprüfen.

- Wählen Sie den Modus *Velocity*, indem Sie das Objekt 6060_h (Modes Of Operation) auf den Wert "2" setzen.
- Schreiben Sie die gewünschte Drehzahl in 6042_h.
- Versetzen Sie die *Power state machine* in den Zustand *Operation enabled*. Folgender Ablauf startet den *Velocity* Modus, der Motor dreht dabei mit 200 U/min.



- Um den Motor zu stoppen, setzen Sie das Controlword (6040_h) auf "0".