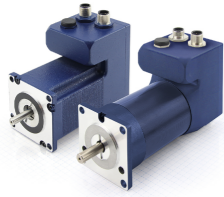


PD4-E Modbus TCP



Kurzanleitung Version 1.0.0
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

Der *PD4-E* ist ein bürstenloser Motor mit integrierter Steuerung in Schutzart IP65. Durch den integrierten Absolut-Encoder ist der sofortige Betrieb im *Closed Loop*-Modus ohne Referenzfahrt möglich.

Diese Anleitung beschreibt die Montage und Inbetriebnahme des Motors. Die ausführliche Dokumentation zum Produkt und die Datenblätter der Motoren finden Sie auf der Nanotec-Homepage www.nanotec.de. Diese Kurzanleitung ersetzt nicht das *technische Handbuch* des Motors.

Urheberrecht

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



Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der *PD4-E* ist für den Einsatz unter den freigegebenen **Umgebungsbedingungen** konzipiert.

Ein anderer Gebrauch gilt als nicht bestimmungsgemäß.



Hinweis

Änderungen oder Umbauten des Produktes 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	IP65 (außer Wellenausgang)
Umgebungstemperatur (Betrieb)	-10 ... +40°C
Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	0 ... 85%
Aufstellhöhe über NN (ohne Leistungsbeschränkung)	1500 m
Umgebungstemperatur (Lagerung)	-25 ... +85°C

Elektrische Eigenschaften und technische Daten

Technische Daten Motor

	PD4-E	PD4-EB
Art	Hochpoliger DC-Servo (Schrittmotor)	Niedrigpoliger DC-Servo (BLDC)
Betriebsspannung	12 - 48 V DC ±5%	12 - 48 V DC ±5%
Phasenstrom eff.	4,2 A	6 A
Spitzenstrom eff. für 1s	k.A.	max. 18 A

Technische Daten

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>Analogeingang, NanoJ-Programm</i>
Eingänge	6 Digitaleingänge (+5 V/+24 V DC), einzeln per Software umschaltbar, Werkseinstellung: 5 V 1 Analogeingang 0-10 V oder 0– mA (per Software umschaltbar)
Ausgänge	2 digitale Ausgänge, <i>Open Drain</i> , max. 24 V / 100 mA
Integrierter Encoder	magnetischer Singleturn-Absolut-Encoder, 1024 Impulse/Umdrehung

Schutzschaltung

Über- und Unterspannungsschutz

Übertemperaturschutz (> 68 ° C am hinteren Deckel)

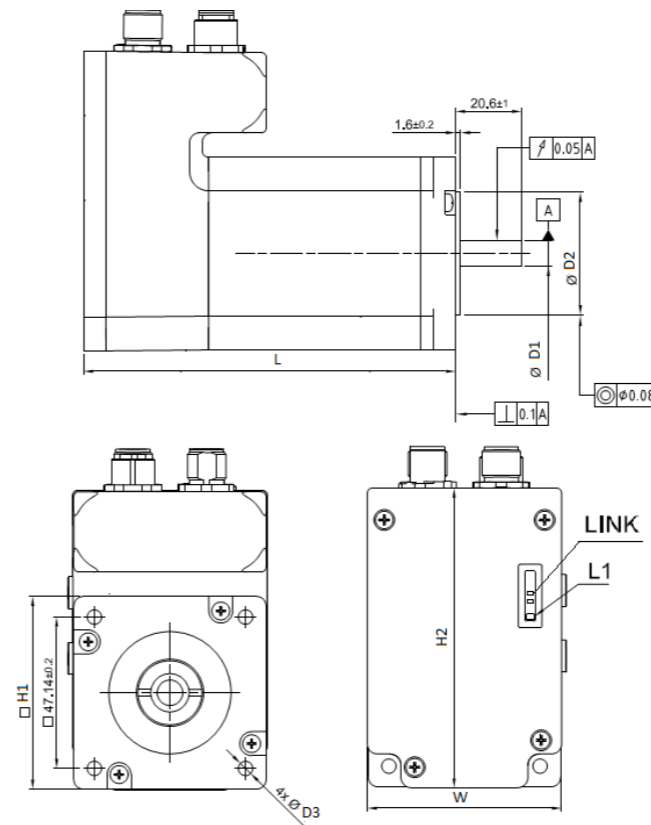
Verpolungsschutz: bei Verpolung Kurzschluss zwischen Versorgungsspannung und GND über Leistungsdiode, daher ist eine Sicherung in Zuleitung nötig. Die Werte der Sicherung ist abhängig von der Applikation und muss

- 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

Alle Maße sind in Millimetern.



Maß	Wert
L	<ul style="list-style-type: none"> • PD4-E591L42-E-65-4: 103±1 • PD4-E601L42-E-65-4: 116±1 • PD4-EB59CD-E-65-4: 123±1
W	<ul style="list-style-type: none"> • PD4-E591L42-E-65-4: 57 • PD4-E601L42-E-65-4: 60,6 • PD4-EB59CD-E-65-4: 57
H1	<ul style="list-style-type: none"> • PD4-E591L42-E-65-4: 56,4±0,5 • PD4-E601L42-E-65-4: 60±0,5 • PD4-EB59CD-E-65-4: 56,6±0,5
H2	<ul style="list-style-type: none"> • PD4-E591L42-E-65-4: 89,7 • PD4-E601L42-E-65-4: 93,3 • PD4-EB59CD-E-65-4: 89,7
D1	<ul style="list-style-type: none"> • PD4-E591L42-E-65-4: 6,35⁺⁰_{-0,013} • PD4-E601L42-E-65-4: 8⁺⁰_{-0,015} • PD4-EB59CD-E-65-4: 8⁺⁰_{-0,013}
D2	<ul style="list-style-type: none"> • PD4-E591L42-E-65-4: 38,1±0,025 • PD4-E601L42-E-65-4: 38,1±0,05 • PD4-EB59CD-E-65-4: 38,1⁺⁰_{-0,05}

Maß	Wert
D3	<ul style="list-style-type: none"> • PD4-E591L42-E-65-4: 5^{+0,5}₋₀ • PD4-E601L42-E-65-4: 4,5^{+0,5}₋₀ • PD4-EB59CD-E-65-4: 5,2±0,25

Übertemperaturschutz

Ab einer Temperatur von ca. 75 °C auf der Leistungsplatine (entspricht 65 - 72 °C außen am hinteren 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_n** ein genauerer Fehlercode hinterlegt.

Anschlüsse

Anschluss	Funktion	Pin-Belegung / Beschreibung
X1	Modbus TCP	<ol style="list-style-type: none"> 1. TD+ 2. RD+ 3. TD- 4. RD-
X3	Anschluss für die Spannungsversorgung	<ol style="list-style-type: none"> 1. +Ub 2. +Ub 3. GND 4. GND 5. n.c <p>12 - 48 V DC ±5%</p>
X4	Ein-/Ausgänge und externe Logikversorgung	<ol style="list-style-type: none"> 1. GND 2. Digitaler Eingang 1: 5 V / 24 V, umschaltbar mit Objekt 3240_n, max. 1 MHz 3. Digitaler Eingang 2: 5 V / 24 V, umschaltbar mit Objekt 3240_n, max. 1 MHz 4. Digitaler Eingang 3: 5 V / 24 V, umschaltbar mit Objekt 3240_n, max. 1 MHz 5. Digitaler Eingang 4: 5 V / 24 V, umschaltbar mit Objekt 3240_n, max. 1 MHz 6. Digitaler Eingang 5: 5 V / 24 V, umschaltbar mit Objekt 3240_n, max. 1 MHz 7. Digitaler Eingang 6: 5 V / 24 V, umschaltbar mit Objekt 3240_n, max. 1 MHz 8. Analoger Eingang: 10 Bit, 0 V... +10 V oder 0...20 mA, umschaltbar mit Objekt 3221_n 9. Digitaler Ausgang 1: Open-Drain, max. 24 V / 100 mA 10. Digitaler Ausgang 2: Open-Drain, max. 24 V / 100 mA 11. 5V-Ausgang: +5 VDC, max. 100 mA 12. +UB Logic: 4 V DC/ca. 39 mA <p>Schaltsschwellen für digitale Eingänge 1 - 6: 5 V (Werkseinstellung) Ein: >4,09 V; Aus: <0,95 V 24 V: Ein: >14,74 V; Aus: <3,78 V</p>

Wenn Sie das **3240_h;07_h** auf den Wert "1" setzen, stehen Ihnen, anstatt sechs single-ended, drei differenzielle Eingänge zur Verfügung.

Pin	Basisfunktion		Alternative Funktion (siehe <i>spezielle Fahrmodi</i>)	
	Single-ended	Differenziell	Single-ended	Differenziell
2	Eingang 1	-Eingang 1	Freigabe	-Freigabe
3	Eingang 2 / Richtungseingang	+Eingang 1	Richtung	Freigabe
4	Digitaler Eingang 3 / Takteingang	-Eingang 2 / - Richtungseingang	Takt	-Richtung
5	Eingang 4	+Eingang 2 / +Richtungseingang	Eingang 4	Richtung
6	Eingang 5	-Eingang 3 / - Takteingang	Eingang 5	-Takt
7	Eingang 6	+Eingang 3 / +Takteingang	Eingang 6	Takt

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.

Befestigung

In **Maßzeichnungen** finden Sie die Maße für Ihre Befestigung.

Gehen Sie bei der Montage wie folgt vor:

- Richten Sie die Motorwelle mit der Welle der Anwendung aus. Achten Sie beim Ausrichten auf die maximal zulässige Axial- und Radialkraft an der Welle, die im entsprechenden Motordatenblatt angegeben werden.

- Verbinden Sie den Motor mit Ihrer Mechanik an den vier Befestigungsbohrungen.

Verwenden Sie Schrauben mit geeigneter Länge und passende Unterlegscheiben.

Inbetriebnahme

Die Software *Plug & Drive Studio* bietet Ihnen eine Möglichkeit, die Konfiguration vorzunehmen und die Motorparameter an Ihre Applikation anzupassen.

Weiterführende Informationen finden Sie im Dokument *Plug & Drive Studio: Quick Start Guide* auf **www.nanotec.de**.

Beachten Sie folgende Hinweise:

VORSICHT

Bewegte Teile können zu Handverletzungen führen.

Wenn Sie im laufenden Betrieb bewegte Teile anfassen, kann dies zu Handverletzungen führen.

- Greifen Sie während des Betriebs nicht nach bewegten Teilen. Warten Sie nach dem Abschalten, bis alle Bewegungen beendet sind.

VORSICHT

Motorbewegungen sind im freistehenden Betrieb unkontrolliert und können Verletzungen hervorrufen.

Wenn der Motor unbefestigt ist, kann der Motor z. B. herunterfallen. Das kann zu Fußverletzungen oder zu Beschädigungen am Motor führen.

- Wenn Sie den Motor frei stehend betreiben, beobachten Sie den Motor, schalten Sie ihn bei Gefahr sofort ab und achten Sie darauf, dass der Motor nicht herunterfallen kann.

VORSICHT

Bewegte Teile können Haare und lose Kleidung erfassen.

Im laufenden Betrieb können Haare oder lose Kleidung erfasst werden, dies kann zu Verletzungen führen.

- Bei langen Haaren tragen Sie ein Haarnetz oder andere geeignete Schutzmaßnahmen, wenn Sie in dem Bereich bewegter Teile sind. Arbeiten Sie nicht mit loser Kleidung oder Krawatten in der Nähe bewegter Teile.

VORSICHT

Überheizungs- oder Brandgefahr bei unzureichender Kühlung!

Falls die Kühlung nicht ausreichend ist oder die Umgebungstemperatur zu hoch ist, besteht Überheizungs- oder Brandgefahr.

- Achten Sie beim Einsatz darauf, dass die Kühlung und die Umgebungsbedingungen gewährleistet sind.

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.

Verbindung zur Steuerung herstellen

Übersicht

IP-Adresse

Die Steuerung benötigt eine gültige IP-Adresse. Diese kann über folgende Wege bezogen werden:

- DHCP: Ein DHCP-Server vergibt die IP-Adresse an die Steuerung (Standardeinstellung).
- AutoIP: Die Steuerung ermittelt selbstständig eine geeignete IP-Adresse. Dies setzt voraus, dass sich der Kommunikationspartner im selben physikalischen Subnetz befindet und ebenfalls AutoIP verwendet.
- Statische IP-Adresse: Diese wird vom Benutzer festgelegt.

Welche Methode zum Einsatz kommt, ist von der Netzwerkumgebung abhängig und wird vom Netzwerkbetreuer festgelegt.

Einstellen der IP-Adresse

Die angeschlossenen Geräte (Steuerung und Kommunikationspartner) in einem Ethernet-Netzwerk oder bei einer Ethernet-Punkt-zu-Punkt-Verbindung benötigen jeweils eine eindeutige IP-Adresse. Diese kann entweder automatisch bezogen (DHCP) bzw. generiert (Auto-IP) oder statisch vorgegeben werden. Im weiteren Verlauf wird unter "Kommunikationspartner" ein PC oder Laptop verstanden.

Sie können die Steuerung in ein bestehendes Ethernet-Netzwerk integrieren. Dazu ist lediglich die physikalische Verbindung per Standard-Ethernetkabel herzustellen. Sofern DHCP auf der Steuerung aktiviert ist (werksseitig voreingestellt), wird die Steuerung auch automatisch im Netzwerk erkannt und kann sofort über einen im Netzwerk befindlichen PC bedient werden.

Einstellen DHCP/Auto-IP

IP-Adressen können in einem Netzwerk dynamisch von einem DHCP-Server bezogen werden oder beispielsweise bei einer PC-Direktverbindung ohne DHCP-Server automatisch durch die beiden kommunizierenden Geräte (z.B. PC und Steuerung) selbst generiert werden. In der Steuerung ist bereits werksseitig DHCP für den automatischen Bezug einer IP-Adresse von einem DHCP-Server oder der automatischen IP-Adressgenerierung voreingestellt. Es sind lediglich seitens des Kommunikationspartners (z.B. PC oder Laptop) eventuell einige Einstellungen für die Herstellung der Verbindung zur Steuerung notwendig. Einstellungen als Beispiel beim Betriebssystem Windows 7:

- Windows-Start-Button drücken und *Systemsteuerung* auswählen.
- Netzwerk- und Freigabecenter* auswählen.
- Adaptereinstellungen ändern* auswählen.
- Es wird die Liste der verfügbaren Netzwerkadapter dargestellt. Am Adapter, mit welchem die Steuerung verbunden ist, die Eigenschaften öffnen (beispielsweise mit einem Klick mit der rechten Maustaste).
- Internetprotokoll Version 4 (TCP/IPv4)* anwählen und die Schaltfläche *Eigenschaften* drücken.
- Option *IP-Adresse automatisch beziehen* auswählen.
- Übernahme der Eingaben mit der Schaltfläche *OK* bestätigen.

Konfiguration über Modbus TCP

Diese Steuerung ist mit einer Modbus TCP-Schnittstelle ausgestattet. Die Nachrichten werden alle über TCP an den Port 502 der Steuerung geschickt, es wird nur eine Verbindung unterstützt. Eine CRC (wie es bei Modbus RTU benutzt wird) entfällt.

Die I/O-Daten mit den ggf. vorkonfigurierten Antriebsgrößen können mit den Standard Modbus-Funktionscodes gesendet werden. Um aber eigene I/O-Daten zu konfigurieren, muss der Funktionscode 2Bh (CAN Encapsulation) vom Modbus-Master unterstützt werden, damit die Parameter unabhängig vom Prozessabbild gelesen und beschrieben werden können.

Wenn der Master diesen Funktionscode nicht unterstützt, kann über das *Plug & Drive Studio* die Konfiguration des I/O-Abbildes durchgeführt und gespeichert werden sodass der Master dann über die Standard-Modbus-Funktionscodes auf die Daten zugreifen kann.

Lesen Sie das Kapitel **Modbus TCP** im *technischen Handbuch* der Steuerung für weitere Details.

Kommunikation aufbauen

- Schließen Sie die Versorgungsspannung an den Stecker X3 an.
- Verbinden Sie den *Modbus-Master* mit dem Anschluss X1 der Steuerung.
- Zum Testen der Schnittstelle senden Sie die Bytes 00 00 00 00 00 0D 00 2B 0D 00 00 01 60 41 00 00 00 00 00 02 an die Steuerung (eine detaillierte Beschreibung der Modbus-Funktionscodes finden Sie im Kapitel **Modbus TCP** des *technischen Handbuchs*). Das Statusword (6041_h) wurde ausgelesen, Sie erhalten diese Antwort: 00 00 00 00 0F 00 2B 0D 00 00 01 60 41 00 00 00 00 XX XX 06.

Spezielle Fahrmodi (Takt-Richtung und Analog-Drehzahl)

Sie haben die Möglichkeit, den Motor direkt über den Takt- und Richtungseingang oder den Analogeingang anzusteuern, indem Sie die *speziellen Fahrmodi* aktivieren.

Der digitale Eingang 1 dient dabei als Freigabe.

Aktivierung

Um die *speziellen Fahrmodi* zu aktivieren, müssen Sie in **4015_h;01_h** den Wert "2" eintragen. In **4015_h;02_h** stellen Sie den Modus ein, indem Sie einen Wert zwischen "00"_h und "0F"_h schreiben.

Die folgende Tabelle listet alle möglichen Modi und den Wert für **4015;02_h** auf:

Wert	Modus				
00 _h /01 _h	Takt-Richtung	-	-	Open Loop	
02 _h	Testfahrt	Automatische Fahrt mit 30 U/min	Drehrichtung im Uhrzeigersinn	Open Loop	
03 _h	Testfahrt	Automatische Fahrt mit 30 U/min	Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn	Open Loop	
04 _h	Analog-Drehzahl	Richtung über "Richtungs"-Eingang	Maximale Drehzahl 1000 U/min	Open Loop	
05 _h	Analog-Drehzahl	Richtung über "Richtungs"-Eingang	Maximale Drehzahl 100 U/min	Open Loop	
06 _h	Analog-Drehzahl	Offset 5 V (Joystick-Modus)	Maximale Drehzahl 1000 U/min	Open Loop	
07 _h	Analog-Drehzahl	Offset 5 V (Joystick-Modus)	Maximale Drehzahl 100 U/min	Open Loop	
08 _h /09 _h	Takt-Richtung	-	-	Closed Loop	
0A _h	Testfahrt	Automatische Fahrt mit 30 U/min	Drehrichtung im Uhrzeigersinn	Closed Loop	
0B _h	Testfahrt	Automatische Fahrt mit 30 U/min	Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn	Closed Loop	
0C _h	Analog-Drehzahl	Richtung über "Richtungs"-Eingang	Maximale Drehzahl 1000 U/min	Closed Loop	
0D _h	Analog-Drehzahl	Richtung über "Richtungs"-Eingang	Maximale Drehzahl 100 U/min	Closed Loop	
0E _h	Analog-Drehzahl	Offset 5 V (Joystick-Modus)	Maximale Drehzahl 1000 U/min	Closed Loop	
0F _h	Analog-Drehzahl	Offset 5 V (Joystick-Modus)	Maximale Drehzahl 100 U/min	Closed Loop	

Sie müssen das Objekt **4015_h** (*Kategorie Applikation*) speichern, indem Sie den Wert "65766173" in **1010_h;03_h** schreiben, die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Steuerung aktiviert.

Takt-Richtung

Die Steuerung setzt intern den Betriebsmodus auf **Takt-Richtung**. Sie müssen die Eingänge *Freigabe*, *Takt* und *Richtung* beschalten.

Analog-Drehzahl

Die Steuerung setzt intern den Betriebsmodus auf **Velocity**. Zur Vorgabe der Drehzahl wird die Spannung am analogen Eingang benutzt und die entsprechende Zielgeschwindigkeit wird in **6042_h** geschrieben.

Maximale Drehzahl

Die maximale Drehzahl kann zwischen 100 U/min und 1000 U/min gewechselt werden. Ist eine andere Drehzahl notwendig, dann lässt sich diese über den Skalierungsfaktor (Objekt **604C_h**, Subindex 01_h und 02_h) einstellen.

Verrechnung der Analogspannung

Es gibt zwei Modi, wie die analoge Eingangsspannung verrechnet wird.

Normaler Modus

Sie müssen die Eingänge *Freigabe*, *Richtung* und den *Analogeingang* beschalten. Das Maximum der analogen Spannung entspricht der maximalen Drehzahl. Die Richtung wird dabei über den Richtungseingang vorgegeben. Es existiert eine Totzone von 0 V bis 20 mV, in welcher der Motor nicht fährt.

Joystick Modus

Sie müssen den Eingang *Freigabe* und den *Analogeingang* beschalten. Die Hälfte der maximalen, analogen Spannung entspricht der Drehzahl 0. Sinkt die Spannung unter die Hälfte, steigt die Drehzahl in negativer Richtung. Wenn die Spannung entsprechend über die Hälfte steigt, steigt auch die Drehzahl in positiver Richtung. Die Totzone geht dabei von U_{max}/2 ± 20 mV.

Automatische Fahrt mit 30 U/min (Testfahrt)

Der Motor dreht mit 30 U/min wenn der Eingang *Freigabe* gesetzt ist.