



PRÄZISION IN BEWEGUNG

Benutzerhandbuch

MQC6/8-Antriebe

Impressum

© GEFEG-NECKAR Antriebssysteme GmbH, 2016

Industriestraße 25-27
D-78559 Gosheim

Tel. +49 (0) 74 26 / 608-0
Fax: +49 (0) 74 26 / 608-410

www.gefeg-neckar.de
info@gefeg-neckar.de

Allgemeine Hinweise

Dieses Handbuch richtet sich in erster Linie an Planer, Techniker, Monteure sowie Servicepersonal und sollte sorgfältig vor der Inbetriebnahme des Produkts gelesen werden.

Haftungsausschluss

Die vorliegende Dokumentation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt und beschreibt die Funktionalität des Standardprodukts. Die Übereinstimmung des Inhalts mit der beschriebenen Hard- und Software wurde sorgfältig geprüft. Abweichungen können jedoch nicht vollkommen ausgeschlossen werden, so dass der Herausgeber keine Gewähr oder Haftung für die Richtigkeit übernehmen kann. Insbesondere Beschreibungen und technische Daten sind keine zugesicherten Eigenschaften im rechtlichen Sinne. Alle gültigen Normen und Vorschriften, auch wenn sie hier nicht explizit aufgeführt sind, müssen eingehalten werden. Das Unternehmen behält sich des Weiteren das Recht vor, unangekündigte Änderungen an Produkten vorzunehmen.

Inbetriebnahme des Produkts

Das zu diesem Handbuch zugehörige Produkt darf nur von qualifiziertem Personal, welches auf Grund seiner Ausbildung und Erfahrung befähigt ist Risiken und Gefahren zu erkennen/vermeiden, in Betrieb genommen werden.

Anregungen und Fragen

Bitte wenden Sie sich bei Anregungen und Verbesserungsvorschlägen an die oben angegebene Adresse oder per eMail an: info@gefeg-neckar.de

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemein	4
1.1. Einführung.....	4
1.2. Vorschriften und Normen	5
1.3. Technische Daten	5
1.3.1. Eingänge.....	5
1.3.2. Ausgänge.....	7
1.3.3. Sonstiges	7
2. MQC-Motoren	8
2.1. Eigenschaften	8
2.2. Anschlussbelegung (K4)	9
2.3. Anschlussbelegung (2xM16 + 9pol. DSUB).....	10
2.4. Anschlussbelegung (K4)	11
3. Inbetriebnahme	12
3.1. CAN-Kommunikation.....	12
3.2. Knotenadresse (Node-ID, Obj. 0x2003).....	12
3.3. Baudrate (Obj. 0x2004).....	13
3.4. Abschlusswiderstand	13
3.5. Heartbeat-Consumer (Obj. 0x1016).....	13
3.6. Parametereinstellung abspeichern (Obj. 0x1010, Subindex 1)	14
3.7. Steuerungsmodus	14
3.7.1. Übersicht-Steuerungsarten (Obj. 0x2002).....	14
3.8. Digitale Eingänge (Obj. 0x2025)	17
3.9. Analoger Eingang (Obj. 0x2026).....	17
3.10. Sollwert A / B (Obj. 0x2018, 0x2019)	18
3.11. Digitale Ausgänge – Initialwerte (Obj. 0x200F).....	18
3.12. Digitale Ausgänge (Obj. 0x2017).....	19
3.13. Auswahl des Betriebsmodus (Obj. 0x6060)	19
3.14. Drehzahl- und Drehzahlbereichseinstellung.....	20
3.15. Reglerparametrierung (Obj. 0x2007, 0x2008)	20
3.16. Rampeneinstellung (Obj. 0x6048, 0x6049, 0x604A).....	21
3.17. Bremsmethoden (Obj. 0x200D).....	22
3.17.1. Kurzschlussbremsung (Obj. 0x200D = 1).....	22
3.17.2. Quickstop (Obj. 0x200D = 0)	22
3.18. Blockierschutz (Obj. 0x200E)	22
3.19. Max. Spitzenstrom (Obj. 0x2010)	22
3.20. Max. Strommittelwert (Obj. 2011).....	23
3.21. Warntemperatur Endstufe (Obj. 0x2014).....	23
3.22. Zugriffsrechte (Obj. 0x2006).....	23
3.23. Kundentext (Obj. 0x2032).....	23
3.24. Positionserfassung (Obj. 0x202A, 0x202B).....	24
4. CiA-402 device profile	25
5. CAN-Start-Phase	26
5.1. PDO-Startphase	26
5.2. SDO-Startphase	27
6. Diagnose	28
6.1. Systemdiagnose.....	28
6.2. Beschreibung der Fehlernummern (Obj. 0x603F)	29
7. Fehlerdiagnose	30
8. Objektverzeichnis	31

1. Allgemein

1.1. Einführung

Das in Gosheim ansässige Unternehmen GEFEG-NECKAR Antriebssysteme GmbH ging im Jahr 2004 aus der Fusion des 1948 in Augsburg gegründeten Motorenherstellers GEFEG und des 1967 in Deißlingen gegründeten Motorherstellers NECKAR Kleinstmotoren hervor. Als Pionier in der Branche begann NECKAR Kleinstmotoren im Jahre 1995 im Rahmen eines Kundenprojektes mit der Entwicklung der in bürstenlosen Kleinmotoren eingesetzten integrierten Elektronik. Bereits ein Jahr später entstand die komplette MH-Baureihe bürstenloser Gleichstrommotoren. Heute setzt das Unternehmen in vielen elektronisch gesteuerten Antrieben sowie in externen Elektronikseinheiten eine moderne, universell einsetzbare Elektronikplattform ein. Diese Plattform basiert auf leistungsstarken Hardwarekomponenten, besitzt eine CAN-Schnittstelle und garantiert ein hohes Maß an Flexibilität, Funktionalität und Bedienkomfort.

Die ursprüngliche Elektronikplattform wird hauptsächlich in den bürstenlosen Motoren der MC- und MQC5-Baureihe, den bürstenbehafteten Motoren der PC-Baureihe sowie in den externen Elektronikseinheiten der MCE-, UCE- und PCE-Baureihe eingesetzt. Für die MQC6- und MQC8-Baureihe wurde die ursprüngliche Elektronikplattform um einige nützliche Funktionen erweitert. Somit ist sie nun für noch mehr Anwendungen einsetzbar.

Die Parametrierung der Elektronikplattform erfolgt per CAN-Schnittstelle (CANopen® Protokoll mit CiA 402 device profile). Anwender können die Elektronik bzw. den Antrieb mittels CAN-Schnittstelle steuern. Ist dies nicht gewünscht oder möglich, so kann die Elektronik bzw. der Antrieb auch mittels analoger und/oder digitaler Signale betreiben werden.

Mit Hilfe der eigens entwickelten, leistungsfähigen Inbetriebnahme-Software „MotorMonitor“, eines geeigneten CAN/USB-Adapters sowie eines PCs, kann der Anwender zu jeder Zeit mit dem Antrieb kommunizieren. Die Software erkennt dabei nicht nur die Elektronikplattform, sondern stellt sich auch so ein, dass nur die in konkretem Produkt implementierten Parameter angezeigt werden. Die Software bietet dem Anwender die Möglichkeit, Parameter zu ändern, den Antrieb zu steuern oder wichtige Daten wie beispielsweise Temperatur, Drehzahl und Aufnahmeleistung zu überwachen. Nähere Infos zur Software entnehmen Sie bitte dem separat erhältlichen „MotorMonitor“ Benutzerhandbuch.

1.2. Vorschriften und Normen

Folgende Vorschriften und Normen wurden bei der Entwicklung der MQC-Elektronik eingehalten:

Norm	Titel	Bemerkung
EN 60068-2-6 10.2008	Umgebungseinflüsse – Prüfverfahren Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)	Vibration 20-500 Hz max. Beschleunigung 2 g
EN 60068-2-14 04.2010	Umgebungseinflüsse – Prüfverfahren Prüfung N: Temperaturwechsel	Temperatur -20..+80 °C 100 Zyklen
EN 61000-6-2 03.2006	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Störfestigkeit für Industriebereiche	Fehlerfreie Funktion innerhalb Grenzwerte für elektromagnetische Störeinstrahlung
EN 61000-6-3 09.2011	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe	Einhaltung der Grenzwerte für elektromagnetische Störaussendung
ISO 11898	Controller area network (CAN)	Spezifikation
ISO 13849-2 02.2013	Sicherheit von Maschinen Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung	Grundlegende Sicherheitsprinzipien nach Tabellen B.2 oder B.3

1.3. Technische Daten

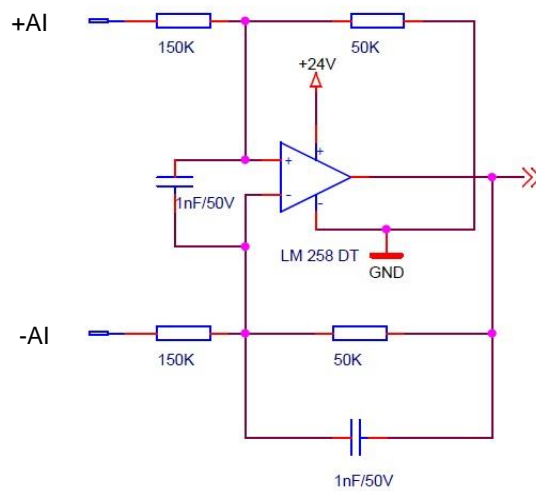
Sämtliche, im Benutzerhandbuch auftretenden Anschlüsse wurden mit einer eindeutigen Typenbezeichnung (Typ) versehen. Die Bedeutung dieser Bezeichnung kann der nachfolgenden Darstellung entnommen werden. Digitale Zustände werden im gesamten Benutzerhandbuch, wie in der Digitaltechnik üblich, mit 0 und 1 bzw. LOW und HIGH dargestellt.

1.3.1. Eingänge

Spannungsversorgung	
Bezeichnung	Anschlussdaten
V _{CC}	24V _{DC} ... 48V _{DC} ±15% (Restwelligkeit ≤ 2 V _{pp})
+U _e 24V	24V _{DC} ±15% (Restwelligkeit ≤ 2 V _{pp})
GND	Nullleiter / Masse
PE	Schutzleiter / Erde

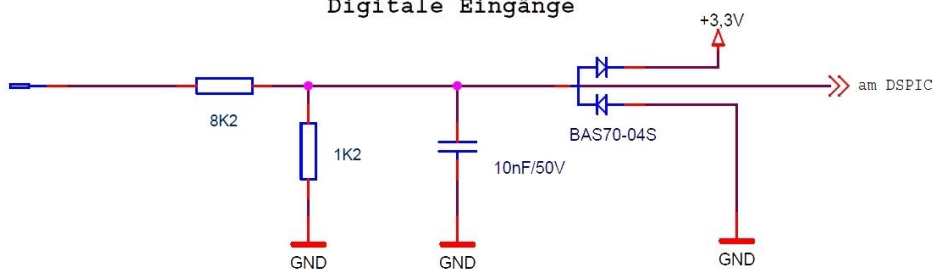
Analogeingang	
Bezeichnung	Anschlussdaten
AI (+AI / -AI)	0 ... 10 V _{DC} (Max. 11,5V _{DC})

Differenzieller Analog-Eingang 10V



Digitale Eingänge		
Bezeichnung	LOW (0)	HIGH (1)
DI1 ... DI4	GND (0 ... 4,9V _{DC})	24V _{DC} (19 ... 30V _{DC})

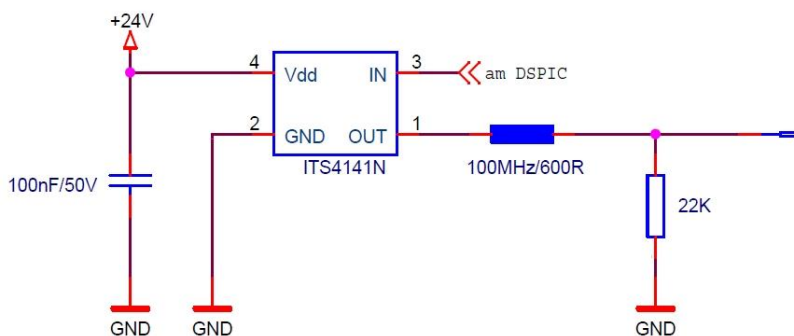
Digitale Eingänge



1.3.2. Ausgänge

Spannungsversorgung		
Bezeichnung	Anschlussdaten	
+U _a 10V	10,89V _{DC} ±6% / Max. 5mA	
Digitale Ausgänge (Max. 100 mA je Ausgang / Alle Ausgänge gemeinsam Max. 300mA)		
Bezeichnung	LOW (0)	HIGH (1)
DO1 ... DO3	GND	24V _{DC} ±15%

Digitale Ausgänge



1.3.3. Sonstiges

Bedingung	Wert	Details
Betriebstemperatur Steuerungs-LP	-20 ... +85 °C	
Betriebstemperatur Endstufen-LP	-20 ... +100 °C	
Dauerstrom Antrieb	15A	
Überlaststrom Antrieb (optional freischaltbar)	20A	Max. 180 Sekunden
Spitzenstrom Antrieb	25A	Max. 0,1 Sekunden
MTBF der Elektronik bei 24V / 5.6A	≥ 500000 Stunden	

2. MQC-Motoren

Bürstenlose Motoren werden heutzutage in vielen Anwendungen, besonders wegen des guten Wirkungsgrades, der langen Lebensdauer, des breiten Drehzahlbereichs, der einfachen Drehzahlsteuerbarkeit und der guten Dynamik eingesetzt. Ihr Funktionsprinzip ähnelt sehr den herkömmlichen Gleichstrommotoren. Sie werden jedoch nicht mechanisch, per Kollektor und Kohlenbürsten sondern elektronisch, über Leistungstransistoren, kommutiert. Die Lebensdauer bürstenloser Gleichstrommotoren wird somit nur noch durch die einzig übrig gebliebene Verschleißkomponente, den Kugellagern, begrenzt.

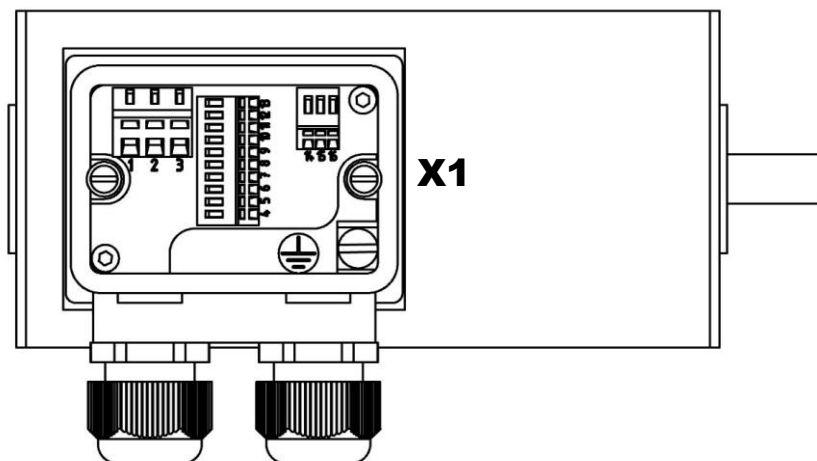
Die MQC-Baureihe besteht aus permanenterregten, blockkommutierten, bürstenlosen Gleichstrommotoren. Das besondere an diesen Motoren ist nicht nur das gelungene Design, sondern auch die vollständig integrierte Elektronikplattform. Die zylindrischen Motoren eignen sich aufgrund ihrer kompakten und geschlossenen Bauweise problemlos für Schutzarten bis IP65. Das Motorgehäuse besteht standardmäßig aus einer eloxierten Aluminiumlegierung. Für Spezialanwendungen werden jedoch auch Motorgehäuse aus Edelstahl angeboten.

Sämtliche MQC-Motoren lassen sich optional mit Schnecken-, Stirnrad- und Planetengetrieben kombinieren. Dies vergrößert nicht nur die Variantenvielfalt sondern ermöglicht auch individuelle Kundenanpassungen.

2.1. Eigenschaften

Typen	MQC6, MQC8
Durchmesser	56 mm bis 84 mm (ohne Getriebe)
Steuerungselektronik	integriert
Rotorlageerfassung	Lageerfassung über 3 Hallensoren
Rotor	4-poliger Seltenerd magnet (NdFeB) bei MQC5, 8-poliger Seltenerd magnet (NdFeB) bei MQC6/8
Lebensdauer	20.000 h, S1 Betrieb
Isolierstoffklasse	F
Schutzart	IP 40, optional bis IP 65
Antriebssteuerung	Die Steuerung erfolgt über analoge/digitale Signale oder per CAN-Bus (CiA 402 device profile)
Parametrierung	Die Parametrierung erfolgt über den CAN-Bus (z.B. durch die Software „MotorMonitor“)
Betriebsart	Drehzahlsteuerung, Drehzahlregelung
Sonderausführung	Edelstahlausführung
Optional	Thermoschutz, Sonderwellen, Sonderflansche, kundenspezifische Parametrierung, Bremsen, Drehgeber, Getriebe

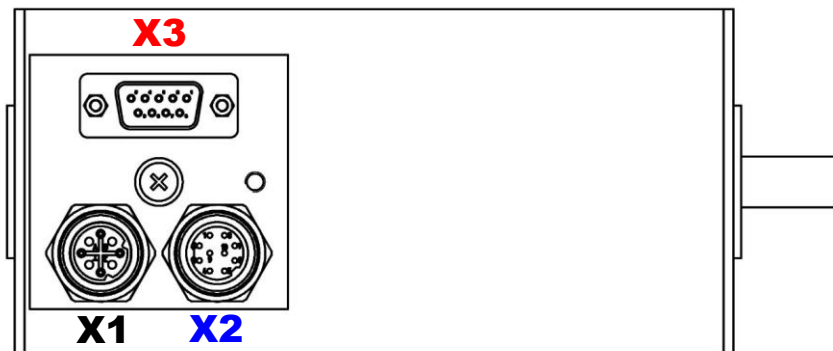
2.2. Anschlussbelegung (K4)



X1 / Spannungsversorgung + Ein- und Ausgänge + CANopen® Anschluss / K4 Leiterplatte			
PIN	Bezeichnung	Funktion	Bemerkung
1	V _{CC}	Spannungsversorgung	
2	GND	Masse	
3	+U _e 24V	Getrennte Spannungsversorgung für Steuerschaltkreis	Optional, nicht Standardmäßig
4	DI1	Freigabe (High = Motor freigegeben)	Siehe Punkt 3.7
5	DI2	Brake (High = Bremsfunktion inaktiv)	
6	DI3	Drehrichtungsvorgabe (High = Linkslauf)	
7	+AI	+ des analogen Differentialeingangs	
8	+U _a 10V	10V Festspannungsausgang	
9	DO1	Tachosignal	Siehe Punkt 3.11 und 3.12
10	DO2	Betriebsbereitsignal	
11	-AI	- des analogen Differentialeingangs	
12	DO3	Reserve	
13	DI4		
14	CANH	Differentielles CAN-H Signal	
15	CANL	Differentielles CAN-L Signal	
16	GND	CAN-Bus Masse	

Anmerkung: Alle von der Elektronik bereitgestellten I/O's können in ihrer Funktion softwaretechnisch parametrisiert werden. Die standardmäßige Parametrisierung sieht, falls nicht anders bestellt, wie folgt aus

2.3. Anschlussbelegung (2xM16 + 9pol. DSUB)

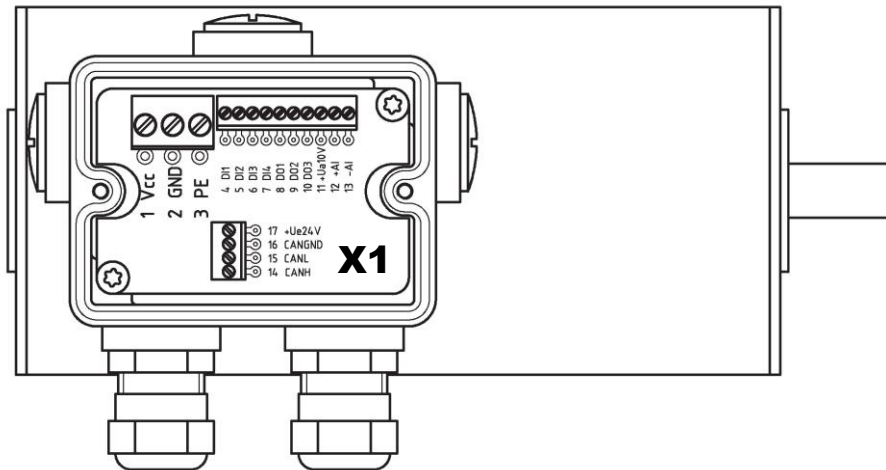


X1 / Spannungsversorgung / 4+3+PE Stecker			
PIN	Bezeichnung	Funktion	
A	V _{CC}	Spannungsversorgung	
B	GND	Masse	
C	+U _e 24V	Getrennte Spannungsversorgung für Steuerschaltkreis	Optional, nicht Standardmäßig

X2 / Ein- und Ausgänge / 10-polige Buchse			
PIN	Bezeichnung	Funktion	Bemerkung
1	DI1	Freigabe (High = Motor freigegeben)	Siehe Punkt 3.7
2	DI2	Brake (High = Bremsfunktion inaktiv)	
3	DI3	Drehrichtungsvorgabe (High = Linkslauf)	
4	+AI	+ des analogen Differentialeingangs	
5	DO1	Tachosignal	Siehe Punkt 3.311 und 3.12
6	DO2	Betriebsbereitsignal	
7	-AI	- des analogen Differentialeingangs	
8	+U _a 10V	10V Festspannungsausgang	
9	DO3	Reserve	
10	DI4		

X3 / CANopen® Anschluss / 9-polige DSUB Buchse			
PIN	Bezeichnung	Funktion	
7	CANH	Differentielles CAN-H Signal	
2	CANL	Differentielles CAN-L Signal	
3	GND	CAN-Bus Masse	

2.4. Anschlussbelegung (K4)



X1 / Spannungsversorgung + Ein- und Ausgänge + CANopen® Anschluss / K4 Leiterplatte			
PIN	Bezeichnung	Funktion	Bemerkung
1	VCC	Spannungsversorgung	
2	GND	Masse	
3	PE	Schutzleiteranschluss	
4	DI1	Freigabe (High = Motor freigegeben)	Siehe Punkt 3.7
5	DI2	Brake (High = Bremsfunktion inaktiv)	
6	DI3	Drehrichtungsvorgabe (High = Linkslauf)	
7	DI4	Reserve	
8	DO1	Tachosignal	Siehe Punkt 3.11 und 3.12
9	DO2	Betriebsbereitsignal	
10	DO3	Reserve	
11	+U _a 10V	10V Festspannungsausgang	
12	+AI	+ des analogen Differentialeingangs	
13	-AI	- des analogen Differentialeingangs	
14	CANH	Differentielles CAN-H Signal	
15	CANL	Differentielles CAN-L Signal	
16	GND	CAN-Bus Masse	
17	+U _e 24V	Getrennte Spannungsversorgung für Steuerschaltkreis (optional erhältlich)	Optional, nicht Standardmäßig

Anmerkung: Alle von der Elektronik bereitgestellten I/O's können in ihrer Funktion softwaretechnisch parametrisiert werden. Die standardmäßige Parametrisierung sieht, falls nicht anders bestellt, wie folgt aus

3. Inbetriebnahme

3.1. CAN-Kommunikation

Die Abkürzung CAN steht für „Controller Area Network“. Es handelt sich dabei um ein asynchrones, serielles Bus-System, welches 1983 von [Bosch](#), für die Vernetzung von [Steuergeräten](#) in Automobilen entwickelt und 1987 zusammen mit [Intel](#) vorgestellt wurde. Der CAN-Bus arbeitet nach dem "Multi-Master Prinzip", d.h. mehrere gleichberechtigte Busteilnehmer werden miteinander verbunden. Heutzutage wird dieses System nicht nur aufgrund der Verdrahtungs- und Gewichtsreduzierung sowie der einfachen Handhabung, sondern auch wegen der robusten und störungsunempfindlichen Datenübertragung, in nahezu allen Fahrzeugen eingesetzt. Da der CAN-Bus, aufgrund vieler Vorteile, bestens für die Automatisierungstechnik geeignet ist, entwickelte die Organisation „CAN in Automation e.V.“ (CiA) das für die Automatisierungstechnik speziell zugeschnittene CANopen®-Protokoll (CiA 402 device profile).



Alle Kommunikations- und Anwenderobjekte werden im Objektverzeichnis zusammengefasst. Dieses bildet somit das Bindeglied zwischen Anwendung und CANopen-Kommunikationseinheit. Jeder Eintrag im Objektverzeichnis steht für ein Objekt und wird durch einen 16-Bit-Index gekennzeichnet. Jeder Index kann wiederum bis zu 256 Subindexe enthalten.

3.2. Knotenadresse (Node-ID, Obj. 0x2003)

Die Knotenadresse, besser bekannt als Node-ID, beträgt bei Auslieferung 127. Es wird empfohlen, diese an die jeweiligen Gegebenheiten des Bussystems anzupassen. Der erlaubte Wertebereich erstreckt sich von 1 bis 127. Die Parametrisierung erfolgt über das **Objekt 0x2003**. Der dort hinterlegte Wert entspricht der Knotenadresse.



Achtung !!!

Die Knotenadresse des CAN-Teilnehmers darf nur einmal im CAN-Netzwerk vorkommen. Eine neu eingestellte Knotenadresse wird erst nach erfolgreicher Sicherung (siehe Punkt 3.1.5) sowie einem Reset-Kommunikation oder Reset-Applikation vom Gerät übernommen

3.3. Baudrate (Obj. 0x2004)

Die Baudrate beträgt standardmäßig 125 kbit/s. Bei Bedarf lässt sie sich jedoch problemlos auf 50, 100, 125, 250, 500 oder 1000 kbit/s ändern. Der gewünschte Baudratenwert muss hierzu nur in das **Objekt 0x2004** geschrieben werden.



Achtung !!!

Eine neu eingestellte Baudrate wird erst nach erfolgreicher Sicherung (siehe Punkt 3.1.5) sowie einem Reset-Kommunikation oder Reset-Applikation vom Gerät übernommen

3.4. Abschlusswiderstand

Der CAN-Bus benötigt zur korrekten Funktion einen Abschlusswiderstand. Dieser muss extern in den Bus eingebunden werden. Der Abschlusswiderstand beträgt üblicherweise 120 Ohm. Ein interner Abschlusswiderstand ist nicht zuschaltbar.

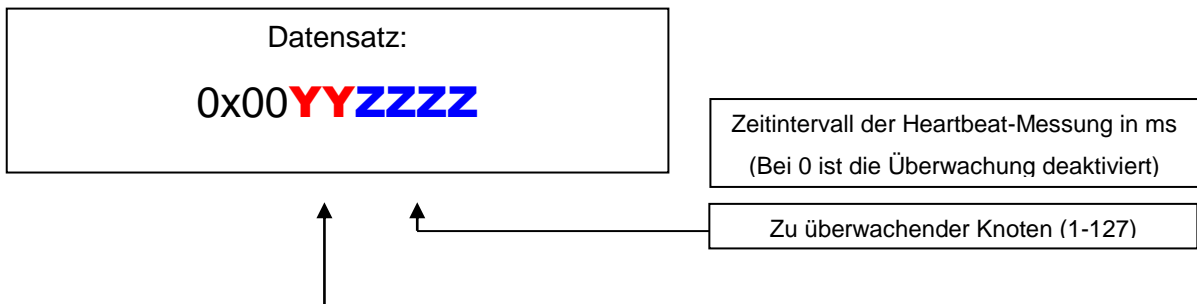


Achtung !!!

Der Abschlusswiderstand ist für die direkte Kommunikation zwischen PC und Antrieb/Steller/Regler unerlässlich. Aus diesem Grunde kann er optional, in Form eines Adapters, erworben werden.

3.5. Heartbeat-Consumer (Obj. 0x1016)

Der "Heartbeat" eines CAN-Teilnehmers kann mit Hilfe des **Objekts 0x1016** überwacht werden. Die Parametrierung des Objekts erfolgt über einen, wie folgt aufgebauten und in hexadezimaler Schreibweise einzutragenden, Datensatz.



Achtung !!!

Die Überwachung eines CAN-Teilnehmers wird erst nach dem ersten Heartbeat-Telegramm gestartet!

3.6. Parametereinstellung abspeichern (Obj. 0x1010, Subindex 1)

Veränderte Parameter werden, sofern sie nicht gesichert sind, bei Reset oder Spannungsausfall zurückgesetzt. Zur dauerhaften Sicherung einer Veränderung muss der Parameterwert "SAVE" bzw. 0x65766173 in das **Objekt 0x1010 Subindex 1** geschrieben werden. Bei Verwendung der "MotorMonitor" Software geschieht dies mit der Speicherfunktion. Nähere Infos siehe "MotorMonitor" Benutzerhandbuch.

3.7. Steuerungsmodus

Jeder Antrieb, 4-Q-Steller oder 4-Q-Regler kann über hardwaremäßig realisierte Steuerleitungen oder per CAN-Bus gesteuert werden. Die Umschaltung zwischen den einzelnen, zur Verfügung stehenden, Steuerungsarten erfolgt per **Objekt 0x2002**. Zur Steuerung stehen mehrere unterschiedliche Steuerungsarten zur Verfügung. Diese werden in der nachfolgenden Tabelle erläutert.

3.7.1. Übersicht-Steuerungsarten (Obj. 0x2002)

Parameterwert (Als Dezimalzahl) / Steuerungsmodus	Eingänge					Zustand
	D11	D12	D13	D14	AI *4	
(0) Standard (Analog) D11 zustandsgesteuert	0	x	x	x	0-10V (Sollwert)	Freilauf *1
	1	1	0	x		Rechtslauf
	1	1	1	x		Linkslauf
	1	0	x	x		Bremsen *3
(-1) Analog 2 D11 flankengesteuert *2	0	x	x	x	0-10V (Sollwert)	Freilauf *1
	1	1	0	x		Rechtslauf
	1	1	1	x		Linkslauf
	1	0	x	x		Bremsen *3
(1) CANopen *5	Steuerung über CAN (CANopen® CiA 402 device profile)					
(2) Voreingestellt	0	x	x	x	x	Freilauf *1
	1	1	0	x		Sollwert A *6
	1	1	1	x		Sollwert B *6
	1	0	x	x		Bremsen *3

Parameterwert (Als Dezimalzahl) / Steuerungsmodus	Eingänge					Zustand
	D11	D12	D13	D14	A1 ^{*4}	
(3) Voreingestellt 2	0	x	x	x	0V: Sollwert A ^{*6}	Freilauf ^{*1}
	1	1	0	x		Rechtslauf
	1	1	1	x	10V: Sollwert B ^{*6}	Linkslauf
	1	0	x	x		Bremsen ^{*3}
(4) Analog 3	0	x	0	x	0-10V (Sollwert)	Freilauf ^{*1}
	0	1	1	x		Linkslauf (Sollwert A ^{*6,7})
	0	0	1	x		Linkslauf (Analog Sollwert ^{*4})
	1	1	0	x		Rechtslauf (Sollwert A ^{*6,7})
	1	0	0	x		Rechtslauf (Analog Sollwert ^{*4})
	1	x	1	x		Bremsen ^{*3}
(5) Voreingestellt 3	0	x	0	x	x	Freilauf ^{*1}
	0	0	1	x		Linkslauf (Sollwert A ^{*6,7})
	0	1	1	x		Linkslauf (Sollwert B ^{*6,7})
	1	0	0	x		Rechtslauf (Sollwert A ^{*6,7})
	1	1	0	x		Rechtslauf (Sollwert B ^{*6,7})
	1	x	1	x		Bremsen ^{*3}
(6) Voreingestellt 4	x	0	x	x	x	Bremsen ^{*3}
	1	1	0	x		Rechtslauf (Sollwert A ^{*6,7})
	0	1	0	x		Rechtslauf (Sollwert B ^{*6,7})
	1	1	1	x		Linkslauf (Sollwert A ^{*6,7})
	0	1	1	x		Linkslauf (Sollwert B ^{*6,7})
(7) DC-Betrieb 1	x					Sollwert A ^{*6}
(9) DC-Betrieb 2	x	x	0	x	x	Sollwert A ^{*6}
	x	x	1	x		Sollwert B ^{*6}
(10) DC-Betrieb 3	x	x	0	x	0-10V (Sollwert)	Rechtslauf
	x	x	1	x		Linkslauf

Parameterwert (Als Dezimalzahl) / Steuerungsmodus	Eingänge					Zustand
	D1	D2	D3	D4	AI *4	
(11) Analog 6	0	x	x	x	0-10V (Sollwert) Offsetabgleich mittels Sollwert A/B *8	Freilauf *1
	1	1	0	x		Rechtslauf
	1	1	1	x		Linkslauf
	1	0	x	x		Bremsen *3
(12) Voreingestellt 7	0	x	x	x	x	Freilauf *1
	1	x	0	x		Sollwert A *6
	1	x	1	x		Sollwert B *6
(13) Analog 7	0	x	x	x	0-10V (Sollwert) 0V $\hat{=}$ min. rpm 10V $\hat{=}$ max. rpm *9	Freilauf *1
	1	1	0	x		Rechtslauf
	1	1	1	x		Linkslauf
	1	0	x	x		Bremsen *3

*1 Die Leistungstransistoren werden nicht angesteuert, alle Wicklungen sind stromlos

*2 Für den aktiven Betrieb ist eine 0 -> 1 Flanke notwendig

*3 Nähere Infos über die möglichen Bremsmethoden siehe Punkt 3.17

*4 Nähere Infos siehe Punkt 3.9

*5 Die Steuerung erfolgt ausschließlich über den CAN-Bus. Nähere Informationen zur CANopen® Antriebsinitialisierung sowie zu allen Objekten entnehmen Sie bitte den jeweiligen Punkten oder der Übersichtstabelle Punkt 13.

*6 Fest definierter Drehzahl- bzw. PWM-Wert. Nähere Infos siehe Punkt 3.14

*7 Drehrichtungsangabe bezieht sich auf einen Positiven Sollwert

*8 Eingrenzung des Reaktionsbereiches des Analog-Eingangs
(Sollwert A = 30 + Sollwert B = 80 → Bereich von 0-10V auf 3-8V Eingegrenzt)

*9 0V entspricht der Drehzahl aus Obj. 6046 Subindex1, 10V entspricht der Drehzahl aus Obj. 6046 Subindex 2

3.8. Digitale Eingänge (Obj. 0x2025)

Fehler, die durch falsches oder fehlerhaftes Beschalten der digitalen Eingänge entstehen, können mit Hilfe des **Objekts 0x2025** erkannt werden. Der ausgelesene Parameterwert entspricht dabei folgender Eingangsbeschaltung.

Parameterwert Dezimal (hex)	D11	D12	D13	D14
0 (0x0)	0	0	0	0
1 (0x1)	1	0	0	0
2 (0x2)	0	1	0	0
3 (0x3)	1	1	0	0
4 (0x4)	0	0	1	0
5 (0x5)	1	0	1	0
6 (0x6)	0	1	1	0
7 (0x7)	1	1	1	0
8 (0x8)	0	0	0	1
9 (0x9)	1	0	0	1
10 (0xA)	0	1	0	1
11 (0xB)	1	1	0	1
12 (0xC)	0	0	1	1
13 (0xD)	1	0	1	1
14 (0xE)	0	1	1	1
15 (0xF)	1	1	1	1

3.9. Analoger Eingang (Obj. 0x2026)

Der differenzielle Analogeingang "AI" dient hauptsächlich der Drehzahlvorgabe. 10 Volt DC entsprechen dabei der Maximaldrehzahl. Nähere Infos siehe Punkt 3.7. Fehler, die durch falsches oder fehlerhaftes Beschalten entstehen, können mit Hilfe des **Objekts 0x2026** erkannt werden. Die Auflösung des auslesbaren Parameters beträgt 0,1 V, d.h. ein Wert von 50 entspricht einer Differenzspannung von 5,0 V.

3.10. Sollwert A / B (Obj. 0x2018, 0x2019)

Die zwei fest definierbaren Sollwerte A und B lassen sich anhand zweier Objekte einstellen. Der Sollwert A lässt sich über das **Objekt 0x2018**, der Sollwert B über das **Objekt 0x2019** einstellen. Der einzutragende Wert entspricht, je nach gewählten Betriebsmodus, entweder dem gewünschten Drehzahlwert, dem PWM-Faktor in ‰ oder den Offsetwert des differentiellen Analogeingangs in 0,1V Auflösung.

3.11. Digitale Ausgänge – Initialwerte (Obj. 0x200F)

Dem Anwender stehen drei digitale Ausgänge zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Ausgänge kann er beispielsweise die Drehzahl überwachen (mit und ohne Richtungserkennung), das Betriebsbereitsignal ausgeben oder sie auch als freiprogrammierbare 24V digitale Ausgänge benutzt. Die Parametrierung der Initialwerte erfolgt per **Objekt 0x200F**. Die aktuelle Drehrichtung lässt sich anhand des zeitlichen Flankenversatzes zwischen Tachosignalen "H1" und "H2" ermitteln. Der Motor dreht links wenn das Signal an "H1" gegenüber "H2" voreilend ist, rechts wenn das Signal an "H1" gegenüber "H2" nacheilend ist. Pro mechanische Umdrehung werden standardmäßig 2 Perioden ausgegeben.

Parameterwert Dezimal (hex)	DO1	DO2	DO3
0 (0x00)	Tachosignal "H1"	Betriebsbereitsignal	0
1 (0x01)	Tachosignal "H1"	Tachosignal "H2"	0
2 (0x02)	0	0	0
18 (0x12)	0	1	0
34 (0x22)	1	0	0
50 (0x32)	1	1	0
66 (0x42)	0	0	1
82 (0x52)	0	1	1
98 (0x62)	1	0	1
114 (0x72)	1	1	1

3.12. Digitale Ausgänge (Obj. 0x2017)

Die drei digitalen Ausgänge können auch während des Betriebs geändert werden. Die Parametrierung erfolgt hierbei per **Objekt 0x2017**. Achtung! Vor dem Setzen des benötigten Wertes muss das **Objekt 0x200F** auf **2 (0x02)** gesetzt werden.

Parameterwert Dezimal (hex)	D01	D02	D03
0 (0x0)	0	0	0
1 (0x1)	1	0	0
2 (0x2)	0	1	0
3 (0x3)	1	1	0
4 (0x4)	0	0	1
5 (0x5)	1	0	1
6 (0x6)	0	1	1
7 (0x7)	1	1	1

3.13. Auswahl des Betriebsmodus (Obj. 0x6060)

Der Anwender kann mit Hilfe des **Objekts 0x6060** zwischen drei implementierten Betriebsarten wählen. Ohne anderwärtige Vereinbarung werden alle Produkte im Betriebsmodus "PWM-Steuerung" ausgeliefert (Parameterwert "-1"). Die Aktivierung des Betriebsmodus "Drehzahlregelung" erfolgt durch den Parameterwert "2. Der Betriebsmodus „Schrittbetrieb“ wird in dieser Bedienungsanleitung nicht weiter beschrieben. Informationen erhalten Sie bei Interesse auf Anfrage.

3.14. Drehzahl- und Drehzahlbereichseinstellung

im Betriebsmodus Drehzahlregelung (Obj. 0x6060 = 2)

Der Betriebsmodus "Drehzahlregelung" funktioniert nur, wenn alle Regelungs- (Siehe Punkt 3.15) und Drehzahlparameter korrekt eingestellt wurden. Die Vorgabe des Sollwerts (Drehzahl) erfolgt, in Abhängigkeit vom Steuerungsmodus (Siehe Punkt 3.7), entweder über den Eingängen "+/- AI", den Sollwertparameter A bzw. B (siehe 3.10) oder über das **Objekt 0x6042** (CAN-Betrieb). Bei Verwendung der analogen Eingänge, entspricht eine Differenzspannung von 0V dem Stillstand, eine Differenzspannung von 10V der Maximaldrehzahl. Der Drehzahlbereich wird über das **Objekt 0x6046** bzw. dessen Subindex definiert. Die Minimaldrehzahl entspricht dem Wert in Subindex 1, die Maximaldrehzahl dem in Subindex 2. Die Drehrichtungsvorgabe erfolgt, in Abhängigkeit vom Steuerungsmodus, über mindestens einen digitalen Eingang. Bei Verwendung der Sollwertparameter A und/oder B erfolgt die Umschaltung, in Abhängigkeit vom Steuerungsmodus, über mindestens einen digitalen Eingang. Im CANopen-Steuerungsmodus erfolgt die Drehzahlvorgabe über das **Objekt 0x6042** („Target Velocity“). Die Drehrichtung ist in diesen beiden Fällen wertabhängig d.h. ein negativer Wert entspricht Rechtslauf, ein positiver Linkslauf. Der aktuelle kann aus dem **Objekt 0x6043** („Velocity Demand“) ausgelesen werden. Die tatsächliche Motordrehzahl ist im **Objekt 0x6044** („Control Effort“) erhältlich.

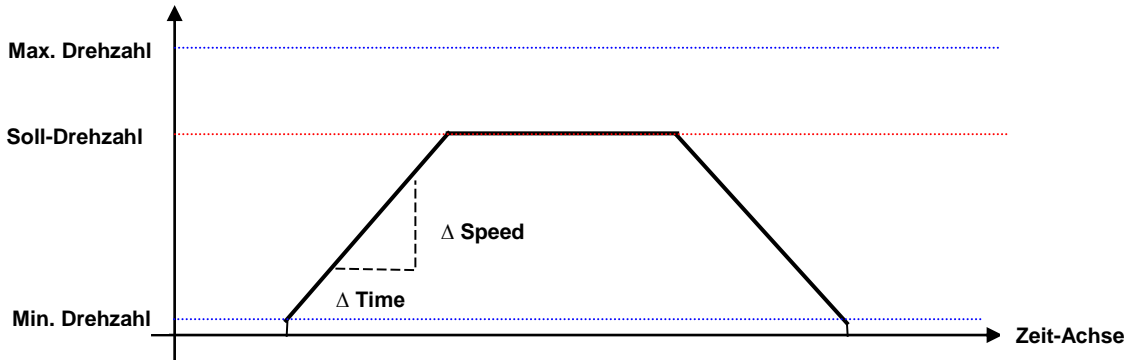
im Betriebsmodus PWM-Steuerung (Obj. 0x6060 = -1)

Der Betriebsmodus "PWM-Steuerung" entspricht dem Auslieferungszustand. Die Vorgabe des Sollwerts (PWM-Faktor) erfolgt, in Abhängigkeit vom Steuerungsmodus (Siehe Punkt 3.7), entweder über den Eingang "ANALOG IN", den Sollwertparameter A bzw. B oder über das **Objekt 0x2016** (CAN-Betrieb) Bei Verwendung des analogen Eingangs, entspricht die Spannung 0V einem PWM-Faktor von 0%, die Spannung 10V einem PWM-Faktor von 100%. Bei Verwendung der Sollwertparameter A und/oder B erfolgt die Umschaltung, in Abhängigkeit vom Steuerungsmodus, über mindestens einen digitalen Eingang. Im CANopen-Steuerungsmodus erfolgt die PWM-Vorgabe über das **Objekt 0x2016**. Die Drehrichtung ist in diesen beiden Fällen wertabhängig d.h. ein negativer Wert entspricht Rechtslauf, ein positiver Linkslauf. Die Auflösung der Sollwertvorgabe beträgt 1 ‰ d.h. der Wert ± 1000 entspricht dem PWM-Faktor von 100%.

3.15. Reglerparametrierung (Obj. 0x2007, 0x2008)

Die Parametrierung des softwaremäßig implementierten Drehzahlreglers erfolgt über zwei Objekte. Über das **Objekt 0x2007** lässt sich der P-Anteil, über den **Objekt 0x2008** der I-Anteil des Reglers einstellen. Der Defaultwert für den P-Anteil beträgt dabei 200, der für den I-Anteil 20.

3.16. Rampeneinstellung (Obj. 0x6048, 0x6049, 0x604A)



Die Parametrierung der Beschleunigungs-, Verzögerungs- und Quickstop-Rampe erfolgt getrennt von einander. Jede Rampe besitzt ein Objekt mit zwei Subindexen. Subindex 1 beinhaltet den Δ Speed-Wert in min^{-1} , Subindex 2 den Δ Time-Wert in Sekunden.



Achtung !!!

Die Angabe von Δ Speed erfolgte vor Firmware V1.1 betriebsmodusabhängig, d.h. der Wert wurde im Betriebsmodus "PWM-Steuerung" in %PWM/min, im Betriebsmodus "Drehzahlregelung" in min^{-1} angegeben. Außerdem erfolgte die Parametrierung mit von der aktuellen Angabe abweichenden Werten.

Rampenfunktion	Parameter	Objekt	Subindex
Beschleunigung	Δ Speed (min^{-1})	0x6048	1
	Δ Time (s)	0x6048	2
Verzögerung	Δ Speed (min^{-1})	0x6049	1
	Δ Time (s)	0x6049	2
Quickstop	Δ Speed (min^{-1})	0x604A	1
	Δ Time (s)	0x604A	2

Beispiel:

Gewünschtes Rampenverhalten:	von 1000 min^{-1} auf 2500 min^{-1} in 3s
Einzustellende Werte:	Δ Speed = 1500 min^{-1} ; Δ Time = 3s oder Δ Speed = 500 min^{-1} ; Δ Time = 1s

3.17. Bremsmethoden (Obj. 0x200D)

Die Steuerungselektronik unterstützt unterschiedliche elektrische Bremsmethoden. Die Umschaltung zwischen diesen erfolgt per **Objekt 0x200D**. Standard ist die Bremsmethode „Quickstop“, diese wird durch den Parameterwert „0“ aktiviert. Die Kurzschlussbremsung kann durch den Parameterwert „1“ aktiviert werden.

3.17.1. Kurzschlussbremsung (Obj. 0x200D = 1)

Im Bremsfall werden alle Motorwicklungen mit Hilfe der Lowside-MOSFETs auf Masse gezogen. Der Motor wird dabei schnell und sicher, aber ungesteuert abgebremst.



Achtung !!!

Diese Methode eignet sich nicht zur Abbremsung größerer kinetischer Energien (großes Trägheitsmoment) sowie für höhere Drehzahlen ($> 3500 \text{ min}^{-1}$), da im Bremsfall zu große Wicklungsströme fließen und die Leistungstransistoren beschädigt werden können! Aus diesem Grund steht der Parameter nicht überall zur Verfügung

3.17.2. Quickstop (Obj. 0x200D = 0)

Der Motor wird im Bremsfall, über die Quickstop-Rampe, auf 0 min^{-1} abgebremst und anschließend automatisch in den Modus „Kurzschlussbremse“ geschaltet. Dadurch entsteht ein Stillstands-/Haltemoment. Die Parametrierung der Quickstop-Rampe erfolgt wie in Punkt 3.16 beschrieben.



Achtung !!!

Beim aktiven Bremsen arbeitet der Motor generatorisch und versucht die elektrische Energie zurück-zuspeisen. Falls das Gleichspannungsnetz die Energie nicht aufnehmen kann, steigt die Zwischenkreisspannung. Beim zu schnellen Bremsen kann deshalb eine Abschaltung des Motors mit dem Fehler „Überspannung“ passieren.

3.18. Blockierschutz (Obj. 0x200E)

Bei aktivem Blockierschutz schaltet sich der Antrieb, sobald er blockiert wird, ab und gibt eine Fehlermeldung aus. Die Aktivierung/Deaktivierung des Blockierschutzes erfolgt per **Objekt 0x200E**. Ist der Parameterwert des Objekts auf „1“, so ist der Blockierschutz aktiv. Ist der Parameterwert auf „0“, so ist der Blockierschutz inaktiv.

3.19. Max. Spitzenstrom (Obj. 0x2010)

Der maximal zulässige Spitzenstrom lässt sich mit Hilfe des **Objekts 0x2010** einstellen. Die Auflösung des Parameters beträgt 1 mA, d.h. ein Wert von beispielsweise 2000 entspricht einem Strom von 2A. Der maximal zulässige Spitzenstrom beträgt 25A.

3.20. Max. Strommittelwert (Obj. 2011)

Der maximal zulässige Strommittelwert lässt sich mit Hilfe des **Objekts 0x2011** einstellen. Die Auflösung des Parameters beträgt 1 mA, d.h. ein Wert von beispielsweise 2000 entspricht einem Strom von 2A. Der maximal zulässige Strommittelwert beträgt 15 A.

Die aktuellen Stromwerte können über den CAN-Bus ausgelesen werden. **Objekt 0x2020** enthält den gemessenen Motor-Eingangsstrom. **Objekt 0x2021** enthält den berechneten Wicklungsstrom. Der Motorstrom ist proportional mit der Aufnahmeleistung, der Wicklungsstrom mit dem Drehmoment. Bei niedrigen Drehzahlen können auch bei niedrigen Eingangstrom (= niedrige Aufnahmeleistung) hohe Wicklungsströme entstehen und eventuell zum Abschalten führen. Die berechnete Aufnahmeleistung ist im **Objekt 0x2029** erhältlich.

3.21. Warntemperatur Endstufe (Obj. 0x2014)

Mit Hilfe des **Objekts 0x2014** lässt sich die Warntemperaturgrenze der Endstufen in °C einstellen. Beim Überschreiten dieser Temperatur sendet der Motor über den CAN-Bus ein Warntelegramm. Die aktuelle Endstufentemperatur ist im **Objekt 0x2022** erhältlich. Beim Überschreiten der werkseitig eingestellten maximalen Endstufentemperatur (**Obj. 0x2015**) wird der Motor mit einer Fehlermeldung abgeschaltet.

3.22. Zugriffsrechte (Obj. 0x2006)

Objekt 0x2006 bestimmt die Zugriffsrechte auf die verschiedene Objekte. Beim Wert "1" können alle Kundenparameter geändert werden. Wird der Parameterwert "0" in das Objekt geschrieben, so ist der Schreibzugriff auf alle anderen Objekte gesperrt.

3.23. Kundentext (Obj. 0x2032)

Das **Objekt 0x2032** bietet dem Anwender die Möglichkeit einen frei wählbaren Text zu hinterlegen. Die Textlänge ist dabei jedoch auf max. 61 Zeichen begrenzt.

3.24. Positionserfassung (*Obj. 0x202A, 0x202B*)

Die Rotorposition des Antriebs kann mit Hilfe des **Objekts 0x202A** überwacht werden. Der dafür eigens implementierte Zähler zählt die Impulse der Hallsensoren. Der Positionswert wird bei Rechtslauf dekrementiert, bei Linkslauf inkrementiert. Die Impulszahl pro mechanische Motorumdrehung ist im **Objekt 0x202B** erhältlich. Der Zählwert des Zählers wird nach dem Einschalten bzw. nach einem Reset auf den Anfangswert 0x8000000 gesetzt. Die Steuerung kann durch Schreiben eines beliebigen Wertes den Zähler initialisieren und damit starten. Der Wert 0x80000000 zeigt, dass der Zähler noch nicht initialisiert wurde und deshalb der Zählwert ungültig ist!

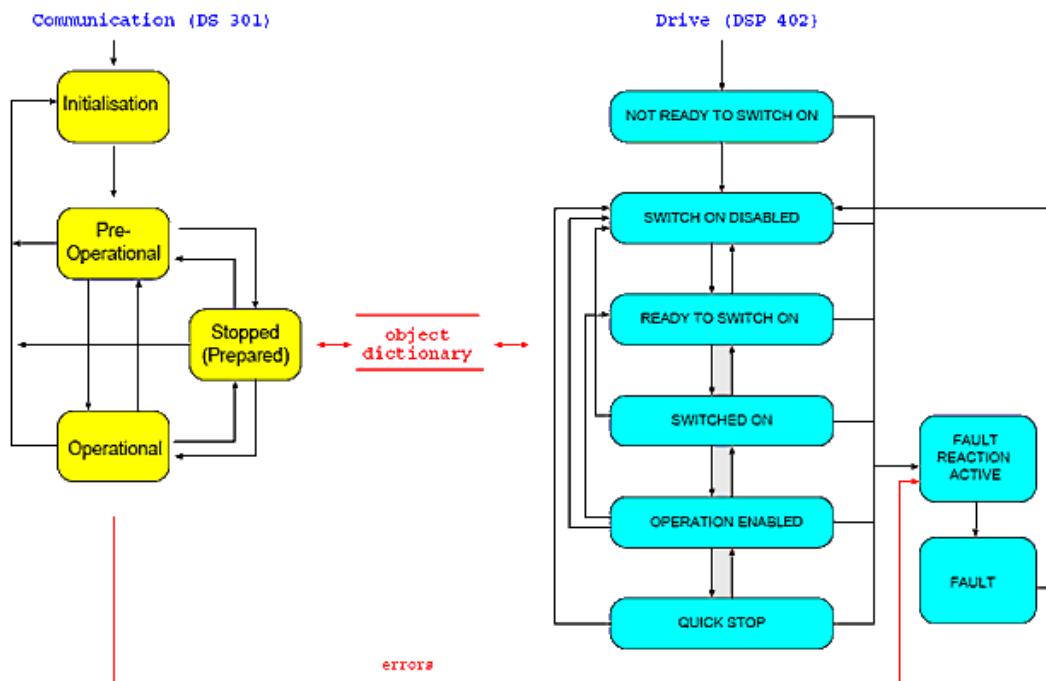


Achtung !!!

Die Impulszahl pro mechanische Motorumdrehung ist abhängig vom Motortyp und kann den **Objekt 0x202B** entnommen werden.

4. CiA-402 device profile

Mit dem Controlword wird die Zustandsmaschine (CiA 402 device profile) gesteuert. Mit dem Zustand „Operation Enabled“ ist der Motor im betriebsbereiten Zustand.



Im Operational-Modus werden jeweils drei Empfang bzw. Senden PDO zur Verfügung gestellt.

Transmit PDO:

PDO Nr.	Objekt	Bit-Länge	Bezeichnung
1	0x6041	16	Statusword
17	0x6043	16	Velocity Demand (Drehzahlsollwert in min^{-1})
	0x6044	16	Control Effort (Drehzahlistwert in min^{-1})
	0x2020	16	Motorstrom (Eingangstrom in mA)
	0x2024	16	Aktueller PWM-Faktor (in ‰)
18	0x6041	16	Statusword
	0x6044	16	Control Effort (Drehzahlistwert in min^{-1})
19	0x2021	16	Wicklungsstrom (in mA)
	0x6044	16	Control Effort (Drehzahlistwert in min^{-1})
20	0x202A	32	Rotorposition
	0x6044	16	Control Effort (Drehzahlistwert in min^{-1})
	0x2020	16	Motorstrom (Eingangstrom in mA)

Receive PDO:

PDO Nr.	Objekt	Bit-Länge	Bezeichnung
1	0x6040	16	Controlword
6	0x6040	16	Controlword
	0x6042	16	Target Velocity (Drehzahlsollwert in min ⁻¹)
17	0x6040	16	Controlword
	0x2016	16	Sollwert im PWM-Betrieb (in ‰)

5. CAN-Start-Phase

Wird ein Antrieb direkt mittels CAN-Bus betrieben, so ist es notwendig die Zustandsmaschine nach dem "CiA 402 device profile" zu bedienen. Die nachfolgenden Tabellen zeigen den benötigten Datentransfer zum Erreichen des „Operation enabled“ Zustands mittels SDO, sowie mittels PDO. Im dafür gewählten Beispiel wurde stets mit Knotenadresse 127 sowie mit einem Soll-PWM-Faktor von 50,0% gearbeitet. Zur besseren Übersicht wurden folgende Bereiche farblich markiert:

Master sendet
 Motor sendet

5.1. PDO-Startphase

Beschreibung	ID	Anzahl Bytes	Daten-Bytes	Controlword (0x6040)	Statusword (0x6041)
Antrieb sendet Knotenadresse 0x7F	0x077F	0x01	0x00		
Master setzt Knoten auf "Operational" (NMT-Dienst)	0x0000	0x02	0x01 0x7F		
Master fordert Statusword (0x6041) an	0x067F	0x08	0x40 0x41 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Statusword zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x41 0x60 0x00 0x40 0x00 0x00 0x00		Switch on disabled 0x40
Master sendet Controlword (0x6040)	0x067F	0x08	0x40 0x40 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb bestätigt korrektes Schreiben					
Master sendet PDO	0x127F	0x04	0x06 0x00 0xF4 0x01	Shutdown 0x06	
Master fordert Statusword (0x6041) an	0x067F	0x08	0x40 0x41 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Statusword zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x41 0x60 0x00 0x21 0x00 0x00 0x00		Ready to switch on 0x21
Master sendet PDO 17	0x127F	0x04	0x07 0x00 0xF4 0x01	Switch on 0x07	
Master fordert Statusword (0x6041) an	0x067F	0x08	0x40 0x41 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Statusword zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x41 0x60 0x00 0x23 0x00 0x00 0x00		Switched on 0x23
Master sendet PDO 17	0x127F	0x04	0x0F 0x00 0xF4 0x01	Enable operation 0x0F	
Master fordert Statusword (0x6041) an	0x067F	0x08	0x40 0x41 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Statusword zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x41 0x60 0x00 0x27 0x00 0x00 0x00		Operational enabled 0x27

5.2. SDO-Startphase

Beschreibung	ID	Anzahl Bytes	Daten-Bytes	Controlword (0x6040)	Statusword (0x6041)
Antrieb sendet Knotenadresse 0x7F	0x077F	0x01	0x00		
Master setzt Knoten auf "Operational" (NMT-Dienst)	0x0000	0x02	0x01 0x7F		
Master schreibt 50%Soll-PWM (Wert 0x01F4) in 0x2016	0x067F	0x08	0x2B 0x16 0x20 0x00 0xF4 0x01 0x00 0x00		
Antrieb bestätigt korrektes Schreiben	0x05FF	0x08	0x60 0x16 0x20 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Master fordert Statusword (0x6041) an	0x067F	0x08	0x40 0x41 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Statusword zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x41 0x60 0x00 0x40 0x00 0x00 0x00		Switch on disabled 0x40
Master fordert Controlword (0x6040) an	0x067F	0x08	0x40 0x40 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Controlword (Wert 0) zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x40 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Master sendet Controlword (0x6040)	0x067F	0x08	0x2B 0x40 0x60 0x00 0x06 0x00 0x00 0x00	Shutdown 0x06	
Antrieb bestätigt korrektes Schreiben	0x05FF	0x08	0x60 0x40 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Master fordert Statusword (0x6041) an	0x067F	0x08	0x40 0x41 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Statusword zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x41 0x60 0x00 0x21 0x00 0x00 0x00		Ready to switch on 0x21
Master fordert Controlword (0x6040) an	0x067F	0x08	0x40 0x40 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Controlword (Wert 0) zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x40 0x60 0x00 0x06 0x00 0x00 0x00		
Master sendet Controlword (0x6040)	0x067F	0x08	0x2B 0x40 0x60 0x00 0x07 0x00 0x00 0x00	Switch on 0x07	
Antrieb bestätigt korrektes Schreiben	0x05FF	0x08	0x60 0x40 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Master fordert Statusword 0x6041 an	0x067F	0x08	0x40 0x41 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Statusword zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x41 0x60 0x00 0x23 0x00 0x00 0x00		Switched on 0x23
Master fordert Controlword (0x6040) an	0x067F	0x08	0x40 0x40 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Controlword (Wert 0x07) zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x40 0x60 0x00 0x07 0x00 0x00 0x00		
Master sendet Controlword (0x6040)	0x067F	0x08	0x2B 0x40 0x60 0x00 0x0F 0x00 0x00 0x00	Enable operation 0x0F	
Antrieb bestätig korrektes Schreiben	0x05FF	0x08	0x60 0x40 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Master fordert Statusword (0x6041) an	0x067F	0x08	0x40 0x41 0x60 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00		
Antrieb sendet Statusword zum Master	0x05FF	0x08	0x4B 0x41 0x60 0x00 0x27 0x00 0x00 0x00		Operational enabled 0x27

6. Diagnose

6.1. Systemdiagnose

Dem Anwender stehen die nachfolgenden Objekte zur Systemdiagnose zur Verfügung.

Objekt	Diagnoseparameter	Beschreibung
0x2000	Firmwareversion	Firmwareversion
0x2015	Max. Endstufentemperatur	Maximale Endstufentemperatur in °C
0x2020	Motorstrom	Motor-Eingangsstrom in mA
0x2021	Wicklungsstrom	Berechneter Wicklungsstrom in mA
0x2022	Endstufe Temperatur	Aktuelle Endstufentemperatur in °C
0x2024	Aktueller PWM Faktor	Aktueller PWM Faktor (Pulsweitenmodulation) in %
0x2028	Eingangsspannung	Eingangsspannung in 0,1V
0x2029	Aufnahmeleistung	Berechnete Aufnahmeleistung in Watt
0x202B	Schritte pro Umdrehung	Auflösung der Lageerfassung
0x6043	Velocity Demand	Drehzahlsollwert in min ⁻¹
0x6044	Control Effort	Aktueller Drehzahlwert in min ⁻¹
0x6402	Motor Type	(0) Non (1) Phase modulated DC motor (2) Frequency controlled DC motor (3) PM synchronous motor (4) FC synchronous motor (5) switched reluctance motor (6) Wound rotor induction motor (7) Squirrel cage induction motor (8) Stepper motor (9) Micro-step stepper motor (10) Sinusoidal PM BL motor (11) Trapezoidal PM BL motor (12) AC synchronous reluctance motor (13) DC commutator PM motor (14) DC commutator wound field series (15) DC commutator wound field shunt (16) DC commutator wound field compound

6.2. Beschreibung der Fehlernummern (Obj. 0x603F)

Die Elektronik wurde so realisiert, dass sie sich im Fehlerfall selbst schützt und den Antrieb abschaltet. Zur Diagnose eindeutiger Fehlerursachen wurden Fehlernummern eingeführt. Diese werden im Fehlerfall ins **Objekt 0x603F** geschrieben.

Die Elektronikplattform generiert zwei Arten von Fehlerbeschreibungen: Warnungen und Fehler. Beim Überschreiten der Warngrenze wird der Gerätezustand nicht gewechselt, d.h. der Antrieb läuft normal weiter aber ein Warntelegramm gesendet. Beim Überschreiten der Fehlergrenze wird der Antrieb stromlos geschaltet. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über mögliche Fehler und Warnungen.

Fehlernummer	Bedeutung des jeweiligen Fehlers
0x2200	Maximaler Spitzenstrom überschritten
0x2220	Maximaler Strommittelwert überschritten
0x3210	Maximale Spannung überschritten
0x3220	Minimale Spannung unterschritten
0x4210	Maximale Endstufentemperatur überschritten
0x4310	Maximale Motortemperatur überschritten
0x5530	CRC-Fehler im Parametersatz
0x7121	Blockierung, Motor dreht nicht
0x7320	Hall-Fehler, Fehler in der Rotorpositionserfassung
0x8130	Heartbeat-Fehler
0xFFFF6	PDO6-Fehler (maximale Drehzahl überschritten)
0xFFFF7	Motor-Warntemperatur überschritten
0xFFFF9	Endstufen-Warntemperatur überschritten

7. Fehlerdiagnose

Die Nachfolgende Tabelle wurde zur Fehlerdiagnose erstellt. Sie soll einen Überblick über auftretende Fehler sowie deren mögliche Fehlerursache geben.

Fehlerbeschreibung	Mögliche Fehlerursache
Maximaler Spitzenstrom überschritten	- stoßartige Lastmomentänderung
Maximaler Strommittelwert überschritten	- Lastmoment zu groß - Beschleunigungsrampe zu steil - Regler falsch parametrier
Maximale Spannung überschritten	- Versorgungsspannung zu groß - zu schnelle Abbremsung, Verzögerungs- oder Quickstop-Rampe zu steil
Minimale Spannung unterschritten	- Versorgungsspannung zu gering - Einbruch der Versorgungsspannung - Beschleunigungsrampe zu steil
Maximale Endstufentemperatur überschritten	- Umgebungstemperatur zu groß - Antrieb aufgrund eines hohen Lastmoments sehr stark erwärmt
Warngrenze Endstufentemperatur überschritten	- Umgebungstemperatur zu groß - Antrieb aufgrund eines hohen Lastmoments sehr stark erwärmt
CRC-Fehler im Parametersatz	- Fehler bei der Datenspeicherung
Motor dreht nicht / blockiert	- zu großes Lastmoment - Antriebswelle mechanisch blockiert oder schwergängig - Getriebe blockiert oder schwergängig
Hall Fehler, Fehler in der Rotorpositionserfassung	- Magnetische Störungen - Ein oder mehrere Hall-Sensoren defekt
Heartbeat-Fehler	- Zu überwachender Teilnehmer überlastet - Zu überwachender Teilnehmer auf Störung
Maximal Drehzahl überschritten	- Antrieb wird generatorisch betrieben
Kommunikation nicht möglich	- CAN-Adapter defekt - Abschlusswiderstand vergessen - Falsche Knotenadresse - Falsche Baudrate - Fehlerhafte Spannungsversorgung - Spannungsversorgung nicht eingeschalten - Antrieb, Steller oder Regler nicht angeschlossen

8. Objektverzeichnis

Die nachfolgende Darstellung gibt dem Anwender einen Überblick über sämtliche Objekte

	Schreibzugriff mit Kundenrechten
	Schreibzugriff mit Kundenrechten (Parameter können dauerhaft gespeichert werden)
	Schreibzugriff nur mit Herstellerrechten
	Nur Lesezugriff

Objekt	Subindex	Funktion
0x1010		Parametersatz speichern
0x1016		Heartbeat Consumer
	01	Node-ID + Time (Consumer-Node-ID + Heartbeat-Consumer-Time)
0x2000		Firmwareversion
0x2001		Parameterversion
0x2002		Steuerungsmode
0x2003		Node-ID (Knotenadresse)
0x2004		Baudrate (in kbit/s)
0x2005		Endstufenparameter (in C°)
0x2006		Zugriffsrechte
0x2007		Drehzahlregler P-Anteil
0x2008		Drehzahlregler I-Anteil
0x2009		Leerlaufdrehzahl (in min ⁻¹) *1
0x200B		Offset der Strommessschaltung
0x200C		Strommessfaktor (Kompensationsfaktor der Strommessschaltung)
0x200D		Bremsmethode
0x200E		Blockierschutz
0x200F		Digitale Ausgänge (Initialwerte)
0x2010		Max. Spitzenstrom (in mA)
0x2011		Max. Strommittelwert (in mA)
0x2014		Warntemperatur Endstufe (in °C)
0x2015		Max. Endstufentemperatur (in °C)
0x2016		Sollwert im PWM-Betrieb (PWM-Faktor in ‰)
0x2017		Digitale Ausgänge
0x2018		Sollwert A
0x2019		Sollwert B
0x201B		Min. PWM -Faktor in ‰

0x2020		Motorstrom (Eingangsstrom in mA)
Objekt	Subindex	Funktion
0x2021		Wicklungsstrom (berechneter Wicklungsstrom in mA)
0x2022		Endstufentemperatur (in °C)
0x2024		Aktueller PWM Faktor (in ‰)
0x2025		Digitale Eingänge
0x2026		Analogeingang (Spannungswert am analogen Eingang in 0,1V)
0x2028		Eingangsspannung (Spannungswert der Versorgungsspannung in 0,1V)
0x2029		Aufnahmeleistung (in W)
0x202A		Rotorposition
0x202B		Schritte pro Umdrehung
0x202F		Motorpolzahl *1
0x2030		Herstellercode der Steuerplatine
0x2031		Herstellertext
0x2032		Kundentext (Max. 61 Zeichen)
0x603F		Error-Code (Fehlercode)
0x6040		Controllword
0x6041		Statusword
0x6042		Target Velocity (Drehzahlsollwert im CANopen Betrieb in min ⁻¹)
0x6043		Velocity Demand (Drehzahlsollwert nach der Rampe in min ⁻¹)
0x6044		Control Effort (aktuelle Drehzahl in min ⁻¹)
0x6046		Velocity Min Max (Begrenzung des Drehzahlsollwerts bei Drehzahlregelung)
	01	Minimum (min ⁻¹)
	02	Maximum (min ⁻¹)
0x6048		Velocity Acceleration (Beschleunigungsrampe)
	01	Delta Speed
	02	Delta Time
0x6049		Velocity Deceleration (Verzögerungsrampe)
	01	Delta Speed
	02	Delta Time
0x604A		Velocity Quick Stop (Quickstop-Rampe)
	01	Delta Speed
	02	Delta Time
0x6060		Modes of Operation (Betriebsmodus)
0x6402		Motor Type
0x6404		Motor Manufacturer (Hersteller)

*1 Nur bei externer Elektronik



GEFEG-NECKAR
Antriebssysteme GmbH
Industriestraße 25-27
D-78559 Gosheim

Tel. +49 (0) 74 26 / 608-0
Fax +49 (0) 74 26 / 608-410

www.gefeg-neckar.de
info@gefeg-neckar.de