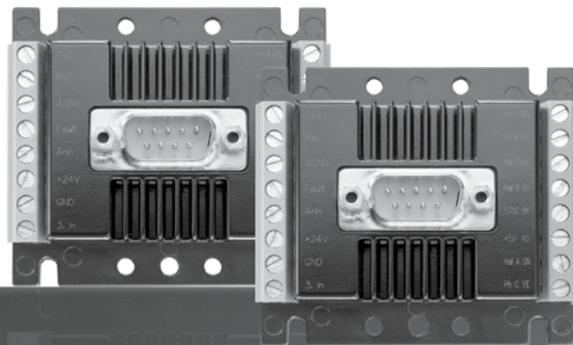


Motion Control Systems
Serie 3564K024B CS
Motion Controller
Serie MCBL 3003/06 S
Serie MCDC 3003/06 S

Bedienungsanleitung DE

RS232



Impressum

Version:
4. Auflage, 03.04.2009

Copyright
by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25 · 71101 Schönaich

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten.
Ohne vorherige ausdrückliche schriftliche Genehmigung
der Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG darf kein Teil
dieser Beschreibung vervielfältigt, reproduziert, in einem
Informationssystem gespeichert oder verarbeitet oder in
anderer Form weiter übertragen werden.

Diese Bedienungsanleitung wurde mit Sorgfalt erstellt.
Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt jedoch
für eventuelle Irrtümer in dieser Bedienungsanleitung und
deren Folgen keine Haftung. Ebenso wird keine Haftung
für direkte Schäden oder Folgeschäden übernommen,
die sich aus einem unsachgemäßen Gebrauch der Geräte
ergeben.

Bei der Anwendung der Geräte sind die einschlägigen
Vorschriften bezüglich Sicherheitstechnik und Funkentstö-
rung sowie die Vorgaben dieser Bedienungsanleitung zu
beachten.

Änderungen vorbehalten.

Die jeweils aktuelle Version dieser Bedienungsanleitung
finden Sie auf der Internetseite von FAULHABER:
www.faulhaber.com

Inhaltsverzeichnis

1	Wichtige Hinweise	6
1.1	In dieser Bedienungsanleitung verwendete Symbole	6
1.2	Sicherheitshinweise	7
2	Beschreibung	8
2.1	Allgemeine Produktbeschreibung Motor 3564K024B CS	8
2.2	Allgemeine Produktbeschreibung Motion Controller	10
2.3	Schnellstart	11
2.3.1	Betrieb über FAULHABER Motion Manager	11
2.3.2	Betrieb über eigene Host-Anwendung	13
3	Installation	14
3.1	Montage	14
3.2	EMV-gerechte Installation	15
3.2.1	Beschreibung der EMV-Maßnahmen	15
3.3	Anschlussbelegung	16
3.3.1	3564K024B CS	16
3.3.2	MCBL 3003/06 S	16
3.3.3	MCDC 3003/06 S	17
3.4	RS232-Verdrahtung	19
3.5	Motorverdrahtung	20
3.6	Baudrate und Knoten-Nummer	21
3.7	Grundeinstellungen	24
3.8	Kompatibilitätsmodus	25
4	Funktionsbeschreibung	26
4.1	Positionsregelung	27
4.2	Drehzahlregelung	29
4.2.1	Drehzahlvorgabe über RS232	29
4.2.2	Analoge Drehzahlvorgabe	30
4.3	Referenzfahrten und Endschalter	32
4.4	Erweiterte Betriebsarten	35
4.4.1	Schrittmotorbetrieb	35
4.4.2	Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)	36
4.4.3	Analoger Positionier-Modus	37
4.4.4	Externer Impulsgeber als Istwert (nicht MCDC)	38
4.4.5	Spannungssteller-Modus	39
4.4.6	Analoge Sollstromvorgabe	39
4.4.7	IxR-Regelung bei DC-Controllern	39
4.5	Sonderfunktionen des Fehleranschlusses	40
4.6	Ablaufprogramme	42
4.7	Trace-Funktion	51
4.8	Technische Informationen	53
4.8.1	Sinuskommutierung	53
4.8.2	Stromregler und I ² t-Strombegrenzung	53
4.8.3	Übertemperatursicherung	54
4.8.4	Unterspannungsüberwachung	54
4.8.5	Überspannungsregelung	55
4.8.6	Einstellung der Reglerparameter	55

Inhaltsverzeichnis

5	Parameterbeschreibung	57
5.1	Befehle zur Grundeinstellung	58
5.1.1	Befehle für spezielle Betriebsarten	58
5.1.2	Parameter für Grundeinstellung	58
5.1.3	Allgemeine Parameter	59
5.1.4	Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge	60
5.1.5	Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter	60
5.2	Abfragebefehle für Grundeinstellung	61
5.2.1	Betriebsarten und allgemeine Parameter	61
5.2.2	Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge	65
5.2.3	Konfiguration der Referenzfahrt	65
5.3	Sonstige Befehle	66
5.4	Befehle zur Bewegungssteuerung	67
5.5	Allgemeine Abfragebefehle	68
5.6	Befehle für Ablaufprogramme	69
5.7	Konfiguration im Auslieferungszustand	71
6	Betrieb	73
6.1	Inbetriebnahme	73
7	Wartung	74
7.1	Wartung/Instandhaltung	74
7.2	Störungshilfe	74
8	Technische Daten	75
8.1	Motor 3564K024B CS	75
8.1.1	Betriebsdaten	75
8.1.2	Produktabmessungen	76
8.1.3	Anschlussinformationen	76
8.2	Motion Controller MCBL 3003/06 S	77
8.2.1	Betriebsdaten	77
8.2.2	Produktabmessungen	77
8.2.3	Anschlussinformationen	78
8.3	Motion Controller MCDC 3003/06 S	80
8.3.1	Betriebsdaten	80
8.3.2	Produktabmessungen	80
8.2.3	Anschlussinformationen	81
9	EMV	83
9.1	EG-Richtlinien	83
9.2	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	84
9.3	EG-Konformitätserklärung	86
10	Herstellererklärung	87
11	Gewährleistung	88
12	Befehlsübersicht	89

1 Wichtige Hinweise

In dieser Bedienungsanleitung werden die Handhabung und die technischen Merkmale folgender Geräte von FAULHABER beschrieben:

3564K024B CS

Der 3564K024B CS integriert einen bürstenlosen DC-Servomotor, einen hochauflösenden Istwertgeber und einen Motion Controller in einer kompletten Antriebseinheit.

MCBL 3003/06 S

Der MCBL 3003/06 S ist ein externer Motion Controller für bürstenlose DC-Servomotoren mit linearen Hallsensoren, die ohne zusätzlichen Geber betrieben werden können.

MCDC 3003/06 S

Der MCDC 3003/06 S ist ein externer Motion Controller, der für die gesamte Palette der FAULHABER DC-Kleinstmotoren ausgelegt ist.

- Bitte lesen Sie die Bedienungsanleitung vor dem Einsatz des Controllers vollständig durch.
- Bewahren Sie diese Bedienungsanleitung für den späteren Gebrauch auf.

Die Angaben in dieser Bedienungsanleitung beziehen sich auf die Standard-Varianten des jeweiligen Gerätes. Eventuelle Abweichungen der Angaben durch eine kundenspezifische Modifikation entnehmen Sie bitte dem gegebenenfalls vorhandenen Beilegeblatt.

1.1 In dieser Bedienungsanleitung verwendete Symbole

WARNUNG!



Warnung!

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Warnung!“ weist auf eine drohende Gefährdung hin, die eine Körperverletzung zur Folge haben kann.

- ▶ *Dieser Pfeil weist Sie auf die entsprechende Maßnahme hin, um die drohende Gefährdung abzuwenden.*

VORSICHT!



Vorsicht!

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Vorsicht!“ weist auf eine drohende Gefährdung hin, die eine leichte Körperverletzung oder Sachschaden zur Folge haben kann.

- ▶ *Dieser Pfeil weist Sie auf die entsprechende Vorsichtsmaßnahme hin.*

VORSCHRIFT



Vorschriften und Richtlinien

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Vorschrift“ weist auf eine gesetzliche Vorschrift oder Richtlinie hin, die im jeweiligen Textzusammenhang beachtet werden muss.

HINWEIS



Hinweis

Dieses Piktogramm „Hinweis“ gibt Ihnen Tipps und Empfehlungen zur Verwendung und Handhabung des Bauteils.

1 Wichtige Hinweise

1.2 Sicherheitshinweise

Das Beachten der folgenden Sicherheitshinweise ist Voraussetzung für einen störungsfreien und gefahrlosen Betrieb des Motors und der Motion Controller. Lesen Sie deshalb bitte alle Hinweise sorgfältig durch und befolgen diese beim Einsatz der Controller.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Motion Controller von FAULHABER sind zur Ansteuerung und Regelung von DC- und BL-Motoren konzipiert. Sie verfügen über zahlreiche Funktionen und Betriebsarten, die eine flexible Anpassung an die jeweilige Antriebsaufgabe ermöglichen.

Durch die kompakte Bauform sind die Einheiten mit geringem Verdrahtungsaufwand in vielfältigen Anwendungen einsetzbar. Die flexiblen Anbindungsmöglichkeiten eröffnen ein breites Einsatzgebiet in allen Bereichen, zum Beispiel in dezentralen Systemen der Automatisierungstechnik sowie in Handling- und Werkzeugmaschinen.

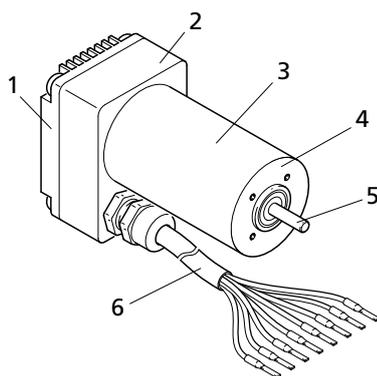
Die Steuerungsparameter der Motion Controller können über einen PC individuell an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Zur Inbetriebnahme und Konfiguration der Motion Controller über die serielle Schnittstelle steht die PC-Software „FAULHABER Motion Manager“ für Microsoft Windows zur Verfügung, die kostenlos über die FAULHABER-Hompage www.faulhaber.com heruntergeladen werden kann.

- Die Motion Controller erfüllen unter Einhaltung der in Kapitel 9 „EMV“ beschriebenen Voraussetzungen die gültigen EMV-Richtlinien. Eventuelle Auswirkungen sowie die landesspezifisch gültigen Vorschriften sind beim Einsatz zu berücksichtigen.
- Die Motion Controller enthalten elektronische Bauteile und sind entsprechend der ESD-Vorschriften zu behandeln.
- Die Motion Controller dürfen nicht in Umgebungen mit Kontaktmöglichkeiten zu Wasser, Chemie und/oder Staub, sowie in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.
- Informationen über den individuellen Einsatz unter besonderen Umgebungsbedingungen erfragen Sie bitte beim Hersteller.

2 Beschreibung

2.1 Allgemeine Produktbeschreibung Motor 3564K024B CS

Der 3564K024B CS integriert einen elektronisch kommutierten DC-Servomotor, einen hochauflösenden Istwertgeber und einen programmierbaren Positions- und Drehzahlregler, basierend auf einem leistungsfähigen digitalen Signalprozessor (DSP), in einer kompletten Antriebseinheit.



- 1 Kühlkörper/Deckel
- 2 Gehäuse
- 3 Motor
- 4 Befestigungsflansch
- 5 Motorwelle
- 6 Anschlusskabel

Der Motor ist für folgende Antriebsaufgaben konzipiert:

- **Drehzahlregelung** von 5 bis 12 000 rpm bei hohen Anforderungen an Gleichlauf und geringsten Drehmoment-Schwankungen. Ein PI-Regler sorgt für Einhaltung der Soll Drehzahlen.
- **Drehzahlprofile** wie Rampen-, Dreieck- oder Trapezbewegungen können realisiert werden. Ein sanftes Anfahren oder Abbremsen ist problemlos umsetzbar.
- **Positionierbetrieb:** Anfahren von definierten Positionen mit einer Auflösung von 1/3000 Umdrehung.
- Erfassen von **Referenzmarken und Endschalter**.
- Erweiterte Betriebsarten: **Schrittmotorbetrieb, Analog Positionierbetrieb, Spannungssteller, Elektronisches Getriebe**, Betrieb mit **externem Inkrementalgeber**.
- **Drehmomentregelung** durch einstellbare Strombegrenzung.
- **Abspeichern** der eingestellten Konfiguration.
- **Speichern und Ausführen** von Ablaufprogrammen.

Zur Umsetzung dieser Aufgaben stehen verschiedene Ein- und Ausgänge zur Verfügung:

- **Sollwerteingang** für die Drehzahlvorgabe. Es kann mit Analog- oder PWM-Signal gearbeitet werden. Der Eingang kann auch als Digital- oder Referenzeingang verwendet werden. Ein Frequenzsignal oder ein externer Inkrementalgeber kann ebenfalls hier angeschlossen werden.
- **Fehlerausgang** (Open Collector). Auch als Drehrichtungs-, Digital- oder Referenzmarkeneingang sowie als Impuls- oder Digitalausgang programmierbar.
- 1 zusätzlicher **Digitaleingang**.
- **RS232 Schnittstelle** zur Ankopplung an PC oder Steuerung mit Übertragungsraten von bis zu 115kbaud. Für die Programmierung und Bedienung steht ein umfangreicher ASCII-Befehlssatz zur Verfügung.

HINWEIS



RS232-Schnittstelle

Der Antrieb kann auch unabhängig von der RS232-Schnittstelle betrieben werden, wenn zuvor die gewünschte Funktion wie Drehzahl- oder Positionsregler über Analogeingang, Schrittmotor oder elektronisches Getriebe programmiert wurde.

2 Beschreibung

2.1 Allgemeine Produktbeschreibung Motor 3564K024B CS

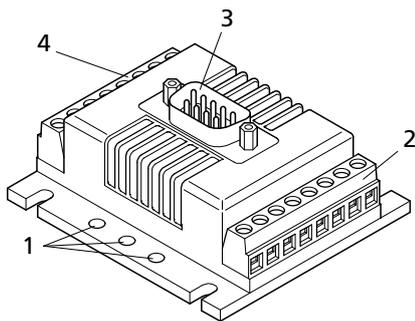
Optionen

Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuerelektronik ist optional ab Werk möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen). Hierbei entfällt der 3. Eingang. Auf Anfrage ist eine spezielle Vorkonfiguration der Modi und Parameter möglich.

Die Motion Manager-Software kann kostenlos unter www.faulhaber.com heruntergeladen werden.

2.2 Allgemeine Produktbeschreibung Motion Controller

Die Motion Controller basieren alle auf einem leistungsfähigen digitalen Signalprozessor (DSP) der eine hohe Regelgüte, eine genaue Positionierung und sehr niedrige Drehzahlen ermöglicht.



- 1 Montagebohrungen
- 2 Schraubklemmleiste Motorseite
- 3 D-Sub-Stecker für serielle Verbindung
- 4 Schraubklemmleiste Versorgungsseite

Die Motion Controller sind für folgende Aufgaben konzipiert:

- **Drehzahlregelung** bei hohen Anforderungen an Gleichlauf und geringste Drehmoment-Schwankungen. Ein PI-Regler sorgt für Einhaltung der Soll-drehzahlen.
- **Drehzahlprofile** wie Rampen-, Dreieck- oder Trapezbewegungen können realisiert werden. Ein sanftes Anfahren oder Abbremsen ist problemlos umsetzbar.
- **Positionierbetrieb:** Anfahren von definierten Positionen mit hoher Auflösung (1/3000 Umdrehung bei Verwendung der linearen Hallsensoren von BL-Motoren).
- Erfassen von **Referenzmarken und Endschalter**.
- Erweiterte Betriebsarten: **Schrittmotorbetrieb, Analoges Positionierbetrieb, Spannungssteller, Elektronisches Getriebe**, Betrieb mit **externem Inkrementalgeber**. MCDC 3003/06 S: **IxR-Regelung**.
- **Drehmomentregelung** durch einstellbare Strombegrenzung.
- **Abspeichern** der eingestellten Konfiguration.
- **Speichern und Ausführen** von Ablaufprogrammen.

2 Beschreibung

2.2 Allgemeine Produktbeschreibung Motion Controller

Zur Umsetzung dieser Aufgaben stehen verschiedene Ein- und Ausgänge zur Verfügung:

- **Sollwerteingang** für die Drehzahlvorgabe. Es kann mit Analog- oder PWM-Signal gearbeitet werden. Der Eingang kann auch als Digital- oder Referenzeingang verwendet werden. Ein Frequenzsignal oder ein externer Inkrementalgeber kann ebenfalls hier angeschlossen werden.
- **Fehlerausgang** (Open Collector). Auch als Drehrichtungs-, Digital- oder Referenzmarkeneingang sowie als Impuls- oder Digitalausgang programmierbar.
- 1 bis 3 zusätzliche **Digitaleingänge**.
- **RS232 Schnittstelle** zur Ankopplung an PC oder Steuerung mit Übertragungsraten von bis zu 115kBaud. Für die Programmierung und Bedienung steht ein umfangreicher ASCII-Befehlssatz zur Verfügung.

HINWEIS



RS232-Schnittstelle

Der Antrieb kann auch unabhängig von der RS232-Schnittstelle betrieben werden, wenn zuvor die gewünschte Funktion wie Drehzahl- oder Positionsregler über Analogeingang, Schrittmotor oder elektronisches Getriebe programmiert wurde.

Optionen

Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuerelektronik ist optional ab Werk möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen). Hierbei entfällt der 3. Eingang. Auf Anfrage ist eine spezielle Vorkonfiguration der Modi und Parameter möglich.

Die Motion Manager-Software kann kostenlos unter www.faulhaber.com heruntergeladen werden.

2 Beschreibung

2.3 Schnellstart

Für einen einfachen Einstieg sind in diesem Kapitel die ersten Schritte zur Inbetriebnahme und Bedienung der FAULHABER Motion Controller mit serieller Schnittstelle aufgezeigt. Die ausführliche Dokumentation ist aber in jedem Fall zu lesen und zu berücksichtigen, insbesondere das Kapitel 3.7 „Grundeinstellungen“!

Die Einheiten werden standardmäßig ohne Knotenadresse (NODEADR0) und mit einer Übertragungsrate von 9600 Baud ausgeliefert. Die Einstellungen können über die Schnittstelle z. B. mit dem FAULHABER Motion Manager geändert werden.

Wird der FAULHABER Motion Manager zur Änderung der Verbindungsparameter verwendet, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Antriebseinheit über Null-Modem-Kabel an eine serielle Schnittstelle des PCs (z. B. COM1) anschließen und einschalten.
2. FAULHABER Motion Manager starten.
3. Serielle Schnittstelle als Kommunikationsschnittstelle aktivieren und konfigurieren über den Menüpunkt „Terminal – Verbindungen...“.
4. Menüpunkt „Konfiguration – Verbindungsparameter...“ auswählen.
5. Gewünschte Übertragungsrate und Knoten-Adresse einstellen.
6. Button „Senden“ betätigen.
7. Die Einstellungen werden zum Controller übertragen. Der Motion Manager stellt sich danach auf die gleiche Baudrate ein und ruft erneut die Scan-Funktion auf. Der Knoten sollte nun im Node-Explorer mit der richtigen Knoten-Nummer angezeigt werden.
8. Sollen die Einstellungen dauerhaft gespeichert werden, muss anschließend der Button „EEPSAV“ gedrückt werden. Nach erneutem Aus- und Einschalten arbeitet der Antrieb nun mit der eingestellten Konfiguration.

2.3.1 Betrieb über FAULHABER Motion Manager

Der FAULHABER Motion Manager bietet einen einfachen Zugriff auf den Befehlssatz des Motion Controllers. Der gewünschte Knoten muss bei Netzbetrieb zuvor durch Doppelklick im Node-Explorer aktiviert worden sein.

Die weiter unten beschriebenen FAULHABER Kommandos können direkt in die Befehlseingabezeile eingegeben oder aus dem Befehle-Menü ausgewählt werden.

Um einen Motor über den Motion Manager anzutreiben, muss nun folgendermaßen vorgegangen werden (übereinstimmende Baudrate vorausgesetzt):

1. Antriebsfunktionen konfigurieren:

Dafür steht unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Antriebsfunktionen...“ ein komfortabler Dialog zur Verfügung, über den die gewünschten Einstellungen vorgenommen werden können.

2 Beschreibung

2.3 Schnellstart

VORSICHT!



Grundeinstellungen prüfen

Falsche Werte in den Einstellungen der Motion Controller können zu Schäden am Controller und/oder Antrieb führen.

- ▶ Bei den externen Motion Controllern MCBL 3003/06 S und MCDC 3003/06 S ist zu prüfen, ob die richtigen Grundeinstellungen für den angeschlossenen Motor vorgenommen wurden (siehe Kapitel 3.7 „Grundeinstellungen“).

Für Bürstenlosmotoren muss dabei der richtige Motortyp eingestellt sein, für DC-Motoren muss unter „Antriebsparameter“ die richtige Impulszahl des Encoders (ENCRES) angegeben sein. Für das Betreiben des Antriebs über den PC muss die Sollwertvorgabe auf digital (SOR0) eingestellt sein.

Sollen die Einstellungen dauerhaft gespeichert werden, so muss noch der Button „EEPSAV“ betätigt werden.

2. Antrieb aktivieren:

Befehl „EN“.

Eingabe in Befehlseingabefeld und Button „Senden“ betätigen oder Auswahl aus Menü „Befehle – Bewegungssteuerung – Antrieb aktivieren“ und Button „Senden“ betätigen.

3. Motor betreiben (Beispiele):

- Motor drehzahl geregelt mit 100 rpm antreiben:

Befehl „V100“.

Eingabe in Befehlseingabefeld und Button „Senden“ betätigen oder Auswahl aus Menü „Befehle – Bewegungssteuerung – Antreiben mit konstanter Drehzahl“, Wert 100 in Dialogbox eingeben, OK und Button „Senden“ betätigen.

- Motor stoppen:

Befehl „V0“.

- Motor relativ um 10000 Inkremente verfahren:

Befehl „IR10000“ zum Laden der relativen Sollposition, Befehl „M“, um geladene Sollposition anzufahren.

2 Beschreibung

2.3 Schnellstart

2.3.2 Betrieb über eigene Host-Anwendung

Stellen Sie Ihre Host-Anwendung auf die Übertragungsrate des Controllers ein (Default 9600 Baud) mit folgender Konfiguration:

- 8 Datenbits
- 1 Stopbit
- No Parity

Für schnelle Befehlsfolgen oder Übertragung von Ablaufprogrammen und Parametersätzen ist das Xon/Xoff-Protokoll zu verwenden.

Zur Bedienung der FAULHABER Motion Controller steht ein umfangreicher ASCII-Befehlssatz zur Verfügung. Die ASCII-Befehle sind folgendermaßen aufgebaut:

[Knoten-Nr.]	Befehl	[Argument]	CR
--------------	--------	------------	----

Die Knoten-Nummer ist optional und wird nur benötigt, wenn mehrere Antriebe an einer Schnittstelle betrieben werden. Der Befehl besteht aus einer Buchstaben-Zeichenfolge. Das optionale Argument besteht aus einem ASCII-Zahlenwert. Den Abschluss bildet immer ein CR-Zeichen (Carriage Return, ASCII-Dezimalcode 13). Leerzeichen werden ignoriert, es wird nicht zwischen Groß- und Kleinbuchstaben unterschieden.

Die Antwort auf Abfragebefehle oder asynchrone Ereignisse ist ebenfalls eine ASCII-Zeichenkette, gefolgt von einem CR-Zeichen (Carriage Return, ASCII-Dezimalcode 13) und einem LF-Zeichen (Line Feed, ASCII-Dezimalcode 10).

Beispiel:

- Abfragen der Ist-Position:
Senden: **POS** [CR]
Empfangen: **98956** [CR] [LF]
- Motor antreiben mit 500 rpm:
Senden: **V500** [CR]

Bei Einstellung von ANSW2 erhalten Sie bei reinen Sendebefehlen ein „OK“ zurück, wenn der Befehl erfolgreich ausgeführt wurde, oder eine der folgenden Zeichenketten:

- „Unknown command“
- „Invalid parameter“
- „Command not available“
- „Overtemperature – drive disabled“

Beispiel:

Senden: **V500** [CR]
Empfangen: **OK**[CR] [LF]

Der Befehl EEPSAV antwortet immer mit der Zeichenkette „EEPROM writing done“ nach erfolgreicher Speicherung der aktuellen Einstellungen im Daten-Flash, oder mit „Flash defect“, falls die Speicherung versagt hat.

Im Kapitel 5 „Parameter-Beschreibung“ sind alle Befehle aufgeführt.

3 Installation

3.1 Montage

Der Aufstellungsort soll so gewählt werden, dass für die Kühlung der Einheit saubere und trockene Kühlluft zur Verfügung steht. Die Einheiten sind für den Betrieb in Innenräumen vorgesehen. Größerer Staubanfall und hohe Konzentration von chemischen Schadstoffen sind zu vermeiden.

Speziell beim Einbau in Gehäuse und Schränke ist darauf zu achten, dass die Kühlung der Einheit gewährleistet bleibt. Da das Gerät mit Oberflächenkühlung arbeitet, können hier Temperaturen bis 85 °C auftreten. Die einwandfreie Funktion ist nur dann gewährleistet, wenn die Versorgungsspannung innerhalb der definierten Toleranzbereiche liegt.

Verdrahtungsarbeiten an den Klemmleisten und Anschlüssen dürfen nur bei spannungsfreien Einheiten durchgeführt werden.

Bitte beachten Sie außerdem die ergänzenden Anweisungen zur Installation im Kapitel 9 „EMV“.

VORSICHT!



Beschädigungsgefahr

Durch eine falsche Montage oder eine Montage mit falschem Befestigungsmaterial kann der Motion Controller beschädigt werden.

► *Die folgenden Montageanweisungen einhalten.*

Fachpersonal

Nur ausgebildete Fachkräfte und unterwiesene Personen mit Kenntnissen auf den Gebieten Automatisierungstechnik und Normen und Vorschriften wie **EMV-Richtlinie, Niederspannungsrichtlinie, Maschinenrichtlinie, VDE-Vorschriften (wie DIN VDE 0100, DIN VDE 0113/EN 0204, DIN VDE 0160/EN 50178), Unfallverhütungsvorschriften** dürfen die Geräte einbauen und in Betrieb nehmen. Vor einer Inbetriebnahme muss diese Beschreibung sorgfältig gelesen und beachtet werden.

Spannungsfrei

Bei allen Arten von Montage- und Anschlussarbeiten muss der Motion Controller spannungsfrei geschaltet werden.

Untergrund

Die Motion Controller dürfen nur auf ebenen und harten Flächen angeschraubt werden.

Schraubklemmleisten

Das maximale Anzugsmoment der Schraubklemmleisten ist zu beachten. Siehe Kapitel 8 „Technische Daten“.

3 Installation

3.2 EMV-gerechte Installation

VORSICHT!



Länge der Anschlussleitungen

Die maximale Länge der Anschlussleitungen ist begrenzt.

- ▶ Alle Anschlussleitungen mit Ausnahme der Spannungsversorgung dürfen eine Länge von 3 m nicht überschreiten.

Die Optimierung des Verhaltens hinsichtlich Störaussendung und Störfestigkeit setzt zusätzliche EMV-Maßnahmen voraus:

- Die Gewährleistung der zulässigen Störaussendung bzw. notwendigen Störfestigkeit im Industriebereich kann die Verwendung eines EMV-Filters und/oder einer EMV-Schutzbeschaltung erfordern.

Motion Controller	Einsatzumgebung	Störungstyp	Maßnahme
MCDC 3006 S	Industriebereich	Störaussendung	EMV-Filter
MCBL 3006 S	Industriebereich	Störaussendung	EMV-Filter
MCBL 3006 S	Industriebereich	Störfestigkeit	EMV-Schutzbeschaltung

Aus dieser Tabelle geht hervor, welche zusätzlichen EMV-Maßnahmen umgesetzt werden können, um das Verhalten des Betriebsmittels in der bestimmungsgemäßen Umgebung hinsichtlich Störaussendung und Störfestigkeit zu optimieren.

Die Geräte sind nur für den Einsatz im Industriebereich vorgesehen. Sollen die Geräte im Wohnbereich, im Geschäftsbereich, im Gewerbebereich oder in einem Kleinbetrieb verwendet werden, dann ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass die Störaussendung unterhalb des zulässigen Grenzwertes liegt.

3.2.1 Beschreibung der EMV-Maßnahmen

Das EMV-Filter (nur für MCDC 3006S und MCBL 3006S)

Die Versorgungs- und Motorversorgungsleitungen müssen direkt am Gerät mit jeweils zwei Windungen durch eine geeignete Ferrithülse (z.B. Würth Elektronik Nr.: 74270090) geführt werden.

Die EMV-Schutzbeschaltung (nur für MCBL 3006S)

Die Signalleitungen des MCBL 3006S müssen direkt am Gerät mit zwei Windungen durch einen Star-Ring (z.B. Würth Elektronik Nr.: 7427153) geführt werden.

3 Installation

3.3 Anschlussbelegung

Die Motion Controller sind bauartabhängig entweder mit Schraubklemmleisten oder Stiftleisten als Anschlussmöglichkeiten ausgestattet. Der Motor 3564K024B CS ist mit einem achtadrigen Anschlusskabel (AWG 24) ausgestattet.

VORSICHT!



Elektronikschaden/ESD-Schutz

Elektrostatische Entladungen auf die Anschlüsse der Motion Controller können zur Zerstörung der Elektronik führen.

- ▶ ESD Schutzmaßnahmen beachten.

Durch falsches Anschließen der Adern kann die Elektronik zerstört werden.

- ▶ Anschlüsse gemäß der Anschlussbelegung anschließen, siehe Tabelle.

Bitte beachten Sie außerdem die ergänzenden Anweisungen zur Installation im Kapitel 9 „EMV“.

VORSICHT!



Stromversorgungsanschlüsse (+24 V, GND)

Bei Verwendung eines nicht ausreichend dimensionierten Netzgerätes kann es zu Fehlfunktionen kommen. Bei Falschanschluss der Versorgungsleitungen (Verpolung) löst die interne Sicherung aus. Diese darf nur werkseitig ersetzt werden!

- ▶ Das Netzgerät sollte je nach angeschlossenem Motor ausreichend dimensioniert sein.
- ▶ Polaritätsanschluss beachten.

3.3.1 3564K024B CS

Die Anschlüsse sind als farbige Litzen ausgeführt und wie folgt belegt:

Litze	Bezeichnung	Bedeutung
blau	GND	GND
rosa	+24 V	+24 V
braun	AnIn	Analoger Eingang
weiß	Fault	Fehlerausgang
grau	AGND	Analog GND
gelb	RxD	RS232 RxD
grün	TxD	RS232 TxD
rot	3.In	3. Eingang opt. Elektronikversorgung U _B

3.3.2 MCBL 3003/06 S

Die Anschlüsse sind als Klemm- oder Stiftleisten ausgeführt und wie folgt belegt:

Anschlussbelegung Versorgungsseite

Anschluss	Bezeichnung	Bedeutung
1	TxD	RS232 TxD
2	RxD	RS232 RxD
3	AGND	Analog GND
4	Fault	Fehlerausgang
5	AnIn	Analoger Eingang
6	+24 V	+24 V
7	GND	GND
8	3. In	3. Eingang opt. Elektronikversorgung U _B

3 Installation

3.3 Anschlussbelegung

Anschlussbelegung Motorseite

Anschluss	Bezeichnung	Litzenfarbe	Bedeutung
1	Ph A	braun	Motor-Phase A
2	Ph B	orange	Motor-Phase B
3	Hall C	grau	Hallsensor C
4	Hall B	blau	Hallsensor B
5	SGND	schwarz	Signal GND
6	+5 V	rot	VCC
7	Hall A	grün	Hallsensor A
8	PH C	gelb	Motor-Phase C

Zusätzlich ist ein 9-poliger SUB-D-Stecker angebracht mit folgender Belegung:

Pin	Bedeutung
2	RxD
3	TxD
5	GND

3.3.3 MCDC 3003/06 S

Die Anschlüsse sind als Klemm- oder Stiftleisten ausgeführt und wie folgt belegt:

Anschlussbelegung Versorgungsseite

Anschluss	Bezeichnung	Bedeutung
1	TxD	RS232 TxD
2	RxD	RS232 RxD
3	AGND	Analog GND
4	Fault	Fehlerausgang
5	AnIn	Analoger Eingang
6	+24 V	+24 V
7	GND	GND
8	3. In	3. Eingang opt. Elektronikversorgung U _B

Anschlussbelegung Motorseite

Anschluss	Bezeichnung	Bedeutung
1	Mot -	Motor -
2	Mot +	Motor +
3	SGND	Impulsgeber GND
4	+5 V	Impulsgeber VCC
5	Ch B	Impulsgeber Kanal B
6	Ch A	Impulsgeber Kanal A
7	4. In	4. Eingang
8	5. In	5. Eingang

Zusätzlich ist ein 9-poliger SUB-D-Stecker angebracht mit folgender Belegung:

Pin	Bedeutung
2	RxD
3	TxD
5	GND

3 Installation

3.3 Anschlussbelegung

Analogeingang (Analog Eingang, Analog GND = AGND)

Der Analogeingang ist als Differenzeingang ausgeführt. Der Analog-GND sollte mit dem Stromversorgungs-GND verbunden werden. Damit wird verhindert, dass der Spannungsabfall in der Versorgungsleitung sich auf den Drehzahlvorgabewert auswirkt.

Der Analogeingang hat je nach Konfiguration unterschiedliche Verwendungszwecke:

- Drehzahlsollwertvorgabe über Analogspannung
- Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal
- Strombegrenzungswert über Analogspannung
- Vorgabe der Sollposition über Analogspannung
- Digitaleingang für Referenz- und Endschalter
- Anschluss für einen externen Impulsgeber (Analog Eingang gegen GND: Kanal A / Analog GND gegen GND: Kanal B) im Gearing- oder BL-Encodermodus

RS232-Anschlüsse

Die RS232-Verdrahtung wird über die Anschlüsse RxD, TxD und über den Versorgungs-GND hergestellt. Die eingebaute RS232-Schnittstelle erlaubt eine direkte Verbindung mit einem PC bei Verwendung eines Null-Modem-Kabels, bei dem die Sendeleitung (TxD) und die Empfangsleitung (RxD) gekreuzt ist.

Fehlerausgang

Der Fehlerausgang ist durch folgende Eigenschaften charakterisiert:

- Schalter, der nach GND schaltet (Open Collector)
- Ausgangswiderstand im offenen Zustand (High Pegel): 100 k Ω
- Im Fehlerfall ist der Schalter offen (High Pegel)
- Ausgangsstrom auf ca. 30 mA begrenzt, Spannung im offenen Zustand darf die Versorgungsspannung nicht übersteigen (maximal UB)
- Kurzschlussfest

Der Fehlerausgang wird bei folgenden Situationen aktiviert:

- Strombegrenzung aktiv
- Überspannungsregler aktiv (Versorgungsspannung über 32 V)
- Endstufe aufgrund Übertemperatur abgeschaltet

Der Fehlerausgangs-Anschluss kann auch für andere Funktionen umkonfiguriert werden:

- Impulsausgang (nur MCBL, 3564...B CS)
- Digitalausgang
- Endschaltereingang
- Drehrichtungseingang

3 Installation

3.3 Anschlussbelegung

3. Eingang

Dieser Anschluss ist als Referenz- oder Digitaleingang verwendbar. Optional ist der Antrieb werkseitig auch mit getrennter Elektronikversorgung an diesem Anschluss lieferbar, wodurch das Abschalten der Motorspannung unabhängig von der Elektronikversorgung ermöglicht wird.

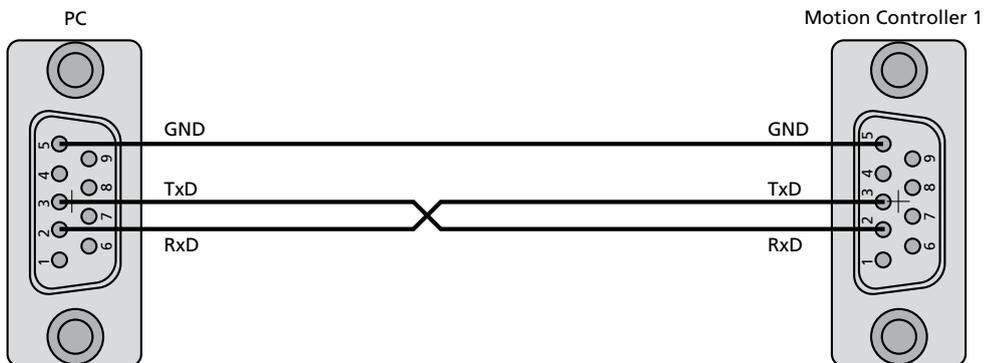
4./5. Eingang (nur MCDC)

Diese Eingänge sind als Digital- und Referenzeingänge verwendbar.

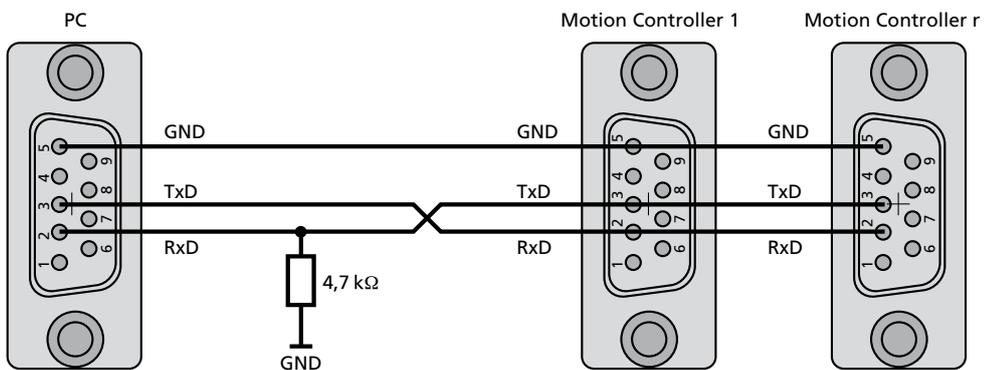
3.4 RS232-Verdrahtung

Verwenden Sie zur Verbindung des Controllers mit dem PC oder der Steuerung ein Null-Modem-Kabel, bei dem die Sendeleitung (TxD) und die Empfangsleitung (RxD) gekreuzt sind.

Bei Verdrahtung mit einem Motion Controller – Befehl NET0



Bei Verdrahtung mit mehreren Motion Controllern – Befehl NET1



3 Installation

3.5 Motorverdrahtung

MCDC 3003/06 S; MCBL 3003/06 S:

Die Encoder- bzw. Signalleitungen sind stöempfindlich, daher kann keine max. Leitungslänge angegeben werden.

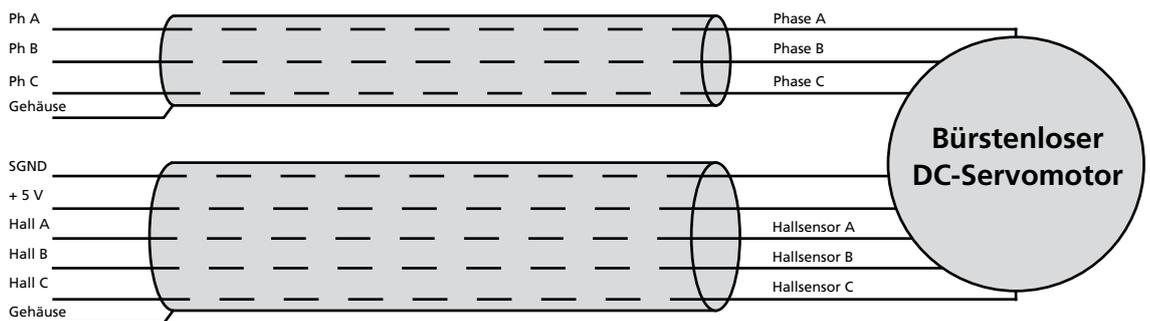
Bei Anschlusslängen > 300 mm ist grundsätzlich eine Schirmung vorzusehen.

Generell ist darauf zu achten, dass die Leitungen zwischen Motion Controller und Motor möglichst kurz gehalten werden, da sich die Eigenschaften des Antriebssystems, wie Laufruhe und Gleichlauf verschlechtern, je länger die Leitungen ausgeführt sind.

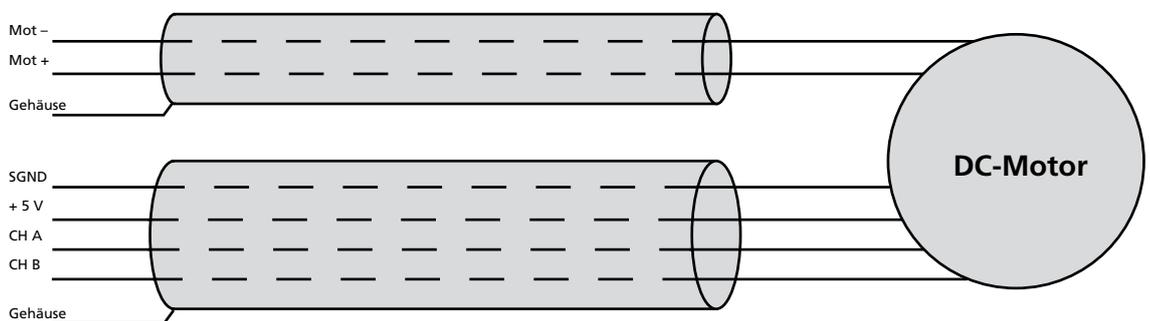
Nur MCDC 3003/06 S:

Ein Encoder mit Differenzausgängen (z. B. Line Driver) erhöht die Störunempfindlichkeit. Hierfür ist der HEDL-Adapter Nr. 6501.00064 von FAULHABER zu verwenden.

MCBL Motorverdrahtung



MCDC Motorverdrahtung



3 Installation

3.6 Baudrate und Knoten-Nummer

Die serielle Schnittstelle muss folgendermaßen konfiguriert werden:

- 8 Datenbits
- 1 Stopbit
- No Parity

Für schnelle Befehlsfolgen oder Übertragung von Ablaufprogrammen und Parametersätzen ist das Xon/Xoff-Protokoll zu verwenden.

Folgende Übertragungsraten können eingestellt werden:

- 600 Baud (vom Motion Manager nicht unterstützt)
- 1200 Baud
- 2400 Baud
- 4800 Baud
- 9600 Baud (Default)
- 19200 Baud
- 38400 Baud
- 57600 Baud
- 115200 Baud

Die Einstellung kann über die Schnittstelle geändert werden, wenn bereits eine Verbindung zum Antriebsknoten besteht:

Befehl	Funktion	Beschreibung
BAUD	Select Baudrate	Übertragungsrate für RS232-Schnittstelle vorgeben

Beispiel:

Übertragungsrate ändern auf 19200 Baud:

BAUD 19200

VORSICHT!



Baudrate

PC und Controller müssen auf die selbe Baudrate eingestellt sein, um miteinander kommunizieren zu können.

- ▶ *Wurde die Baudrate des Controllers geändert, muss anschließend auch die Baudrate des PCs bzw. der Steuerung auf die neue Baudrate eingestellt werden.*

Sollen mehrere Antriebe an einer seriellen Schnittstelle betrieben werden, so muss jede Antriebseinheit eine eindeutige Knoten-Nummer zwischen 1 und 255 besitzen.

Befehl	Funktion	Beschreibung
NODEADR	Define Node Address	Knoten-Nummer einstellen

Beispiel:

Antriebseinheit auf Knoten-Nummer 3 einstellen:

NODEADR3

Die Geräte werden alle mit der Knoten-Nummer 0 ausgeliefert. Um die Einheiten für den Netzwerk-betrieb vorzubereiten, sind diese zuerst einzeln an den PC anzuschließen und z. B. mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers auf die gewünschte Knotenadresse einzustellen.

3 Installation

3.6 Baudrate und Knoten-Nummer

Ein serielles Netzwerk kann aufgebaut werden, indem die Sendeleitung des Masters (PC, SPS) mit der Empfangsleitung des ersten Knoten verbunden wird und von dort zur Empfangsleitung des zweiten Knoten weitergeschleift wird und so weiter. Ebenso wird mit der Empfangsleitung des Masters verfahren, die zu allen Sendeleitungen der Antriebsknoten weitergeschleift wird. Bei dieser Motion Controller Generation wird keine Multiplexerplatine für den seriellen Netzwerkbetrieb benötigt. Über einen neuen Befehl wird der Multiplexmodus aktiviert:

Befehl	Funktion	Beschreibung
NET	Set Network Mode	RS232-Multiplexmodus für Netzwerkbetrieb aktivieren. 0: Kein Netzwerkbetrieb, Antrieb alleine an einer RS232 1: Netzwerkbetrieb aktiviert

Beispiel:

Netzwerkbetrieb aktivieren:

NET1

Um die einzelnen Antriebe im Netzwerk adressieren zu können, muss vor jedem zu sendenden ASCII-Kommando die Knoten-Nummer angegeben werden (Bsp.: 3V100). Befehle ohne Knoten-Nummer werden von allen Antriebsknoten im Netzwerk übernommen (Broadcast).

3 Installation

3.6 Baudrate und Knoten-Nummer

VORSICHT!



Gleichzeitige Antworten

Werden von mehreren Geräten gleichzeitig Daten gesendet, kommt es zu Kommunikationsstörungen.

- ▶ Im Netzwerkbetrieb dürfen keine unadressierten Abfragebefehle gesendet werden, da sonst alle Geräte gleichzeitig antworten würden und sich die Telegramme vermischen.
- ▶ Es dürfen keine asynchronen Rückmeldungen von mehreren Geräten gleichzeitig gesendet werden.
- ▶ Die Befehlsquittierung bei Verwendung von unadressierten Sendebefehlen ist abzuschalten.

Verwenden Sie den Befehl ANSW zur Einstellung des Rückmeldeverhaltens:

Befehl	Funktion	Beschreibung
ANSW	Answer Mode	0: Keine asynchronen Rückmeldungen 1: Asynchrone Rückmeldungen zulassen 2: Alle Befehle mit Bestätigung und asynchronen Rückmeldungen 3: Debug-Modus, gesendete Befehle werden zurückgegeben (nicht verwendbar bei der Konfiguration mit dem Motion Manager!) 4-7: analog zu 0-3, aber Rückmeldungen, die aus einem Befehl im Ablaufprogramm resultieren, werden nicht gesendet (nicht einstellbar über Motion Manager)

Beispiel:

Asynchrone Rückmeldungen und Befehlsbestätigung abschalten:

ANSW0

Beispiel Debug-Modus:

Debug-Modus aktivieren:

ANW3

Senden: ∇ 100

Empfangen: ∇ ,100: OK

3 Installation

3.7 Grundeinstellungen

Bei der ersten Inbetriebnahme der externen Motion Controller sind einige Grundeinstellungen zur Anpassung des Controllers an den angeschlossenen Motor vorzunehmen. Verwenden Sie den FAULHABER Motion Manager, um diese Anpassungen bequem durchzuführen!

VORSICHT!



Zerstörungsgefahr

Bei Nichtbeachtung dieser Grundeinstellungen kann es zur Zerstörung von Komponenten kommen!

► Die nachfolgend beschriebenen Grundeinstellungen sind zu beachten.

Der MCBL 3003/06 S ist bei der Auslieferung standardmäßig auf den Motortyp 5 (2444S024B K1155) eingestellt. Soll ein anderer Motor angeschlossen werden, ist zuerst der richtige Motortyp einzustellen. Der FAULHABER Motion Manager bietet dann noch die Möglichkeit die Hallsensordesignale für einen ruckelfreien Anlauf abzugleichen und den Phasenwinkel für besten Wirkungsgrad zu optimieren. Dieser Vorgang sollte auch bei der Erstinbetriebnahme und bei jedem Motortausch durchgeführt werden („Optimierung auf angeschlossenen Motor“ im Menü „Konfiguration – Antriebsfunktionen“).

Des Weiteren müssen die Reglerparameter und die Strombegrenzungswerte auf den angeschlossenen Motor und die Anwendung angepasst werden.

Der Befehl MOTTYP stellt den Controller auf den entsprechenden Motor ein. Dabei werden zu den aufgeführten Werten auch interne Parameter verändert:

MOTTYP	Motortyp	P-Anteil (POR)	I-Anteil (I)	PP	PD	CI	Spitzenstrom (mA)	Dauerstrom (mA)
1	1628T012B K1155	6	25	12	2	40	3 000	770
2	1628T024B K1155	9	22	8	10	40	3 000	410
3	2036U012B K1155	6	45	10	14	50	3 000	980
4	2036U024B K1155	14	25	17	6	50	3 000	480
5	2444S024B K1155	7	40	16	9	50	5 000	1 370
6	3056K012B K1155	8	30	22	13	50	7 000	1 940
7	3056K024B K1155	10	40	22	12	50	3 000	930
8	3564K024B K1155	8	40	12	6	50	8 000	2 800
9	4490H024B K1155	8	40	12	6	20	10 000	6 000
0	Sondermotor	10	50	10	5	40	10 000	5 000

Die durch den Befehl MOTTYP eingestellten Werte können nachträglich wieder einzeln verändert werden. Mit dem Befehl RN werden die Default-Parameter entsprechend des eingestellten Motortyps gesetzt. Soll ein Motor angeschlossen werden, der nicht in der Motortyp-Liste aufgeführt ist, ist der Motortyp 0 (MOTTYP0) zu wählen und zusätzlich die Parameter k_n (Drehzahlkonstante) und R_m (Anschlusswiderstand) gemäß den Angaben im Datenblatt über die Befehle k_n und R_m einzustellen.

Der MCDC 3003/06 S ist bei der Auslieferung standardmäßig auf eine Impulsgeberauflösung von 512 Impulsen (ENCRES 2048) eingestellt. Über den Befehl ENCRESES oder über den Antriebsparameter-Dialog im Motion Manager (Menü „Konfiguration – Antriebsfunktionen“) wird die 4-fache Encoderauflösung eingegeben (Vierflankenauswertung).

Die Parameter R_m und k_n werden zum Schutz der Leistungsendstufe im Bremsbetrieb verwendet. Die Werte sind aus dem Datenblatt des angeschlossenen Motors zu entnehmen. Des Weiteren müssen die Reglerparameter und die Strombegrenzungswerte auf den angeschlossenen Motor und die Anwendung angepasst werden.

Bei Verwendung des Fault-Pins als Eingang (REFIN, DIRIN) muss zuerst die gewünschte Funktion programmiert werden, bevor von außen Spannung angelegt wird!

3 Installation

3.8 Kompatibilitätsmodus

Kompatibilität zu Vorgängermodellen einstellen:

Nachfolgende Einstellungen haben das Ziel, eine möglichst hohe Kompatibilität zu den Vorgängermodellen (3564...BC, MCBL 2805, MCBL 2803, MCDC 2805 und MCDC 2803) herzustellen.

HINWEIS



Kompatibilität

Der Kompatibilitätsmodus bewirkt jedoch keine vollständige Übereinstimmung zu früheren Motion Controllern!

Zum Einstellen der Kompatibilität sind folgende Befehle notwendig:

- COMPATIBLE1
- SOR1
- SP10000
- SETTTL
- POR4
- I20
- PP15
- EN

Je nach Anwendung müssen die Reglerparameter POR, I, PP, PD und SR evtl. noch nachjustiert werden (siehe Kapitel 4.8.6 Einstellung der Reglerparameter).

Erklärung des COMPATIBLE-Befehles

Folgende Funktionen werden durch den COMPATIBLE Befehl ausgeführt.

Befehl	beinhaltet folgende Funktionen	
COMPATIBLE1	ANSW1	Automatische Befehlsquittierungen abgeschaltet
	SR18	Reglerabtastung auf 1,8 ms
	-	Die Encoderauflösung wird auf 1 000 Imp./Umdr. reduziert (nicht MCDC).
COMPATIBLE0	ANSW2	Automatische Befehlsquittierung eingeschaltet
	SR1	Reglerabtastung auf 0,1 ms
	-	Die Encoderauflösung wird auf 3 000 Imp./Umdr. gesetzt (nicht MCDC).

4 Funktionsbeschreibung

4.1 Positionsregelung

In dieser Betriebsart können Sollpositionen über die serielle Schnittstelle vorgegeben werden:
Einstellung: Betriebsart CONTMOD oder ENCMOD und SOR0.

Profil- und Reglerparameter werden über die FAULHABER Befehle zur Grundeinstellung (siehe Kapitel 5.1.3 „Allgemeine Parameter“) vorgenommen. Hier sind insbesondere die Beschleunigungswerte AC und DEC, die Maximaldrehzahl SP, die Strombegrenzungswerte LPC und LCC, sowie die Reglerparameter POR, I, PP und PD an die jeweilige Anwendung anzupassen. Die Positionierbereichsgrenzen können über den Befehl LL eingestellt und über APL aktiviert werden.

Die Positionierung wird über die FAULHABER Befehle zur Bewegungssteuerung ausgeführt:

Befehl	Funktion	Beschreibung
LA	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$
LR	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Die resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen den unten angegebenen werten liegen. Wert: $-2,14 \cdot 10^9$ und $2,14 \cdot 10^9$
M	Initiate Motion	Lageregelung aktivieren und Positionierung starten

Beispiel:

- 1.) Sollposition laden: **LA40000**
- 2.) Positionierung starten: **M**

Das Erreichen der Zielposition oder einer beliebigen Zwischenposition wird durch ein „p“ signalisiert, wenn „Notify Position“ vor dem Start der Positionierung gesetzt wurde, vorausgesetzt ANSW1 oder ANSW2 ist eingestellt:

Befehl	Funktion	Beschreibung
NP	Notify Position	Ohne Argument: Ein „p“ wird zurückgesendet bei Erreichen der Sollposition. Mit Argument: Bei Überfahren der angegebenen Position wird ein „p“ zurückgesendet.
NPOFF	Notify Position Off	Ein noch nicht ausgelöster Notify-Position-Befehl wird wieder deaktiviert.

Bei Verwendung der linearen Hallensoren der Bürstenlosmotoren als Lagegeber (3564K024B CS, MCBL 3003/06 S) werden 3000 Impulse pro Umdrehung geliefert. Über den Befehl COMPATIBLE1 kann auf 1000 Impulse pro Umdrehung umgeschaltet werden, um kompatibel zu den Vorgängermodellen (3564K024B C, MCBL 2805) zu bleiben.

Im COMPATIBLE1-Modus wird bei Veränderung des AC-Wertes der DEC-Wert auf denselben Wert gesetzt und die Positionierbereichsgrenzen durch 3 geteilt, zusätzlich wird der Parameter SR von 1 auf 18 gesetzt (1,8 ms Regelabtastrate des MC..2805). Unabhängig dazu kann SR vom Benutzer angepasst werden.

Bei APL0 können relative Positionierungen auch über die Bereichsgrenzen hinweg ausgeführt werden. Dabei wird bei Überschreitung der oberen (1800000000) bzw. der unteren Grenze (-1800000000) ohne Verlust von Inkrementen bei 0 weitergezählt.

4 Funktionsbeschreibung

4.1 Positionsregelung

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Durch entsprechende Vorgabe neuer Werte (Maximaldrehzahl, Beschleunigung, Endposition), während der Positionierung, können kompliziertere Bewegungsprofile erzeugt werden. Nach einer Werteänderung muss lediglich ein neuer Motion-Start-Befehl (M) ausgeführt werden. Die Befehle NP und NV können zur Steuerung des Ablaufs herangezogen werden.

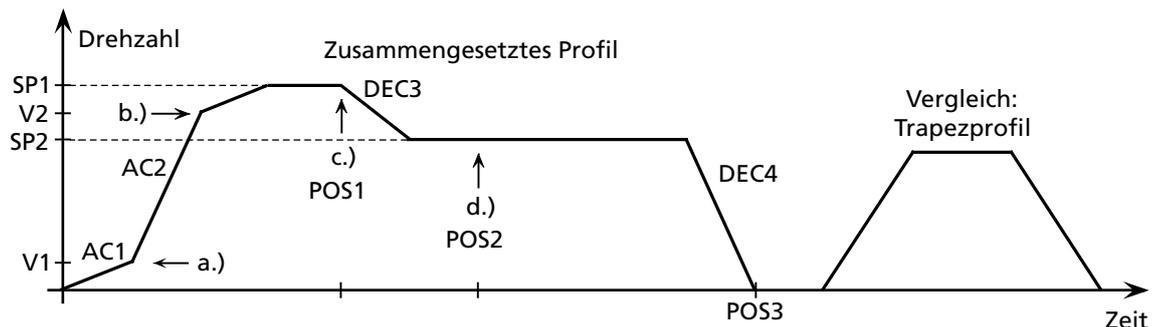
Beispiel:

Ablauf (jeweilige Befehlssequenzen nachdem die Notify-Bedingung eingetroffen ist):

Start:	a.)	b.)	c.)	d.)
LA[POS3]	AC[AC2]	AC[AC1]	SP[SP2]	DEC[DEC4]
AC[AC1]	NV[V2]	NP[POS1]	DEC[DEC3]	NP[POS3]
SP[SP1]	M	M	NP[POS2]	M
NV[V1]			M	
M				

Die nachfolgende Grafik stellt den beschriebenen Ablauf dar.

Beispiel für zusammengesetztes Bewegungsprofil im Vergleich zum Trapezprofil:



4 Funktionsbeschreibung

4.2 Drehzahlregelung

4.2.1 Drehzahlvorgabe über RS232

In dieser Betriebsart kann der Antrieb drehzahlregelt mit Sollwertvorgabe über RS232 betrieben werden.

Einstellung: Betriebsart CONTMOD oder ENCMOD und SOR0.

Profil- und Reglerparameter werden über die FAULHABER Befehle zur Grundeinstellung (siehe Kapitel 5.1.3 „Allgemeine Parameter“) vorgenommen. Hier sind insbesondere die Beschleunigungswerte AC und DEC, die Strombegrenzungswerte LPC und LCC, sowie die Reglerparameter POR und I an die jeweilige Anwendung anzupassen.

Die Drehzahlregelung wird über folgenden FAULHABER Befehl zur Bewegungssteuerung ausgeführt:

Befehl	Funktion	Beschreibung
V	Select Velocity Mode	Drehzahlmodus aktivieren und angegebenen Wert als Sollzahl setzen (Drehzahlregelung). Einheit: rpm

Beispiel:

Motor antreiben mit 100 rpm: **v100**

Um die Drehrichtung zu wechseln, übergeben Sie einfach einen negativen Drehzahlwert (z. B. V-100). Mit V0 stoppt der Antrieb.

HINWEIS



Stellen Sie sicher, dass APL0 eingestellt ist, wenn der Antrieb nicht an den eingestellten Bereichsgrenzen (LL) stoppen soll! Prüfen Sie außerdem, ob nicht die Maximaldrehzahl SP kleiner als die gewünschte Sollzahl eingestellt ist.

Das Erreichen der angegebenen Drehzahl wird durch ein „v“ signalisiert, wenn „Notify Velocity“ vor dem Start des Drehzahlbetriebs gesetzt wurde und ANSW1 oder ANSW2 eingestellt ist:

Befehl	Funktion	Beschreibung
NV	Notify Velocity	Bei Erreichen oder Durchfahren der angegebenen Drehzahl wird ein „v“ zurückgesendet. Wert: -32 767...32 767
NVOFF	Notify Velocity Off	Ein noch nicht ausgelöster Notify-Velocity-Befehl wird wieder deaktiviert.

Beispiel:

Bei Erreichen oder Durchfahren der Drehzahl 1 000 rpm soll ein „v“ gesendet werden: **Nv1000**

4 Funktionsbeschreibung

4.2 Drehzahlregelung

4.2.2 Analoge Drehzahlvorgabe

In dieser Betriebsart kann der Antrieb drehzahlregelt mit Sollwertvorgabe über eine analoge Spannung betrieben werden.

Einstellung: Betriebsart CONTMOD und SOR1 (Drehzahlvorgabe über Spannung am Analogeingang) oder SOR2 (Drehzahlvorgabe über PWM-Signal am Analogeingang).

Profil- und Reglerparameter werden über die FAULHABER Befehle zur Grundeinstellung (siehe Kapitel 5.1.3 „Allgemeine Parameter“) vorgenommen. Hier sind insbesondere die Beschleunigungswerte AC und DEC, die Strombegrenzungswerte LPC und LCC, sowie die Reglerparameter POR und I an die jeweilige Anwendung anzupassen. Über die nachfolgend beschriebenen Parameter kann die analoge Drehzahlregelung weiter konfiguriert werden:

Einstellen des Skalierungsfaktors (Maximaldrehzahl):

Drehzahlvorgabewert bei 10 V.

Befehl	Funktion	Beschreibung
SP	Load Maximum Speed	Maximaldrehzahl laden. Einstellung gilt für alle Modi (außer VOLTMOD) Einheit: rpm

Beispiel:

Maximaldrehzahl so einstellen, dass bei 10 V am Analogeingang die Solldrehzahl 5 000 rpm beträgt:
SP5000

Einstellen der Minimaldrehzahl:

Kleinste Drehzahl die bei Anliegen der Startspannung vorgegeben wird.

Befehl	Funktion	Beschreibung
MV	Minimum Velocity	Vorgabe der kleinsten Drehzahl Einheit: rpm

Beispiel:

Kleinste Drehzahl auf 10 rpm einstellen:

MV10

Einstellen der Startspannung

Spannung, ab der der Antrieb loslaufen soll.

Befehl	Funktion	Beschreibung
MAV	Minimum Analog Voltage	Vorgabe der minimalen Startspannung Einheit: mV

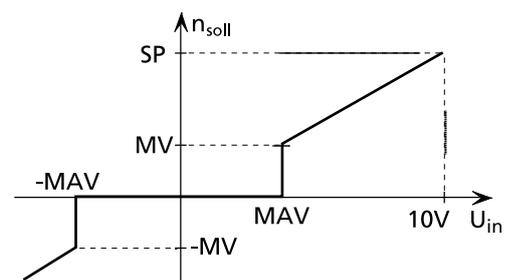
Beispiel:

Der Antrieb soll sich erst bei Spannungen über 100 mV oder unter -100 mV am Analogeingang in Bewegung setzen:

MAV100

Vorteil:

Da 0 mV am Analogeingang üblicherweise schwer einstellbar ist, kann auch 0 rpm nicht gut umgesetzt werden. Das Totband, das durch die minimale Startspannung entsteht, verhindert ein Anlaufen des Motors bei kleinen Störspannungen.



4 Funktionsbeschreibung

4.2 Drehzahlregelung

Einstellen der Drehrichtung:

Befehl	Funktion	Beschreibung
ADL	Analog Direction Left	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Linksdrehung des Rotors
ADR	Analog Direction Right	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Rechtsdrehung des Rotors

Beispiel:

Rechtsdrehung bei positiver Spannung: **ADR**

Der Fehlerausgang (Fault-Pin) kann auch als digitaler Drehrichtungseingang umkonfiguriert werden:

Befehl	Funktion	Beschreibung
DIRIN	Direction Input	Fault-Pin als Drehrichtungseingang verwenden

Regel und Richtung:

Low: ... Linkslauf (entsprechend ADL-Befehl)

High: ... Rechtslauf (entsprechend ADR-Befehl)

Der Pegel am Drehrichtungseingang überstimmt die Einstellungen, die durch ADR und ADL vorgenommen wurden. ADR und ADL sind somit unwirksam.

Sollwertvorgabe über Pulsweitensignal (PWM) am Analogeingang (SOR2):

Im Auslieferungszustand bedeuten:

- Tastverhältnis > 50 % → Rechtsdrehung
- Tastverhältnis = 50 % → Stillstand
- Tastverhältnis < 50 % → Linksdrehung

Die Befehle SP, MV, MAV, ADL und ADR sind hier ebenfalls anwendbar.

Stellen Sie sicher, dass APL0 eingestellt ist, wenn der Antrieb nicht an den eingestellten Bereichsgrenzen stoppen soll.

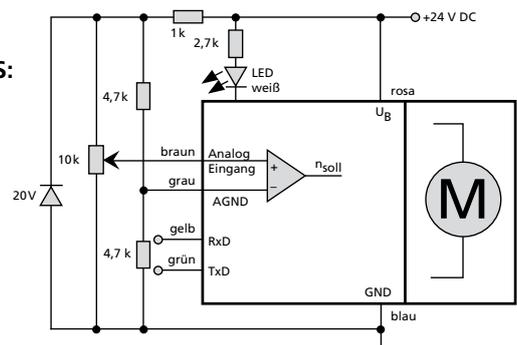
HINWEIS



Eingangsschaltung

Die Eingangsschaltung am Analogeingang ist als Differenzverstärker ausgeführt. Ist der Analogeingang offen, kann sich eine undefinierte Drehzahl einstellen. Der Eingang muss niederohmig mit AGND verbunden werden bzw. auf den Spannungspegel des AGND gesetzt werden, um 0 rpm zu erzeugen.

Einfache Möglichkeit der Sollwertvorgabe über Potentiometer, Schaltungsbeispiel mit 3564K024B CS:



4 Funktionsbeschreibung

4.3 Referenzfahrten und Endschalter

Die Anschlüsse

- AnIn
- Fault
- 3., 4., 5. In, sofern vorhanden

können als Referenz- und Endschaltereingänge verwendet werden.

Zusätzlich steht noch der Nulldurchgang der Hallsensordesignale bei BL-Motoren als Indeximpuls zur Verfügung, der einmal pro Umdrehung erscheint. An den Fault-Pin kann auch der Indeximpuls eines externen Encoders angeschlossen werden, über den die Istposition exakt abgenullt werden kann.

Die Anschlüsse AnIn und Fault sind als Interrupteingänge ausgelegt, was bedeutet, dass sie flankengetriggert sind. Alle anderen Eingänge sind nicht flankengetriggert, hier muss das Signal mindestens 500 µs anliegen, um sicher detektiert werden zu können. Die maximale Reaktionszeit auf Pegeländerungen an allen Eingängen beträgt 500 µs.

Pegel der digitalen Eingänge einstellen:

Befehl	Funktion	Beschreibung
SETPLC	Set PLC-Inputs	Digitale Eingänge SPS-kompatibel (24 V-Pegel)
SETTTL	Set TTL-Inputs	Digitale Eingänge TTL-kompatibel (5 V-Pegel)

Der Signalpegel der digitalen Eingänge kann über obige Befehle eingestellt werden:

SPS(Default): Low: 0...7,0 V/High: 12,5 V...U_B

TTL: Low: 0...0,5 V / High: 3,5 V...U_B

Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang konfigurieren:

Befehl	Funktion	Beschreibung
REFIN	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang

Die Endschalterfunktionen für den Fault-Pin werden nur angenommen, wenn REFIN aktiviert ist (Einstellung unbedingt mit SAVE bzw. EEPsAV speichern)!

VORSICHT!



Konfigurieren vor Anlegen einer Spannung

Wird an den Fault-Pin eine Spannung angelegt, während dieser nicht als Eingang konfiguriert ist, kann es zu Schäden an der Elektronik kommen.

► Konfigurieren Sie zuerst den Fault-Pin als Eingang, bevor Sie Spannung von außen anlegen!

Die Funktion der Eingänge und das Verhalten der Referenzfahrt wird über die nachfolgend beschriebenen FAULHABER Kommandos eingestellt. Eine zuvor konfigurierte Referenzfahrt wird dann über folgende FAULHABER Kommandos gestartet:

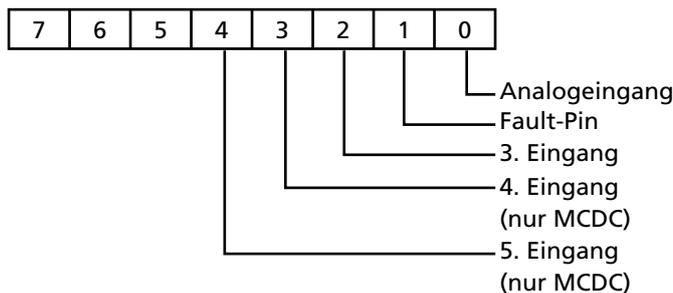
Befehl	Funktion	Beschreibung
GOHOSEQ	Go Homing Sequence	FAULHABER Referenzfahrtsequenz ausführen. Unabhängig vom aktuellen Modus wird eine Referenzfahrt durchgeführt (falls diese programmiert ist).
GOHIX	Go Hall Index	BL-Motor auf Hall-Nullpunkt (Hall-Index) fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen (nicht bei MCDC).
GOIX	Go Encoder Index	Auf den Encoder-Index am Fault-Pin fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen.
POHOSEQ	Power-On Homing Sequence	Referenzfahrt automatisch nach dem Einschalten starten. 1: Power-On Homing Sequence aktiviert 0: Keine Referenzfahrt nach dem Einschalten

4 Funktionsbeschreibung

4.3 Referenzfahrten und Endschalter

Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter:

Die nachfolgenden Befehle verwenden folgende Bitmaske zur Konfiguration der Endschalterfunktionen:



Setzen oder löschen Sie bei jedem Befehl das Bit an der Position des gewünschten Eingangs und übergeben Sie den resultierenden Zahlenwert an die nachfolgend beschriebenen Befehle.

Polarität und Endschalterfunktion:

Befehl	Funktion	Beschreibung
HP	Hard Polarity	Gültige Flanke bzw. Polarität der jeweiligen Endschalter festlegen: 1: Steigende Flanke bzw. High Pegel gültig. 0: Fallende Flanke bzw. Low Pegel gültig.
HB	Hard Blocking	Hard-Blocking Funktion für entsprechenden Endschalter aktivieren.
HD	Hard Direction	Vorgabe der Drehrichtung, die bei HB des jeweiligen Endschalters gesperrt wird. 1: Rechtslauf gesperrt 0: Linkslauf gesperrt

Die Hard-Blocking Funktion bietet einen sicheren Schutz gegen das Überfahren der Bereichs-Endschalter. Befindet sich der Antrieb in einem HB-Endschalter, so wird die über HD eingestellte Drehrichtung gesperrt, d. h. der Antrieb kann sich nur mehr aus dem Endschalter herausbewegen.

Die Drehzahl bleibt auf 0 rpm, wenn Soll Drehzahlen in die falsche Richtung vorgegeben werden.

Beispiel:

Setzen der Hard-Blocking Funktion für Fault-Pin und 4. Eingang: $2^1 + 2^3 = 2 + 8 = 10 \rightarrow \text{HB10}$

Definition des Referenzfahrtverhaltens:

Befehl	Funktion	Beschreibung
SHA	Set Home Arming for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Positionswert auf 0 setzen.
SHL	Set Hard Limit for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen.
SHN	Set Hard Notify for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter ein Zeichen an RS232 senden.

Um eine Referenzfahrt über den Befehl GOHOSEQ ausführen zu können, muss eine Referenzfahrtsequenz für einen bestimmten Endschalter definiert sein!

Befindet sich der Antrieb beim Aufruf von GOHOSEQ bereits im Endschalter, so fährt er zuerst aus diesem heraus, und zwar in der entgegengesetzten Richtung, wie bei HOSP angegeben.

4 Funktionsbeschreibung

4.3 Referenzfahrten und Endschalter

Beispiel:

Referenzfahrt mit 3. Eingang als Referenzeingang (steigende Flanke):

HP4

SHA4

SHL4

SHN4

Alternativ kann die Referenzfahrt auch über den Befehl CAHOSEQ in Verbindung mit den Befehlen HA, HL und HN gesetzt werden.

Homing Speed:

Befehl	Funktion	Beschreibung
HOSP	Load Homing Speed	Drehzahl und Drehrichtung für Referenzfahrt (GO-HOSEQ, GOHIX) laden. Einheit: rpm

Beispiel:

HOSP-100

Direkte Programmierung über HA-, HL und HN-Befehle:

Befehl	Funktion	Beschreibung
HA	Home Arming	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Positionswert auf 0 setzen und entsprechendes HA-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HL	Hard Limit	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen und entsprechendes HL-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HN	Hard Notify	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter ein Zeichen an RS232 senden und entsprechendes HN-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.

Über diese speziellen Befehle können Aktionen definiert werden, die bei einer Flanke an dem entsprechenden Eingang, unabhängig von einer Referenzfahrt, erfolgen sollen. Eine programmierte Endschalterfunktion bleibt solange bestehen, bis die vorgewählte Flanke eintritt. Über einen erneuten Befehl kann die Programmierung geändert werden, bevor eine Flanke eintritt.

Die Einstellungen werden nicht über den Befehl SAVE gespeichert, nach dem Einschalten sind also wieder alle Endschalter inaktiv.

Zu HL- / SHL-Befehl:

Positioniermodus: Bei Eintreten der Flanke positioniert der Motor mit maximaler Beschleunigung auf die Referenzmarke.

Drehzahlreglermodus: Der Motor wird beim Eintreten der Flanke mit dem eingestellten Beschleunigungswert abgebremst, das heißt er läuft über die Referenzmarke hinaus. Über einen anschließenden Positionierbefehl (Befehl M) kann die Referenzmarke genau angefahren werden.

Vorteil: keine abrupten Bewegungsänderungen.

Zu HN-Befehl:

Hard Notify (HN) Rückgabewerte an die RS232-Schnittstelle

Anschluss	Rückgabewert
„AnIn“	h
„Fault“	f
„3.In“	t
„4.In“ (nur MCDC)	w
„5.In“ (nur MCDC)	x

4 Funktionsbeschreibung

4.4 Erweiterte Betriebsarten

Verwenden Sie den Befehl **CONTMOD**, um von einer erweiterten Betriebsart in den Normalbetrieb zurückzuwechseln.

4.4.1 Schrittmotorbetrieb

Befehl	Funktion	Beschreibung
STEPMOD	Steppermotor Mode	Umschalten auf Schrittmotor-Modus

Im Schrittmotorbetrieb fungiert der Analogeingang als Frequenzeingang. Der Fehlerausgang muss als Drehrichtungseingang konfiguriert werden, falls die Drehrichtung über ein Digitalsignal verändert werden soll.

Alternativ ist auch die Vorgabe der Drehrichtung über die Befehle **ADL** und **ADR** möglich.

Befehl	Funktion	Beschreibung
DIRIN	Direction Input	Fault-Pin als Drehrichtungseingang

Der Antrieb positioniert bei jedem Impuls am Analogeingang um einen programmierbaren Winkel weiter und simuliert somit die Funktion eines Schrittmotors.

Im Vergleich zu einem echten Schrittmotor kommen einige wesentliche Vorteile hinzu:

- Die Schrittzahl pro Umdrehung ist frei programmierbar und sehr hochauflösend (Encoderauflösung)
- Die Schrittweite für einen Schritt ist frei programmierbar
- Kein Rastmoment
- Es ist die volle Dynamik des Motors nutzbar
- Der Motor ist sehr leise
- Wegen des Istwertgebers gibt es keine Schrittverluste (auch nicht bei höchster Dynamik)
- Im ausgeregelten Zustand (Istposition erreicht) fließt kein Motorstrom
- Hoher Wirkungsgrad
- Die Ansteuerelektronik ist beim 3564K024B CS bereits integriert

Eingang:

Maximale Eingangsfrequenz: 400 kHz

Pegel: Je nach Konfiguration 5 V-TTL oder 24 V-SPS kompatibel.

Der Schrittmotorbetrieb ermöglicht eine positionstreue Drehzahlregelung, wobei über die Schrittweite und die Schrittzahl beliebige rationale Verhältnisse von der Eingangsfrequenz zur Motordrehzahl gemäß folgender Formel eingestellt werden können:

$$\text{Umdrehungen} = \text{Impulse} \cdot \frac{STW}{STN}$$

Umdrehungen	... Umdrehungen, die am Antrieb erzeugt werden
Impulse	... Anzahl der Impulse am Frequenzeingang (= Anzahl der Schritte)
STW	... Step width (Schrittweitenfaktor = Anzahl der Schritte pro Impuls am Frequenzeingang)
STN	... Step number (Schrittanzahl = Anzahl der Schritte pro Umdrehung)

Wertebereich von STN und STW: 1 bis 65 535

Befehl	Funktion	Beschreibung
STW	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus
STN	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro Umdrehung laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus

4 Funktionsbeschreibung

4.4 Erweiterte Betriebsarten

Beispiel:

Pro Eingangssignal soll sich der Motor um 1/1000 Umdrehung bewegen:

STW1

STN1000

Im Schrittmotormodus werden auch die Beschleunigungs- und Drehzahlwerte (AC, DEC, SP) berücksichtigt, über die ein sanftes Anlaufen und Abbremsen erzielt werden kann. Mit dem Befehl APL1 können auch die über LL eingestellten Positionsbereichsgrenzen aktiviert werden.

4.4.2 Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)

Mit dem Gearing-Mode ist es möglich, einen externen Impulsgeber als Sollwertquelle für die Position zu verwenden.

Befehl	Funktion	Beschreibung
GEARMOD	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus

Die beiden Kanäle eines externen Impulsgebers werden mit den Anschlüssen AnIn und AGND verbunden, die ggf. über jeweils einen 2,7 kΩ-Pull-up-Widerstand gegen die 5 V-Encoderversorgung geschaltet werden müssen.

Das Übersetzungsverhältnis kann nach folgender Formel eingestellt werden:

$$\text{Umdrehungen} = \text{Impulse} \cdot \frac{STW}{STN}$$

- Umdrehungen ... Umdrehungen, die am Antrieb erzeugt werden
- Impulse ... tatsächlich gezählte Impulse, die eine Vierflankenauswertung ergibt
- STW ... Step width (Schrittweitenfaktor = Anzahl der Schritte pro Encoder-Impuls)
- STN ... Step number (Schrittanzahl = Anzahl der Schritte pro Umdrehung)

Wertbereich von STN und STW: 1 bis 65 535

Befehl	Funktion	Beschreibung
STW	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus
STN	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro Umdrehung laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus

Beispiel:

Motor soll eine Umdrehung bei 1000 Impulsen des externen Encoders ausführen:

STW1

STN1000

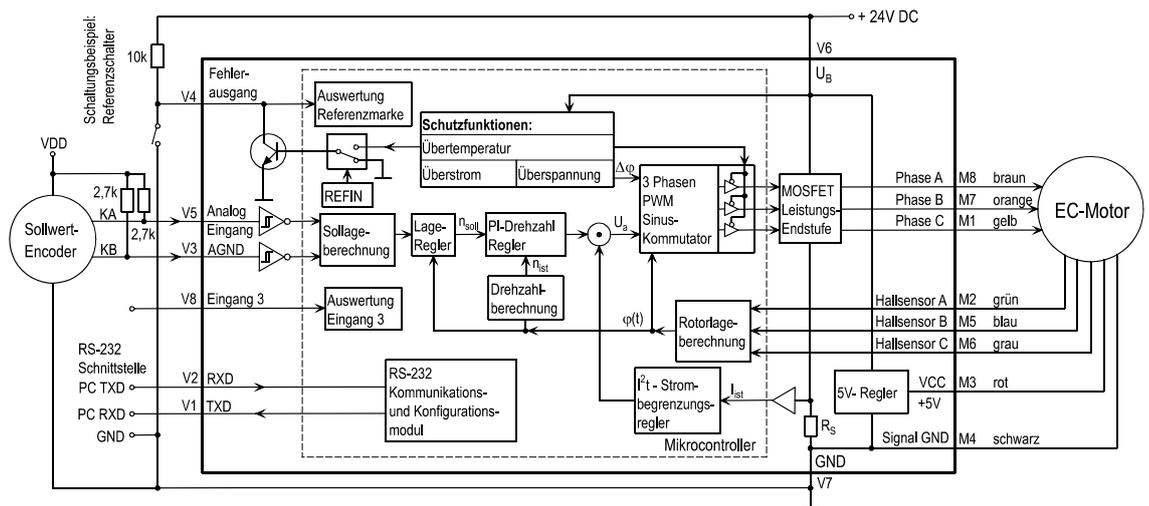
Die Drehrichtung kann mit den Befehlen ADL und ADR vordefiniert werden, oder über ein externes Signal am Fault-Pin (Befehl DIRIN).

Im Gearingmodus werden auch die Beschleunigungs- und Drehzahlwerte (AC, DEC, SP) berücksichtigt, über die ein sanftes Anlaufen und Abbremsen erzielt werden kann. Mit dem Befehl APL1 können auch die über LL eingestellten Positionsbereichsgrenzen aktiviert werden.

4 Funktionsbeschreibung

4.4 Erweiterte Betriebsarten

Schaltungsbeispiel Gearing Mode für MCBL 3003/06 S



4.4.3 Analoger Positionier-Modus

Im analogen Positionier-Modus kann der Positions-Sollwert über ein Potentiometer oder eine externe Analogspannung vorgegeben werden.

Befehl	Funktion	Beschreibung
APCMOD	Analog Position Control Mode	Umschalten auf Positionsregelung über Analogspannung

Über den Befehl LL kann die Maximalposition vorgewählt werden, die bei einer Spannung von 10 V angefahren werden soll. Bei -10 V positioniert der Antrieb in die entgegengesetzte Richtung.

Befehl	Funktion	Beschreibung
LL	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (aus diesen Limits wird im Positioniermodus nicht hinausgefahren, positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere). APCMOD: Positionswert bei 10 V

Unabhängig vom vorgegebenen LL-Wert wird die Maximalposition im APCMOD auf 3 000 000 (bei COMPATIBLE1 = 1 000 000) begrenzt. Bemerkung: Die Auflösung des Analogeingangs ist auf 12 Bit (4096 Schritte) beschränkt.

Die Drehrichtung kann mit den Befehlen ADL und ADR vordefiniert werden. Im APCMOD werden auch die Beschleunigungs- und Drehzahlwerte (AC, DEC, SP) berücksichtigt, über die ein sanftes Anlaufen und Abbremsen erzielt werden kann.

Positionierung über Pulsweitesignal (PWM) am Analogeingang (SOR2):

Wird im APCMOD auf SOR2 gestellt, so kann das Tastverhältnis eines PWM-Signals als Positions-Sollwert verwendet werden.

Im Auslieferungszustand bedeuten:

- Tastverhältnis > 50% → positive Solllage
- Tastverhältnis = 50% → Solllage = 0
- Tastverhältnis < 50% → negative Solllage

4 Funktionsbeschreibung

4.4 Erweiterte Betriebsarten

Absolutpositionierungen innerhalb einer Umdrehung:

Wegen der linearen Hallsensoren, ist die absolute Position bei BL-Motoren innerhalb einer Umdrehung erfassbar. Das heißt, auch wenn die Stromversorgung getrennt wird, liefert die Lagebestimmung nach dem Wiedereinschalten den korrekten Positionswert (falls der Rotor nur innerhalb einer Umdrehung verdreht wurde).

Mit den folgenden Befehlen kann erreicht werden, dass der Antrieb im Spannungsbereich 0 V bis 10 V genau innerhalb einer Umdrehung positioniert und auch nach dem Abschalten der Versorgung ohne Referenzfahrt wieder auf die korrekte Position fährt (nicht MCDC).

APCMOD ... auf Analog-Positionierung umschalten
LL3000 ... Maximale Lage auf 1 Umdrehung festlegen (bei COMPATIBLE1: LL1000)

4.4.4 Externer Impulsgeber als Istwert (nicht MCDC)

Für hochgenaue Anwendungen können die Istwerte der BL-Motoren von einem externen Impulsgeber abgeleitet werden.

- Die Auflösung der Positionswerte ist in diesem Fall von der Auflösung des Impulsgebers abhängig.
- Je nach Anwendung kann die Drehzahl vom Impulsgeber oder von den Hallsensoren abgeleitet werden.
- Der externe Impulsgeber kann direkt an der Motorwelle befestigt sein, besonders interessant ist aber ein Impulsgeber der am Abtrieb der Anwendung (z. B. Glasmaßstab) befestigt ist. Dadurch kann die hohe Genauigkeit direkt am Abtrieb eingestellt werden.
- Die Kommutierung geschieht weiterhin über die analogen Hallsensoren.

Befehl	Funktion	Beschreibung
ENCMOD	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus (nicht bei MCDC). Ein externer Impulsgeber dient als Lagegeber (der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt)
HALLSPEED	Hallsensor als Speedsensor	Drehzahl über Hallsensoren im Encoder-Modus (nicht bei MCDC)
ENCSPPEED	Encoder als Speedsensor	Drehzahl über Encodersignale im Encoder-Modus (nicht bei MCDC)

Die beiden Kanäle des externen Impulsgebers werden mit den Anschlüssen AnIn und AGND verbunden, die über jeweils einen 2,7 k Ω -Pull-up-Widerstand gegen die 5 V-Encoderversorgung gezogen werden müssen.

Die maximale Grenzposition (Wert der mit dem LL-Befehl vorgegeben wird) umfasst den Wertebereich von 0 bis 1 800 000 000 für die positive bzw. von 0 bis – 1 800 000 000 für die negative Grenzposition.

Eingang:

Maximale Eingangsfrequenz: 400 kHz

Pegel: low 0...0,5 V / high 3,5 V... U_B

Encoderauflösung einstellen:

Befehl	Funktion	Beschreibung
ENCRES	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden (4-fach Imp/Umdr). Wert: 8 bis 65 535

Beispiel:

Externer Encoder mit 512 Impulsen: **ENCRES2048**

Wegen der Vierflankenauswertung muss bei ENCRES immer die vierfache Impulszahl angegeben werden.

4 Funktionsbeschreibung

4.4 Erweiterte Betriebsarten

4.4.5 Spannungssteller-Modus

Falls der Antrieb als reiner Spannungssteller arbeiten soll, kann dies mit VOLTMOD konfiguriert werden. Die Motorspannung wird dann proportional zum Vorgabewert ausgegeben. Die Strombegrenzung bleibt weiterhin aktiv.

Mit diesem Modus ist es möglich einen übergeordneten Regler zu verwenden. Der Controller dient dann nur als Leistungsverstärker.

Befehl	Funktion	Beschreibung
VOLTMOD	Set Voltage Mode	Spannungssteller-Modus aktivieren
U	Set Output Voltage	Motorspannung ausgeben (entspricht $-U_v \dots +U_v$) nur bei SOR0 Wert: -32 767...32 767

Es gibt drei Betriebsarten um den Sollwert für die Ausgangsspannung vorzugeben: RS232-Schnittstelle, Spannung am Analogeingang und PWM-Signal am Analogeingang.

Bei Verwendung der RS232-Schnittstelle zur Drehzahlvorgabe muss SOR0 gesetzt sein.

Der Befehl U setzt die Ausgangsspannung proportional zur Betriebsspannung. Bei einem Wert von 32 767 liegt die volle Betriebsspannung am Motor an. Bei einem Wert von 0 liegt 0 V am Motor an. Bei einem Wert von -32 767 liegt die volle invertierte Spannung am Motor an.

Bei Verwendung einer Spannung am Analogeingang zur Drehzahlvorgabe muss SOR1 gesetzt sein.

Die analoge Eingangsspannung setzt die Ausgangsspannung skaliert zur Betriebsspannung. Bei einer Spannung von 10 V liegt die volle Betriebsspannung am Motor an. Bei einer Spannung von 0 V liegt 0 V am Motor an. Bei einer Spannung von -10 V liegt die volle invertierte Spannung am Motor an.

Bei Verwendung eines PWM-Signals zur Drehzahlvorgabe muss SOR2 gesetzt sein.

Bei einem Tastverhältnis von 100 % liegt die volle Betriebsspannung am Motor an. Bei einem Tastverhältnis von 50 % liegt 0 V am Motor an. Bei einem Tastverhältnis von 0 % liegt die volle invertierte Betriebsspannung am Motor an.

4.4.6 Analoge Sollstromvorgabe

Mit dem Befehl SOR3 kann auf analoge Sollstromvorgabe geschaltet werden. Der Begrenzungsstrom ist dann proportional zur Spannung am Analogeingang und die interne I^2t -Strombegrenzung ist deaktiviert. Der eingestellte Strom wird mit dem Maximalstrom LPC gewichtet.

Bei 10 V am Analogeingang wird dementsprechend auf den mit LPC eingestellten Maximalstrom begrenzt. Auch bei negativen Spannungen am Analogeingang wird der Strom auf den Betrag der angelegten Spannung begrenzt. Negative Sollstromvorgaben haben daher keine Auswirkung auf die Drehrichtung!

4.4.7 IxR-Regelung bei DC-Controllern

Für drehzahlregelte Anwendungen mit DC-Motoren ohne Encoder steht beim MCDC die IxR-Regelung zur Verfügung. In diesem Modus wird die Motordrehzahl über ein internes Motormodell ermittelt. Dadurch kann man sich den Impulsgeber und die entsprechenden Verdrahtungen sparen. Allerdings sind Regelgüte und Genauigkeit deutlich eingeschränkt. Dieser Modus ist hauptsächlich für höhere Drehzahlen und größere Motoren aus der FAULHABER Palette geeignet.

Befehl	Funktion	Beschreibung
IXRMOD	Set IxR Mode	IxR-Regelung aktivieren (nur MCDC)
RM	Load Motor Resistance	Motorwiderstand R_m laden gemäß Angabe im Datenblatt. Einheit: $m\Omega$
KN	Load Speed Constant	Drehzahlkonstante k_n laden gemäß Angaben im Datenblatt. Einheit: rpm/V

4 Funktionsbeschreibung

4.5 Sonderfunktionen des Fehleranschlusses

Der Fehleranschluss (Fault-Pin) kann für unterschiedliche Aufgaben als Ein- oder Ausgang konfiguriert werden:

Befehl	Funktion	Beschreibung
ERROUT	Error Output	Fault-Pin als Fehlerausgang
ENCOUT	Encoder Output	Fault-Pin als Impulsausgang (nicht MCDC)
DIGOUT	Digital Output	Fault-Pin als Digitalausgang. Der Ausgang wird auf low Pegel gesetzt
DIRIN	Direction Input	Fault-Pin als Drehrichtungseingang
REFIN	Reference Input	Fault-Pin als Referenzoder Endschaltereingang

Die Funktionen REFIN und DIRIN wurden bereits in den entsprechenden Kapiteln erläutert.

Fault-Pin als Fehlerausgang:

Im Modus ERROUT wird der Ausgang gesetzt, sobald einer der folgenden Fehler auftritt:

- Einer der eingestellten Strombegrenzungswerte (LPC, LCC) überschritten
- Eingestellte maximal zulässige Drehzahlabweichung (DEV) überschritten
- Überspannung detektiert
- Maximale Spulen- bzw. MOSFET-Temperatur überschritten

Um kurzzeitiges Auftreten von Fehlern zum Beispiel während der Beschleunigungsphase auszublenden kann eine Fehlerverzögerung eingestellt werden, die angibt, wie lange ein Fehler anstehen muss, bis er am Fehlerausgang angezeigt wird:

Befehl	Funktion	Beschreibung
DCE	Delayed Current Error	Verzögerter Fehlerausgang bei ERROUT in 1/100 Sek.

Beispiel:

Fehler erst nach 2 Sekunden anzeigen: DCE200

Eine automatische Benachrichtigung durch ein „r“, wenn einer der obigen Fehler auftritt, kann durch das Setzen von „Notify Error“ erreicht werden, vorausgesetzt ANSW1 oder ANSW2 ist eingestellt:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
NE	0-1	Notify Error	Benachrichtigung bei Fehler 1: Ein „r“ wird zurückgesendet wenn ein Fehler auftritt 0: Keine Benachrichtigung bei Fehler

Fault-Pin als Impulsausgang (nicht bei MCDC):

Im Modus ENCOUT wird der Fehleranschluss als Impulsausgang verwendet, der eine einstellbare Anzahl Impulse pro Umdrehung ausgibt. Die Impulse werden aus den Hallsensorsignalen der BL-Motoren abgeleitet und sind auf 4000 Impulse pro Sekunde begrenzt.

Befehl	Funktion	Beschreibung
LPN	Load Pulse Number	Impulszahl vorgeben bei ENCOUT. Wert: 1 bis 255

Beispiel:

16 Impulse pro Umdrehung am Fault-Pin ausgeben: LPN16

Bei 5000 rpm werden $5000/60 \cdot 16 = 1333$ Impulse pro Sekunde ausgegeben.

Bei Drehzahlen, die bei eingestelltem LPN-Wert mehr als die maximal mögliche Impulszahl erzeugen würden, wird die maximale Anzahl ausgegeben. Die eingestellten Impulse werden genau erreicht, müssen aber zeitlich nicht unbedingt exakt übereinstimmen (Verzögerungen sind möglich). Eine Positionsbestimmung über Impulszählung ist daher möglich, solange kein Drehrichtungswechsel auftritt und die maximal mögliche Impulszahl nicht überschritten wird.

4 Funktionsbeschreibung

4.5 Sonderfunktionen des Fehleranschlusses

Fault-Pin als Digitalausgang:

Im Modus DIGOUT kann der Fehleranschluss als universeller Digitalausgang verwendet werden. Über folgende Befehle kann der Digitalausgang gesetzt oder gelöscht werden:

Befehl	Funktion	Beschreibung
CO	Clear Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf low Pegel setzen
SO	Set Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf high Pegel setzen
TO	Toggle Output	Digitalen Ausgang DIGOUT umschalten

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Ablaufprogramme

Für Stand-Alone Anwendungen oder für teilweise autonome Abläufe können Ablaufprogramme erstellt werden, die direkt im Daten-Flash des Controllers abgespeichert und von dort ausgeführt werden.

Die Ablaufprogramme können mit dem FAULHABER Motion Manager erstellt und übertragen werden, es ist aber auch möglich einen Standard-Text-Editor zu verwenden und die Programme anschließend mit dem Motion Manager oder einem Terminalprogramm zu übertragen.

Während des Ablaufs eines Programms können weiterhin auch Befehle über die RS232 gesendet werden. In Fahrprogrammen sind fast alle ASCII-Befehle verwendbar.

Der Befehl PROGSEQ kann auch im Netzwerk mit vorangestellter Knoten-Nummer verwendet werden. Die nachfolgenden Befehle müssen dann ebenfalls mit vorangestellter Knoten-Nr. gesendet werden. Der adressierte Knoten speichert dabei alle empfangenen Kommandos zwischen den Befehlen PROGSEQ und END.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
PROGSEQ [...] END	-	Program Sequence	<p>Definiert den Anfang und das Ende eines Ablaufprogramms.</p> <p>Alle nach PROGSEQ gesendeten Befehle werden nicht ausgeführt, sondern in den Ablaufprogrammspeicher übertragen. Ein END markiert das Ende des Ablaufprogramms.</p> <p>Alle Befehle nach dem END werden wieder direkt ausgeführt.</p> <p>Das Ablaufprogramm wird ohne Eingabe von SAVE gespeichert.</p> <p>Befehl darf nicht mehr als 10 000 Mal ausgeführt werden, da sonst die Funktion des Flashspeichers nicht mehr gewährleistet werden kann.</p> <p>Im FAULHABER Motion Manager müssen diese Befehle nicht eingegeben werden, da sie von der Funktion „Programmdatei übertragen..“ automatisch angehängt werden.</p> <p>Hinweis: Bei der Übertragung längerer Programmsequenzen ist das Xon/Xoff-Protokoll zu verwenden</p>
GPROGSEQ	-/1	Get Program Sequence	<p>Liest die gespeicherte Programmsequenz aus und sendet sie zurück. Dabei wird jede Programmzeile in Kleinbuchstaben, abgeschlossen mit einem CR-Zeichen ausgegeben. Am Ende des Programms wird die Zeile „end:“ mit Angabe der Programmlänge in Word gefolgt von einem CR- und einem LF-Zeichen übertragen.</p> <p>GPROGSEQ1: Liest die Programmsequenz aus und zeigt an, an welcher Programmzeile sich der Programmcounter im Moment befindet („PC--“)</p>
ENPROG	-	Enable Program	<p>Die Ausführung des Programms wird freigegeben, d. h. der Ablauf wird gestartet. Mit SAVE/EEPSAV kann dieser Zustand fix gespeichert werden, so dass der Antrieb nach dem Einschalten sofort mit dem gespeicherten Programmablauf losläuft.</p>
DIPROG	-	Disable Program	<p>Programmausführung deaktivieren.</p>
RESUME	-	Resume	<p>Programmablauf nach DIPROG an der Stelle fortsetzen, wo er unterbrochen wurde.</p>
MEM	-	Memory	<p>Verfügbarer Programmspeicher in Word zurücksenden.</p>

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Ablaufprogramme

Steuerung von Ablaufprogrammen

Um Programme zu steuern gibt es eine Reihe von zusätzlichen Befehlen, die nur innerhalb von Ablaufprogrammen sinnvoll sind und daher nur dort zur Verfügung stehen.

Bei folgenden Befehlen wird der Ablauf gestoppt, bis eine Bedingung erfüllt ist:

NP ...Notify Position

Der Ablauf stoppt am nächsten M- oder V-Befehl, bis die entsprechende Position erreicht ist.

HN ...Hard Notify

Der Ablauf stoppt am GOHOSEQ-Befehl oder am nächsten M- bzw. V-Befehl, bis der Endschalter überfahren wird.

NV ...Notify Velocity

Der Ablauf stoppt am nächsten M- oder V-Befehl, bis die entsprechende Drehzahl erreicht ist.

GOHIX ...Go Hall Index

Der Ablauf stoppt am GOHIX-Befehl, bis die Hall-Null-Position erreicht ist.

Bei mehreren Notify-Bedingungen bewirkt die erste erfüllte Bedingung eine Programmfortsetzung.

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Ablaufprogramme

Zusatzbefehle zur Verwendung innerhalb von Ablaufprogrammen:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
DELAY	Wert	Delay	Ablauf eine definierte Zeit anhalten Argument: in 1/100 Sekunden Wert: 0 bis 65535
TIMEOUT	Wert	Timeout	Bei Notify-Befehlen nur die vorgegebene Zeit warten und dann den Ablauf wieder fortfahren. Auch über RS232 verwendbar: Ein „o“ senden, falls Notify-Bedingung nicht erfüllt wurde. Argument: in 1/100 Sekunden Wert: 0 bis 65535
JMP	Adr	Jump	Sprung zur angegebenen Adresse. (Auch über RS232 verwendbar). Adresse: 0...255
JMPGx	Adr	Jump if greater than x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn Ergebnis des letzten Abfragebefehls größer als die Variable x (A,B,C) ist. Adresse: 0...255
JMPLx	Adr	Jump if less than x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn Ergebnis des letzten Abfragebefehls kleiner als die Variable x (A,B,C) ist. Adresse: 0...255
JMPEx	Adr	Jump if equal x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn Ergebnis des letzten Abfragebefehls gleich Variable x (A,B,C) ist. Adresse: 0...255
JPH	Adr	Jump if Hard-Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der Analog-Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Adresse: 0...255
JPF	Adr	Jump if Fault-Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der Fault-Pin-Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Fault-Pin muss als Eingang konfiguriert sein (REFIN). Adresse: 0...255
JPT	Adr	Jump if 3. Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der 3. Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Adresse: 0...255
JPD (nur MCDC)	Adr	Jump if 4. Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn 4. Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Adresse: 0...255
JPE (nur MCDC)	Adr	Jump if 5. Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn 5. Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Adresse: 0...255
SETx	Wert	Set Variable x	Variable x (A, B, C) auf den angegebenen Wert setzen. Wert: Int32 ohne Argument: Ergebnis des letzten Abfragebefehls wird in die Variable geladen. Wert: - 2147483648 ... + 2147483647
GETx	–	Get Variable x	Inhalt der Variable x (A, B, C) abfragen.
ADDx	Wert	Add to Variable x	Variable x (A, B, C) mit angegebenem Wert addieren bzw. subtrahieren. Wert: - 2147483648 ... + 2147483647
SETARGx	–	Set argument	Wert der Variable x (A, B, C) als Argument für das nächsten Kommando setzen (falls dort kein Argument angegeben).
DxJNZ	Adr	Decrement x, Jump if not Zero	Verringere den Wert der Variable x (A, B, C) um eins und springe, falls der Wert nicht 0 ist an angegebene Adresse. Adresse: 0...255
ERI	Adr	Error Interrupt	Ab Ausführung dieses Befehls wird ein Fehlerinterrupt aktiviert. Das heißt, wenn irgendwann danach ein Fehler auftritt (Überspannung, Strombegrenzung,...), dann verzweigt der Ablauf zur angegebenen Adresse. Der Fehlerbehandlungsmodus wird beendet, wenn ein JMP- oder ein RETI-Befehl ausgeführt wird. Adresse: 0...255

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Ablaufprogramme

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
RETI	–	Return Error Interrupt	Rücksprung aus einer Fehlerbehandlungsroutine. Wichtig: der unterbrochene Befehl wird nicht mehr fortgeführt, auch wenn er zum Zeitpunkt der Unterbrechung noch nicht beendet war!
DIERI	–	Disable Error Interrupt	Der ERI-Befehl wird deaktiviert, d. h. bei einem Fehler wird nicht mehr in die Fehlerbehandlungsroutine gesprungen.
CALL	Adr	Call Subroutine	Aufruf eines Unterprogramms an angegebener Adresse. Adresse: 0...255
RET	–	Return from Subroutine	Rücksprung aus einem Unterprogramm. Es ist zu beachten, dass nur eine Unterprogrammebene möglich ist, d. h. in Unterprogrammen dürfen keine Unterprogramme aufgerufen werden!
A	Adr	Define Adress	Definition der aktuellen Position als Einsprungsadresse für Sprungbefehle. Adresse: 0...255

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Ablaufprogramme

Erläuterungen zu den Befehlen und Funktionen:

Sprungbefehle

Mit den Sprungbefehlen ist es möglich den Programmablauf gezielt zu steuern.

Der JMP-Befehl kann dabei auch von der RS232 aus verwendet werden. Dies ist dann interessant, wenn verschiedene Programmteile vom Rechner aus aufgerufen werden sollten.

Beispiel:

A1

JMP1 ... Endlosschleife

A2 ... Programmsequenz 2 (kann nur durch JMP2 von der RS232 aus aufgerufen werden)

LA10000

NP

M

JMP1 ... Rücksprung auf die Endlosschleife

A3 ... Programmsequenz 3 (kann nur durch JMP3 von der RS232 aus aufgerufen werden)

LA-10000

NP

M

JMP1 ... Rücksprung auf die Endlosschleife

Die Programmsequenzen nach A2 bzw. nach A3 können nur durch einen JMP2- bzw. JMP3-Befehl von der RS232 aus aufgerufen werden. Ein JMP2 von der RS232 aus führt hier dazu, dass der Antrieb auf die Lage 10000 fährt und dort stehen bleibt.

Die DxJNZ-Befehle dienen zur Bildung von Schleifen mit vordefinierter Anzahl von Durchläufen.

Beispiel:

Verfahre 5 mal um dieselbe relative Position.

SETA5 ... Variable A auf den Wert 5 setzen

A2 ... Definiere Sprungadresse 2

LR100 ... Lade relative Position

NP ... Notify Position

M ... Starte die Positionierung

DAJNZ2 ... Verringere A um 1 und springe auf Adresse 2, solange Variable A noch nicht 0 ist.

Die Befehle JPH, JPF und JPT ermöglichen Sprünge, die nur ausgeführt werden, wenn der entsprechende Eingang aktiv ist. Dadurch können Programme über externe Schalter aufgerufen werden.

Die Befehle JMPGx, JMPLx, JMPEx ermöglichen Sprünge, die sich auf das Ergebnis des letzten Abfragebefehls beziehen.

Beispiel:

SETA 100

GN

JMPLA3

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Ablaufprogramme

Der Befehl JMPLA3 springt zur Adresse 3, wenn der mit GN zurückgelieferte Drehzahlwert kleiner als 100 rpm ist (Wert von Variable A).

Einsprungadressen werden über den Befehl A definiert. Bei einem Sprung wird der Ablauf an dieser Stelle fortgesetzt.

Der Wertebereich bei Sprungbefehlen geht von 0 bis 255. Entsprechend können mit JMP, JPx, ERI und CALL maximal 256 verschiedene Einsprungpunkte definiert werden.

Error Interrupt

Bei der Ausführung des ERI-Befehls, passiert vorerst nichts. Erst wenn danach eine Fehlersituation eintritt, springt der Ablauf sofort auf die angegebene Adresse. Dadurch kann im Fehlerfall eine sinnvolle Fortsetzung des Programms erzielt werden.

Durch den RETI-Befehl ist ein Rücksprung auf die Position möglich, an der der Ablauf unterbrochen wurde. Es ist dabei zu beachten, dass der unterbrochene Befehl nicht mehr ausgeführt wird, sondern beim darauffolgenden Befehl fortgesetzt wird.

Innerhalb der Fehlerbehandlungsroutine kann keine erneute Fehlerunterbrechung stattfinden. Der Fehlerbehandlungsstatus wird aufgehoben, sobald der RETI oder der JMP-Befehl ausgeführt wird. Ab dann werden die Befehle wieder unterbrochen, wenn ein Fehler auftritt. Deshalb sollte in der Fehlerbehandlungsroutine dafür gesorgt werden, dass die Fehlersituation verschwindet. Ansonsten kommt es zum wiederholten Aufruf der Fehlerbehandlung.

Referenzfahrten

Über den HN-/SHN-Befehl ist es möglich, den Ablauf anzuhalten, bis der Endschalter erreicht ist. Um den GOHOSEQ-Befehl innerhalb eines Ablaufs korrekt auszuführen ist es unbedingt erforderlich, bei der Definition der Referenzfahrt-Sequenz den SHN-Befehl entsprechend zu setzen. Dies ist insbesondere auch nötig, wenn man die Einschalt-Referenzfahrt verwenden möchte (POHOSEQ1).

Notify-Befehle

Über die Notify-Befehle ist es unter anderem möglich kompliziertere Bewegungsprofile zu erzeugen.

Beispiel:

```
LA100000  
SP5000  
AC50  
NV1000  
M  
AC100  
NV2000  
M  
AC50  
NP  
M
```

Mit dieser Sequenz wird während des Hochlaufs bei 1000 rpm die Beschleunigung erhöht. Bei 2000 rpm wird sie wieder verringert.

HINWEIS



Der NP-Befehl ohne Argument stoppt den Ablauf bis die Sollposition erreicht ist.

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Ablaufprogramme

Der CALL-Befehl

Der CALL-Befehl ermöglicht Unterprogramme, die von unterschiedlichen Stellen aus und beliebig oft aufgerufen werden können. Nur mit dem RET-Befehl kann aus einem Unterprogramm wieder zurückgesprungen werden.

Innerhalb eines Unterprogramms sind alle Befehle erlaubt, außer ein erneuter CALL-Befehl.

Allgemeines

Wird ein Ablaufprogramm vollständig abgearbeitet (kein Sprung am Ende eines Programms), so wird ein „n“ an die RS232 gesendet, falls ANSW1 oder ANSW2eingestellt ist.

Um ein Endlosprogramm (für Stand-Alone Betrieb sinnvoll) zu erzeugen, ist ein Sprungbefehl am Ende des Programms erforderlich.

Speichergröße

Die Ablaufprogramme werden binär codiert im Flash-Speicher abgelegt, wobei für jeden Befehl 2 Byte und 0 bis 4 Byte für das Argument abgespeicht werden. Die maximal verfügbare Speichergröße für Ablaufprogramme beträgt 6656 Byte (3328 Word).

Beispiele:

1.) Positionerroutinen über RS232 aufgerufen

Das Programm ermöglicht den Aufruf verschiedener Routinen von der RS232 Schnittstelle aus:

- **JMP2:** Homing Sequence. Zuerst auf einen Endschalter fahren und dann auf den Hallsensor Nullpunkt (Hallindex), um einen möglichst genauen Referenzpunkt zu erhalten.
- **JMP3:** Auf Position 0 fahren und dort stehen bleiben.
- **JMP4:** Mit geringer Strombegrenzung versuchen eine Position anzufahren. Da in der Anwendung ein Hindernis im Weg sein kann, wird die Sollposition möglicherweise nicht erreicht. Nach 5 Sekunden sollte der Motor auf jeden Fall gestoppt werden. (Die weitere Auswertung geschieht in der übergeordneten Steuerung).
- **JMP5:** 1000 Zyklen mit folgendem Ablauf: 10 Umdrehungen vorwärts, 1 Sekunde Pause, 5 Umdrehungen wieder rückwärts und dann 0,5 Sekunden Pause.

Konfiguration:

SOR0	... Drehzahlvorgabe digital über RS232
LR0	... Aktuelle Position als Sollposition setzen
M	... Auf Positionsregelung schalten (Bewegung 0)
SHA1	... Homing Sequence mit Notify an AnIn
SHN1	
SHL1	
HOSP200	... Homing Drehzahl 200 rpm
HP1	... Steigende Flanke am Endschalter gültig
ENPROG	... Fahrprogramm nach dem Einschalten starten
ANSW0	... Keine asynchronen Antworten
EEPSAV	... Konfiguration speichern

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Ablaufprogramme

Programm:

A1
JMP1 ... Endlosschleife
A2 ... Einsprungpunkt für Homing-Sequenz (JMP2)
GOHOSEQ ... Homing auf Referenzschalter
GOHIX ... Anschließend Homing auf Hallsensor-Nullpunkt (Hallindex)
JMP1 ... Rücksprung auf Endlosschleife
A3 ... Einsprungpunkt für Routine 1 (JMP3)
LA0 ... Sollposition auf 0 setzen
NP ... Notify auf Sollposition (Ablauf bleibt stehen bis Sollposition erreicht ist)
M ... Positionierung starten
JMP1 ... Rücksprung auf Endlosschleife
A4 ... Einsprungpunkt für Routine 2 (JMP4)
LPC500 ... Strombegrenzungswerte auf 500 mA einstellen (Dauerstrom \leq Spitzenstrom)
LA1000000
NP
TIMEOUT500 ... Nach 5 Sek. Ablauf fortsetzen, auch wenn Position noch nicht erreicht
M ... Positionierung starten
V0 ... Motor stoppen
LR0
M ... Wieder auf Positioniermodus schalten
JMP1 ... Rücksprung auf Endlosschleife
A5 ... Einsprungpunkt für Routine 3 (JMP5)
SETA1000 ... Variable A vordefinieren
A6 ... Einsprungpunkt für Schleife
LR30000
NP
M
DELAY100
LR-15000
NP
M
DELAY50
DAJNZ 6 ... Schleife 1000 mal wiederholen
JMP1 ... Rücksprung auf Endlosschleife

HINWEIS



Die einzelnen Routinen werden durch Senden der Kommandos „JMP2“, „JMP3“, etc. von der seriellen Schnittstelle aus aufgerufen.

Soll der Ablauf auf das Ende eines Fahrbefehls (M, GOHOSEQ, etc.) warten, muss zuvor ein Notify (NP bzw. SHN1 bei der Konfiguration der Homing Sequence) gesetzt sein.

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Ablaufprogramme

2.) Ablauf über Digitaleingang gesteuert (ohne RS232)

- Nach dem Einschalten soll zuerst der Endschalter und dann der Hallindex angefahren werden.
- Bei einer positiven Flanke am Fault-Pin-Digitaleingang sollen 5000 Inkremente vorwärts gefahren werden.
- Falls der Pegel nach den 5000 Inkrementen immer noch high ist, soll der Antrieb auf Position 0 fahren.

Konfiguration

SOR0	... Drehzahlvorgabe digital über RS232
LR0	... Aktuelle Position als Sollposition setzen
M	... Auf Positionsregelung schalten (Bewegung 0)
REFIN	... Fehlerausgang zum Eingang umprogrammieren
SHA1	... Homing Sequence mit Notify an Eingang 1 (AnIn)
SHN1	
SHL1	
HOSP-200	... Homing Drehzahl 200 rpm rückwärts
HP1	... Steigende Flanke am Endschalter (Eingang 1) gültig
POHOSEQ1	... Nach dem Einschalten Homing-Sequenz ausführen
ENPROG	... Fahrprogramm nach dem Einschalten starten
ANSW0	... Keine asynchronen Antworten
EEPSAV	... Konfiguration speichern

Programm

GOHOSEQ	... Homing auf Referenzschalter
GOHIX	... Anschließend Homing auf Hallsensor-Nullpunkt (Hallindex)
A1	
HP3	... High Pegel an Eingang 2 (Fault-Pin-Eingang) und Eingang 1 (AnIn) gültig
A2	
JPF2	... Endlosschleife bis low Pegel an Eingang 2
HP1	... Low Pegel an Eingang 2 (Fault-Pin-Eingang) gültig, Eingang 1 (AnIn) weiterhin High Pegel
A3	
JPF3	... Endlosschleife bis high Pegel an Eingang 2 (Auswertung der positiven Flanke)
LR5000	
NP	... Notify auf Sollposition (Ablauf bleibt stehen bis Sollposition erreicht ist)
M	... 5000 Inkremente vorwärts fahren
DELAY50	... 0,5 Sekunden warten, bis Eingang 2 abgefragt wird
JPF1	... Bei low Pegel am Eingang 2 wieder auf Anfang springen
LA0	
NP	
M	... Auf Position 0 fahren, falls high Pegel am Eingang 2
JMP1	... Auf Anfang springen

HINWEIS



Mit diesem Programm ist für den Betrieb keine RS232-Schnittstelle mehr erforderlich (Stand-Alone Anwendung). Mit kurzen Impulsen am Eingang (z. B. Taster) wird der gewünschte Ablauf gestartet und mit einem Dauersignal (z. B. Schalter) wird der Rücklauf ausgelöst.

4 Funktionsbeschreibung

4.7 Trace-Funktion

Über ein zusätzliches Binärinterface steht eine leistungsfähige Trace-Funktion zur Verfügung, über die online bis zu 2 Größen in einer Auflösung von bis zu 3 ms ausgelesen werden können.

Um das Binärinterface verwenden zu können, muss es zuvor über den Befehl BINSEND1 für den gewünschten Knoten geöffnet werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
BINSEND	0 – 1	Open Binary Interface	1 = Binärinterface öffnen 0 = Binärinterface schließen

Trace-Konfiguration:

1. Einstellung des Binär-Sendemodus für Parameter 1 (Kurve 1):

Gesendet werden 2 binäre Zeichen direkt hintereinander: [Befehl][Modus1]

Je nach Wert von Modus1 wird auf die entsprechende Größe geschaltet.

Befehl:

200: Binär-Sendemodus für Parameter 1 setzen

Modus1:

- 0: Istdrehzahl [Integer16, rpm]
- 1: Solldrehzahl [Integer16, rpm]
- 2: Reglerausgang [Integer16]
- 4: Motorstrom [Integer16, mA]
- 44: Gehäusetemperatur [Unsigned16, °C]
- 46: Spulentemperatur [Unsigned16, °C]
- 200: Istposition [Integer32, Inc]
- 201: Sollposition [Integer32, Inc]

2. Einstellung des Binär-Sendemodus für Parameter 2 (Kurve 2):

Gesendet werden 2 binäre Zeichen direkt hintereinander: [Befehl][Modus2]

Je nach Wert von Modus2 wird auf die entsprechende Größe geschaltet.

Befehl:

202: Binär-Sendemodus für Parameter 2 setzen

Modus2:

- 0: Istdrehzahl [Integer16, rpm]
- 1: Solldrehzahl [Integer16, rpm]
- 2: Reglerausgang [Integer16]
- 4: Motorstrom [Integer16, mA]
- 44: Gehäusetemperatur [Unsigned16, °C]
- 46: Spulentemperatur [Unsigned16, °C]
- 200: Istposition [Integer32, Inc]
- 201: Sollposition [Integer32, Inc]
- 255: kein zweiter Parameter wird gesendet (Grundeinstellung beim Einschalten)

4 Funktionsbeschreibung

4.7 Trace-Funktion

Datenanforderung:

Gesendet wird ein binäres Zeichen: [Request]

Je nach eingestellten Modi (Befehle 200 und 202) werden 3,5,7 oder 9 Bytes an den PC zurückgesendet.

Request:

201: Anforderung eines Datenpaketes

Nach einer Moduseinstellung muss mind. 2 ms gewartet werden, um gültige Daten anfordern zu können.

Empfangene Daten (nach Request 201):

1.) Modus1 zwischen 0 und 15, Modus2 auf 255 (inaktiv)

- 3 Byte... 1. Byte: Low Byte Daten
- 2. Byte: High Byte Daten
- 3. Byte: Timecode

Die Daten sind im Integer16-Format.

2.) Modus1 zwischen 16 und 199, Modus2 auf 255 (inaktiv)

- 3 Byte ... Codierung wie bei 1.)

Die Daten sind im Unsigned16-Format.

3.) Modus1 zwischen 200 und 255, Modus2 auf 255 (inaktiv)

- 5 Byte ... 1. Byte: Lowest Byte Daten
- 2. Byte: Second Byte Daten
- 3. Byte: Third Byte Daten
- 4. Byte: Highest Byte Daten
- 5. Byte: Timecode

Die Daten sind im Integer32-Format.

4.) Modus1 entsprechend 1.), 2.) oder 3.) und Modus2 kleiner 255:

- 5 - 9 Byte ... Byte 1 bis 2 (4): Datenbytes von Modus1
- Byte 3 (5) bis 4 (6) (8): Datenbytes von Modus2
- Byte 5 (7) (9): Timecode

Die Datenbytes von Modus2 sind codiert wie bei Modus1.

Der Timecode entspricht dem Vielfachen der Zeitbasis von 1 ms und definiert den Zeitabstand zum letzten Senden. Im Kompatibilitätsmodus (COMPATIBLE1) beträgt die Zeitbasis 9 ms.

4 Funktionsbeschreibung

4.8 Technische Informationen

4.8.1 Sinuskommutierung

Der 3564K024B CS und der MCBL 3003/06 S zeichnen sich durch eine so genannte Sinuskommutierung aus. Dies bedeutet, dass das vorgegebene Drehfeld immer ideal zum Rotor steht. Dadurch gelingt es, Momentenschwankungen auf ein Minimum zu reduzieren, auch dann, wenn die Drehzahlen sehr klein sind. Außerdem läuft der Motor dadurch besonders leise.

In der aktuellen Version wurde die Sinuskommutierung noch durch eine so genannte Flat-Top-Modulation erweitert, die 15 % mehr Aussteuerung ermöglicht. Dadurch sind höhere Leerlaufdrehzahlen möglich.

Über den Befehl SIN0 lässt sich das System sogar so einstellen, dass über 30 % mehr Aussteuerung möglich wird. In diesem Modus geht die Sinuskommutierung im oberen Drehzahlbereich in eine Blockkommutierung über. Durch diese Vollaussteuerung kann der komplette Drehzahlbereich des Motors ausgenutzt werden.

Befehl	Funktion	Beschreibung
SIN	Sinus Commutation	0: Vollaussteuerung 1: Begrenzung auf Sinusform (Grundeinstellung)

4.8.2 Stromregler und I²t-Strombegrenzung

Die FAULHABER Motion Controller sind mit einem integralen Stromregler ausgerüstet, der es erlaubt, eine Momentenbegrenzung zu realisieren.

Es können folgende Parameter eingestellt werden:

Befehl	Funktion	Beschreibung
LPC	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden Wert: 0 bis 12 000 mA
LCC	Load Continuous Current Limit	Dauerstrom laden Wert: 0 bis 12 000 mA
CI	Load Current Integral Term	Integralanteil für Stromregler laden Wert: 1...255

1.) Spitzenstrom

FAULHABER Befehl:

LPC8000 ... Spitzenstrom auf 8000 mA einstellen

Auf den Spitzenstrom wird begrenzt, solange das thermische Strommodell eine unkritische Temperatur errechnet.

2.) Dauerstrom

FAULHABER Befehl:

LCC2800 ... Dauerstrom auf 2800 mA einstellen

Erreicht das thermische Strommodell eine kritische Temperatur, so wird auf den Dauerstrom umgeschaltet.

4 Funktionsbeschreibung

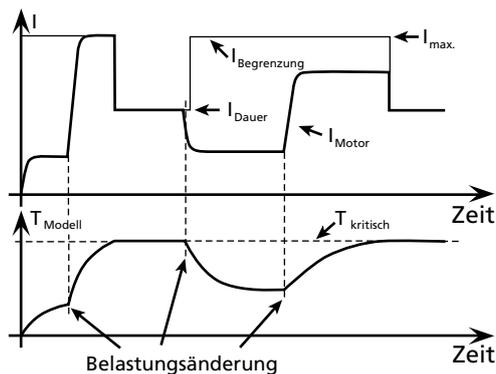
4.8 Technische Informationen

Arbeitsweise des Stromreglers:

Beim Start des Motors wird dem Stromregler der Spitzenstrom als Sollwert vorgegeben. Mit zunehmender Belastung wird der Strom im Motor immer höher, bis er schließlich den Spitzenstrom erreicht. Ab dann tritt der Stromregler in Kraft und begrenzt auf diesen Stromsollwert.

Parallel dazu läuft ein thermisches Strommodell, das aus dem aktuell fließenden Strom eine Modelltemperatur berechnet. Übersteigt diese Modelltemperatur einen kritischen Wert, so wird auf den Dauerstrom umgeschaltet und der Motorstrom auf diesen geregelt. Erst wenn die Belastung so gering wird, dass die kritische Modelltemperatur unterschritten wird, wird wieder der Spitzenstrom zugelassen. Das Ziel dieser sogenannten I2t-Strombegrenzung ist, den Motor bei geeigneter Wahl des Dauerstroms nicht über die thermisch zulässige Temperatur zu erhitzen. Andererseits sollte kurzzeitig eine hohe Belastung möglich sein, um sehr dynamische Bewegungen realisieren zu können.

Funktion der I2t-Strombegrenzung:



4.8.3 Übertemperatursicherung

Überschreitet die MOSFET-Temperatur der externen Controller oder die Spulentemperatur des 3564K024B CS einen vorgegebenen Grenzwert, so wird der Motor abgeschaltet. Um den Motor wieder zu aktivieren, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Temperatur unterhalb eines intern vorgegebenen Grenzwertes
- Solldrehzahl auf 0 rpm eingestellt
- Tatsächliche Motordrehzahl kleiner 50 rpm

HINWEIS



Bestimmung der Spulentemperatur

Es wird die Gehäusetemperatur gemessen und über die Strommessung auf die Verlustleistung geschlossen. Über ein thermisches Modell wird aus diesen Größen die MOSFET- bzw. Spulentemperatur berechnet. In den meisten Anwendungsfällen stellt diese Methode einen thermischen Motorschutz dar.

4.8.4 Unterspannungsüberwachung

Unterschreitet die Versorgungsspannung die untere Spannungsschwelle, so wird die Endstufe abgeschaltet. Der Motion Controller bleibt weiter aktiv. Liegt die Spannung wieder im zulässigen Bereich, so wird die Endstufe sofort wieder eingeschaltet.

4 Funktionsbeschreibung

4.8 Technische Informationen

4.8.5 Überspannungsregelung

Wird der Motor generatorisch angetrieben, so erzeugt er Energie. Üblicherweise sind Netzgeräte nicht in der Lage, diese Energie in das Netz zurückzuspeisen. Aus diesem Grund steigt die Versorgungsspannung. Je nach Drehzahl kann es zur Überschreitung der zulässigen Höchstspannung kommen.

Um eine Zerstörung von Bauteilen zu vermeiden, enthält der 3564K024B CS und der MCBL 3003/06 S einen Regler, der beim Überschreiten einer Grenzspannung (32 V) den Polradwinkel verstellt. Der MCDC 3003/06 S enthält eine Ballastschaltung, die beim Überschreiten einer Grenzspannung (32 V) aktiviert wird. Dadurch wird die erzeugte Energie im Motor umgesetzt und die Spannung der Elektronik bleibt auf 32 V begrenzt. Diese Methode schützt den Antrieb bei generatorischem Betrieb und schnellem Bremsen.

4.8.6 Einstellung der Reglerparameter

Die Reglerparameter sind bereits für gängige Anwendungen voreingestellt. Um den Regler aber optimal auf die jeweilige Anwendung anzupassen, sind die Reglerparameter zu optimieren. Es existieren verschiedene theoretische und praktische Einstellregeln die hier aber nicht weiter beschrieben werden sollen. Eine einfache praktische Methode zum Einstellen des Reglers ist nachfolgend erläutert.

HINWEIS



Reglerabtastrate

Der digitale Regler arbeitet mit einer Abtastrate von 100 µs. Die Abtastrate kann bei Bedarf über den Befehl SR auf bis zu 2 ms erhöht werden.

Folgende Regler-Parameter stehen zur Verfügung:

Befehl	Funktion	Beschreibung
POR	Load Velocity Proportional Term	Drehzahlreglerverstärkung laden. Wert: 1 – 255.
I	Load Velocity Integral Term	Drehzahlreglerintegralanteil laden. Wert: 1 – 255.
PP	Load Position Proportional Term	Lagereglerverstärkung laden. Wert: 1 – 255.
PD	Load Position D-Term	Lageregler D-Anteil laden. Wert: 1 – 255.
SR	Load Sampling Rate	Einstellung der Reglerabtastrate (ms/10). Wert 1...20

4 Funktionsbeschreibung

4.8 Technische Informationen

Mögliche Vorgehensweise:

a.) Parameter des Drehzahlreglers einstellen:

- 1.) Zuerst sollte abhängig von der vorhandenen Encoderauflösung die Abtastrate des Drehzahlreglers eingestellt werden. Bei geringen Encoderauflösungen z. B. 64 Impulse pro Umdrehung wird eine niedrigere Drehzahlreglerabtastrate z. B. 1,8 ms = SR18 empfohlen. Bei höheren Auflösungen wie z. B. bei allen BL-Motoren gegeben (3000 Impulse pro Umdrehung) – kann die höchste Reglerabtastrate mit SR1 eingestellt werden.

Ausgangskonfiguration setzen:

- Reglerverstärkung = 8; POR8
- Integralanteil = 20; I20
- Drehzahl auf 1/3 der maximalen Anwendungsdrehzahl (Beispiel V1000)
- Beschleunigung auf höchstem Wert der Anwendung einstellen (Beispiel AC10000)

- 2.) Reglerverstärkung erhöhen (Schrittweite 5, später geringer); POR 13
- 3.) Drehzahlsprung von 1/3 der Maximaldrehzahl auf 2/3 vorgeben (Beispiel V2000)
- 4.) Drehzahlsprung von 2/3 auf 1/3 und Verhalten beobachten (Beispiel V1000)
- 5.) Schritt 2 bis 4 wiederholen, bis der Regler instabil wird. Danach Reglerverstärkung verringern, bis sichere Stabilität gegeben ist.
- 6.) Mit Integralanteil entsprechend den Schritten 2 bis 5 verfahren.

b.) Parameter des Ladereglers einstellen:

- 1.) Ausgangskonfiguration setzen
 - Standardwert für P-Anteil: 8; PP8
 - Standardwert für D-Anteil: 15; PD15
- 2.) Nun müssen der Anwendung entsprechende Bewegungsprofile gefahren werden. Sollte das System mit diesen Einstellungen nicht stabil funktionieren, kann Stabilität durch verringern des I-Anteils des Drehzahlreglers oder verringern des P-Anteils des Lagereglers erreicht werden.
- 3.) Der P-Anteil des Lagereglers kann nun zur Optimierung des Bewegungsprofils erhöht werden, bis das System instabil wird.
- 4.) Danach kann die Stabilität durch folgende Maßnahmen wieder hergestellt werden:
 - Erhöhen des D-Anteil des Lagereglers (Beispiel: PD20)
 - Verringern des I-Anteils des Drehzahlreglers

Spezialmodus für die Positionsregelung:

Mit dem Befehl SR kann ein spezieller Modus der Positionsregelung aktiviert werden. Dazu muss zur gewünschten SR - Einstellung der Wert 100 addiert werden.

Beispiel:

- Gewünschte Einstellung SR10
mit Spezialmodus: SR110.

Bei Aktivierung dieses Modus wird der Parameter POR bei einer positionsgeregelten Anwendung sobald sich der Antrieb im Zielkorridor (einstellbar über den Befehl CORRIDOR) befindet, sukzessive reduziert. Dadurch kann ein wesentlich „ruhigerer“ Stillstand nach Erreichen der Zielposition hergestellt werden. Sobald sich der Antrieb von der eingestellten Zielposition entfernt, wird POR sofort wieder auf den eingestellten Wert erhöht.

5 Parameterbeschreibung

Nachfolgend sind alle ASCII-Befehle aufgeführt, die für die Bedienung der FAULHABER Motion Controller zur Verfügung stehen.

Die ASCII-Befehle sind folgendermaßen aufgebaut:

[Knoten-Nr.]	Befehl	[Argument]	CR
--------------	--------	------------	----

Die Knoten-Nummer ist optional und wird nur benötigt, wenn mehrere Antriebe an einer Schnittstelle betrieben werden.

Der Befehl besteht aus einer Buchstaben-Zeichenfolge.

Das optionale Argument besteht aus einem ASCII Zahlenwert. Den Abschluss bildet immer ein CR-Zeichen (Carriage Return, ASCII-Dezimalcode 13). Leerzeichen werden ignoriert, es wird nicht zwischen Groß- und Kleinbuchstaben unterschieden.

Die Antwort auf Abfragebefehle oder asynchrone Ereignisse ist ebenfalls eine ASCII-Zeichenkette gefolgt von einem CR-Zeichen (Carriage Return, ASCII-Dezimalcode 13) und einem LF-Zeichen (Line Feed, ASCII-Dezimalcode 10).

Beispiele:

■ Abfragen der Ist-Position:

Senden: POS [CR]

Empfangen: 98956 [CR] [LF]

■ Knoten antreiben mit 500 rpm:

Senden: V500 [CR]

Bei Einstellung von ANSW2 erhalten Sie bei reinen Sendebefehlen ein „OK“ zurück, wenn der Befehl erfolgreich ausgeführt wurde, oder eine der folgenden Zeichenketten:

- „Unknown command“
- „Invalid parameter“
- „Command not available“
- „Overtemperature – drive disabled“

Beispiel:

Senden: V500 [CR]

Empfangen: OK [CR] [LF]

Der Befehl SAVE / EEPsAV antwortet immer mit der Zeichenkette „EEPROM writing done“ nach erfolgreicher Speicherung der aktuellen Einstellungen im Daten-Flash, oder mit „Flash defect“, falls die Speicherung versagt hat.

5 Parameterbeschreibung

5.1 Befehle zur Grundeinstellung

Die hier aufgeführten Befehle dienen zur Konfiguration von Grundeinstellungs-Parametern.

5.1.1 Befehle für spezielle Betriebsarten

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SOR	0 – 3	Source For Velocity	Quelle für Drehzahlvorgabe 0: Serielle Schnittstelle (Default) 1: Spannung am Analogeingang 2: PWM-Signal am Analogeingang 3: Stromsollwert über Analogeingang
CONTMOD	–	Continuous Mode	Von einem erweiterten Modus auf Normalbetrieb zurückschalten
STEPMOD	–	Steppermotor Mode	Umschalten auf Schrittmotor Modus
APCMOD	–	Analog Position Control Mode	Umschalten auf Positionsregelung über Analogspannung
ENCMOD	–	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus (nicht bei MCDC). Ein externer Impulsgeber dient als Lagegeber (Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt)
HALLSPEED	–	Hallsensor als Speedsensor	Drehzahl über Hallsensoren im Encoder Modus (nicht bei MCDC)
ENCSPEED	–	Encoder als Speedsensor	Drehzahl über Encodersignale im Encoder Modus (nicht bei MCDC)
GEARMOD	–	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus
VOLTMOD	–	Set Voltage Mode	Spannungssteller-Modus aktivieren
IXRMOD	–	Set IxR Mode	IxR-Regelung aktivieren (nur MCDC)

5.1.2 Parameter für Grundeinstellung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
ENCRES	Wert	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden (4-fach Imp/Umdr). Wert: 8 bis 65 535
MOTTYP	0 – 9	BL Motor Type	Einstellung auf angeschlossenen BL-Motor (nur MCBL). 0: BL-Sondermotor gem. KN und RM 1: 1628T012B K1155 2: 1628T024B K1155 3: 2036U012B K1155 4: 2036U024B K1155 5: 2444S024B K1155 6: 3056K012B K1155 7: 3056K024B K1155 8: 3564K024B K1155 9: 4490H024B K1155
KN	Wert	Load Speed Constant	Drehzahlkonstante K_n laden gemäß Angaben im Datenblatt. Einheit: rpm/V. (Nur notwendig für MOTTYP0 oder DC-Motor) Wert: 0...16 383
RM	Wert	Load Motor Resistance	Motorwiderstand R_M laden gemäß Angabe im Datenblatt. Einheit: $m\Omega$. (Nur notwendig für MOTTYP0 oder DC-Motor) Wert: 10...320 000
STW	Wert	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus Wert: 1...65 535
STN	Wert	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro Umdrehung laden für Schrittmotor und Gearing-Modus Wert: 1...65 535
MV	Wert	Minimum Velocity	Vorgabe der kleinsten Drehzahl in rpm bei Vorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) Wert: 0...30 000
MAV	Wert	Minimum Analog Voltage	Vorgabe der minimalen Startspannung in mV bei Drehzahlvorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) Wert: 0...10 000
ADL	–	Analog Direction Left	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Linksdrehung des Rotors (SOR1, SOR2)
ADR	–	Analog Direction Right	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Rechtsdrehung des Rotors (SOR1, SOR2)
SIN	0 – 1	Sinus Commutation	1: Keine Blockkommutierung im oberen Drehzahlbereich (Default) 0: Blockkommutierung im oberen Drehzahlbereich (Vollansteuerung) (nicht bei MCDC)

5 Parameterbeschreibung

5.1 Befehle zur Grundeinstellung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
NET	0 – 1	Set Network Mode	RS232-Multiplexmodus für Netzwerkbetrieb aktivieren. 0: Kein Netzwerkbetrieb, Antrieb allein an einer RS232 1: Netzwerkbetrieb aktiviert
BAUD	Wert	Select Baudrate	Übertragungsrate für RS232-Schnittstelle vorgeben Wert siehe Kapitel 3.6 „Baudrate und Knoten-Nummer“
NODEADR	Wert	Define Node Address	Knoten-Nummer einstellen Wert: 0...255
COMPATIBLE	0 – 1	Set Compatible Mode	Kompatibilität zu Vorgängermodellen einstellen 0: Kompatibelmodus deaktiviert 1: Kompatibelmodus aktiviert
ANSW	0 – 7	Answer Mode	0: Keine asynchronen Rückmeldungen 1: Asynchrone Rückmeldungen zulassen 2: Alle Befehle mit Bestätigung und Asyn. Rückmeldungen 3: Debug-Modus, gesendete Befehle werden zurückgegeben (nicht verwendbar bei der Konfiguration mit dem Motion Manager!) 4-7: analog zu 0-3, aber Rückmeldungen, die aus einem Befehl im Ablaufprogramm resultieren, werden nicht gesendet (nicht einstellbar über Motion Manager)

5.1.3 Allgemeine Parameter

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
LL	Wert	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). Positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL1 ist. Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots +1,8 \cdot 10^9$
APL	0 – 1	Activate/Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten außer VOLTMOD). 1: Positionslimits aktiviert 0: Positionslimits deaktiviert
SP	Wert	Load Maximum Speed	Maximaldrehzahl laden. Einstellung gilt für alle Modi (rpm). Wert: 0 bis 30 000
AC	Wert	Load Command Acceleration	Beschleunigungswert laden (U/s^2). Wert: 0...30 000
DEC	Wert	Load Command Deceleration	Bremswert laden (U/s^2). Wert: 0...30 000
SR	Wert	Load Sampling Rate	Abtastrate des Drehzahlreglers als Vielfaches von 100 μs laden (ms/10). Wert: 1...20
POR	Wert	Load Velocity Proportional Term	Drehzahlreglerverstärkung laden. Wert: 1...255
I	Wert	Load Velocity Integral Term	Drehzahlreglerintegralanteil laden. Wert: 1...255
PP	Wert	Load Position Proportional Term	Lagereglerverstärkung laden. Wert: 1...255
PD	Wert	Load Position Differential Term	Lageregler D-Anteil laden. Wert: 1...255
CI	Wert	Load Current Integral Term	Integralanteil für Stromregler laden. Wert: 1...255
LPC	Wert	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden (mA). Wert: 0...12 000
LCC	Wert	Load Continuous Current Limit	Dauerstrom laden (mA). Wert: 0...12 000
DEV	Wert	Load Deviation	Größte zulässige betragsmäßige Abweichung der Ist-drehzahl von der Soll-drehzahl (Deviation) laden. Wert: 0...30 000
CORRIDOR	Wert	Load Corridor	Fenster um die Zielposition. Wert: 1...32 767

5 Parameterbeschreibung

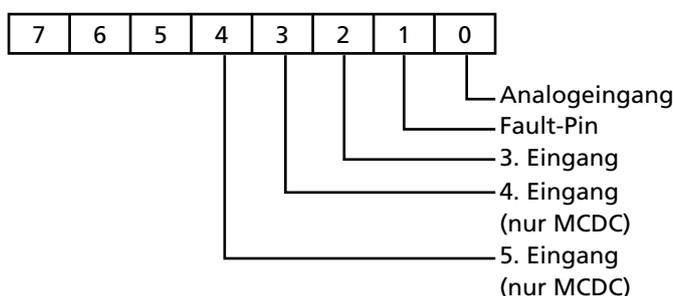
5.1 Befehle zur Grundeinstellung

5.1.4 Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
ERROUT	-	Error Output	Fault-Pin als Fehlerausgang
ENCOUT	-	Encoder Output	Fault-Pin als Impulsausgang (nicht bei MCDC)
DIGOUT	-	Digital Output	Fault-Pin als Digitalausgang. Der Ausgang wird auf low Pegel gesetzt
DIRIN	-	Direction Output	Fault-Pin als Drehrichtungseingang
REFIN	-	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang
DCE	Wert	Delayed Current Error	Verzögerter Fehlerausgang bei ERROUT in 1/100 Sek. Wert: 0...65 535
LPN	Wert	Load Pulse Number	Impulszahl vorgeben bei ENCOUT. Wert: 1...255
CO	-	Clear Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf low Pegel setzen
SO	-	Set Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf high Pegel setzen
TO	-	Toggle Output	Digitalen Ausgang DIGOUT umschalten
SETPLC	-	Set PLC-Inputs	Digitale Eingänge SPS-Kompatibel (24 V-Pegel)
SETTTL	-	Set TTL-Inputs	Digitale Eingänge TTL-Kompatibel (5 V-Pegel)

5.1.5 Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
HP	Wert	Hard Polarity	Gültige Flanke bzw. Polarität der jeweiligen Endschalter festlegen: 1: Steigende Flanke bzw. High Pegel gültig. 0: Fallende Flanke bzw. Low Pegel gültig.
HB	Wert	Hard Blocking	Hard-Blocking Funktion für entsprechenden Endschalter aktivieren.
HD	Wert	Hard Direction	Vorgabe der Drehrichtung, die bei HB des jeweiligen Endschalters gesperrt wird. 1: Rechtslauf gesperrt 0: Linkslauf gesperrt
SHA	Wert	Set Home Arming for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Positionswert auf 0 setzen.
SHL	Wert	Set Hard Limit for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen.
SHN	Wert	Set Hard Notify for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter ein Zeichen an RS232 senden.
HOSP	Wert	Load Homing Speed	Drehzahl und Drehrichtung für Referenzfahrt (GOHOSEQ, GOHIX, GOIX) laden. Wert: -30 000...30 000 rpm
POHOSEQ	0 – 1	Power-On Homing Sequence	Referenzfahrt automatisch nach dem Einschalten starten. 0: Keine Referenzfahrt nach dem Einschalten 1: Power-On Homing Sequence aktiviert
HA	Wert	Home Arming	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Positionswert auf 0 setzen und entsprechendes HA-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HL	Wert	Hard Limit	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen und entsprechendes HL-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HN	Wert	Hard Notify	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter ein Zeichen an RS232 senden und entsprechendes HNBit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.



5 Parameterbeschreibung

5.2 Abfragebefehle für Grundeinstellung

5.2.1 Betriebsarten und allgemeine Parameter

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung																											
CST	-	Configuration Status	<p>Eingestellte Betriebsart.</p> <p>Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0):</p> <p>Bit 0, Kompatibelmodus 0: COMPATIBLE0 1: COMPATIBLE1</p> <p>Bit 1–2: Automatische Antworten 0: ANSW0 (keine automatischen Antworten) 1: ANSW1 (asynchrone Rückmeldungen) 2: ANSW2 (zusätzlich Befehlsquittierungen) 3: ANSW3 (Debug)</p> <p>Bit 3-4, Drehzahlvorgabe: 0: SOR0 (RS232-Schnittstelle) 1: SOR1 (Analogspannung) 2: SOR2 (PWM-Signal) 3: SOR3 (Strombegrenzungswert)</p> <p>Bit 5-6, reserviert</p> <p>Bit 7-9, FAULHABER Modus: 0: CONTMOD 1: STEPMOD 2: APCMOD 3: ENCMOD / HALLSPEED 4: ENCMOD / ENCSPEED 5: GEARMOD 6: VOLTMOD 7: IXRMOD</p> <p>Bit 10, Leistungsverstärker: 0: Disabled (DI) 1: Enabled (EN)</p> <p>Bit 11, Positionsregler: 0: Ausgeschaltet 1: Eingeschaltet</p> <p>Bit 12, Analog Drehrichtung: 0: ADL 1: ADR</p> <p>Bit 13, Position Limits APL: 0: deaktiviert 1: aktiviert</p> <p>Bit 14, Sinuskommutierung SIN: 0: Blockkommutierung zulassen 1: Keine Blockkommutierung zulassen</p> <p>Bit 15, Netzwerkbetrieb 0: NET0 (Gerät allein an einer RS232) 1: NET1 (Multiplexmodus aktiviert)</p>																											
GMOD	-	Get Mode	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MCDC</th> <th>MCBL/ 3564K024B CS</th> <th>Eingestellter FAULHABER Modus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D</td> <td>c</td> <td>CONTIMOD</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>s</td> <td>STEPSMOD</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>a</td> <td>APCMOD</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>h</td> <td>ENCMOD</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>e</td> <td>ENCSPEED</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>g</td> <td>GEARMOD</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>v</td> <td>VOLTMOD</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>-</td> <td>IXRMOD</td> </tr> </tbody> </table>	MCDC	MCBL/ 3564K024B CS	Eingestellter FAULHABER Modus	D	c	CONTIMOD	S	s	STEPSMOD	A	a	APCMOD	-	h	ENCMOD	-	e	ENCSPEED	G	g	GEARMOD	V	v	VOLTMOD	I	-	IXRMOD
MCDC	MCBL/ 3564K024B CS	Eingestellter FAULHABER Modus																												
D	c	CONTIMOD																												
S	s	STEPSMOD																												
A	a	APCMOD																												
-	h	ENCMOD																												
-	e	ENCSPEED																												
G	g	GEARMOD																												
V	v	VOLTMOD																												
I	-	IXRMOD																												

5 Parameterbeschreibung

5.2 Abfragebefehle für Grundeinstellung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
GENCRES	-	Get Encoder Resolution	Eingestellte Impulsgeberauflösung (ENCRES)
GMOTTYP	-	Get Motor Type	Eingestellter Motortyp 0-9 (MOTTYP) -1: DC-Motor
GKN	-	Get Speed Constant	Drehzahlkonstante für MOTTYP0 oder DC-Motor in rpm/V (KN)
GRM	-	Get Motor Resistance	Motorwiderstand für MOTTYP0 oder DC-Motor in mΩ (RM)
GSTW	-	Get Step Width	Eingestellte Schrittweite (STW)
GSTN	-	Get Step Number	Eingestellte Schrittzahl pro Umdrehung (STN)
GMV	-	Get Minimum Velocity	Eingestellte minimale Drehzahl in rpm (MV)
GMAV	-	Get Minimum Analog Voltage	Eingestellter minimaler Startspannungswert in mV (MAV)
GPL	-	Get Positive Limit	Eingestellte positive Grenzposition (LL)
GNL	-	Get Negative Limit	Eingestellte negative Grenzposition (LL)
GSP	-	Get Maximum Speed	Eingestellte Maximaldrehzahl in rpm (SP)
GAC	-	Get Acceleration	Eingestellter Beschleunigungswert in U/s ² (AC)
GDEC	-	Get Deceleration	Eingestellter Bremswert in U/s ² (DEC)
GSR	-	Get Sampling Rate	Eingestellte Abtastrate des Drehzahlreglers in ms/10 (SR)
GPOR	-	Get Velocity Proportional Term	Eingestellter Verstärkungswert des Drehzahlreglers (POR)
GI	-	Get Velocity Integral Term	Eingestellter Integralanteil des Drehzahlreglers (I)
GPP	-	Get Position Proportional Term	Eingestellter Verstärkungswert des Lagereglers (PP)
GPD	-	Get Position D-Term	Eingestellter D-Anteil des Lagereglers (PD)
GCI	-	Get Current Integral Term	Eingestellter Integralanteil des Stromreglers (CI)
GPC	-	Get Peak Current	Eingestellter Spitzenstrom in mA (LPC)
GCC	-	Get Continuous Current	Eingestellter Dauerstrom in mA (LCC)
GDEV	-	Get Deviation	Eingestellter Deviationswert (DEV)
GCORRIDOR	-	Get Corridor	Eingestelltes Fenster um die Zielposition (CORRIDOR)
GNODEADR	-	Get Node Address	Eingestellte Knoten-Nummer (NODEADR)

5 Parameterbeschreibung

5.2 Abfragebefehle für Grundeinstellung

Abfragebefehle der Vorgängermodelle, die aus Kompatibilitätsgründen noch weiter unterstützt werden:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
GST	-	Get Status	<p>Rückmeldung des aktuellen Status.</p> <p>7 ASCII-Zeichen „0“ und „1“ von links nach rechts:</p> <p>Pos. 0: 1: Lageregler aktiv 0: Drehzahlregler aktiv</p> <p>Pos. 1: 1: Drehzahlvorgabe analog oder PWM 0: Drehzahlvorgabe über RS232</p> <p>Pos. 2: 1: Drehzahlvorgabe über PWM (Pos. 1 = 1) 0: Drehzahlvorgabe analog (Pos. 1 = 1)</p> <p>Pos. 3: 1: Antrieb ist aktiv (enabled) 0: Antrieb ist inaktiv (disabled)</p> <p>Pos. 4: 1: Sollposition erreicht 0: Sollposition nicht erreicht</p> <p>Pos. 5: 1: Positive Endschalterflanke gültig 0: Negative Endschalterflanke gültig</p> <p>Pos. 6: 1: Endschalter auf high Pegel 0: Endschalter auf low Pegel</p>
GFS	-	Get Fault Status	<p>Status des Fehlerausgangs rückmelden.</p> <p>4 ASCII-Zeichen „0“ und „1“ von links nach rechts (0 = kein Fehler, 1 = Fehler):</p> <p>Pos. 0: Übertemperatursicherung Pos. 1: Strombegrenzungsregler Pos. 2: Reserviert (immer 0) Pos. 3: Überspannungsregler</p>
GAST	-	Get Actual Status	<p>Rückmeldung des aktuellen Status.</p> <p>4 ASCII-Zeichen „0“ und „1“ von links nach rechts:</p> <p>Pos. 0: 1: Endschalter 2 auf high Pegel 0: Endschalter 2 auf low Pegel</p> <p>Pos. 1: 1: Endschalter 3 auf high Pegel 0: Endschalter 3 auf low Pegel</p> <p>Pos. 2: 1: Rechtslauf bei positiven Werten 0: Linkslauf bei positiven Werten</p> <p>Pos. 3: 1: Referenzfahrt noch aktiv 0: Referenzfahrt beendet</p>

5 Parameterbeschreibung

5.2 Abfragebefehle für Grundeinstellung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
GSCS	–	Get Special Configuration Set	<p>Rückmeldung von speziellen Einstellungen. 8 ASCII-Zeichen „0“ und „1“ von links nach rechts:</p> <p>Pos. 0: 1: Referenzfahrt nach Einschalten freigegeben 0: Referenzfahrt nach Einschalten gesperrt</p> <p>Pos. 1: 1: Fault-Pin ist Eingang 0: Fault-Pin ist Ausgang</p> <p>Pos. 2: 1: Impulsausgang am Fault-Pin (Pos. 1 = 0) 0: Fehlersignal am Fault-Pin (Pos. 1 = 0)</p> <p>Pos. 3: 1: Pos. 1 = 1: Fault-Pin ist Drehrichtungseingang Pos. 1 = 0: Fault-Pin ist Digitalausgang 0: Pos. 1 = 1: Fault-Pin ist Endschaltereingang 2 Pos. 1 = 0: Fault-Pin ist kein Digitalausgang</p> <p>Pos. 4: 1: Positive Flanke an Endschalter 2 gültig 0: Negative Flanke an Endschalter 2 gültig</p> <p>Pos. 5: 1: Positive Flanke an Endschalter 3 gültig 0: Negative Flanke an Endschalter 3 gültig</p> <p>Pos. 6: 1: Fahrprogramm freigegeben 0: Fahrprogramm gesperrt</p> <p>Pos. 7: 1: Automatische Antworten freigegeben 0: Keine automatischen Antworten</p>
GES	–	Get Enhanced Status	<p>Rückmeldung des erweiterten Status. 5 ASCII-Zeichen „0“ und „1“ von links nach rechts:</p> <p>Pos. 0: 1: Eingang Nr. 4 auf High-Pegel (MCDC) 0: Eingang Nr. 4 auf Low-Pegel (MCDC)</p> <p>Pos. 1: 1: Eingang Nr. 5 auf High-Pegel (MCDC) 0: Eingang Nr. 5 auf Low-Pegel (MCDC)</p> <p>Pos. 2: 1: Analoge Sollstromvorgabe aktiv 0: Keine analoge Sollstromvorgabe</p> <p>Pos. 3: 1: Positionslimits in allen Modi aktiv 0: Positionslimits inaktiv</p> <p>Pos. 4: 1: Deviationsfehler ist gegeben 0: Kein Deviationsfehler vorhanden</p>
GAHS	–	Get Actual Homing Status	<p>Aktuelle Einstellung der Referenzschalter. 5 ASCII-Zeichen „0“ bis „7“ von links nach rechts:</p> <p>Pos. 0: HA-Wert Pos. 1: HL-Wert Pos. 2: HN-Wert Pos. 3: HB-Wert Pos. 4: HD-Wert</p>
GHSC	–	Get Homing Sequence Configuration	<p>Einstellung der Referenzfahrt. 3 ASCII-Zeichen „0“ bis „7“ von links nach rechts:</p> <p>Pos. 0: SHA-Wert Pos. 1: SHL-Wert Pos. 2: SHN-Wert</p>

5 Parameterbeschreibung

5.2 Abfragebefehle für Grundeinstellung

5.2.2 Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
IOC	-	I/O Configuration	Eingestellte Ein-/Ausgangskonfiguration. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-7, Hard Blocking: 0-31: Funktion aktiv für Eingang 1-5 Bit 8-15, Hard Polarity: 0-31: Steigende Flanke an Eingang 1-5 Bit 16-23, Hard Direction: 0-31: Rechtslauf gesp. an Eingang 1-5 Bit 24, Zustand des Digitalausgangs: 0: Low 1: High Bit 25, Pegel der Digitaleingänge: 0: TTL-Pegel (5V) 1: PLC-PEGEL (24V) Bit 26-28, Funktion des Fehler-Pins: 0: ERROUT 1: ENCOUT 2: DIGOUT 3: DIRIN 4: REFIN
GDCE	-	Get Delayed Current Error	Eingestellter Wert der Fehlerausgangsverzögerung (DCE)
GPN	-	Get Pulse Number	Eingestellte Impulszahl (LPN)

5.2.3 Konfiguration der Referenzfahrt

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
HOC	-	Homing Configuration	Eingestellte Referenzfahrt-Konfiguration. Rückgabewerte binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-7, SHA-Einstellung Bit 8-15, SHN-Einstellung Bit 16-23, SHL-Einstellung Bit 24, Power-On Homing Sequence 0: deaktiviert 1: aktiviert (Referenzfahrt nach dem Einschalten)
GHOSP	-	Get Homing Speed	Eingestellte Referenzfahrt-Drehzahl in rpm (HOSP)

5 Parameterbeschreibung

5.3 Sonstige Befehle

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
NE	0 – 1	Notify Error	Benachrichtigung bei Fehler 1: Ein „r“ wird zurückgesendet wenn ein Fehler auftritt. 0: Keine Benachrichtigung bei Fehler.
SAVE EEPSAV		Save Parameters	Aktuelle Parameter- und Konfigurationseinstellung ins Flash speichern. Auch beim nächsten Einschalten läuft der Antrieb mit diesen Einstellungen an. Achtung: Befehl darf nicht mehr als 10 000 mal ausgeführt werden, da sonst die Funktion des Flashspeichers nicht mehr gewährleistet werden kann.
RESET		Reset	Antriebsknoten neu starten
RN		Reset Node	Anwendungsparameter auf ursprüngliche Werte (ROM-Werte) setzen (Strom, Beschleunigung, Reglerparameter, Maximaldrehzahl, Grenzpositionen,...) Kommunikationsparameter, Betriebsart und Hardwarekonfiguration bleibt erhalten
FCONFIG		Factory Configuration	Sämtliche Konfigurationen und Werte werden auf den Standard-Auslieferungszustand zurückgesetzt. Der Antrieb führt nach diesem Befehl einen Reset aus. Achtung: Kundenspezifische Werkseinstellungen gehen dabei ebenfalls verloren, programmierte Ablaufprogramme bleiben erhalten! Der Befehl darf maximal 10000 mal ausgeführt werden.

5 Parameterbeschreibung

5.4 Befehle zur Bewegungssteuerung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
DI	–	Disable Drive	Antrieb deaktivieren
EN	–	Enable Drive	Antrieb aktivieren
M	–	Initiate Motion	Lageregelung aktivieren und Positionierung starten
LA	Wert	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$
LR	Wert	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Die resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen den unten angegebenen Werten liegen. Wert: $-2,14 \cdot 10^9$ und $2,14 \cdot 10^9$
NP	–/Wert	Notify Position	Ohne Argument: Ein „p“ wird zurückgesendet bei Erreichen der Sollposition. Mit Argument: Bei Überfahren der angegebenen Position wird ein „p“ zurückgesendet.
NPOFF	–	Notify Position Off	Ein noch nicht ausgelöster Notify-Position-Befehl wird wieder deaktiviert.
V	Wert	Select Velocity Mode	Drehzahlmodus aktivieren und angegebenen Wert als Sollzahl setzen (Drehzahlregelung). Einheit: rpm
NV	Wert	Notify Velocity	Bei Erreichen oder Durchfahren der angegebenen Drehzahl wird ein „v“ zurückgesendet. Wert: $-30\ 000 \dots 30\ 000$
NVOFF	–	Notify Velocity Off	Ein noch nicht ausgelöster Notify-Velocity-Befehl wird wieder deaktiviert.
U	Wert	Set Output Voltage	Motorspannung ausgeben (entspricht $-U_v \dots +U_v$) nur bei SOR0 Wert: $-32\ 767 \dots 32\ 767$
GOHOSEQ	–	Go Homing Sequence	FAULHABER Referenzfahrtsequenz ausführen. Unabhängig vom aktuellen Modus wird eine Referenzfahrt durchgeführt (falls diese programmiert ist).
GOHIX	–	Go Hall Index	BL-Motor auf Hall-Nullpunkt (Hall-Index) fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen (nicht bei MCDC).
GOIX	–	Go Encoder Index	Auf den Encoder-Index am Fault-Pin fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen.
HO	–/Wert	Define Home-Position	Ohne Argument: Istposition auf 0 setzen. Mit Argument: Istposition auf angegebenen Wert setzen. Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots +1,8 \cdot 10^9$

5 Parameterbeschreibung

5.5 Allgemeine Abfragebefehle

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
GTYP	–	Get Controller Type	Bezeichnung des Controllers abfragen
GSER	–	Get Serial Number	Abfrage der Serien-Nummer
VER	–	Get Version	Aktuelle Softwareversion
POS	–	Get Actual Position	Aktuelle Istposition
TPOS	–	Get Target Position	Sollposition
GV	–	Get Velocity	Aktuelle Soll-drehzahl in rpm
GN	–	Get N	Aktuelle Ist-drehzahl in rpm
GU	–	Get PWM Voltage	Eingestellter PWM-Wert im VOLTMOD
GRU	–	Get Real PWM Voltage	Aktueller Reglerausgangswert
GCL	–	Get Current Limit	Aktueller Begrenzungsstrom in mA
GRC	–	Get Real Current	Aktueller Iststrom in mA
TEM	–	Get Temperature	Aktuelle Gehäusetemperatur in °C
GADV	Wert	Get Analog Voltage	Auslesen der am angegebenen Eingang (Wert) angelegten Spannung. Skalierung: 1000 digits = 1 V Rückgabewert Eingang 1: -10 000 ... 10 000 Rückgabewert Eingang 3, 4, 5: 0 ... 10 000 Wert: 1, 3, 4, 5 (4 und 5 nur bei MDCD)
OST	–	Operation Status	Aktueller Betriebszustand anzeigen. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0: Referenzfahrt läuft Bit 1: Programmsequenz läuft Bit 2: Programmablauf gestoppt wegen DELAY-Befehl Bit 3: Programmablauf gestoppt wegen NOTIFY-Befehl Bit 4: Strombegrenzung aktiv Bit 5: Deviation Fehler Bit 6: Überspannung Bit 7: Übertemperatur Bit 8: Zustand Eingang 1 Bit 9: Zustand Eingang 2 Bit 10: Zustand Eingang 3 Bit 11: Zustand Eingang 4 Bit 12: Zustand Eingang 5 Bit 13 – 15: Reserviert für weitere Eingänge Bit 16: Position erreicht
SWS	–	Switch Status	Temporäre Endschaltereinstellungen. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-7: HA-Einstellung Bit 8-15: HN-Einstellung Bit 16-23: HL-Einstellung Bit 24-31: Angabe, welcher Endschalter bereits geschaltet hat (wird bei Neueinstellung des jeweiligen Eingangs wieder zurückgesetzt)

5 Parameterbeschreibung

5.6 Befehle für Ablaufprogramme

Befehle zum Erstellen und Ausführen von Ablaufprogrammen:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
PROGSEQ [...] END	-	Program Sequence	<p>Definiert den Anfang und das Ende eines Ablaufprogramms.</p> <p>Alle nach PROGSEQ gesendeten Befehle werden nicht ausgeführt, sondern in den Ablaufprogrammspeicher übertragen. Ein END markiert das Ende des Ablaufprogramms.</p> <p>Alle Befehle nach dem END werden wieder direkt ausgeführt.</p> <p>Das Ablaufprogramm wird ohne Eingabe von SAVE gespeichert.</p> <p>Befehl darf nicht mehr als 10 000 Mal ausgeführt werden, da sonst die Funktion des Flashspeichers nicht mehr gewährleistet werden kann.</p> <p>Im FAULHABER Motion Manager müssen diese Befehle nicht eingegeben werden, da sie von der Funktion „Programmdatei übertragen..“ automatisch angehängt werden.</p> <p>Hinweis: Bei der Übertragung längerer Programmsequenzen ist das Xon/Xoff-Protokoll zu verwenden</p>
GPROGSEQ	-/1	Get Program Sequence	<p>Liest die gespeicherte Programmsequenz aus und sendet sie zurück. Dabei wird jede Programmzeile in Kleinbuchstaben, abgeschlossen mit einem CR-Zeichen ausgegeben. Am Ende des Programms wird die Zeile „end:“ mit Angabe der Programmlänge in Word gefolgt von einem CR- und einem LF-Zeichen übertragen.</p> <p>GPROGSEQ1: Liest die Programmsequenz aus und zeigt an, an welcher Programmzeile sich der Programmcounter im Moment befindet („PC--“)</p>
ENPROG	-	Enable Program	<p>Die Ausführung des Programms wird freigegeben, d. h. der Ablauf wird gestartet. Mit SAVE/EEPSAV kann dieser Zustand fix gespeichert werden, so dass der Antrieb nach dem Einschalten sofort mit dem gespeicherten Programmablauf losläuft.</p>
DIPROG	-	Disable Program	<p>Programmausführung deaktivieren.</p>
RESUME	-	Resume	<p>Programmablauf nach DIPROG an der Stelle fortsetzen, wo er unterbrochen wurde.</p>
MEM	-	Memory	<p>Verfügbaren Programmspeicher in Word zurücksenden.</p>

5 Parameterbeschreibung

5.6 Befehle für Ablaufprogramme

Zusatzbefehle zur Verwendung innerhalb von Ablaufprogrammen:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
DELAY	Wert	Delay	Ablauf eine definierte Zeit anhalten Argument: in 1/100 Sekunden Wert: 0 bis 65535
TIMEOUT	Wert	Timeout	Bei Notify-Befehlen nur die vorgegebene Zeit warten und dann den Ablauf wieder fortfahren. Auch über RS232 verwendbar: Ein „o“ senden, falls Notify-Bedingung nicht erfüllt wurde. Argument: in 1/100 Sekunden Wert: 0 bis 65535
JMP	Adr	Jump	Sprung zur angegebenen Adresse. (Auch über RS232 verwendbar). Adresse: 0...255
JMPGx	Adr	Jump if greater than x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn Ergebnis des letzten Abfragebefehls größer als die Variable x (A,B,C) ist. Adresse: 0...255
JMPLx	Adr	Jump if less than x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn Ergebnis des letzten Abfragebefehls kleiner als die Variable x (A,B,C) ist. Adresse: 0...255
JMPEx	Adr	Jump if equal x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn Ergebnis des letzten Abfragebefehls gleich Variable x (A,B,C) ist. Adresse: 0...255
JPH	Adr	Jump if Hard-Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der Analog-Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Adresse: 0...255
JPF	Adr	Jump if Fault-Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der Fault-Pin-Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Fault-Pin muss als Eingang konfiguriert sein (REFIN). Adresse: 0...255
JPT	Adr	Jump if 3. Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der 3. Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Adresse: 0...255
JPD (nur MCDC)	Adr	Jump if 4. Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn 4. Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Adresse: 0...255
JPE (nur MCDC)	Adr	Jump if 5. Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn 5. Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Adresse: 0...255
SETx	Wert	Set Variable x	Variable x (A, B, C) auf den angegebenen Wert setzen. Wert: Int32 ohne Argument: Ergebnis des letzten Abfragebefehls wird in die Variable geladen. Wert: - 2147483648 ... + 2147483647
GETx	-	Get Variable x	Inhalt der Variable x (A, B, C) abfragen.
ADDx	Wert	Add to Variable x	Variable x (A, B, C) mit angegebenem Wert addieren bzw. subtrahieren. Wert: - 2147483648 ... + 2147483647
SETARGx	-	Set argument	Wert der Variable x (A, B, C) als Argument für das nächsten Kommando setzen (falls dort kein Argument angegeben).
DxJNZ	Adr	Decrement x, Jump if not Zero	Verringere den Wert der Variable x (A, B, C) um eins und springe, falls der Wert nicht 0 ist an angegebene Adresse. Adresse: 0...255
ERI	Adr	Error Interrupt	Ab Ausführung dieses Befehls wird ein Fehlerinterrupt aktiviert. Das heißt, wenn irgendwann danach ein Fehler auftritt (Überspannung, Strombegrenzung,...), dann verzweigt der Ablauf zur angegebenen Adresse. Der Fehlerbehandlungsmodus wird beendet, wenn ein JMP- oder ein RETI-Befehl ausgeführt wird. Adresse: 0...255
RETI	-	Return Error Interrupt	Rücksprung aus einer Fehlerbehandlungsroutine. Wichtig: der unterbrochene Befehl wird nicht mehr fortgeführt, auch wenn er zum Zeitpunkt der Unterbrechung noch nicht beendet war!
DIERI	-	Disable Error Interrupt	Der ERI-Befehl wird deaktiviert, d. h. bei einem Fehler wird nicht mehr in die Fehlerbehandlungsroutine gesprungen.
CALL	Adr	Call Subroutine	Aufruf eines Unterprogramms an angegebener Adresse. Adresse: 0...255
RET	-	Return from Subroutine	Rücksprung aus einem Unterprogramm. Es ist zu beachten, dass nur eine Unterprogrammebene möglich ist, d. h. in Unterprogrammen dürfen keine Unterprogramme aufgerufen werden!
A	Adr	Define Address	Definition der aktuellen Position als Einsprungsadresse für Sprungbefehle. Adresse: 0...255

5 Parameterbeschreibung

5.7 Konfiguration im Auslieferungszustand

Nachfolgend sind die Konfigurationsparameter aufgeführt, mit denen die Einheiten standardmäßig ausgeliefert werden. Diese können auch jederzeit über den Befehl FCONFIG mit anschließendem Hardware-Reset neu geladen werden.

3564K024B CS:

FAULHABER Befehl	Beschreibung
CONTMOD	Normalbetrieb
APL0	Positionslimits deaktiviert
SOR0	Drehzahlvorgabe über RS232
MOTTYP8	Motortyp 3564K024B K1155
ERROUT	Fault-Pin = Fehlerausgang
HP7	Alle Eingänge reagieren auf steigende Flanke
HB0, HD0	Kein Hard-Blocking-Endschalter definiert
HOSP100	Homing Speed = 100 rpm
SHA0, SHL0, SHN0	Keine FAULHABER Referenzfahrt definiert
ADR	Analog-Drehrichtung rechts
LPC8000	Spitzenstrombegrenzung = 8 A
LCC2800	Dauerstrombegrenzung = 2,8 A
AC30000	Beschleunigung = 30 000 U/s ²
DEC30000	Bremsrampe = 30 000 U/s ²
SR1	Abtastrate = 100 µs
I40	I-Anteil des Drehzahlreglers
POR8	P-Anteil des Drehzahlreglers
PP12	P-Anteil des Lagereglers
PD6	D-Anteil des Lagereglers
CI50	I-Anteil des Stromreglers
SP12000	Begrenzung der Maximaldrehzahl auf 12 000 rpm
MV0	Kleinste Analogdrehzahl
MAV25	Kleinste Analogspannung
LL1800000000	Obere Positionierbereichsgrenze
LL-1800000000	Untere Positionierbereichsgrenze
LPN16	Zahlenwert für Impulsausgang
STW1	Schrittweite für Spezialbetrieb
STN1000	Schrittzahl für Spezialbetrieb
ENCR52048	Auflösung von externem Encoder
DEV30000	Deviation-Fehler nicht überwachen
DCE200	Fehlerverzögerung 2 Sek.
CORRIDOR20	Zielkorridor bei Positionierungen
SIN1	Blockkommutierung nicht zulassen
SETPLC	Digitale Eingänge SPS-kompatibel
NET0	Multiplexmodus deaktiviert
BAUD9600	Übertragungsrate 9 600 Baud
NODEADRO	Knoten-Nummer = 0
COMPATIBLE0	Nicht im Kompatibilitätsmodus
ANSW2	Asynchrone Antworten aktiviert
POHOSEQ0	Keine Homing Sequence nach dem Einschalten
DIPROG	Ablaufprogramme deaktiviert
DI	Leistungsendstufe deaktiviert
V0	Drehzahlsollwert = 0 rpm

5 Parameterbeschreibung

5.7 Konfiguration im Auslieferungszustand

MCBL 3003 / 06 S:

FAULHABER Befehl	Beschreibung
CONTMOD	Normalbetrieb
APL0	Positionslimits deaktiviert
SOR0	Drehzahlvorgabe über RS232
MOTTYP5	Motortyp 2444S024B K1155
ERROUT	Fault-Pin = Fehlerausgang
HP7	Alle Eingänge reagieren auf steigende Flanke
HB0, HD0	Kein Hard-Blocking-Endschalter definiert
HOSP100	Homing Speed = 100 rpm
SHA0, SHL0, SHN0	Keine FAULHABER Referenzfahrt definiert
ADR	Analog-Drehrichtung rechts
LPC5000	Spitzenstrombegrenzung = 5 A
LCC1370	Dauerstrombegrenzung = 1,37 A
AC30000	Beschleunigung = 30 000 U/s ²
DEC30000	Bremsrampe = 30 000 U/s ²
SR1	Abtastrate = 100 µs
I40	I-Anteil des Drehzahlreglers
POR7	P-Anteil des Drehzahlreglers
PP16	P-Anteil des Lagereglers
PD9	D-Anteil des Lagereglers
CI50	I-Anteil des Stromreglers
SP30000	Begrenzung der Maximaldrehzahl auf 30 000 rpm
MV0	Kleinste Analogdrehzahl
MAV25	Kleinste Analogspannung
LL1800000000	Obere Positionierbereichsgrenze
LL-1800000000	Untere Positionierbereichsgrenze
LPN16	Zahlenwert für Impulsausgang
STW1	Schrittweite für Spezialbetrieb
STN1000	Schrittzahl für Spezialbetrieb
ENCRES2048	Auflösung von externem Encoder
DEV30000	Deviation-Fehler nicht überwachen
DCE200	Fehlervverzögerung 2 Sek.
CORRIDOR20	Zielkorridor bei Positionierungen
SIN1	Blockkommutierung nicht zulassen
SETPLC	Digitale Eingänge SPS-kompatibel
NET0	Multiplexmodus deaktiviert
BAUD9600	Übertragungsrate 9 600 Baud
NODEADR0	Knoten-Nummer = 0
COMPATIBLE0	Nicht im Kompatibilitätsmodus
ANSW2	Asynchrone Antworten aktiviert
POHOSEQ0	Keine Homing Sequence nach dem Einschalten
DIPROG	Ablaufprogramme deaktiviert
DI	Leistungsendstufe deaktiviert
V0	Drehzahlsollwert = 0 rpm

MCDC 3003 / 06 S:

FAULHABER Befehl	Beschreibung
CONTMOD	Normalbetrieb
APL0	Positionslimits deaktiviert
SOR0	Drehzahlvorgabe über RS232
ERROUT	Fault-Pin = Fehlerausgang
HP31	Alle Eingänge reagieren auf steigende Flanke
HB0, HD0	Kein Hard-Blocking-Endschalter definiert
HOSP100	Homing Speed = 100 rpm
SHA0, SHL0, SHN0	Keine FAULHABER Referenzfahrt definiert
ADR	Analog-Drehrichtung rechts
LPC10000	Spitzenstrombegrenzung = 10 A
LCC5000	Dauerstrombegrenzung = 5 A
AC30000	Beschleunigung = 30 000 U/s ²
DEC30000	Bremsrampe = 30 000 U/s ²
SR1	Abtastrate = 100 µs
I50	I-Anteil des Drehzahlreglers
POR10	P-Anteil des Drehzahlreglers
PP10	P-Anteil des Lagereglers
PD5	D-Anteil des Lagereglers
CI40	I-Anteil des Stromreglers
SP30000	Begrenzung der Maximaldrehzahl auf 30 000 rpm
MV0	Kleinste Analogdrehzahl
MAV25	Kleinste Analogspannung
LL1800000000	Obere Positionierbereichsgrenze
LL-1800000000	Untere Positionierbereichsgrenze
LPN16	Zahlenwert für Impulsausgang
STW1	Schrittweite für Spezialbetrieb
STN1000	Schrittzahl für Spezialbetrieb
ENCRES2048	Auflösung von externem Encoder
DEV30000	Deviation-Fehler nicht überwachen
DCE200	Fehlervverzögerung 2 Sek.
CORRIDOR20	Zielkorridor bei Positionierungen
SETPLC	Digitale Eingänge SPS-kompatibel
NET0	Multiplexmodus deaktiviert
BAUD9600	Übertragungsrate 9 600 Baud
NODEADR0	Knoten-Nummer = 0
COMPATIBLE0	Nicht im Kompatibilitätsmodus
ANSW2	Asynchrone Antworten aktiviert
POHOSEQ0	Keine Homing Sequence nach dem Einschalten
DIPROG	Ablaufprogramme deaktiviert
RM200000	Motorwiderstand = 200 Ω
KN14000	Drehzahlkonstante = 14 000 rpm/V
DI	Leistungsendstufe deaktiviert
V0	Drehzahlsollwert = 0 rpm

6 Betrieb

6.1 Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme des Motion Controllers zusammen mit einem Motor müssen folgende Punkte kontrolliert werden:

- Der Motion Controller ist den Vorgaben entsprechend montiert.
- Die Anschlusskabel auf der Versorgungs- und Motorseite sind den Vorgaben entsprechend angeschlossen (Verpolungsgefahr!) und so verlegt, dass sie auch während des Betriebs nicht beschädigt werden können. Die maximalen Belastungswerte sind zu beachten. (Siehe Kapitel 8 „Technische Daten“).
- Die Länge der Motoranschlusskabel beträgt nicht mehr als 30 cm oder sind entsprechend geschirmt verlegt (siehe Kapitel 3.5 „Motorverdrahtung“).
- Anschlussklemmen und Steckverbinder sind gegen ESD geschützt.
- Die Parameter des Motion Controllers sind passend zum angeschlossenen Motor konfiguriert.
- Das Netzgerät ist den Anforderungen entsprechend ausgelegt.

VORSICHT!



Spannungsversorgung

Verursacht durch die PWM der Leistungsendstufe ist der Motorstrom immer größer oder gleich dem Strom, der am Versorgungsanschluss U_{mot} gemessen werden kann. Die Stromangaben (Dauer-/Spitzenausgangsstrom) in den Datenblättern und den einstellbaren Parametern der I^2t -Strombegrenzung beziehen sich auf den Motorstrom und nicht auf den Versorgungsstrom des Motion Controllers!

7 Wartung

7.1 Wartung / Instandhaltung

Die Motion Controller sind grundsätzlich wartungsfrei. Je nach Staubanfall müssen die Luftfilter von Schrankgeräten regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf gereinigt werden.

Bei größerer Verschmutzung müssen die Einheiten an sich mit halogenfreien Mitteln gereinigt werden.

7.2 Störungshilfe

Die Motion Controller sind bauartbedingt unter Einhaltung der in dieser Bedienungsanleitung angegebenen Parameter störungsfrei. Sollte es dennoch zu einer Fehlfunktion kommen, nehmen Sie bitte Kontakt mit dem Hersteller auf.

Zentrale: +49(0)7031/638-0

E-Mail: info@faulhaber.de

Internet: www.faulhaber.com

8 Technische Daten

8.1 Motor 3564K024B CS

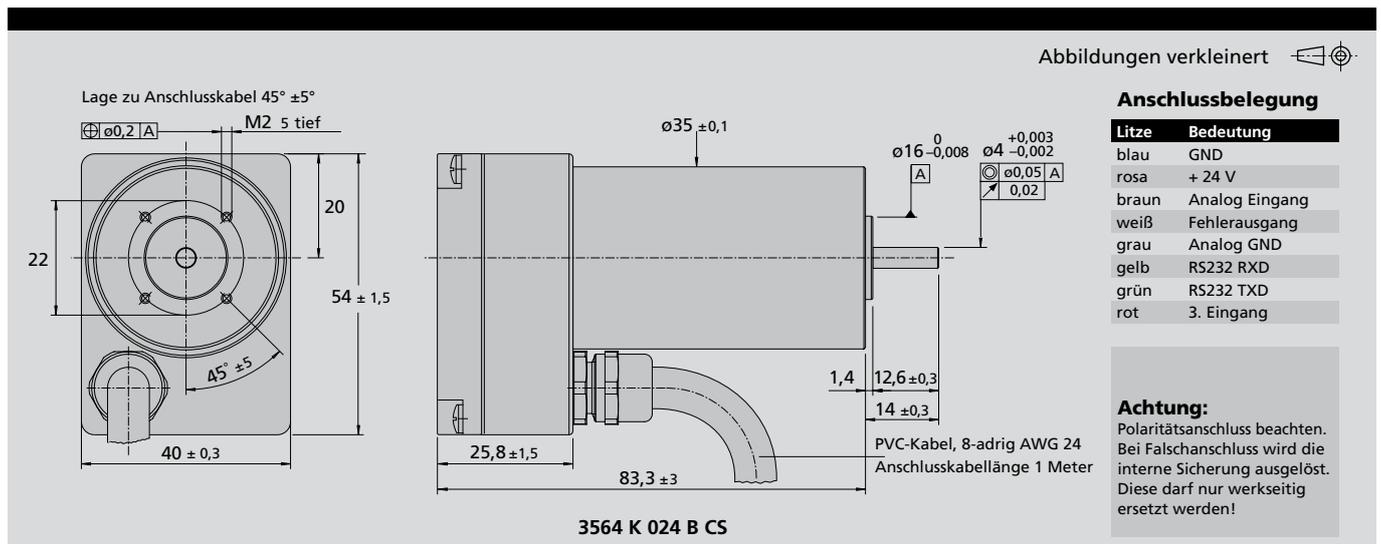
8.1.1 Betriebsdaten

	3564 K		024 B CS	
Nennspannung	U _N		24	Volt
Abgabeleistung	P _{2 max.}		90	W
Wirkungsgrad	η _{max.}		80	%
Leerlaufdrehzahl	n ₀		10 500	rpm
Leerlaufstrom	I ₀		0,28	A
Spitzendrehmoment bei 8 A	M _P		160	mNm
Reibungsdrehmoment, statisch	C ₀		1,10	mNm
Reibungsdrehmoment, dynamisch	C _v		2,4 · 10 ⁻⁴	mNm/rpm
Drehmomentkonstante	k _M		20,0	mNm/A
Stromkonstante	k _I		0,05	A/mNm
Steigung der n-M-Kennlinie	Δn/ΔM		31	rpm/mNm
Mechanische Anlaufzeitkonstante	τ _m		11	ms
Rotorträgheitsmoment	J		34	gcm ²
Winkelbeschleunigung	α _{max.}		109	·10 ³ rad/s ²
Wärmewiderstände	R _{th 1} / R _{th 2}	2,5/6,3		K/W
Thermische Zeitkonstante	τ _{w1} / τ _{w2}	23/1 175		s
Betriebstemperaturbereich		-5 ... +85		°C
Wellenlagerung		Kugellager, vorgespannt		
Wellenbelastung, max. zulässig:				
– radial bei 3 000 rpm (7,4 mm vom Befestigungsflansch)		108		N
– axial bei 3 000 rpm (auf Druckbelastung)		50		N
– axial im Stillstand (auf Druckbelastung)		131		N
Wellenspiel:				
– radial	≦	0,015		mm
– axial	≡	0		mm
Gehäusematerial		Aluminium, schwarz eloxiert		
Gewicht		440		g
Drehrichtung		ansteuerungsbedingt		
Empfohlene Werte - diese gelten unabhängig voneinander				
Drehzahlbereich ¹⁾	n _e		5 - 12 000	rpm
Dauerdrehmoment bis ²⁾	M _{e max.}		50	mNm
Thermisch zulässiger Dauerstrom ²⁾	I _{e max.}		2,80 ³⁾	A
¹⁾ Typenleistung 44 Watt bei 8 400 rpm und 50 mNm		³⁾ Auch voreingestellter Wert der Dauerstrombegrenzung.		
²⁾ Wärmewiderstand R _{th 2} um 55 % reduziert		Dieser Wert kann über die Schnittstelle geändert werden.		

8 Technische Daten

8.1 Motor 3564K024B CS

8.1.2 Produktabmessungen



8.1.3 Anschlussinformationen

Motion Controller				
Versorgungsspannung ¹⁾	U_B		12 ... 30	V DC
Spitzenstrom ²⁾	I_{max}		8	A
Ein-/Ausgänge (siehe Anschluss Nr. 1, 2 und 3)			3	
Anschluss Nr. 1 (braun):				
– Analog Eingang für Drehzahlsollwert		Spannungssignal	± 10	V
– PWM Eingang für Drehzahlsollwert		Frequenzbereich	100 ... 2 000	Hz
– Digital Eingang		Eingangswiderstand	5	k Ω
– Externer Encoder	f_{max}		400	kHz
– Schrittfrequenz Eingang	f_{max}		400	kHz
Anschluss Nr. 2 (weiß):				
– Fehlerausgang		kein Fehler	durchgeschaltet nach GND	
– Digital Ausgang		Open collector	max. $U_B/30$ mA	
– Digital Eingang		Eingangswiderstand	100	k Ω
Anschluss Nr. 3 (rot):				
– Digital Eingang		Eingangswiderstand	22	k Ω
– Versorgungsspannung Elektronik ¹⁾	U_B		12 ... 30	V DC
Regler:				
– Abtastrate			100	μ s
– Auflösung interner Encoder			3 000	pro Umdr.

Der Signalpegel der digitalen Eingänge kann über die Schnittstelle auf TTL umkonfiguriert werden.
Standard (SPS): Low 0 ... 7 V/High 12,5 V ... U_B , TTL: Low 0 ... 0,5 V/High 3,5 V ... U_B

¹⁾ Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuer Elektronik ist optional möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen), hierbei entfällt der Digital Eingang, Anschluss 3 (rot).

²⁾ Voreingestellter Wert. Dieser kann über die Schnittstelle geändert werden.

8 Technische Daten

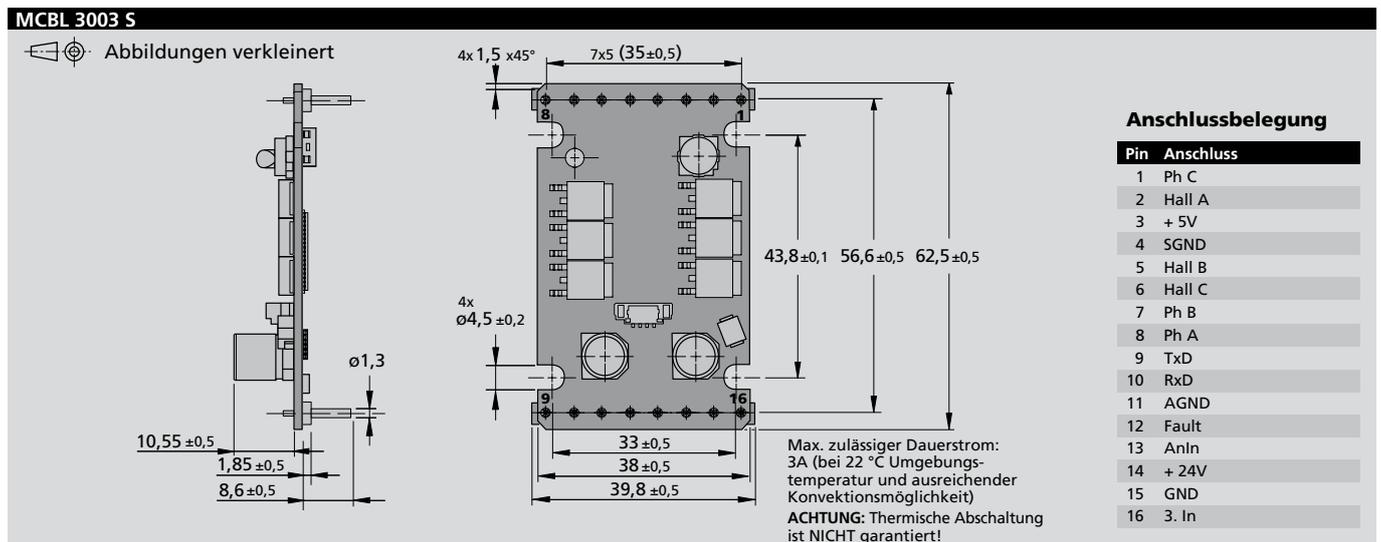
8.2 Motion Controller MCBL 3003/06 S

8.2.1 Betriebsdaten

		MCBL 3003 S	MCBL 3006 S	
Versorgungsspannung	U_B	12 ... 30	12 ... 30	V DC
PWM-Schaltfrequenz	f_{PWM}	78,12	78,12	kHz
Wirkungsgrad	η	95	95	%
Max. Dauer-Ausgangsstrom ¹⁾	I_{dauer}	3	6	A
Max. Spitzen-Ausgangsstrom	I_{max}	10	10	A
Stromaufnahme der Elektronik	I_{el}	0,06	0,06	A
Drehzahlbereich		5 ... 30 000	5 ... 30 000	rpm
Regler Abtastrate	N	100	100	μs
Encoderauflösung mit linearen Hall-Sensoren		$\leq 3\ 000$	$\leq 3\ 000$	Imp./Umdr.
Auflösung mit externem Endcoder		$\leq 65\ 535$	$\leq 65\ 535$	Imp./Umdr.
Ein-/Ausgänge (teilweise frei konfigurierbar)		3	3	
Speicher für Ablaufprogramme:				
– Speichergröße		3,3	3,3	kWord
– Anzahl der Befehle (abhängig von der Befehlslänge)		ca. 1 000	ca. 1 000	Befehle
Betriebstemperaturbereich		0 ... +70	0 ... +70	°C
Lagertemperaturbereich		-25 ... +85	-25 ... +85	°C
Gehäusematerial		ohne Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert	
Gewicht		18	160	g

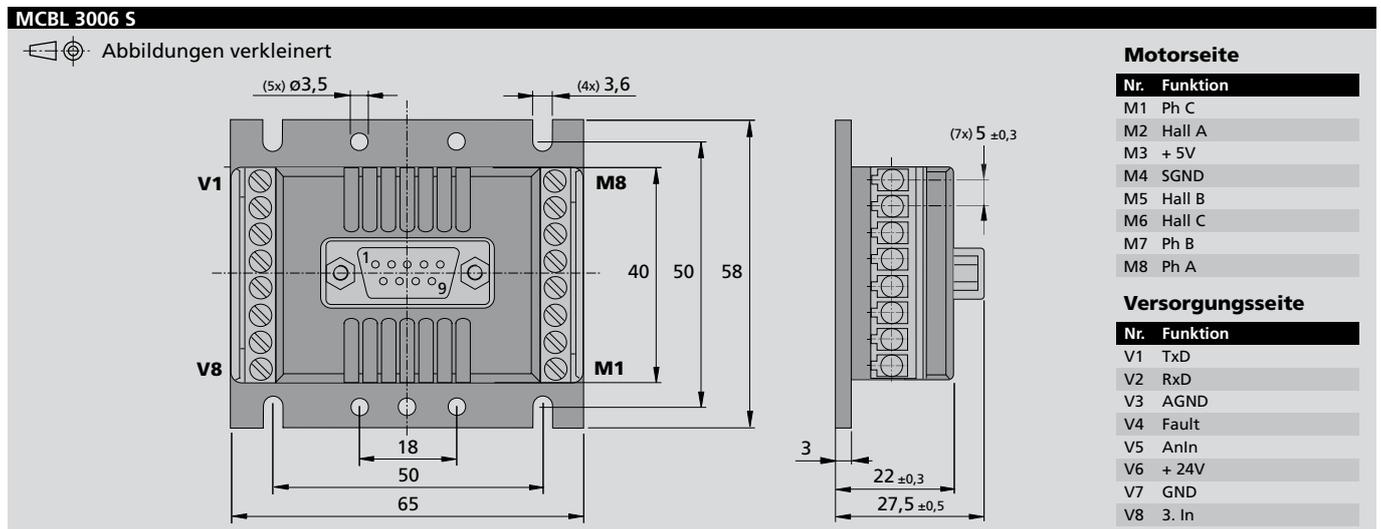
¹⁾ bei 22 °C Umgebungstemperatur

8.2.2 Produktabmessungen



8 Technische Daten

8.2 Motion Controller MCBL 3003 / 06 S



8.2.3 Anschlussinformationen

Anschluss „TxD“, „RxD“:				
Schnittstelle			RS232	
Protokoll			Faulhaber - ASCII	
Maximale Übertragungsgeschwindigkeit			115 200	baud
Anschluss „AGND“				
– Analog Ground			Analog Bezugsmasse	
– Digitaler Eingang externer Encoder			Kanal B	
	R _{in}		10	kΩ
	f		≤ 400	kHz
Anschluss „Fault“:				
– Digitaler Eingang		R _{in}	100	kΩ
– Digitaler Ausgang (open collector)		U	≤ U _B	V
	I		≤ 30	mA
	clear		durchgeschaltet nach GND	
	set		hochohmig	
Fehlerausgang	kein Fehler		durchgeschaltet nach GND	
	Fehler		hochohmig	
Impulsausgang	f		≤ 2	kHz
	Auflösung		1 ... 255	Imp./Umdr.
Anschluss „AnIn“:				
– Analoger Eingang Drehzahlsollwert		U _{in}	±10	V
– Digitaler Eingang PWM für Drehzahlsollwert		f	100 ... 2 000	Hz
	T		50 % ± 0 rpm	
externer Encoder			Kanal A	
	f		≤ 400	kHz
Schrittfrequenz Eingang	f		≤ 400	kHz
	R _{in}		5	kΩ
Anschluss „+24V“:		U _B	12 ... 30	V DC
Anschluss „GND“:			Masse	
Anschluss „3. In“:				
– Digitaler Eingang		R _{in}	22	kHz
– Versorgungsspannung Elektronik ¹⁾		U _B	12 ... 30	V DC

¹⁾ Sonderausführung optional

8 Technische Daten

8.2 Motion Controller MCBL 3003/06 S

Anschluss „Ph A“, „Ph B“, „Ph C“:				
Motoranschluss	Ph A		Phase A	braun ¹⁾
	Ph B		Phase B	orange ¹⁾
	Ph C		Phase C	gelb ¹⁾
		U _{out}	0 ... U _B	V
PWM-Schaltfrequenz		f _{PWM}	78,12	kHz
Anschluss „Hall A“, „Hall B“, „Hall C“:				
Hall-Sensoreingang	Hall A		Hall-Sensor A	grün ¹⁾
	Hall B		Hall-Sensor B	blau ¹⁾
	Hall C		Hall-Sensor C	grau ¹⁾
		U _{In}	≤ 5	V
Anschluss „SGND“:				
Signal GND			Signalmasse	schwarz ¹⁾
Anschluss „+5V“:				
Ausgangsspannung für externen Gebrauch ²⁾		U _{out}	5	V DC
Laststrom		I _{out}	≤ 60	mA

¹⁾ Farbkennung für „Bürstenlose DC-Servomotoren“ von FAULHABER

²⁾ z.B. Hall-Sensoren

Beschreibung des D-SUB-Steckers

Anschluss D-Sub-Stecker:				
Pin 2	RxD		RS232/RxD	
Pin 3	TxD		RS232/TxD	
Pin 5	GND		Ground	

Digitale Eingänge Allgemein

– PLC (SPS), Standard	high	12,5 ... U _B	
	low	0 ... 7	
– TTL	high	3,5 ... U _B	
	low	0 ... 0,5	

Der Pegel (PCL oder TTL) der digitalen Eingänge kann über die Schnittstelle konfiguriert werden.

8 Technische Daten

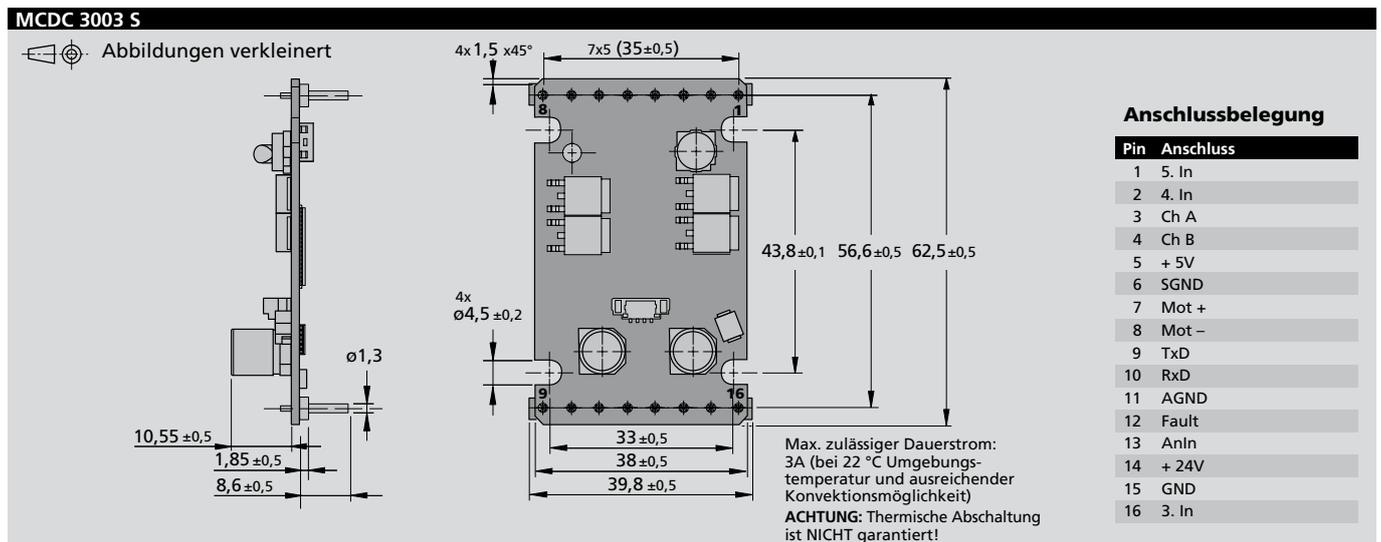
8.3 Motion Controller MCDC 3003 / 06 S

8.3.1 Betriebsdaten

		MCDC 3003 S	MCDC 3006 S	
Versorgungsspannung	U_B	12 ... 30	12 ... 30	V DC
PWM-Schaltfrequenz	f_{PWM}	78,12	78,12	kHz
Wirkungsgrad	η	95	95	%
Max. Dauer-Ausgangsstrom ¹⁾	I_{dauer}	3	6	A
Max. Spitzen-Ausgangsstrom	I_{max}	10	10	A
Stromaufnahme der Elektronik	I_{el}	0,06	0,06	A
Drehzahlbereich		5 ... 30 000	5 ... 30 000	rpm
Regler Abtastrate	N	100	100	μ s
Auflösung mit externem Endcoder		$\leq 65\,535$	$\leq 65\,535$	Imp./Umdr.
Ein-/Ausgänge (teilweise frei konfigurierbar)		5	5	
Speicher für Ablaufprogramme:				
– Speichergröße		3,3	3,3	kWord
– Anzahl der Befehle (abhängig von der Befehlslänge)		ca. 1 000	ca. 1 000	Befehle
Betriebstemperaturbereich		0 ... +70	0 ... +70	°C
Lagertemperaturbereich		-25 ... +85	-25 ... +85	°C
Gehäusematerial		ohne Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert	
Gewicht		18	160	g

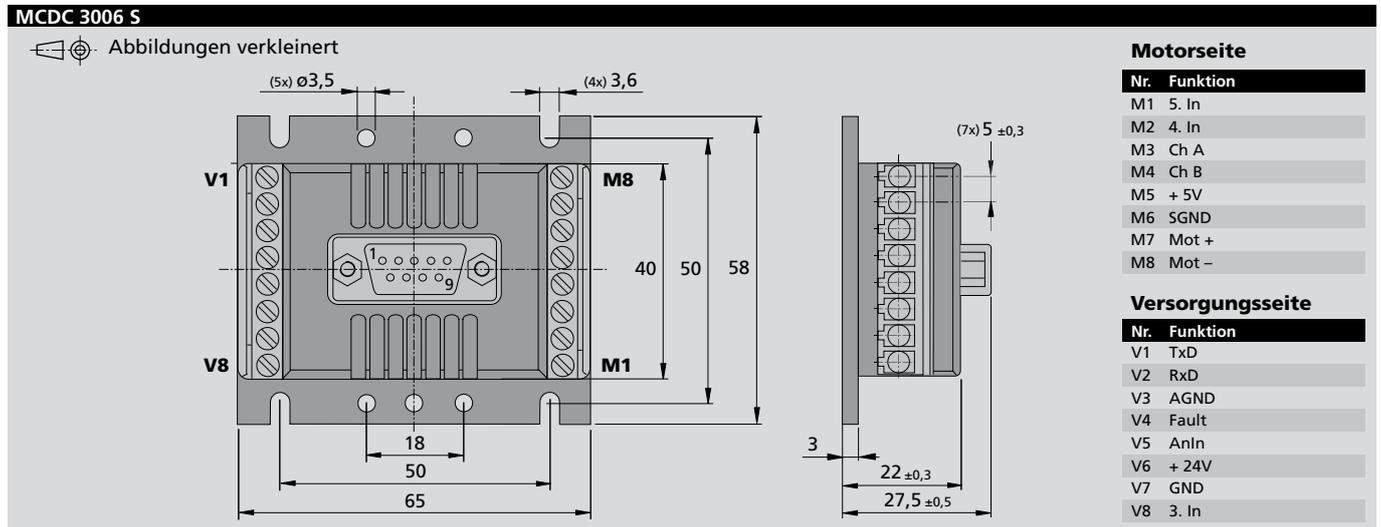
¹⁾ bei 22 °C Umgebungstemperatur

8.3.2 Produktabmessungen



8 Technische Daten

8.3 Motion Controller MCDC 3003 / 06 S



8.3.3 Anschlussinformationen

Anschluss „TxD“, „RxD“:				
Schnittstelle			RS232	
Protokoll			Faulhaber - ASCII	
Maximale Übertragungsgeschwindigkeit			115 200	baud
Anschluss „AGND“				
– Analog Ground			Analog Bezugsmasse	
– Digitaler Eingang externer Encoder		R _{in}	Kanal B	
		f	10	kΩ
			≤ 400	kHz
Anschluss „Fault“:				
– Digitaler Eingang		R _{in}	100	kΩ
– Digitaler Ausgang (open collector)		U	≤ U _B	V
		I	≤ 30	mA
		clear	durchgeschaltet nach GND	
		set	hochohmig	
Fehlerausgang		kein Fehler	durchgeschaltet nach GND	
		Fehler	hochohmig	
Anschluss „AnIn“:				
– Analoger Eingang Drehzahl Sollwert		U _{in}	„AGND“ als Bezugsmasse	
– Digitaler Eingang PWM für Drehzahl Sollwert		f	±10	V
		T	100 ... 2 000	Hz
			50 % ± 0 rpm	
externer Encoder			Kanal A	
		f	≤ 400	kHz
Schrittfrequenz Eingang		f	≤ 400	kHz
		R _{in}	5	kΩ
Anschluss „+24V“:		U _B	12 ... 30	V DC
Anschluss „GND“:			Masse	
Anschluss „3. In“:				
– Digitaler Eingang		R _{in}	22	kΩ
– Versorgungsspannung Elektronik ¹⁾		U _B	12 ... 30	V DC
Anschluss „4. In“:				
– Digitaler Eingang		R _{in}	22	kΩ
Anschluss „5. In“:				
– Digitaler Eingang		R _{in}	22	kΩ

¹⁾ Sonderausführung optional

8 Technische Daten

8.3 Motion Controller MCDC 3003 / 06 S

Anschluss „Mot -“, „Mot +“:			
Motoranschluss	Mot - Mot +		Motor - Motor +
PWM-Schaltfrequenz	U _{out} f _{PWM}		0 ... U _B 78,12
			V kHz
Anschluss „Ch A“, „Ch B“:			
Encodereingang	Ch A Ch B		Encoder Kanal A Encoder Kanal B
Integrierter Pullup-Widerstand nach +5V	R f		2,2 ≤ 400
			kΩ kHz
Anschluss „SGND“:			
Signal GND			Signalmasse
Anschluss „+5V“:			
Ausgangsspannung für externen Gebrauch ¹⁾	U _{out}		5
Laststrom	I _{out}		≤ 60
			V DC mA

¹⁾ z.B. Encoder

Beschreibung des D-SUB-Steckers

Anschluss D-Sub-Stecker:			
Pin 2	RxD		RS232/RxD
Pin 3	TxD		RS232/TxD
Pin 5	GND		Ground

Digitale Eingänge Allgemein

– PLC (SPS), Standard	high		12,5 ... U _B
	low		0 ... 7
– TTL	high		3,5 ... U _B
	low		0 ... 0,5

Der Pegel (PCL oder TTL) der digitalen Eingänge kann über die Schnittstelle konfiguriert werden.

9 EMV

9.1 EG-Richtlinien

VORSCHRIFT



Folgende EG-Richtlinien sind für den Anwender der beschriebenen Produkte von Bedeutung:

Maschinenrichtlinie (98/37/EG):

Sie gilt für selbstständig funktionsfähige Maschinen oder eine Verkettung von Maschinen zu ganzen Anlagen. Für Einbaukomponenten, nicht funktionsfähige Maschinen wird eine Herstellererklärung nach Anhang II B der Maschinenrichtlinie 98/37/EG abgegeben.

Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG):

Sie gilt für alle elektrischen Betriebsmittel mit einer Nennspannung von 75 bis 1 500 V DC, bzw. von 50 bis 1 000 V AC. Die in dieser Bedienungsanleitung beschriebenen Produkte fallen nicht in den Geltungsbereich dieser Richtlinie da sie für kleinere Spannungen ausgelegt sind.

EMV-Richtlinie (2004/108/EG):

Die Richtlinie über die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) gilt für alle elektronischen und elektrischen Geräte, Anlagen und Systeme, die an Endnutzer vertrieben werden. Darüber hinaus kann auch für Einbaukomponenten eine CE-Kennzeichnung nach EMV-Richtlinie vorgenommen werden. Die Übereinstimmung wird durch die Konformitätserklärung dokumentiert.

9 EMV

9.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Der hier beschriebene Sachverhalt sowie die aufgeführten Normen beziehen sich ausschließlich auf Produkte mit CE-Kennzeichnung, die in der Kurzkonformitätserklärung aufgeführt sind.

Unter Elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) versteht man die Fähigkeit eines elektrischen oder elektronischen Gerätes, in seiner bestimmungsgemäßen Umgebung zufriedenstellend/bestimmungsgemäß zu funktionieren, ohne dabei diese Umgebung durch selbst erzeugte elektromagnetische Störungen unzulässig zu beeinflussen.

Dies ist notwendig, damit der gleichzeitige Betrieb mehrerer Geräte möglich ist!

In der EMV-Richtlinie 2004/108/EG werden im Artikel 5, bzw. Anhang 1 die Grundlegenden Anforderungen für Betriebsmittel beschrieben.

Grundlegende Anforderungen

Betriebsmittel müssen nach den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik so entworfen und gefertigt sein, dass

- die von ihnen verursachten elektromagnetischen Störungen keine Pegel erreichen, bei denen ein bestimmungsgemäßer Betrieb von Funk- und Telekommunikationsgeräten oder anderen Betriebsmitteln nicht möglich ist;
- sie gegen die bei bestimmungsgemäßem Betrieb zu erwarteten elektromagnetischen Störungen hinreichend unempfindlich sind, um ohne unzumutbare Beeinträchtigung bestimmungsgemäß arbeiten zu können.

Die Richtlinie lässt sich nicht darüber aus, wie hoch der erzeugte Störpegel sein darf, den ein Gerät abstrahlen darf und wie groß die zu erwartenden Störungen sind, bei denen das Gerät funktionieren muss. Sie hilft lediglich durch die Postulierung einer Vermutungswirkung. Diese greift auf sogenannte harmonisierte Normen zurück, in denen der Stand der Technik niedergeschrieben ist.

Vermutungswirkung

Stimmt ein Betriebsmittel mit den einschlägigen harmonisierten Normen überein, so wird widerleglich vermutet, dass das Betriebsmittel mit den von diesen Normen abgedeckten grundlegenden Anforderungen ... übereinstimmt. Diese Vermutung der Konformität beschränkt sich auf den Geltungsbereich der angewandten harmonisierten Normen und gilt nur innerhalb des Rahmens der von diesen harmonisierten Normen abgedeckten grundlegenden Anforderungen [Richtlinie 2004/108/EG, Artikel 6, Absatz 2].

Daher dürfen je nachdem für welchen Einsatz (bestimmungsgemäßen Betrieb) ein Produkt vorgesehen ist, unterschiedliche harmonisierte EMV-Normen angewendet werden.

9 EMV

9.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Die Konformität wurde durch Nachweis der Einhaltung folgender harmonisierter Normen nachgewiesen:

- EN 61000-6-4: Fachgrundnorm - Störaussendung für Industriebereich
- EN 61000-6-2: Fachgrundnorm - Störfestigkeit für Industriebereich

Die genannten Fachgrundnormen schreiben für die Störaussendungs- und Störfestigkeitsprüfungen bestimmte genormte Prüfungen vor. Aufgrund der am Motion Controller vorhandene Anschlüsse sind folgende Prüfungen gefordert:

Grundnorm Störaussendung:

- EN 55011, Klasse A: Gestrahlte Störaussendung

Grundnormen Störfestigkeit:

- EN 61000-4-2: Elektrostatische Entladung („ESD“)
- EN 61000-4-3: Gestrahlte el.-magnet. HF-Felder
- EN 61000-4-4: Schnelle Transienten („Burst“)
- EN 61000-4-5: Energiereiche Stoßspannungen („Surge“)
- EN 61000-4-6: Leitungsgeführte el.-magnet. HF-Feld
- EN 61000-4-8: Magnetfeld mit energietechn. Frequenz

Alle Prüfungen wurden durchgeführt und bestanden, allerdings waren in einigen Fällen zusätzliche EMV-Maßnahmen erforderlich.

9 EMV

9.3 EG-Konformitätserklärung

Der Hersteller: **Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG**

erklärt hiermit, dass das folgende Produkt

Produktbezeichnung: **Faulhaber Motion Controller**

Produkttyp: **MCBL 3006 S
MCDC 3006 S**

den wesentlichen Schutzanforderungen entspricht, die in der/den nachfolgenden Richtlinie(n) festgelegt sind:

EMV-Richtlinie 2004/108/EG

Die Konformität wird in Bezug auf folgende angewandte harmonisierten Normen erklärt:

- EN 61000-6-4: Fachgrundnorm - Störaussendung für Industriebereich
- EN 61000-6-2: Fachgrundnorm - Störfestigkeit für Industriebereich

HINWEIS



Weitere Informationen

Die vollständige Konformitätserklärung finden Sie im Internet unter www.faulhaber.com.

10 Herstellererklärung

Herstellererklärung nach Maschinenrichtlinie 98/37/EG, Anhang II B

Der Hersteller: **Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG**
Daimlerstr. 23/25
D-71101 Schönaich
Germany

erklärt hiermit, dass es sich bei den nachfolgend bezeichneten Erzeugnissen um Einbaukomponenten und somit im Sinne des Artikels 4 (2) der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Maschinen 98/37/EG – kurz: Maschinenrichtlinie – um für sich allein nicht funktionsfähige Maschinen handelt, die aus diesem Grund noch nicht in allen Teilen den einschlägigen Bestimmungen der Maschinenrichtlinie entsprechen.

Produktbezeichnung: Mikroantriebe, DC-Kleinstmotoren, Schrittmotoren, Motion Control Systems, Präzisionsgetriebe, Servokomponenten, Steuerungen, Mikropräzisionssysteme, Lineare DC-Servomotoren, Piezomotoren

Markennamen: FAULHABER, PRECIstep, FTB, penny-motor, smoovy, FAULHABER BX4, FAULHABER motion control, Quickshaft, Smartshell, PiezoMotor

Die Inbetriebnahme ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine, in die diese Komponente eingebaut werden soll, funktionsfähig ist und den Schutzanforderungen der Maschinenrichtlinie entspricht.

Schoenaich, 2008-02-04
(Ort, Datum)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung


Unterschrift

11 Gewährleistung

Auszug aus unseren Gewährleistungsbedingungen

Produkte der Firma Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG werden nach modernsten Fertigungsmethoden hergestellt und unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle.

Sollte es wider Erwarten zu Mängeln kommen, verpflichten wir uns innerhalb der Gewährleistungszeit, Abhilfe zu schaffen.

- Mangelhafte Ware haben wir auf unsere Kosten innerhalb einer uns von Ihnen gesetzten angemessenen Frist nach unserer Wahl nachzubessern oder zu ersetzen. Ersetzte Ware wird unser Eigentum und ist an uns zurückzugeben.
- Wenn eine Nachbesserung oder Ersatzlieferung nicht möglich ist oder aus sonstigen von uns zu vertretenden Gründen innerhalb der von Ihnen bestimmten Frist nicht erfolgt oder fehlschlägt, können Sie nach Ihrer Wahl vom Vertrag über die mangelhafte Lieferung zurücktreten oder den Kaufpreis mindern.
- Wir haften nicht für Schäden der Ware, die durch natürliche Abnutzung, Verschleiß, ungeeignete, unsachgemäße oder nicht vertragsgemäße Verwendung, fehlerhafte Montage oder Inbetriebsetzung, übermäßige Beanspruchung oder unsachgemäße Änderung, Nachbesserung oder Instandsetzungsarbeiten durch Sie oder Dritte, oder durch fehlerhafte oder nachlässige Behandlung entstehen, sofern diese nicht auf unser Verschulden zurückzuführen sind.
- Weitergehende Ansprüche, insbesondere auf Schadensersatz statt der Leistung und auf Ersatz eines sonstigen unmittelbaren oder mittelbaren Schadens – einschließlich Begleit- oder Folgeschadens, gleichgültig aus welchem Rechtsgrund – sind ausgeschlossen. Dies gilt nicht, wenn
 - a) wir einen Rechts- oder Sachmangel arglistig verschwiegen oder eine Garantie für die Beschaffenheit der Ware übernommen haben,
 - b) der Schaden auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit von uns, unserer gesetzlichen Vertreter oder Erfüllungsgehilfen oder einer fahrlässigen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten durch diese Personen beruht, oder
 - c) eine schuldhafte Pflichtverletzung durch uns, unsere gesetzlichen Vertreter oder Erfüllungsgehilfen zu einem Körper- oder Gesundheitsschaden geführt hat.

Im Falle einfacher Fahrlässigkeit ist jedoch unsere Ersatzpflicht der Höhe nach auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden beschränkt.

- Sämtliche Mängelansprüche einschließlich der in unseren Lieferbedingungen geregelten Schadensersatzansprüche verjähren in einem Jahr nach Ablieferung der Ware an Sie. Für Ersatzstücke und die Ausbesserung beträgt die Verjährungsfrist 1 Jahr, sie läuft aber mindestens bis zum Ablauf der ursprünglichen Verjährungsfrist für den Liefergegenstand. Die Frist für die Mängelhaftung an dem Liefergegenstand wird um die Dauer der durch die Nachbesserungsarbeiten verursachten Betriebsunterbrechung verlängert. Von dieser Verjährungsregelung bleiben Regelungen bezüglich einer etwa kürzeren Lebensdauer des Liefergegenstandes im Rahmen seiner bestimmungsgemäßen Verwendung unberührt.

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte unseren Lieferbedingungen, die wir Ihnen auf Anfrage gerne zur Verfügung stellen.

12 Befehlsübersicht

Auflistung der in dieser Bedienungsanleitung vorkommenden Befehle

Befehle						
A	AC	ADL	ADR	ANSW	APCMOD	APL
BAUD	BINSEND					
CALL	CI	CO	COMPATIBLE	CONTMOD	CORRIDOR	CST
DCE	DEC	DELAY	DEV	DI	DIERI	DIGOUT
DIPROG	DIRIN	DxJNZ				
EEPSAV	EN	ENCMOD	ENCOUT	ENCRES	ENCSPPEED	END
ENPROG	ERI	ERROUT				
GAC	GADV	GAHS	GAST	GCC	GCI	GCL
GCORRIDOR	GDCE	GDEC	GDEV	GEARMOD	GENCRES	GES
GETx	GFS	GHOSP	GHSC	GI	GKN	GMAV
GMOD	GMOTTYP	GMV	GN	GNL	GNODEADR	GOHIX
GOHOSEQ	GOIX	GPC	GPD	GPL	GPN	GPOR
GPP	GPROGSEQ	GRC	GRM	GRU	GSCS	GSER
GSP	GSR	GST	GSTN	GSTW	GTYP	GU
GV						
HA	HALLSPEED	HB	HD	HL	HN	HO
HOC	HOSP	HP				
I	IOC	IXRMOD				
JMP	JMPEx	JMPGx	JMPLx	JPD	JPE	JPF
JPH	JPT					
KN						
LA	LCC	LL	LPC	LPN	LR	
M	MAV	MEM	MOTTYP	MV		
NE	NET	NODEADR	NP	NPOFF	NV	NVOFF
OST						
PD	POHOSEQ	POR	POS	PP	PROGSEQ	
REFIN	RESET	RESUME	RET	RETI	RM	RN
SAVE	SETPLC	SETTTL	SETx	SHA	SHL	SHN
SIN	SO	SOR	SP	SR	STEPMOD	STN
STW	SWS					
TEM	TIMEOUT	TO	TPOS			
U						
V	VER	VOLTMOD				

Notizen

