

Kommunikations- / Funktionshandbuch

Motion Control

MCLM 300x RS

RS232

Impressum

Version:
5. Auflage, 9-11-2018

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.

Dieses Dokument wurde mit Sorgfalt erstellt.
Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt jedoch
für eventuelle Irrtümer in diesem Dokument 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 Funkentstörung
sowie die Vorgaben dieses Dokuments zu beachten.

Änderungen vorbehalten.

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

Inhalt

1	Zu diesem Dokument	7
1.1	Gültigkeit dieses Dokuments	7
1.2	Mitgeltende Dokumente	7
1.3	Umgang mit diesem Dokument	8
1.4	Abkürzungsverzeichnis	8
1.5	Symbole und Kennzeichnungen	8
2	Schnellstart	9
2.1	Inbetriebnahme mit der Standardkonfiguration	9
2.2	Knotennummer und Baudrate einstellen	9
2.3	Betrieb über den FAULHABER Motion Manager	10
3	Funktionsbeschreibung	12
3.1	Antriebsdaten	12
3.2	Konfiguration der Betriebsarten	13
3.3	Positionsregelung	14
3.3.1	Sollwertvorgabe über die serielle Schnittstelle.....	14
3.3.1.1	Grundeinstellungen.....	14
3.3.1.2	Zusätzliche Einstellungen.....	15
3.3.1.3	Befehle zur Bewegungssteuerung.....	15
3.3.2	Analoger Positionier-Modus (APCMOD).....	16
3.3.2.1	Grundeinstellungen.....	16
3.3.2.2	Zusätzliche Einstellungen.....	17
3.3.2.3	Positionierung über Pulsweitensignal (PWM) am analogen Eingang (SOR2)	17
3.3.2.4	Absolutpositionierungen innerhalb eines magnetischen Polabstands	17
3.3.3	Externer Impulsgeber als Positionswert (ENCMOD)	18
3.3.3.1	Grundeinstellungen.....	18
3.3.3.2	Zusätzliche Einstellungen.....	19
3.3.3.3	Befehle zur Bewegungssteuerung.....	19
3.4	Geschwindigkeitsregelung	21
3.4.1	Geschwindigkeitsvorgabe über die serielle Schnittstelle	21
3.4.1.1	Grundeinstellungen.....	21
3.4.1.2	Geschwindigkeitseingang	21
3.4.1.3	Zusätzliche Einstellungen.....	22
3.4.1.4	Befehle zur Bewegungssteuerung.....	22
3.4.1.5	Zusammengesetzte Bewegungsprofile	23
3.4.2	Geschwindigkeitsvorgabe über eine analoge Spannung oder ein PWM-Signal (SOR1/SOR2)	23
3.4.2.1	Grundeinstellungen.....	23
3.4.2.2	Geschwindigkeitseingang	23
3.4.2.3	Sollwerteingang.....	24
3.4.2.4	Zusätzliche Einstellungen.....	24
3.4.2.5	Sollwertvorgabe über Pulsweitensignal (PWM) am analogen Eingang (SOR2)	24
3.4.2.6	Eingangsschaltung	25
3.4.3	Externer Impulsgeber als Geschwindigkeitswert (ENCMOD)	25
3.4.3.1	Grundeinstellungen.....	25
3.4.3.2	Geschwindigkeitseingang	26
3.4.3.3	Zusätzliche Einstellungen.....	26
3.4.3.4	Befehle zur Bewegungssteuerung.....	26
3.4.3.5	Zusammengesetzte Bewegungsprofile	27

Inhalt

3.5	Referenzfahrten und Endschalter	28
3.5.1	Endschaltereingänge und Schaltpegel	28
3.5.2	Befehle zur Bewegungssteuerung	29
3.5.3	Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschaltereingänge	29
3.5.3.1	Polarität und Endschalterfunktion	29
3.5.3.2	Definition des Referenzfahrtverhaltens.....	30
3.5.3.3	Homing Speed.....	31
3.5.3.4	Direkte Programmierung über HA-, HL- und HN-Befehle...	31
3.6	Erweiterte Betriebsarten	32
3.6.1	Schrittmotorbetrieb	32
3.6.1.1	Grundeinstellungen.....	32
3.6.1.2	Eingang	33
3.6.1.3	Zusätzliche Einstellungen.....	33
3.6.2	Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)	34
3.6.2.1	Grundeinstellungen.....	34
3.6.2.2	Eingang	34
3.6.2.3	Zusätzliche Einstellungen.....	35
3.6.3	Spannungssteller-Modus	36
3.6.3.1	Grundeinstellungen.....	36
3.6.3.2	Eingang	36
3.6.3.3	Zusätzliche Einstellungen.....	36
3.6.4	Stromregelung mit analoger Stromvorgabe - Feste Bewegungsrichtung (SOR3)	37
3.6.4.1	Grundeinstellungen.....	37
3.6.4.2	Eingang	37
3.6.5	Stromregelung mit analoger Stromvorgabe - Bewegungsrichtung abhängig vom Stromsollwert (SOR4)	38
3.6.5.1	Grundeinstellungen.....	38
3.6.5.2	Eingang	38
3.7	Sonderfunktionen des Fault Ausgangs	39
3.7.1	Fault-Pin als Fehlerausgang.....	39
3.7.2	Zusätzliche Einstellungen	39
3.7.3	Fault-Pin als Impulsausgang	40
3.7.4	Fault-Pin als digitaler Ausgang	40
3.8	Technische Informationen	41
3.8.1	Rampengenerator	41
3.8.1.1	Grundeinstellungen.....	41
3.8.1.2	Rampengenerator im Geschwindigkeitsmodus.....	42
3.8.1.3	Rampengenerator im Positioniermodus	43
3.8.1.4	Zusammengesetzte Bewegungsprofile	44
3.8.2	Sinuskommutierung.....	45
3.8.3	Stromregler und I ² t-Strombegrenzung	45
3.8.3.1	Grundeinstellungen.....	46
3.8.3.2	Arbeitsweise des Stromreglers.....	46
3.8.4	Übertemperatursicherung	47
3.8.5	Unterspannungsüberwachung.....	47
3.8.6	Überspannungsregelung	47
3.8.7	Einstellung der Reglerparameter	47
3.8.8	Spezialmodus für die Positionsregelung	48

Inhalt

4	Protokollbeschreibung	49
4.1	Befehlstelegramm	49
4.2	Antworttelegramm	49
4.3	Voraussetzung für die Kommunikation	51
4.3.1	Betrieb eines einzelnen Motion Controllers	51
4.3.2	RS232-Netzwerkbetrieb	52
4.4	Kommunikationseinstellungen	52
4.5	Trace	53
4.5.1	Trace konfigurieren	54
4.5.2	Daten anfordern	55
5	Inbetriebnahme	57
5.1	Grundeinstellungen	57
5.2	Konfiguration mit dem Motion Manager	58
5.2.1	Verbindung herstellen	59
5.2.2	Motor auswählen	60
5.2.3	Antrieb konfigurieren	61
5.2.4	Grundeinstellungen durchführen	61
5.2.5	Antriebsparameter einstellen	63
5.2.6	Reglerparameter einstellen	65
5.2.7	I/O-Beschaltung und Verwendung einstellen	67
5.2.8	Datensatz verwalten	68
5.2.9	Diagnose	68
5.2.10	Trace-Funktion	69
6	Ablaufprogramme	70
6.1	Steuerung von Ablaufprogrammen	71
6.2	Einstellungen zum Antwortverhalten	72
6.3	Erläuterungen zu den Befehlen und Funktionen	73
6.3.1	Sprungbefehle	73
6.3.2	Error Interrupt	74
6.3.3	Referenzfahrten	74
6.3.4	Notify-Befehle	75
6.3.5	CALL-Befehl	75
6.3.6	Allgemeines	75
6.3.7	Speichergröße	75
6.3.8	Beispiel: Positionier Routinen über RS232 aufrufen	76

Inhalt

7	Parameterbeschreibung	78
7.1	Befehle zur Grundeinstellung	78
7.1.1	Befehle für spezielle Betriebsarten.....	78
7.1.2	Parameter für Grundeinstellung	79
7.1.3	Allgemeine Parameter	80
7.1.4	Befehle zur Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge	81
7.1.5	Befehle zur Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter..	82
7.2	Abfragebefehle für Grundeinstellung	83
7.2.1	Betriebsarten und allgemeine Parameter	83
7.2.2	Anfragebefehle zur Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge	85
7.2.3	Anfragebefehle zur Konfiguration der Referenzfahrt.....	85
7.3	Sonstige Befehle	86
7.4	Befehle zur Bewegungssteuerung	86
7.5	Allgemeine Abfragebefehle	87
7.6	Befehle für Ablaufprogramme	89

Zu diesem Dokument

1 Zu diesem Dokument

1.1 Gültigkeit dieses Dokuments

Dieses Dokument beschreibt:

- Schnellstart:
 - Erstmalige Inbetriebnahme und Bedienung des Geräts mit serieller Schnittstelle
- Kommunikation:
 - Kommunikation mit dem Antrieb über RS232
 - Basisdienste der Kommunikationsstruktur
 - Methoden für den Parameterzugriff
 - Antrieb aus Kommunikationssicht
- Funktion:
 - Prinzip der Gerätesteuerung
 - Inbetriebnahme und Konfiguration des Geräts
 - Betriebsarten und Funktionen

Dieses Handbuch bezieht sich auf die Produktreihen der FAULHABER Motion Controller und der FAULHABER Motion Control Systeme. Diese Produktreihen werden im Folgenden mit „Motion Controller“ bezeichnet. Die Bezeichnung „Motion Control System“ wird nur dann verwendet, wenn eine Unterscheidung notwendig ist.

Dieses Dokument richtet sich an folgende Personen:

- Anwender, die erstmalig einen Motor am FAULHABER Motion Controller in Betrieb nehmen
- Softwareentwickler und Projekt Ingenieure mit Schnittstellen-Erfahrung
- Techniker und Ingenieure mit Erfahrung in der Applikation von geregelten elektrischen Antrieben sowie industriellen Kommunikationssystemen

Alle Angaben in diesem Dokument beziehen sich auf Standardausführungen der Antriebe. Änderungen aufgrund kundenspezifischer Ausführungen dem Beilageblatt entnehmen.

1.2 Mitgeltende Dokumente

Für bestimmte Handlungsschritte bei der Inbetriebnahme und Bedienung der FAULHABER Produkte sind zusätzliche Informationen aus folgenden Handbüchern hilfreich:

Handbuch	Beschreibung
Motion Manager 6	Bedienungsanleitung zur FAULHABER Motion Manager PC Software
Gerätehandbuch	Anleitung zur Installation und zum Gebrauch des FAULHABER Motion Controllers

Diese Handbücher können im PDF-Format von der Internetseite www.faulhaber.com/manuals heruntergeladen werden.

Zu diesem Dokument

1.3 Umgang mit diesem Dokument

- ▶ Dokument vor der Konfiguration aufmerksam lesen.
- ▶ Dokument während der Lebensdauer des Produkts aufbewahren.
- ▶ Dokument dem Bedienpersonal jederzeit zugänglich halten.
- ▶ Dokument an jeden nachfolgenden Besitzer oder Benutzer des Produkts weitergeben.

1.4 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
MOSFET	Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor
PWM	Pulse Width Modulation
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
TTL	Transistor Transistor Logic

1.5 Symbole und Kennzeichnungen



VORSICHT!

Gefahren für Personen. Nichtbeachtung kann zu leichten Verletzungen führen.

- ▶ Maßnahme zur Vermeidung



HINWEIS!

Gefahr von Sachschäden.

- ▶ Maßnahme zur Vermeidung



Hinweise zum Verständnis oder zum Optimieren der Arbeitsabläufe

- ✓ Voraussetzung zu einer Handlungsaufforderung
 1. Erster Schritt einer Handlungsaufforderung
 - ↪ Resultat eines Schritts
 2. Zweiter Schritt einer Handlungsaufforderung
 - ↪ Resultat einer Handlung
- ▶ Einschrittige Handlungsaufforderung

2 Schnellstart

Für einen einfachen Einstieg sind in diesem Kapitel die ersten Schritte zur Inbetriebnahme und Bedienung der FAULHABER Motion Controller mit serieller Schnittstelle aufgezeigt. Zusätzlich muss die ausführliche Dokumentation gelesen und berücksichtigt werden, insbesondere Kap. 5.2.4, S. 61.

2.1 Inbetriebnahme mit der Standardkonfiguration

Zur Inbetriebnahme mit der Standardkonfiguration sind folgende Schritte notwendig:

1. Antriebseinheit an eine 12 V – 24 V Spannungsquelle anschließen.
Belegung der Anschlussleitung siehe Gerätehandbuch.
2. Antriebseinheit an eine serielle Schnittstelle des PCs (z. B. COM1) anschließen und einschalten.
Belegung der Schnittstelle siehe Gerätehandbuch.
3. Konfigurations- und Fahrbefehle über eine geeignete Software, wie z. B. den FAULHABER Motion Manager, ausführen.

 Wenn der verwendete PC über keine serielle Schnittstelle verfügt, wird die Verwendung eines USB-Seriell-Adapters empfohlen.

2.2 Knotennummer und Baudrate einstellen

Die Einheiten werden standardmäßig mit der Knotenadresse 0 (NODEADR0) und mit einer Übertragungsrate von 9 600 Baud ausgeliefert. Die Einstellungen können über die Schnittstelle z. B. mit dem FAULHABER Motion Manager geändert werden.

Vorgehensweise bei Verwendung des FAULHABER Motion Managers:

- ✓ Verbindung ist hergestellt (siehe Kap. 2.1, S. 9).
- 1. Menü **Konfiguration - Verbindungsparameter...** auswählen.
- 2. Gewünschte Übertragungsrate und Knotennummer auswählen.
- 3. Schaltfläche **Senden** betätigen.
 -  Die Einstellungen werden übertragen und dauerhaft im Controller gespeichert. Der Motion Manager ruft danach erneut die Scan-Funktion auf und der Knoten sollte nun im Node-Explorer mit der richtigen Knotennummer angezeigt werden. Nach erneutem Aus- und Einschalten arbeitet der Antrieb nun mit der eingestellten Konfiguration.

2.3 Betrieb über den FAULHABER Motion Manager

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

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

Um einen Motor über den Motion Manager anzutreiben, muss folgendermaßen vorgegangen werden:

- ✓ Verbindung ist hergestellt (siehe Kap. 2.1, S. 9).
- 1. FAULHABER Motion Manager starten.
- 2. Antriebsfunktionen konfigurieren:
 - Motion Controller mit extern angeschlossenem Motor müssen vor der Inbetriebnahme mit für den Motor geeigneten Werten für die Strombegrenzung und geeigneten Reglerparametern versehen werden.

Zur Auswahl des Motors und der dafür geeigneten Grundparameter steht im Motion Manager der Assistent für Motorauswahl zur Verfügung.

Weitere Einstellungen, z. B. zur Funktion des Fault-Ausgangs, können unter dem Menüpunkt **Konfiguration – Antriebsfunktionen** über einen komfortablen Dialog vorgenommen werden (siehe Kap. 5.2, S. 58). Der Konfigurationsdialog steht auch als Direktzugriff in der Schnellzugriffleiste des Motion Managers zur Verfügung.



HINWEIS!

Schäden am Controller und/oder Antrieb durch falsche Werte in den Einstellungen der Motion Controller

- ▶ Grundeinstellungen prüfen (siehe Kap. 5.2.4, S. 61).
- 3. Für das Betreiben des Antriebs über den PC die Sollwertvorgabe auf digital (SOR0) einstellen.
- 4. Wenn die Einstellungen dauerhaft gespeichert werden sollen, die Schaltfläche **EEPSAV** betätigen.
- 5. Antrieb mit dem Befehl **EN** aktivieren.
Über das Kontextmenü des Node-Explorers oder über das Menü **Befehle** den Eintrag **Bewegungssteuerung - Antrieb aktivieren (EN)** auswählen
- oder -
den Befehl **EN** in das Befehlseingabefeld des Terminal-Fensters eingeben
- oder -
die Schaltfläche **Endstufe einschalten** drücken.
- 6. Motor antreiben (z. B. mit 100 mm/s, relativ um 10 000 Inkremente):
 - Befehl **SP100** eingeben.
 - Relative Sollposition mit dem Befehl **LR10000** laden.
 - Geladene Sollposition mit dem Befehl **M** anfahren.
- 7. Antrieb mit dem Befehl **V0** stoppen.

Schnellstart

8. Motor verfahren (z. B. relativ um 10 000 Inkremente):

- Über das Kontextmenü des Node-Explorers oder über das Menü **Befehle** den Eintrag **Bewegungssteuerung - Relative Sollposition laden (LR)** auswählen und den gewünschten Wert in das Eingabefeld eintragen
- oder -
- den Befehl `LR10000` in das Befehlseingabefeld des Terminal-Fensters eingeben.
- Über das Kontextmenü des Node-Explorers oder über das Menü **Befehle** den Eintrag **Bewegungssteuerung - Positionierung starten (M)** auswählen
- oder -
- den Befehl `M` in das Befehlseingabefeld des Terminal-Fensters eingeben.

9. Antrieb deaktivieren:

Schaltfläche **Endstufe ausschalten** in der Symbolleiste auswählen

- oder -

Taste F5 drücken

- oder -

Menüeintrag **Bewegungssteuerung - Antrieb deaktivieren (DI)** auswählen bzw. den Befehl `DI` ausführen.

Reglerparameter mit dem Tool Regler-Tuning anpassen

Im Motion Manager steht das Tool **Regler-Tuning** zur Verfügung, mit dem die Reglerparameter des Geschwindigkeitsreglers und des Positionsreglers an die Anwendung angepasst werden können.



HINWEIS!

Materialschäden durch Kollisionen.

Beim Betrieb mit dem Tool **Regler-Tuning** wird der Motor abwechselnd bei verschiedenen Geschwindigkeiten betrieben. Bei Hindernissen im Bewegungsbereich kann es zu Kollisionen kommen.

- ▶ Sicherstellen, dass sich der Antrieb während der Parametersuche im Bereich der eingegebenen Werte frei bewegen kann.

Funktionsbeschreibung

3 Funktionsbeschreibung

3.1 Antriebsdaten

Für die Modelle zur Motorüberwachung werden folgende Parameter benötigt:

- Geschwindigkeitskonstante (abgeleitet von der Generator-Spannungskonstante k_E)
- Anschlusswiderstand
- Magnetischer Polabstand

Diese Werte werden durch Auswahl eines Motortyps im Motorassistenten des Motion Managers passend vorbelegt.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
KN	0...16 383	Load Speed Constant	Geschwindigkeitskonstante K_n laden gemäß Angaben im Datenblatt [(mm/s)/V].
RM	10...320 000	Load Motor Resistance	Motorwiderstand RM laden gemäß Angabe im Datenblatt [mΩ].
TM	8...60	Load Magnetic Pitch	Magnetischer Polabstand [mm].
ENCRES	8...65 535	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden [4-fach Imp./mm].

K_N kann über folgende Beziehung aus den Datenblattwerten der Generator-Spannungskonstante k_E und dem magnetischen Polabstand τ_m berechnet werden:

$$K_N = \frac{60\,000}{k_E \cdot \tau_m}$$

- Sensor Type:
 - Als Positionsgebersysteme werden folgende Kombinationen unterstützt:
 - Analoge Hallsensoren (3 000 Inkremente/ τ_m , fest)
 - Analoge Hallsensoren + Inkrementalgeber (Auflösung abhängig vom Inkrementalgeber)
- Auflösung externer Encoder (ENCRES):
 - Bei Verwendung eines externen Inkrementalgebers muss dessen Auflösung bei 4-Flankenwertung (4-fache Impulszahl) angegeben werden.
- Auflösung interner Encoder:
 - Bei Verwendung der analogen Hallsensoren als Positionsgeber werden fest 3 000 Impulse pro magnetischem Polabstand τ_m geliefert.

Funktionsbeschreibung

3.2 Konfiguration der Betriebsarten

Der Motion Controller kann für unterschiedliche Betriebsarten konfiguriert werden. Standardmäßig wird die Antriebseinheit als Servomotor mit Sollwertvorgabe über die serielle Schnittstelle ausgeliefert. Eine Umkonfiguration des Antriebs kann über die entsprechenden FAULHABER Befehle durchgeführt werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SOR	0...4	Source For Velocity	Quelle für Geschwindigkeitsvorgabe. <ul style="list-style-type: none"> 0: Schnittstelle (Default) 1: Spannung am analogen Eingang 2: PWM-Signal am analogen Eingang 3: Stromsollwert über analogen Eingang 4: Stromsollwert über analogen Eingang mit Richtungsvorgabe über Eingangspolarität
CONTMOD	–	Continuous Mode	Von einem erweiterten Modus auf Normalbetrieb zurückschalten.
STEPMOD	–	Steppermotor Mode	Umschalten auf Schrittmotor-Modus.
APCMOD	–	Analog Position Control Mode	Positionsregelung mit Sollwert über Analogspannung.
ENCMOD	–	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus. Ein externer Impulsgeber dient als Positionsgeber. Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt).
HALLSPEED	–	Hallsensor als Speedsensor	Geschwindigkeit über Hallsensoren im Encoder Modus.
ENCSPPEED	–	Encoder als Speedsensor	Geschwindigkeit über Encodersignale im Encoder Modus.
GEARMOD	–	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus
VOLTMOD	–	Set Voltage Mode	Spannungssteller-Modus aktivieren.

Sollen die Einstellungen dauerhaft gespeichert werden, muss im Anschluss an die Konfiguration der Befehl `SAVE` ausgeführt werden. Damit werden die aktuellen Einstellungen in den Flash-Datenspeicher übernommen. Von dort werden sie nach dem nächsten Einschalten wieder geladen.

 Alternativ kann der Befehl `EEPSAV` ausgeführt werden. Beide Befehle sind identisch, daher wird im Folgenden nur noch `SAVE` verwendet.

Voraussetzung für den Betrieb des Antriebs ist, dass die Endstufe aktiviert ist (`EN`).

Alle weiter unten aufgeführten Befehle sind in Kap. 7, S. 78 zusammengefasst und erläutert.

Funktionsbeschreibung

3.3 Positionsregelung

3.3.1 Sollwertvorgabe über die serielle Schnittstelle

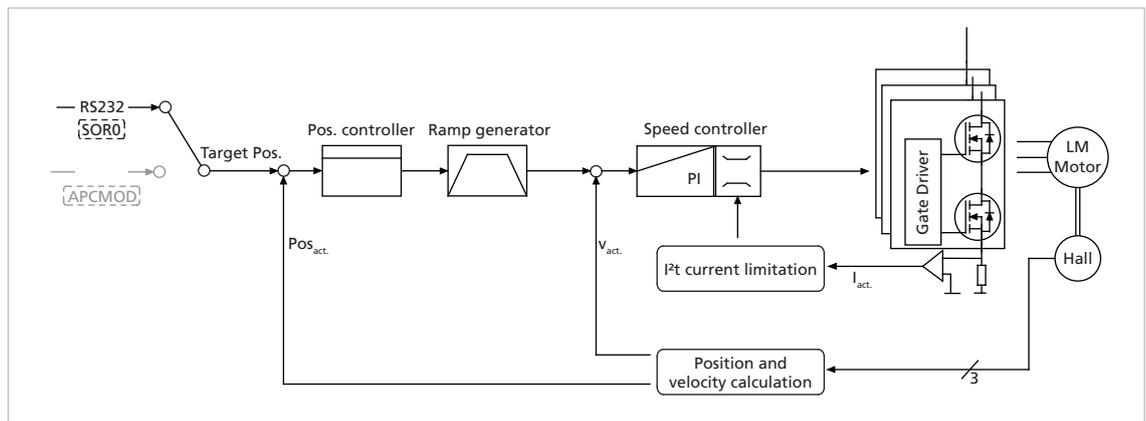


Abb. 1: Reglerstruktur bei Sollwertvorgabe über die serielle Schnittstelle oder über ein Ablaufprogramm

In dieser Betriebsart können Sollpositionen über die serielle Schnittstelle oder ein Ablaufprogramm vorgegeben werden.

3.3.1.1 Grundeinstellungen

Betriebsart CONTMOD und SOR0.

Die Positionierbereichsgrenzen können über den Befehl LL eingestellt und über APL aktiviert werden. Für den Positionsregler können die Proportionalverstärkung PP und ein differentieller Anteil PD eingestellt werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
PP	1...255	Load Position Proportional Term	Positionsreglerverstärkung laden.
PD	1...255	Load Position Differential Term	Positionsregler D-Anteil laden.
LL	$-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). <ul style="list-style-type: none"> Positive Werte geben das obere Limit an. Negative Werte geben das untere Limit an. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL 1 ist.
APL	0...1	Activate / Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten außer VOLTMOD). <ul style="list-style-type: none"> 1: Positionslimits aktiviert 0: Positionslimits deaktiviert

Funktionsbeschreibung

3.3.1.2 Zusätzliche Einstellungen

Rampengenerator

Die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen und die Maximalgeschwindigkeit können über die Befehle `AC`, `DEC` und `SP` definiert werden.

Siehe Kap. 3.8.1, S. 41.

Geschwindigkeitsregler / Strombegrenzung

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter `POR` und `I` angepasst werden. Zusätzlich kann der Antrieb über die Strombegrenzungswerte `LPC` und `LCC` vor Überlastung geschützt werden.

Siehe Kap. 3.4, S. 21.

3.3.1.3 Befehle zur Bewegungssteuerung

Die Positionierung wird über die FAULHABER Befehle zur Bewegungssteuerung ausgeführt (siehe Kap. 7.4, S. 86).

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
EN	–	Enable Drive	Antrieb aktivieren.
DI	–	Disable Drive	Antrieb deaktivieren.
LA	$-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden
LR	$-2,14 \cdot 10^9 \dots 2,14 \cdot 10^9$	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Die resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen den als Argument angegebenen Werten liegen.
M	–	Initiate Motion	Positionsregelung aktivieren und Positionierung starten.
HO	$-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$	Define Home Position	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Argument: Istposition auf 0 setzen. Mit Argument: Istposition auf angegebenen Wert setzen.
NP	–	Notify Position	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Argument: Bei Erreichen der Sollposition wird ein „p“ zurückgesendet. 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.

Beispiel:

- Sollposition laden: `LA40000`
- Positionierung starten: `M`

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

Positionsauflösung

Der Parameter `TM` repräsentiert den magnetischen Polabstand (τ_m) des Linearmotors. Bei Verwendung der linearen Hallsensoren der Motoren als Positionsgeber werden 3000 Impulse pro magnetischem Polabstand (τ_m) geliefert.

Funktionsbeschreibung

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

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

Weitere Angaben zu zusammengesetzten Bewegungsprofilen siehe Kap. 3.8.1, S. 41.

Digitales Signal Zielposition

Der Eintritt in den Zielkorridor kann über den Fault-Ausgang in der Funktion POSOUT als digitales Ausgangssignal angezeigt werden. Das Signal wird erst nach einem weiteren Motion-Startbefehl (M) zurückgesetzt.

Weitere Angaben zur Konfiguration siehe Kap. 3.7, S. 39.

3.3.2 Analoger Positionier-Modus (APCMOD)

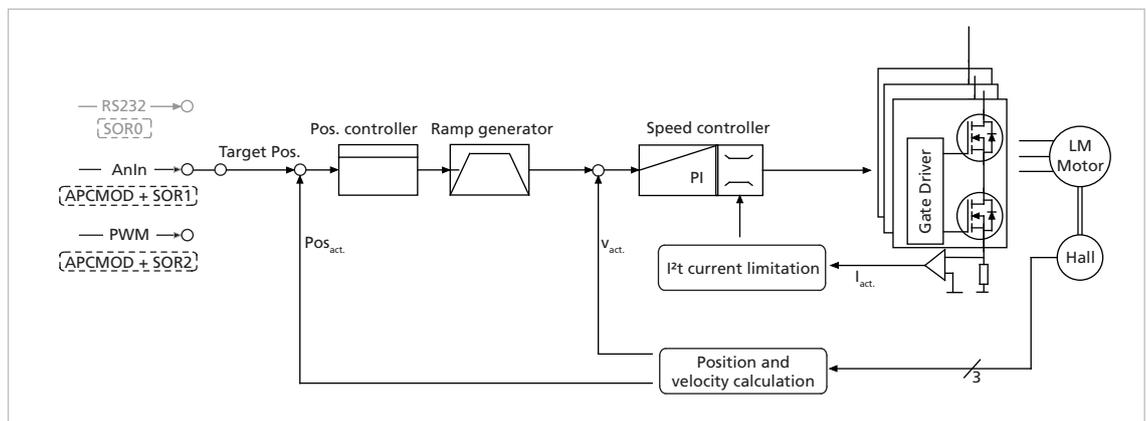


Abb. 2: Reglerstruktur bei Sollwertvorgabe über eine analoge Spannung

In dieser Betriebsart kann die Sollposition über eine analoge Spannung am Eingang AnIn vorgegeben werden.

3.3.2.1 Grundeinstellungen

Betriebsart APCMOD und SOR1 oder SOR2.

Die Positionierbereichsgrenzen können über den Befehl LL eingestellt und über APL aktiviert werden. Für den Positionsregler können die Proportionalverstärkung PP und ein differentieller Anteil PD eingestellt werden.

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, bis zur eingestellten negativen Bereichsgrenze.

Unabhängig vom vorgegebenen LL-Wert wird die Maximalposition im APCMOD auf 3 000 000 begrenzt.



Die Auflösung des analogen Eingangs ist auf 12 Bit (4096 Schritte) beschränkt. Die Bewegungsrichtung kann mit den Befehlen ADL und ADR vordefiniert werden.

Funktionsbeschreibung

3.3.2.2 Zusätzliche Einstellungen

Rampengenerator

Die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen und die Maximalgeschwindigkeit können über die Befehle `AC`, `DEC` und `SP` definiert werden.

Siehe Kap. 3.8.1, S. 41.

Geschwindigkeitsregler / Strombegrenzung

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter `POR` und `I` angepasst werden. Zusätzlich kann der Antrieb über die Strombegrenzungswerte `LPC` und `LCC` vor Überlastung geschützt werden.

Siehe Kap. 3.4, S. 21.

3.3.2.3 Positionierung über Pulsweitesignal (PWM) am analogen Eingang (SOR2)

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

Tab. 1: Bedeutung des Tastverhältnisses im Auslieferungszustand

Tastverhältnis	Bedeutung
> 50%	Positive Sollposition
= 50%	Sollposition = 0
< 50%	Negative Sollposition

3.3.2.4 Absolutpositionierungen innerhalb eines magnetischen Polabstands

Bei Motion Control Systemen wird die Initialposition nach dem Einschalten innerhalb eines Polabstands absolut initialisiert (–1 500...1 500 entspricht dem Abstand der magnetischen Pole). Das heißt, auch wenn die Stromversorgung getrennt wird, liefert die Positionsbestimmung nach dem Wiedereinschalten den korrekten Positionswert (falls der Läuferstab nur innerhalb eines magnetischen Polabstands verschoben wurde).

Mit den folgenden Befehlen kann erreicht werden, dass der Antrieb im Spannungsbereich 0...10 V genau innerhalb eines magnetischen Polabstands positioniert und auch nach dem Abschalten der Versorgung ohne Referenzfahrt wieder auf die korrekte Position fährt.

Funktion	Befehl
Auf Analog-Positionierung umschalten	<code>APCMOD</code>
Negativen Bereich ausblenden	<code>LL-1</code>
0...10 V an <code>AnIn</code> auf einen magnetischen Polabstand begrenzen	<code>LL3000</code>

Funktionsbeschreibung

3.3.3 Externer Impulsgeber als Positionswert (ENCMOD)

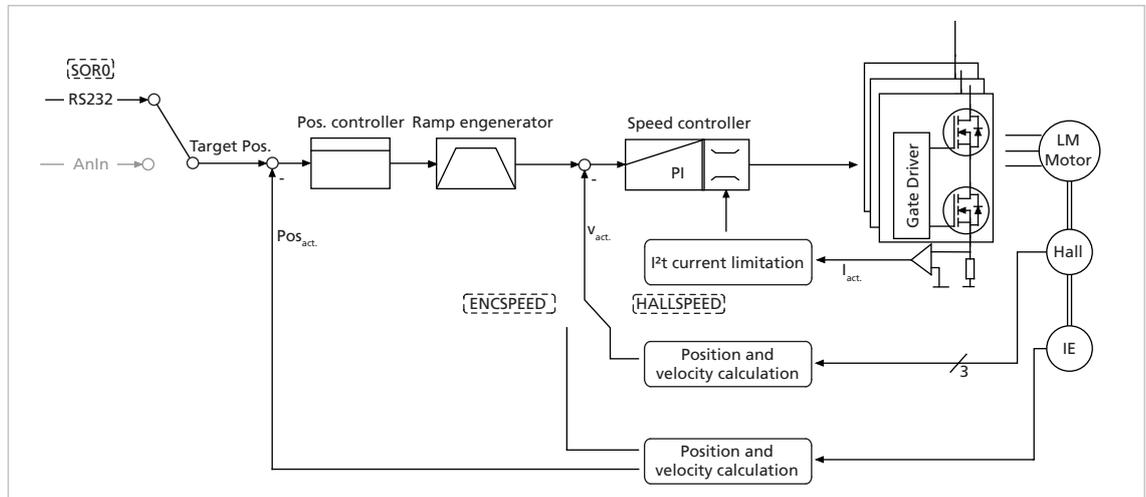


Abb. 3: Reglerstruktur bei Verwendung eines externen Impulsgebers als Istwertgeber

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

- Je nach Anwendung kann die Geschwindigkeit vom Impulsgeber oder von den Hallsensoren abgeleitet werden.
- Der externe Impulsgeber kann direkt mit dem Läuferstab verbunden sein. Besonders interessant ist 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.

3.3.3.1 Grundeinstellungen

Betriebsart ENCMOD und SOR0.

Die Positionierbereichsgrenzen können über den Befehl LL eingestellt und über APL aktiviert werden. Für den Positionsregler können die Proportionalverstärkung PP und ein differentieller Anteil PD eingestellt werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
PP	1...255	Load Position Proportional Term	Positionsreglerverstärkung laden.
PD	1...255	Load Position Differential Term	Positionsregler D-Anteil laden.
LL	$-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). <ul style="list-style-type: none"> ■ Positive Werte geben das obere Limit an. ■ Negative Werte geben das untere Limit an. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL 1 ist.
APL	0...1	Activate / Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten außer VOLTMOD). <ul style="list-style-type: none"> ■ 1: Positionslimits aktiviert ■ 0: Positionslimits deaktiviert

Funktionsbeschreibung

Tab. 2: Einstellungen für externen Encoder

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
ENCMOD	–	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus. Ein externer Impulsgeber dient als Positionsgeber. Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt).
ENCSPEED	–	Encoder als Speedsensor	Geschwindigkeit über Encodersignale im Encoder Modus.
HALLSPEED	–	Hallsensor als Speedsensor	Geschwindigkeit über Hallsensoren im Encoder Modus.
ENCRES	8...65 535	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden [4-fach Imp./mm].

3.3.3.2 Zusätzliche Einstellungen

Rampengenerator

Die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen und die Maximalgeschwindigkeit können über die Befehle `AC`, `DEC` und `SP` definiert werden.

Siehe Kap. 3.8.1, S. 41.

Geschwindigkeitsregler / Strombegrenzung

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter `POR` und `I` angepasst werden. Zusätzlich kann der Antrieb über die Strombegrenzungswerte `LPC` und `LCC` vor Überlastung geschützt werden.

Siehe Kap. 3.4, S. 21.

3.3.3.3 Befehle zur Bewegungssteuerung

Die Positionierung wird im `ENCMOD` ebenso wie im `CONTMOD` über die FAULHABER Befehle zur Bewegungssteuerung ausgeführt (siehe Kap. 7.4, S. 86).

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
EN	–	Enable Drive	Antrieb aktivieren.
DI	–	Disable Drive	Antrieb deaktivieren.
LA	$-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden
LR	$-2,14 \cdot 10^9 \dots 2,14 \cdot 10^9$	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Die resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen den als Argument angegebenen Werten liegen.
M	–	Initiate Motion	Positionsregelung aktivieren und Positionierung starten.
HO	$-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$	Define Home Position	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Argument: Istposition auf 0 setzen. Mit Argument: Istposition auf angegebenen Wert setzen.
NP	–	Notify Position	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Argument: Bei Erreichen der Sollposition wird ein „p“ zurückgesendet. 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.

Beispiel:

- Sollposition laden: `LA40000`
- Positionierung starten: `M`

Funktionsbeschreibung

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

Istwertauflösung

Im `ENCMOD` ist die Auflösung der Positionswerte von der Auflösung des Impulsgebers abhängig.

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Durch entsprechende Vorgabe neuer Werte (Maximalgeschwindigkeit, Beschleunigung, Endposition) während der Positionierung, können komplexere Bewegungsprofile erzeugt werden. Nach einer Werteänderung muss lediglich ein neuer Motion-Startbefehl (`M`) ausgeführt werden. Die Befehle `NP` und `NV` können zur Steuerung des Ablaufs verwendet werden.

Weitere Angaben zu zusammengesetzten Bewegungsprofilen siehe Kap. 3.8.1.4, S. 44.

Digitales Signal Zielposition

Der Eintritt in den Zielkorridor kann über den Fault-Ausgang in der Funktion `POSOUT` als digitales Ausgangssignal angezeigt werden. Das Signal wird erst nach einem weiteren Motion-Startbefehl (`M`) zurückgesetzt.

Hinweise zur Konfiguration siehe Kap. 3.7, S. 39.

Funktionsbeschreibung

3.4 Geschwindigkeitsregelung

In der Betriebsart Geschwindigkeitsregelung wird die Geschwindigkeit des Antriebs über einen PI-Regler geregelt. Wenn der Antrieb nicht überlastet ist, folgt der Antrieb der Vorgabe ohne Abweichung.

Für LM-Motoren kann die aktuelle Geschwindigkeit sowohl aus den Hallsignalen als auch über einen zusätzlichen Encoder erfasst werden.

Die Geschwindigkeit kann über die serielle Schnittstelle bzw. aus Ablaufprogrammen über eine analoge Spannungsvorgabe oder über ein PWM-Signal vorgegeben werden.

3.4.1 Geschwindigkeitsvorgabe über die serielle Schnittstelle

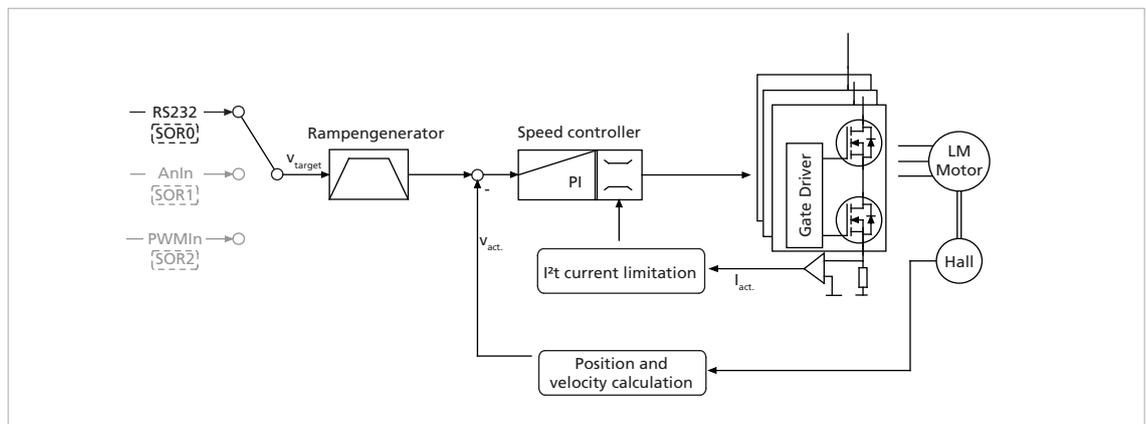


Abb. 4: Reglerstruktur für die Geschwindigkeitsregelung

In dieser Betriebsart kann der Antrieb geschwindigkeitsgeregelt mit Sollwertvorgabe über RS232 oder aus einem Ablaufprogramm betrieben werden.

3.4.1.1 Grundeinstellungen

Betriebsart `CONTMOD` und `SOR0`.

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter `POR` und `I` und die Abtastrate angepasst werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
<code>POR</code>	1...255	Load Velocity Proportional Term	Verstärkungsanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
<code>I</code>	1...255	Load Velocity Integral Term	Integralanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
<code>SR</code>	1...20	Load Sampling Rate	Abtastrate des Geschwindigkeitsreglers als Vielfaches von 200 μ s laden.

3.4.1.2 Geschwindigkeitseingang

Bei LM-Motoren wird die aktuelle Geschwindigkeit im `CONTMOD` über die Auswertung der Hallensignale bestimmt, die 3 000 Impulse pro magnetischem Polabstand liefern.

Funktionsbeschreibung

3.4.1.3 Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Über den Befehl `LL` kann auch für den Geschwindigkeitsmodus eine Grenze des Bewegungsbereichs definiert werden. Der Befehl `APL1` aktiviert die Überwachung dieser Grenzen.

Rampengenerator

Die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen und die Maximalgeschwindigkeit können über die Befehle `AC`, `DEC` und `SP` definiert werden.

Siehe Kap. 3.8.1, S. 41.

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte `LPC` und `LCC` kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden.

Siehe Kap. 3.8.3, S. 45.

3.4.1.4 Befehle zur Bewegungssteuerung

Für eine Übersicht aller Befehle zur Bewegungssteuerung siehe Kap. 7.4, S. 86.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
EN	–	Enable Drive	Antrieb aktivieren.
DI	–	Disable Drive	Antrieb deaktivieren.
V	–10 000...10 000	Select Velocity Mode	Geschwindigkeitsmodus aktivieren und angegebenen Wert als Sollgeschwindigkeit setzen (Geschwindigkeitsregelung) [mm/s].

Beispiel:

- Motor antreiben mit 100 mm/s: `V100`
Um die Richtung zu wechseln, übergeben Sie einen negativen Geschwindigkeitswert (z. B. `V-100`).
- Motor stoppen: `V0`

 Sicherstellen, dass die Maximalgeschwindigkeit `SP` nicht kleiner als die gewünschte Sollgeschwindigkeit ist.



HINWEIS!

Beschädigung der Mechanik durch zu hohe Geschwindigkeitsvorgaben.

- ▶ Wegen des kurzen Hubs die Geschwindigkeitsregelung mit äußerster Vorsicht verwenden.
- ▶ Die Positionierungsgrenzen mit dem Befehl `APL1` (Standardeinstellung) festlegen.

Funktionsbeschreibung

3.4.1.5 Zusammengesetzte Bewegungsprofile

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

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
NV	-10 000...10 000	Notify Velocity	Bei Erreichen oder Durchfahren der angegebenen Geschwindigkeit wird ein „v“ zurückgesendet.
NVOFF	-	Notify Velocity Off	Ein noch nicht ausgelöster Notify-Velocity-Befehl wird wieder deaktiviert.

3.4.2 Geschwindigkeitsvorgabe über eine analoge Spannung oder ein PWM-Signal (SOR1/SOR2)

In dieser Betriebsart kann der Antrieb geschwindigkeitsgeregelt mit Sollwertvorgabe über eine analoge Spannung (SOR1) oder ein PWM-Signal (SOR2) betrieben werden.

3.4.2.1 Grundeinstellungen

Betriebsart CONTMOD und SOR1 (AnIn) oder SOR2 (PWMIn).

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter POR, I und die Abtastrate angepasst werden. Zusätzlich stehen Befehle zur Konfiguration der analogen Geschwindigkeitsvorgabe zur Verfügung.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SP	0...10 000	Load Maximum Speed	Maximalgeschwindigkeit laden. Einstellung gilt für alle Modi [mm/s].
MV	0...10 000	Minimum Velocity	Vorgabe der kleinsten Geschwindigkeit bei Vorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) [mm/s].
MAV	0...10 000	Minimum Analog Voltage	Vorgabe der minimalen Startspannung bei Geschwindigkeitsvorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) [mV].
ADL	-	Analog Direction Left	Positive Spannungen am analogen Eingang führen zur Linksbewegung des Läuferstabs (SOR1, SOR2).
ADR	-	Analog Direction Right	Positive Spannungen am analogen Eingang führen zur Rechtsbewegung des Läuferstabs (SOR1, SOR2).
DIRIN	-	Direction Input	Fault-Pin als Richtungseingang.
POR	1...255	Load Velocity Proportional Term	Verstärkungsanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
I	1...255	Load Velocity Integral Term	Integralanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
SR	1...20	Load Sampling Rate	Abtastrate des Geschwindigkeitsreglers als Vielfaches von 200 µs laden.

3.4.2.2 Geschwindigkeitseingang

Bei LM-Motoren wird die aktuelle Geschwindigkeit per Default über die Auswertung der Hallensignale bestimmt. Bei analoger Geschwindigkeitsvorgabe (SOR1) oder PWMIn (SOR2) kann bei LM-Motoren kein zusätzlicher Inkrementalencoder angeschlossen werden.

Funktionsbeschreibung

3.4.2.3 Sollwerteingang

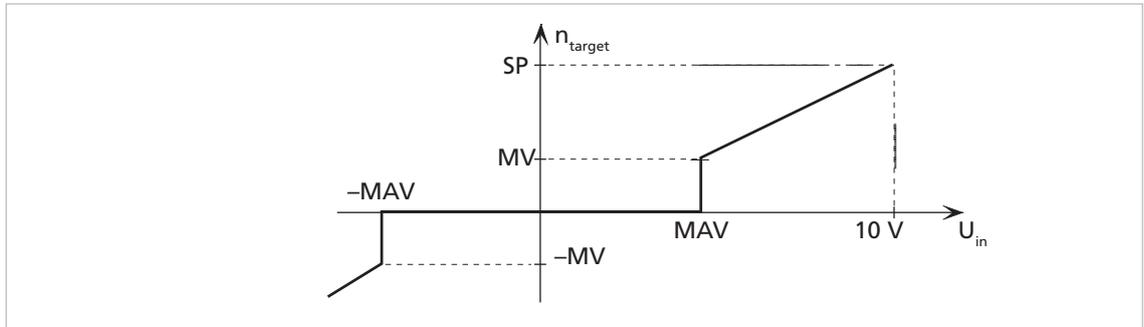


Abb. 5: Sollwerteingang

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 mm/s nicht gut umgesetzt werden. Das Totband, das durch die minimale Startspannung entsteht, verhindert ein Anlaufen des Motors bei kleinen Störspannungen.

3.4.2.4 Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Über den Befehl `LL` kann auch für den Geschwindigkeitsmodus eine Grenze des Bewegungsbereichs definiert werden. Der Befehl `APL1` aktiviert die Überwachung dieser Grenzen.

Rampengenerator

Die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen und die Maximalgeschwindigkeit können über die Befehle `AC`, `DEC` und `SP` definiert werden.

Siehe Kap. 3.8.1, S. 41.

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte `LPC` und `LCC` kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden.

Siehe Kap. 3.8.3, S. 45.

3.4.2.5 Sollwertvorgabe über Pulsweitesignal (PWM) am analogen Eingang (SOR2)

Tab. 3: Bedeutung des Tastverhältnisses im Auslieferungszustand

Tastverhältnis	Bedeutung
> 50%	$v > 0$
= 50%	$v = 0$
< 50%	$v < 0$

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

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

Funktionsbeschreibung

3.4.2.6 Eingangsschaltung

Die Eingangsschaltung am analogen Eingang ist als Differenzverstärker ausgeführt. Wenn der analoge Eingang offen ist, kann sich eine undefinierte Geschwindigkeit einstellen. Der Eingang muss niederohmig mit AGND verbunden werden bzw. auf den Spannungspegel des AGND gesetzt werden, um 0 mm/s zu erzeugen.

Beschaltungsbeispiel siehe Gerätehandbuch.

3.4.3 Externer Impulsgeber als Geschwindigkeitswert (ENCMOD)

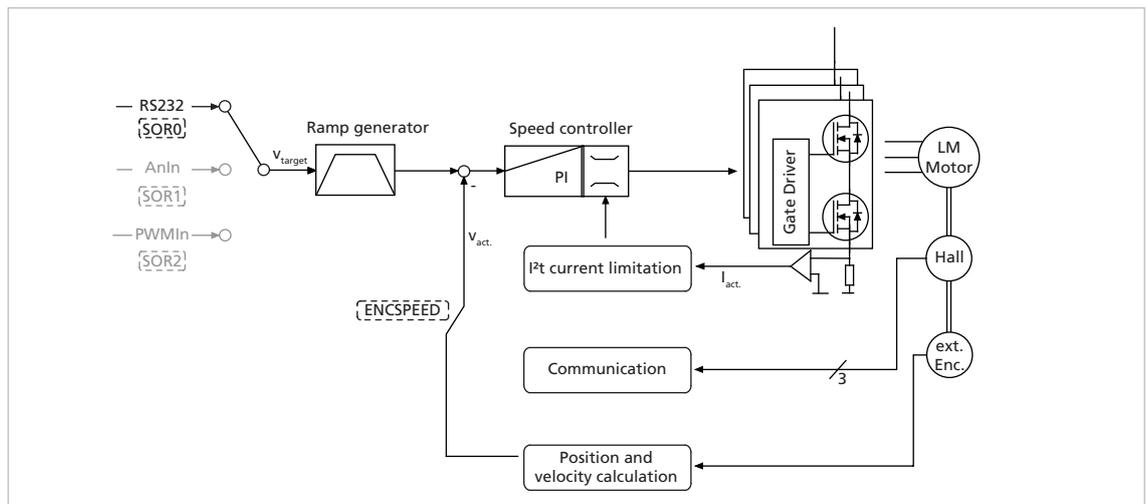


Abb. 6: Geschwindigkeitsregelung mit externem Encoder als Istwert

In dieser Betriebsart kann der Antrieb geschwindigkeitsgeregelt mit Sollwertvorgabe über RS232 oder aus einem Ablaufprogramm betrieben werden. Die Geschwindigkeit wird über einen zusätzlichen externen oder am Motor angebaute Geber ausgewertet. Damit besteht insbesondere die Möglichkeit, gezielt eine Lastgeschwindigkeit über einen Inkrementalencoder am Abtrieb zu regeln.

Für die Motorkommutierung werden auch in der Betriebsart ENCMOD die analogen Hallgeber der Motoren ausgewertet.

3.4.3.1 Grundeinstellungen

Betriebsart ENCMOD und SOR0.

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter POR und I und die Abtastrate angepasst werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
POR	1...255	Load Velocity Proportional Term	Verstärkungsanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
I	1...255	Load Velocity Integral Term	Integralanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
SR	1...20	Load Sampling Rate	Abtastrate des Geschwindigkeitsreglers als Vielfaches von 200 µs laden.

Funktionsbeschreibung

3.4.3.2 Geschwindigkeitseingang

Für den externen Inkrementalencoder muss dessen Auflösung bei 4-Flankenauswertung über den Parameter `ENCREs` spezifiziert werden.

Zusätzlich zur Betriebsart `ENCMOD` muss die Geschwindigkeitsauswertung auf Basis des Encoders durch den Befehl `ENCSPED` aktiviert werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
<code>ENCMOD</code>	–	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus. Ein externer Impulsgeber dient als Positionsgeber. Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt).
<code>ENCSPED</code>	–	Encoder als Speedsensor	Geschwindigkeit über Encodersignale im Encoder Modus.
<code>HALLSPED</code>	–	Hallsensor als Speedsensor	Geschwindigkeit über Hallsensoren im Encoder Modus.
<code>ENCREs</code>	8...65 535	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden [4-fach Imp./mm].

3.4.3.3 Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Über den Befehl `LL` kann auch für den Geschwindigkeitsmodus eine Grenze des Bewegungsbereichs definiert werden. Der Befehl `APL1` aktiviert die Überwachung dieser Grenzen.

Rampengenerator

Die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen und die Maximalgeschwindigkeit können über die Befehle `AC`, `DEC` und `SP` definiert werden.

Siehe Kap. 3.8.1, S. 41.

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte `LPC` und `LCC` kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden.

Siehe Kap. 3.8.3, S. 45.

3.4.3.4 Befehle zur Bewegungssteuerung

Für eine Übersicht aller Befehle zur Bewegungssteuerung siehe Kap. 7.4, S. 86.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
<code>EN</code>	–	Enable Drive	Antrieb aktivieren.
<code>DI</code>	–	Disable Drive	Antrieb deaktivieren.
<code>V</code>	–10 000...10 000	Select Velocity Mode	Geschwindigkeitsmodus aktivieren und angegebenen Wert als Sollgeschwindigkeit setzen (Geschwindigkeitsregelung) [mm/s].

Beispiel:

- Motor antreiben mit 100 mm/s: `V100`

Um die Richtung zu wechseln, übergeben Sie einen negativen Geschwindigkeitswert (z. B. `V-100`).

- Motor stoppen: `V0`

Funktionsbeschreibung

 Sicherstellen, dass die Maximalgeschwindigkeit SP nicht kleiner als die gewünschte Sollgeschwindigkeit ist.



HINWEIS!

Beschädigung der Mechanik durch zu hohe Geschwindigkeitsvorgaben.

- ▶ Wegen des kurzen Hubs die Geschwindigkeitsregelung mit äußerster Vorsicht verwenden.
- ▶ Die Positionierungsgrenzen mit dem Befehl `APL1` (Standardeinstellung) festlegen.

3.4.3.5 Zusammengesetzte Bewegungsprofile

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

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
NV	-10 000...10 000	Notify Velocity	Bei Erreichen oder Durchfahren der angegebenen Geschwindigkeit wird ein „v“ zurückgesendet.
NVOFF	-	Notify Velocity Off	Ein noch nicht ausgelöster Notify-Velocity-Befehl wird wieder deaktiviert.

Funktionsbeschreibung

3.5 Referenzfahrten und Endschalter

Über Referenzfahrten auf Endschalter kann die Absolutposition einer Anwendung nach dem Einschalten wieder initialisiert werden.

Nach dem Einschalten oder über den Befehl `GOHOSEQ` wird eine zuvor definierte Referenzfahrt bis zum eingestellten Endschalter ausgeführt und dann die dafür definierten Aktionen ausgeführt. Die Einstellungen des Rampengenerators zu den maximalen Beschleunigungen und den Grenzen des Verfahrbereichs werden dabei berücksichtigt.

3.5.1 Endschaltereingänge und Schaltpegel

Folgende Anschlüsse können als Referenz- und Endschaltereingänge verwendet werden:

- AnIn
- Fault
- 3. Input

Zusätzlich steht der Nulldurchgang der Hallensensorsignale bei LM-Motoren als Indeximpuls zur Verfügung. Der Indeximpuls tritt einmal pro magnetischem Polabstand auf. An den Fault-Pin kann auch der Indeximpuls eines externen Encoders angeschlossen werden, über den die Istposition exakt abgenullt werden kann.

Konfiguration der digitalen Eingänge

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SETPLC	–	Set PLC-Threshold	Digitale Eingänge SPS-Kompatibel (24 V-Pegel).
SETTTL	–	Set TTL-Threshold	Digitale Eingänge TTL-Kompatibel (5 V-Pegel).
REFIN	–	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang.

Die Endschalterfunktionen für den Fault-Pin werden nur angenommen, wenn `REFIN` aktiviert ist. Die Einstellung muss mit `SAVE` gespeichert werden.



HINWEIS!

Schäden an der Elektronik

Das Anlegen einer Spannung am Fault-Pin, während dieser nicht als Eingang konfiguriert ist, kann zu Schäden an der Elektronik führen.

- ▶ Den Fault-Pin als Eingang konfigurieren, bevor Spannung von außen angelegt wird.

Funktionsbeschreibung

3.5.2 Befehle zur Bewegungssteuerung

Die Funktion der Eingänge und das Verhalten der Referenzfahrt werden über die in Kap. 3.5.3, S. 29 beschriebenen FAULHABER Befehle eingestellt. Eine zuvor konfigurierte Referenzfahrt wird dann über folgende FAULHABER Befehle gestartet.

Für eine Übersicht aller Befehle zur Bewegungssteuerung siehe Kap. 7.4, S. 86.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
GOHOSEQ	–	Go Homing Sequence	FAULHABER Referenzfahrtsequenz ausführen. Unabhängig vom aktuellen Modus wird eine Referenzfahrt durchgeführt (falls diese programmiert ist).
POHOSEQ	0...1	Power-On Homing Sequence	Referenzfahrt automatisch nach dem Einschalten starten: <ul style="list-style-type: none"> 0: Keine Referenzfahrt nach dem Einschalten 1: Power-On Homing Sequence aktiviert
GOHIX	–	Go Hall Index	LM-Motor auf Hall-Nullpunkt (Hall-Index) fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen.
GOIX	–	Go Encoder Index	Auf den Encoder-Index am Fault-Pin fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen.

Befindet sich der Antrieb beim Aufruf von GOHOSEQ bereits im Endschalter, fährt er zuerst in entgegengesetzter Richtung aus diesem heraus, wie bei HOSP angegeben. Gleiches gilt für die Power On Homing Sequenz (POHOSEQ).

i Homing- oder Indexfahrten sollten bei Istgeschwindigkeiten nahe 0 mm/s starten. Falls beim Start einer Homing- oder Indexfahrt eine deutlich von 0 mm/s abweichende Istgeschwindigkeit vorhanden ist, kann nicht sichergestellt werden, dass die eingestellten Werte für Beschleunigungs- und Bremsrampe bei der folgenden Homing- oder Indexfahrt eingehalten werden.

3.5.3 Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschaltereingänge

Die nachfolgenden Befehle verwenden folgende Bitmaske zur Konfiguration der Endschalterfunktionen:

Bit:	0	1	2	3	4	5	6	7
Eingang:	Analoger Eingang	Fault-Pin	3. Eingang	–	–	–	–	–

- ▶ Bei jedem Befehl das Bit an der Position des gewünschten Eingangs setzen und den resultierenden Zahlenwert an die nachfolgend beschriebenen Befehle übergeben.

3.5.3.1 Polarität und Endschalterfunktion

Endschalter können auf die steigende oder die fallende Flanke (bzw. Pegel) reagieren.

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

Die Geschwindigkeit bleibt auf 0 mm/s, wenn die Sollgeschwindigkeit in die falsche Richtung vorgegeben wird.

Funktionsbeschreibung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
HP	Bitmaske	Hard Polarity	Gültige Flanke bzw. Polarität der jeweiligen Endschalter festlegen: <ul style="list-style-type: none"> 1: Steigende Flanke bzw. High Pegel gültig 0: Fallende Flanke bzw. Low Pegel gültig
HB	Bitmaske	Hard Blocking	Hard-Blocking Funktion für entsprechenden Endschalter aktivieren.
HD	Bitmaske	Hard Direction	Vorgabe der Richtung, die bei HB des jeweiligen Endschalters gesperrt wird: <ul style="list-style-type: none"> 1: Rechtslauf gesperrt 0: Linkslauf gesperrt

Beispiel:

Setzen der Hard-Blocking-Funktion für Fault-Pin und 3. Eingang:

- $2^1 + 2^2 = 2 + 4 = 6$: HB6

3.5.3.2 Definition des Referenzfahrtverhaltens

Um eine Referenzfahrt über den Befehl GOHOSEQ oder als POHOSEQ ausführen zu können, muss eine Referenzfahrtsequenz für einen bestimmten Endschalter definiert sein. Die Definition des Hardblocking-Verhaltens ist eine zusätzliche Option.

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

Damit die Einstellungen direkt nach dem Einschalten zur Verfügung stehen, müssen sie mit SAVE gespeichert werden.

Beispiel:

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

HP4 Am AnIn und am Fault Pin wird Low Pegel bzw. fallende Flanke ausgewertet.
Am 3. Eingang wird die steigende Flanke ausgewertet.

SHA4 Aktiviert eine Homing Sequenz für 3. Eingang (alle anderen sind in der Bitmaske = 0)
Aktion: Setze Pos = 0 bei Erreichen des Endschalters.

SHL4 Aktiviere eine Homing Sequenz für 3. Eingang (alle anderen sind in der Bitmaske = 0)
Aktion: Motor stoppen

SHN4 Aktiviere eine Homing Sequenz für 3. Eingang (alle anderen sind in der Bitmaske = 0)
Aktion: Notify über die RS232

Funktionsbeschreibung

3.5.3.3 Homing Speed

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
HOSP	-10 000...10 000	Load Homing Speed	Geschwindigkeit [mm/s] und Richtung für Referenzfahrt (GOHOSEQ, GOHIX, GOIX) laden.

Beispiel:

Referenzfahrt mit 100 mm/s und negativer Richtung:

- HOSP-100

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

Über diese speziellen Befehle können Aktionen definiert werden, die bei einer Flanke am 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.

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

Die Einstellungen werden nicht über den Befehl `SAVE` gespeichert. Nach dem Einschalten sind wieder alle damit konfigurierten Endschalter inaktiv.

HL-/SHL-Befehl

- Positioniermodus:

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

- Geschwindigkeitsreglermodus:

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

Vorteil: Keine abrupten Bewegungsänderungen.

HN-/SHN-Befehl

Hard Notify (`HN`) und Set Hard Notify (`SHN`) Rückgabewerte an die RS232-Schnittstelle:

Anschluss	Rückgabewert
AnIn	h
Fault	f
3. Input	t

Funktionsbeschreibung

3.6 Erweiterte Betriebsarten

Mit dem Befehl `CONTMOD` kann von einer erweiterten Betriebsart in den Normalbetrieb gewechselt werden.

3.6.1 Schrittmotorbetrieb

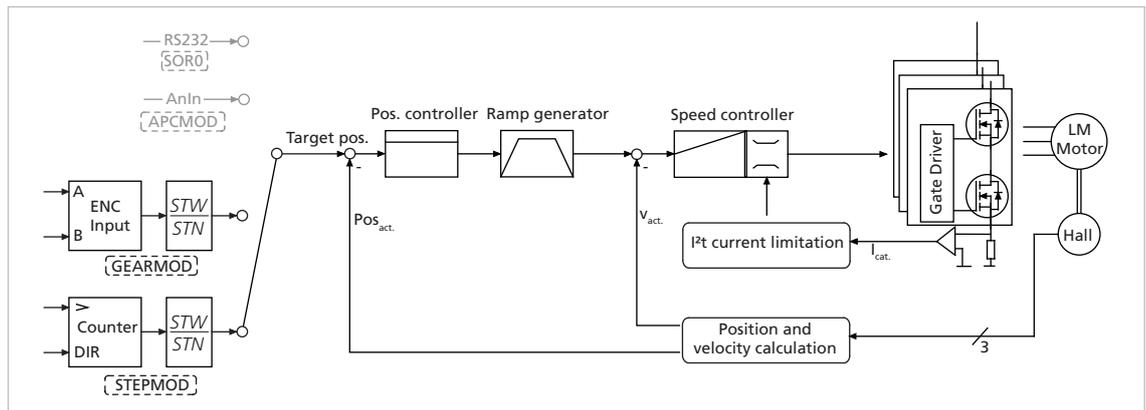


Abb. 7: Reglerstruktur im Schrittmotorbetrieb

Im Schrittmotorbetrieb positioniert der Antrieb bei jedem Impuls am analogen Eingang um einen programmierbaren Winkel weiter.

- Die Schrittzahl pro magnetischem Polabstand ist frei programmierbar und sehr hochauflösend (Encoderauflösung)
- Die Schrittweite für einen Schritt ist frei programmierbar
- Keine Rastkraft
- Die volle Dynamik des Motors ist 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

3.6.1.1 Grundeinstellungen

Im Schrittmotorbetrieb fungiert der analoge Eingang als Frequenzeingang. Der Fehlerausgang muss als Richtungseingang konfiguriert werden, falls die Richtung über ein Digitalsignal verändert werden soll.

Alternativ ist auch die Vorgabe der Richtung über die Befehle `ADL` und `ADR` möglich.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
<code>STEPMOD</code>	–	Steppermotor Mode	Umschalten auf Schrittmotor-Modus.
<code>DIRIN</code>	–	Direction Input	Fault-Pin als Richtungseingang.
<code>ADL</code>	–	Analog Direction Left	Positive Spannungen am analogen Eingang führen zur Linksbewegung des Läuferstabs (<code>SOR1</code> , <code>SOR2</code>).
<code>ADR</code>	–	Analog Direction Right	Positive Spannungen am analogen Eingang führen zur Rechtsbewegung des Läuferstabs (<code>SOR1</code> , <code>SOR2</code>).

Funktionsbeschreibung

3.6.1.2 Eingang

Maximale Eingangsfrequenz: 400 kHz

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

Die Schrittzahl des emulierten Schrittmotors kann entsprechend der folgenden Formel nahezu beliebig eingestellt werden:

$$\text{Verfahrweg} = \text{Impulse} \cdot \frac{\text{STW}}{\text{STN}} \cdot \tau_m$$

Verfahrweg: Verfahrweg des Linearmotors in mm

Impulse: Anzahl der Impulse am Frequenzeingang (= Anzahl der Schritte)

τ_m : Magnetischer Polabstand in mm

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
STW	1...65 535	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus.
STN	1...65 535	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro magnetischem Polabstand laden für Schrittmotor und Gearing-Modus.

Beispiel:

Pro Eingangsimpuls soll sich der Motor um 1/1000 magnetischen Polabstand bewegen:

- STW1
- STN1000

3.6.1.3 Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Die mit LL eingestellten Bereichsgrenzen sind mit APL1 auch im Schrittmotormodus aktiv.

Rampengenerator

Die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen und die Maximalgeschwindigkeit können über die Befehle AC, DEC und SP definiert werden.

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden.

Funktionsbeschreibung

3.6.2 Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)

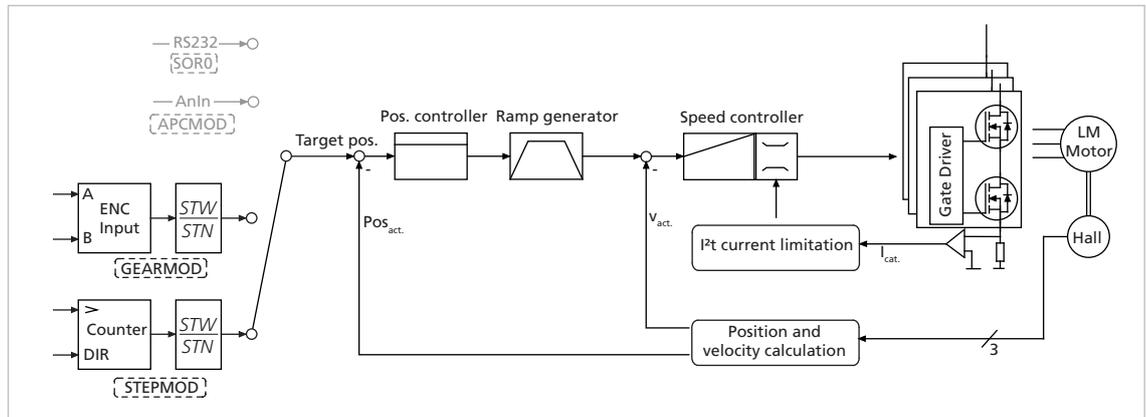


Abb. 8: Reglerstruktur im Gearing Mode

Mit dem Gearing-Mode kann ein externer Impulsgeber als Sollwertquelle für die Position verwendet werden. Mehrere Antriebe können damit synchronisiert werden. Falls die Richtung über ein Digitalsignal verändert werden soll, muss die Funktion des Fault-Pin als Richtungseingang umkonfiguriert werden.

Alternativ kann die Richtung über die Befehle ADL und ADR vorgegeben werden.

3.6.2.1 Grundeinstellungen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
GEARMOD	-	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus
DIRIN	-	Direction Input	Fault-Pin als Richtungseingang.

3.6.2.2 Eingang

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 zwischen der Strichzahl des externen Encoders und der resultierenden Bewegung des Motors kann nach folgender Formel eingestellt werden:

$$\text{Verfahrweg} = \text{Impulse} \cdot \frac{STW}{STN} \cdot \tau_m$$

Verfahrweg: Verfahrweg des Linearmotors in mm

Impulse: Anzahl der Impulse am Frequenzeingang (= Anzahl der Schritte)

τ_m : Magnetischer Polabstand in mm

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
STW	1...65 535	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus.
STN	1...65 535	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro magnetischem Polabstand laden für Schrittmotor und Gearing-Modus.

Funktionsbeschreibung

Beispiel:

Motor soll um einen magnetischen Polabstand bei 1 000 Impulsen des externen Encoders verfahren:

- STW1
- STN1000

3.6.2.3 Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Die mit LL eingestellten Bereichsgrenzen sind mit APL1 auch im Gearing Mode aktiv.

Rampengenerator

Die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen und die Maximalgeschwindigkeit können über die Befehle AC, DEC und SP definiert werden.

Siehe Kap. 3.8.1, S. 41.

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden.

Siehe Kap. 3.8.3, S. 45.

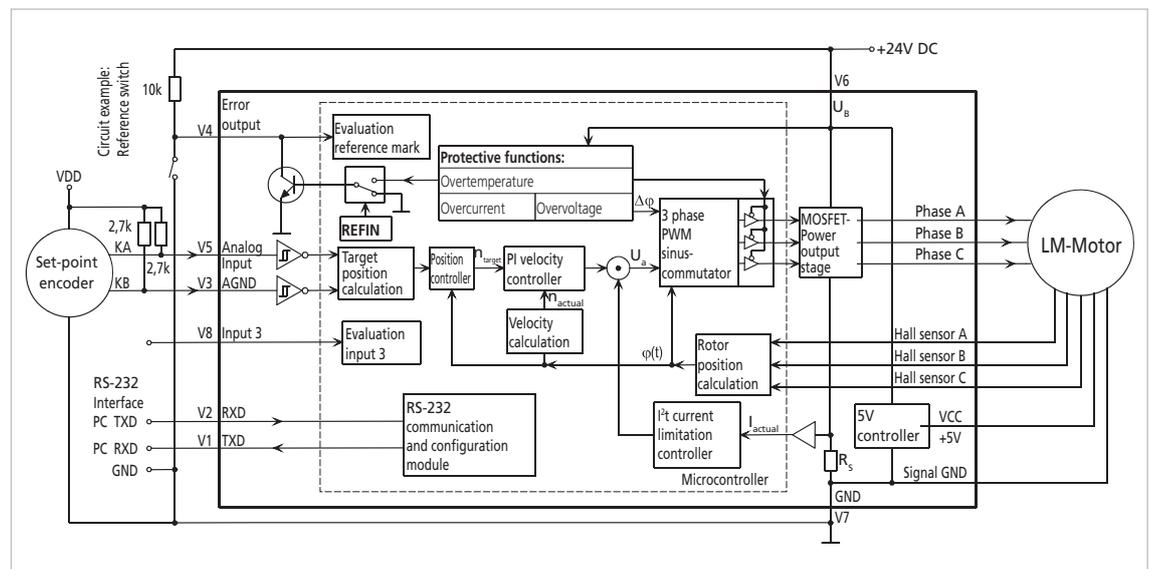


Abb. 9: Schaltungsbeispiel Gearing Mode für MCLM 30xx und Richtungsvorgabe über den Fault-Pin

Funktionsbeschreibung

3.6.3 Spannungssteller-Modus

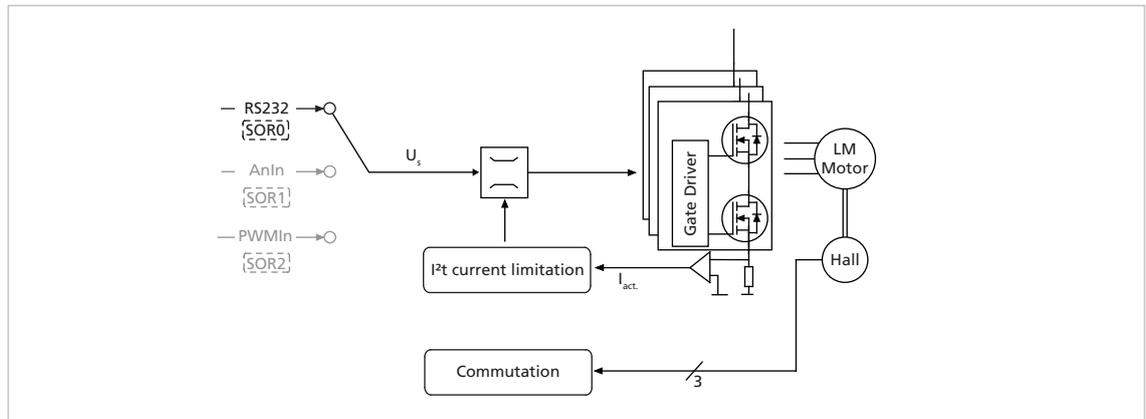


Abb. 10: Reglerstruktur im Spannungssteller-Modus

Im Spannungssteller-Modus wird eine Motorspannung proportional zum Vorgabewert ausgegeben. Die Strombegrenzung bleibt weiterhin aktiv.

Mit diesem Modus kann ein übergeordneter Regler verwendet werden. Der Controller dient dann als Leistungsverstärker.

3.6.3.1 Grundeinstellungen

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

3.6.3.2 Eingang

SOR0 (RS232)	SOR1 (AnIn)	SOR2 (PWMIn)	U_{MOT}
U-32767	–10 V	0 %	$-U_B$
U0	0 V	50 %	0
U32767	10 V	100 %	$+U_B$

3.6.3.3 Zusätzliche Einstellungen

Über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden.

Funktionsbeschreibung

3.6.4 Stromregelung mit analoger Stromvorgabe - Feste Bewegungsrichtung (SOR3)

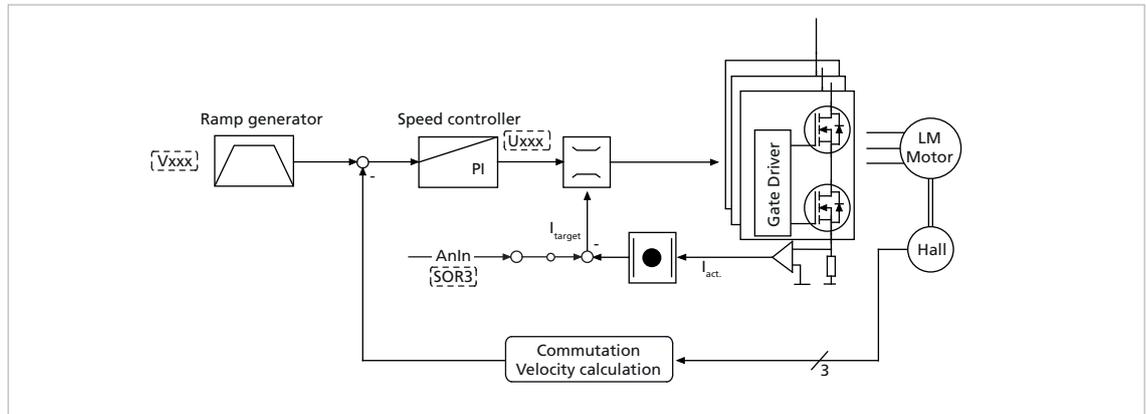


Abb. 11: Reglerstruktur bei analoger Stromvorgabe mit fest vorgegebener Bewegungsrichtung

Mit dem Befehl `SOR3` kann auf analoge Sollstromvorgabe geschaltet werden. Damit wird sowohl im Geschwindigkeits-Modus als auch im Spannungssteller-Modus der Betrag des Stroms proportional zur Spannung am analogen Eingang begrenzt. Der eingestellte Strom wird mit dem Maximalstrom LPC gewichtet.

Die Ansteuerung des Motors erfolgt entweder im Geschwindigkeits-Modus über eine vorab fest angegebene Sollgeschwindigkeit oder im Spannungssteller-Modus über einen Spannungswert. Die Bewegungsrichtung wird jeweils über das Vorzeichen des Sollwerts vorgegeben. Der Fehlerausgang muss als Richtungseingang konfiguriert werden, falls die Bewegungsrichtung über ein Digitalsignal verändert werden soll.

3.6.4.1 Grundeinstellungen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SOR	3	Source For Velocity	Stromsollwert über analogen Eingang.
LPC	0...12 000	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden [mA].

3.6.4.2 Eingang

Bei 10 V am analogen Eingang wird dementsprechend auf den mit `LPC` eingestellten Maximalstrom begrenzt.

Auch bei negativen Spannungen am analogen Eingang wird der Strom auf den Betrag der angelegten Spannung begrenzt. Negative Sollstromvorgaben haben daher keine Auswirkung auf die Bewegungsrichtung.

SOR3 (AnIn)	I_{max}	n_{max}
-10 V	LPC	SP
0 V	0	SP
10 V	LPC	SP

Funktionsbeschreibung

3.6.5 Stromregelung mit analoger Stromvorgabe - Bewegungsrichtung abhängig vom Stromsollwert (SOR4)

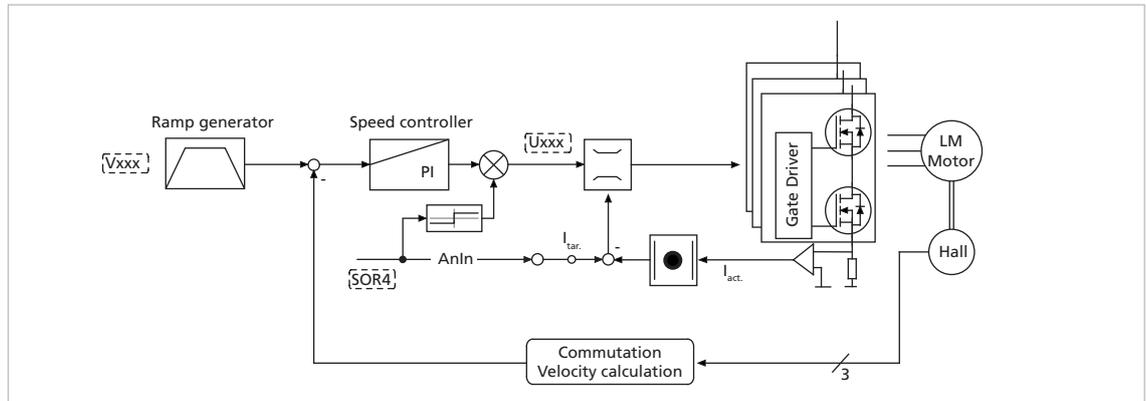


Abb. 12: Reglerstruktur bei analoger Stromvorgabe mit Bewegungsrichtung, die vom Stromsollwert abhängig ist

Mit dem Befehl `SOR4` kann auf analoge Sollstromvorgabe geschaltet werden. Damit wird sowohl im Geschwindigkeits-Modus als auch im Spannungssteller-Modus der Betrag des Stroms proportional zur Spannung am analogen Eingang begrenzt. Der eingestellte Strom wird mit dem Maximalstrom `LPC` gewichtet.

Die Ansteuerung des Motors erfolgt entweder im Geschwindigkeits-Modus über eine vorab fest angegebene Sollgeschwindigkeit oder im Spannungssteller-Modus über einen Spannungswert. Die Bewegungsrichtung wird aus dem Vorzeichen des Stromsollwerts ermittelt.

Diese Betriebsart entspricht einer direkten Stromregelung.

3.6.5.1 Grundeinstellungen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
<code>SOR</code>	4	Source For Velocity	Sollstromwert über Analogeingang mit Vorgabe der Bewegungsrichtung über das Vorzeichen des Sollwerts.
<code>LPC</code>	0...12 000	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden [mA].

3.6.5.2 Eingang

Bei 10 V am analogen Eingang wird dementsprechend auf den mit `LPC` eingestellten Maximalstrom begrenzt.

SOR4 (AnIn)	I_{max}	n_{max}
-10 V	LPC	-SP
0 V	0	SP
10 V	LPC	SP

Funktionsbeschreibung

3.7 Sonderfunktionen des Fault Ausgangs

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

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
ERROUT	–	Error Output	Fault-Pin als Fehlerausgang.
ENCOUT	–	Encoder Output	Fault-Pin als Impulsausgang.
DIGOUT	–	Digital Output	Fault-Pin als digitaler Ausgang. Der Ausgang wird auf Low Pegel gesetzt.
DIRIN	–	Direction Input	Fault-Pin als Richtungseingang. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geschwindigkeitsregelung (siehe Kap. 3.4, S. 21) ▪ Schrittmotorbetrieb (siehe Kap. 3.6.1, S. 32) ▪ Gearing Mode (siehe Kap. 3.6.2, S. 34) ▪ Spannungssteller-Modus (siehe Kap. 3.6.3, S. 36) ▪ Stromregelung mit analoger Stromvorgabe (siehe Kap. 3.6.4, S. 37 und Kap. 3.6.5, S. 38)
REFIN	–	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Referenzfahrten und Endschalter (siehe Kap. 3.5, S. 28)
POSOUT	–	Position Output	Fault-Pin als digitaler Ausgang zur Anzeige der Bedingung „Sollposition erreicht“.

3.7.1 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 Geschwindigkeitsabweichung (DEV) überschritten
- Überspannung detektiert
- Maximale Spulen- bzw. MOSFET-Temperatur überschritten

3.7.2 Zusätzliche Einstellungen

Verzögerte Signalisierung

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

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
DCE	0...65 535	Delayed Current Error	Verzögerter Fehlerausgang bei ERROUT [1/100 s].

Beispiel:

Fehler erst nach 2 Sekunden anzeigen:

- DCE200

Funktionsbeschreibung

Fehlerbenachrichtigung per RS232

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: <ul style="list-style-type: none"> 1: Ein „r“ wird zurückgesendet wenn ein Fehler auftritt Keine Benachrichtigung bei Fehler

3.7.3 Fault-Pin als Impulsausgang

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

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
LPN	1...255	Load Pulse Number	Impulszahl vorgeben bei <i>ENCOUT</i> .

Beispiel:

16 Impulse pro magnetischem Polabstand am Fault-Pin ausgeben:

- LPN16

Bei 100 mm/s werden $100 \cdot 16 = 1\,600$ Impulse pro Sekunde am Fault-Pin ausgegeben.

i Bei Geschwindigkeiten, die bei eingestelltem LPN-Wert mehr als die maximal mögliche Impulszahl erzeugen würden, wird die maximale Anzahl am Fault-Pin ausgegeben. Die eingestellten Impulse werden genau erreicht, stimmen aber zeitlich nicht immer exakt mit der Rotorposition überein (Verzögerungen sind möglich).

Eine Positionsbestimmung über Impulzzählung ist daher möglich, solange kein Richtungswechsel auftritt und die maximal mögliche Impulszahl nicht überschritten wird.

3.7.4 Fault-Pin als digitaler Ausgang

Im Modus *DIGOUT* kann der Fehleranschluss als universeller digitaler Ausgang verwendet werden. Über folgende Befehle kann der digitale Ausgang gesetzt oder gelöscht werden:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
CO	–	Clear Output	Digitalen Ausgang <i>DIGOUT</i> auf Low Pegel setzen.
SO	–	Set Output	Digitalen Ausgang <i>DIGOUT</i> auf High Pegel setzen.
TO	–	Toggle Output	Digitalen Ausgang <i>DIGOUT</i> umschalten.

Funktionsbeschreibung

3.8 Technische Informationen

3.8.1 Rampengenerator

In allen Betriebsarten, außer dem Spannungsteller-Modus und der Stromregelung, wird der Sollwert über den Rampengenerator geführt.

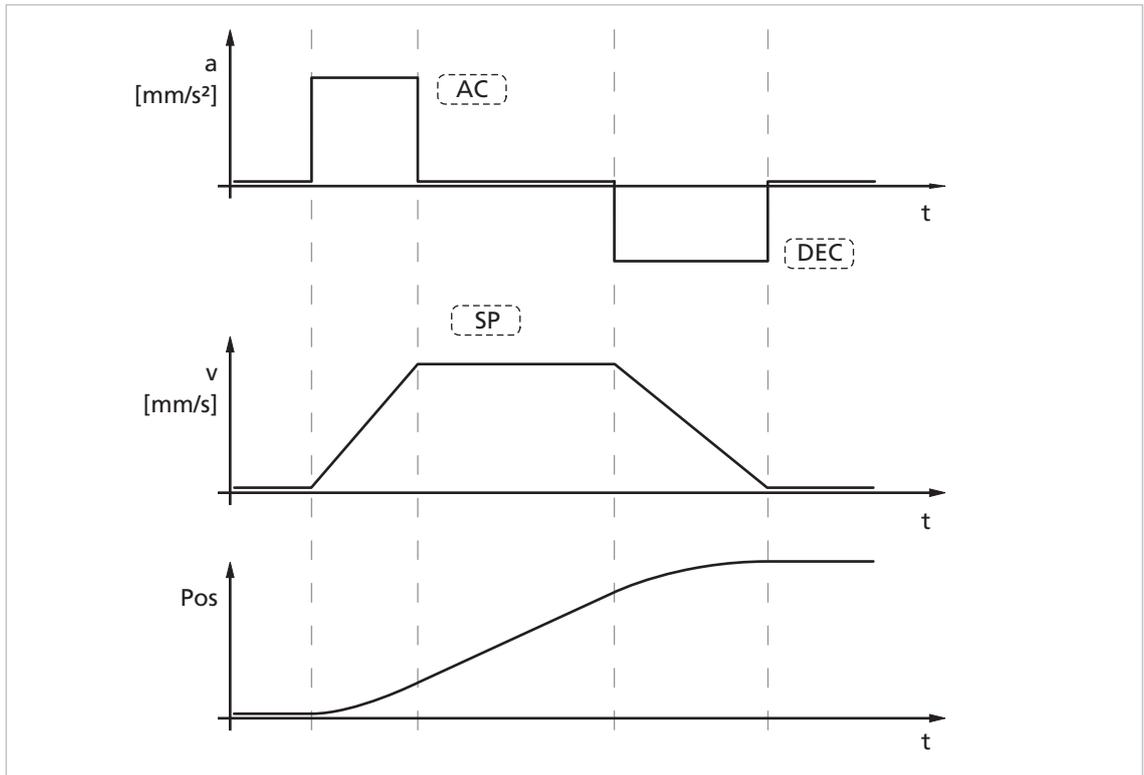


Abb. 13: Grundfunktion des Rampengenerators

Damit können die maximale Beschleunigung (AC), die maximale Verzögerung (DEC) und die maximale Geschwindigkeit (SP) getrennt anwendungsspezifisch parametrisiert werden.



VORSICHT!

Verletzungsfahrer durch Überschwingen bei maximaler Beschleunigung/Verzögerung

Bei Einstellung der Beschleunigung (AC) oder Verzögerung (DEC) auf den Maximalwert von 30 000 mm/s² oder mehr wird die Wirkung des Rampengenerators abgeschaltet. Mit dieser Einstellung wird die maximal mögliche Dynamik des Antriebssystems erreicht. Bei dieser Einstellung schwingt der Antrieb zum Teil deutlich über die Zielposition hinaus.

- ▶ Diese Tatsache bei der Anwendung beachten.

3.8.1.1 Grundeinstellungen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
AC	0...30 000	Load Command Acceleration	Beschleunigungswert laden [mm/s ²].
DEC	0...30 000	Load Command Deceleration	Bremswert laden [mm/s ²].
SP	0...10 000	Load Maximum Speed	Maximalgeschwindigkeit laden. Einstellung gilt für alle Modi [mm/s].

Funktionsbeschreibung

3.8.1.2 Rampengenerator im Geschwindigkeitsmodus

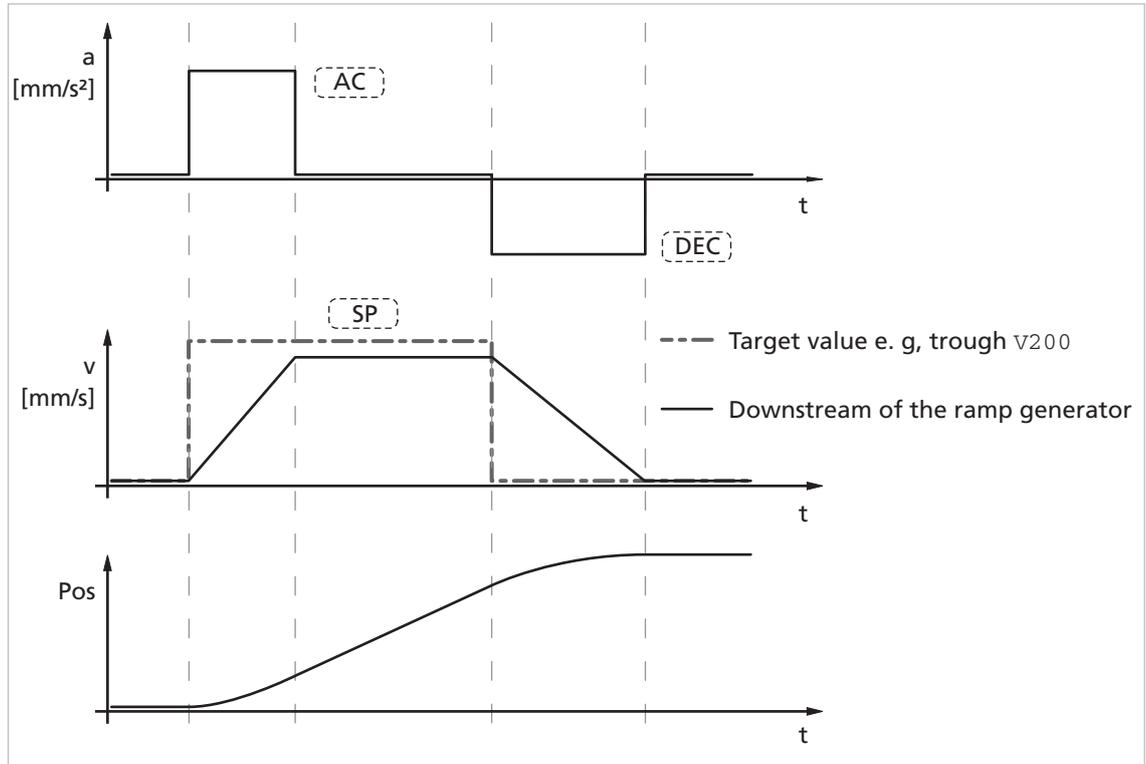


Abb. 14: Eingriff des Rampengenerators im Geschwindigkeitsmodus

Im Geschwindigkeitsmodus wirkt der Rampengenerator wie ein Filter auf die Sollgeschwindigkeit. Der Sollwert wird auf den Maximum Speed Wert (SP) begrenzt und Sollwertänderungen entsprechend der Brems- und Beschleunigungsrampen (AC und DEC) begrenzt.

Benachrichtigung der übergeordneten Steuerung

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

Funktionsbeschreibung

3.8.1.3 Rampengenerator im Positioniermodus

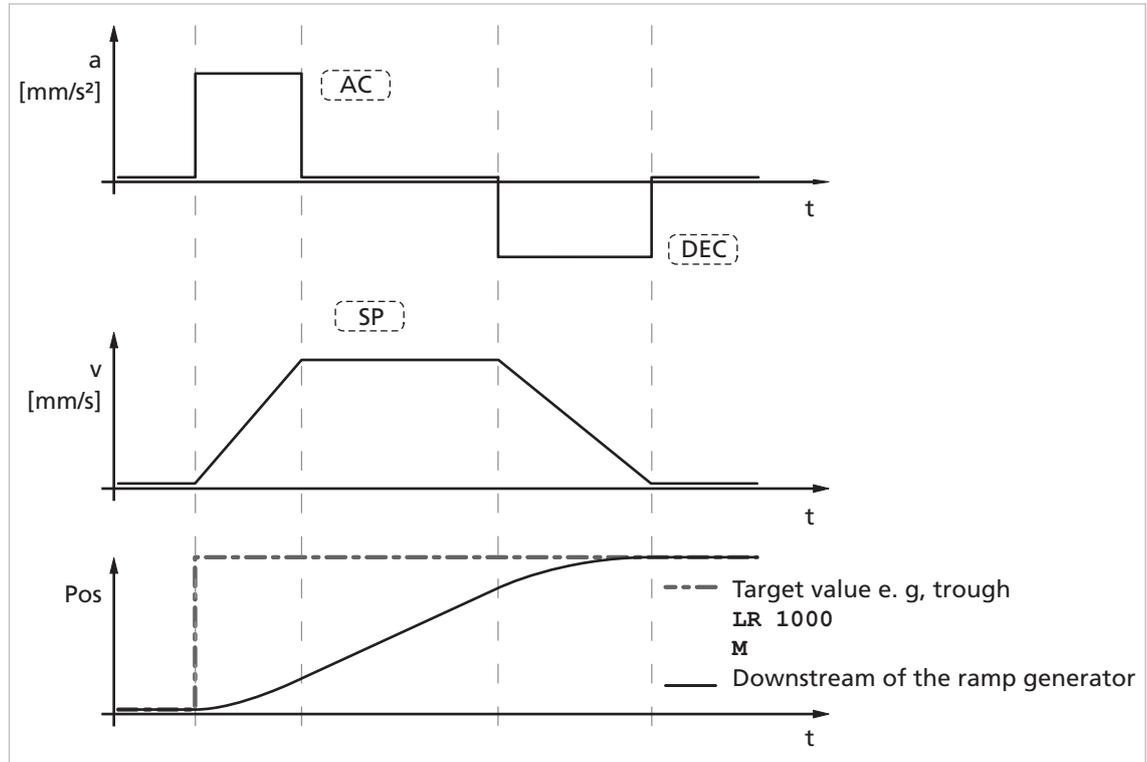


Abb. 15: Eingriff des Rampengenerators im Positioniermodus

Im Positioniermodus wird über den Positionsregler aus der Differenz zwischen Sollposition und Istposition eine Vorgabegeschwindigkeit ermittelt.

Im Rampengenerator wird die vom Positionsregler ausgegebene Vorgabegeschwindigkeit auf den Maximum Speed Wert (SP) begrenzt und die Beschleunigungen werden entsprechend der Beschleunigungsrampe (AC) begrenzt.

Der Bremsvorgang wird im Positionierbetrieb nicht zeitlich gestreckt, da bereits vor Erreichen der Endposition die Geschwindigkeit soweit reduziert werden muss, dass die Zielposition ohne Überschwingen erreicht werden kann.

Entsprechend der Bewegungsgleichung:

$$2a \cdot s = v^2 \rightarrow v_{\max} = \sqrt{2a \cdot s}$$

a: Beschleunigung [m/s^2]

v: Geschwindigkeit [m/s]

s: Verbleibende Strecke [m]

muss dazu die maximale Geschwindigkeit v_{\max} proportional zum verbleibenden Weg begrenzt werden.

Die zulässige bzw. abhängig vom Motor und der Trägheit der Last technisch mögliche Bremsrampe wird hier über den Parameter DEC eingestellt.

Benachrichtigung der übergeordneten Steuerung

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

Funktionsbeschreibung

3.8.1.4 Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Durch entsprechende Vorgabe neuer Werte (Maximalgeschwindigkeit, Beschleunigung, Endposition), während der Positionierung, können komplexere 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.

Das zusammengesetzte Profil kann dabei entweder von einer übergeordneten Steuerung oder autonom über ein Ablaufprogramm erzeugt werden. Für Hinweise zur Gestaltung von Ablaufprogrammen siehe Kap. 6, S. 70.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
NP	-	Notify Position	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Argument: Bei Erreichen der Sollposition wird ein „p“ zurückgesendet. 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.
NV	-10 000...10 000	Notify Velocity	Bei Erreichen oder Durchfahren der angegebenen Geschwindigkeit wird ein „v“ zurückgesendet.
NVOFF	-	Notify Velocity Off	Ein noch nicht ausgelöster Notify-Velocity-Befehl wird wieder deaktiviert.

Beispiel:

Zusammengesetztes Geschwindigkeitsprofil mit Notify durch den Antrieb:

Start	Update a)	Update b)	Update c)	Update 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[NV1]			M	
M				

Antwort des Antriebs:

V = V1	V = V2	POS = POS1	POS = POS2	POS = POS3
v	v	p	p	p

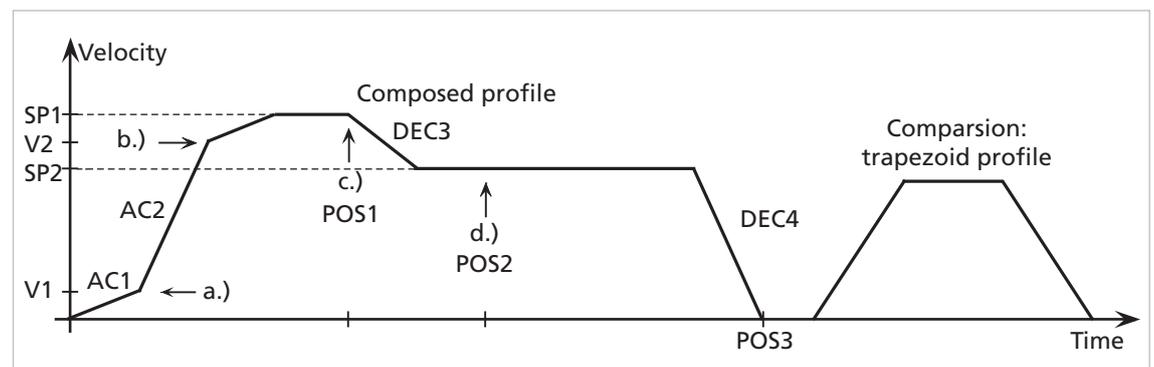


Abb. 16: Beispiel für zusammengesetztes Bewegungsprofil im Vergleich zum Trapezprofil

Funktionsbeschreibung

3.8.2 Sinuskommütierung

Die FAULHABER Motion Controller für Linearmotoren zeichnen sich durch eine so genannte Sinuskommütierung aus. Dies bedeutet, dass das vorgegebene magnetische Feld immer ideal zum Läuferstab steht. Dadurch gelingt es, Kräfteschwankungen auf ein Minimum zu reduzieren, auch wenn die Geschwindigkeiten sehr klein sind. Außerdem läuft der Motor dadurch besonders leise.

Die Sinuskommütierung wird noch durch eine so genannte Flat-Top-Modulation erweitert, die eine höhere Aussteuerung ermöglicht. Dadurch sind höhere Leerlaufgeschwindigkeiten möglich.

Über den Befehl `SIN0` lässt sich das System so einstellen, dass die Sinuskommütierung im oberen Geschwindigkeitsbereich in eine Blockkommütierung übergeht. Durch diese Vollaussteuerung kann der komplette Geschwindigkeitsbereich des Motors ausgenutzt werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
<code>SIN</code>	0...1	Sinus Commutation	1: Keine Blockkommütierung im oberen Geschwindigkeitsbereich (Default) 0: Blockkommütierung im oberen Geschwindigkeitsbereich (Vollansteuerung)

3.8.3 Stromregler und I²t-Strombegrenzung

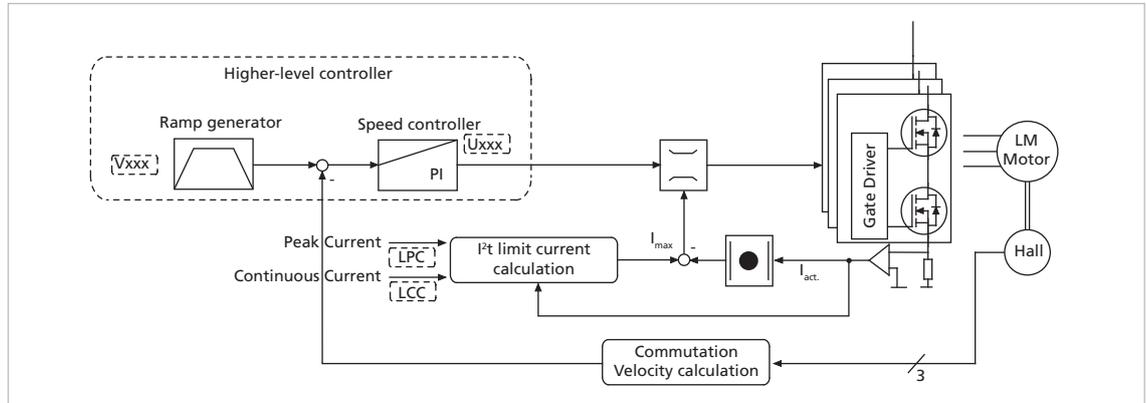


Abb. 17: Eingriff des Strombegrenzungsreglers

Die FAULHABER Motion Controller sind mit einem integralen Stromregler ausgerüstet, der eine Kraftbegrenzung erlaubt.

Der Stromregler arbeitet als Begrenzungsregler. Abhängig von der zurückliegenden Belastung wird durch die I²t-Strombegrenzung auf den zulässigen Spitzenstrom oder den Dauerstrom begrenzt. Sobald der Motorstrom den aktuell zulässigen Maximalwert überschreitet, wird über den Stromregler die Spannung begrenzt.

Durch die Ausführung als Strombegrenzungsregler hat die Stromregelung im thermisch entspannten Zustand keinen Einfluss auf die Dynamik der Geschwindigkeitsregelung. Das Zeitverhalten dieser Begrenzung ist über den Parameter `CI` einstellbar.

Mit den Defaultwerten für `CI` wird der Strom nach etwa 5 ms auf den zulässigen Wert begrenzt.

Funktionsbeschreibung

3.8.3.1 Grundeinstellungen

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

3.8.3.2 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, 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 I^2t -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.

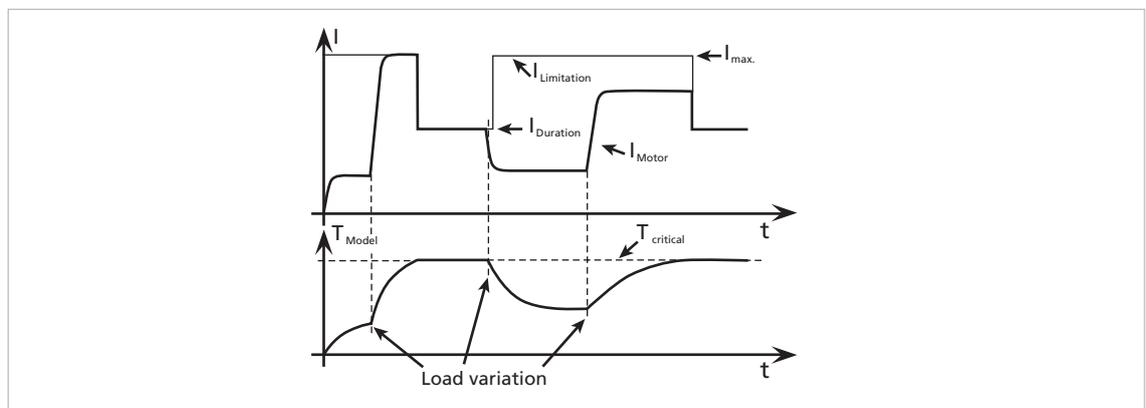


Abb. 18: Funktion der I^2t -Strombegrenzung

Funktionsbeschreibung

3.8.4 Übertemperatursicherung

Überschreitet die MOSFET-Temperatur der externen Controller einen vorgegebenen Grenzwert, wird der Motor abgeschaltet.

Um den Motor wieder zu aktivieren, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Temperatur unterhalb eines vorgegebenen Grenzwerts
- Sollgeschwindigkeit auf 0 mm/s eingestellt
- Tatsächliche Motorgeschwindigkeit < 50 mm/s

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

3.8.5 Unterspannungsüberwachung

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

3.8.6 Überspannungsregelung

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

Um eine Zerstörung von Bauteilen zu vermeiden, enthalten die FAULHABER Motion Controller für Linearmotoren einen Regler, der beim Überschreiten einer Grenzspannung (32 V) den Polradwinkel verstellt. 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.

3.8.7 Einstellung der Reglerparameter

Um den Regler optimal auf die jeweilige Anwendung anzupassen, müssen die voreingestellten Reglerparameter optimiert werden.

 Der digitale Regler arbeitet mit einer Basisabtastrate entsprechend Datenblattangabe. Die Abtastrate kann bei Bedarf über den Befehl `SR` auf das angegebene Vielfache der Basisabtastrate erhöht werden.

Standardverhalten

Ohne weitere Einstellungen ist für den Geschwindigkeitsregler die im Parameter `POR` eingestellte Verstärkung wirksam.

Im Positioniermodus wird innerhalb des Zielkorridors die über den Parameter `POR` eingestellte Verstärkung um den Wert des Parameters `PD` erhöht. Dadurch kann ein schnelleres Einregeln auf den Stillstand in der Zielposition erreicht werden, ohne den Regler bei den Übergangsvorgängen selbst zu sehr anzuregen. Der Parameter `PD` muss dazu sorgfältig eingestellt werden und sollte typisch maximal 50% des Basiswerts `POR` betragen. Andernfalls besteht die Gefahr der Instabilität.

Funktionsbeschreibung

Zur Verfügung stehende Reglerparameter

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
POR	1...255	Load Velocity Proportional Term	Verstärkungsanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
I	1...255	Load Velocity Integral Term	Integralanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
PP	1...255	Load Position Proportional Term	Positionsreglerverstärkung laden.
PD	1...255	Load Position Differential Term	Positionsregler D-Anteil laden.
SR	1...20	Load Sampling Rate	Abtastrate des Geschwindigkeitsreglers als Vielfaches von 200 µs laden.

Diese Werte werden durch Auswahl eines Motortyps im Motorassistenten des Motion Managers passend vorgelegt.

Mit Hilfe des Regler-Tuning-Assistenten im Motion Manager können einige Reglerparameter weiter justiert werden, um den Regler optimal an die jeweilige Anwendung anzupassen.

Mögliche Vorgehensweise

1. Standardeinstellungen des Motorassistenten durchführen.
3. Positionsregler optimieren:
 - Mit dem Regler-Tuning-Assistenten der Anwendung entsprechende Bewegungsprofile vorgeben.
 - Wenn das System mit diesen Einstellungen nicht stabil funktioniert, kann durch Verringern des I-Anteils des Geschwindigkeitsreglers oder Verringern des P-Anteils des Positionsreglers Stabilität erreicht werden.
 - Den P-Anteil des Positionsreglers schrittweise, bis an die Stabilitätsgrenze des Systems erhöhen.
 - Die Stabilität entweder durch Erhöhung des D-Anteils des Positionsreglers oder durch Verringern des I-Anteils des Geschwindigkeitsreglers wieder herstellen.

3.8.8 Spezialmodus für die Positionsregelung

Mit dem Befehl `SR` kann ein spezieller Modus der Positionsregelung aktiviert werden (Gain Scheduling). 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 sukzessive reduziert, sobald sich der Antrieb im Zielkorridor (einstellbar über den Befehl `CORRIDOR`) befindet. Dadurch kann ein wesentlich „ruhigerer“ Stillstand in der Zielposition erreicht werden. Sobald der Antrieb den Zielkorridor wieder verlässt, wird `POR` sofort wieder auf den eingestellten Wert erhöht.

 Die Funktion *Gain scheduling* wird nur bei Abtastraten mit einem Faktor > 3 aktiv (Sampling rate > 3).

Protokollbeschreibung

4 Protokollbeschreibung

Für die Konfiguration und Bedienung der FAULHABER Motion Controller steht ein umfangreicher ASCII-Befehlssatz zur Verfügung. Der Aufbau der Befehlstelegramme ist nachfolgend beschrieben.

i Der Antrieb kann auch unabhängig von der RS232-Schnittstelle betrieben werden, wenn zuvor die gewünschte Funktion wie Geschwindigkeits- oder Positionsregler über den analogen Eingang, den Schrittmotor oder das elektronische Getriebe programmiert wurde.

4.1 Befehlstelegramm

Aufbau der ASCII-Befehle:

[Knotennummer] 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.

4.2 Antworttelegramm

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).

Antwort CR LF

i Die Antworttelegramme enthalten keine Knotennummer.
Im Busbetrieb die Antwort des angesprochenen Knotens abwarten, bevor ein neuer Befehl versandt wird.

Beispiel: Abfragen der Ist-Position

- Senden: POS[CR]
- Empfangen: 98956[CR][LF]

Beispiel: Knoten antreiben mit 500 mm/s

- Senden: V500[CR]

Protokollbeschreibung

Einstellungen zum Antwortverhalten

Standardmäßig werden die Sendebefehle nicht quittiert. Über den Befehl `ANSW` kann das Antwortverhalten geändert werden:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
<code>ANSW</code>	1...7	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 4...7: Analog zu 0...3, aber Rückmeldungen, die aus einem Befehl im Ablaufprogramm resultieren, werden nicht gesendet

Mögliche Antworten auf einen reinen Sendebefehl bei Einstellung von `ANSW2`:

- `OK`, wenn der Befehl erfolgreich ausgeführt wurde
- `Unknown command`
- `Invalid parameter`
- `Command not available`
- `Overtemperature - drive disabled`

Beispiel:

- Senden: `V500[CR]`
- Empfangen: `OK[CR][LF]`

Mögliche Antworten auf die Befehle `SAVE` und `EEPSAV`:

- `EEPROM writing done`, nach erfolgreicher Speicherung der aktuellen Einstellungen im Daten-Flash
- `Flash defect`, falls die Speicherung fehlgeschlagen ist

 Wenn von mehreren Geräten gleichzeitig Daten gesendet werden, treten Kommunikationsstörungen auf.

- Im Netzwerkbetrieb (siehe Kap. 4.3.2, S. 52) keine unadressierten Abfragebefehle senden, da sonst alle Geräte gleichzeitig antworten und die Telegramme sich vermischen.
- Sicherstellen, dass nicht mehrere Geräte gleichzeitig asynchrone Rückmeldungen senden.
- Die Befehlsquittierung bei Verwendung von unadressierten Sendebefehlen abschalten.

Beispiel: Debug-Modus

- Debug-Modus aktivieren: `ANSW3`
- Senden: `V100`
- Empfangen: `v,100: OK`

Protokollbeschreibung

4.3 Voraussetzung für die Kommunikation

Die Einheiten werden standardmäßig mit der Knotenadresse 0 (NODEADR0) und mit einer Übertragungsrate von 9600 Baud ausgeliefert. Die Einstellungen können über die Schnittstelle z. B. mit dem FAULHABER Motion Manager geändert werden (siehe Kap. 2.3, S. 10).

Bei einer Änderung der Knotennummer bzw. der Baudrate muss die Antwort auf die alte Knotennummer bzw. Baudrate stattfinden.

4.3.1 Betrieb eines einzelnen Motion Controllers

1. Verbindung mit einer Host-Schnittstelle (typischerweise PC oder SPS) herstellen.
 - Tx-Datenleitung der Host-Seite mit Rx-Pin des Antriebs verbinden
 - Rx-Datenleitung der Host-Seite mit Tx-Pin des Antriebs verbinden (Nullmodemleitung)
 2. Host-Schnittstelle entsprechend den Antriebseinstellungen konfigurieren (siehe Kap. 4.4, S. 52):
 - Gleiche Baudrate
 - 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stoppbit, keine Flusssteuerung
 3. Motion Controller einschalten.
- ☞ Kommunikation wird aufgebaut. Antrieb meldet sich auf der zuletzt eingestellten Baudrate mit einer Bootup-Message.

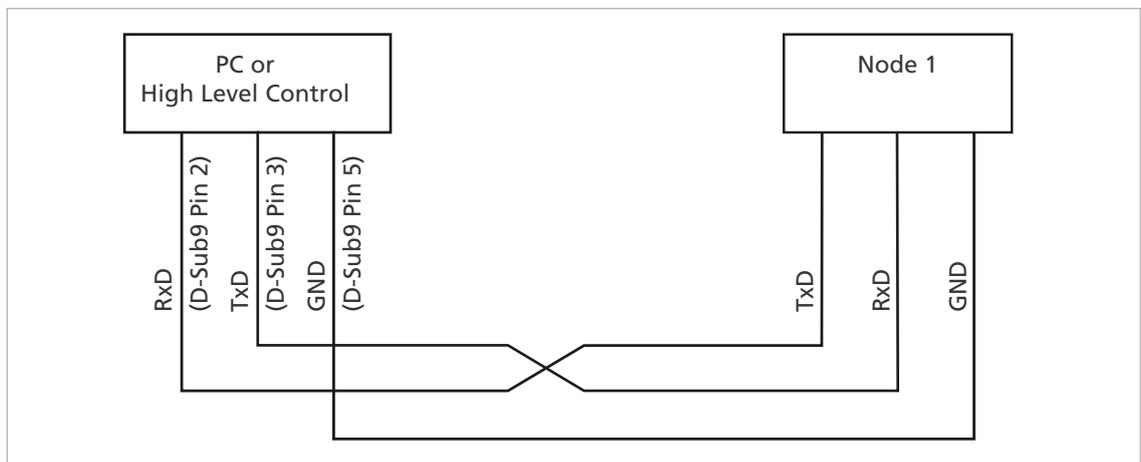


Abb. 19: Verdrahtung zwischen PC/Steuerung und einem Antrieb

Protokollbeschreibung

4.3.2 RS232-Netzwerkbetrieb

Mehrere Motion Controller können an einer einzigen RS232-Host-Schnittstelle betrieben werden.

- ▶ Tx-Leitungen und Rx-Leitungen der Controller parallel schalten.

i Im Netzwerkbetrieb dürfen die Antriebe keine asynchronen Nachrichten senden, da diese die Kommunikation mit einem anderen Antrieb stören können. Über `ANSW0` können asynchrone Antworten deaktiviert werden.

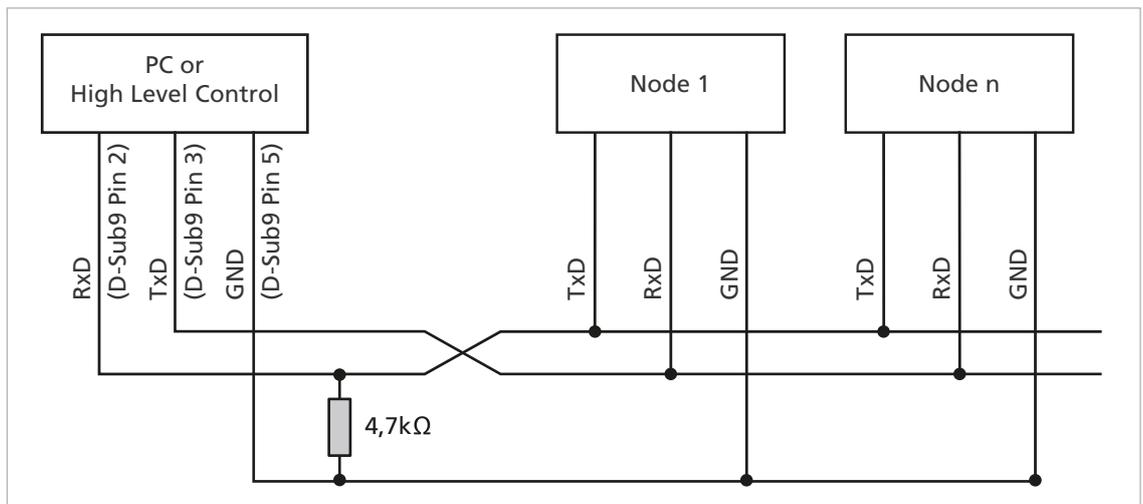


Abb. 20: Verdrahtung mit mehreren Motion Control Systemen im RS232-Netzwerkbetrieb

4.4 Kommunikationseinstellungen

Baudrate

Folgende RS232-Übertragungsraten können eingestellt werden:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
BAUD	600 Bit/s (vom Motion Manager nicht unterstützt) 1 200 Bit/s 2 400 Bit/s 4 800 Bit/s 9 600 Bit/s (Default) 19 200 Bit/s 38 400 Bit/s 57 600 Bit/s 115 200 Bit/s	Select Baudrate	Übertragungsrate für RS232-Schnittstelle vorgeben

Die Baudrate kann mit dem Befehl `BAUD` über die Schnittstelle eingestellt werden, wenn bereits eine Verbindung zum Antriebsknoten besteht.

Beispiel: `BAUD 19200`

Protokollbeschreibung

Serielles Netzwerk und Knotennummer

Die Knotennummern 1 bis 255 können eingestellt werden.

Um die Einheiten für den Netzwerkbetrieb vorzubereiten, müssen sie einzeln an den PC angeschlossen und z. B. mit dem FAULHABER Motion Manager auf die gewünschte Knotenadresse eingestellt werden. Um die einzelnen Antriebe im Netzwerk adressieren zu können, muss vor jedem zu sendenden ASCII-Befehl die Knotennummer angegeben werden.

Beispiel: 3V100

Befehle ohne Knotennummer werden von allen Antriebsknoten im Netzwerk übernommen (Broadcast).

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
NODEADR	1...255	Define Node Address	Knotennummer einstellen
NET	0...1	Set Network Mode	RS232-Multiplexmodus für Netzwerkbetrieb aktivieren. 0: Kein Netzwerkbetrieb, Antrieb alleine an einer RS232-Schnittstelle 1: Netzwerkbetrieb aktiviert

Beispiel: Antriebseinheit auf Knotennummer 3 einstellen

NODEADR3

Beispiel: Netzwerkbetrieb aktivieren

NET1

4.5 Trace

Über ein zusätzliches Binärinterface steht eine 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

 Über den FAULHABER Motion Manager können die Tracing-Funktionen anwenderfreundlich eingestellt und ausgewertet werden.

Protokollbeschreibung

4.5.1 Trace konfigurieren

- ▶ Binär-Sendemodus für Parameter 1/2 (Kurve 1/2) einstellen.

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

Je nach Wert von Modus1/2 wird auf den entsprechenden Parameter geschaltet:

Befehl	Funktion
200	Binär-Sendemodus für Parameter 1 setzen
202	Binär-Sendemodus für Parameter 2 setzen

Modus1/2	Parameter	Typ	Einheit
0	Istgeschwindigkeit	Integer16	mm/s
1	Sollgeschwindigkeit	Integer16	mm/s
2	Reglerausgang	Integer16	–
4	Motorstrom	Integer16	mA
44	Gehäusetemperatur	Unsigned16	°C
46	Spulentemperatur	Unsigned16	°C
200	Istposition	Integer32	Inc
201	Sollposition	Integer32	Inc
255	Nur Modus2: Kein zweiter Parameter wird gesendet (Grundeinstellung beim Einschalten)	–	–

Protokollbeschreibung

4.5.2 Daten anfordern

Nach einer Modus-Einstellung mit dem Befehl 200 oder 202 muss mindestens 2 ms gewartet werden, um gültige Daten anfordern zu können.

- ▶ Datenpaket mit dem Request 201 anfordern.

↶ Je nach eingestelltem Modus werden 3, 5, 7 oder 9 Byte an den PC zurückgesendet:

Modus1	Modus2	Anzahl Byte	Empfangene Daten	Typ
0...15	255	3	1. Byte: Low Byte Daten 2. Byte: High Byte Daten 3. Byte: Timecode	Integer16
16...199	255	3	1. Byte: Low Byte Daten 2. Byte: High Byte Daten 3. Byte: Timecode	Unsigned16
200...255	255	5	1. Byte: Lowest Byte Daten 2. Byte: Second Byte Daten 3. Byte: Third Byte Daten 4. Byte: Highest Byte Daten 5. Byte: Timecode	Integer32
0...15	0...15	5	1.Byte...2.Byte: Daten-Bytes von Modus1 3.Byte...4.Byte: Daten-Bytes von Modus2 5. Byte: Timecode	Integer16 Integer16
0...15	16...199	5	1.Byte...2.Byte: Daten-Bytes von Modus1 3.Byte...4.Byte: Daten-Bytes von Modus2 5. Byte: Timecode	Integer16 Unsigned16
0...15	200...255	7	1.Byte...2.Byte: Daten-Bytes von Modus1 3.Byte...6.Byte: Daten-Bytes von Modus2 7. Byte: Timecode	Integer16 Integer32
16...199	0...15	5	1.Byte...2.Byte: Daten-Bytes von Modus1 3.Byte...4.Byte: Daten-Bytes von Modus2 5. Byte: Timecode	Integer16 Integer16
16...199	16...199	5	1.Byte...2.Byte: Daten-Bytes von Modus1 3.Byte...4.Byte: Daten-Bytes von Modus2 5. Byte: Timecode	Unsigned16 Unsigned16
16...199	200...255	7	1.Byte...2.Byte: Daten-Bytes von Modus1 3.Byte...6.Byte: Daten-Bytes von Modus2 7. Byte: Timecode	Unsigned16 Integer32
200...255	0...15	7	1.Byte...4.Byte: Daten-Bytes von Modus1 5.Byte...6.Byte: Daten-Bytes von Modus2 7. Byte: Timecode	Integer32 Integer16
200...255	16...199	7	1.Byte...4.Byte: Daten-Bytes von Modus1 5.Byte...6.Byte: Daten-Bytes von Modus2 7. Byte: Timecode	Integer32 Unsigned16
200...255	200...255	9	1.Byte...4.Byte: Daten-Bytes von Modus1 5.Byte...8.Byte: Daten-Bytes von Modus2 9. Byte: Timecode	Integer32 Integer32

Der Timecode entspricht dem Vielfachen der Zeitbasis von 1 ms und definiert den Zeitab-

Protokollbeschreibung

stand zum letzten Senden.

5 Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme muss die Antriebseinheit über die RS232-Schnittstelle an einen PC oder an eine übergeordnete Steuerung angeschlossen werden, um die Grundeinstellungen durchführen zu können.

 Der Anschluss der RS232-Schnittstelle ist im Gerätehandbuch beschrieben. Für den Kommunikationsaufbau muss bei beiden Teilnehmern die gleiche Übertragungsrate eingestellt werden.

5.1 Grundeinstellungen

Bei den externen Motion Controllern müssen bei der ersten Inbetriebnahme einige Grundeinstellungen vorgenommen werden, um den Controller an den angeschlossenen Motor anzupassen.

Bei integrierten Antriebseinheiten sind diese Grundeinstellungen schon werksseitig vorgenommen. Somit ist nur noch die Anpassung an die jeweilige Anwendung notwendig.



HINWEIS!

Zerstörung von Komponenten

- ▶ Die nachfolgend beschriebenen Grundeinstellungen durchführen.

Folgende Grundeinstellungen sind bei externen Motion Controllern notwendig:

- Motortyp bzw. Motordaten (*KN*, *RM*) des angeschlossenen Motors
- Auflösung eines externen Encoders (*ENCRES*), falls verwendet
- Strombegrenzungswerte (*LCC*, *LPC*), angepasst an Motortyp und Anwendung
- Reglerparameter (*POR*, *I*, *PP*, *PD*), angepasst an Motortyp und Anwendung

Zusätzlich kann mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers noch ein Abgleich der Hallsensoren für einen ruckelfreien Anlauf und eine Optimierung des Phasenwinkels für besten Wirkungsgrad vorgenommen werden.

Bei allen Motion Controllern (integriert und extern) muss die Konfiguration noch an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Insbesondere sind folgende Grundeinstellungen wichtig:

- Betriebsart
- Strombegrenzungswerte
- Reglerparameter
- Funktion der digitalen Ein-/Ausgänge



HINWEIS!

Zerstörung von Komponenten

- ▶ Bei Verwendung des Fault-Pins als Eingang (*REFIN*, *DIRIN*) zuerst die gewünschte Funktion programmieren, bevor von außen Spannung angelegt wird.

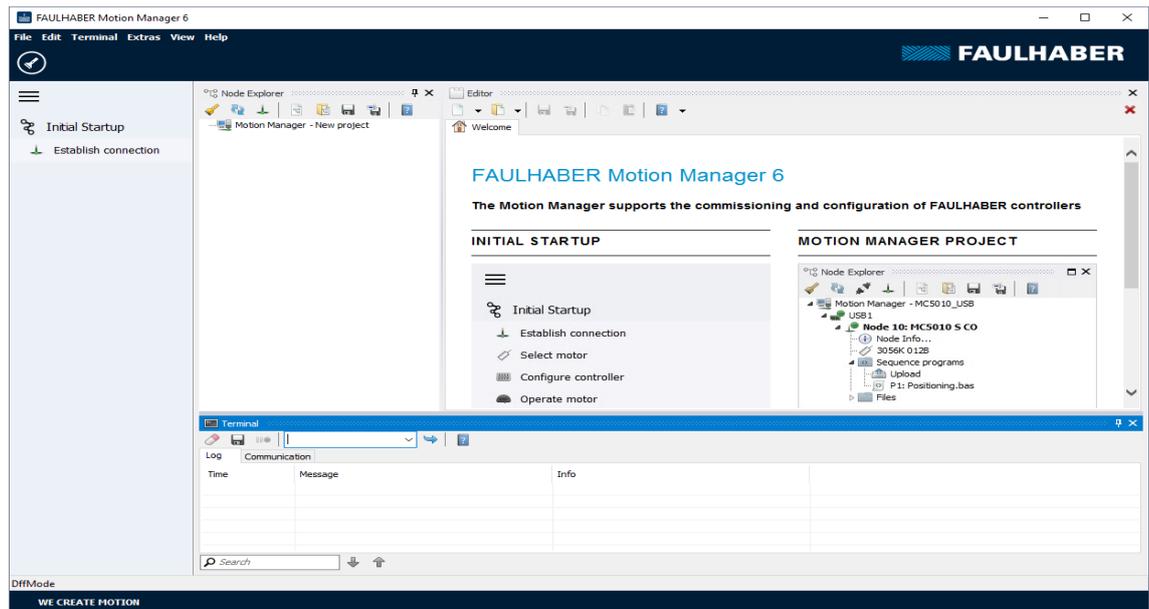
Im folgenden Kapitel wird die Konfiguration dieser Parameter mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers näher erläutert.

Inbetriebnahme

5.2 Konfiguration mit dem Motion Manager

Die PC-Software FAULHABER Motion Manager bietet eine einfache Möglichkeit, die Antriebseinheit zu konfigurieren und erste Tests und Optimierungen durchzuführen.

Die Software ist für Microsoft Windows verfügbar und kann kostenlos von der FAULHABER Internet-Seite unter www.faulhaber.com/motionmanager heruntergeladen werden.



Motion Control Systeme mit am Motor angebaute Elektronik sind bereits werksseitig voreinstellt.

Motion Controller mit extern angeschlossenen Motor müssen vor der Inbetriebnahme mit für den Motor geeigneten Werten für die Strombegrenzung und geeigneten Reglerparametern versehen werden.

Zur Auswahl des Motors und der dafür geeigneten Grundparameter steht der Assistent für Motorauswahl zur Verfügung.

Weitere Einstellungen z. B. zur Funktion des Fault Pins können unter dem Menüpunkt **Konfiguration – Antriebsfunktionen** über einen komfortablen Dialog vorgenommen werden (siehe Kap. 5.2.3, S. 61). Der Konfigurationsdialog steht auch in der Schnellzugriffleiste des Motion Managers zur Verfügung.

Zusätzlich steht das Tool **Regler-Tuning** zur Verfügung, mit dem die Reglerparameter des Geschwindigkeits- und des Positionsreglers an die Anwendung angepasst werden können.

Inbetriebnahme

5.2.1 Verbindung herstellen

Um mit der vorliegenden Steuerung kommunizieren zu können, muss eine Verbindung vom PC, auf dem der Motion Manager installiert ist, zur Steuerung hergestellt werden. Zum Einrichten der Kommunikationsverbindung über eine der unterstützten Schnittstellen steht ein Assistent bereit. Der Assistent erscheint automatisch beim Erstellen eines neuen Projekts. Er ist jederzeit über die Schaltfläche **Verbindung herstellen** in der Schnellzugriffleiste oder über das Menü **Terminal** aufrufbar.

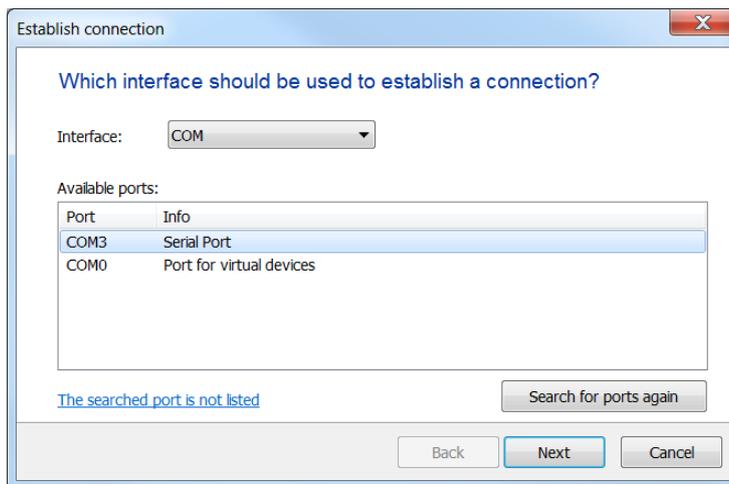


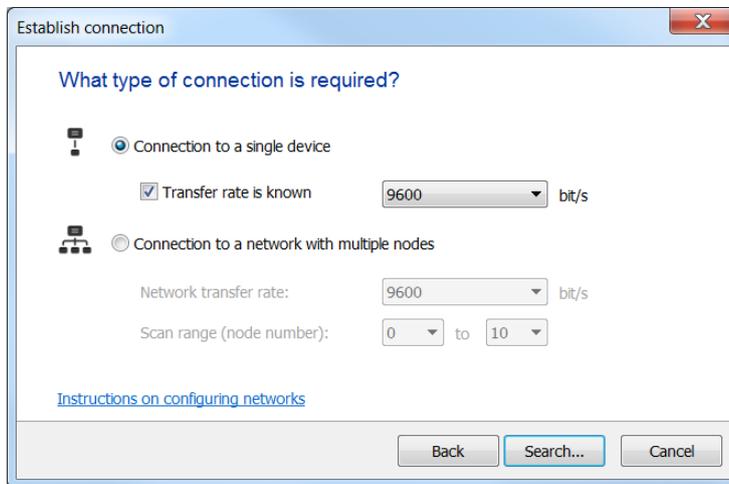
Abb. 21: Verbindungsassistent

1. Schnittstelle COM auswählen.
2. Unter **Verfügbare Ports** den gewünschten Schnittstellenanschluss wählen.
3. Schaltfläche **Weiter** betätigen.



4. Gerätefamilie **Motion Controller V2.x** wählen.
5. Schaltfläche **Weiter** betätigen.

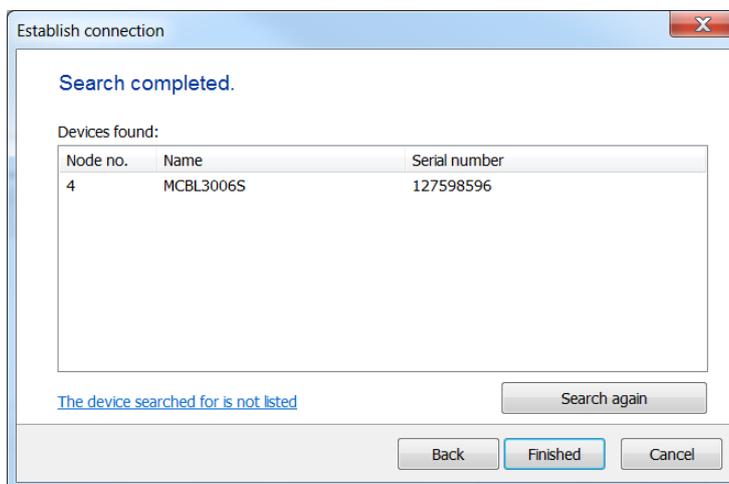
Inbetriebnahme



6. Verbindungsart und Baudrate wählen.

7. Schaltfläche **Suchen...** betätigen.

🔍 Geräte, die auf eine passende Baudrate eingestellt sind, werden vom Motion Manager gefunden und angezeigt.



8. Schaltfläche **Fertig** betätigen.

5.2.2 Motor auswählen

Externe Motion Controller müssen an den angeschlossenen Motor angepasst werden. Hierfür steht der Assistent für Motorauswahl zur Verfügung, der über die Schnellzugriffleiste des Motion Managers oder über das Menü **Konfiguration** unter **Inbetriebnahme - Motor auswählen** aufgerufen werden kann.

Nach Auswahl des verwendeten FAULHABER-Motors aus einer Liste und Einstellung des verwendeten Sensortyps sowie der Eingabe eines Trägheitsfaktors für die zu betreibende Last, werden neben den Motor- und Strombegrenzungswerten auch passende Reglerparameter ermittelt und zum Antrieb übertragen.

Siehe Motion Manager Bedienungsanleitung für die Benutzung des Assistenten für Motorauswahl.

Inbetriebnahme

5.2.3 Antrieb konfigurieren

Vom Assistenten für Motorauswahl wurden bereits sinnvolle Standardeinstellungen für die ausgewählte Motor-/Sensorkombination eingestellt.

Für die weitere Antriebskonfiguration und die Anpassung an die gewünschte Anwendung steht ein Konfigurationsdialog mit mehreren Seiten in der Schnellzugriffleiste des Motion Managers oder unter dem Menüpunkt **Konfiguration – Antriebsfunktionen...** zur Verfügung.

Alle Einstellungen werden erst an den Antrieb übertragen wenn die Schaltfläche **Senden** betätigt wird. Dabei wird auch der aktuelle Zustand vom Antrieb zurückgelesen und der Dialog dementsprechend aktualisiert. Ungültige Kombinationen von Einstellungen werden dabei korrigiert, da sie vom Antrieb nicht akzeptiert werden.

Dauerhaft im Antrieb gespeichert werden die Einstellungen über die Schaltfläche **EEPSAV**.

5.2.4 Grundeinstellungen durchführen

Bei der Inbetriebnahme werden im Reiter **Grundeinstellungen** folgende Parameter eingestellt:

- Betriebsart
- Art der Sollwertvorgabe
- Optimierung für Hallsensoren
- Reglermodus
- Einschaltzustand
- Kommunikationseinstellungen

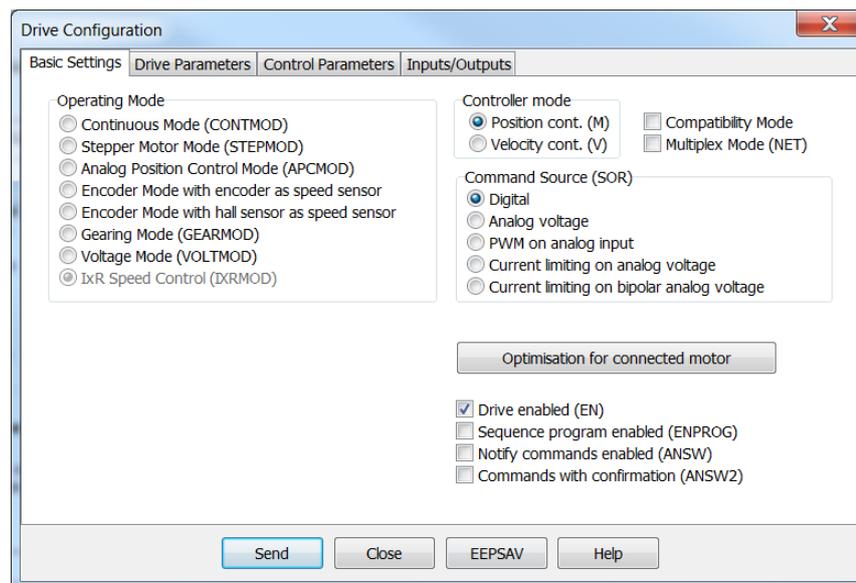


Abb. 22: Grundeinstellungen für den Motor- und Gebertyp

Inbetriebnahme

Optimierung für Hallsensoren

Zur Anpassung von Hallsensordaten auf den angeschlossenen Motor steht eine Schaltfläche zur Verfügung, über die ein Assistent zur Optimierung auf den angeschlossenen Motor gestartet werden kann.

i Vor dem Start der Geberoptimierung sicherstellen, dass sich der Läuferstab frei bewegen kann.

Reglermodus

Der FAULHABER Motion Controller unterstützt folgende Hauptbetriebsarten:

- Positionsregelung als Servoantrieb
- Geschwindigkeitsregelung

Abhängig vom gewählten Betriebsmodus wird der Reglermodus zum Teil automatisch selektiert.

Betriebsmodus

Zusätzlich zum Reglermodus können Varianten des Betriebs gewählt werden.

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

Betriebsmodus	Beschreibung
CONTMOD	Standardeinstellung zum gewählten Reglermodus. Istgeschwindigkeit und Istposition werden im CONTMOD über die Hallsensoren des Motors ermittelt. <ul style="list-style-type: none"> ■ CONTMOD bei Positionsregelung: Siehe Kap. 3.3.1, S. 14 ■ CONTMOD bei Geschwindigkeitsregelung: Siehe Kap. 3.4.1, S. 21
STEPMOD	Positionsregelung. Die Sollposition wird aus der Schrittzahl am Eingang AnIn abgeleitet (siehe Kap. 3.6.1, S. 32).
APCMOD	Positionsregelung. Die Sollposition wird über eine analoge Spannung am Eingang AnIn vorgegeben (siehe Kap. 3.3.2, S. 16).
ENCMOD mit HALLSPEED	Positionsregelung mit Auswertung der Hallsignale für die Istgeschwindigkeit (siehe Kap. 3.3.3, S. 18).
GEARMOD	Positionsregelung. Die Sollposition wird über die Schrittzahl eines externen Encoders ermittelt (siehe Kap. 3.6.2, S. 34).
VOLTMOD	Direkte Vorgabe einer Spannungsamplitude am Motor (siehe Kap. 3.6.3, S. 36).

Sollwertvorgabe

Passend zur gewählten Betriebsart und zum Reglermodus muss die Sollwertvorgabe auf eine der folgenden Weisen gewählt werden:

- Vorgabe über die serielle Schnittstelle oder aus einem Ablaufprogramm
- Sollwertvorgabe für Position oder Geschwindigkeit über eine analoge Spannung
- Sollwertvorgabe für Position oder Geschwindigkeit über ein PWM-Signal
- Sollwertvorgabe für den Grenzstrom über eine analoge Spannung

Inbetriebnahme

Einschaltzustand

- Im Standardzustand ist die Endstufe des Antriebs nach dem Einschalten zunächst nicht aktiv.
Über die Checkbox **Antrieb enabled (EN)** kann die Endstufe nach dem Einschalten automatisch aktiviert werden.
- Im Standardzustand wird nach dem Einschalten des Antriebs kein Ablaufprogramm abgearbeitet.
Über die Checkbox **Ablaufprogramme aktiviert (ENPROG)** kann ein im Antrieb abgelegtes Ablaufprogramm direkt nach dem Einschalten automatisch gestartet werden.

Kommunikationseinstellungen

- Über die Checkbox **Multiplex-Modus (NET)** wird der Netzwerkbetrieb für den gewählten Antrieb aktiviert.
- Über die Checkbox **Asynchrone Rückmeldungen (ANSW)** können asynchrone Rückmeldungen des gewählten Antriebs unterbunden werden. Im Standardzustand sind sie freigeschaltet.
- Über die Checkbox **Befehle mit Bestätigung (ANSW2)** können die Bestätigungstelegramme zu den an den Antrieb abgesetzten Befehlen unterbunden werden. Im Standardzustand sind sie aktiviert.

5.2.5 Antriebsparameter einstellen

Im Reiter Antriebsparameter werden zusätzliche Einstellungen zu den Gebern und zur gewählten Betriebsart durchgeführt.

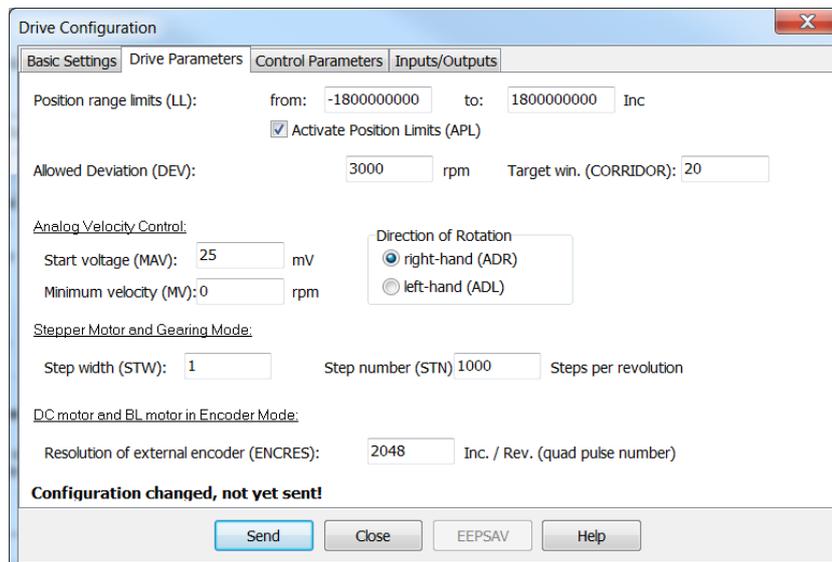


Abb. 23: Zusatzeinstellungen für die gewählte Betriebsart

Encoderauflösung

Falls ein an den Motor angebauter Inkrementalencoder ausgewertet werden soll, muss dessen effektive Auflösung bei 4-Flankenauswertung angegeben werden.

Inbetriebnahme

Sollwertvorgabe im Stepper Mode oder Gearing Mode

Für die Sollwertvorgabe im Stepper Mode und im Gearing Mode muss die Umrechnung von der Schrittzahl der externen Vorgabe pro magnetischem Polabstand angegeben werden.

Beispiel:

Der Motor soll eine Bewegung von einem magnetischem Polabstand bei 1000 Impulsen des externen Encoders bzw. bei 1000 Schritten ausführen:

- STW1
- STN1000

Detaillierte Hinweise zur Verwendung dieser Parameter finden Sie in den Kapiteln mit der Funktionsbeschreibung des Stepper Mode und des Gearing Mode (siehe Kap. 3.6.1, S. 32 und Kap. 3.6.2, S. 34).

Geschwindigkeitsvorgabe über eine analoge Spannung

Für die Vorgabe einer Geschwindigkeit über eine analoge Spannung kann ein Schwellwert (MAV) vorgegeben werden, ab dem der Sollwert beginnend mit der Minimalgeschwindigkeit (MV) ausgewertet wird.

Detaillierte Hinweise zur Verwendung dieser Parameter siehe Kap. 3.4.2, S. 23.

Positionierbereichsgrenzen

In verschiedenen Betriebsarten kann der Bewegungsbereich überwacht und begrenzt werden. Die Grenzen dieses Bewegungsbereichs können in Inkrementen der Istposition über den Parameter LL angegeben werden.

Über den Befehl $APL1$ wird die Bereichsüberwachung aktiviert.

Maximal zulässige Geschwindigkeitsabweichung und Zielkorridor

Der Parameter $CORRIDOR$ definiert einen Bereich um die Zielposition innerhalb dessen das Flag *Zielposition erreicht* gesetzt ist. Wenn angefordert, wird die Zielposition über ein *Notify* asynchron signalisiert.

Innerhalb dieses Korridors ist der D-Anteil des Positionsreglers aktiv und der Rampengenerator inaktiv.

Über den Parameter DEV kann eine maximal zulässige Reglerabweichung für den Geschwindigkeitsregler vorgegeben werden. Wird diese Schranke länger überschritten als mit dem Parameter DCE im Reiter **Ein- und Ausgänge** eingestellt, wird ein Fehler über den Fault Pin oder auf der seriellen Schnittstelle signalisiert.

Inbetriebnahme

5.2.6 Reglerparameter einstellen

Im Reiter **Reglerparameter** des Antriebskonfigurationsdialogs können Änderungen an den standardmäßig eingestellten Regler- und Strombegrenzungsparametern vorgenommen werden.

Zusätzlich steht unter dem Menüpunkt **Konfiguration – Reglerparameter...** noch ein weiterer Dialog zur Verfügung, in dem die Parameter online verändert werden können und das Ergebnis direkt beobachtet bzw. über die Trace-Funktion im Motion Manager aufgezeichnet werden kann.

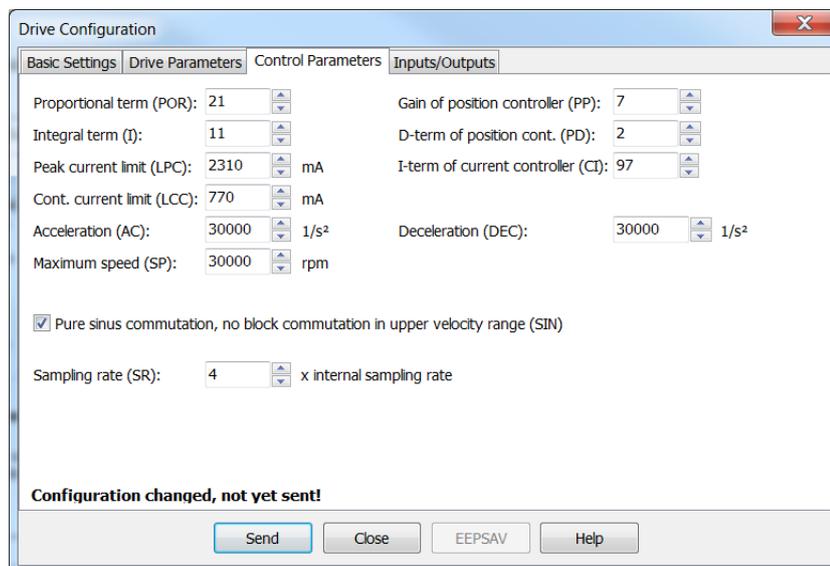


Abb. 24: Einstellungen für die Regler

Kommutierungseinstellung

Als Standard verwendet der Motion Controller eine reine Sinuskommutierung. Der Motor wird dadurch mit möglichst geringen Verlusten und geräuscharm betrieben.

Alternativ kann bei höheren Geschwindigkeiten auch eine der Blockkommutierung ähnliche Übersteuerung der Ausgangssignale zugelassen werden. Der gesamte Geschwindigkeitsbereich des Antriebs kann dadurch genutzt werden.

i Beim Wechsel zwischen der reinen Sinuskommutierung und dem Betrieb mit Blockkommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich wird die Reglerverstärkung ebenfalls entsprechend erhöht.

Stromregler (LCC, LPC, CI)

Über den Parameter **LCC** kann der thermisch zulässige Dauerstrom für die Anwendung angegeben werden.

Motoren und auch der Motion Controller sind in gewissen Grenzen überlastbar. Für dynamische Vorgänge können daher auch höhere Ströme zugelassen werden. Der maximale Stromwert wird über den Parameter **LPC** angegeben.

Abhängig von der Belastung des Antriebs begrenzt die interne Stromüberwachung den Ausgangsstrom auf den Spitzenstrom (**LPC**) oder den zulässigen Dauerstrom (**LCC**).

Inbetriebnahme



HINWEIS!

Zerstörung des Motors

- ▶ Den thermisch zulässigen Dauerstrom (I_{LCC}) **nicht** über dem thermisch zulässigen Dauerstrom des Motors entsprechend dem Datenblatt einstellen.
- ▶ Den maximalen Spitzenstrom (I_{LPC}) **nicht** über dem maximalen Spitzenausgangsstrom der vorhandenen Elektronik einstellen.

Der Stromregler des Motion Controller arbeitet als Strombegrenzungsregler und hat damit im unbegrenzten Fall keine Auswirkung auf die Dynamik der Geschwindigkeitsregelung. Über den Parameter CI kann die Geschwindigkeit der Begrenzung eingestellt werden. Bei Verwendung der Standardwerte für den verwendeten Motor wird der Strom nach etwa 5 ms auf den zulässigen Wert begrenzt.

Wurde über den Motorassistenten ein FAULHABER Motor gewählt, sind bereits Parameter eingetragen mit denen der Motor betrieben werden kann.

Weitere Angaben siehe Kap. 3.8.3, S. 45.

Geschwindigkeitsregler (I , POR , SR)

Der Geschwindigkeitsregler ist als PI-Regler ausgeführt. Folgende Parameter können eingestellt werden:

- Abtastzeit SR in Vielfachen von 100 μs
- Proportionalverstärkung POR
- Integralanteil I

Wurde über den Motorassistenten ein FAULHABER Motor gewählt, sind bereits Parameter eingetragen mit denen der Motor betrieben werden kann.

Bei zusätzlichen Lasten am Motor muss die Trägheit der Last durch einen höheren Proportionalanteil und ggf. durch eine langsamere Abtastung kompensiert werden. Der Integralanteil kann in den meisten Anwendungen unverändert bleiben.

Weitere Angaben siehe Kap. 3.8.7, S. 47.

Rampengenerator (AC , DEC , SP)

Der Rampengenerator begrenzt die Geschwindigkeitsänderung am Eingang des Geschwindigkeitsreglers über die Parameter AC und DEC und die maximale Vorgabegeschwindigkeit über den Parameter SP .

Die Parameter AC und SP sind entsprechend der Anwendung frei wählbar. Über den Parameter DEC wird das Bremsverhalten im Positionierbetrieb festgelegt. Für große Lasten muss die Bremsrampe über den Parameter DEC begrenzt werden, um ein überschwingungsfreies Einlaufen in die Zielposition zu erreichen.

Weitere Angaben siehe Kap. 3.8.1, S. 41.

Positionsregler (PP , PD)

Der Positionsregler ist als Proportionalregler ausgeführt. Nur innerhalb des Zielkorridors (siehe Reiter **Antriebsparameter**) wirkt zusätzlich noch ein D-Anteil.

Der Proportionalanteil errechnet aus der Positionsabweichung in Inkrementen die maximale Vorgabegeschwindigkeit für den unterlagerten Geschwindigkeitsregler. Über den Rampengenerator werden die Beschleunigung und die Maximalgeschwindigkeit zusätzlich begrenzt.

Überschwingungsfreies Einlaufen in die Zielposition kann bevorzugt über eine Anpassung der Bremsrampe an die Last erreicht werden. Für gut gedämpftes Einschwingen in der Endposition muss der Parameter PP proportional zur Lastträgheit reduziert werden.

Inbetriebnahme

Weitere Angaben siehe Kap. 3.8.7, S. 47.

5.2.7 I/O-Beschaltung und Verwendung einstellen

Im Reiter **Ein-/Ausgänge** des Antriebskonfigurationsdialogs können die Funktionen der digitalen Ein- und Ausgänge festgelegt und eine Referenzfahrt definiert werden.

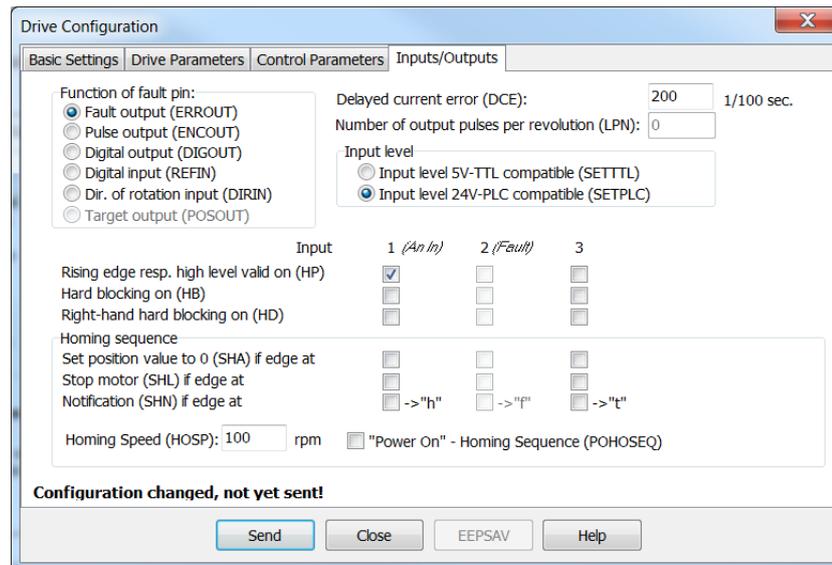


Abb. 25: Konfiguration der Ein- und Ausgänge

Eingangspegel und Flanke

Die Schaltschwellen der digitalen Eingänge sind entweder direkt 5V-TTL kompatibel oder an die Schaltpegel von 24 V SPS Ausgängen angepasst.

Für jeden der Eingänge kann zusätzlich selektiert werden, welcher Pegel als aktiver Pegel des Eingangs verwendet werden soll und inwieweit der Eingang als Endschalter Verwendung finden soll (HB / HD).

Funktion des Fault Pins

Der Fault Pin kann sowohl als Eingang als auch als Ausgang betrieben werden.



HINWEIS!

Zerstörung des Motors

- ▶ Wenn der Fault Pin als Digitalausgang (ERROUT / DIGOUT / ENCOUT) konfiguriert ist, **keine** Spannung an den Fault Pin anschließen.

Nur wenn der Fault Pin als Referenz- oder Richtungseingang konfiguriert ist, können die weiteren Einstellungen für den 2. Eingang vorgenommen werden.

Für die Standardfunktion als Fehlerausgang kann über den Parameter DCE eine Verzögerungszeit angegeben werden, um die Reaktion auf einzelne kurze Überstromimpulse zu unterdrücken.

Für die Funktion als Impulsausgang kann die Anzahl der Impulse pro magnetischem Polabstand des Motors über den Parameter LPN eingestellt werden.

In der Funktion POSOUT zeigt der Ausgang den Eintritt in den Zielkorridor als Digitalsignal an (Low entspricht „Zielposition ist erreicht“).

Inbetriebnahme

Referenzfahrt

Für jeden der zur Verfügung stehenden Eingänge kann deren Verwendung als Referenzschalter eingestellt werden.

Es kann entweder die Istposition durch eine Flanke am gewählten Eingang 0 gesetzt (SHA), der Motor gestoppt (SHL) oder eine Benachrichtigung an die übergeordnete Steuerung abgesetzt werden (SHN). Die Aktionen sind kombinierbar.

Eine so definierte Referenzfahrt kann über das Kommando GOHOSEQ oder automatisch nach dem Einschalten, wenn POHOSEQ gesetzt ist, ausgeführt werden.

5.2.8 Datensatz verwalten

Parameter sichern

Die Einstellungen eines Antriebs können als Backup oder für die Konfiguration weiterer Antriebe als Datei gespeichert werden.

Der Motion Manager bietet die Möglichkeit, die aktuelle Antriebskonfiguration auszulesen und als Parameterdatei zu speichern.

Parameter an den Antrieb übertragen

Im Motion Manager können zuvor gespeicherte Parameterdateien geöffnet, bei Bedarf editiert und zum Antrieb übertragen werden.



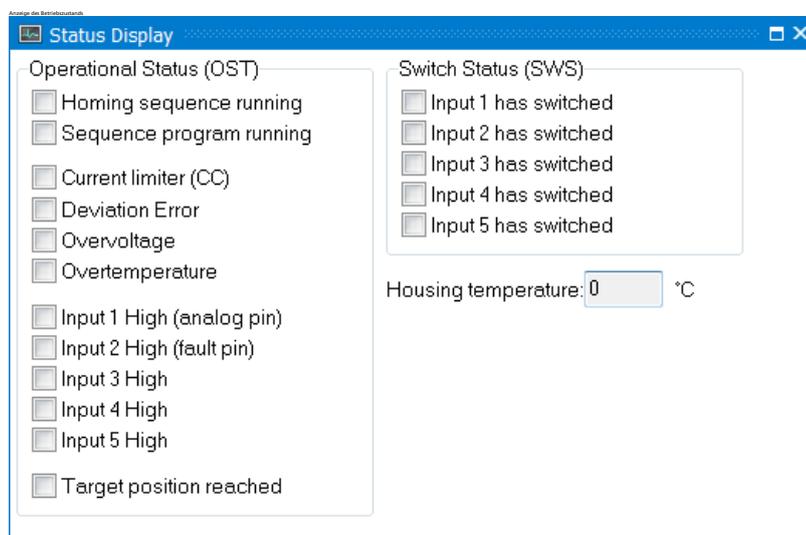
Den Befehl SAVE oder EEPSAV ausführen, um einen übertragenen Parametersatz dauerhaft im Antrieb zu speichern.

5.2.9 Diagnose

Die Statusanzeige dient zur laufenden Kontrolle der wesentlichen Betriebszustände.

Interne Zustände, Fehlerflags und der Zustand der digitalen Eingänge werden signalisiert. Zusätzlich wird die intern gemessene Gehäusetemperatur angezeigt.

Die Anzeige wird vom Motion Manager über eine zyklische Abfrage der internen Zustände aktualisiert.



Inbetriebnahme

Interne Zustände

Folgende teilautonome Zustände des Motion Controllers werden angezeigt:

- Ablauf einer Referenzfahrt
- Aktives Ablaufprogramm

Weitere interne Zustände sind die Fehlerflags und die Gehäusetemperatur.

Das Flag „Strombegrenzung“ ist gesetzt, wenn der Maximalstrom durch die I²t-Überwachung auf den Dauerstrom (LCC) gesetzt worden war.

Zustände digitaler Eingänge

Der Zustand der digitalen Eingänge wird entsprechend der Pegeleinstellung als Ein oder Aus angezeigt.

Status der Endschalter

Es wird angezeigt, ob einer der Endschalter geschaltet hatte, auch wenn der zugeordnete Eingang sich bereits wieder im Ruhezustand befindet.

5.2.10 Trace-Funktion

Als weiteres Diagnose-Werkzeug stellt der Motion Manager das Tool **Grafische Analyse** zur Verfügung, über die interne Parameter grafisch aufgezeichnet werden können. Damit lässt sich das dynamische Verhalten des Antriebs überwachen, was z. B. für die Optimierung der Reglerparameter hilfreich ist.

Ablaufprogramme

6 Ablaufprogramme

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

Die Ablaufprogramme können mit dem FAULHABER Motion Manager erstellt und übertragen werden. Es ist aber auch möglich, einen Standard-Texteditor 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-Schnittstelle 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 Knotennummer gesendet werden. Der adressierte Knoten speichert dabei alle empfangenen Befehle zwischen den Befehlen `PROGSEQ` und `END`.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
<code>PROGSEQ</code> [...] <code>END</code>	–	Program Sequence	<p>Definiert den Anfang und das Ende eines Ablaufprogramms.</p> <p>Alle nach <code>PROGSEQ</code> gesendeten Befehle werden nicht ausgeführt, sondern in den Ablaufprogrammspeicher übertragen. Ein <code>END</code> markiert das Ende des Ablaufprogramms.</p> <p>Alle Befehle nach dem <code>END</code> werden wieder direkt ausgeführt.</p> <p>Das Ablaufprogramm wird ohne Eingabe von <code>SAVE</code> gespeichert.</p> <p>Der Befehl darf nicht mehr als 10 000 mal ausgeführt werden, da sonst die Funktion des Flash-Speichers 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 das Xon/Xoff-Protokoll verwenden.</p>
<code>GPROGSEQ</code>	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><code>GPROGSEQ1</code>: Liest die Programmsequenz aus und zeigt an, an welcher Programmzeile sich der Programmcounter im Moment befindet („PC--“)</p>
<code>ENPROG</code>	–	Enable Program	Die Ausführung des Programms wird freigegeben, d. h. der Ablauf wird gestartet. Mit <code>SAVE/EEPSAV</code> kann dieser Zustand dauerhaft gespeichert werden, so dass der Antrieb nach dem Einschalten sofort mit dem gespeicherten Programmablauf losläuft.
<code>DIPROG</code>	–	Disable Program	Programmausführung deaktivieren.
<code>RESUME</code>	–	Resume	Programmablauf nach <code>DIPROG</code> an der Stelle fortsetzen, wo er unterbrochen wurde..
<code>MEM</code>	–	Memory	Verfügbaren Programmspeicher in Word zurücksenden.

Ablaufprogramme

6.1 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:

Befehl	Funktion	Ablauf
NP	Notify Position	Stoppt am nächsten M- oder V-Befehl, bis die entsprechende Position erreicht ist.
HN	Hard Notify	Stoppt am GOHOSEQ-Befehl oder am nächsten M- bzw. V-Befehl, bis der Endschalter überfahren wird.
NV	Notify Velocity	Stoppt am nächsten M- oder V-Befehl, bis die entsprechende Geschwindigkeit erreicht ist.
GOHIX	Go Hall Index	Stoppt am GOHIX-Befehl, bis die Hall-Null-Position erreicht ist.

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

Zusatzbefehle zur Verwendung innerhalb von Ablaufprogrammen:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
DELAY	0...65 535	Delay	Ablauf eine definierte Zeit anhalten [1/100 s].
TIMEOUT	0...65 535	Timeout	Bei Notify-Befehlen nur die vorgegebene Zeit warten und dann den Ablauf wieder fortfahren [1/100 s]. Auch über RS232 verwendbar: Ein „o“ senden, falls Notify-Bedingung nicht erfüllt wurde.
JMP	0...255	Jump	Sprung zur angegebenen Adresse (auch über RS232 verwendbar).
JMPGx	0...255	Jump if greater than x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn das Ergebnis des letzten Abfragebefehls größer als die Variable x (A,B,C) ist.
JMPLx	0...255	Jump if less than x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn das Ergebnis des letzten Abfragebefehls kleiner als die Variable x (A,B,C) ist.
JMPEx	0...255	Jump if equal x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn das Ergebnis des letzten Abfragebefehls gleich Variable x (A,B,C) ist.
JPH	0...255	Jump if Hard-Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der analoge Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität).
JPF	0...255	Jump if Fault-Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der Fault-Pin-Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Der Fault-Pin muss als Eingang konfiguriert sein (REFIN).
JPT	0...255	Jump if 3. Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der 3. Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität).
SETx	-2 147 483 648... 2 147 483 647 (Int32)	Set Variable x	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Argument: Ergebnis des letzten Abfragebefehls wird in die Variable geladen. Variable x (A, B, C) auf den angegebenen Wert setzen.
GETx	-	Get Variable x	Inhalt der Variable x (A, B, C) abfragen.
ADDx	-2 147 483 648... 2 147 483 647 (Int32)	Add to Variable x	Variable x (A, B, C) mit angegebenem Wert addieren bzw. subtrahieren.

Ablaufprogramme

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SETARGx	–	Set argument	Wert der Variable x (A, B, C) als Argument für den nächsten Befehl setzen (falls dort kein Argument angegeben).
DxJNZ	0...255	Decrement x, Jump if not Zero	Verringere den Wert der Variable x (A, B, C) um 1 und springe, falls der Wert nicht 0 ist, an angegebene Adresse.
ERI	0...255	Error Interrupt	Ab Ausführung dieses Befehls wird ein Fehlerinterrupt aktiviert. Das heißt, wenn irgendwann danach ein Fehler auftritt (Überspannung, Strombegrenzung,...), verzweigt der Ablauf zur angegebenen Adresse. Der Fehlerbehandlungsmodus wird beendet, wenn ein JMP- oder ein RETI-Befehl ausgeführt wird.
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	0...255	Call Subroutine	Aufruf eines Unterprogramms an angegebener Adresse.
RET	–	Return from Subroutine	Rücksprung aus einem Unterprogramm. Wichtig: Nur eine Unterprogrammebene ist möglich, d. h. in Unterprogrammen dürfen keine Unterprogramme aufgerufen werden.
A	0...255	Define Address	Definition der aktuellen Position als Einsprungsadresse für Sprungbefehle.

6.2 Einstellungen zum Antwortverhalten

Standardmäßig werden die Sendebefehle nicht quittiert. Über den Befehl `ANSW` kann das Antwortverhalten jedoch geändert werden:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
ANSW	0...7	Answer Mode	<ul style="list-style-type: none"> 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

Ablaufprogramme

6.3 Erläuterungen zu den Befehlen und Funktionen

6.3.1 Sprungbefehle

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

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

Beispiel:

```
A1
JMP1      ;Endlosschleife
A2        ;Programmsequenz 2 (kann nur durch JMP2 von der RS232-Schnittstelle aus aufgerufen werden)
LA1000
NP
M
JMP1      ;Rücksprung auf die Endlosschleife
A3        ;Programmsequenz 3 (kann nur durch JMP3 von der RS232-Schnittstelle aus aufgerufen werden)
LA-1000
NP
M
JMP1      ;Rücksprung auf die Endlosschleife
```

Die Programmsequenzen nach `A2` und nach `A3` können nur durch einen `JMP2`- und `JMP3`-Befehl von der RS232-Schnittstelle aus aufgerufen werden. Ein `JMP2` von der RS232-Schnittstelle aus führt hier dazu, dass der Antrieb auf die Position 1 000 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.
```

Ablaufprogramme

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:

```
SETA100
```

```
GN
```

```
JMPLA3
```

Der Befehl `JMPLA3` springt zur Adresse 3, wenn der mit `GN` zurückgelieferte Geschwindigkeitswert kleiner als 100 mm/s 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.

6.3.2 Error Interrupt

Bei der Ausführung des `ERI`-Befehls passiert zunächst nichts. Erst wenn danach eine Fehler-situation 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. Dabei ist zu beachten, dass der unterbrochene Befehl nicht mehr ausgeführt, 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 Fehler-situation verschwindet. Ansonsten kommt es zum wiederholten Aufruf der Fehlerbehandlung.

6.3.3 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, muss bei der Definition der Referenzfahrt-Sequenz der `SHN`-Befehl entsprechend ersetzt werden. Dies ist insbesondere nötig, wenn die Einschalt-Referenzfahrt verwendet wird (`POHOSEQ1`).

Ablaufprogramme

6.3.4 Notify-Befehle

Über die Notify-Befehle könnten unter anderem kompliziertere Bewegungsprofile erzeugt werden.

Beispiel:

LA6000

SP1000

AC20

NV100

M

AC100

NV800

M

AC50

NP

M

Mit dieser Sequenz wird während des Hochlaufs bei 100 mm/s die Beschleunigung erhöht. Bei 800 mm/s wird sie wieder verringert.

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

6.3.5 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.

6.3.6 Allgemeines

Wird ein Ablaufprogramm vollständig abgearbeitet (kein Sprung am Ende eines Programms), wird ein „n“ an die RS232-Schnittstelle gesendet, falls ANSW1 oder ANSW2 eingestellt ist.

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

6.3.7 Speichergröße

Die Ablaufprogramme werden binär codiert im Flash-Speicher abgelegt, wobei für jeden Befehl 2 Byte und 0 bis 4 Byte für das Argument abgespeichert werden. Die maximal verfügbare Speichergröße für Ablaufprogramme beträgt 6 656 Byte (3 328 Word).

Ablaufprogramme

6.3.8 Beispiel: Positionerroutinen über RS232 aufrufen

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

Routine	Beschreibung
JMP2	Homing Sequence. Zuerst auf einen Endschalter und dann auf den Hallsensor Nullpunkt (Hallindex) fahren, 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 s sollte der Motor auf jeden Fall gestoppt werden. (Die weitere Auswertung geschieht in der übergeordneten Steuerung).
JMP5	1 000 Zyklen mit folgendem Ablauf: 10 magnetische Polabstände vorwärts, 1 Sekunde Pause, 5 magnetische Polabstände wieder rückwärts und dann 0,5 Sekunden Pause

Konfiguration

```

SOR0      ;Geschwindigkeitsvorgabe digital über RS232-Schnittstelle

LR0       ;Aktuelle Position als Sollposition setzen

M         ;Auf Positionsregelung schalten (Bewegung 0)

SHA1      ;Homing Sequence mit Notify an AnIn

SHN1

SHL1

HOSP200   ;Homing Geschwindigkeit 200 mm/s

HP1       ;Steigende Flanke am Endschalter gültig

ENPROG    ;Fahrprogramm nach dem Einschalten starten

ANSW0     ;Keine asynchronen Antworten

EEPSAV    ;Konfiguration speichern
  
```

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
  
```

Ablaufprogramme

```
JMP1      ;Rücksprung auf Endlosschleife
A4        ;Einsprungpunkt für Routine 2 (JMP4)
LPC500    ;Strombegrenzungswerte auf 500 mA einstellen (Dauerstrom ? Spitzenstrom)
LA60000
NP
TIMEOUT500 ;Nach 5 s Ablauf fortsetzen, auch wenn Position noch nicht erreicht
M         ;Positionierung starten
VO        ;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
LR300
NP
M
DELAY100
LR-1500
NP
M
DELAY50
DAJNZ6    ;Schleife 5 mal wiederholen
JMP1      ;Rücksprung auf Endlosschleife
```

Die einzelnen Routinen werden durch Senden der Befehle 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.

Parameterbeschreibung

7 Parameterbeschreibung

7.1 Befehle zur Grundeinstellung

7.1.1 Befehle für spezielle Betriebsarten

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SOR	0...4	Source For Velocity	Quelle für Geschwindigkeitsvorgabe. <ul style="list-style-type: none"> 0: Schnittstelle (Default) 1: Spannung am analogen Eingang 2: PWM-Signal am analogen Eingang 3: Stromsollwert über analogen Eingang 4: Stromsollwert über analogen Eingang mit Richtungsvorgabe über Eingangspolarität
CONTMOD	–	Continuous Mode	Von einem erweiterten Modus auf Normalbetrieb zurückschalten.
STEPMOD	–	Steppermotor Mode	Umschalten auf Schrittmotor-Modus.
APCMOD	–	Analog Position Control Mode	Positionsregelung mit Sollwert über Analogspannung.
ENCMOD	–	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus. Ein externer Impulsgeber dient als Positionsgeber. Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt).
HALLSPEED	–	Hallsensor als Speedsensor	Geschwindigkeit über Hallsensoren im Encoder Modus.
ENCSPEED	–	Encoder als Speedsensor	Geschwindigkeit über Encodersignale im Encoder Modus.
GEARMOD	–	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus
VOLTMOD	–	Set Voltage Mode	Spannungssteller-Modus aktivieren.

Parameterbeschreibung

7.1.2 Parameter für Grundeinstellung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
ENCRE5	8...65 535	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden [4-fach Imp./mm].
KN	0...16 383	Load Speed Constant	Geschwindigkeitskonstante K_n laden gemäß Angaben im Datenblatt [(mm/s)/V].
RM	10...320 000	Load Motor Resistance	Motorwiderstand RM laden gemäß Angabe im Datenblatt [mΩ].
TM	8...60	Load Magnetic Pitch	Magnetischer Polabstand [mm].
STW	1...65 535	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus.
STN	1...65 535	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro magnetischem Polabstand laden für Schrittmotor und Gearing-Modus.
MV	0...10 000	Minimum Velocity	Vorgabe der kleinsten Geschwindigkeit bei Vorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) [mm/s].
MAV	0...10 000	Minimum Analog Voltage	Vorgabe der minimalen Startspannung bei Geschwindigkeitsvorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) [mV].
ADL	–	Analog Direction Left	Positive Spannungen am analogen Eingang führen zur Linksbewegung des Läuferstabs (SOR1, SOR2).
ADR	–	Analog Direction Right	Positive Spannungen am analogen Eingang führen zur Rechtsbewegung des Läuferstabs (SOR1, SOR2).
SIN	0...1	Sinus Commutation	1: Keine Blockkommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich (Default) 0: Blockkommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich (Vollansteuerung)
NET	0...1	Set Network Mode	RS232-Multiplexmodus für Netzwerkbetrieb aktivieren. 0: Kein Netzwerkbetrieb, Antrieb allein an einer RS232 1: Netzwerkbetrieb aktiviert
BAUD	600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200, 38 400, 57 600, 115 200	Select Baudrate	Übertragungsrate für RS232-Schnittstelle vorgeben.
NODEADR	0...255	Define Node Address	Knotennummer einstellen.
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

Parameterbeschreibung

7.1.3 Allgemeine Parameter

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
LL	$-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). <ul style="list-style-type: none"> Positive Werte geben das obere Limit an. Negative Werte geben das untere Limit an. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL 1 ist.
APL	0...1	Activate / Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten außer VOLTMOD). <ul style="list-style-type: none"> 1: Positionslimits aktiviert 0: Positionslimits deaktiviert
SP	0...10 000	Load Maximum Speed	Maximalgeschwindigkeit laden. Einstellung gilt für alle Modi [mm/s].
AC	0...30 000	Load Command Acceleration	Beschleunigungswert laden [mm/s ²].
DEC	0...30 000	Load Command Deceleration	Bremswert laden [mm/s ²].
SR	1...20	Load Sampling Rate	Abtastrate des Geschwindigkeitsreglers als Vielfaches von 200 µs laden.
POR	1...255	Load Velocity Proportional Term	Verstärkungsanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
I	1...255	Load Velocity Integral Term	Integralanteil des Geschwindigkeitsreglers laden.
PP	1...255	Load Position Proportional Term	Positionsreglerverstärkung laden.
PD	1...255	Load Position Differential Term	Positionsregler D-Anteil laden.
CI	1...255	Load Current Integral Term	Integralanteil für Stromregler laden.
LPC	0...12 000	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden [mA].
LCC	0...12 000	Load Continuous Current Limit	Dauerstrom laden [mA].
DEV	0...30 000	Load Deviation	Größte zulässige betragsmäßige Abweichung der Istgeschwindigkeit von der Sollgeschwindigkeit (Deviation) laden.
CORRIDOR	1...32 767	Load Corridor	Fenster um die Zielposition.

Parameterbeschreibung

7.1.4 Befehle zur 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.
DIGOUT	–	Digital Output	Fault-Pin als digitaler Ausgang. Der Ausgang wird auf Low Pegel gesetzt.
POSOUT	–	Position Output	Fault-Pin als digitaler Ausgang zur Anzeige der Bedingung „Sollposition erreicht“.
DIRIN	–	Direction Input	Fault-Pin als Richtungseingang.
REFIN	–	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang.
DCE	0...65 535	Delayed Current Error	Verzögerter Fehlerausgang bei ERROUT [1/100 s].
LPN	1...255	Load Pulse Number	Impulszahl vorgeben bei ENCOUT.
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-Threshold	Digitale Eingänge SPS-Kompatibel (24 V-Pegel).
SETTTL	–	Set TTL-Threshold	Digitale Eingänge TTL-Kompatibel (5 V-Pegel).

Parameterbeschreibung

7.1.5 Befehle zur Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
HP	Bitmaske	Hard Polarity	Gültige Flanke bzw. Polarität der jeweiligen Endschalter festlegen: <ul style="list-style-type: none"> 1: Steigende Flanke bzw. High Pegel gültig 0: Fallende Flanke bzw. Low Pegel gültig
HB	Bitmaske	Hard Blocking	Hard-Blocking Funktion für entsprechenden Endschalter aktivieren.
HD	Bitmaske	Hard Direction	Vorgabe der Richtung, die bei HB des jeweiligen Endschalters gesperrt wird: <ul style="list-style-type: none"> 1: Rechtslauf gesperrt 0: Linkslauf gesperrt
SHA	Bitmaske	Set Home Arming for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Positionswert auf 0 setzen.
SHL	Bitmaske	Set Hard Limit for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen.
SHN	Bitmaske	Set Hard Notify for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter ein Zeichen an RS232 senden.
HOSP	-10 000...10 000	Load Homing Speed	Geschwindigkeit [mm/s] und Richtung für Referenzfahrt (GOHOSEQ, GOHIX, GOIX) laden.
POHOSEQ	0...1	Power-On Homing Sequence	Referenzfahrt automatisch nach dem Einschalten starten: <ul style="list-style-type: none"> 0: Keine Referenzfahrt nach dem Einschalten 1: Power-On Homing Sequence aktiviert
HA	Bitmaske	Home Arming	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Positionswert auf 0 setzen und entsprechendes HA-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HL	Bitmaske	Hard Limit	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen und entsprechendes HL-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HN	Bitmaske	Hard Notify	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter ein Zeichen an RS232 senden und entsprechendes HN-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.

Bitmaske der Endschalter

Der resultierende Dezimalwert muss an die hier angegebenen Befehle übergeben werden.

Bit:	0	1	2	3	4	5	6	7
Eingang:	Analoger Eingang	Fault-Pin	3. Eingang	-	-	-	-	-

Parameterbeschreibung

7.2 Abfragebefehle für Grundeinstellung

7.2.1 Betriebsarten und allgemeine Parameter

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
CST	–	Configuration Status	Eingestellte Betriebsart (siehe Tab. 4).
GMOD	–	Get Mode	Eingestellter Modus (siehe Tab. 5).
GENCRES	–	Get Encoder Resolution	Eingestellte Impulsgeberauflösung (ENCRES).
GKN	–	Get Speed Constant	Motor-Geschwindigkeitskonstante K_N [(mm/s)/V].
GRM	–	Get Motor Resistance	Motorwiderstand R_M [$m\Omega$].
GTM	–	Get Magnetic Pitch	Magnetischer Polabstand (T_M) [mm].
GSTW	–	Get Step Width	Eingestellte Schrittweite (STW).
GSTN	–	Get Step Number	Eingestellte Schrittzahl (STN).
GMV	–	Get Minimum Velocity	Eingestellte minimale Geschwindigkeit (MV) [mm/s].
GMAV	–	Get Minimum Analog Voltage	Eingestellter minimaler Startspannungswert (MAV) [mV].
GPL	–	Get Positive Limit	Eingestellte positive Grenzposition (LL).
GNL	–	Get Negative Limit	Eingestellte negative Grenzposition (LL).
GSP	–	Get Maximum Speed	Eingestellte Maximalgeschwindigkeit (SP) [mm/s].
GAC	–	Get Acceleration	Eingestellter Beschleunigungswert (AC) [mm/s ²].
GDEC	–	Get Deceleration	Eingestellter Bremswert (DEC) [mm/s ²].
GSR	–	Get Sampling Rate	Eingestellte Abtastrate des Geschwindigkeitsreglers (SR) als Vielfaches der Basisabtastrate.
GPOR	–	Get Velocity Proportional Term	Eingestellter Verstärkungswert des Geschwindigkeitsreglers (POR).
GI	–	Get Velocity Integral Term	Eingestellter Integralanteil des Geschwindigkeitsreglers (I).
GPP	–	Get Position Proportional Term	Eingestellter Verstärkungswert des Positionsreglers (PP).
GPD	–	Get Position D-Term	Eingestellter D-Anteil des Positionsreglers (PD).
GCI	–	Get Current Integral Term	Eingestellter Integralanteil des Stromreglers (CI).
GPC	–	Get Peak Current	Eingestellter Spitzenstrom (LPC) [mA].
GCC	–	Get Continuous Current	Eingestellter Dauerstrom (LCC) [mA].
GDEV	–	Get Deviation	Eingestellter Deviationswert (DEV).
GCORRIDOR	–	Get Corridor	Eingestelltes Fenster um die Zielposition ($CORRIDOR$).
GNODEADR	–	Get Node Address	Eingestellte Knoten-Nummer ($NODEADR$).

Parameterbeschreibung

Tab. 4: Binär codierte Rückgabewerte der Betriebsart (CST)

Bit	Beschreibung
0 (LSB)	Reserviert
1...2	Automatische Antworten: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: ANSW0 (keine automatischen Antworten) ▪ 1: ANSW1 (asynchrone Rückmeldungen) ▪ 2: ANSW2 (zusätzlich Befehlsquittierungen) ▪ 3: ANSW3 (Debug)
3...5	Geschwindigkeitsvorgabe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: SOR0 (RS232-Schnittstelle) ▪ 1: SOR1 (Analogspannung) ▪ 2: SOR2 (PWM-Signal) ▪ 3: SOR3 (Strombegrenzungswert) ▪ 4: SOR4 (Strombegrenzungswert mit Richtungsvorgabe über Eingangspolarität)
6	Reserviert
7...9	FAULHABER Modus: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: CONTMOD ▪ 1: STEPMOD ▪ 2: APCMOD ▪ 3: ENCMOD / HALLSPEED ▪ 4: ENCMOD / ENCSPEED ▪ 5: GEARMOD ▪ 6: VOLTMOD
10	Leistungsverstärker: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: Disabled (DI) ▪ 1: Enabled (EN)
11	Positionsregler: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: Ausgeschaltet ▪ 1: Eingeschaltet
12	Analog Richtung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: ADL ▪ 1: ADR
13	Position Limits APL: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: Deaktiviert ▪ 1: Aktiviert
14	Sinuskommutierung SIN: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: Blockkommutierung zulassen ▪ 1: Keine Blockkommutierung zulassen
15	Bit 15, Netzwerkbetrieb: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: NET0 (Gerät allein an einer RS232) ▪ 1: NET1 (Multiplexmodus aktiviert)

Tab. 5: Rückgabewerte der Modi (GMOD)

Eingestellter FAULHABER Modus	MCBL
CONTMOD	c
STEPSMOD	s
APCMOD	a
ENCMOD	h
ENCSPEED	e
GEARMOD	g
VOLTMOD	v

Parameterbeschreibung

7.2.2 Anfragebefehle zur Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
IOC	–	I/O Configuration	Eingestellte Ein-/Ausgangskonfiguration (siehe Tab. 6).
GDCE	–	Get Delayed Current Error	Eingestellter Wert der Fehlerausgangsverzögerung (DCE).
GPN	–	Get Pulse Number	Eingestellte Impulszahl (LPN).

Tab. 6: Binär codierte Rückgabewerte der Ein- und Ausgangskonfiguration (IOC)

Bit	Beschreibung
0...7 (0 = LSB)	Hard-Blocking: <ul style="list-style-type: none"> 0...31: Funktion aktiv für Eingang 1...5
8...15	Hard Polarity: <ul style="list-style-type: none"> 0...31: Steigende Flanke an Eingang 1...5
16...23	Hard Direction: <ul style="list-style-type: none"> 0...31: Rechtslauf gesp. an Eingang 1...5
24	Zustand des digitalen Ausgangs: <ul style="list-style-type: none"> 0: Low 1: High
25	Pegel der Digitaleingänge: <ul style="list-style-type: none"> 0: TTL-Pegel (5V) 1: PLC-PEGEL (24V)
26...28	Funktion des Fehler-Pins: <ul style="list-style-type: none"> 0: ERROUT 1: ENCOU 2: DIGOUT 3: DIRIN 4: REFIN

7.2.3 Anfragebefehle zur Konfiguration der Referenzfahrt

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
HOC	–	Homing Configuration	Eingestellte Referenzfahrt-Konfiguration (siehe Tab. 7).
GHOSP	–	Get Homing Speed	Eingestellte Referenzfahrt-Geschwindigkeit (HOSP).

Tab. 7: Binär codierte Rückgabewerte der Referenzfahrt-Konfiguration (HOC)

Bit	Beschreibung
0...7 (0 = LSB)	SHA-Einstellung
8...15	SHN-Einstellung
16...23	SHL-Einstellung
24	Power-On Homing Sequence: <ul style="list-style-type: none"> 0: Deaktiviert 1: Aktiviert (Referenzfahrt nach dem Einschalten)

Parameterbeschreibung

7.3 Sonstige Befehle

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
NE	0...1	Notify Error	Benachrichtigung bei Fehler: <ul style="list-style-type: none"> 1: Ein „r“ wird zurückgesendet wenn ein Fehler auftritt 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: Der Befehl darf nicht mehr als 10 000 mal ausgeführt werden, da sonst die Funktion des Flash-Speichers nicht mehr gewährleistet werden kann.
RESET	–	Reset	Antriebsknoten neu starten
RN	–	Reset Node	Anwendungsparameter auf ursprüngliche Werte (ROM-Werte) setzen (Strom, Beschleunigung, Reglerparameter, Maximalgeschwindigkeit, Grenzpositionen,...). Kommunikationsparameter, Betriebsart und Hardwarekonfiguration bleiben 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 10 000 mal ausgeführt werden.

7.4 Befehle zur Bewegungssteuerung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
DI	–	Disable Drive	Antrieb deaktivieren.
EN	–	Enable Drive	Antrieb aktivieren.
M	–	Initiate Motion	Positionsregelung aktivieren und Positionierung starten.
LA	$-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden
LR	$-2,14 \cdot 10^9 \dots 2,14 \cdot 10^9$	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Die resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen den als Argument angegebenen Werten liegen.
NP	–	Notify Position	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Argument: Bei Erreichen der Sollposition wird ein „p“ zurückgesendet. 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	-10 000...10 000	Select Velocity Mode	Geschwindigkeitsmodus aktivieren und angegebenen Wert als Sollgeschwindigkeit setzen (Geschwindigkeitsregelung) [mm/s].
NV	-10 000...10 000	Notify Velocity	Bei Erreichen oder Durchfahren der angegebenen Geschwindigkeit wird ein „v“ zurückgesendet.

Parameterbeschreibung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
NVOFF	–	Notify Velocity Off	Ein noch nicht ausgelöster Notify-Velocity-Befehl wird wieder deaktiviert.
U	–32 767...32 767	Set Output Voltage	Motorspannung ausgeben (entspricht $-U_B \dots +U_B$) nur bei SOR0 im VOLTMOD.
GOHOSEQ	–	Go Homing Sequence	FAULHABER Referenzfahrtsequenz ausführen. Unabhängig vom aktuellen Modus wird eine Referenzfahrt durchgeführt (falls diese programmiert ist).
GOHIX	–	Go Hall Index	LM-Motor auf Hall-Nullpunkt (Hall-Index) fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen.
GOIX	–	Go Encoder Index	Auf den Encoder-Index am Fault-Pin fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen.
HO	$-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$	Define Home Position	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Argument: Istposition auf 0 setzen. Mit Argument: Istposition auf angegebenen Wert setzen.

7.5 Allgemeine Abfragebefehle

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
GTYP	–	Get Controller Type	Bezeichnung des Controllers.
GSER	–	Get Serial Number	Serien-Nummer.
VER	–	Get Version	Aktuelle Softwareversion.
POS	–	Get Actual Position	Aktuelle Istposition.
TPOS	–	Get Target Position	Sollposition.
GV	–	Get Velocity	Aktuelle Sollgeschwindigkeit [mm/s].
GN	–	Get N	Aktuelle Istgeschwindigkeit [mm/s].
GU	–	Get PWM Voltage	Eingestellter PWM-Wert im VOLTMOD.
GRU	–	Get Real PWM Voltage	Aktueller Reglerausgangswert.
GCL	–	Get Current Limit	Aktueller Begrenzungsstrom [mA].
GRC	–	Get Real Current	Aktueller Iststrom [mA].
TEM	–	Get Temperature	Aktuelle Gehäusetemperatur [°C].
GADV	<ul style="list-style-type: none"> Eingang 1: $-10\,000 \dots 10\,000$ Eingang 3: $0 \dots 10\,000$ 	Get Analog Voltage	Auslesen der am angegebenen Eingang (Wert) angelegten Spannung: <ul style="list-style-type: none"> 1: Spannung am AnIn 3: Spannung am 3. In Skalierung: 1 000 digits = 1 V
OST	–	Operation Status	Aktueller Betriebszustand (siehe Tab. 8).
SWS	–	Switch Status	Temporäre Endschaltereinstellungen (siehe Tab. 9).

Parameterbeschreibung

Tab. 8: Binär codierte Rückgabewerte der Betriebszustände (OST)

Bit	Beschreibung
0 (LSB)	Referenzfahrt läuft
1	Programmsequenz läuft
2	Programmablauf gestoppt wegen DELAY-Befehl
3	Programmablauf gestoppt wegen NOTIFY-Befehl
4	Strombegrenzung aktiv
5	Deviation Fehler
6	Überspannung
7	Übertemperatur
8	Zustand Eingang 1
9	Zustand Eingang 2
10	Zustand Eingang 3
13...15	Reserviert für weitere Eingänge
16	Position erreicht
17	Begrenzung auf Dauerstrom

Tab. 9: Binär codierte Rückgabewerte der temporären Endschaltereinstellungen (SWS)

Bit	Beschreibung
0...7	HA-Einstellung
8...15	HN-Einstellung
16...23	HL-Einstellung
24...31	Angabe, welcher Endschalter bereits geschaltet hat (wird bei Neueinstellung des jeweiligen Eingangs wieder zurückgesetzt)

Parameterbeschreibung

7.6 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>Der Befehl darf nicht mehr als 10 000 mal ausgeführt werden, da sonst die Funktion des Flash-Speichers 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 das Xon/Xoff-Protokoll 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	Die Ausführung des Programms wird freigegeben, d. h. der Ablauf wird gestartet. Mit SAVE/EEPSAV kann dieser Zustand dauerhaft gespeichert werden, so dass der Antrieb nach dem Einschalten sofort mit dem gespeicherten Programmablauf losläuft.
DIPROG	–	Disable Program	Programmausführung deaktivieren.
RESUME	–	Resume	Programmablauf nach DIPROG an der Stelle fortsetzen, wo er unterbrochen wurde..
MEM	–	Memory	Verfügbaren Programmspeicher in Word zurücksenden.

Parameterbeschreibung

Zusatzbefehle zur Verwendung innerhalb von Ablaufprogrammen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
DELAY	0...65 535	Delay	Ablauf eine definierte Zeit anhalten [1/100 s].
TIMEOUT	0...65 535	Timeout	Bei Notify-Befehlen nur die vorgegebene Zeit warten und dann den Ablauf wieder fortfahren [1/100 s]. Auch über RS232 verwendbar: Ein „o“ senden, falls Notify-Bedingung nicht erfüllt wurde.
JMP	0...255	Jump	Sprung zur angegebenen Adresse (auch über RS232 verwendbar).
JMPGx	0...255	Jump if greater than x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn das Ergebnis des letzten Abfragebefehls größer als die Variable x (A,B,C) ist.
JMPLx	0...255	Jump if less than x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn das Ergebnis des letzten Abfragebefehls kleiner als die Variable x (A,B,C) ist.
JMPEx	0...255	Jump if equal x	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn das Ergebnis des letzten Abfragebefehls gleich Variable x (A,B,C) ist.
JPH	0...255	Jump if Hard-Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der analoge Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität).
JPF	0...255	Jump if Fault-Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der Fault-Pin-Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität). Der Fault-Pin muss als Eingang konfiguriert sein (REFIN).
JPT	0...255	Jump if 3. Input activated	Sprung zur angegebenen Adresse, wenn der 3. Eingang aktiv ist (HP bestimmt die Polarität).
SETx	-2 147 483 648... 2 147 483 647 (Int32)	Set Variable x	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Argument: Ergebnis des letzten Abfragebefehls wird in die Variable geladen. Variable x (A, B, C) auf den angegebenen Wert setzen.
GETx	-	Get Variable x	Inhalt der Variable x (A, B, C) abfragen.
ADDx	-2 147 483 648... 2 147 483 647 (Int32)	Add to Variable x	Variable x (A, B, C) mit angegebenem Wert addieren bzw. subtrahieren.
SETARGx	-	Set argument	Wert der Variable x (A, B, C) als Argument für den nächsten Befehl setzen (falls dort kein Argument angegeben).
DxJNZ	0...255	Decrement x, Jump if not Zero	Verringere den Wert der Variable x (A, B, C) um 1 und springe, falls der Wert nicht 0 ist, an angegebene Adresse.
ERI	0...255	Error Interrupt	Ab Ausführung dieses Befehls wird ein Fehlerinterrupt aktiviert. Das heißt, wenn irgendwann danach ein Fehler auftritt (Überspannung, Strombegrenzung,...), verzweigt der Ablauf zur angegebenen Adresse. Der Fehlerbehandlungsmodus wird beendet, wenn ein JMP- oder ein RETI-Befehl ausgeführt wird.
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.

Parameterbeschreibung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
DIERI	–	Disable Error Interrupt	Der <code>ERI</code> -Befehl wird deaktiviert, d. h. bei einem Fehler wird nicht mehr in die Fehlerbehandlungsroutine gesprungen.
CALL	0...255	Call Subroutine	Aufruf eines Unterprogramms an angegebener Adresse.
RET	–	Return from Subroutine	Rücksprung aus einem Unterprogramm. Wichtig: Nur eine Unterprogrammebene ist möglich, d. h. in Unterprogrammen dürfen keine Unterprogramme aufgerufen werden.
A	0...255	Define Address	Definition der aktuellen Position als Einsprungsadresse für Sprungbefehle.

