

Gerätehandbuch

22xx...BX4(S) SC

32xx...BX4 SC

32xx...BX4 SCDC

26xx...B SC

1525...BRC

1935...BRC

3153...BRC

2214...BXT H SC

3216...BXT H SC

4221...BXT H SC

Impressum

Version:
2. Auflage, 31.03.2020

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	5
1.1	Gültigkeit dieses Dokuments	5
1.2	Mitgeltende Dokumente	5
1.3	Umgang mit diesem Dokument	5
1.4	Abkürzungsverzeichnis	6
1.5	Symbole und Kennzeichnungen	6
2	Sicherheit	7
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	7
2.2	Sicherheitshinweise	7
2.3	Umgebungsbedingungen	8
2.4	EG-Richtlinien zur Produktsicherheit	8
3	Produktbeschreibung	9
3.1	Allgemeine Produktbeschreibung	9
3.2	Produktinformation	10
3.3	Produktvarianten	12
4	Installation	14
4.1	Montage	14
4.1.1	Montagehinweise	14
4.1.2	Montage des Motors	15
4.2	Elektrischer Anschluss	16
4.2.1	Hinweise zum elektrischen Anschluss	16
4.2.2	Motor elektrisch anschließen	17
4.2.2.1	EMV-gerechte Installation.....	17
4.2.2.2	EMV-Schutzbeschaltungen.....	18
4.2.2.3	Anschlussbelegung	19
4.2.2.4	Anschlussbeispiele	23
5	Funktionsbeschreibung	24
5.1	Betriebsarten	24
5.1.1	Drehzahl geregelter Betrieb	24
5.1.1.1	BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren	24
5.1.1.2	BL-Motoren mit analogen Hallsensoren	25
5.1.1.3	BL-Motoren ohne Hallsensoren (BRC-Motoren)	27
5.1.2	Betrieb als Spannungssteller	28
5.2	Sollwertvorgabe	28
5.2.1	Fixdrehzahlvorgabe	29
5.2.2	Analog-Sollwertvorgabe	29
5.2.3	PWM-Sollwertvorgabe.....	30
5.3	Konfiguration des digitalen Ausgangs	31
5.4	Parametereinstellungen	32
5.4.1	Strombegrenzungswerte.....	32
5.4.2	Fixdrehzahl	33
5.4.3	Impulse pro Motorumdrehung	33
5.4.4	Maximaldrehzahl	34
5.4.5	Reglerparameter	35
5.4.6	Startzeit (nur im Sensorlosbetrieb)	35

Inhalt

5.4.7	Minimaldrehzahl (nur im Sensorlosbetrieb).....	35
5.4.8	Delayed Current Error (nur Fehlerausgang).....	36
5.5	Schutzfunktionen	36
5.5.1	I ² t-Strombegrenzung.....	36
5.5.2	Übertemperaturabschaltung.....	38
5.6	Spannungsausgabe am Motor	38
6	Inbetriebnahme	39
7	Wartung	41
7.1	Wartungstätigkeiten	41
7.2	Störungshilfe	41
8	Zubehör	42
9	Gewährleistung	43

Zu diesem Dokument

1 Zu diesem Dokument

1.1 Gültigkeit dieses Dokuments

Dieses Dokument beschreibt Installation und Gebrauch folgender Baureihen:

- 22xx...BX4(S) SC
- 32xx...BX4 SC
- 32xx...BX4 SCDC
- 26xx...B SC
- 1525...BRC
- 1935...BRC
- 3153...BRC
- 2214...BXT H SC
- 3216...BXT H SC
- 4221...BXT H SC

Dieses Dokument richtet sich an ausgebildete Fachkräfte mit Befähigung zur Montage und zum elektrischen Anschluss des Produkts.

Alle Angaben in diesem Dokument beziehen sich auf Standardausführungen der oben genannten Baureihen. Änderungen auf Grund von kundenspezifischen Ausführungen dem entsprechenden Datenblatt 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

1.3 Umgang mit diesem Dokument

- ▶ Dokument vor der Konfiguration aufmerksam lesen, insbesondere das Kapitel Sicherheit.
- ▶ Dokument während der Lebensdauer des Produkts aufbewahren.
- ▶ Dokument dem Bedien- und ggf. Wartungspersonal jederzeit zugänglich halten.
- ▶ Dokument an jeden nachfolgenden Besitzer oder Benutzer des Produkts weitergeben.

Zu diesem Dokument

1.4 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BRC	Bürstenloser DC-Motor mit integrierter Elektronik
EMF	Rückinduzierte Generatorspannung
EMC	Elektromagnetische Verträglichkeit
ESD	Electrostatic Discharge
PWM	Pulse Width Modulation
SC	Speed Controller
SCDC	Speed Controller in Zweidrahtversion
SCS	Speed Control Systems

1.5 Symbole und Kennzeichnungen

 **VORSICHT!**
Gefahren für Personen. Nichtbeachtung kann zu leichten Verletzungen führen.

- ▶ Maßnahme zur Vermeidung

 **VORSICHT!**
Gefahr durch heiße Oberfläche. Nichtbeachtung kann zu Verbrennungen 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 Sicherheit

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die hier beschriebenen Motoren sind als Antrieb für kleine Maschinen und für drehzahlge-regelte Anwendungen konzipiert. Für die bestimmungsgemäße Verwendung folgende Punkte beachten:

- Die Motoren entsprechend der ESD-Vorschriften behandeln.
- Die Motoren **nicht** in Umgebungen mit Kontaktmöglichkeiten zu Wasser, Chemie und/oder Staub sowie **nicht** in explosionsgefährdeten Bereichen einsetzen.
- Die Motoren nur innerhalb der im Datenblatt spezifizierten Grenzwerte betreiben.
- Informationen über den individuellen Einsatz unter besonderen Umgebungsbedingun-gen beim Hersteller erfragen.

2.2 Sicherheitshinweise



HINWEIS!

Elektrostatische Ladungen können die Elektronik beschädigen.

- ▶ Ableitfähige Arbeitskleidung tragen.
- ▶ Geerdetes Handgelenkband tragen.



HINWEIS!

Eindringende Fremdkörper können die Elektronik beschädigen.

- ▶ Gehäuse nicht öffnen.



HINWEIS!

Das An- und Abklemmen von Leitungen bei anliegender Betriebsspannung am Gerät kann die Elektronik beschädigen.

- ▶ Leitungen bei anliegender Betriebsspannung am Gerät nicht an- oder abklemmen.



HINWEIS!

Durch Stoßeinwirkung auf die Motoren werden die Lager beschädigt und die Lebensdauer des Motors verringert.

- ▶ Schock- und Schwingbelastungen gemäß Definition durch DIN EN 60068-2-27 bzw. DIN EN 60068-2-6 nicht überschreiten.

2.3 Umgebungsbedingungen

- ▶ Einbauort so wählen, dass für die Kühlung des Motors saubere und trockene Kühlluft zur Verfügung steht.
- ▶ Aufstellungsort so wählen, dass die Luft den Antrieb ungehindert umströmen kann.
- ▶ Speziell beim Einbau in Gehäuse und Schränke die Kühlung des Motors sicherstellen.
- ▶ Versorgungsspannung innerhalb des definierten Toleranzbereichs wählen.
- ▶ Motor vor starkem Staubanfall, insbesondere Metallstaub und chemischen Schadstoffen schützen.
- ▶ Motor vor Feuchtigkeit und Nässe schützen.

2.4 EG-Richtlinien zur Produktsicherheit

- ▶ Folgende EG-Richtlinien zur Produktsicherheit beachten.
- ▶ Bei Verwendung der Produkte außerhalb der EG zusätzlich internationale, nationale und regionale Richtlinien beachten.

Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Von elektrischen Kleinantrieben kann standardmäßig aufgrund ihrer geringen Größe keine nennenswerte Gefahr für Leib und Leben ausgehen. Daher trifft die Maschinenrichtlinie für unsere Produkte nicht zu. Die hier beschriebenen Produkte sind keine „unvollständigen Maschinen“. Eine Einbauerklärung wird daher von FAULHABER standardmäßig nicht zur Verfügung gestellt.

Niederspannungsrichtlinie (2014/35/EU)

Die Niederspannungsrichtlinie gilt für alle elektrischen Betriebsmittel mit einer Nennspannung von 75 bis 1500 V DC, bzw. von 50 bis 1000 V AC. Die in diesem Gerätehandbuch beschriebenen Produkte fallen nicht in den Geltungsbereich dieser Richtlinie, da sie für kleinere Spannungen ausgelegt sind.

EMV-Richtlinie (2014/30/EU)

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

3 Produktbeschreibung

3.1 Allgemeine Produktbeschreibung

FAULHABER Speed Control Systems sind hochdynamische Antriebssysteme mit geregelter Geschwindigkeit. Die Antriebselektronik ist in den bürstenlosen DC-Motoren integriert und auf den jeweiligen Motor abgestimmt.

Die kompakte Integration der Speed Controller sowie die flexiblen Anbindungsmöglichkeiten ermöglichen Anwendungen in Bereichen wie Labortechnik und Gerätebau, Automatisierungstechnik, Handling- und Werkzeugmaschinen oder Pumpen.

Die Integration der Ansteuerelektronik in bauraumoptimierte Anbausysteme verringert den Platzbedarf und vereinfacht die Installation und Inbetriebnahme.

Die integrierte Elektronik ermöglicht die Drehzahlregelung mittels PI-Regler mit externer Sollwertvorgabe. Die Drehrichtung kann über einen separaten Schalteingang umgeschaltet, das Drehzahlsignal kann über den Frequenzausgang ausgelesen werden. Die Motoren können optional im Spannungssteller- oder im Fixdrehzahlmodus betrieben werden.

Die Erfassung der Rotorlage erfolgt je nach Baureihe durch digitale (optional analoge) Hallensoren oder sensorlos über die induzierte Gegenspannung (EMK) der Motoren (Baureihen BRC). Die daraus resultierenden unteren Drehzahlgrenzen liegen bei 1000 min^{-1} (sensorlos), 200 min^{-1} (digital Hall) bzw. 50 min^{-1} (analog Hall).

FAULHABER Speed Control Systems (SCS) können je nach Baureihe über den FAULHABER Motion Manager ab Version 5.x oder 6.x an die Anwendung angepasst werden. Folgendes ist einstellbar:

- Art und Skalierung der Sollwertvorgabe
- Betriebsart
- Reglerparameter

Zur Konfiguration wird der USB-Programmieradapter für Speed Controller und eine Kontaktierhilfe zum Anschluss der Leitungen verwendet. Die Zweidrahtausführungen (SCDC) sind werksseitig vorkonfiguriert und können nur vom Hersteller umparametriert werden.

Folgende Schnittstellen bzw. diskrete I/O stehen zur Verfügung:

- Eingang als Sollwerteingang zur Vorgabe der Drehzahl über PWM oder analogen Spannungswert.
- Digitaler Eingang als Schalteingang zur Festlegung der Drehrichtung des Motors
- Digitaler Ausgang, wahlweise programmierbar als Frequenz- oder Fehlerausgang

Folgende Zusatzfunktionen stehen zur Verfügung:

- Integrierte Strombegrenzung zum Schutz vor thermischer Überlastung
- Kurzzeitbetrieb mit bis zu doppeltem Dauerstrom
- Getrennte Spannungsversorgung für Motor und Elektronik

Produktbeschreibung

3.2 Produktinformation

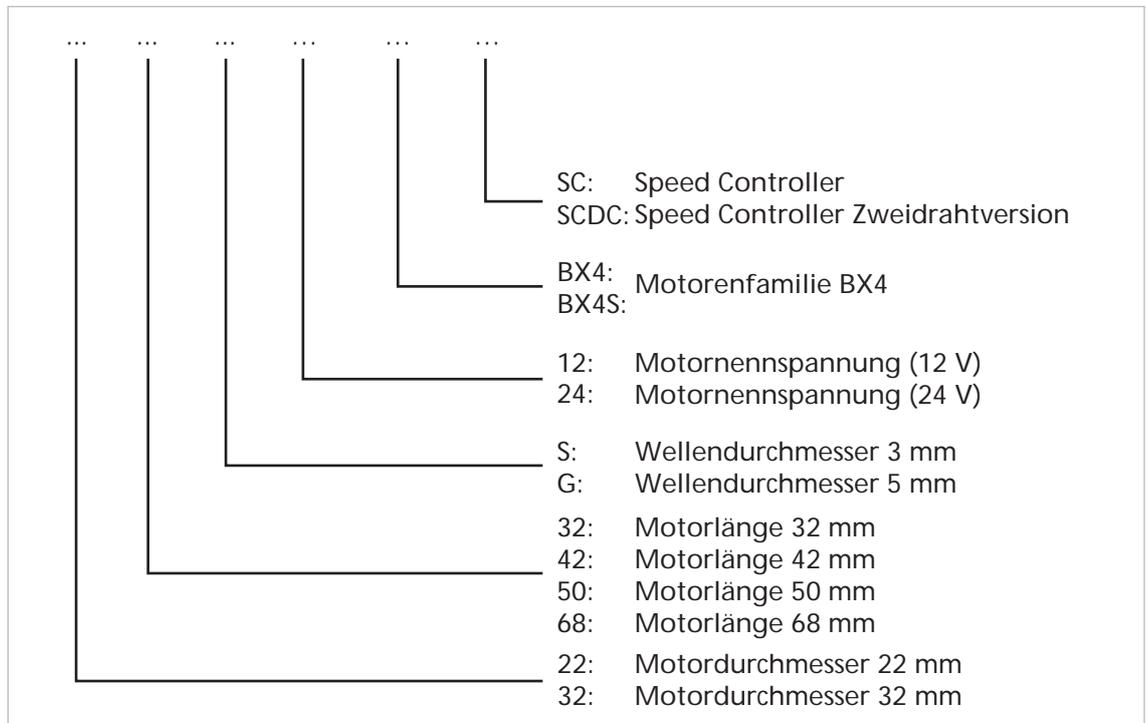


Abb. 1: Bezeichnungsschlüssel Motorbaureihe 22xx und 32xx...BX4

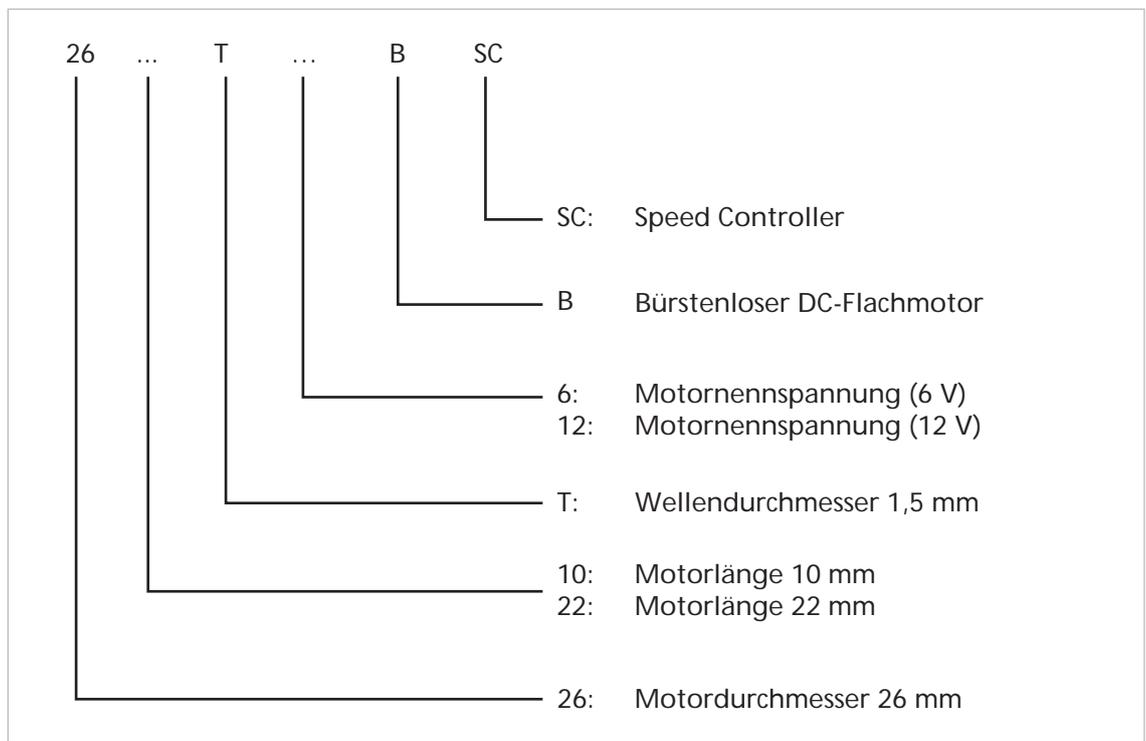


Abb. 2: Bezeichnungsschlüssel Motorbaureihe 26xx...B

Produktbeschreibung

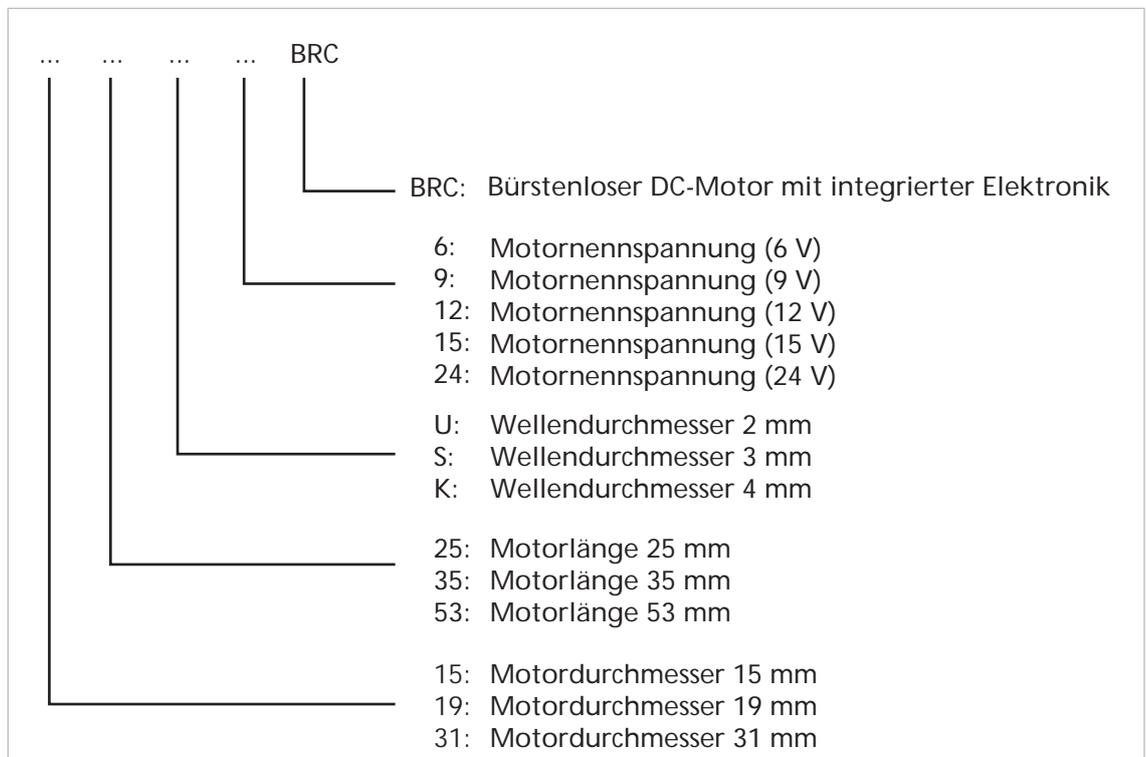


Abb. 3: Bezeichnungsschlüssel Motorbaureihe 1525, 1935 und 3153...BRC

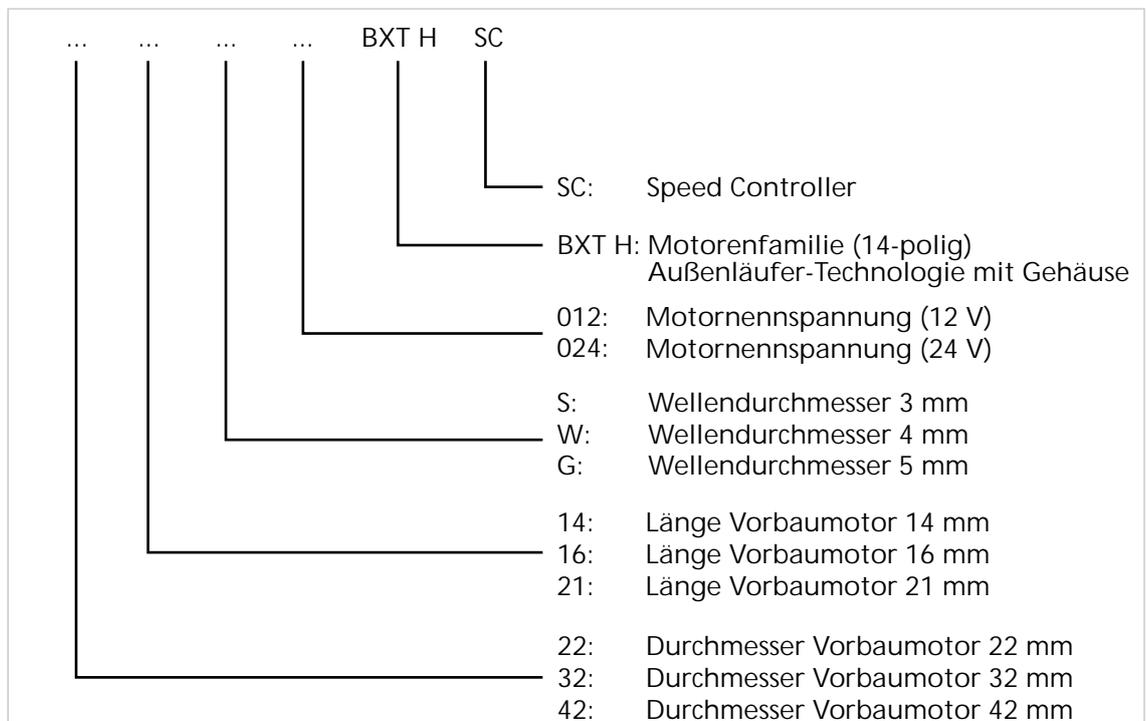


Abb. 4: Bezeichnungsschlüssel Motorbaureihe 2214, 3216 und 4221...BXT H

Produktbeschreibung

3.3 Produktvarianten

Tab. 1: Produktvarianten Speed Control Systems

Motorserie	Sensorik	Drehzahlbereich ^{a)}	Versorgungsspannung Elektronik/Motor (V DC)	Nennmoment (mNm) ^{b)}
2232S012BX4S SC	Digital Hall	400...22 500 ^{c)}	5...28 / 6...28	6
	Analog Hall	50...22 500 ^{c)}	5...28 / 6...28	6
2232S024BX4S SC	Digital Hall	400...17 000	5...28 / 6...28	7
	Analog Hall	50...17 000	5...28 / 6...28	7
2232S012BX4 SC	Digital Hall	400...14 000	5...28 / 6...28	17
	Analog Hall	50...14 000	5...28 / 6...28	17
2232S024BX4 SC	Digital Hall	400...8 500	5...28 / 6...28	17,5
	Analog Hall	50...8 500	5...28 / 6...28	17,5
2250S024BX4S SC ^{d)}	Digital Hall	400...13 500	5...28 / 6...28	13,3
2250S024BX4 SC	Digital Hall	400...7 300	5...28 / 6...28	25
	Analog Hall	50...7 300	5...28 / 6...28	25
3242G012BX4 SC	Digital Hall	400...14 000 ^{c)}	6,5...30 / 6,5...30	50
	Analog Hall	50...14 000 ^{c)}	6,5...30 / 6,5...30	50
3242G024BX4 SC	Digital Hall	400...7 000	6,5...30 / 6,5...30	60
	Analog Hall	50...7 000	6,5...30 / 6,5...30	60
3242G012BX4 SCDC ^{d)}	Digital Hall	400...12 000 ^{c)}	6,5...30 / 6,5...30	39
3242G024BX4 SCDC ^{d)}	Digital Hall	400...11 200	6,5...30 / 6,5...30	45
3268G024BX4 SC	Digital Hall	400...6 500	6,5...30 / 6,5...30	99
	Analog Hall	50...6 500	6,5...30 / 6,5...30	99
3268G024BX4 SCDC ^{d)}	Digital Hall	400...7 000	6,5...30 / 6,5...30	60
1525U009BRC	Sensorlos	1 000...25 000	4...18 / 1,7...18	1,9
1525U012BRC	Sensorlos	1 000...25 000	4...18 / 1,7...18	1,9
1525U015BRC	Sensorlos	1 000...18 900	4...18 / 1,7...18	1,9
1935S006BRC	Sensorlos	1 000...17 400	4...18 / 1,7...18	3,3
1935S009BRC	Sensorlos	1 500...17 500	4...18 / 1,7...18	3,6
1935S012BRC	Sensorlos	1 000...12 300	4...18 / 1,7...18	3,1
3153K009BRC	Sensorlos	1 000...10 500	5...30 / 0...18	34,5
3153K012BRC	Sensorlos	1 000...10 500	5...30 / 0...24	33,5
3153K024BRC	Sensorlos	1 000...6 500	5...30 / 0...30	36,5
2610T006B SC	Digital Hall	400...13 300	4...18 / 1,7...18	3,25
2610T012B SC	Digital Hall	400...10 000	4...18 / 1,7...18	3,12
2622S006B SC ^{e)}	Digital Hall	400...5 000	4...18 / 1,7...18	max. 100
2622S012B SC ^{e)}	Digital Hall	400...5 000	4...18 / 1,7...18	max. 100
2214S012 BXT H SC ^{d)}	Digital Hall	200...10 000	5...28 / 6...28	10
2214S024 BXT H SC ^{d)}	Digital Hall	200...10 000	5...28 / 6...28	10
3216W012 BXT H SC ^{d)}	Digital Hall	200...10 000	6,5...30 / 6,5...30	33,5

Produktbeschreibung

Motorserie	Sensorik	Drehzahlbereich ^{a)}	Versorgungsspannung Elektronik/Motor (V DC)	Nennmoment (mNm) ^{b)}
3216W024 BXT H SC ^{d)}	Digital Hall	200...10 000	6,5...30 / 6,5...30	35
4221G024 BXT H SC ^{d)}	Digital Hall	200...8 000	6,5...30 / 6,5...30	92

- a) *Der Drehzahlbereich ist abhängig von der maximalen Motorbetriebsspannung.*
- b) *An Metall-Flansch.*
- c) *Zur Erreichung der Maximaldrehzahl muss der Antrieb umkonfiguriert werden.*
- d) *Die Option analoge Hallsensoren ist in dieser Version nicht verfügbar.*
- e) *Integriertes Getriebe, Details siehe Produktdatenblatt.*

4 Installation

- ▶ Vor einer Inbetriebnahme diese Beschreibung sorgfältig lesen und beachten.
- ▶ Umgebungsbedingungen beachten (siehe Kap. 2.3, S. 8).

Nur ausgebildete Fachkräfte und unterwiesene Personen mit Kenntnissen auf folgenden Gebieten dürfen die Motoren mit integriertem Speed Controller einbauen und in Betrieb nehmen:

- Automatisierungstechnik
- Normen und Vorschriften (z. B. EMV-Richtlinie)
- Niederspannungsrichtlinie
- Maschinenrichtlinie
- VDE-Vorschriften (DIN VDE 0100)
- Unfallverhütungsvorschriften

4.1 Montage

4.1.1 Montagehinweise



VORSICHT!

Der Motor kann sich im Betrieb stark erhitzen.

- ▶ Berührungsschutz bzw. Warnhinweis in unmittelbarer Nähe des Motors anbringen.
- ▶ Für ausreichende Wärmeabfuhr sorgen.



HINWEIS!

Bei Montage- und Anschlussarbeiten am Motor bei angelegter Spannung kann das Gerät beschädigt werden.

- ▶ Vor allen Arten von Montage- und Anschlussarbeiten Motor spannungsfrei schalten.



HINWEIS!

Der Motor kann bei falscher Montage beschädigt werden.

- ▶ Maximale Einschraubtiefe der Befestigungsschrauben beachten (siehe Tab. 2).



HINWEIS!

Eine zu große Belastung der Motorwelle kann den Motor zerstören.

- ▶ Beim Aufbringen von Teilen auf die Motorwelle die maximal zulässigen Belastungswerte (siehe Produktdatenblatt) der Welle beachten.



HINWEIS!

Eine zu hohe radiale Belastung des Servomotors oder zu stark angezogene Befestigungsschrauben können den Befestigungsflansch zerstören.

- ▶ Maximal zulässige radiale Belastung des Motors beachten (siehe Tab. 2).
- ▶ Sicherstellen, dass die Schrauben gemäß Tab. 2 angezogen sind.

Installation

4.1.2 Montage des Motors

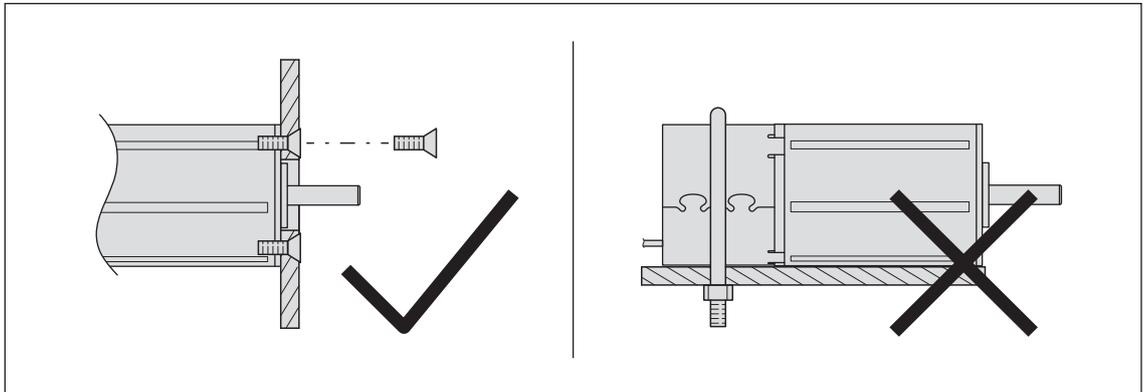


Abb. 5: Montage, Beispiel Baureihe 22xxBX4 SC

1. Motor mit vorderem Flansch an geeigneter Stelle mit Befestigungsschrauben befestigen (Schraubengröße und Drehmoment siehe Tab. 2).
2. Befestigungsschrauben gegen thermischen Versatz sichern.
3. Bei Bedarf, Teile auf die Motorwelle aufbringen.

 Informationen zum verwendeten Flansch können dem Produktdatenblatt entnommen werden.

Tab. 2: Befestigungsvorgabe

Motorserie	Schraubentyp	Gewindetiefe (mm)	Max. Anzugsmoment (Ncm)	Radiale Motorbelastung, max. (N)
22xx...BX4(S) SC	M2	3,0	50	30
32xx...BX4 SC / SCDC	M3	4,0	120	60
2622...B SC ^{a)}	M2	3,5	40	20
1525...BRC	M1,6	2,0	40	10
1935...BRC	M2	3,0	40	15
3153...BRC	M3	4,0	40	20
2214...BXT H SC	M2	2,5	40	20
3216...BXT H SC	M2	3,0	40	30
4221...BXT H SC	M3	3,0	40	40

a) Motoren der Baureihe 2610...B SC werden über einen quadratischen Flansch außerhalb des Motordurchmessers montiert.

Installation

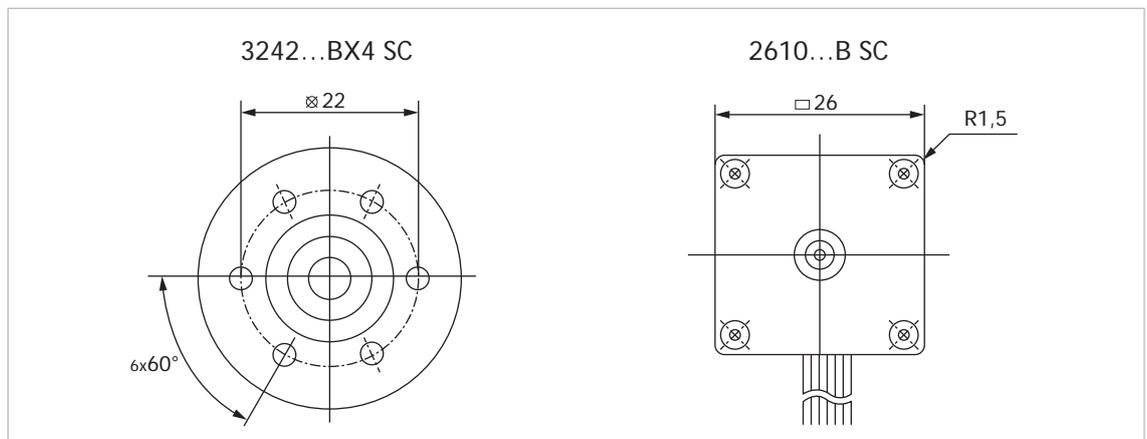


Abb. 6: Vergleich runder Flansch / quadratischer Flansch

4.2 Elektrischer Anschluss

4.2.1 Hinweise zum elektrischen Anschluss



HINWEIS!

Elektrostatische Entladungen auf die Anschlüsse des Motors können elektronische Bauteile beschädigen

- ▶ ESD-Schutzmaßnahmen beachten.
- ▶ Nur an ESD geschützten Arbeitsplätzen arbeiten.
- ▶ Anschlüsse gemäß Anschlussbelegung anschließen (siehe Kap. 4.2.2.3, S. 19)



HINWEIS!

Eine starke statische oder dynamische Belastung der Flachbandleitung kann die Leitung beschädigen.

- ▶ Sicherstellen, dass die Flachbandleitung während der Installation und des Betriebs nicht scheidert, quetscht oder zu enge Biegeradien entstehen.
- ▶ Bei häufigem Biegen den Biegeradius von 10 mm nicht unterschreiten. Die mögliche Anzahl an Biegezyklen steigt mit zunehmendem Biegeradius.
- ▶ Bei Temperaturen $< -10\text{ °C}$ Leitung nicht biegen.
- ▶ Zulässige Belastungen einhalten (siehe Tab. 3).

Installation

Tab. 3: Zulässige Belastungen der Flachbandleitungen

Motorserie	Rastermaß	Zulässige Belastungen
22xx...BX4(S) SC	1,27 AWG28	Zugbelastung: <30 N Dauerzugbelastung: <17 N Biegeradius bei einmaligem Verlegen: >1,2 mm
32xx...BX4 SC / SCDC	2,54 AWG24	Zugbelastung: <60 N Dauerzugbelastung: <20 N Biegeradius bei einmaligem Verlegen: >1,8 mm
26xx...B SC	1,00 AWG28	Zugbelastung: < 20 N Dauerzugbelastung: < 11 N Biegeradius bei einmaligem Verlegen: >1,2 mm
1525...BRC / 1935...BRC	1,00 AWG28	Zugbelastung: < 20 N Dauerzugbelastung: < 11 N Biegeradius bei einmaligem Verlegen: >1,2 mm
3153...BRC	1,27 AWG26	Zugbelastung: < 20 N Dauerzugbelastung: < 17 N Biegeradius bei einmaligem Verlegen: >1,2 mm
2214...BXT H SC	1,27 AWG28	Zugbelastung: <30 N Dauerzugbelastung: <17 N Biegeradius bei einmaligem Verlegen: >1,2 mm
3216...BXT H SC	2,54 AWG24	Zugbelastung: <60 N Dauerzugbelastung: <20 N Biegeradius bei einmaligem Verlegen: >1,8 mm
4221...BXT H SC	2,54 AWG24	Zugbelastung: <60 N Dauerzugbelastung: <20 N Biegeradius bei einmaligem Verlegen: >1,8 mm

4.2.2 Motor elektrisch anschließen

4.2.2.1 EMV-gerechte Installation



HINWEIS!

Bei zu großer Länge der Anschlussleitungen kann es zu Signalstörungen kommen.

- ▶ Leitungslänge von 3 m nicht überschreiten.
- ▶ Die hier beschriebenen EMV-Schutzmaßnahmen beachten.

EMV-Filter

- ▶ Elektronik- und Motorversorgungsleitungen direkt am Gerät mit jeweils zwei Windungen durch eine geeignete Ferrithülse (z .B. Würth Elektronik Nr.: 74270090) führen.

Installation

4.2.2.2 EMV-Schutzbeschaltungen Schutzbeschaltung 1

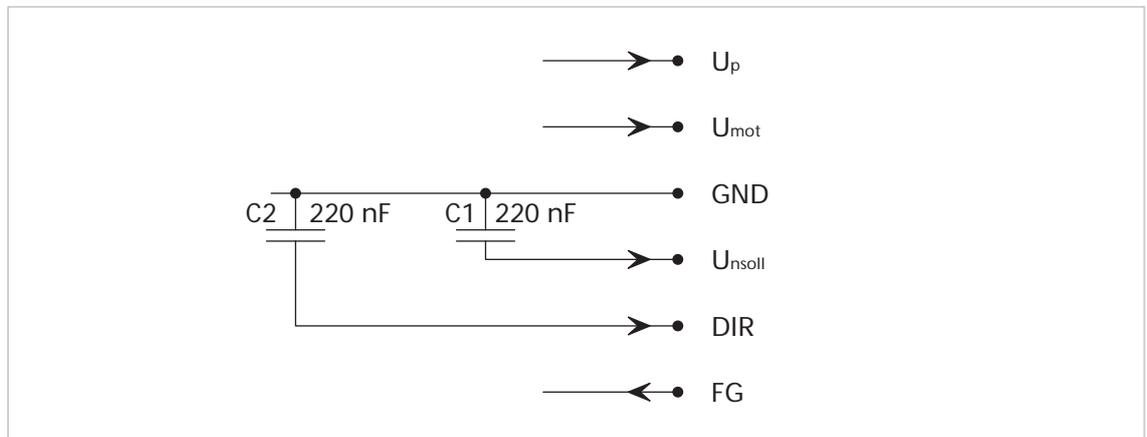


Abb. 7: EMV-Schutzbeschaltung mit Keramikkondensatoren

- ▶ Bei Verwendung eines Keramikkondensators (C1) im Betriebsmodus PWM_{nsoll} : Signalquelle mit geringem Innenwiderstand verwenden, um Störungen zu vermeiden.
- ▶ Für ein Firmware-Update mit der Motion Manager Software den Kondensator C2 entfernen.

Schutzbeschaltung 2

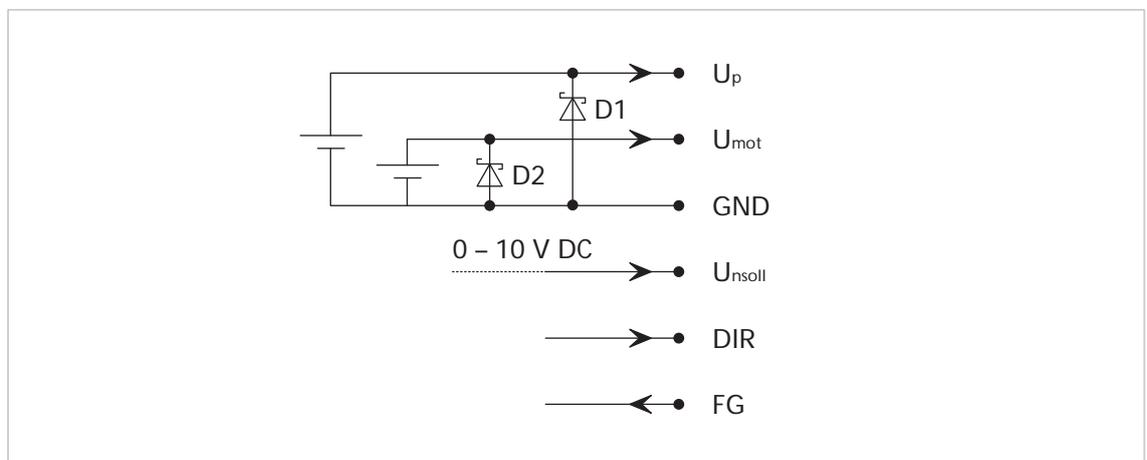


Abb. 8: EMV-Schutzbeschaltung mit Suppressordioden

- ▶ Getrennte Suppressordioden (D1 und D2, z. B. P6KE33A von STMicroelectronics) für U_p und U_{mot} bei getrennten Versorgungsspannungen.
- ▶ Wenn nur eine Versorgungsspannung verwendet wird (Brücke zwischen U_p und U_{mot}), ist eine Suppressordiode (D1) ausreichend.

Installation

4.2.2.3 Anschlussbelegung



HINWEIS!

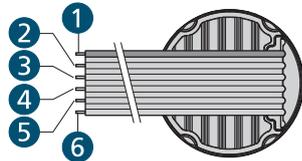
Eine falsche Polung kann die Elektronik zerstören

- ▶ Motor gemäß Anschlussbelegung anschließen.

Motoren mit integriertem SC sind mit einer sechsadrigen Leitung ausgestattet. Ader 1 ist bei allen Produktvarianten rot markiert.

Tab. 4: Anschlussbelegung der Flachbandleitung (SC)

Ader	Bezeichnung	Bedeutung
1	U_p	Elektronikversorgung
2	U_{mot}	Versorgungsspannung des Motors
3	GND	Gemeinsame Masse
4	U_{nsoll}	Steuerspannung für die Soll Drehzahl (siehe Kap. 5.2, S. 28)
5	DIR	Schalteingang für die Drehrichtung des Motors
6	FG	Digitaler Ausgang mit Open Collector und integriertem Pull-Up-Widerstand (22 k Ω) Der digitale Ausgang kann für verschiedene Aufgaben konfiguriert werden (siehe Kap. 5.3, S. 31)



Tab. 5: Elektrische Daten - Motoranschlüsse der Motorbaureihe 22xx BX4(S) SC

Ader	Bezeichnung	Wert
1 (U_p)	Elektronikversorgung	5...28 V DC
2 (U_{mot})	Spulenversorgung	6...28 V DC
3 (GND)	Masse	-
4 (U_{nsoll})	Eingangsspannung	$U_{in} = 0...10$ V
Analoger Eingang		$U_{in} > 10$ V... $U_p \rightarrow$ Drehzahlsollwert nicht definiert
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 8,9$ k Ω
	Drehzahlsollwert	pro 1 V, 1 000 min ⁻¹ (2 000 min ⁻¹ (S)) $U_{in} < 0,15$ V \rightarrow Motor stoppt $U_{in} > 0,3$ V \rightarrow Motor läuft
5 (DIR)	Drehrichtungseingang	An Masse oder $U < 0,5$ V: linksdrehend
Digitaler Eingang		$U > 3$ V: rechtsdrehend
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 10$ k Ω
6 (FG)	Frequenz Ausgang	Max. U_p , $I_{max} = 15$ mA
Digitaler Ausgang		Open Collector mit 22 k Ω Pull-Up-Widerstand
		6 Impulse pro Umdrehung

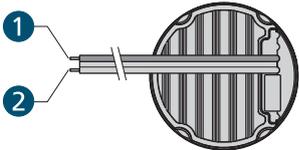
Installation

Tab. 6: Elektrische Daten - Motoranschlüsse der Motorbaureihe 32xx BX4 SC

Ader	Bezeichnung	Wert
1 (U_p)	Elektronikversorgung	6,5...30 V DC
2 (U_{mot})	Spulenversorgung	6,5...30 V DC
3 (GND)	Masse	-
4 (U_{nsoll}) Analoger Eingang	Eingangsspannung	$U_{in} = 0...10\text{ V}$ $U_{in} > 10\text{ V}...U_p \rightarrow$ Drehzahlsollwert nicht definiert
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 8,9\text{ k}\Omega$
	Drehzahlsollwert	pro 1 V, $1\ 000\text{ min}^{-1}$ $U_{in} < 0,15\text{ V} \rightarrow$ Motor stoppt $U_{in} > 0,3\text{ V} \rightarrow$ Motor läuft
5 (DIR) Digitaler Eingang	Drehrichtungseingang	An Masse oder $U < 0,5\text{ V}$: linksdrehend $U > 3\text{ V}$: rechtsdrehend
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 10\text{ k}\Omega$
6 (FG) Digitaler Ausgang	Frequenzausgang	Max. $U_p, I_{max} = 15\text{ mA}$ Open Collector mit $22\text{ k}\Omega$ Pull-Up-Widerstand 6 Impulse pro Umdrehung

Motoren in der Ausführung mit SCDC sind mit einer zweiadrigen Leitung ausgestattet. Der Servomotor wird in dieser Betriebsart wie ein konventioneller Gleichstrommotor angeschlossen. Die Drehrichtung des Motors wird durch die Polung der Anschlussadern bestimmt.

Tab. 7: Anschlussbelegung der Flachbandleitung (SCDC)

	Ader	Bezeichnung	Bedeutung
	1 (rot)	Mot +	Positiver Anschluss der Versorgungsspannung
	2	Mot -	Negativer Anschluss der Versorgungsspannung

Tab. 8: Elektrische Daten - Motoranschluss (SCDC)

Ader (Bezeichnung)	Wert	Spannung
1 (Mot +)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rechtslauf bei gleichpoligem Anschluss ▪ Linkslauf bei gegenpoligem Anschluss 	6,5...30 V
2 (Mot -)		

Installation

Tab. 9: Elektrische Daten - Motoranschlüsse der Motorbaureihe 26xx B SC

Ader	Bezeichnung	Wert
1 (U_p)	Elektronikversorgung	4...18 V DC
2 (U_{mot})	Spulenversorgung	1,7...18 V DC
3 (GND)	Masse	-
4 (U_{nsoll}) Analoger Eingang	Eingangsspannung	$U_{in} = 0...10$ V $U_{in} > 10$ V... $U_p \rightarrow$ Drehzahlsollwert nicht definiert
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 8,9$ k Ω
	Drehzahlsollwert	pro 1 V, 1 000 min ⁻¹
5 (DIR) Digitaler Eingang	Drehrichtungseingang	An Masse oder $U < 0,5$ V: linksdrehend $U > 3$ V: rechtsdrehend
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 10$ k Ω
6 (FG) Digitaler Ausgang	Frequenzausgang	Max. $U_p, I_{max} = 15$ mA Open Collector mit 22 k Ω Pull-Up-Widerstand 6 Impulse pro Umdrehung

Tab. 10: Elektrische Daten - Motoranschlüsse der Motorbaureihen BRC

Ader	Bezeichnung	Wert
1 (U_p)	Elektronikversorgung	1525...BRC: 4...18 V DC
		1935...BRC: 4...18 V DC
		3153...BRC: 5...30 V DC
2 (U_{mot})	Spulenversorgung	1525...BRC: 1,7...18 V DC
		1935...BRC: 1,7...18 V DC
		3153...BRC: 0...30 V DC
3 (GND)	Masse	-
4 (U_{nsoll}) Analoger Eingang	Eingangsspannung	$U_{in} = 0...10$ V $U_{in} > 10$ V... $U_p \rightarrow$ Drehzahlsollwert nicht definiert
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 8,9$ k Ω
	Drehzahlsollwert	1525...BRC: pro 1 V, 2 000 min ⁻¹ 1935...BRC: pro 1 V, 2 000 min ⁻¹ 3153...BRC: pro 1 V, 1 000 min ⁻¹ $U_{in} < 0,15$ V \rightarrow Motor stoppt $U_{in} > 0,3$ V \rightarrow Motor läuft
5 (DIR) Digitaler Eingang	Drehrichtungseingang	An Masse oder $U < 0,5$ V: linksdrehend $U > 3$ V: rechtsdrehend
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 10$ k Ω
6 (FG) Digitaler Ausgang	Frequenzausgang	Max. $U_p, I_{max} = 15$ mA Open Collector mit 22 k Ω Pull-Up-Widerstand 3 Impulse pro Umdrehung

Installation

Tab. 11: Elektrische Daten - Motoranschlüsse der Motorbaureihe 2214 BXT H SC

Ader	Bezeichnung	Wert
1 (U_p)	Elektronikversorgung	5...28 V DC
2 (U_{mot})	Spulenversorgung	5...28 V DC
3 (GND)	Masse	-
4 (U_{nsoll}) Analoger Eingang	Eingangsspannung	$U_{in} = 0...10\text{ V}$ $U_{in} > 10\text{ V}...U_p \rightarrow$ Drehzahlsollwert nicht definiert
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 8,9\text{ k}\Omega$
	Drehzahlsollwert	pro 1 V, 1 000 min^{-1} (2 000 min^{-1} (S)) $U_{in} < 0,15\text{ V} \rightarrow$ Motor stoppt $U_{in} > 0,3\text{ V} \rightarrow$ Motor läuft
5 (DIR) Digitaler Eingang	Drehrichtungseingang	An Masse oder $U < 0,5\text{ V}$: linksdrehend $U > 3\text{ V}$: rechtsdrehend
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 10\text{ k}\Omega$
6 (FG) Digitaler Ausgang	Frequenzausgang	Max. U_p , $I_{max} = 15\text{ mA}$ Open Collector mit 22 k Ω Pull-Up-Widerstand 21 Impulse pro Umdrehung

Tab. 12: Elektrische Daten - Motoranschlüsse der Motorbaureihen 3216 und 4221 BXT H SC

Ader	Bezeichnung	Wert
1 (U_p)	Elektronikversorgung	6,5...30 V DC
2 (U_{mot})	Spulenversorgung	6,5...30 V DC
3 (GND)	Masse	-
4 (U_{nsoll}) Analoger Eingang	Eingangsspannung	$U_{in} = 0...10\text{ V}$ $U_{in} > 10\text{ V}...U_p \rightarrow$ Drehzahlsollwert nicht definiert
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 8,9\text{ k}\Omega$
	Drehzahlsollwert	pro 1 V, 1 000 min^{-1} $U_{in} < 0,15\text{ V} \rightarrow$ Motor stoppt $U_{in} > 0,3\text{ V} \rightarrow$ Motor läuft
5 (DIR) Digitaler Eingang	Drehrichtungseingang	An Masse oder $U < 0,5\text{ V}$: linksdrehend $U > 3\text{ V}$: rechtsdrehend
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 10\text{ k}\Omega$
6 (FG) Digitaler Ausgang	Frequenzausgang	Max. U_p , $I_{max} = 15\text{ mA}$ Open Collector mit 22 k Ω Pull-Up-Widerstand 21 Impulse pro Umdrehung

Installation

4.2.2.4 Anschlussbeispiele



HINWEIS!

Beschädigung der Elektronik durch zu hohe Versorgungsspannung.

- Die minimale und maximale Versorgungsspannung beachten.

Regelbetrieb (Drehzahlsollwertvorgabe durch U_{nsoll})

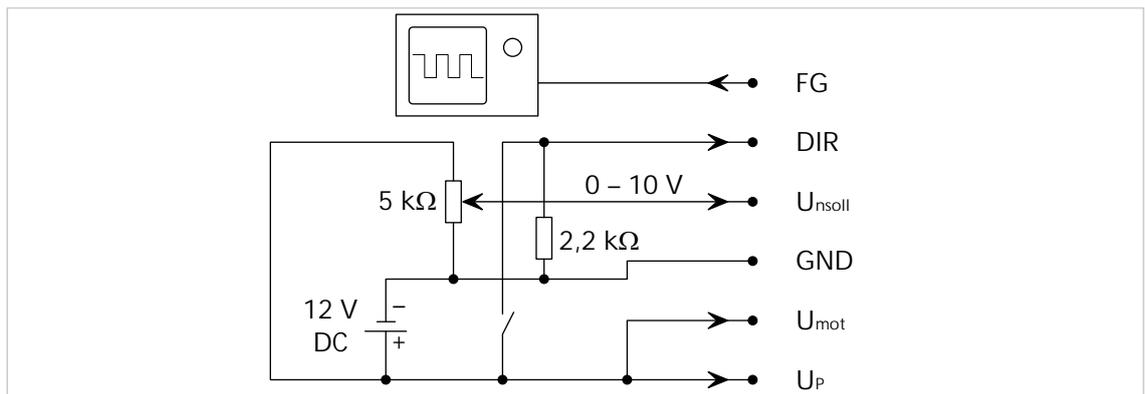


Abb. 9: Regelbetrieb (Drehzahlsollwertvorgabe durch U_{nsoll})

- Der angeschlossene Motor dreht bei offenem Schalter mit geregelter Drehzahl nach links, bei geschlossenem Schalter nach rechts.
- Die Drehzahl wird durch U_{nsoll} vorgegeben und ist abhängig von der eingestellten Maximaldrehzahl bei $U_{nsoll} = 10\text{ V}$.
- Wenn der digitale Ausgang als Frequenzausgang konfiguriert ist (siehe Kap. 5.3, S. 31), kann am digitalen Ausgang das Drehzahlsignal gemessen werden.

Motor rechtsdrehend (SCDC)

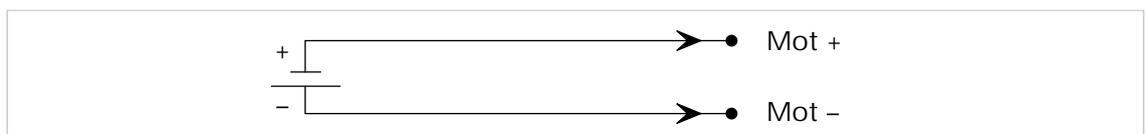


Abb. 10: Rechtsdrehender Motor

- Mot + ist an den positiven Pol angeschlossen.
- Mot - ist an den negativen Pol angeschlossen.

Der Motor dreht mit lastabhängiger Drehzahl nach rechts.

Motor linksdrehend (SCDC)

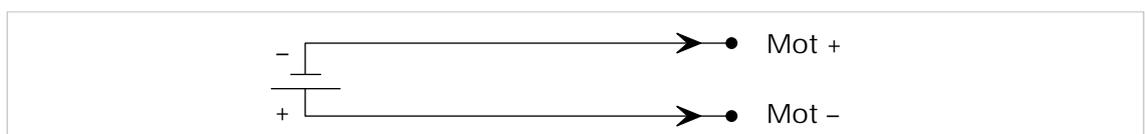


Abb. 11: Linksdrehender Motor

- Mot - ist an den positiven Pol anschließen.
- Mot + an den negativen Pol anschließen.

Der Motor dreht mit lastabhängiger Drehzahl nach links.

Funktionsbeschreibung

5 Funktionsbeschreibung

5.1 Betriebsarten

5.1.1 Drehzahl geregelter Betrieb

Der Drehzahl-Istwert für die Drehzahlregelung kann über die zur Kommutierung verwendeten Signale bestimmt werden. Die nachfolgend beschriebenen Konfigurationen unterscheiden sich in der verwendeten Kommutierungsart.

Der digitale Ausgang ist ab Werk als Frequenzausgang konfiguriert.

5.1.1.1 BL-Motoren mit digitalen Hallensensoren

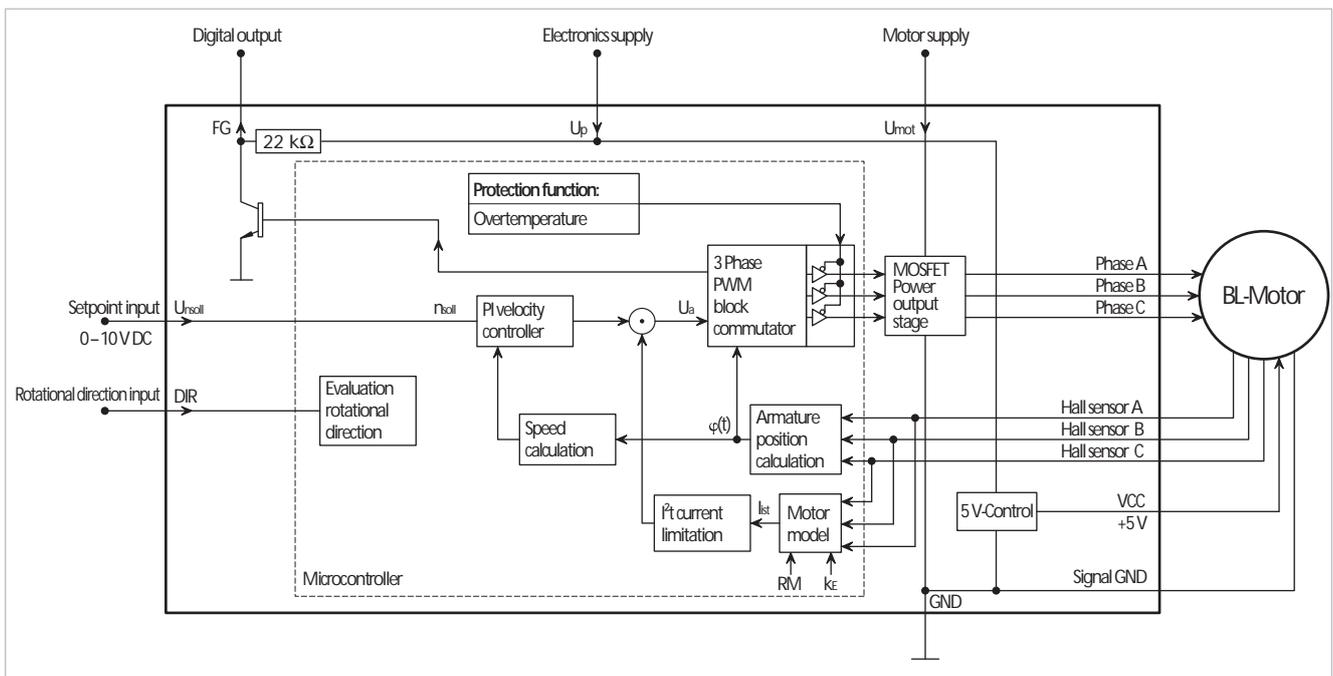


Abb. 12: Blockschaltbild eines BL-Motors mit digitalen Hallensensoren

i Bedingt durch die Auflösung der digitalen Hallensensoren können folgende mechanische Drehzahlen stabil geregelt werden:

- Baureihen BXT H: ab ca. 200 min^{-1}
- alle anderen Baureihen: ab ca. 400 min^{-1}

In dieser Konfiguration wird das Kommutierungssignal über die digitalen Hallensensoren ermittelt. Der Drehzahl-Istwert wird über den zeitlichen Abstand zwischen den Flanken der Hallensensorsignale bestimmt.

Funktionsbeschreibung

i Bedingt durch die Auflösung der analogen Hallsensoren können Drehzahlen ab ca. 50 min^{-1} stabil geregelt werden.

In dieser Konfiguration wird das Kommutierungssignal über die analogen Hallsensoren ermittelt. Die Positionsinformationen der analogen Hallsensoren werden zur Kommutierung des Motors und zur Drehzahlbestimmung verwendet. In dieser Konfiguration ist ein 4-Quadrantenbetrieb möglich.

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang
Betriebsart	Drehzahl geregelt
Drehzahlfilter	Aktiv

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 28): <ul style="list-style-type: none"> Fixdrehzahlmodus Drehzahlsollwertvorgabe über analoges Signal Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsollwert-Eingang
Digitaler Ausgang	<ul style="list-style-type: none"> Frequenzausgang: Die Impulsanzahl pro Umdrehung, die am Frequenzausgang ausgegeben wird, kann eingestellt werden. Mögliche Werte sind 2 und 6 Impulse pro Umdrehung. Fehlerausgang (siehe Kap. 5.3, S. 31).
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> Drehzahl geregelt Spannungssteller
2-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Zur Drehzahlverringern wird der Motor kurzgeschlossen. Bremsfunktion aktivierbar/deaktivierbar.
Drehzahlfilter	Aktivierbar/deaktivierbar

Funktionsbeschreibung

5.1.1.3 BL-Motoren ohne Hallensensoren (BRC-Motoren)

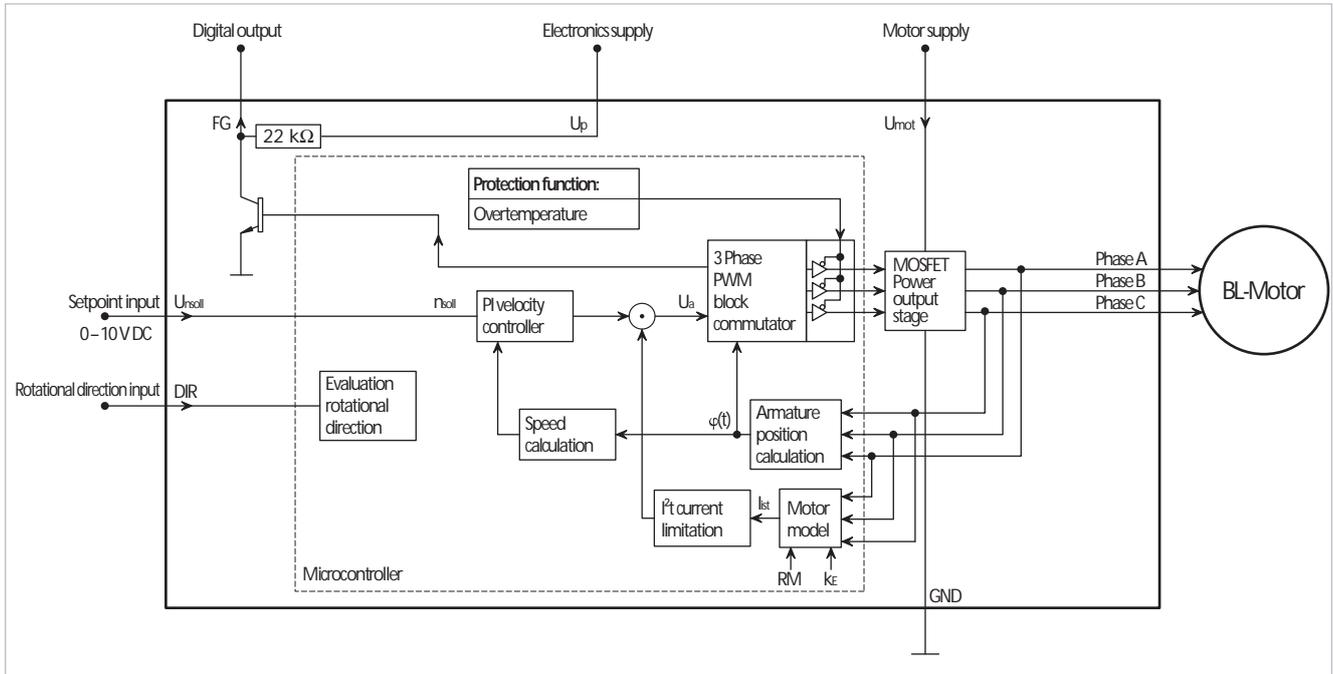


Abb. 14: Blockschaltbild eines BL-Motors ohne Hallensensoren

i Motorabhängig können in dieser Konfiguration Drehzahlen ab ca. 1000 min^{-1} stabil geregelt werden.

BRC-Motoren besitzen keine Hallensensoren. Das Kommutierungssignal wird über die Gegen-EMK (rückinduzierte Spannung) generiert. Der Drehzahl-Istwert wird im Sensorlosbetrieb über den zeitlichen Abstand der Kommutierungsschaltpunkte ermittelt.

Durch den Sensorlosbetrieb ergeben sich Besonderheiten im Vergleich zum Betrieb mit Sensoren:

Bezeichnung	Erklärung
Motoranlauf	Für den Motoranlauf werden Algorithmen verwendet, die auch bei Stillstand, wenn die Position des Rotors nicht bekannt ist, den Motoranlauf ermöglichen. Hierdurch kann der Motor beim Anlauf kurz (weniger als eine halbe Umdrehung) in die falsche Richtung drehen. Die Motoranlaufzeit ist im Vergleich zum Betrieb mit Hallensensoren größer.
Betrieb bei geringer Last	Die Drehzeleinstellung erfolgt bei geringer Last und niedrigen Drehzahlwerten über die Vorgabe eines Drehfeldes. Durch Änderung der Drehzeleinstellungsvorgabe oder durch Änderung der Last erfolgt in diesem Fall ein Übergang zwischen Drehfeldmodus und drehzahl-geregelten Betrieb. Um konstante Drehzahlen auch bei Belastungs-änderungen zu gewährleisten, sollte der Arbeitsbereich außerhalb dieses Übergangsbereiches liegen. Durch Verringerung der Motorver-sorgungsspannung kann üblicherweise ein passender Arbeitspunkt gefunden werden.

Funktionsbeschreibung

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang (nicht änderbar)
Betriebsart	Drehzahl geregelt

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 28): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixdrehzahlmodus ▪ Drehzahlsollwertvorgabe über analoges Signal ▪ Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsollwert-Eingang
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang: Die Impulsanzahl pro Umdrehung, die am Frequenzausgang ausgegeben wird, kann eingestellt werden. Mögliche Werte sind 2 und 6 Impulse pro Umdrehung.
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drehzahl geregelt ▪ Spannungssteller

5.1.2 Betrieb als Spannungssteller

Der integrierte Speed Controller kann als Spannungssteller konfiguriert werden. Die Motorspannung wird proportional zur Spannung am Drehzahlsollwert-Eingang $U_{n\text{soll}}$ ausgegeben. Die Strombegrenzung bleibt aktiv.

Im Spannungsstellerbetrieb ist es möglich einen übergeordneten Regler zu verwenden. Der Speed Controller dient dann als Leistungsverstärker zur Kommutierung.

5.2 Sollwertvorgabe

Folgende Einstellmöglichkeiten zur Sollwertvorgabe sind möglich:

- Fixdrehzahlvorgabe
- Analog-Sollwertvorgabe
- PWM-Sollwertvorgabe

Funktionsbeschreibung

5.2.1 Fixdrehzahlvorgabe

Im Fixdrehzahlmodus wird der Motor mit einer bestimmten Drehzahl betrieben. Dabei wird die einzustellende Soll Drehzahl über einen Parameter fest vorgegeben (siehe Kap. 5.4, S. 32).

Folgende Einstellungen für den Drehzahlsollwert-Eingang U_{nsoll} sind möglich:

- Schnellstopp-Eingang (Low Pegel)
 - Motorstopp bei $U_{\text{nsoll}} < 0,15 \text{ V}$
 - Motorstopp bei offenem Anschluss
 - Motorstart bei $U_{\text{nsoll}} > 0,3 \text{ V}$ (0,5 V bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb)
- Schnellstopp-Eingang invertiert (High Pegel)
 - Motorstart bei $U_{\text{nsoll}} < 2 \text{ V}$
 - Motor läuft bei offenem Anschluss
 - Motorstopp bei $U_{\text{nsoll}} > 2,4 \text{ V}$
- Keine Funktion
 - Motor läuft immer

5.2.2 Analog-Sollwertvorgabe

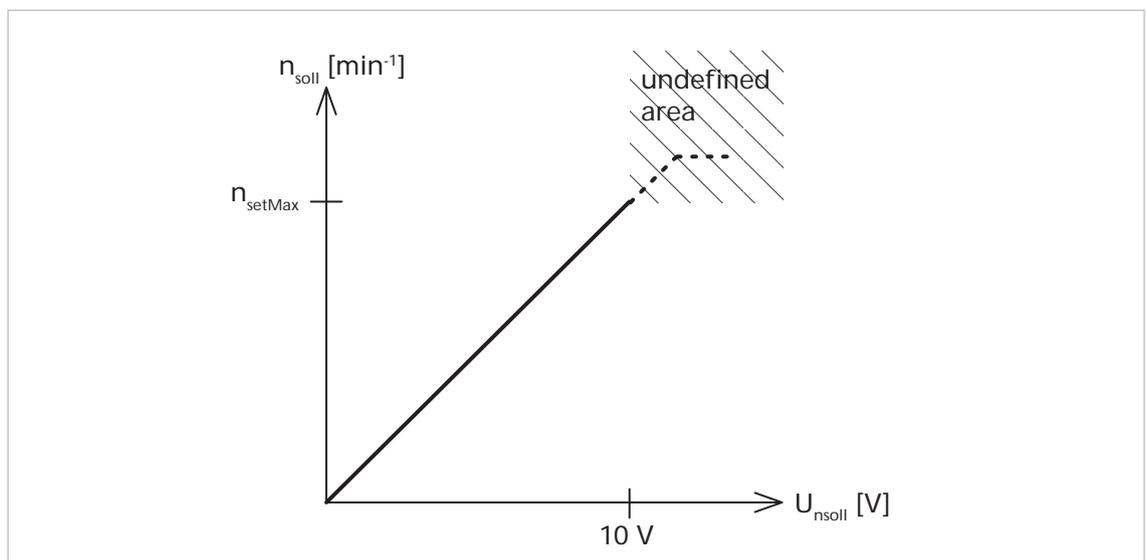


Abb. 15: Sollwertermittlung für den Geschwindigkeitsregler

- Der analoge Eingang kann Spannungen von 0 V – 10 V verarbeiten.
- Eine analoge Sollwertvorgabe von 10 V entspricht dem im Parameter n_{setMax} angegebenen Wert.
- Zwischen 0 V und 10 V erfolgt eine lineare Umrechnung:
 - Drehzahl geregelter Betrieb: $n_{\text{soll}} = n_{\text{setMax}} * (U_{\text{nsoll}} / 10 \text{ V})$
 - Spannungssteller: $U = U_{\text{mot}} * (U_{\text{nsoll}} / 10 \text{ V})$

Funktionsbeschreibung

i Abhängig von Motortyp und angelegter Spannung kann der in n_{setMax} angegebene Sollwert nicht erreicht werden. In diesem Fall dreht der Motor bei der mit der gegebenen Spannung maximal erreichbaren Geschwindigkeit (siehe Tab. 1).

5.2.3 PWM-Sollwertvorgabe

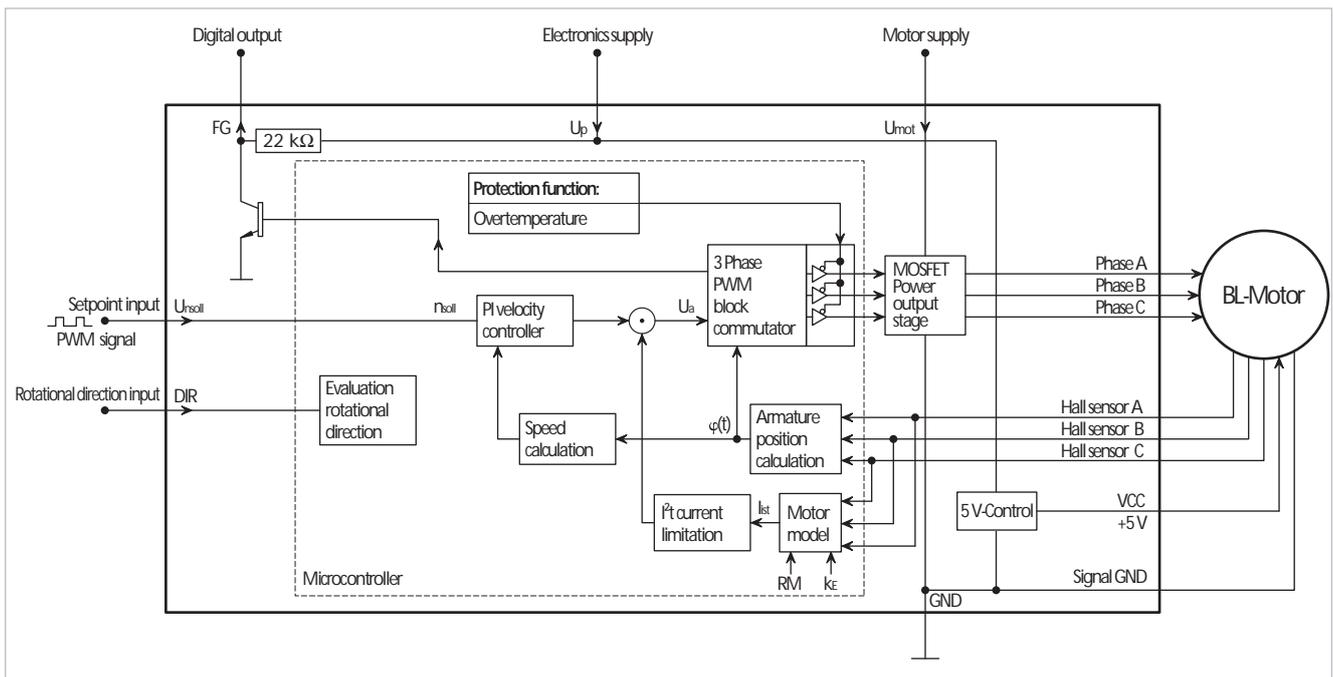


Abb. 16: Blockschaltbild eines Motors mit integriertem SC im PWM-Betrieb

Der Drehzahlsollwert ist proportional zum Tastverhältnis.

- Motorstopp bei Tastverhältnis: $< 2,0 \%$
- Motorstart bei Tastverhältnis: $> 3,0 \%$
- 100% Tastverhältnis entspricht einer Sollwertvorgabe von n_{setMax}

Das PWM-Signal muss eine feste Frequenz im Bereich 500 Hz...18 kHz aufweisen.

Als Schaltpegel sind TTL- und PLC-Pegel konfigurierbar:

Tab. 13: TTL- und PLC-Pegelwerte

Modus	High Pegel	Low Pegel
TTL ^{a)}	$> 3,0 \text{ V DC}$	$< 0,5 \text{ V DC}$
PLC	$> 7,5 \text{ V DC}$	$< 2,0 \text{ V DC}$

a) Nicht verfügbar für 1525 und 1935 BRC Motoren

Funktionsbeschreibung

5.3 Konfiguration des digitalen Ausgangs

Der digitale Ausgang kann für folgende Aufgaben konfiguriert werden:

Fehlerausgang¹

- Bei Aktivierung der Strombegrenzung geht der Ausgang auf High Pegel. Die Verzögerung zwischen Aktivierung der Strombegrenzung und Setzen des Ausgangs ist einstellbar.
- Bei Deaktivierung der Strombegrenzung geht der Ausgang auf Low Pegel.

Frequenzausgang

- Mit dem Frequenzausgang kann die tatsächliche Motordrehzahl ermittelt werden. Ein Signal beinhaltet in diesem Beispiel pro Motorumdrehung 6 Impulse.

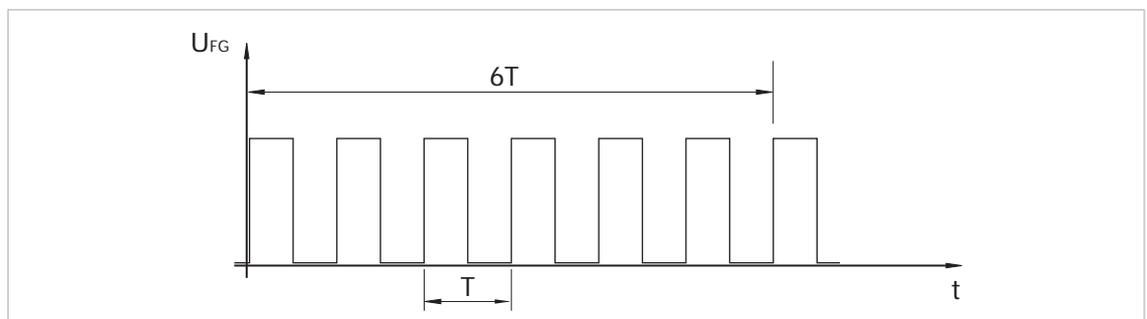


Abb. 17: Signalaufbau des Frequenzausgangs

T Impulsdauer



Um die Flankensteilheit am digitalen Ausgang zu erhöhen, kann ein zusätzlicher externer Pull-Up-Widerstand zugeschaltet werden.

Die maximale Belastbarkeit des digitalen Ausgangs beachten.

Durch die Kopplung des internen Pull-Up-Widerstands (22 k Ω) zwischen FG und der Versorgungsspannung U_P können leitungsgebundene elektromagnetische HF-Störungen das Frequenzsignal verschlechtern. Die Drehzahl und der Drehsinn des Motors werden durch diese HF-Störungen nicht beeinträchtigt.

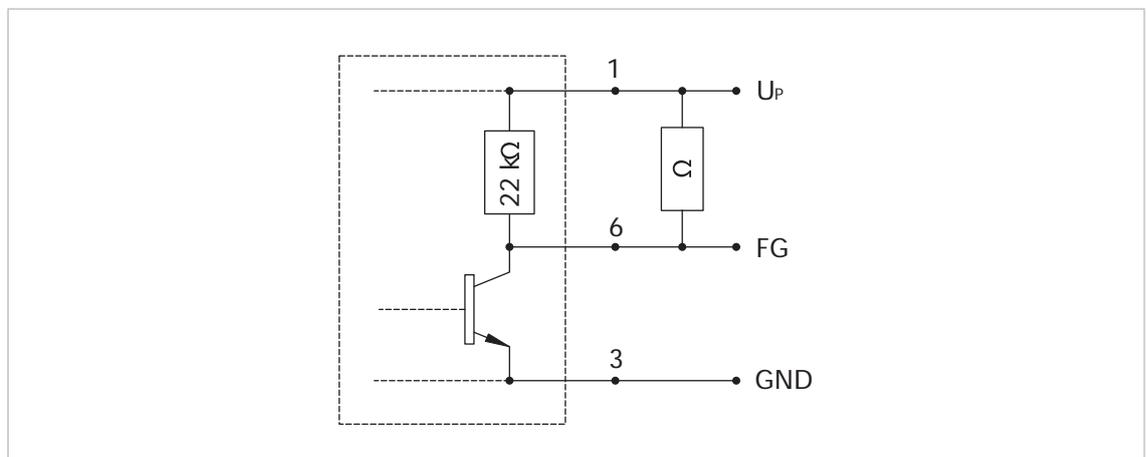


Abb. 18: Zuschaltung eines weiteren Pull-Up-Widerstands

¹ Für BRC-Motoren nicht verfügbar

Funktionsbeschreibung

5.4 Parametereinstellungen

Über die nachfolgend angegebenen Parameter kann der Speed Controller auf die jeweilige Anwendung angepasst werden. Einige der hier angegebenen Parameter wirken nur in bestimmten Konfigurationen oder bei bestimmten Einstellungen.

5.4.1 Strombegrenzungswerte

Für die I²t-Strombegrenzung können der Spitzenstrom (I_{max}) und der Motordauerstrom (I_{cont}) eingestellt werden (siehe Kap. 5.5, S. 36). Die zulässigen Werte sind zu beachten.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Spitzenstrom (I_{max})	Wert für den kurzzeitig zugelassenen Maximalstrom	Motorspezifisch	mA
Motordauerstrom (I_{cont})	Wert für den Dauerstrom, auf den begrenzt wird	Motorspezifisch	mA

Tab. 14: Motorspezifische Werte für Motordauerstrom (I_{cont})^{a)} und Spitzenstrom (I_{max})^{a)}

Motorserie	Motordauerstrom (I_{cont}) ^{a)}	Spitzenstrom (I_{max}) ^{a)}	Einheit
2232S012BX4(S) SC	1 000	2 000	mA
2232S024BX4(S) SC	500	1 000	mA
2250...BX4(S) SCC	900	1 800	mA
3242G012BX4 SC	2 000	4 000	mA
3242G024BX4 SC	1 000	2 000	mA
3242G012BX4 SCDC ^{b)}	1 900	3 800	mA
3242G024BX4 SCDC ^{b)}	1 700	3 400	mA
3268...BX4 SC	1 600	3 200	mA
3268...BX4 SCDC	1 900	3 800	mA
1525U009BRC	640	1 280	mA
1525U012BRC	500	1 000	mA
1525U015BRC	390	780	mA
1935S006BRC	500	1 000	mA
1935S009BRC	400	800	mA
1935S012BRC	330	660	mA
3153K009BRC	2 000	3 500	mA
3153K012BRC	1 600	3 200	mA
3153K024BRC	850	1 700	mA
2610/2622...006B SC	470	950	mA
2610/2622...012B SC	230	470	mA
2214S012 BXT H SC	650	1 300	mA
2214S024 BXT H SC	350	700	mA
3216W012 BXT H SC	1 950	3 900	mA

Funktionsbeschreibung

Motorserie	Motordauerstrom (I_{cont}) ^{a)}	Spitzenstrom (I_{max}) ^{a)}	Einheit
3216W024 BXT H SC	1 000	2 000	mA
4221G024 BXT H SC	2 580	5 160	mA

- a) Je nach Kühlfaktor, Arbeitspunkt und Umgebungstemperatur kann der Strombegrenzungsparameter über den FAULHABER Motion Manager angepasst werden. Die angegebene Werte gelten bei 22 °C Umgebungstemperatur und Nennspannung für Motor und Elektronik.
- b) Parameter können nur werkseitig geändert werden.

5.4.2 Fixdrehzahl

Im Fixdrehzahlbetrieb wird der Drehzahl Sollwert über einen einstellbaren Parameter vorgegeben (siehe Kap. 5.2.1, S. 29).

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Fixdrehzahl (N_{setFix})	Sollwert der Drehzahl im Fixdrehzahlbetrieb	65 535	min ⁻¹

5.4.3 Impulse pro Motorumdrehung

Der digitale Ausgang (FG) lässt sich als Frequenzausgang konfigurieren (siehe Kap. 5.3, S. 31). Die Impulsanzahl pro Umdrehung lässt sich einstellen.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Impulse pro Umdrehung (Pulses)	Anzahl der Impulse pro Umdrehung am digitalen Ausgang	Abhängig vom Gebertyp	1/Umdrehung

Tab. 15: Anzahl der Impulse pro Umdrehung in Abhängigkeit vom Gebersystem

Gebertyp	Mögliche Werte	Einheit
Digitale Hallsensoren, 4-polige Motoren	2, 6	1/Umdrehung
Digitale Hallsensoren, 14-polige Motoren	7, 21	1/Umdrehung
Analoge Hallsensoren, 4-polige Motoren	2, 4, 6, 8, 16, 32	1/Umdrehung
Sensorlosbetrieb, 2-polige Motoren	1, 3, 6	1/Umdrehung

Funktionsbeschreibung

5.4.4 Maximaldrehzahl

Bei Vorgabe eines Drehzahlsollwerts mittels analoger Spannung oder PWM-Signal kann der Drehzahlwert eingestellt werden, der sich bei 10 V DC bzw. bei einem Tastverhältnis von 100% einstellen soll. Somit wird die Maximaldrehzahl der Anwendung angepasst.

Je nach Betriebsart und Motortyp sind unterschiedliche Auflösungen des Maximaldrehzahlwerts und verschiedene Maximalwerte möglich.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Maximaldrehzahlwert (n_{setMax})	Maximaler Drehzahlsollwert bei 10 V bzw. 100 % Tastverhältnis am Drehzahlsollwert-Eingang U_{nsoll}	Motorspezifisch	min^{-1}

Tab. 16: Motorspezifische Werte n_{setMax}

Motorserie	Sensorik	Maximaldrehzahlwert (n_{setMax}) ^{a)}	Einheit
2232...BX4(S) SC	Digital Hall	20 000	min^{-1}
	Analog Hall	20 000	
2250...BX4S SC ^{b)}	Digital Hall	20 000	min^{-1}
2250...BX4 SC	Digital Hall	10 000	min^{-1}
	Analog Hall	20 000	
3242...BX4 SC	Digital Hall	20 000	min^{-1}
	Analog Hall	20 000	
3268...BX4 SC	Digital Hall	10 000	min^{-1}
	Analog Hall	10 000	
1525...BRC	Sensorlos	20 000	min^{-1}
1935...BRC	Sensorlos	20 000	min^{-1}
3153...BRC	Sensorlos	10 000	min^{-1}
2610...B SC	Digital Hall	10 000	min^{-1}
2622...B SC ^{c)}	Digital Hall	10 000	min^{-1}
2214...BXT H SC ^{b)}	Digital Hall	10 000	min^{-1}
3216...BXT H SC ^{b)}	Digital Hall	10 000	min^{-1}
4221...BXT H SC ^{b)}	Digital Hall	10 000	min^{-1}

a) Auslieferungszustand. Der Drehzahlbereich ist abhängig von der maximalen Motorbetriebsspannung.

b) Option analoge Hallsensoren ist in dieser Version nicht verfügbar.

c) Integriertes Getriebe, Details siehe Produktdatenblatt.

Funktionsbeschreibung

5.4.5 Reglerparameter

Die Reglerparameter sind werkseitig voreingestellt. Sie können für spezielle Anwendungen angepasst werden.

Folgende Anforderungen an die Regelung lassen sich identifizieren:

- Steifigkeit der Regelung
- Gleichmäßigkeit der Drehzahl innerhalb einer Umdrehung
- Erlaubte Regelabweichung
- Erlaubte Überschwingung
- Geforderte Stabilitätsreserven

Der Proportionalanteil und der Integralanteil des PI Drehzahlreglers können eingestellt werden.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
V	Proportionalanteil	32 767	Digit
VI	Proportionalanteil mit Integralanteil multipliziert	65 535	Digit

i Wird Parameter V erhöht, während Parameter VI unverändert bleibt, verringert sich der I-Anteil des Reglers. Wenn der I-Anteil unverändert bleiben soll, muss Parameter VI mit dem gleichen Faktor multipliziert werden, wie Parameter V.

5.4.6 Startzeit (nur im Sensorlosbetrieb)

Im Sensorlosbetrieb fährt der Motor über einen Synchronbetrieb an. Die Zeit zwischen dem Umschalten von einem Kommutierungszustand (Phase) auf den nächsten Kommutierungszustand kann auf den angeschlossenen Motor eingestellt werden.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Startzeit (StartTime)	Umschaltzeit zwischen den Phasen im Hochlauf	2 739	ms

5.4.7 Minimaldrehzahl (nur im Sensorlosbetrieb)

Ein stabiler Betrieb des Motors im Sensorlosbetrieb ist erst ab einer bestimmten Drehzahl möglich. Es ist daher sinnvoll eine minimale Solldrehzahl zu definieren. Dieser Wert wird verwendet, auch wenn sich durch andere Parameter oder Drehzahl-Sollwertvorgaben eine niedrigere Drehzahl ergeben würde.

Parameter	Bedeutung	Minimalwert	Einheit
Minimaldrehzahl (n_{setMin})	Mindest-Drehzahlsollwertvorgabe	1	min^{-1}

Funktionsbeschreibung

5.4.8 Delayed Current Error (nur Fehlerausgang)

Dieser Parameter wirkt nur, wenn der digitale Ausgang als Fehlerausgang eingestellt wurde (siehe Kap. 5.3, S. 31). Die Aktivierung des Ausgangs kann dabei verzögert werden. Der Ausgang wird erst nach der von DCE vorgegebenen Zeit aktiviert, auch wenn der Strom bereits begrenzt wird. Dadurch können kurzzeitige Überschreitungen des Grenzstroms ignoriert werden.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Delayed Current Error (DCE)	Verzögerung der Aktivierung des Fehlerausgangs	5 100	ms

5.5 Schutzfunktionen

5.5.1 I²t-Strombegrenzung

Die I²t-Strombegrenzung schützt den Motor vor Überhitzung. Hierbei wird ein thermisches Strommodell aufgestellt, das die Motortemperatur errechnet. Je nach errechneter Temperatur wird auf den Motorstrom Einfluss genommen. Folgende Werte sind für die I²t-Strombegrenzung von Bedeutung:

- Spitzenstrom (I_{\max}):

Solange das thermische Strommodell eine unkritische Temperatur errechnet, wird auf den Spitzenstrom begrenzt.

- Dauerstrom (I_{cont}):

Wenn das thermische Strommodell eine kritische Temperatur errechnet, wird auf den Dauerstrom begrenzt.

Funktionsbeschreibung

Arbeitsweise der I^2t -Strombegrenzung

Im Folgenden wird anhand eines Beispiels die Arbeitsweise der I^2t -Strombegrenzung veranschaulicht.

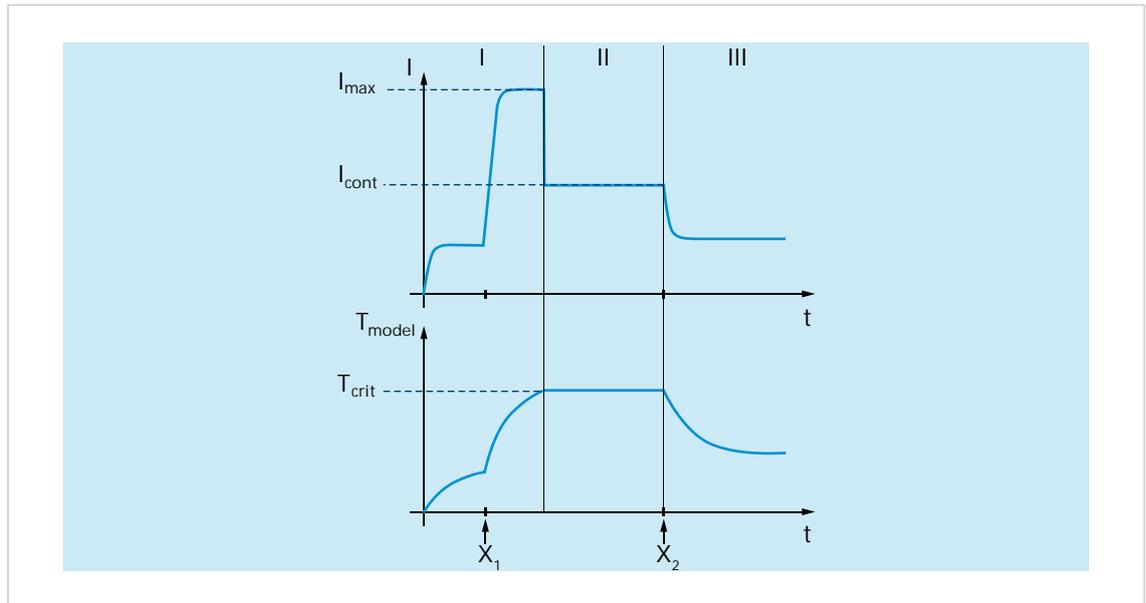


Abb. 19: Beispiel für eine I^2t -Strombegrenzung

Bereich I:

- Beim Start des Motors wird dem Stromregler der Spitzenstrom als Sollwert vorgegeben.
- Mit zunehmender Belastung (X_1) wird der Strom im Motor immer höher, bis der Spitzenstrom (I_{max}) erreicht wird.
- Der Stromregler tritt in Kraft und begrenzt den Strom auf den Spitzenstrom (I_{max}). Parallel dazu wird in einem thermischen Strommodell aus dem fließenden Strom eine Modelltemperatur errechnet.
- Erreicht die berechnete Modelltemperatur einen kritischen Wert (T_{crit}), tritt der Stromregler in Kraft und begrenzt auf den Dauerstrom (I_{cont}).

Bereich II:

- Da in diesem Bereich in Folge der Belastungsänderung (X_1) die errechnete Modelltemperatur die kritische Temperatur (T_{crit}) erreicht wird, regelt der Stromregler auf den Dauerstrom (I_{cont}).

Bereich III:

- In Folge der Belastungsänderung (X_2) wird der Strom im Motor immer geringer. Die errechnete Modelltemperatur liegt unter der kritischen Temperatur (T_{crit}), sodass der Stromregler nicht mehr eingreifen muss.

Funktionsbeschreibung

5.5.2 Übertemperaturabschaltung

Wenn die Temperatur der Elektronik 100 °C überschreitet, wird der Motor deaktiviert.



VORSICHT!

Verletzungsgefahr durch automatischen Start des Motors.

Sobald die Elektronik-Temperatur ca. 95°C unterschreitet, wird der Motor automatisch wieder aktiviert.

- ▶ Geeignete Schutzvorrichtungen anbringen.

5.6 Spannungsausgabe am Motor

Die Leistungsendstufe eines Motors mit Speed Controller arbeitet mit der Pulsweitenmodulation (PWM). Dabei wird bei einer festen PWM-Frequenz das Tastverhältnis zwischen Einschaltzeit und Ausschaltzeit entsprechend des Reglerausgangswerts eingestellt. Da bei der Pulsweitenmodulation die Induktivität des Motors als Stromfilter arbeitet, wird die PWM-Frequenz hoch gewählt (96 kHz bzw. 24 kHz bei BRC-, 32...BXT H- und 42...BXT H-Motoren). Dieses Verfahren ist sehr energieeffizient. Es entsteht eine vergleichsweise geringe Wärmeentwicklung.



Bei kleinem PWM-Tastverhältnis und großer Motorbelastung entsteht kurzzeitig ein hoher Stromfluss. Dadurch entstehen höhere Verluste bzw. eine hohe Wärmeentwicklung.

- ▶ Im Arbeitspunkt ein möglichst großes Tastverhältnis einstellen. Hierbei die benötigte Regelreserve beachten. Ggf. muss hierfür die Motorbetriebsspannung reduziert werden.



Eine Verringerung des Wirkungsgrads am Motor bewirkt, dass der maximal zulässige Strom verringert wird. Damit sinkt auch das maximale Drehmoment.

Bei Einhaltung der zulässigen maximalen Gehäusetemperatur im PWM-Betrieb kann das maximal mögliche Dauerdrehmoment geringer sein als bei einer Vollaussteuerung. Hierbei sinkt der maximal thermisch zulässige Dauerstrom.

6 Inbetriebnahme



VORSICHT!
Gefahr durch heiße Oberflächen.

Je nach Belastung und Umgebungstemperatur kann sich der Motor erhitzen.

- ▶ Motor nach dem Betrieb abkühlen lassen.
- ▶ Kurz nach dem Betrieb des Motors den Motor nur mit Schutzhandschuhen berühren.



VORSICHT!
Verletzungsgefahr durch hervorstehende, rotierende oder bewegte Teile der angetriebenen Mechanik.

- ▶ Geeignete Schutzvorrichtungen anbringen.



HINWEIS!
Beschädigung des Motors und/oder des Speed Controllers durch falsch eingestellte Werte der Steuerungsparameter.

- ▶ Vor der Inbetriebnahme die konfigurierten Parameter der Steuerung prüfen und ggf. anpassen.



HINWEIS!
Schnelles, wiederholtes Umschalten der Drehrichtung des Motors (Reversierbetrieb) kann zu Beschädigungen der Elektronik führen.

- ▶ Speed Controller nicht für den Reversierbetrieb verwenden.



Die Anschlüsse U_p und U_{mot} können über dasselbe Netzgerät versorgt werden.

Sicherstellen, dass die Leistung des Netzgeräts für die Stromversorgung des Speed Controllers und des angeschlossenen Motors ausreichend ist.

Reglerparameter sind bei Auslieferung bereits voreingestellt. Optional kann der Regler für Anwendungen optimiert werden. Der digitale Regler arbeitet hierbei mit einer Abtastrate von 500 μ s. Im Folgenden wird zur Inbetriebnahme des Motors eine Regleroptimierung durchgeführt.

- ✓ Motor ist den Vorgaben entsprechend montiert (siehe Kap. 4, S. 14).
- ✓ Motor ist den Vorgaben entsprechend elektrisch angeschlossen (siehe Kap. 4.2.2, S. 17).
- ✓ Angeschlossene Mechanik ist blockadefrei montiert.
- ✓ Wellenbelastung (axial, radial, Drehmoment) liegt innerhalb der spezifizierten Werte.
 1. Ausgangskonfiguration setzen.
 2. Reglerverstärkung (Proportionalanteil V) erhöhen.
 3. Drehzahlsprung von 1/3 der Maximaldrehzahl auf 2/3 erhöhen.
 4. Drehzahlsprung von 2/3 der Maximaldrehzahl auf 1/3 einstellen und das Motorverhalten beobachten.
 5. Schritte 2 bis 4 wiederholen, bis der Regler instabil wird.
 6. Reglerverstärkung verringern, bis das System wieder stabil ist.

Inbetriebnahme

7. Schritte 2 bis 6 für den Proportional-Integralanteil (VI) wiederholen.
- ↳ Motor ist betriebsbereit.

7 Wartung

7.1 Wartungstätigkeiten

Der Motor ist grundsätzlich wartungsfrei. Je nach Staubanfall müssen die Luftfilter von Schrankgeräten regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf gereinigt werden.

7.2 Störungshilfe

Falls bei bestimmungsgemäßer Verwendung wider Erwarten Fehlfunktionen auftreten, kontaktieren Sie bitte Ihren zuständigen Partner.

8 Zubehör

Folgenden Zubehörteile sind erhältlich:

Artikel	Artikelnummer
Kontaktieradapter	6501.00112
Programmieradapter USB	6501.00096

i Details zur Parametrierung dem Motion Manager Handbuch entnehmen (siehe Kap. 1.2, S. 5).

i Details zur Anschlussreihenfolge dem Produktdatenblatt des Programmieradapters entnehmen.

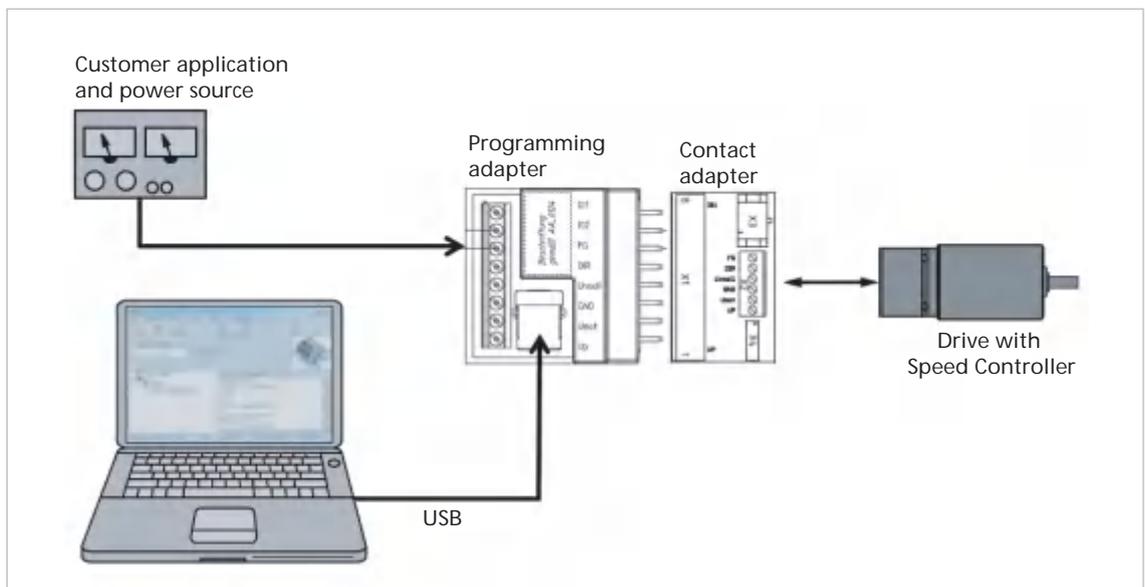


Abb. 20: Aufbau mit Programmieradapter und Kontaktieradapter

i Informationen zu weiteren Zubehörteilen können dem Hauptkatalog entnommen werden.

9 Gewährleistung

Produkte der Firma Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG werden nach modernsten Fertigungsmethoden hergestellt und unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Alle Verkäufe und Lieferungen erfolgen ausschließlich auf Grundlage unserer allgemeinen Geschäfts- und Lieferbedingungen, die über die FAULHABER Homepage www.faulhaber.com/agb eingesehen und heruntergeladen werden können.

