MCD+

Schrittmotor Kompakt-Endstufe für Wandmontage

MANUAL 2101-A008 DE

phytron
Extreme. Precision. Positioning.

MCD+

Schrittmotor-Kompaktendstufe

Version	Inhalt
8	Änderung der Eingangsbeschaltung: Eingang und $\overline{\text{Eingang}}$

© 2015

Alle Rechte bei:

Phytron GmbH

Industriestraße 12

82194 Gröbenzell, Deutschland

Tel.: +49(0)8142/503-0

Fax: +49(0)8142/503-190

Alle Angaben in diesem Handbuch erfolgen nach bestem Wissen, aber ohne Gewähr. Wir behalten uns im Interesse unserer Kunden vor, Verbesserungen und Berichtigungen an Hardware, Software und Dokumentation jeder Zeit ohne Ankündigung vorzunehmen.

Für Anregungen und Kritik sind wir dankbar.

E-Mail-Adresse: doku@phytron.de

Den aktuellsten Stand des Handbuchs finden Sie im Internet unter www.phytron.de.

Inhaltsverzeichnis

1 MCD+ 4
1.1 Kurzer Überblick 4
1.2 Lieferumfang 6
1.3 Signalstecker X3 7
1.4 ServiceBus-Stecker X4 und X5 8
1.5 Betriebsarten 8
1.5.1 Kodierschalter-Modus 9
1.5.2 ServiceBus-Modus 10
1.5.3 Busbetrieb exklusiv 11
1.6 LED-Anzeigen 11
2 Tabelle Technische Daten 12
3 Vor der Installation zu beachten 15
3.1 Qualifiziertes Personal 15
3.2 Sicherheitshinweise 15
3.3 Auswahl der Schutzmaßnahme für den Betrieb der Endstufe 16
3.4 Inbetriebnahme der MCD 17
3.4.1 Für den Kodierschalter-Modus 17
3.4.2 Für den ServiceBus-Modus 18
4 Abmessungen und Montage 19
5 Netzteil 20
5.1 Isolationsübersicht 21
6 Motoranschluss 22
6.1 Motorstecker 23
6.2 Schirmung 23
6.3 Anschlussarten 24
6.4 Motorkabel 25
7 Eingänge und Fehlerausgang 26
7.1 Eingänge 26
7.1.1 Gegentakt- oder OC-Ansteuerung 27
7.1.2 Logik-Pegel 24 V oder 5 V 27
7.1.3 Eingang Takt 28
7.1.4 Eingang Drehrichtung 29
7.1.5 Eingang Boost 29
7.1.6 Eingang Aktivieren 29
7.1.7 Eingang Reset 30
7.2 Fehlerausgang 30
8 Kodierschalter 32
8.1 Kodierschalter-Modus 32
8.2 ServiceBus-Modus 34
8.2.1 USB-RS485-Konverter 35
8.2.2 USB-Treiber-Installation 36
9 Konfiguration der Busverbindung 37
9.1 Busverbindung 37
9.2 Betriebsparameter 38
9.2.1 Sonderparameter 42
9.2.2 Beispiele 43
Anhang A: Technik im Detail 45
A1 Voll-/Halb-/Fein-/Microschritt 45
A2 Boost 47
A3 Overdrive Funktion 48
A4 Laufstromüberhöhungszeit 50
A5 Stromformung CS 51
Anhang B 52
B1 Garantie 52
B2 Geschützte Warenzeichen 52
B3 ESD-Schutzmaßnahmen 52
Anhang C: Einbauerklärung 53
Stichwortverzeichnis 54

1 MCD+

In diesem Kapitel finden Sie eine Beschreibung der Endstufe MCD+ 93-70.

1.1 Kurzer Überblick

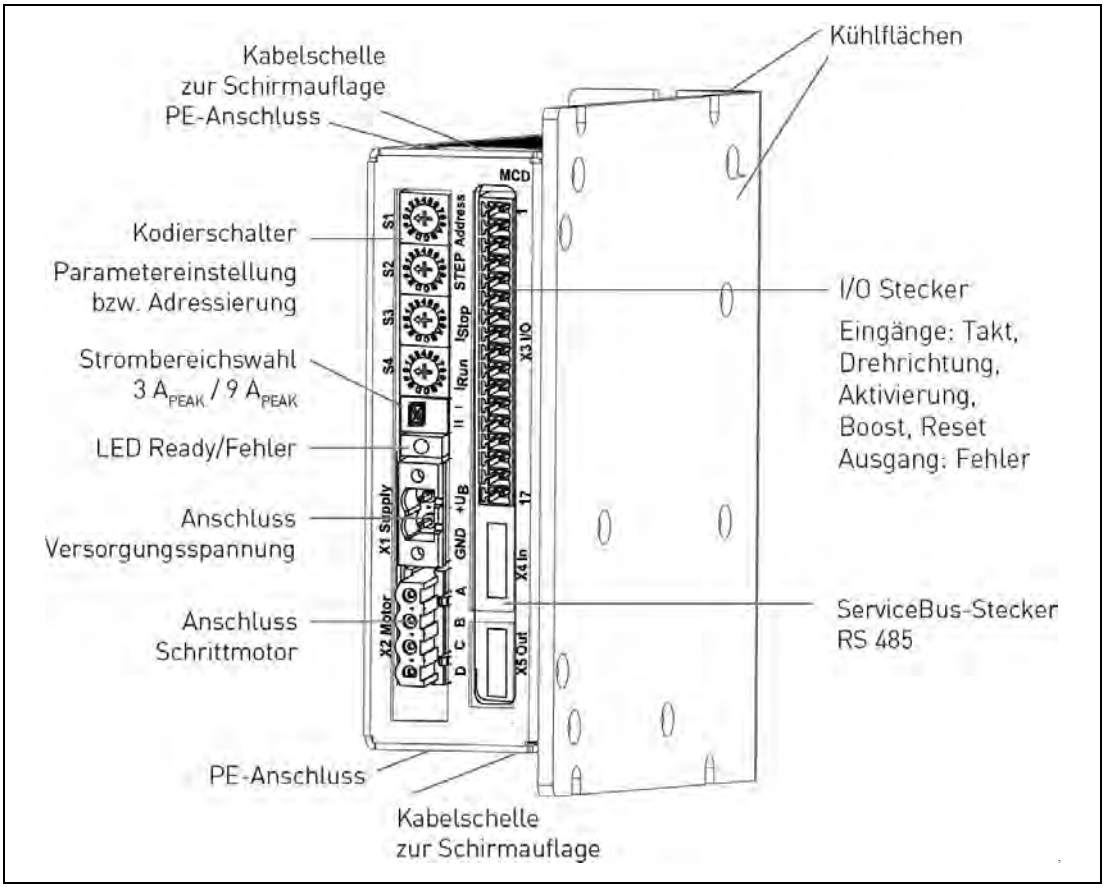

Abb. 1: Bedienelemente

Ministep-Kompaktendstufe für 2-Phasen-Schrittmotoren

Die MCD Endstufen werden zur bipolaren Ansteuerung von Zweiphasen-Schrittmotoren eingesetzt. Bei der Endstufe MCD kommt phytrons bewährte Schrittmotor-Endstufen-Technologie mit erneut verbesserter 4-Quadranten-Präzisions-Stromregelung zum Einsatz.

Die Betriebsparameter – Lauf- und Stoppströme, Schrittauflösung, Vorzugsdrehrichtung und Laufstromüberhöhungszeit – können entweder per Kodierschalter oder ServiceBus eingestellt werden.

Der ServiceBus ermöglicht die Konfiguration und Programmierung vom PC aus mit der Software ServiceBus-Comm® für Windows®.

Im Kodierschalter-Modus ist die Schrittauflösung wie folgt einstellbar:
Vollschritt, Halbschritt, 1/4-, 1/5-, 1/8-, 1/10- und 1/20-Schritt.

Im ServiceBus-Modus können weitere Schrittauflösungen bis 1/512 Schritt eingestellt werden.

Die Overdrive-Funktion, eine dynamische Boostfunktion, wird bei höheren Frequenzen automatisch zugeschaltet. Das Ergebnis ist ein höheres Drehmoment bei mittleren und hohen Drehzahlen.
Im ServiceBus-Modus kann die Stromformungs-Funktion (CS= Current Shaping) zur Anpassung des Phasenstromverlaufs zugeschalten werden.

Motorströme von 0.3 bis 9 A_{Peak}

Kodierschalter-Modus:
Lauf- und Stoppstrom können unabhängig voneinander eingestellt werden. Mit dem Drehschalter, Strombereichswahl' kann zwischen 2 Bereichen umgeschaltet werden:
Bereich I: von 0.3 bis 3 A_{Peak} (0.2 bis 1.6 A_{eff}, 100 mA-Schritte)
Bereich II: von 1.1 bis 9 A_{Peak} (0.6 bis 5.0 A_{eff}, 300 mA-Schritte)

ServiceBus-Modus:
Die Phasenströme können in 100 mA-Schritten eingestellt werden.

Versorgungsspannung DC

Zur Versorgung kann eine Gleichspannung von 24 bis 70 V_{DC} angeschlossen werden.

Eingänge

2 Möglichkeiten der Eingangspegel: Die MCD Endstufe kann je nach Verdrahtung mit 5 V oder 24 V angesteuert werden.

Die Eingänge Takt, Drehrichtung, Boost, Aktivieren und Reset sind für Gegentakt- oder Open-Collector-Ansteuerung ausgelegt. Die Eingänge sind durch Optokoppler galvanisch von der Versorgungsspannung der MCD getrennt.

ServiceBus

Durch den Busanschluss bieten sich u. a. folgende Möglichkeiten:

- Programmierung der Endstufenparameter:
  z. B. Lauf-, Stopp- und Booststrom,
  Schrittauflösung,
  Vorzugsdrehrichtung und Laufstromüberhöhungszeit, etc.
- Konfiguration per Software über 4-Draht-RS485-Bus,
  optoentkoppelt von der Motorstromversorgung
- Parameterspeicher zur permanenten Speicherung von benutzerdefinierten Einstellungen im EPROM der Endstufe
- Zu- bzw. Abschalten der Funktionen Overdrive und Current Shaping

Mit der Software ServiceBus–Comm® kann die Endstufe schnell und einfach programmiert werden (Siehe Manual ServiceBus–Comm®).

Montagefreundlich und EMV-gerecht

- Vario-Flachgehäuse für Wand- oder Hutschienenmontage
- EMV- Metallgehäuse (Edelstahl- und Aluminium), Schirmauflageklemmen und PE-Schrauben oben und unten
- Interner EMV-Filter und Motorfilter für die Versorgungsspannung
- Montagefreundliche Schraub-Steckanschlüsse
- Befestigungswinkel für verschiedene Einbaupositionen

1.2 Lieferumfang

Die MCD ist in folgenden Varianten lieferbar (#: Artikelnummer):

- Endstufe MCD für Tragschienenmontage mit Gegensteckern X1 bis X3 #10017754
- Endstufe MCD für Wandmontage mit Gegensteckern X1 bis X3 #10017755

Zubehör:

- Manual MCD
- Phytron CD mit der Software ServiceBus-Comm®
- Manual ServiceBus-Comm®

Als optionales Zubehör ist erhältlich:

- Hutschienenmontagesatz #10007882
- ServiceBus-Kabel (A-A Verbindung) 20 cm #10006857
- ServiceBus-Kabel (A-A Verbindung) 100 cm #10006880
- phytron USB-RS485-Konverter #10012292 (Kap. 8.2.1)
- USB-Kabel (A-B Verbindung) 200 cm #10006881
- Verbindungskabel RS422/485-A 200 cm #10007255
- Netzteil SPH240-4805-W (5 A, 48 V) für Wandmontage #10015426
- Netzteil SPH240-4805-H (5 A, 48 V) für Hutschienenmontage #10015427
- Netzteil SPH240-2410-W (10 A, 24 V) für Wandmontage #10015394
- Netzteil SPH240-2410-H (10 A, 24 V) für Hutschienenmontage #10015320
- Gegensteckersatz X1 bis X3 #10007287:

Stecker	Polzahl	Gegenstecker Phoenix	Artikelnummer
X1	2	MSTB2,5/2-STF-5,08	#02005267
X2	4	IC 2,5/4-ST-5,08	#10005390
X3	17	MC 1,5/17-ST-3,5	#10006319

1.3 Signalstecker X3

Die Endstufe kann wahlweise mit 5 V oder 24 V Eingangsspannung betrieben werden. Für beide Eingangsspannungen sind unterschiedliche Anschlusspins vorhanden.

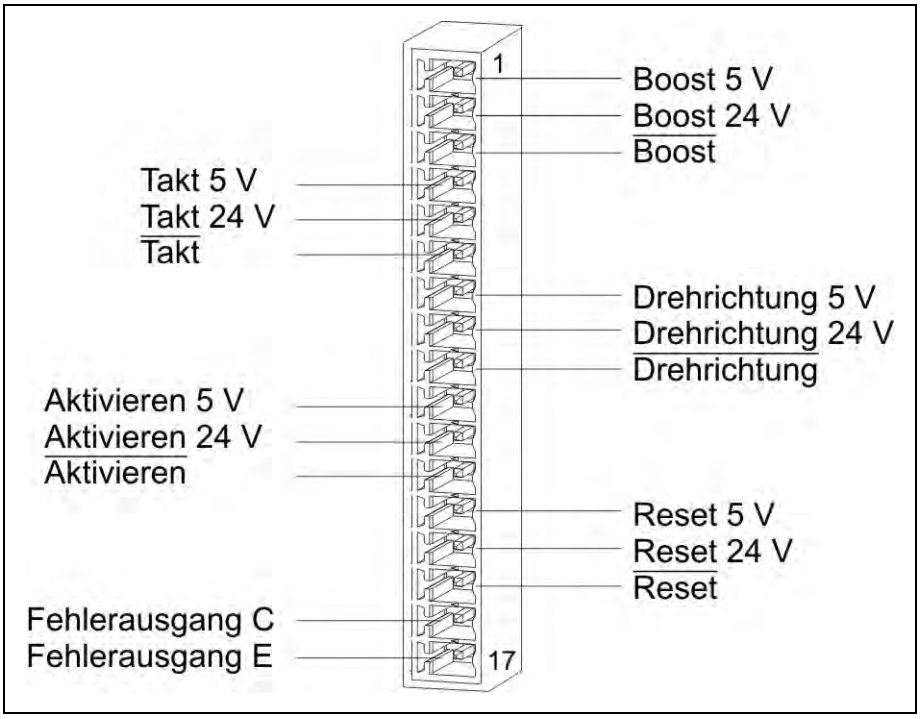

Abb. 2: 17pol. Phoenix Combicon Stecker MC 1,5/ 17-G-3,5

Beachten Sie die unterschiedlichen Anschlusspins am Signalstecker X3!
Das Betreiben eines 5 V Eingangs mit 24 V Spannung kann zu Beschädigungen führen. Siehe auch Kap. 7.1.

1.4 ServiceBus-Stecker X4 und X5

Die Endstufen MCD werden an den 4pol. ServiceBus-Steckern im ServiceBus-Modus mit dem A-A-Verbindungskabel miteinander verbunden. Siehe auch Kap. 8.2: Anschluss im ServiceBus-Modus.

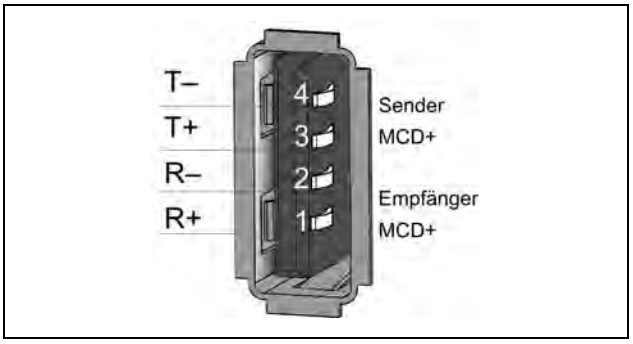

Abb. 3: 4pol ServiceBus-Stecker IN: X4 (DIN IEC 61076-3-107)

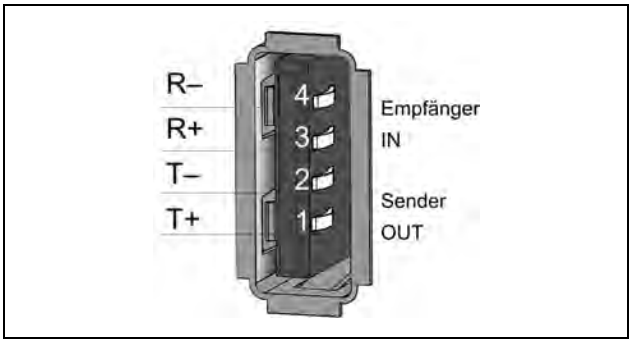

Abb. 4: 4pol ServiceBus-Stecker OUT: X5 (DIN IEC 61076-3-107)

1.5 Betriebsarten

Mit den 4 Kodierschaltern an der Frontseite kann die Betriebsart der MCD festgelegt werden:

Abb. 5: 16stufiger Kodierschalter: Einstellung 0...F

Betriebsart: Kodierschalter-Modus

Phasenströme, Schrittauflösung, Vorzugsdrehrichtung und Geräteadresse werden mit den Kodierschaltern $I_{Run,}$ $I_{Stop,}$ STEP und Address eingestellt.

Der Kodierschalter-Modus ist gewählt, wenn die Kodierschalter **S1, S2, S3 und S4 nicht** in Position ‚0' sind.

Betriebsart: ServiceBus-Modus

Sämtliche Einstellungen werden am PC mit der phytron software ServiceBus–Comm® getätigt.

Sind die Kodierschalter **S2, S3 und S4** in Position ‚0', wird die MCD im ServiceBus-Modus betrieben. Der Kodierschalter **S1** dient zum Einstellen der Geräteadresse.

Wichtig: Jede Adresse darf nur einmal vergeben werden!

Hinweis:
Ist **nur ein** Kodierschalter (S2, S3 oder S4) im ServiceBus-Modus auf die Position ‚0' gestellt, wird die MCD in den Deaktivieren-Zustand gesetzt.

Betriebsart: Busbetrieb exklusiv

Diese Betriebart ist eine Spezial-Einstellung des ServiceBus-Modus für sicheren Betrieb. Im Busbetrieb exklusiv werden sämtliche Einstellungen an den Kodierschaltern ignoriert.

Wichtig:
- Im Kodierschalter-Modus werden die Einstellungen der Kodierschalter erst nach einem Resetsignal übernommen.
- Auch im Kodierschalter-Modus können mit ServiceBus-Comm® Einstellungen in der Endstufe geändert werden. Nach Reset (und nur dann) werden die Einstellungen der Kodierschalter gelesen.

1.5.1 Kodierschalter-Modus

Mit den vier Kodierschaltern an der Frontseite können Lauf- und Stoppstrom (I_{Run}, I_{Stop}), Schrittauflösung und Vorzugsdrehrichtung (STEP) in 15 Stellungen (1 ... F), die Geräteadresse (Address) in 16 Stellungen (0 ... F) eingestellt werden.

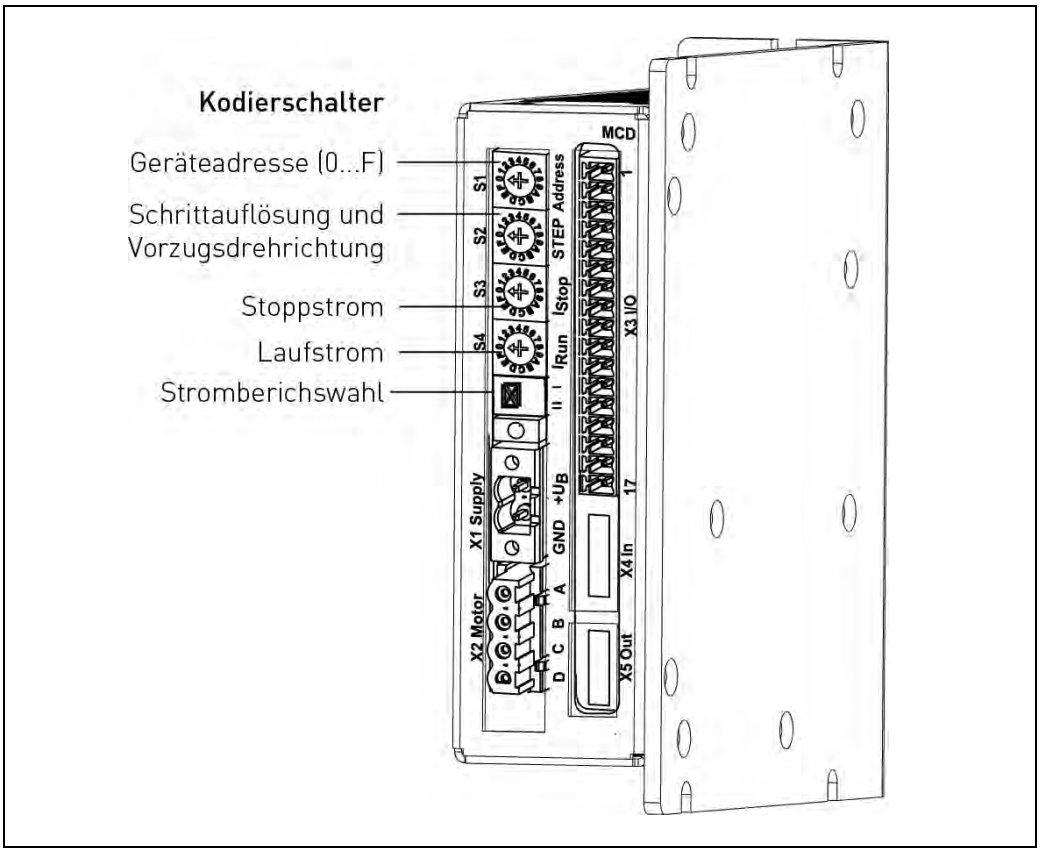

Abb. 6: Parametereinstellung im Kodierschalter-Modus

Mit dem Drehschalter, Strombereichswahl' wird im Kodierschalter-Modus zwischen 2 Bereichen (**I** oder **II**) umgeschaltet:

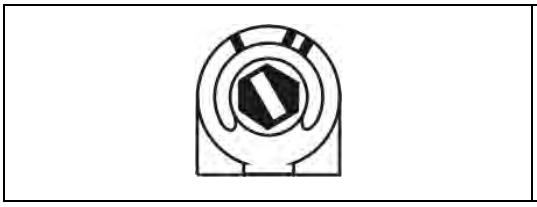

Abb. 7: Bereich **I**:
max. 1.6 A_{eff} in 0.1 A Schritten

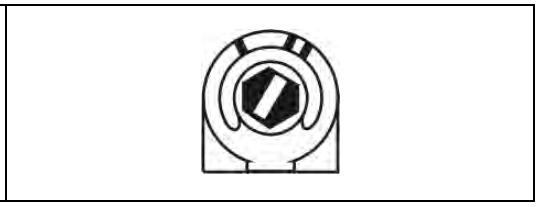

Abb. 8: Bereich **II**:
max. 5 A_{eff} in 0.3 A Schritten

Hinweis:
Die Schalterstellungen dürfen geändert werden, wenn

- die Baugruppe vom Netz getrennt ist oder
- die Endstufe deaktiviert ist. Jedoch muss nach dem Ändern der Kodierschalterstellung die Endstufe mit einem Reset zurückgesetzt werden.

1.5.2 ServiceBus-Modus

Der ServiceBus-Modus wird nur aktiviert, wenn alle drei Kodierschalter S2, S3 und S4 auf **‚0'** eingestellt sind. Der Kodierschalter S1 dient zum Einstellen der Geräteadresse (0 ... F).
Wichtig: Jede Adresse darf nur einmal vergeben werden!

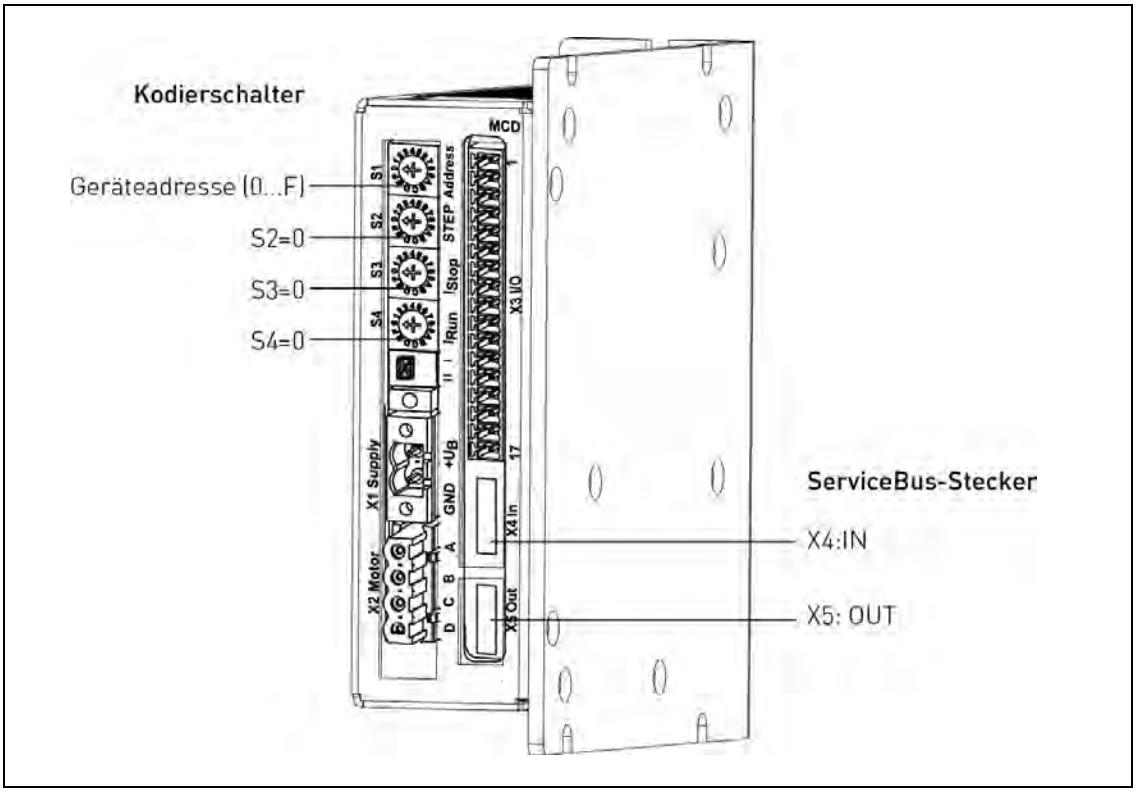

Abb. 9: ServiceBus-Modus

Der ServiceBus-Modus ermöglicht die Konfiguration und Einstellung vom PC aus mit der Software ServiceBus–Comm® für Windows®.

Dabei können u.a. die Schrittauflösung (bis 1/512 Schritt), die Laufstromüberhöhungszeit und die Phasenströme (in 100mA-Schritten) programmiert werden.

Die Einstellung der Betriebsparameter erfolgt bedingungslos, d.h. zur Übernahme der eingestellten Werte ist **kein** Reset erforderlich.
Ausnahme: Die Einstellung der Schrittauflösung muss mit einem Reset quittiert werden!

1.5.3 Busbetrieb exklusiv

Der Busbetrieb exklusiv garantiert eine sichere Bedienung im ServiceBus-Modus. Ist die Endstufe im ServiceBus-Modus mit ServiceBus–Comm® auf Busbetrieb exklusiv eingestellt, werden sämtliche Einstellungen an den Kodierschaltern ignoriert.

1.6 LED-Anzeigen

Zweifarbendiode leuchtet	**Bedeutung**	
grün	Ready	LED leuchtet dauernd: Die MCD Endstufe ist betriebsbereit und aktiviert. LED blinkt im Sekundentakt (0.5 Hz): Endstufe ist deaktiviert.
rot	Fault	Fehler in der MCD : **Überstrom/Kurzschluss:** LED leuchtet dauernd **Unterspannung/Überspannung:** LED blinkt im Sekundentakt (0.5 Hz) **Übertemperatur:** Schnelles Blinken der LED (2 Hz)

2 Tabelle Technische Daten

<table>
<tr><th colspan="3">Technische Daten</th></tr>
<tr><td>Schrittmotor</td><td colspan="2">2-Phasen-Schrittmotoren in 4-, 6- oder 8-Leiter-Ausführung
Wicklungswiderstand zwischen 0.1 und 10 Ohm
Wicklungsinduktivität einer Motorphase 0.5 bis 10 mH</td></tr>
<tr><td>Schrittauflösung
Kodierschalter-Modus</td><td colspan="2">Die Einstellung erfolgt per Kodierschalter:
1/1, 1/2, 1/4, 1/5, 1/8, 1/10, 1/20 eines Vollschritts.</td></tr>
<tr><td>ServiceBus-Modus</td><td colspan="2">Die Schrittauflösung ist programmierbar:
1/1, 1/2, 1/4, 1/5, 1/8, 1/10, 1/16, 1/20, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256, 1/512 eines Vollschritts.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Phasenströme
Kodierschalter-Modus</td><td colspan="2">Laufstrom und Stoppstrom können unabhängig voneinander über Kodierschalter eingestellt werden.
Mit dem Drehschalter STROMBEREICHSWAHL (I und II) kann der Lauf- und Stoppstrom zwischen 2 Bereichen umgeschalten werden.
Einstellungen bei Auslieferung des Gerätes:
Drehschalter: I (= kleiner Bereich)
Alle Kodierschalter: ‚0’</td></tr>
<tr><td colspan="2">Drehschalterstellung</td></tr>
<tr><td>
Stellung I
Lauf- und Stoppstrom</td><td>
Stellung II
Lauf- und Stoppstrom</td></tr>
<tr><td>0.2 bis 1.6 A_{eff} (ohne Boost)
in 0.1 A Schritten
0.3 bis 2.1 A_{eff} (mit Boost)
0.4 bis 3 A_{Peak}</td><td>0.6 bis 5 A_{eff} (ohne Boost)
in 0.3 A Schritten
0.8 bis 6.3 A_{eff} (mit Boost)
1.1 bis 9 A_{Peak}</td></tr>
<tr><td>ServiceBus-Modus</td><td colspan="2">Laufstrom und Stoppstrom sind unabhängig voneinander programmierbar.
Programmierbare Werte: 0.1 bis 5 A_{eff} in 0.1 A Schritten.</td></tr>
<tr><td>Leitungsquerschnitt
Motorkabel</td><td colspan="2">Empfohlen werden mindestens 1.0 mm² bei maximalem Strom.</td></tr>
<tr><td>Versorgungsspannung</td><td colspan="2">Ungeregelte, gesiebte Gleichspannung von 24 bis 70 V_{DC}
Nennspannung 70 VDC
Der Versorgungstransformator muss zwischen Netz- und Sekundärseite doppelt oder verstärkt isoliert sein.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Technische Daten</th></tr>
<tr><td>Fehlermeldung</td><td colspan="3">Versorgungsspannung < 20 V_{DC} oder > 85 V_{DC}
Übertemperatur (T > 85° C)
Überstrom, Kurzschluss
Die Endstufe wird bei einem Fehler abgeschaltet.</td></tr>
<tr><td>Montage</td><td colspan="3">Mit den Befestigungswinkeln kann die MCD an der Wand befestigt werden. Vertikaler Einbau (Beschriftung lesbar) wird wegen der besseren Wärmeabfuhr empfohlen.
Tragschienenmontage: Ein Hutschienenclip (35 mm gem. EN550022) ist an der Rückseite angebracht.</td></tr>
<tr><td>Gewicht</td><td colspan="3">560 g</td></tr>
<tr><td>Stecker am Versorgungs-spannungskabel X1</td><td colspan="3">Phoenix Combicon Stecker, Typ MSTB 2,5/2-STF-5,08</td></tr>
<tr><td>Stecker am Motorkabel X2</td><td colspan="3">Phoenix Combicon Stecker, Typ IC 2,5/4-ST-5,08</td></tr>
<tr><td>Stecker am I/O-Kabel X3</td><td colspan="3">17-pol. Phoenix Mini Combic. Stecker,
Typ MC 1,5/17-ST-3,5</td></tr>
<tr><td>Stecker an X4: IN</td><td colspan="3">4-pol. ServiceBus-Stecker, Typ DIN IEC 61076-3-107</td></tr>
<tr><td>Stecker an X5: OUT</td><td colspan="3">4-pol. ServiceBus-Stecker, Typ DIN IEC 61076-3-107</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Eingänge</td><td colspan="3">Die Eingänge sind optoentkoppelt.
Ansteuerung über Gegentakttreiber oder Open Collector
Eingangspegel 5 V oder 24 V</td></tr>
<tr><td>Signalpegel</td><td>5 V</td><td>24 V</td></tr>
<tr><td>High</td><td>2.5 – 5.5 V</td><td>20 – 30 V</td></tr>
<tr><td>Low</td><td>< 0.4 V</td><td>< 3 V</td></tr>
<tr><td>Notwendiger Treiberstrom</td><td colspan="2">min. 10 mA</td></tr>
<tr><td colspan="3">Maximale Taktfrequenz: 500 kHz
Impulsbreite mindestens 1 µs
Mit der steigenden Flanke des Taktsignals wird der Schritt ausgeführt.</td></tr>
<tr><td>Takt</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Drehrichtung</td><td colspan="3">Ist der Optokoppler bestromt, dreht der Motor entgegen der gewählten Vorzugsdrehrichtung.
Das Drehrichtungssignal darf mindestens 1 µs vor der steigenden Flanke und 4 µs nach der fallenden Flanke des Taktsignals nicht geändert werden!</td></tr>
</table>

Technische Daten		
Boost	Im Kodierschalter-Modus gilt: Ist der Optokoppler bestromt, wird der Lauf- und Stoppstrom um 30% heraufgesetzt. Im ServiceBus-Modus wird der programmierte Wert übernommen.	
Aktivieren	Ist der Optokoppler bestromt, ist die Endstufe betriebsbereit.	
Reset	Wird der Eingangs-Optokoppler bestromt, werden alle Fehlermeldungen zurückgesetzt und die Überwachungs-schaltungen initialisiert.	
Ausgang	Optoentkoppelt, Typ Open-Collector I_{max} = 20 mA, U_{max} = 30 V, P_{total} = 300 mW UCE_{sat} bei 20 mA < 1 V	
Fehler	Der Ausgang öffnet bei einer Fehlermeldung: Kurzschluss, Überspannung, Übertemperatur, Unterspannung, Über-strom. Gleichzeitig wird der Antrieb deaktiviert, um Schäden zu vermeiden.	
Zulässige Umgebungs-temperatur	Betrieb: 4 bis 40 °C *) Lagerung: –25 bis +55 °C Transport: –25 bis +55 °C *) Bei höheren Betriebstemperaturen wird eine zusätzliche Kühlung empfohlen.	
Normen	EN 50178	Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln Verschmutzungsgrad 2 ist einzuhalten
	EN 61000-6-2 (EN 55011)	Störfestigkeit Klasse A
	EN 61000-6-3 (EN 55022)	Störaussendung Klasse B Im Bereich von 0.15 bis 1 MHz ist ein Netzfilter mit einer Einfügedämpfung von 20 dB (z.B. Corcom 5VR1) notwendig. **Hinweis:** Bei Verwendung des phytron Netzgerätes PS 5 ist kein Netzfilter erforderlich.
	EN 61000-6-4	Störaussendung Klasse A
	EN 61000-3-2	Elektromagnetische Verträglichkeit
Mindestabstände	Die MCD sollte in vertikaler Lage, in der die Beschriftung lesbar ist, eingebaut werden, dass Konvektion möglich ist. Mindestabstand zu benachbarten Geräten: 30 mm Mindestfreiraum über und unter der MCD: 100 mm Platzbedarf für Steckverbinder und Kabel: ca. 30 mm an der Frontseite der MCD	

3 Vor der Installation zu beachten

Lesen Sie vor Einbau und Inbetriebnahme des Gerätes dieses Manual gründlich durch. Beachten Sie die Sicherheitshinweise im folgenden Kapitel.

3.1 Qualifiziertes Personal

Projektierung, Inbetriebnahme und Wartung darf nur durch entsprechend geschultes Fachpersonal erfolgen. Dieses Personal muss in der Lage sein, Gefahren zu erkennen, die durch mechanische, elektrische oder elektronische Geräte und Ausrüstungen verursacht werden können.

WARNUNG !

Durch nicht ausreichend qualifiziertes Personal können schwere Schäden an Maschine und Antrieben, oder sogar Personenschäden verursacht werden!

3.2 Sicherheitshinweise

1. Betreiben Sie die MCD gemäß Schutzmaßnahmen in Kap. 3.3.

2. Der Stecker Versorgungsspannung X1 muss am Gerät mit den dafür vorgesehenen Schrauben fixiert werden.

3. Um gefährliche Berührungsspannung (50 V_{AC} und 120 V_{DC}) selbst bei einem Isolationsfehler im Transformator zu vermeiden, muss der Versorgungs-transformator zwischen Netz- und Sekundärseite doppelt oder verstärkt isoliert sein.

4. Sollten Sie das Gerät öffnen, beachten Sie:
   Bis zu 3 Minuten nach Abschalten der Spannungsversorgung können im Gerät noch gefährlich hohe Spannungen vorhanden sein.

5. **Vorsicht mit dem Schrittmotor-Stecker X2 am Gerät und mit der Kupplung am Motorkabel.**
   Sobald die MCD mit Spannung versorgt ist, führen diese Teile die volle Motorspannung, auch bei nicht angeschlossenem Motor.

6. Schalten Sie immer die Spannungsversorgung aus, bevor Sie Anschlüsse am Gerät herstellen oder lösen.
   Insbesondere gilt:
   Niemals einen Motorstecker unter Spannung ziehen!
   Gefahr durch Lichtbogen.

7. Die maximale Spannung an den Signaleingängen und -ausgängen (I/O-Stecker X3) darf 5 V_{DC} bzw. 24 V_{DC} nicht überschreiten.

Beachten Sie die unterschiedlichen Anschlusspins am Signalstecker X3! Das Betreiben eines 5 V Eingangs mit 24 V Spannung kann zu Beschädigungen führen!

8. Freischalten am Eingang Aktivieren oder mit dem Eingang Reset ist keine sichere Trennung im Not-Aus-Fall.
   Zum sicheren Abschalten des Antriebs muss die Spannungsversorgung unterbrochen werden.

9. Geräte, die zur Steuerung oder Kommunikation an die Endstufe MCD angeschlossen werden, müssen eine verstärkte oder doppelte Isolierung aufweisen.

10. Die Oberfläche des Geräts kann im Betrieb stellenweise bis zu 85 °C heiß werden. Verbrennungsgefahr bei Berühren!

3.3 Auswahl der Schutzmaßnahme für den Betrieb der Endstufe

Die MCD muss mit der Schutzmaßnahme PELV gem. VDE 0100 betrieben werden. Baugruppe und Motorgehäuse müssen geerdet und/oder an 0 V angeschlossen sein.

Zur Erfüllung der Schutzmaßnahme PELV sind folgende Varianten möglich:

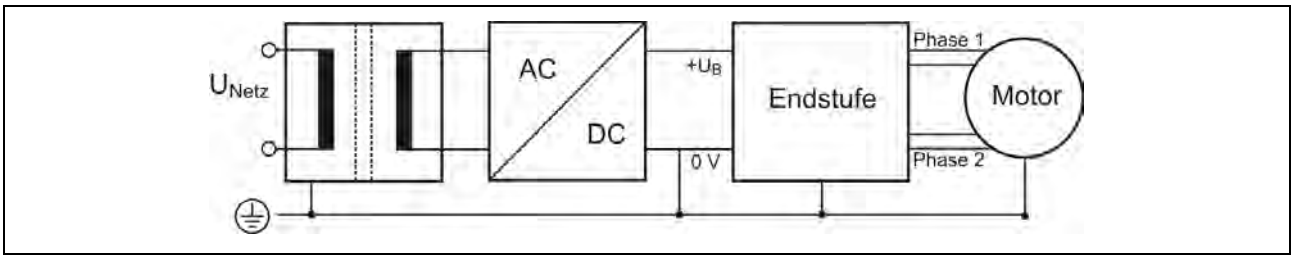

Abb. 10: PELV – Erdung: alles

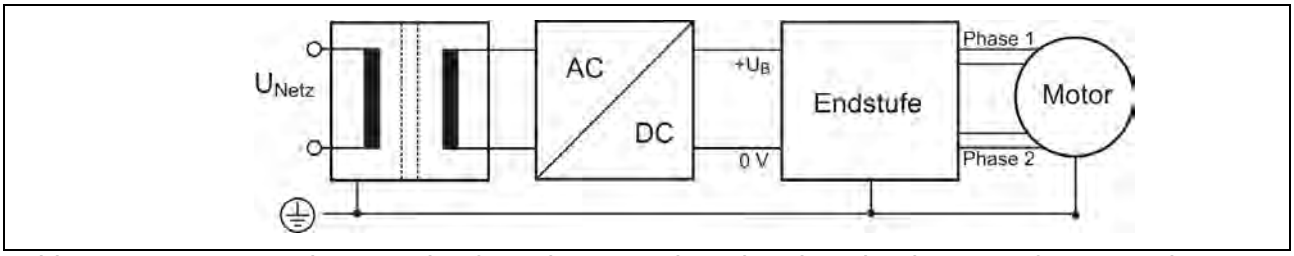

Abb. 11: PELV – Erdung: Endstufe und Motor. Die Sekundärseite des Transformators (SELV-Einspeisung) muss nicht geerdet werden, weil die Betriebsmittel geerdet sind.

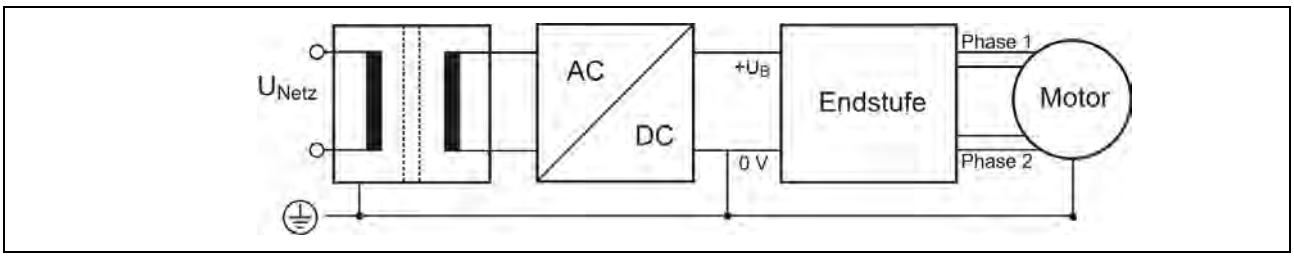

Abb. 12: PELV – Erdung: 0 V und Motor

Besitzt der Motor keine PE-Klemme, so **muss** zur Erfüllung der Schutzmaßnahme PELV die ‚0 V-Leitung' geerdet werden (Abb. 13 und Abb. 14):

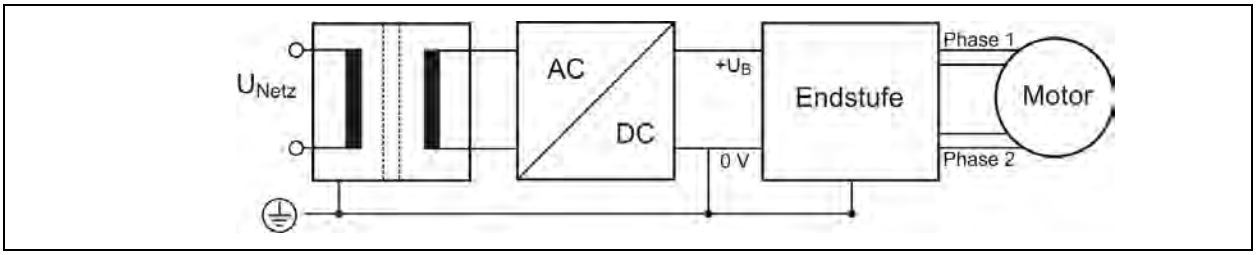

Abb. 13: PELV – Erdung: 0 V und Endstufe

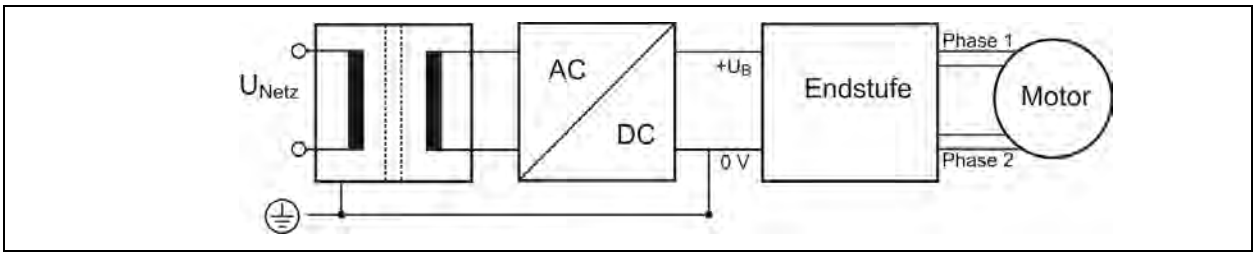

Abb. 14: PELV – Erdung: 0 V

Zur Anwendung der Schutzmaßnahme PELV darf $+U_B$ bei trockener Umgebung 70 V_{DC} oder 50 V_{AC} nicht überschreiten (Umgebungsbedingung 3 gemäß IEC 61201).

Der Versorgungstransformator muss zwischen Netz- und Sekundärseite doppelt oder verstärkt isoliert sein (gem. EN 61558).

Es dürfen nur Motoren eingesetzt werden, die nach EN 60034-1 (500 V_{AC}/1 Minute) geprüft sind.

3.4 Inbetriebnahme der MCD

3.4.1 Für den Kodierschalter-Modus

Folgende Reihenfolge ist bei der Inbetriebnahme der MCD einzuhalten:

1. Die MCD ist gemäß Schutzmaßnahmen in Kap. 3.3. zu verbinden.
2. Der **17-polige Phönixstecker** (MC1,5/(17-ST-3,5)) ist mit den gewünschten Leitungen zu belegen und an der MCD einzustecken (Siehe Abb. 2: Gegenstecker (MC1,5/17-G-3,5) der MCD).
3. Der **Motor** ist an die MCD anzuschließen. Verwenden Sie hierzu den Phönixstecker mit der Bezeichnung: IC2,5/4-ST-5,08. Der entsprechende Gegenstecker (IC2,5/4-G-5,08) befindet sich auf der Frontseite der MCD. Beachten Sie hierzu Kapitel 6.1 bis 6.4.
4. Einstellen der Kodierschalter für den **Kodierschalter-Modus**:
   Für die Einstellung der Kodierschalter steht eine Tabelle in Kap. 8 zur Verfügung.

- Stellen Sie den **Kodierschalter I_{Run}** auf den gewünschten Laufstrom ein. Der Phasenstrom sollte den maximal zulässigen Strom des Motors nicht übersteigen.
- Der Stoppstrom wird am **Kodierschalter I_{Stop}** eingestellt.
  In der Regel empfiehlt sich folgende Einstellung:
  Stoppstrom = 50 % des Laufstroms.
- Am **Kodierschalter STEP** stellen Sie die gewünschte Schritteinstellung und Vorzugsdrehrichtung ein.
- Schließen Sie an die Eingänge Takt und Aktivieren die Eingangssignale.

5. Die **Versorgungsspannung** an die MCD **anschließen**. Der Anschluss erfolgt über einen zweipoligen Phönixstecker (Steckerbezeichnung: MSTB2,5/STF-5,08).
   Den entsprechenden Gegenstecker (MSTB2,5/2-GF-5,08) finden Sie auf der Frontseite der MCD. (Siehe Kap. 5)
6. **Schalten** Sie die **Versorgungsspannung** der MCD **ein**.
   Die MCD ist für Spannungen von 24 bis 70 V ausgelegt. Die Nennspannung beträgt 70 V. Sobald die MCD mit Spannung versorgt wird, und kein Fehler vorliegt, leuchtet die grüne LED.

3.4.2 Für den ServiceBus-Modus

Folgende Reihenfolge ist bei der Inbetriebnahme der MCD einzuhalten:

1. bis 3. siehe Kap. 3.4.1

4. Einstellen der Kodierschalter für den **ServiceBus-Modus**:
   - Stellen Sie die **Kodierschalter S2, S3 und S4** auf die **Position 0.**
   - Stellen Sie den **Kodierschalter S1** auf gewünschte **Geräteadresse (0...F)**
   - Verwendung des **USB-RS485-Konverters**:
     Installieren Sie den USB-Treiber von der mitgelieferten phytron CD. Nach erfolgreicher Installation verbinden Sie einen USB-Port am PC mit dem USB-Eingang des USB-RS485-Konverters (Kabeltyp A-B). Stellen Sie dann eine Verbindung zwischen dem USB-RS485-Konverter zur MCD-Endstufe (Buchse X4) (A-A-Verbindung der 4pol. ServiceBus-Stecker) her.
   - Verwendung einer **RS422/RS485-Schnittstelle**:
     Verbinden Sie den PC mit der ersten MCD (X4) mit einem passenden ServiceBus-Kabel. Anschließend stellen Sie eine Verbindung zwischen dem Bus-Ausgang der MCD (X5) und der nächsten MCD her (Siehe Abb.29). Fahren Sie fort, bis alle MCD im Busbetrieb verbunden sind.
   - Schließen Sie an die Eingänge Takt und Aktivieren die Eingangssignale.

5. und 6. siehe Kap. 3.4.1

4 Abmessungen und Montage

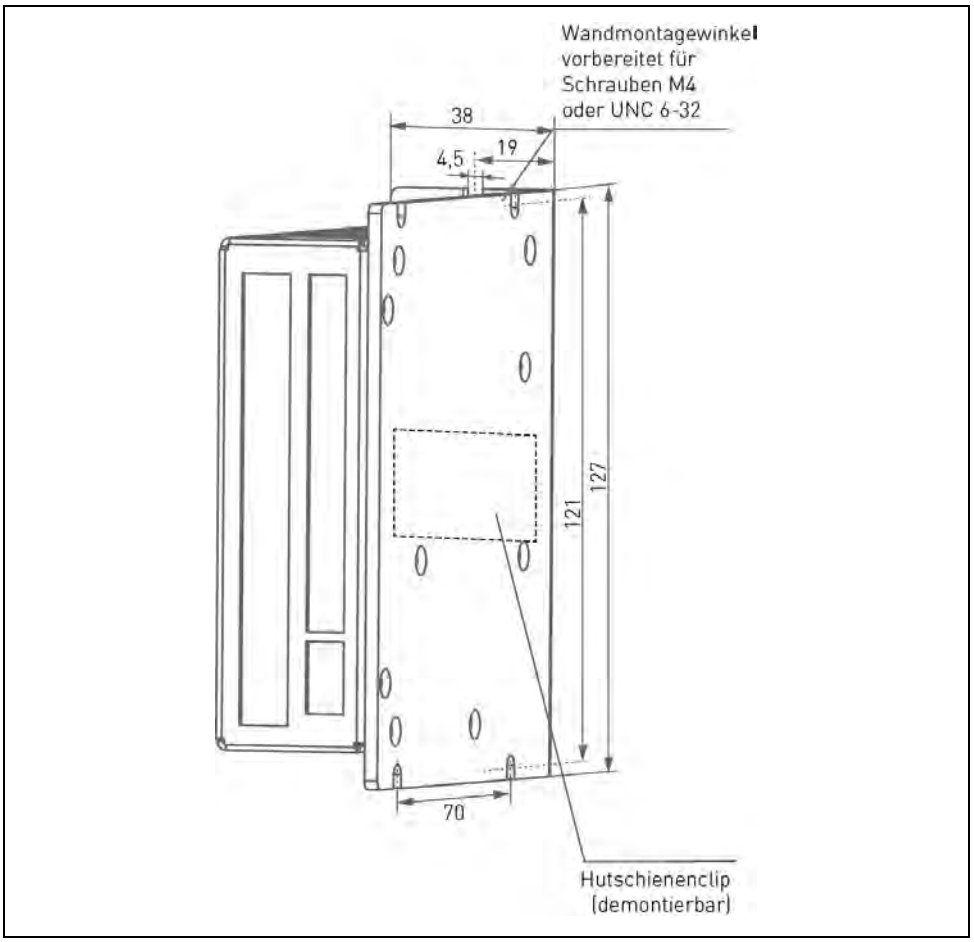

Abb. 15: Abmessungen in mm

Einbauhinweis

Die MCD sollte so eingebaut werden, dass die Luftzirkulation nicht behindert wird. Vertikaler Einbau wird wegen der besseren Wärmeabfuhr empfohlen:

Mindestabstand zu benachbarten Geräten: 30 mm
Mindestfreiraum über und unter der MCD: 100 mm
Platzbedarf für Steckverbinder und Kabel: ca. 30 mm an der Frontseite der MCD

Wandmontage

Die MCD ist für unterschiedliche Montagepositionen konzipiert.
An der seitlichen Kühlfläche kann die MCD mit vier Schrauben M4 oder UNC 6-32 befestigt werden, an der Rückseite mit zwei Schrauben (siehe Abb.15).

Hutschienenmontage

Ein Hutschienenclip für Tragschienenmontage ist an der Rückseite angebracht.
Achtung: zulässige Schrauben zur Befestigung: M3 x 8

5 Netzteil

Die MCD Endstufe wird mit einer ungeregelten, gesiebten Gleichspannung von 24 bis 70 V_{DC} betrieben.

Zulässiger Spannungsbereich: 24 bis 70 V_{DC}

Nennspannung: 70 V_{DC}

Die Spannung darf nicht unter 20 V fallen oder über 85 V steigen, auch nicht für eine sehr kurze Zeit (> 1 msec). Die MCD Endstufe erkennt Spannungen unter 20 V und über 85 V als Fehler.

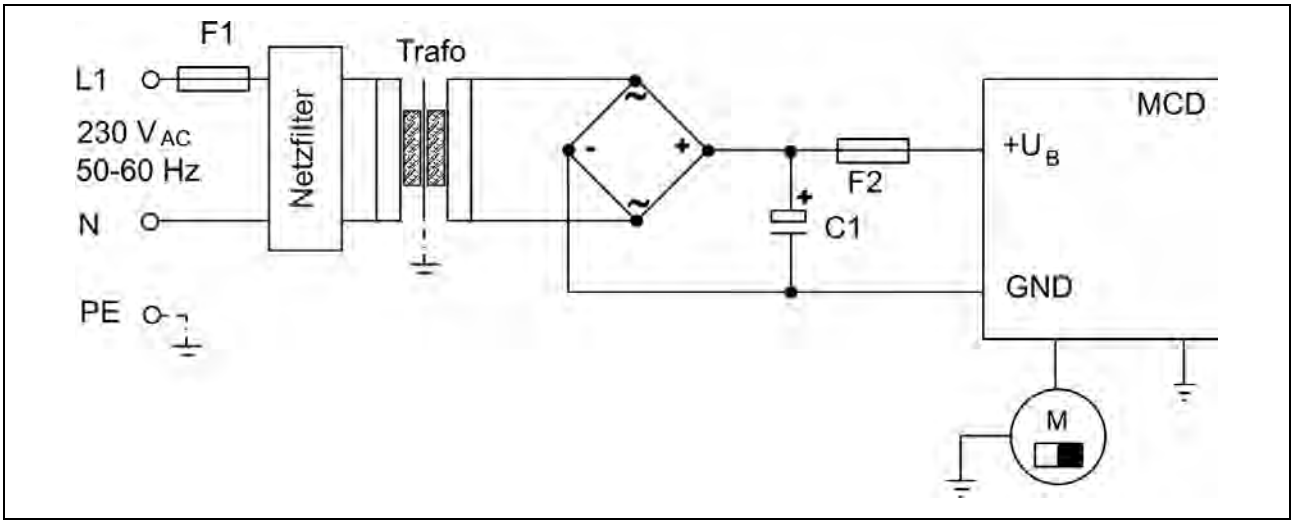

Abb. 16: Netzteil für Spannungsversorgung der MCD

Bei Dimensionierung und Anschluss der Spannungsversorgung sollte folgendes beachtet werden:

- **Der Transformator muss mit verstärkter bzw. doppelter Isolation ausgeführt sein.**
- Die Dimensionierung der Sicherung F2 hängt vom eingestellten Phasenstrom und der Motorlast ab:

  Empfohlene Werte:

Phasenstrom	Sicherung
<= 1 A	T2A
2 A	T4A
3 A	T6A
4 A	T8A
5 A	T10A
>= 6 A	T12A

- Für den Stützkondensator C1 gilt als Richtwert: 1000 µF pro 1 Ampere Phasenstrom
- Für die Gleichspannungsversorgung ist eine geschirmte Leitung zu verwenden.

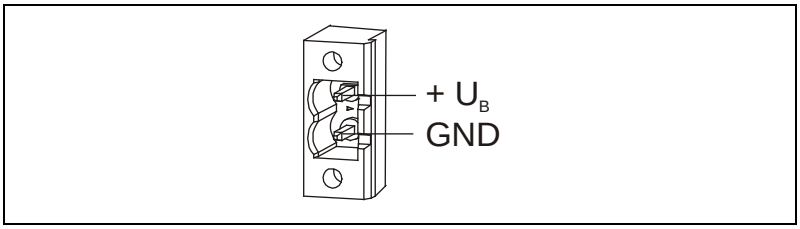

Abb. 17: 2pol. Phoenix Stecker MSTB 2,5/2-GF-5,08 X1

Achtung: Die MCD ist **nicht** vor Schäden durch Verpolung geschützt!

5.1 Isolationsübersicht

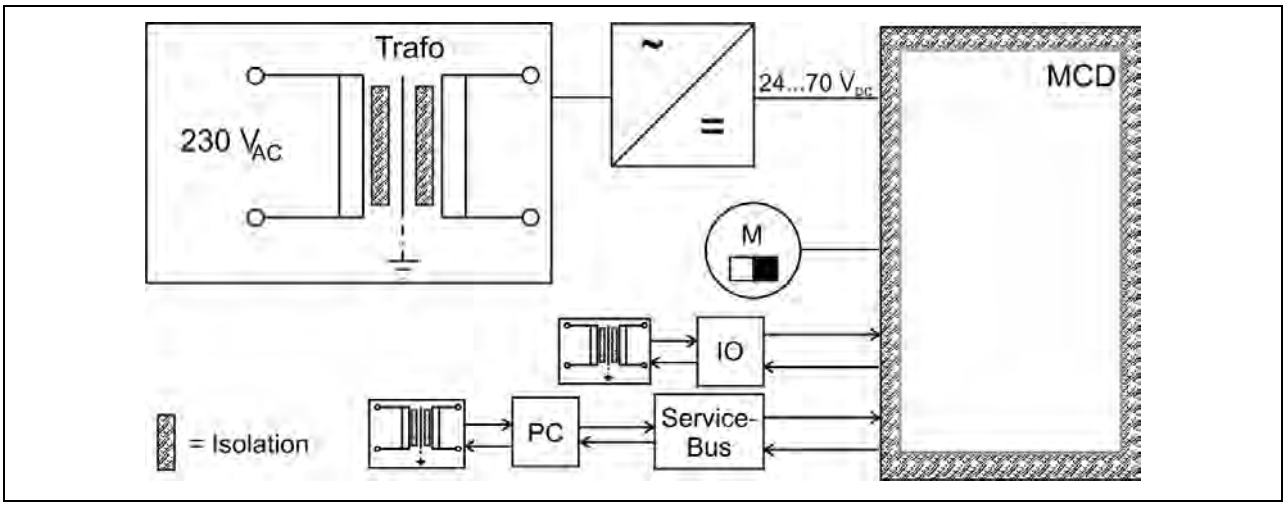

Abb. 18: Isolation MCD

Die Endstufe MCD muss gemäß Schutzmaßnahme PELV betrieben werden. Der Versorgungstransformator muss zwischen Netz- und Sekundärseite mit verstärkter oder doppelter Isolation verwendet werden.

Die Isolation der MCD wird den Anforderungen einer Basisisolation für Nicht-Netzstromkreise für Spannungen bis zu 141 V gemäß EN 50178 gerecht.
Das Gerät wurde gemäß EN 50178 für Verschmutzungsgrad 2 ausgelegt.
Die IO-Signale am Stecker X3 sind optoentkoppelt und bieten eine sichere Trennung für Stehstoßspannungen bis zu 800 V_{DC}.
Die RS485-Signale an den ServiceBus-Steckern X4 und X5 werden durch einen separaten DC/DC-Wandler galvanisch von der Motorspannung getrennt (Spannungsfestigkeit 1000 V_{DC}).

Geräte, die zur Steuerung oder Kommunikation an die Endstufe MCD angeschlossen werden, müssen nach EN 50178 eine verstärkte oder doppelte Isolierung aufweisen.

6 Motoranschluss

Im folgenden Kapitel wird der Anschluss eines 2-Phasen-Schrittmotors in 4-, 6-, oder 8-Leiter-Ausführung beschrieben.

Mit Schrittmotor-Endstufen vom Typ MCD können Schrittmotoren mit 0.3 bis 9 A_{Peak} Phasenstrom angesteuert werden.

Der Wicklungswiderstand des Schrittmotors sollte mehr als 0.1 Ω und weniger als 10 Ω betragen.

Die Wicklungsinduktivität einer Motorphase muss im Bereich von 0.5 bis 10 mH liegen.

Für Schrittmotoren in 8-Leiter-Ausführung gibt es zwei Anschlussarten: mit parallel-geschalteten Wicklungen (1) oder mit seriell verdrahteten Wicklungen (2).

Bei 6-Leiter-Schrittmotoren wird Anschlussart (3) mit seriell verdrahteten Wicklungen empfohlen.

Ist Anschlussart (3) wegen der Bauart des Motors nicht möglich, kann der Motor auch mit zwei Wicklungen entsprechend Anschlussart (5) betrieben werden.

Achtung:

5-Leiter-Schrittmotoren dürfen **nicht** mit MCD-Endstufen angesteuert werden. Der Anschluss von 5-Leiter-Schrittmotoren **kann die Endstufe zerstören**.

Motorzeitkonstante τ:

Für die elektrische Motorzeitkonstante τ gilt: $\tau = \frac{L}{R}$

Bei einer Parallelschaltung ist die Gesamtinduktivität L_{ges} gleich der Wicklungsinduktivität, da es sich hier um verkettete Induktivitäten handelt.
Für die serielle Schaltung gilt L_{ges}= 4 x L.

Somit ergibt sich die gleiche Motorzeitkonstante τ für die serielle als auch parallele Schaltung:

Beschaltung	**seriell**	**parallel**
Widerstand R_{ges}	**2 x R**	$\frac{R}{2}$
Induktivität L_{ges}	**4 x L**	**L**
Motorzeitkonstante τ	$\tau_{seriell} = \frac{4 \times L}{2 \times R} = \frac{2 \times L}{R}$	$\tau_{parallel} = \frac{L}{R/2} = \frac{2 \times L}{R}$

6.1 Motorstecker

Die Abbildung zeigt den Anschluss eines phytron-Zweiphasen-Schrittmotors in 4-Leiter-Ausführung mit parallel geschalteten Wicklungen:

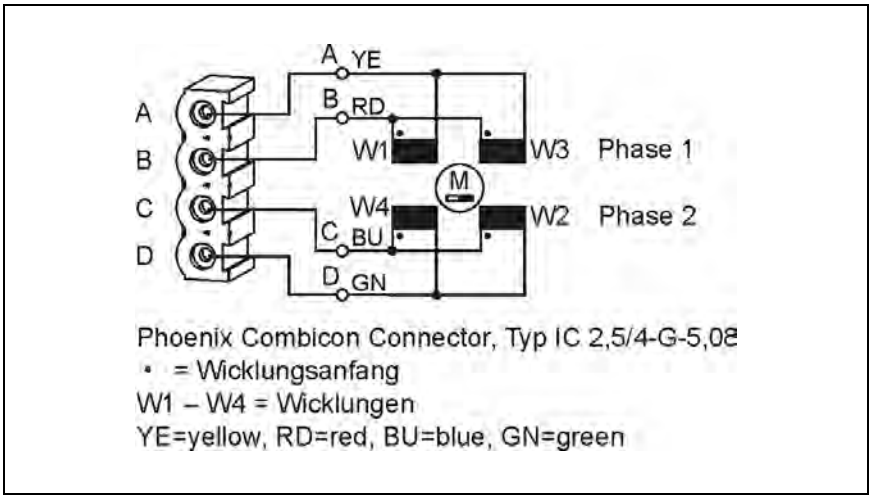

Abb. 19: Steckerbelegung Motorstecker X2

Achtung: Niemals einen Motorstecker unter Spannung ziehen!
Gefahr durch Lichtbogen!

6.2 Schirmung

Um Störeinflüsse auf benachbarte elektronische Geräte und Steuerleitungen zu reduzieren, sollten nur abgeschirmte Kabel verwendet werden.

Der Motor ist über den zentralen Erdungspunkt zu erden.

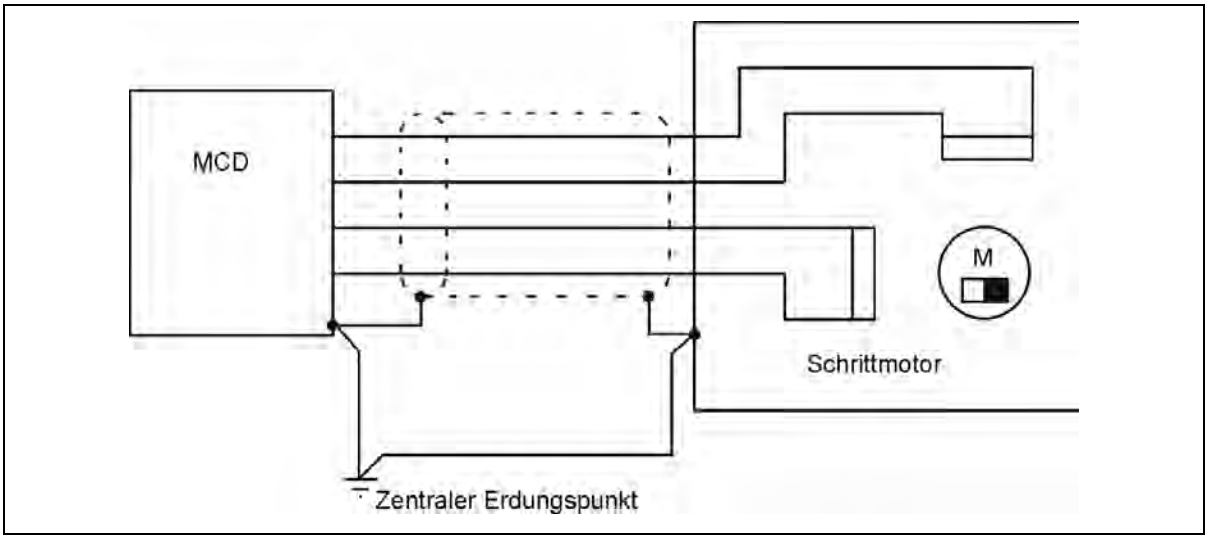

Abb. 20: Schirmung der Motorzuleitungen

6.3 Anschlussarten

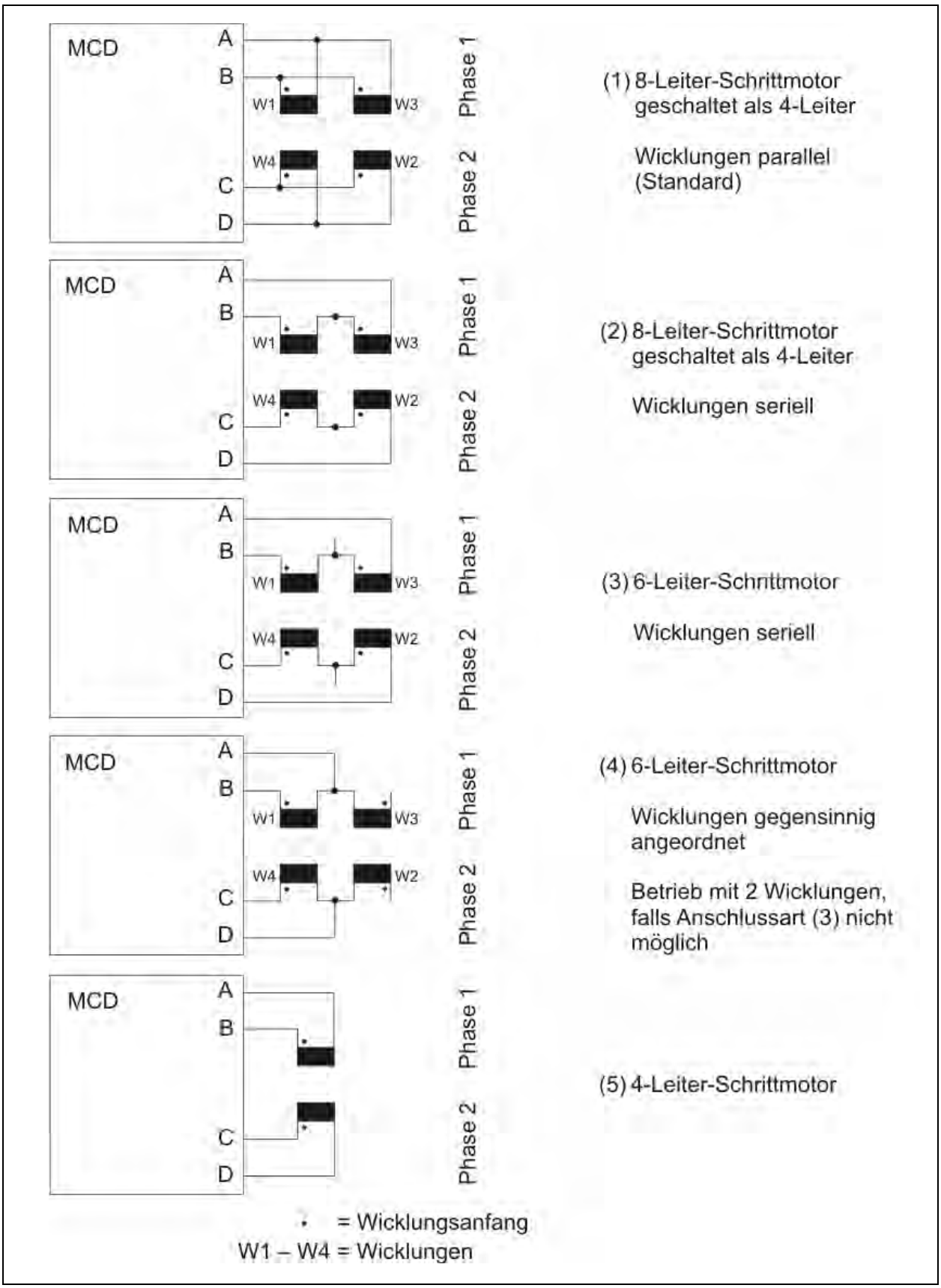

Abb. 21: Anschlussarten für 4-, 6- und 8-Leiter- Schrittmotoren

6.4 Motorkabel

Der Schrittmotor sollte mit einem 5-adrigen Kabel mit Abschirmgeflecht angeschlossen werden. Die Kabelverbindung von der Endstufe zum Motor muss durchgehend sein. Aus EMV Gründen empfehlen wir, ein möglichst kurzes Motorkabel zu verwenden.
Siehe Kap. 6.1 und 6.2.

Der PE-Leiter (grün/gelb) des Motorkabels wird mit der Erdungsschraube neben dem Motorstecker der MCD verbunden. An der Motorseite muss der PE-Leiter mit der Erdungsschraube des Motors verbunden werden (falls vorhanden).

Zum EMV-gerechten Anschluss ist es wichtig, das Abschirmgeflecht leitend mit dem Gehäuse der Endstufe zu verbinden. Hierfür sind die Kabelschellen an der oberen und unteren Seite der MCD vorgesehen.

Das Abschirmgeflecht muss über eine EMV-Kabelverschraubung großflächig mit dem Motorgehäuse verbunden werden. Sämtliche Teile des Motorgehäuses müssen unter einander leitend verbunden sein. An der Motorseite empfehlen wir, spezielle EMV-Kabelverschraubungen zu verwenden.

Bei Motoren ohne geeignete Kabelverschraubung muss der Kabelschirm möglichst nahe an den Motor herangeführt werden und auf PE aufgelegt werden.

Achtung:
Nicht benötigte Motorleitungen (z.B. bei Anschlussart 3 oder 4) einzeln isolieren!

Motorkabel:

Motorkabellänge	**Min. Leitungsquerschnitt für Phasenströme**	
	bis 3 A_{eff}	**von 3 bis 6.3 A_{eff}**
bis 10 m	1.0 mm^2	1.0 mm^2
10 m bis 25 m	1.0 mm^2	1.5 mm^2
25 m bis 50 m	1.5 mm^2	2.5 mm^2

Zuleitung zwischen MCD und Netzteil:

Wir empfehlen, ein möglichst kurzes, geschirmtes Kabel (< 1 m) zu verwenden:

Min. Leitungsquerschnitt für Phasenströme	
bis 3 A_{eff}	**von 3 bis 6.3 A_{eff}**
1.0 mm^2	1.5 mm^2

7 Eingänge und Fehlerausgang

Der I/O-Stecker X3 dient zum Anschluss von Signaleingängen und –ausgängen.

Achtung:
Überprüfen Sie, ob die MCD mit dem Eingangspegel 5 V oder 24 V angesteuert werden soll!
Das Betreiben eines 5 V Eingangs mit 24 V Spannung kann zu Beschädigungen führen!

Wichtig: Im ServiceBus-Modus kann die Logik der Eingänge Takt (LT), Drehrichtung (LD), Boost (LB) und Aktivieren (LA) invertiert (HIGH aktiv oder LOW aktiv) werden. Die Logik des Eingangs Reset kann nicht parametriert werden und bleibt unverändert (immer HIGH aktiv).

7.1 Eingänge

Für die Eingangssignale (Takt, Boost, Drehrichtung, Reset, Aktivieren) sind je 3 Anschlusspins vorhanden. Damit stehen für 5 V und 24 V getrennte Eingänge zur Verfügung.
Die Signale sind aktiv, wenn Strom durch den Optokoppler fließt. Die Ansteuerung über Gegentakttreiber ist besonders störsicher, da hier immer ein Strom fließt. Besonders bei langen Leitungen sollte diese Ansteuerungsart bevorzugt werden.

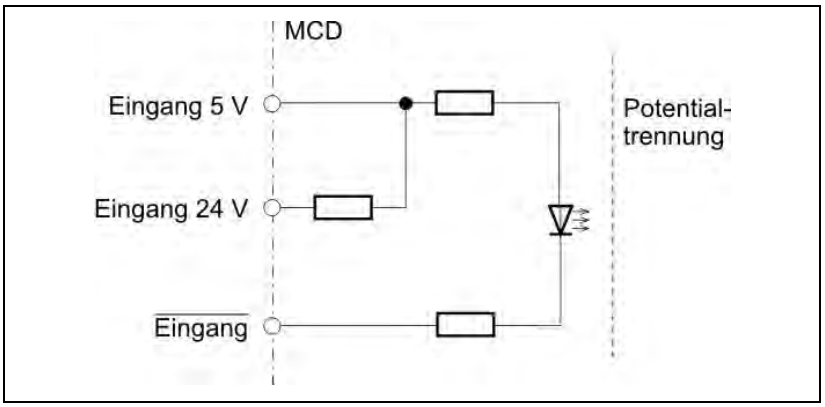

Abb. 22: Eingangsschaltbild

7.1.1 Gegentakt- oder OC-Ansteuerung

Vorzugsweise sollten die Eingänge der MCD mit Gegentakttreibern angesteuert werden. Diese Schaltung bietet eine hohe Störsicherheit.

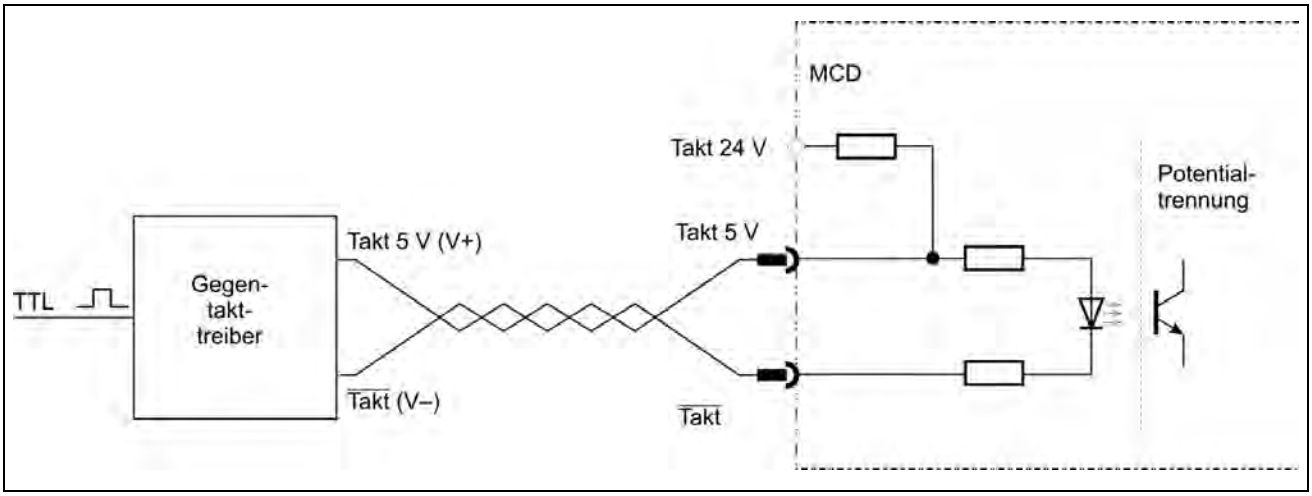

Abb. 23: Gegentaktansteuerung

Alternativ ist aber auch eine Ansteuerung über Open-Collector möglich.

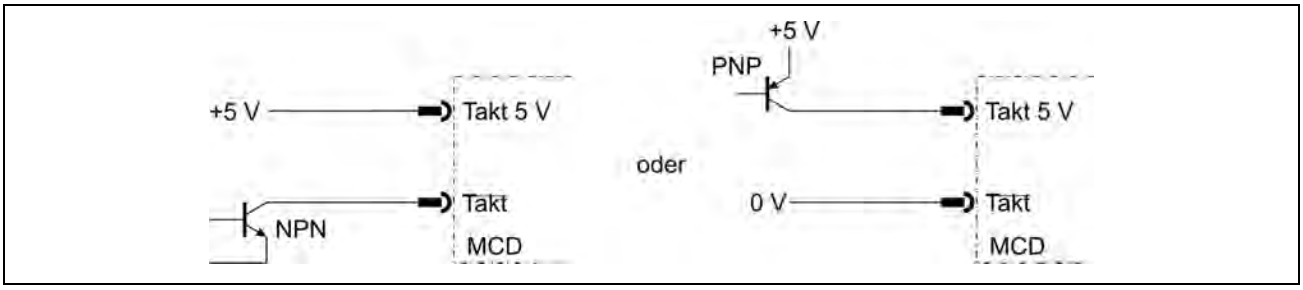

Abb. 24: Open-Collector-Ansteuerung

7.1.2 Logik-Pegel 24 V oder 5 V

MCD Endstufen können je nach Anschluss mit 5 V oder 24 V Eingangspegel angesteuert werden.

Je nach Eingangspegel ergeben sich unterschiedliche Werte:

Signalpegel	**5 V**	**24 V**
High	2.5 – 5,5 V	20 – 30 V
Low	< 0,4 V	< 3 V
Notwendiger Treiberstrom	min. 10 mA	

Achtung:

Überprüfen Sie, ob die MCD mit dem Eingangspegel 5 V oder 24 V angesteuert werden soll und schließen Sie die Signale an den entsprechenden Anschlusspins an (Siehe Abb. 25)!
Das Betreiben eines 5 V Eingangs mit 24 V kann zu Beschädigungen führen!

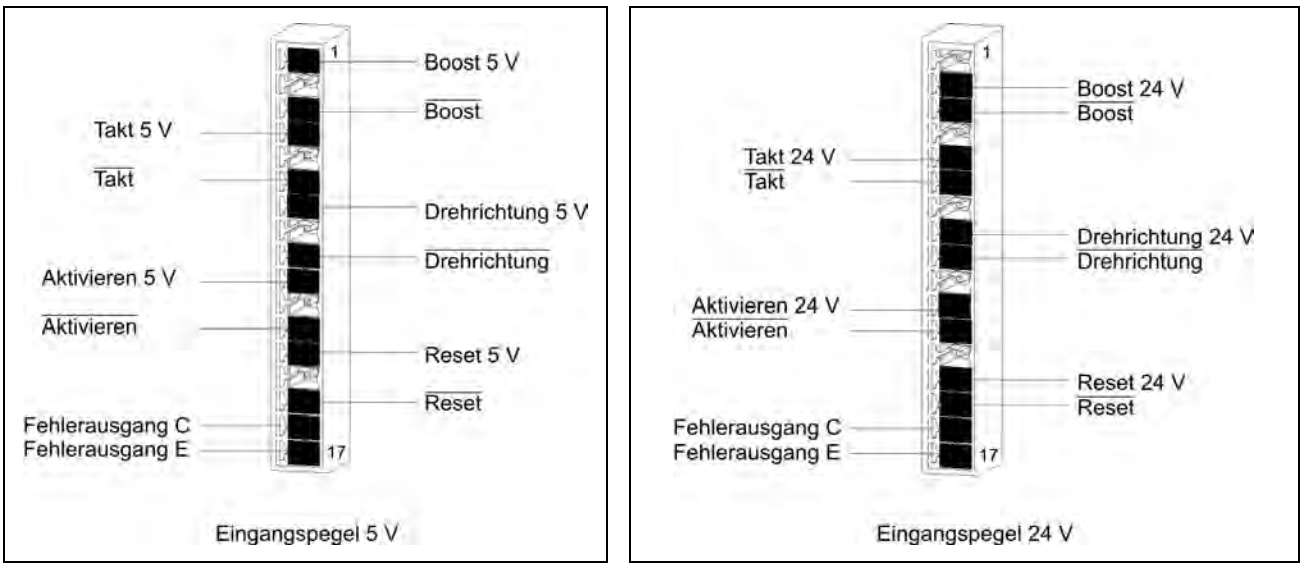

Abb. 25: Anschluss bei Eingangspegel 5 V oder 24 V

7.1.3 Eingang Takt

Maximale Taktfrequenz: 500 kHz

Minimale Impulsbreite 1 µs

Mit der steigenden Flanke des Taktsignals wird der Schritt ausgeführt.

Wenn die Taktimpulsfolge bei Frequenzen, die höher als die Start-/Stopp-Frequenz*) des Motors sind, plötzlich begonnen oder unterbrochen wird, kann es zu Fehlpositionierungen kommen.

*) Die Start-/Stopp-Frequenz ist diejenige Frequenz, mit der ein Schrittmotor gerade noch aus dem Stillstand ohne Fehlpositionierung gestartet werden kann. Die Start-/Stopp-Frequenz liegt normalerweise im Bereich zwischen etwa 200 und 2000 Hz. Der exakte Wert hängt vom Belastungsmoment sowie auch von der auf die Motorwelle wirkende Lastträgheit ab.

Soll der Schrittmotor mit einer Schrittfrequenz, die über der Start-/Stopp-Frequenz liegt, gefahren werden, muss mit einer Frequenzrampe auf die Endfrequenz beschleunigt und wieder abgebremst werden.

Laufstromüberhöhungszeit:

Nach dem letzten Taktimpuls wird nach einer Wartezeit automatisch auf Stoppstrom geschaltet. Die Wartezeit nach dem letzten eintreffenden Taktimpuls bis zur Umschaltung auf Stoppstrom wird Laufstromüberhöhungszeit genannt.
Im Kodierschalter-Modus ist der Wert für die Laufstromüberhöhungszeit auf 40 ms Default eingestellt.
Im ServiceBus-Modus wird die Laufstromüberhöhungszeit als Parameter übergeben und in der MCD gespeichert (Siehe Anhang A4).

7.1.4 Eingang Drehrichtung

Mit diesem Signal wird die Drehrichtung des Motors bestimmt: Ist der Eingang nicht beschaltet, dreht der Motor in Vorzugsdrehrichtung. Bei Strom durch den Optokoppler dreht der Motor in umgekehrter Richtung. Eine Signaländerung darf nur dann erfolgen, wenn der Schrittmotor steht oder mit einer Geschwindigkeit innerhalb des Start-/Stopp-Bereiches gefahren wird. Das Signal darf sich 1 µs vor dem Taktsignal bis 4 µs danach nicht ändern. Ein Umschalten der Drehrichtung bei höheren Geschwindigkeiten führt zu Schrittverlust oder zum Stillstand des Motors.

Im Kodierschalter-Modus kann die Vorzugsdrehrichtung des Schrittmotors per Kodierschalter STEP geändert werden (siehe Tabelle in Kap. 8).

Im ServiceBus-Modus kann die Vorzugsdrehrichtung programmiert werden (siehe Kap. 9.2).

7.1.5 Eingang Boost

Bei Strom durch den Optokoppler schaltet die Endstufe auf Booststrom.
Im Kodierschalter-Modus erhöht die MCD den Lauf- und Stoppstrom um 30%. Solange der Eingang ‚Boost'" aktiviert ist, fließt immer der um 30% höhere Strom.
Dies gilt auch dann, wenn die Endstufe auf Stoppstrom geschaltet hat.

Im ServiceBus-Modus hat der Booststrom den vom Anwender programmierten Wert von 0 bis 6.3 A_{eff}.
So kann in der Beschleunigungs- bzw. Abbremsphase des Motors auf Booststrom umgeschaltet und damit ein höheres Moment erreicht werden.

Siehe auch Anhang A2.

7.1.6 Eingang Aktivieren

Bei Strom durch den Optokoppler ist die Endstufe betriebsbereit.

Über diesen Eingang kann z.B. für Servicezwecke die Endstufe stromlos geschaltet werden, ohne die Baugruppe vom Netz zu trennen. Der Motor kann jetzt langsam von Hand bewegt werden.

WARNUNG!

Der Eingang Aktivieren ist kein Not-Aus-Schaltkreis gemäß den Anforderungen der Berufsgenossenschaften !

Die Funktion Aktivieren ist auch hilfreich, wenn in der Umgebung der MCD empfindliche Mess-Systeme angeordnet sind. Die unvermeidbaren Störfelder, die von einer geschalteten Leistungsendstufe ausgehen, können so für den Zeitraum der Messung ausgeschaltet werden.

7.1.7 Eingang Reset

Wird der Eingangs-Optokoppler bestromt, werden alle Fehlermeldungen und der Phasen-Ringzähler zurückgesetzt. Der Ringzähler wird dabei in Grundstellung gebracht. In Grundstellung werden beide Motorphasen mit dem gleichen Strombetrag unabhängig von der gewählten Schrittauflösung bestromt.

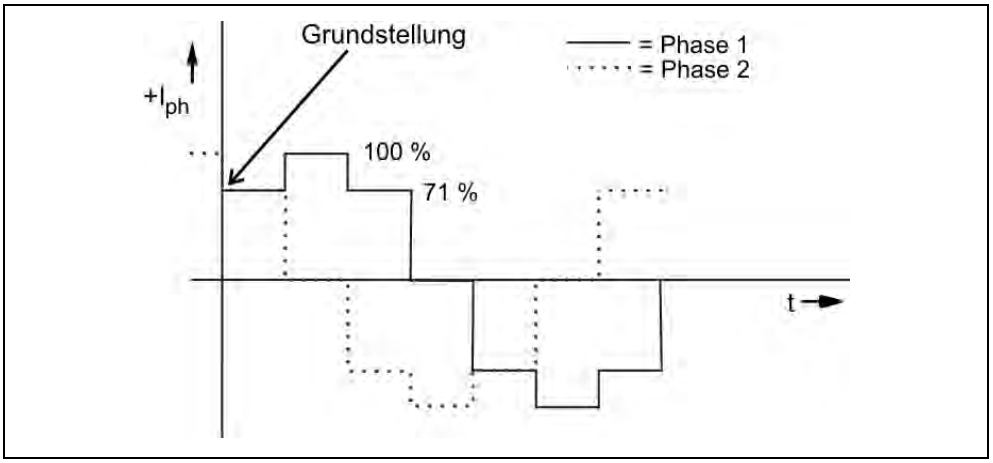

Abb. 26: Die Motorphasen in Grundstellung im Halbschritt

Nach Wegnahme des Reset-Signals vergehen ca. 500 ms, bis die Endstufe das Bereitschaftssignal freigibt.

7.2 Fehlerausgang

Optoentkoppelter Open-Collector-Darlington-Ausgang.

I_{max} = 20 mA, U_{max} = 30 V, P_{total} = 300 mW, UCE_{sat} bei 20 mA < 1 V

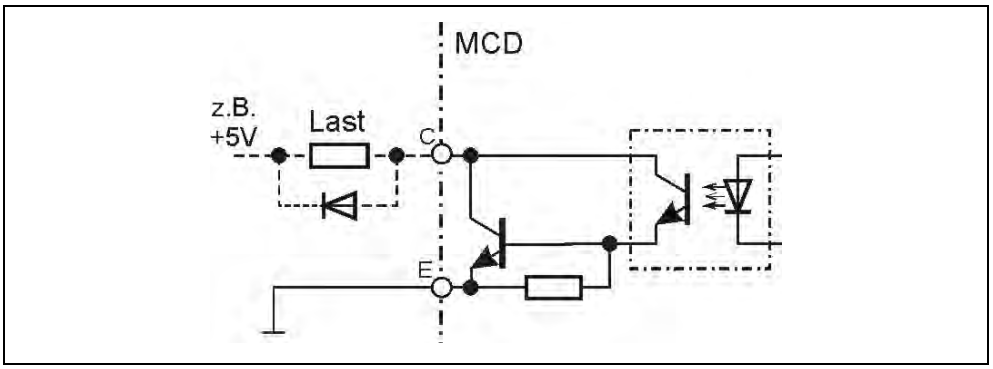

Abb. 27: Ausgangsbeschaltung

Hinweis: Bei Anschluss von Induktivitäten (z.B. Relais, Motorbremse) als Verbraucher muss der Ausgang mit einer Freilaufdiode beschaltet werden.

Der Ausgang öffnet bei einer Fehlermeldung: Unterspannung, Überstrom/Kurzschluss, Übertemperatur. Gleichzeitig wird der Antrieb deaktiviert, um Schäden zu vermeiden.

Eine Fehlermeldung kann nach Beseitigung der Fehlerbedingung bzw. Abkühlung rückgesetzt werden. Mit dem Eingang Reset an X3 oder im ServiceBus-Modus kann die Endstufe rückgesetzt werden.

Fehlermeldungen:

Unterspannung/Überspannung

Die rote LED blinkt bei Unterspannung/Überspannung im Sekundentakt.

Ursachen:

- Die Versorgungsspannung am Zwischenkreis ist unter 20 V abgesunken.
- Eine elektronische Strombegrenzung oder eine nicht ausreichende Glättung der Gleichspannung kann als Ursache für ein kurzfristiges Einbrechen der Versorgungsspannung in Frage kommen.
- Beim Abbremsen eines Schrittmotors wird die rotatorische Energie generatorisch als elektrische Energie in die Endstufe zurückgespeist. Dies führt zu einer Spannungsüberhöhung im Zwischenkreiskondensator. Bei Betrieb mit der Maximalversorgungsspannung (70 V), bei großer Massenträgheit des Motors ($> 1.3 \times 10^{-4}$ kgm^2) und hoher Motordrehzahl (> 20 U/s) kann die Fehlermeldung Überspannung ausgelöst werden.

Überstrom/Kurzschluss

Die rote LED leuchtet bei Überstrom/Kurzschluss dauernd.

Ursache:

- Ein Kurzschluss zwischen oder über den Motorphasen bzw. Masse ist aufgetreten.

  Kurzschluss zwischen den Phasen und innerhalb einer Phase wird ab einer Stromeinstellung von 0.7 A_{eff} erkannt!

- Der ohmsche Widerstand der Motorwicklung ist zu gering. Siehe Kap. 6.

Übertemperatur Endstufe

Die rote LED blinkt schnell bei Übertemperatur.

Ursache:

- Die Temperatur am Kühlkörper der Leistungstransistoren ist unzulässig hoch (> 85° C). Die Endstufe wird abgeschaltet.

Ein Wiedereinschalten ist unter 70°C möglich.

8 Kodierschalter

8.1 Kodierschalter-Modus

Laufstrom und Stoppstrom können unabhängig voneinander mit den Kodierschaltern eingestellt werden. Außerdem können per Kodierschalter die Schrittauflösung und Vorzugsdrehrichtung gewählt werden.

Zur feineren Einstellung von Lauf- und Stoppstrom kann zwischen 2 Bereichen (**I** oder **II**) umgeschaltet werden. Mit Boost erhöht sich der Lauf- und Stoppstrom um 30 %.

Kodierschalter				
Schalter-stellung	**Laufstrom/Stoppstrom [A_{eff}] ohne Boost I_{Run} / I_{Stop}**		**Schrittauflösung/ Vorzugsdrehrichtung STEP** (s. Anhang A1)	
	Schalterstellung			
0	ServiceBus-Modus aktiviert			
1	0.2	0.6	Vollschritt	+
2	0.3	0.9	Halbschritt	+
3	0.4	1.3	1/4	+
4	0.5	1.6	1/5	+
5	0.6	1.9	1/8	+
6	0.7	2.2	1/10	+
7	0.8	2.5	1/20	+
8	0.9	2.8	nicht belegt	
9	1.0	3.1	Vollschritt	–
A	1.1	3.4	Halbschritt	–
B	1.2	3.8	1/4	–
C	1.3	4.1	1/5	–
D	1.4	4.4	1/8	–
E	1.5	4.7	1/10	–
F	1.6	5.0	1/20	–
Einstellungen bei Lieferung				

Wichtig: Die Stromwerte dieser Tabelle wurden mit dem phytron Schrittmotor ZSH 87.2/200.6.5 verifiziert. Bei anderen Motoren kann es zu Abweichungen kommen.

Phasenströme zum Nennstrom der Motorwicklung passend einstellen!

- Der Stoppstrom wird in der Regel auf ca. 40-50% des Laufstroms eingestellt, um die Motortemperatur möglichst niedrig zu halten.
- Die Tabellenwerte gelten, wenn beide Motorphasen erregt sind. Der Strom bei Erregung einer Phase beträgt: Tabellenwert x $\sqrt{2}$
- Max. Laufstrom/Stoppstrom im Kodierschalter-Modus:

  Bereich **I** : 1.6 A x $\sqrt{2}$ x 1.3 = 3 A

  Bereich **II** : 5 A x $\sqrt{2}$ x 1.3 = 9 A

- **Wichtig:** Die am Kodierschalter eingestellten Lauf- und Stoppstromwerte sind abhängig vom gewählten Bereich, d.h.

	Laufstrom (ohne Boost)	**Stoppstrom (ohne Boost)**
Bereich **I**	0.2 bis 1.6 A_{eff}	0.2 bis 1.6 A_{eff}
Bereich **II**	0.6 bis 5 A_{eff}	0.6 bis 5 A_{eff}

Die Schalterstellungen dürfen nur geändert werden, wenn

- **die Baugruppe vom Netz getrennt ist oder**
- **die Endstufe deaktiviert ist. Jedoch muss nach dem Ändern der Kodierschalterstellung die Endstufe mit einem Reset zurückgesetzt werden.**

Kurzschluss zwischen den Phasen und innerhalb einer Phase wird ab einer Motorstromeinstellung von 0.7 A_{eff} erkannt!

8.2 ServiceBus-Modus

Bei Betrieb mehrerer MCD (max.16) muss die Verbindung gemäß RS485 (4-Draht-Betrieb) erfolgen.

Einstellung in den ServiceBus-Modus:
Mit den Kodierschaltern S1 bis S4 wird der ServiceBus-Modus an der MCD aktiviert. Die Schalter S2, S3 und S4 müssen **alle** auf Position **0** stehen. Der Kodierschalter S1 dient zur Einstellung der Geräteadresse (0...F). Somit können bis zu 16 MCD-Endstufen über die Stecker X4 und X5 miteinander verbunden und adressiert werden.

Zwei Möglichkeiten zur Verbindung der MCD-Endstufen gemäß RS485 (4-Draht-Betrieb):

1. Anschluss der MCD an den PC durch einen USB-RS485-Konverter:

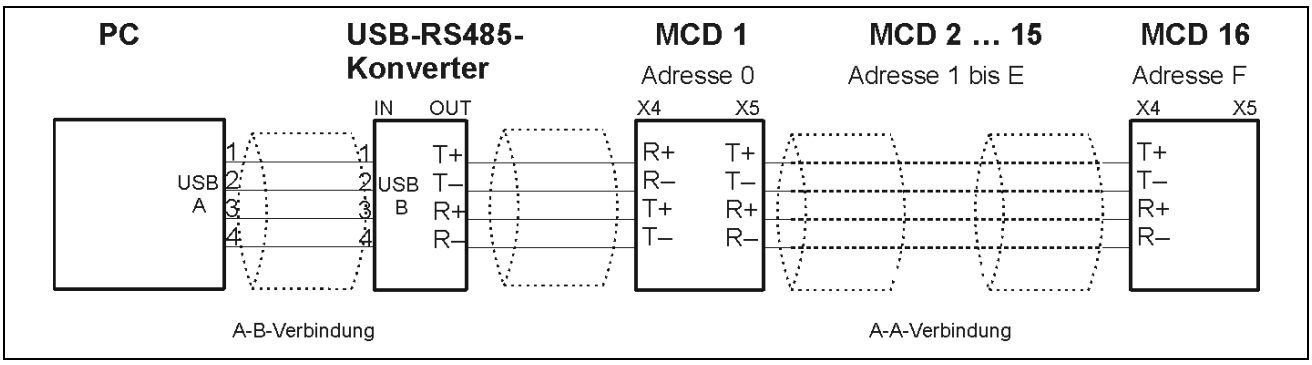

Abb. 28: Anschluss PC → MCD mit USB-RS485-Konverter

2. Die Endstufe wird mit der RS422/RS485-Schnittstelle des PC verbunden:

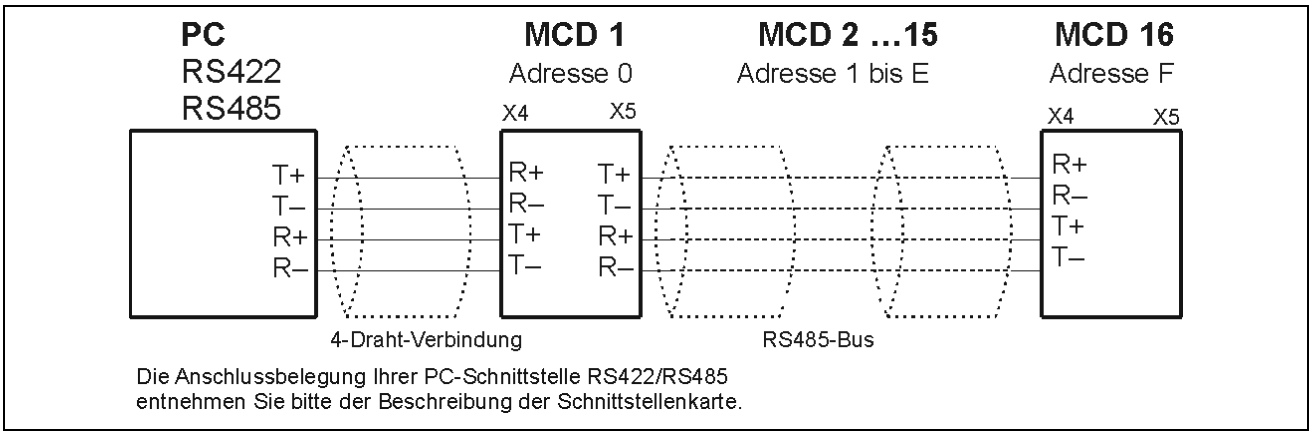

Abb. 29: Anschluss PC → MCD mit RS422/RS485-Schnittstelle

8.2.1 USB-RS485-Konverter

Der phytron USB-RS485-Konverter wird mit einem kurzen A-A Verbindungskabel (20 cm) an X4 (IN) gesteckt. Bei mehreren Achsen erhält die erste MCD-Endstufe, an die der USB-RS 485-Konverter gesteckt ist, die Adresse 0. Alle weiteren Endstufen werden fortlaufend adressiert (Abb. 30).

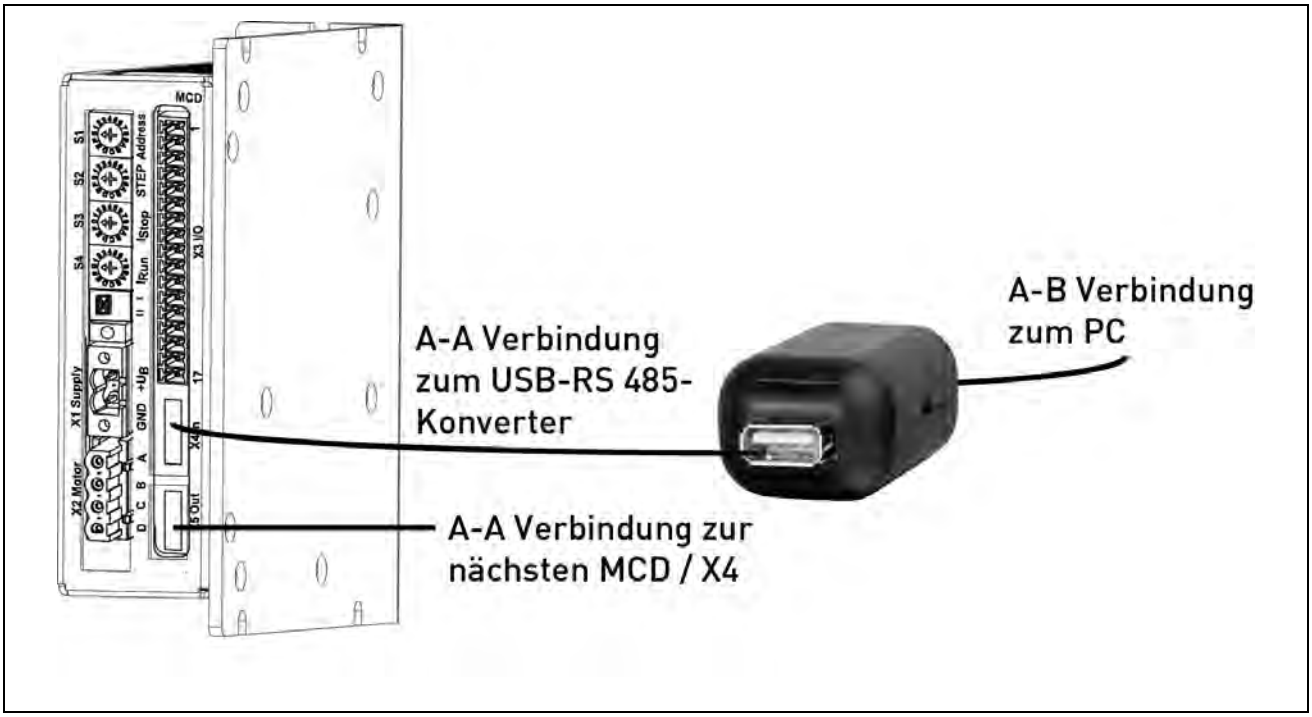

Abb. 30: Endstufe MCD mit phytron USB-RS485-Konverter

Wichtig: Bei Verwendung der USB-Schnittstelle müssen die entsprechenden USB-Treiber, die auf der phytron CD gespeichert sind, zum Anschluss der MCD auf dem PC installiert werden.

8.2.2 USB-Treiber-Installation

Wichtig: Für die Installation benötigt der Benutzer Administratorrechte.

- Schalten Sie den PC ein. Wenn der Desktop fertig geladen ist, legen Sie unsere phytron-CD ein und öffnen Sie im Windows Explorer den Ordner **USB Treiber**. Suchen Sie das zu Ihrem Betriebssystem passende .**exe**-Programm und starten Sie es mit Doppelklick. Nach erfolgreicher Installation erscheint folgendes Fenster am Bildschirm:

- Verbinden Sie dann mit dem entsprechenden USB-Kabel die MCD direkt oder via USB-Konverter mit dem USB-Port Ihres PCs.

  Wichtig: Verwenden Sie ein USB-Kabel mit einer maximalen Länge von 2 m!

- Um zu überprüfen, ob die USB-Treiber korrekt installiert sind, führen Sie folgende Schritte aus:

  Starten Sie den Geräte-Manager, indem Sie **Start→Einstellungen→Systemsteuerung** anklicken und dort einen Doppelklick auf **System** ausführen. Öffnen Sie dann in der Registerkarte **Hardware** den **Geräte-Manager**. Dort finden Sie die USB-Komponenten einmal unter **Computer→ Anschlüsse** und ein weiteres Mal unter **Universeller serieller Bus Controller**. Hier wird dann die entsprechende USB-Komponente angezeigt: **USB Serial Port (Com X)**

- **Wichtig:** Wenn Sie mehrere baugleiche USB-Geräte testen wollen, empfehlen wir, den gleichen USB-Port am PC zu verwenden. Dadurch wird vermieden, dass sich die COM-Port-Nummer ändert.

- Informationen zur Treiberinstallation für den Chip FT232R finden Sie auch unter http://www.ftdichip.com.

9 Konfiguration der Busverbindung

Bei Betrieb mehrerer MCD (max. 16) muss die Verbindung gemäß RS485 erfolgen.
In der Endstufe können viele Parameter durch die serielle Busverbindung eingestellt werden. Dies gewährleistet einen sicheren Betrieb des Schrittmotors mit korrekt eingestellten Parametern.

9.1 Busverbindung

Die Busverbindung ist wie folgt definiert:

- RS485: 4-Draht-Betrieb, Punkt-zu-Punkt-Betrieb auch möglich
- Signaleingang: R+ R-
- Signalausgang: T+ T-
- durch Optokoppler galvanisch von der Motorspannung getrennt

Um einen gesicherten Datenaustausch zu gewährleisten, muss ein eindeutiges Protokoll eingehalten werden:

Asynchrone Übertragung, 8 Bits/Byte, 1 Stopbit, 1 Paritybit

Übertragungsgeschwindigkeit: 57600 Baud

Festes Telegrammformat:

<STX> <Adresse_H> <Adresse_L> <Befehl> <Wert> : <csh> <csl> < ETX>

<STX>	Start-of-text Zeichen, 02_H
<Adresse_H>	Höherwertiges Byte der Geräteadresse 00_H...$0F_H$, 0_D…15_D; Zulässige Zeichen: 0…F
<Adresse_L>	Niederwertiges Byte der Geräteadresse 00_H...$0F_H$, 0_D…15_D; Zulässige Zeichen: 0…F
<Befehl>	Befehlsbyte: A....Z
<Wert>	Daten (bis 40 Zeichen)
:	Begrenzer (markiert Abschnitt für Prüfsumme)
<csh>	Oberstes Zeichen der 8-Bit-Prüfsumme
<csl>	Unterstes Zeichen der 8-Bit-Prüfsumme
< ETX>	End-of-text Zeichen, 03_H

Die Prüfsumme wird berechnet, indem – beginnend beim Adressbyte – alle Bytes einschließlich des Begrenzers (:) mit einer Exklusiv-Oder-Verknüpfung (⊕) aufsummiert werden.

`CS = <Adresse_H> <Adresse_L>  ⊕ Datenbyte1 ⊕ Datenbyte2 ... ⊕ DatenbyteN ⊕ Begrenzer`

Die Prüfsumme CS wird als binärer Byte-Wert berechnet, das Ergebnis ist ein Byte im Wertebereich 00_H bis FF_H. Dieses Byte wird in zwei Hälften (Nibbles) zerlegt, jeweils mit dem Wertebereich 0_H bis F_H. Dann werden die den Nibbles entsprechenden lesbaren ASCII Zeichen ins Telegramm geschrieben, „0“ bis „9“ statt 0_H bis 9_H und „A“ bis „F“ für A_H bis F_H (rechnerisch wird auf den Nibble Wert 30_H bzw. 37_H addiert).

Die MCD berechnet beim Empfang eines Telegramms die Prüfsumme über die empfangenen Bytes und vergleicht sie mit der empfangenen Prüfsumme. Bei einer Abweichung wird das empfangene Telegramm verworfen und ein Fehlerbit im Status gesetzt.

Falls auf die Absicherung des Telegramminhaltes durch die Prüfsummenüberwachung kein Wert gelegt wird, kann diese auch ausgeschaltet werden. Die MCD akzeptiert auch Telegramme, bei denen statt der beiden Prüfsummenbytes zwei X gesendet werden oder Telegramme, die ganz ohne Prüfsumme und auch ohne : (Begrenzer) gesendet werden.

Beispiel: `<STX>| 1 | R | 4 | 0 | : | X | X |<ETX>` oder

Beispiel: `<STX>| 1 | R | 4 | 0 |<ETX>`

9.2 Betriebsparameter

Die Betriebsparameter sind in einem Permanentspeicher der MCD gespeichert.
In der folgenden Tabelle sind die Betriebsparameter mit
W für schreibbar,
R für lesbar und
X für ausführend definiert.

Für die gelesenen und geschriebenen Strom- und Spannungswerte gilt:
Ganzzahlenwert x 1/10 = gültiger Strom- oder Spannungswert
Beispiel: 48 x 1/10 → 4.8 (A_{eff})

Der Befehlssatz der MCD besteht weitgehend aus Ein-Byte-Befehlen, d.h. ab dem zweiten Byte folgen die Daten für den Befehl. Die Befehle zur Parametrierung der Sicherheitsfunktionen werden als Zwei-Byte Befehle implementiert und beginnen mit **P**. Bei diesen Befehlen beginnen die Daten ab dem 3.Byte.
Durch Eingabe von **L** oder **U** nach dem Befehlscode werden die maximal zulässigen Grenzen des Befehls, durch Eingabe von **I** nach dem Befehlscode die Funktion des Befehls angezeigt.
Mit den Befehlen **S** und **E** können die **S**kalierung und die **E**inheit von Strom und Zeitwerten abgefragt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Übersicht dazu:

Zusatzeingabe zum Befehlscode	Funktion	Beispiel	Beschreibung	Antwort
I	Information zum Befehl	FI	Info zum Befehl F	fR/–MCD Status
U	Obere Grenze des Zahlenbereichs (Upper)	SU	Stoppstrom: höchster Wert	S63
L	Untere Grenze des Zahlenbereichs (Lower)	RL	Laufstrom: niedrigster Wert	r1
S	Skalierung von Strom- oder Temperatur-werten: 1=1:1 10=1:10	SS	Skalierungswert des Stoppstroms lesen	s10
E	Einheit der Strom- und Zeitwerte: A, mA, ms, s	SE	Einheit des Stoppstroms lesen	eA
?	Eingestellten Wert lesen	R?	Laufstrom anzeigen: 2.5 A	r25
<Wert>	Wert einstellen	S5	Stoppstrom 0.5 A	s5

Hinweis:

- Sind die Befehlseingabewerte fehlerhaft, so wird der aktuell eingestellte Wert als Antwort ausgegeben.
- Bei Eingabe von nicht implementierten Befehlscodes wird der Befehl als Kleinbuchstabe mit einem –Zeichen als Antwort ausgegeben.
  Beispiel: Eingabe K → Antwort: k–

<table>
<tr><th>Befehls-code</th><th>Parameter-name</th><th>Typ</th><th>Wert</th><th>Beschreibung</th><th>De-fault-werte</th></tr>
<tr><td>A</td><td>Boost</td><td>R/W</td><td>0 bis 63</td><td>Booststrom
von 0 bis 6.3 A_{eff}</td><td>0</td></tr>
<tr><td>B</td><td>Software-version</td><td>R</td><td><String></td><td>Softwareversion der Endstufe auslesen</td><td>–</td></tr>
<tr><td>C</td><td>Reset</td><td>X</td><td>–</td><td>Reset der Endstufe</td><td>–</td></tr>
<tr><td>E</td><td>EPROM löschen</td><td>X</td><td>–</td><td>Benutzerparameter im EPROM löschen</td><td>–</td></tr>
<tr><td>F</td><td>MCD Status</td><td>R</td><td colspan="2">Status der MCD (0001 bis FFFF) lesen
Hex. Zahl+) | Dez. Zahl+) | Wer-tig-keit | Beschreibung
0001 | 1 | 0*) | Fehler Unterspannung/ Überspannung
0002 | 2 | 1*) | Fehler Übertemperatur/Kurzschluss
0020 | 32 | 5 | Endstufe ist in Grundstellung
0040 | 64 | 6 | Fehler Prüfsumme
0080 | 128 | 7 | Reset in MCD</td><td>–</td></tr>
<tr><td>G</td><td>Vorzugs-drehrichtung</td><td>R/W</td><td>0 oder 1</td><td>1=Vorzugsdrehrichtung
0=gegen Vorzugsdrehrichtung</td><td>0</td></tr>
<tr><td>J</td><td>Zero-Position</td><td>X</td><td></td><td>Grundstellung erzwingen</td><td>–</td></tr>
<tr><td>LA
LB
LD
LT</td><td>Logikpegel der Eingänge:
Aktivieren
Boost
Drehrichtung
Takt</td><td>R/W</td><td>0 oder 1</td><td>Logikpegel des Eingangs definieren:
0 = HIGH aktiv
1 = LOW aktiv</td><td>0</td></tr>
</table>

+) Status kann durch entsprechende Befehlseingabe in dez. oder hex. Zahl abgefragt werden. Kap. 9.2.2
*) Sind beide Fehlerbits gesetzt, bedeutet der Status „Kurzschluss in der Endstufe“.

Befehls-code	Parameter-name	Typ	Wert	Beschreibung		Default-werte
M	Schrittweite	R/W	0 bis 12	0= 1/1 1= 1/2 2= 1/4 3= 1/5 4= 1/8 5=1/10 6=1/16	7=1/20 8=1/32 9=1/64 10=1/128 11=1/256 12=1/512 Schritt	9
O	Logikpegel des Fehleraus-gangs (Open Collector)	R/W	0 oder 1	Logikpegel des Fehlerausgangs definieren: 0 = Transistor durchgesteuert 1 = Transistor sperrt		0
P	Sonder-parameter	R/W X		1.Byte der Befehle ‚Sonder-parameter', um Sicherheits-funktionen festzulegen Siehe Kap. 9.2.1		–
Q	Fehlerabfrage	R	0 bis 3	0=kein Fehler 1=Unterspannung/Überspannung 2=Übertemperatur 3=Überstrom		–
R	Laufstrom	R/W	0 bis 63	Laufstromwerte von 0 bis 6.3 A_{eff}		0
S	Stoppstrom	R/W	0 bis 63	Stoppstromwerte von 0 bis 6.3 A_{eff}		0
T	Laufstromüber-höhungszeit	R/W	0 bis 15	0= 1 ms 1= 2 ms 2= 4 ms 3= 6 ms 4= 8 ms 5=10 ms 6=12 ms 7=14 ms	8= 16 ms 9= 20 ms 10= 40 ms 11= 60 ms 12= 100 ms 13= 200 ms 14= 500 ms 15=1000 ms	10
U[*)]	Deaktivierung Endstufe	R/W	0 oder 1	0 = aktiviert 1 = deaktiviert		1

[*)] Anmerkung: Im ServiceBus-Modus gilt: Die Endstufe kann nur mit U=0 aktiviert werden, wenn sie noch nicht durch ein Signal am Eingang Aktivieren (Stecker X3) aktiviert wurde.

Befehls-code	Parameter-name	Typ	Wert	Beschreibung	De-fault-werte
W	EPROM beschreiben	X	–	Parameter ins EPROM schreiben	–
Z	Motortest	X	+ oder –	Selbsttest: eine Motordrehung mit eingestelltem Laufstrom	–

9.2.1 Sonderparameter

Befehls-code	Parameter-name	Typ	Wert	Beschreibung	De-fault-werte
PB	Betriebsart	R/W	0 oder 1	Betriebsart festlegen 0 = Bus 1 = Stand alone	1
PC	Current Shaping	R/W	0 oder 1	Stromformung CS festlegen 0 = Aus 1 = Ein	0
PH	Overdrive obere Schaltfrequenz	R/W	225 bis 225 000	Overdrive obere Schaltfrequenz festlegen Einheit: Hz	1000
PN	Achsenname	R/W	String bis 40 Zeichen	Endstufenname, der im EPROM der Endstufe gespeichert wird	–
PO	Overdrive	R/W	0 oder 1	Funktion Overdrive definieren 0 = Aus 1 = Ein	1
PX	Busbetrieb eXclusiv	R/W	0 oder 1	Drehschalter 0= Drehschalter nicht ignorieren 1= Drehschalter ignorieren	0

9.2.2 Beispiele

Befehlscode	Aktion	Antwort
A? A40	Booststromwert lesen Booststrom auf 4 A_{eff} setzen	z. B. a50 (= 5.0 A_{eff}) a40
B?	Softwareversion der MCD lesen	b<String> (z.B. bMCDV1.0)
C	Endstufe zurücksetzen	c1
E	Inhalt des EPROM löschen	e1
F? FH?	MCD Status dezimal lesen MCD Status hexadezimal lesen	z. B. f1 z. B. f01 (= Fehler Unterspannung/ Überspannung)
G? G1 oder G0	Vorzugsdrehrichtung lesen Vorzugsdrehrichtung setzen	g0 oder g1 g1 oder g0
J	Grundstellung der Endstufe erzwingen	j1
LB? LT0 oder LT1	Logikpegel des Eingangs Boost lesen Logikpegel des Eingangs Takt setzen	lb0 oder lb1 lt0 oder lt1
M0....M12 M?	Setzen der Schrittweite Lesen der Schrittweite	M0...m12 m0...m12
O? O0 oder O1	Logikpegel des Ausgangs lesen Logikpegel des Ausgangs setzen	o0 oder o1 o0 oder o1
PB? PB0 oder PB1	Lesen der Betriebsart Setzen der Betriebsart	pb0 oder pb1 pb0 oder pb1
PC? PC0 oder PC1	Lesen der Stromformung CS Setzen der Stromformung CS	pc0 oder pc1 pc0 oder pc1
PH? PH725	Lesen der Overdrive Schaltfrequenz Setzen der Overdrive Schaltfrequenz auf 725 Hz	z. B. ph500 ph725
PN?*) PNAchse7 PN/	Lesen der Achsennamens Speichern des Achsennamens Löschen des Achsennamens	pn<String> (z.B. Achse4) pnAchse7 pn0

*) **Anmerkung:** pn0 kommt auch als Antwort auf PN?, wenn kein Name gespeichert ist.

Befehlscode	Aktion	Antwort
PO? PO0 oder PO1	Lesen der Funktion Overdrive Setzen der Funktion Overdrive	po0 oder po1 po0 oder po1
PX? PX0 oder PX1	Lesen des Busbetrieb eXclusiv Setzen des Busbetriebs eXclusiv	px0 oder px1 px0 oder px1
Q?	Fehlerabfrage	q0...q3
R? R45	Laufstromwert lesen Laufstrom auf 4.5 A_{eff} setzen	z. B. r48 (=4.8 A_{eff}) r45
S? S27	Stoppstromwert lesen Stoppstrom auf 2.7 A_{eff} setzen	z. B. s18 (=1.8 A_{eff}) s27
T? T10	Laufstromüberhöhungszeit lesen Stromüberhöhungszeit auf 40 ms setzen	z. B. t9 (=20 ms) t10
U? U0 oder U1	Deaktivierung der Endstufe lesen Deaktivierung setzen	z. B. u0 oder u1 u0 oder u1
W	EPROM beschreiben	w1
Z+, Z-	Motorselbsttest ausführen	z1

Anhang A: Technik im Detail

Ein Schrittmotor kann mit unterschiedlichen Schrittauflösungen betrieben werden, die im ersten Abschnitt dieses Kapitels beschrieben werden. Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit der Funktion Boost, Overdrive und Laufstromüberhöhungszeit.

A1 Voll-/Halb-/Fein-/Microschritt

Vollschritt

Die Betriebsart, in der z.B. ein 200-schrittiger Motor so angesteuert wird, dass er 200 Schritte pro Umdrehung zurücklegt, nennt man Vollschritt. Im Vollschrittbetrieb sind immer beide Motorphasen bestromt.

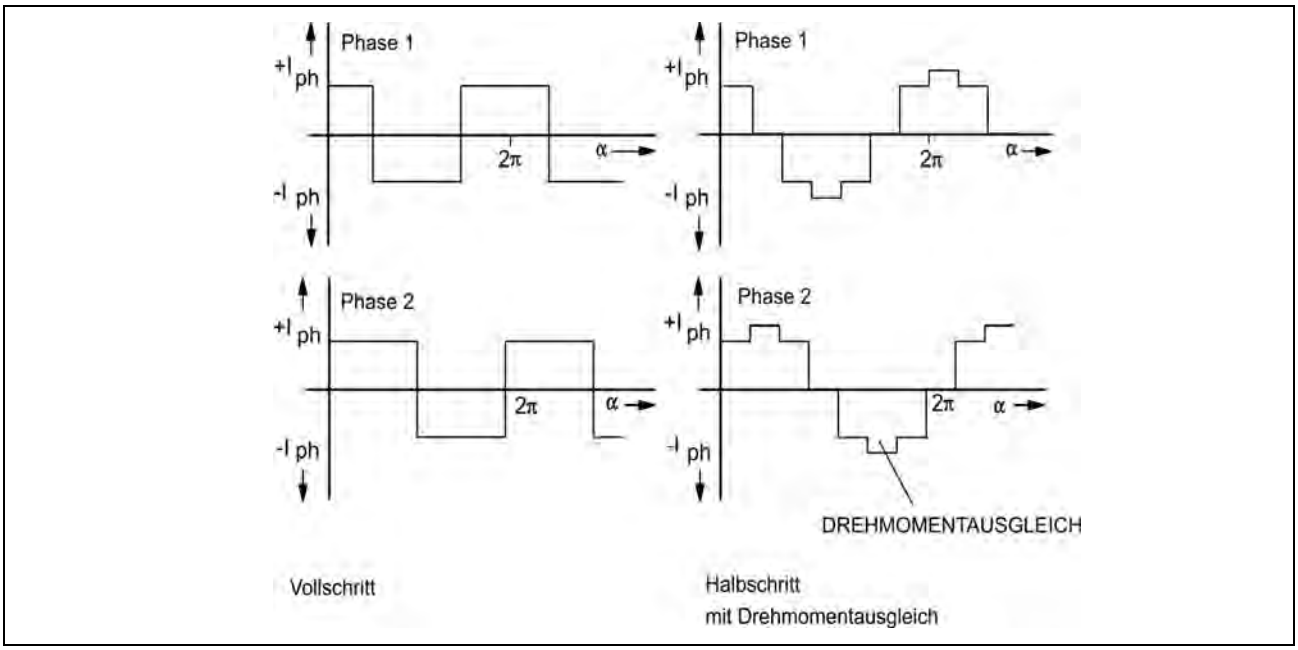

Abb. 31: Phasenstromverlauf

Halbschritt

Die Schrittauflösung des Motors kann elektronisch verdoppelt werden: Die Phasen 1, 1+2, 2 usw. werden abwechselnd erregt. Das ist die Betriebsart „Halbschritt“. Jedoch ist das Drehmoment, verglichen mit dem Vollschrittbetrieb, im Halbschrittbetrieb reduziert.

Um das zu kompensieren, wurde eine Betriebsart „Halbschritt mit Drehmomentausgleich“ entwickelt: der Strom wird in der aktiven Phase um den Faktor $\sqrt{2}$ angehoben. Hier bleibt das Drehmoment im Vergleich zum Vollschrittbetrieb fast identisch. Resonanzen werden weitgehend unterdrückt.

Das folgende Diagramm zeigt Größe und Richtung der Haltemomente eines 4-schrittigen Motors während einer Umdrehung ohne und mit Drehmomentausgleich. In der Vollschritt-position sind zwei Phasen, in der Halbschrittposition nur eine Phase bestromt. Das Gesamtmoment resultiert aus der Überlagerung der Momente beider Phasen.

Das Moment im Vollschritt M_{VS} bezogen auf das Moment im Halbschritt M_{HS} ist damit:
$|M_{VS}| = |M_{HS}| \times \sqrt{2}$

Das bedeutet, bei Bestromung nur einer Phase muss der Strom um den Faktor $\sqrt{2}$ erhöht werden, damit das Drehmoment gleich bleibt.

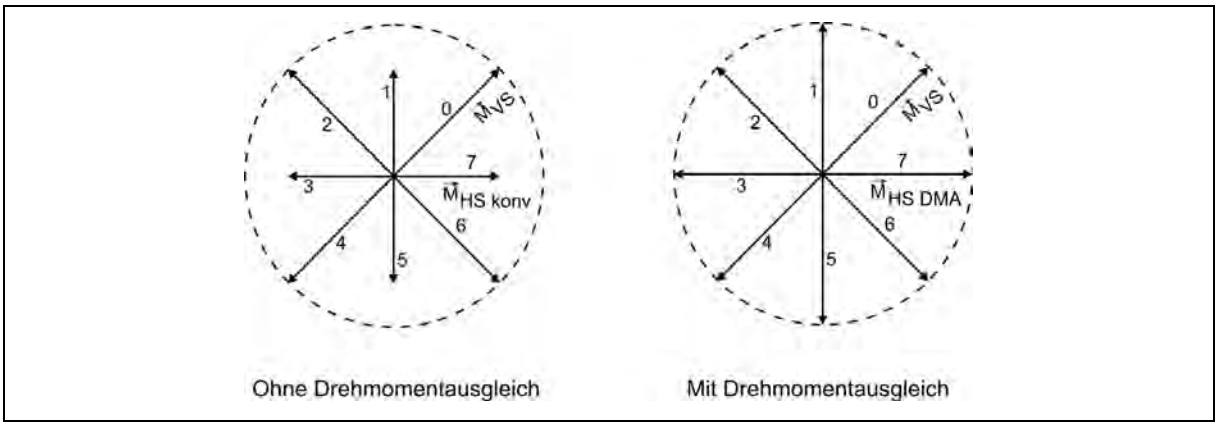

Abb. 32: Haltemomente ohne/mit DMA

Feinschritt/Microschritt

Im Kodierschalter-Modus kann bei der Schrittmotor-Endstufe MCD 93-70+ die Schrittauflösung um einen Faktor 2, 4, 5, 8, 10 oder 20 erhöht werden – Betriebsart Feinschritt.

Im ServiceBus-Modus kann die Schrittauflösung um einen Faktor 2, 4, 5, 8, 10, 16, 20, 32, 64, 128, 256 oder 512 erhöht werden – Betriebsart Microschritt.

Der Feinschrittbetrieb bringt folgende Vorteile:

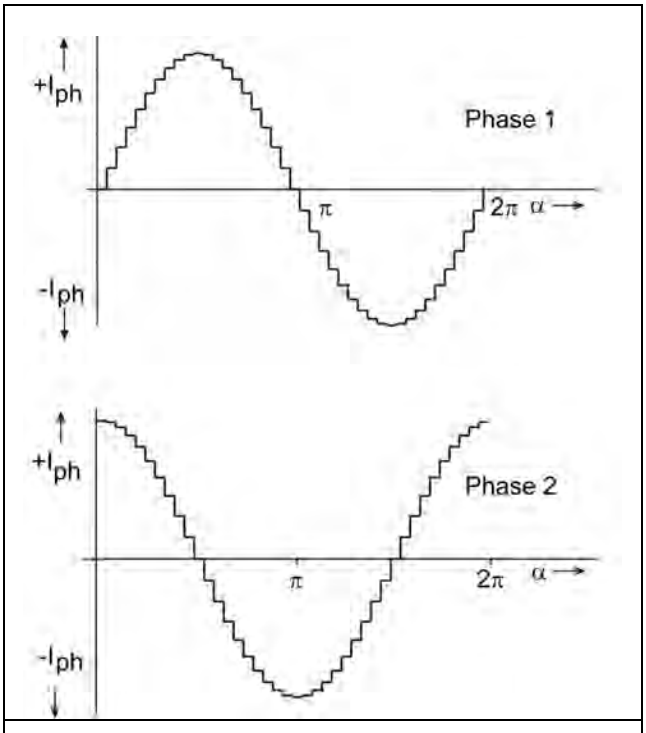

Abb. 33: Feinschritt 1/10 (eines Vollschritts)

- Die Welligkeit des Drehmoments wird mit steigender Anzahl von Feinschritten immer geringer.
- Resonanzen und Ausschwingerscheinungen werden deutlich reduziert; der Motor läuft praktisch resonanzfrei.
- Die Motorgeräusche nehmen mit zunehmender Schrittauflösung ebenfalls ab.

A2 Boost

Zum Beschleunigen und Bremsen eines Schrittmotors ist ein höheres Motormoment erforderlich als beim Dauerbetrieb (f_{max}). Wird der Phasenstrom so eingestellt, dass schnell beschleunigt und abgebremst wird (steile Rampe), so ist im Dauerbetrieb der Strom zu hoch und der Motor erwärmt sich stärker als notwendig. Wird aber der Phasenstrom niedriger eingestellt, kann nur mit relativ flacher Rampe beschleunigt und gebremst werden.

Deshalb sollte man unterschiedliche Phasenströme verwenden:

- Dauerbetrieb: Laufstrom
- Beschleunigungs- und Abbremsphase: Booststrom

  Das Boostsignal wird von der übergeordneten Steuerung bereitgestellt.

  Im Kodierschalter-Modus gilt: Solange der Eingang Boost aktiviert ist, fließt ein um 30% höherer Strom.

  Im ServiceBus-Modus ist der Boostwert von 0 bis 6.3 A_{eff} programmierbar.

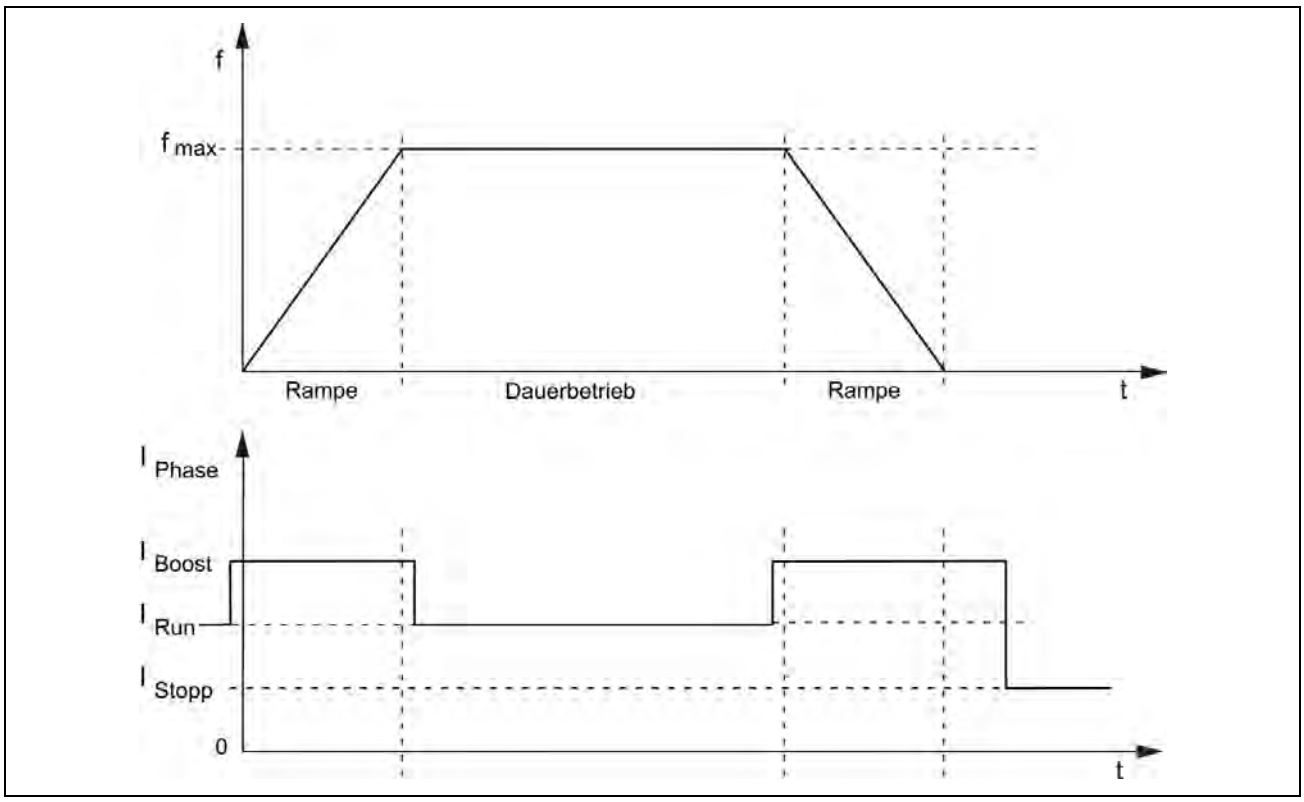

Abb. 34: Boost

Nach dem letzten Taktimpuls wird nach einer Wartezeit automatisch auf Stoppstrom geschaltet. Die Wartezeit nach dem letzten eintreffenden Taktimpuls bis zur Umschaltung auf Stoppstrom wird Laufstromüberhöhungszeit genannt. Siehe auch Anhang A4.

A3 Overdrive Funktion

Mit der Overdrive-Funktion bieten die Endstufen MCD eine Motor unabhängige Kompensation der Phasenstromabnahme im oberen Drehzahlbereich.

Overdrive ist eine dynamische Boostfunktion, die automatisch zugeschaltet wird, wenn dies auf Grund der Stromkurvenform sinnvoll ist:

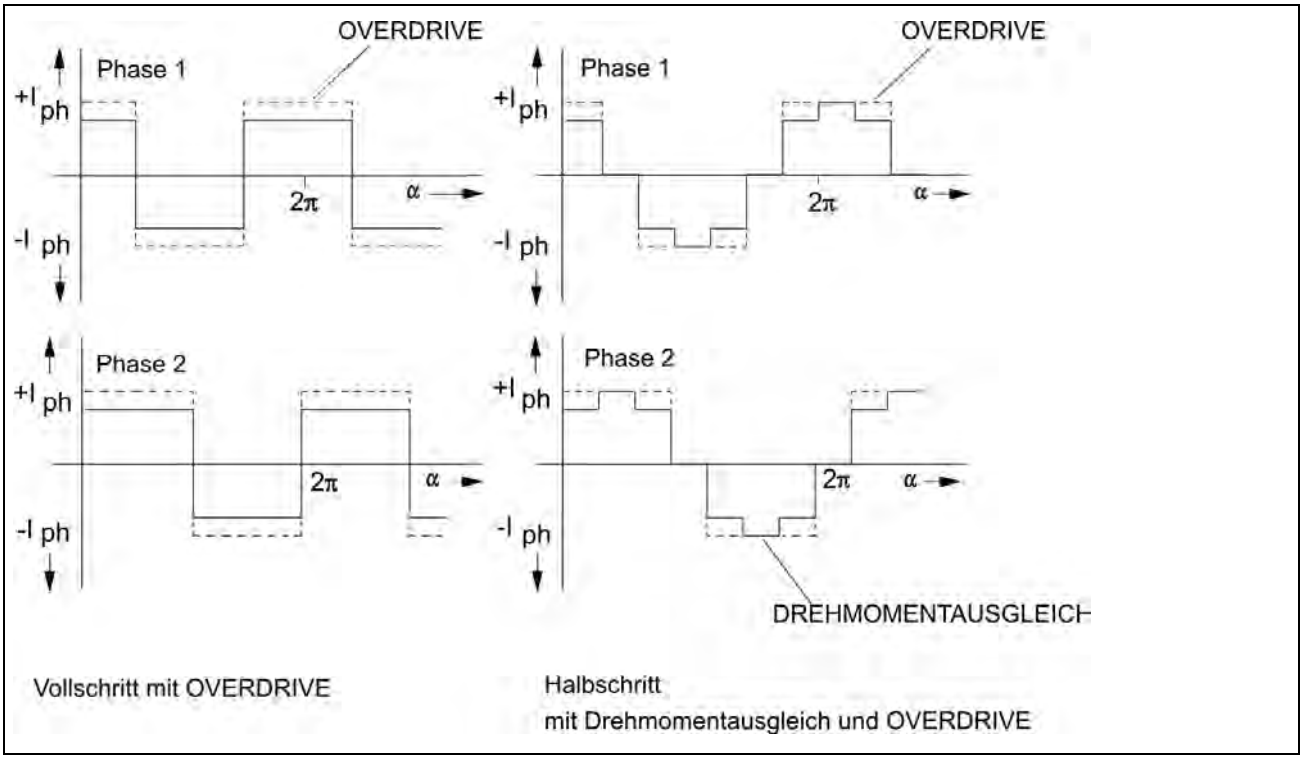

Abb. 35: Schematischer Verlauf der Phasenströme mit Overdrive

Mit zunehmender Motordrehzahl sinkt der Strom in den Phasen aufgrund der gegen-elektromotorischen Kraft des Motors ab.

Die Overdrive Funktion wirkt dem Absinken des Stromes und somit auch dem des Drehmoments entgegen. Die MCD hebt den Phasenstrom um circa 20 % bei aktivierter Overdrive-Funktion ab der eingestellten Zuschaltfrequenz an. Die Zuschaltfrequenz bezogen auf VS kann im Bereich von 225 Hz bis 225 kHz gewählt werden. Diese Zuschaltfrequenz ist standardmäßig auf 1000 Hz Eingangstakt eingestellt. Um eine Hysterese zu erzeugen liegt die Abschaltfrequenz 10% unter der Einschaltfrequenz.

Mit zunehmender Drehzahl reduziert sich das Drehmoment von Schrittmotoren.
Die Overdrive Funktion wirkt einer Reduzierung des Drehmoments bei mittleren und hohen Drehzahlen entgegen.
Bei Auslieferung ist die Funktion Overdrive aktiviert und über ServiceBus-Modus ist sie mit ServiceBus-Comm® abschaltbar.

Die Parametrierung erfolgt über den Befehl ´PH´.

Schrittauflösung	Eingangstaktfrequenz		ServiceBusParameter PH
	Overdrive **ein** bei >	Overdrive **aus** bei <	Default
1/1 = VS	1 kHz	0.9 kHz	1 kHz
1/2 = HS	2 kHz	1.8 kHz	1 kHz
1/4	4 kHz	3.6 kHz	1 kHz
1/5	5 kHz	4.5 kHz	1 kHz
1/8	8 kHz	7.2 kHz	1 kHz
1/10	10 kHz	9.0 kHz	1 kHz
1/16	16 kHz	14.4 kHz	1 kHz
1/20	20 kHz	18.0 kHz	1 kHz
1/32	32 kHz	28.8 kHz	1 kHz
1/64	64 kHz	57.6 kHz	1 kHz
1/128	128 kHz	115 kHz	1 kHz
1/256	256 kHz	230 kHz	1 kHz
1/512	512 kHz	460 kHz	1 kHz

Beispiel für 500 Hz Zuschaltfrequenz bei VS-Betrieb:

Schrittauflösung	Eingangstaktfrequenz		ServiceBusParameter PH
	Overdrive **ein** bei >	Overdrive **aus** bei <	
1/1 = VS	0.5 kHz	0.45 kHz	500 Hz
1/2 = HS	1 kHz	0.9 kHz	500 Hz
1/4	4 kHz	1.8 kHz	500 Hz
1/5	2.5 kHz	2.25 kHz	500 Hz
1/8	4 kHz	3.6 kHz	500 Hz
1/10	5 kHz	4.5 kHz	500 Hz
1/16	8 kHz	7.2 kHz	500 Hz
1/20	10 kHz	9.0 kHz	500 Hz
1/32	16 kHz	14.4 kHz	500 Hz
1/64	32 kHz	28.8 kHz	500 Hz
1/128	64 kHz	57,6 kHz	500 Hz
1/256	128 kHz	115.2 kHz	500 Hz
1/512	256 kHz	230.4 kHz	500 Hz

A4 Laufstromüberhöhungszeit

Nach dem letzten Taktimpuls wird nach einer Wartezeit automatisch auf Stoppstrom geschaltet. Die Wartezeit nach dem letzten eintreffenden Taktimpuls bis zur Umschaltung auf Stoppstrom wird Laufstromüberhöhungszeit t_{Delay} genannt.

Wir empfehlen, die Laufstromüberhöhungszeit so zu wählen, dass der Schrittmotor nach Ausführen eines Schrittes in seiner neuen Position mechanisch ausschwingen kann. Somit wird Fehlpositionierung vermieden.

Im Kodierschalter-Modus ist der Wert für die Laufstromüberhöhungszeit auf 40 ms eingestellt. Im ServiceBus-Modus kann der Wert von 1 bis 1000 ms in 15 Stufen definiert werden.

Selbständiges Umschalten auf Stoppstrom:

Nach Umschalten auf Stoppstrom bleibt das Verhältnis der beiden Phasenströme im jeweiligen Bestromungsmuster zueinander gleich. Die Umschaltung von Lauf- auf Stoppstrom erfolgt in beiden Phasen synchron.
In der folgenden Abbildung wird nach jeder **steigenden** Taktflanke der nächste Motorschritt ausgeführt:

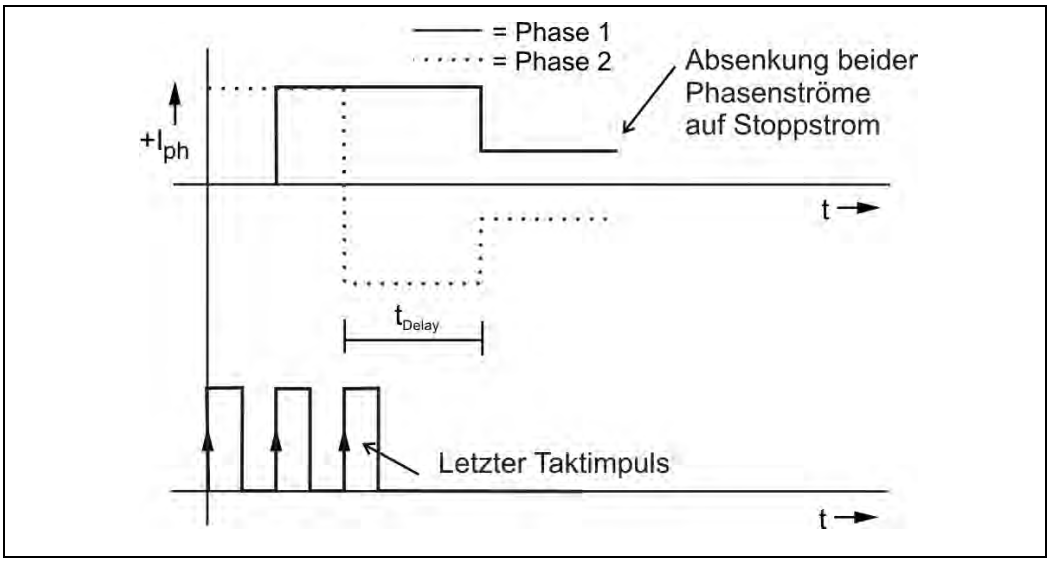

Abb. 36: Umschalten auf Stoppstrom nach dem letzten Taktimpuls (Vollschritt)

Das Umschalten auf Stoppstrom bringt folgende Vorteile:

- Erwärmung des Motors und der Endstufe wird reduziert
- Das EMV-Verhalten wird aufgrund kleinerer Stromwerte verbessert

A5 Stromformung CS

Mit Stromformung (CS= Current Shaping) wird hier eine schaltungstechnische Maßnahme beschrieben.
CS bewirkt, dass der tatsächliche Phasenstromverlauf über einen großen Drehzahlbereich der vorgewählten Stromkurve entspricht. Wird ein Schrittmotor ohne CS betrieben, so kommt es schon bei relativ niedrigen Drehzahlen zu Abweichungen der Stromkurve vom Sollwert.

Für 1/20-Sinusbetrieb ergeben sich bei mittleren Drehzahlen die in folgender Abbildung dargestellten Veränderungen:

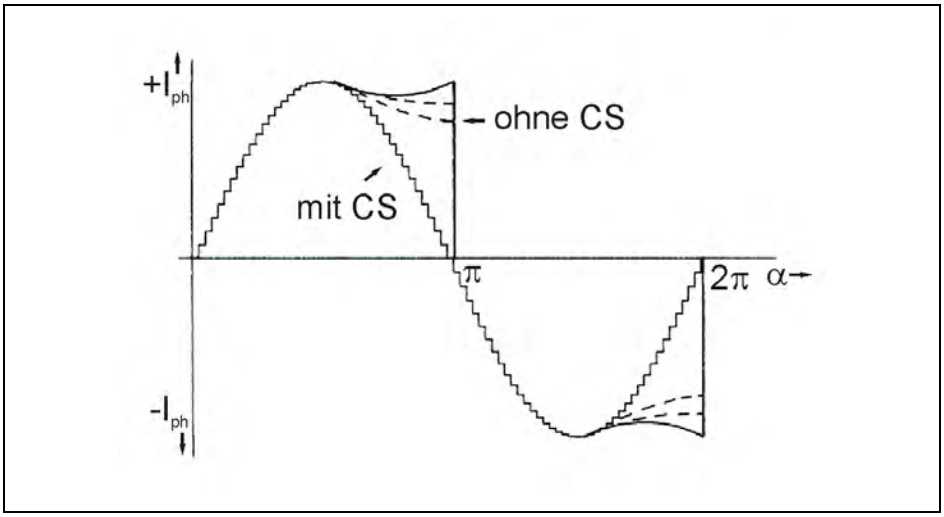

Abb. 37: Stromformung CS

Diese typische Verformungen treten auch bei allen anderen Kurvenformen auf. Die Verformungen werden verursacht durch die Motorinduktivität und die mit der Drehzahl zunehmende generatorische Rückwirkung des Schrittmotors.

Der auftretende „Stromschwanz“ macht eine exakte Phasenstromregelung nur mit Current Shaping (CS= 4-Quadrantenstromregelung) möglich. Die Amplitude des „Stromschwanzes“ ist über eine Umdrehung betrachtet starken Schwankungen unterworfen und kann den Motor zu Resonanzen anregen, die zu Schrittverlusten oder „Außertrittfallen“ führen können.

Mit zugeschalteter Stromformung tritt der „Stromschwanz“ nicht auf, die ideale Stromkurve bleibt erhalten.

Wir empfehlen deshalb, CS im hohen Strom- und Drehzahlbereich zu verwenden.

Im ServiceBus-Modus ist die Stromformung CS mit ServiceBus-Comm® einschaltbar über den Befehl ´PC´.

Anhang B

In diesem Kapitel: Garantie, Geschützte Warenzeichen und ESD-Schutzmaßnahmen

B1 Garantie

Auf die MCD Endstufen von phytron wird die **gesetzliche vorgeschriebene Garantie** auf Material- und Produktionsfehler gewährt. Diese Garantie erstreckt sich jedoch nicht auf Geräte, die durch den Kunden modifiziert, mit Gewalt behandelt oder auf andere Art und Weise nicht ordnungsgemäß eingesetzt worden sind (z.B. falscher Anschluss).

B2 Geschützte Warenzeichen

Wir nehmen in diesem Handbuch auf geschützte Warenzeichen Bezug, die innerhalb des laufenden Textes nicht mehr explizit als solche gekennzeichnet sind. Aus dem Fehlen einer Kennzeichnung kann also nicht geschlossen werden, dass der entsprechende Produktname frei von Rechten Dritter ist:

- ServiceBus-Comm ist ein eingetragenes Warenzeichen der phytron GmbH.
- Microsoft ist ein eingetragenes Warenzeichen, und Windows ist eine Kennzeichnung der Microsoft Corporation in den Vereinigten Staaten und anderen Ländern.

B3 ESD-Schutzmaßnahmen

Jedes Produkt, das zum Versand kommt, ist im Werk geprüft und einem Dauertest unterzogen worden. Um Ausfälle durch ESD (Zerstörung durch elektrostatische Entladung) zu verhindern, werden während der Fertigung – vom Wareneingang bis zum Versand – umfangreiche ESD-Schutzmaßnahmen getroffen.

Achtung:

Bei der Handhabung der Komponenten sind ESD-Schutzmaßnahmen (EN 61340-5) zu beachten! Rücksendungen dürfen nur in ESD-gerechter Verpackung erfolgen.

Für Ausfälle, die auf unsachgemäße Handhabung oder nicht ESD-gerechte Verpackung beim Versand zurück zu führen sind, kann keine Gewährleistung übernommen werden.

Anhang C: Einbauerklärung

phytron
Beyond Steppers

Einbauerklärung

im Sinne der Richtlinie 2006/42/EG, Anhang II Teil 1 B
für unvollständige Maschinen

Hersteller:
Phytron GmbH,
Industriestr. 12
82194 Gröbenzell

In der Gemeinschaft ansässige Person, die bevollmächtig ist, die relevanten technischen Unterlagen zusammenzustellen:
Rainer Gareis
Phytron GmbH,
Industriestr. 12
82194 Gröbenzell

Beschreibung und Identifizierung der unvollständigen Maschine:
Bezeichnung: Schrittmotor- Kompaktendstufe
Typ: MCD+ 93/70, Art.-Nr. 10008200, 10006576, 10008201, 10006861, 10017754, 10017755, 10012292, 10017754, 10017755

Ab Seriennummer 1410xxxxx

Es wird erklärt, dass die folgenden grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG erfüllt sind:
1.1.2.; 1.1.5.; 1.3.4.; 1.5.1.; 1.5.2.; 1.5.4.; 1.5.5.; 1.5.6.; 1.5.16.; 1.6.3.; 1.6.4; 1.7.2.; 1.7.3.; 1.7.4.

Es wird ausdrücklich erklärt, dass die unvollständige Maschine allen einschlägigen Bestimmungen der folgenden EG-Richtlinien entspricht:
2004/108/EG EMV-Richtlinie

Ferner wird erklärt, dass die speziellen technischen Unterlagen gemäß Anhang VII Teil B erstellt wurden.

Der Hersteller bzw. der Bevollmächtigte verpflichten sich, einzelstaatlichen Stellen auf begründetes Verlangen die speziellen Unterlagen zu der unvollständigen Maschine zu übermitteln. Die gewerblichen Schutzrechte bleiben hiervon unberührt!

Wichtiger Hinweis! Die unvollständige Maschine darf erst dann in Betrieb genommen werden, wenn gegebenenfalls festgestellt wurde, dass die Maschine, in die die unvollständige Maschine eingebaut werden soll, den Bestimmungen dieser Richtlinie entspricht.

Gröbenzell, 22.10.2014

Christian Klaus
Geschäftsführung

AP QS-0670-6
CE 7044 Rev. 1

Phytron GmbH
Industriestr. 12 – 82194 Gröbenzell
Postfach 1255 – 82180 Gröbenzell
T +49-8142-503-0 F +49-8142-503-190
E info@phytron.de W www.phytron.de

Geschäftsführung Birgit Hartmann
Reg.-Gericht München – HRB 205987
USt.-Ident-Nr. DE290476265
Steuernummer 117/130/11449

Genossenschaftsbank – Kto. 96610 – BLZ 70169464
IBAN DE67701694640000096610 – BIC GENODEF1M07
Sparkasse Fürstenfeldbruck – Kto. 1801265 – BLZ 70053070
Oberbank München – Kto. 1041021021 – BLZ 70120700
Volksbank Fürstenfeldbruck – Kto. 712531 – BLZ 70163370
Postbank München – Kto. 0286001800 – BLZ 70010080

Stichwortverzeichnis

A

Abmessungen 19
Abschirmgeflecht 25
Adresse 37
Aktivieren 14, 29
Anschlussarten 22
Ausgang 14
Ausgangslogik 41

B

Bedienelemente 4
Befehlscode 39
Befestigungsbohrungen 19
Befestigungswinkel 19
Berührungsspannung 17
Betriebsparameter 38
Boost 14, 29, 47
Busbetrieb exklusiv 9, 11

C

Current Shaping 5, 51

D

Drehrichtung 13, 29
Drehschalter 12

E

Einbauerklärung 53
Eingänge 13
Eingangslogik 26, 40
Eingangspegel 26, 27
Eingangsschaltbild 26
EMV 6, 25
Erdungsschraube 25
ESD-Schutzmaßnahmen 52

F

Fehler 14, 30
Feinschritt 46

G

Garantie 52
Gegenstecker 6
Gegentaktansteuerung 27
Gegentakttreiber 26
Gewicht 13
Grundstellung 30

H

Halbschritt 45
Hutschiene 6, 19

I

Impulsbreite 28
Inbetriebnahme 15, 17
Isolation 21

K

Kodierschalter 9, 32
Kodierschalter-Modus 8, 9, 17, 32
Kurzschluss 31

L

Laufstromüberhöhungszeit 28, 41, 47, 50
LED 11, 31
Leitungsquerschnitt 12, 25

M

Mindestabstand 14, 19
Motoranschluss 22, 25
Motorkabel 25
Motorstecker 23
Motorzeitkonstante 22

N

Netzfilter 14
Netzteil 6
Normen 14

O

Open-Collector-Ansteuerung 27
Overdrive 5, 48

P

PELV 16
Phasenströme 12
Programmierung 5, 38
Prüfsumme 38

R

Reset 14, 30
Resonanzen 45, 46
Ringzähler 30
RS422 34
RS485 5, 34, 37

S

Schirmung 23
Schrittauflösung 12, 32, 45
Schrittmotor 12, 22
Schutzmaßnahme 16
ServiceBus 5, 37
ServiceBus-Comm® 6
ServiceBus-Modus 8, 10, 18, 32, 34
ServiceBus-Stecker 8, 13
Sicherheitshinweise 15
Signalpegel 13
Skalierung 39
Sonderparameter 42
Spannungsversorgung 20
Start-/Stopp-Frequenz 28
Stecker 13
Strombereichswahl 5, 10, 12, 32
Stromformung 5, 51

T

Takteingang 13
Taktfrequenz 28
Technische Daten 12

U

Umgebungstemperatur 14
Unterspannung 13
USB-Kabel 6
USB-Port 36
USB-RS485-Konverter 18, 35
USB-Treiber 35, 36

V

Versorgungsspannung 12
Versorgungsspannung DC 5
Vollschritt 45
Vorzugsdrehrichtung 29, 32

W

Wandmontage 6
Warenzeichen 52
Wicklungsinduktivität 22
Wicklungswiderstand 22
Widerstand 22

Phytron GmbH
Industriestraße 12 – 82194 Gröbenzell
T+49-8142-503-0 F +49-8142-503-190
www.phytron.de