

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Lesen des Projektierungshandbuchs</b>	<b>5</b>
Lesen des Projektierungshandbuchs	5
Symbole	5
Abkürzungen	6
Begriffsdefinitionen	6
<b>2 Sicherheit und Konformität</b>	<b>11</b>
Sicherheitsmaßnahmen	11
<b>3 Einführung zum FC 300</b>	<b>17</b>
Produktübersicht	17
Steuerungsprinzip	19
FC 300-Regelverfahren	19
Vergleich der Regelungsverfahren bei FC 301 und FC 302	19
Regelstruktur bei VVC <sup>plus</sup>	20
Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber (nur FC 302)	21
Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber	21
Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC <sup>plus</sup>	22
Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On)	22
Sollwertgrenzen	25
Skalieren von Fest- und Bussollwerten	25
Skalieren von analogen und Puls-Sollwerten/Istwerten	26
Neutraler Bereich um Null	26
PID-Drehzahlregler	29
PID-Prozessregler	32
Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols	36
EMV-Prüfergebnisse	38
PELV - Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)	40
Gefahren durch elektrischen Schlag	40
Bremsfunktionen im FC 300	41
Mechanische Haltebremse	41
Dynamische Bremse	41
Auswahl des Bremswiderstands	41
Ansteuerung der mechanischen Bremse	44
Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen	45
Smart Logic Control	46
Sicherer Stopp des FC 300	48
Installation Sicherer Stopp (nur FC 302 und FC 301 mit A1-Gehäuse)	50
Abnahmeprüfung des Sicherer Stopps	51
<b>4 FC 300-Auswahl</b>	<b>53</b>

Elektrische Daten - 200-240 V	53
Elektrische Daten - 380-500 V	55
Elektrische Daten - 525-690 V	60
Allgemeine technische Daten	66
Wirkungsgrad	71
Störgeräusche	72
dU/dt-Bedingungen	72
Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung	79
<b>5 Bestellen</b>	<b>81</b>
Drive-Konfigurator	81
Übersicht Typencode	82
<b>6 Installieren</b>	<b>91</b>
Mechanische Installation - Gehäuse A, B und C	96
Mechanische Installation - Gehäuse D und E	99
Elektrische Installation - Gehäuse A, B und C	108
Netzanschluss und Erdung	109
Netztrennschalter	111
Motoranschluss	112
Elektrische Installation - Gehäuse D und E	115
Steuerleitungen	115
Leistungsanschlüsse	116
Netzanschluss	124
Elektrische Installation - fortgesetzt, alle Gehäuse	125
Sicherungen	125
Steuerklemmen	129
Elektrische Installation, Steueranschlüsse	129
Einfaches Anschlussbeispiel	130
Elektrische Installation, Steuerkabel	131
Motorkabel	132
Schalter S201, S202 und S801	133
Zusätzliche Verbindungen	136
Relaisanschluss	137
Relaisausgänge	138
Parallelschaltung von Motoren	138
Thermischer Motorschutz	139
Einen PC an den Frequenzumrichter anschließen	141
FC 300 PC-Software	141
Fehlerstromschutzschalter	146
<b>7 Anwendungsbeispiele</b>	<b>147</b>

Start/Stopp	147
Puls Start/Stopp	147
Potentiometer-Sollwert	148
Drehgeberanschluss	148
Drehgeberrichtung	148
Frequenzumrichter mit Drehzahl-Istwertrückführung	149
Programmieren von Momentengrenze und Stopp	149
Automatische Motoranpassung (AMA)	150
Programmierung des Smart Logic Controller	150
SLC - Anwendungsbeispiel	151
<b>8 Optionen und Zubehör</b>	<b>153</b>
Installation von Optionsmodulen in Steckplatz A	153
Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B	153
Universal-Ein-/Ausgangsmodul MCB 101	153
Drehgeberoption MCB 102	157
Resolver-Option MCB 103	159
Relaisoption MCB 105	160
Externe 24-V-Stromversorgung - Option MCB 107	162
MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte	163
Bremswiderstände	165
LCP-Einbausatz	166
IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung	167
Sinusfilter	167
<b>9 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle</b>	<b>169</b>
Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	169
Netzwerkconfiguration	171
Aufbau der Telegrammblocke für FC-Protokoll - FC 300	171
Beispiele	176
Danfoss FC-Steuerprofil	177
<b>Index</b>	<b>188</b>



# 1 Lesen des Projektierungshandbuchs

# 1

## 1.1.1 Lesen des Projektierungshandbuchs

In diesem Projektierungshandbuch werden alle Aspekte zum FC 300 in mehreren Kapiteln ausführlich behandelt.

### Verfügbare Literatur für FC 300

- Das VLT® AutomationDrive FC 300 Produkthandbuch MG.33.AX.YY liefert die erforderlichen Informationen für die Inbetriebnahme und den Betrieb des Frequenzumrichters.
- Das VLT® AutomationDrive FC 300 Projektierungshandbuch MG.33.BX.YY enthält alle technischen Informationen zum Frequenzumrichter sowie Informationen zur kundenspezifischen Anpassung und Anwendung.
- Das Programmierungshandbuch für VLT® AutomationDrive FC 300 MG.33.MX.YY enthält Informationen über die Programmierung und vollständige Parameterbeschreibungen.
- Das VLT® AutomationDrive FC 300 Profibus Produkthandbuch MG.33.CX.YY liefert Informationen zum Steuern, Überwachen und Programmieren des Frequenzumrichters über die Profibus-Schnittstelle.
- Das VLT® AutomationDrive FC 300 DeviceNet Produkthandbuch MG.33.DX.YY liefert Informationen zum Steuern, Überwachen und Programmieren des Frequenzumrichters über die DeviceNet-Schnittstelle.

X = Versionsnummer

YY = Sprachcode

Die technische Literatur von Danfoss Drives ist auch online unter [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation) verfügbar.

## 1.1.2 Symbole

In diesem Handbuch verwendete Symbole.



### **ACHTUNG!**

Kennzeichnet einen wichtigen Hinweis.



Kennzeichnet eine allgemeine Warnung.



Kennzeichnet eine Warnung vor Hochspannung.

\*

Markiert in der Auswahl die Werkseinstellung.

### 1.1.3 Abkürzungen

Wechselstrom	AC
American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß	AWG
Ampere	A
Automatische Motoranpassung	AMA
Stromgrenze	$I_{LM}$
Grad Celsius	°C
Gleichstrom	DC
Abhängig von Frequenzumrichter	D-TYPE
Elektromagnetische Verträglichkeit	EMV
Elektronisch-thermisches Relais	ETR
Frequenzumrichter	FC
Gramm	g
Hertz	Hz
Kilohertz	kHz
LCP-Bedieneinheit	LCP
Meter	m
Induktivität in Millihenry	mH
Milliampere	mA
Millisekunde	ms
Minute	min.
Motion Control Tool	MCT
Nanofarad	nF
Newtonmeter	Nm
Nennmotorstrom	$I_{M,N}$
Motornennfrequenz	$f_{M,N}$
Nennmotorleistung	$P_{M,N}$
Nennmotorspannung	$U_{M,N}$
Parameter	Par.
Schutzkleinspannung	PELV
Platine (engl. Printed Circuit Board)	PCB
Wechselrichter-Ausgangsnennstrom	$I_{INV}$
Umdrehungen pro Minute	UPM
Sekunde	s
Drehmomentgrenze	$T_{LM}$
Volt	V

### 1.1.4 Begriffsdefinitionen

#### Frequenzumrichter:

##### D-TYPE

Größe und Typ des angeschlossenen Frequenzumrichters (Abhängigkeiten).

##### $I_{VLT,MAX}$

Der maximale Ausgangsstrom des Frequenzumrichters.

##### $I_{VLT,N}$

Der Ausgangsnennstrom des Frequenzumrichters.

##### $U_{VLT,MAX}$

Die maximale Ausgangsspannung des Frequenzumrichters.

#### Eingänge:

##### Steuerbefehl

Sie können den angeschlossenen Motor über das LCP und die Digitaleingänge starten und stoppen.

Die Funktionen sind in zwei Gruppen unterteilt.

Funktionen in Gruppe 1 haben eine höhere Priorität als Funktionen in Gruppe 2.

#### Motor:

##### $f_{JOG}$

Die Festfrequenz „Jog“, wählbar über Digitaleingang oder Bus.

##### $f_M$

Die Motorfrequenz.

##### $f_{MAX}$

Die maximale Motorfrequenz.

Gruppe 1	Reset, Motorfreilauf, Quittierung und Motorfreilauf, Schnellstopp, DC-Bremse, Stopp und „Off“-Taste am LCP.
Gruppe 2	Start, Puls-Start, Reversierung, Start und Reversierung, Festdrehzahl JOG und Ausgangsfrequenz speichern

$f_{MIN}$ 

Die minimale Motorfrequenz.

 $f_{M,N}$ 

Die Motornennfrequenz (siehe Typenschilddaten).

 $I_M$ 

Der Motorstrom.

 $I_{M,N}$ 

Der Motornennstrom (siehe Typenschilddaten).

M-TYPE

Größe und Typ des angeschlossenen Frequenzumrichters (Abhängigkeiten).

 $n_{M,N}$ 

Die Motornendrehzahl (siehe Typenschilddaten).

 $P_{M,N}$ 

Die Motornennleistung (siehe Typenschilddaten).

 $T_{M,N}$ 

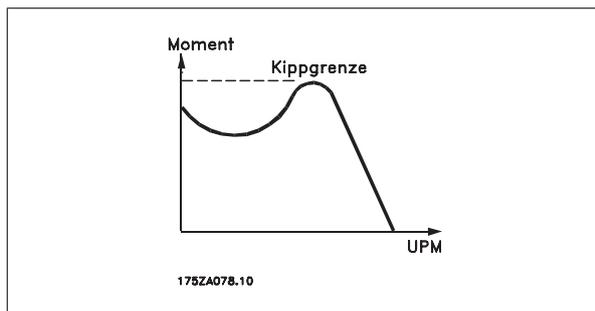
Das Nenndrehmoment (Motor).

 $U_M$ 

Die Momentspannung des Motors.

 $U_{M,N}$ 

Die Motornennspannung (siehe Typenschilddaten).

Losbrechmoment $\eta_{VLT}$ 

Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ist definiert als das Verhältnis zwischen Leistungsabgabe und Leistungsaufnahme.

Einschaltsperrbefehl

Ein Stoppbefehl, der der Gruppe 1 der Steuerbefehle angehört, siehe dort.

Stoppbefehl

Siehe Steuerbefehle.

**Sollwerte:**Analog Sollwert

Ein Sollwertsignal an den Analogeingängen 53 oder 54 (Spannung oder Strom).

Binärsollwert

Ein über die serielle Schnittstelle oder Bus-Schnittstelle übertragenes Sollwertsignal.

Festsollwert

Ein definierter Festsollwert, einstellbar zwischen -100 % bis +100 % des Sollwertbereichs. Auswahl von bis zu acht Festsollwerten über die Digitalklemmen ist möglich.

Pulssollwert

Ein den Digitaleingängen (Klemme 29 oder 33) zugeführtes Pulsfrequenzsignal.

Ref<sub>MAX</sub>

**1**

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 100 % des Gesamtskalierwerts (normalerweise 10 V, 20 mA) und dem resultierenden Sollwert.  
Der in Par. 3-03 eingestellte maximale Sollwert.

Ref<sub>MIN</sub>

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 0 % (normalerweise 0 V, 0 mA, 4 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in Par. 3-02 eingestellte minimale Sollwert.

**Sonstiges:**Analogeingänge

Die Analogeingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

Es gibt zwei Arten von Analogeingängen:

Stromeingang, 0-20 mA bzw. 4-20 mA (skalierbar).

Spannungseingang, 0-10 V DC (skalierbar) (FC 301)

Spannungseingang, -/+ 10 V DC (skalierbar) (FC 302).

Analogausgänge

Die Analogausgänge können ein Signal von 0-20 mA, 4-20 mA ausgeben.

Automatische Motoranpassung, AMA

Die AMA-Funktion ermittelt die elektrischen Parameter des angeschlossenen Motors im Stillstand.

Bremswiderstand

Der Bremswiderstand kann die bei generatorischer Bremsung erzeugte Bremsleistung aufnehmen. Während generatorischer Bremsung erhöht sich die Zwischenkreisspannung. Beim Überschreiten einer bestimmten Höhe der Zwischenkreisspannung wird der Bremschopper aktiviert und überträgt die generatorische Energie an den Bremswiderstand.

CT-Kennlinie

Konstante Drehmomentkennlinie; typisch bei Anwendungen mit konstantem Lastmomentverlauf über dem Drehzahlbereich, z.B. Förderbänder und Krane.

Digitaleingänge

Digitaleingänge können zur Programmierung bzw. Steuerung diverser Funktionen des Frequenzumrichters benutzt werden.

Digitalausgänge

Der Frequenzumrichter verfügt über zwei Festwert-Ausgänge, die ein 24 V DC-Signal (max. 40 mA) liefern können.

DSP

Digitaler Signalprozessor.

ETR

Das elektronisch thermische Relais ist eine Berechnung der thermischen Belastung auf Grundlage der aktuellen Belastung und Zeit. Hiermit soll die Motortemperatur geschätzt werden.

Hiperface®

Hiperface® ist ein eingetragenes Warenzeichen von Stegmann.

Initialisieren

Beim Initialisieren (Par. 14-22) können die Werkseinstellungen der Parameter wieder hergestellt werden.

Arbeitszyklus im Aussetzbetrieb

Eine Einstufung mit aussetzender Belastung bezieht sich auf eine Abfolge von Arbeitszyklen. Jeder Zyklus besteht aus einem Belastungs- und einem Entlastungszeitraum. Der Betrieb kann periodisch oder aperiodisch sein.

LCP

Das LCP (Local Control Panel) ist ein Bedienteil mit kompletter Benutzeroberfläche zum Steuern und Programmieren des Frequenzumrichters. Das LCP ist abnehmbar und kann mithilfe eines Einbausatzes bis zu 3 m entfernt vom Frequenzumrichter angebracht werden (z. B. in einer Schaltschranktür).

lsb

Steht für „Least Significant Bit“; bei binärer Codierung das Bit mit der niedrigsten Wertigkeit.

msb

Steht für „Most Significant Bit“; bei binärer Codierung das Bit mit der höchsten Wertigkeit.

MCM

Steht für Mille Circular Mil; eine amerikanische Maßeinheit für den Kabelquerschnitt. 1 MCM = 0,5067 mm<sup>2</sup>.

Online-/Offline-Parameter

Änderungen der Online-Parameter werden sofort nach Änderung des Datenwertes aktiviert. Änderungen der Offline-Parameter werden erst dann aktiviert, wenn am LCP [OK] gedrückt wurde.

PID-Prozess

Der PID-Regler sorgt durch einen Soll-/Istwertvergleich für eine Anpassung der Motordrehzahl, um wechselnde Prozessgrößen (Druck, Temperatur usw.) konstant zu halten.

Pulseingang/Inkrementalgeber

Ein externer, digitaler Impulsgeber, der für Rückmeldungen (z.B. Motordrehzahl) benutzt wird. Der Geber wird für Anwendungen eingesetzt, bei denen eine sehr hohe Genauigkeit der Drehzahlsteuerung verlangt wird.

RCD

Steht für „Residual Current Device“; Englische Bezeichnung für Fehlerstrom-Schutzschalter.

Parametersatz

Sie können die Parametereinstellungen in vier Parametersätzen speichern. Sie können zwischen den vier Parametersätzen wechseln oder einen Satz bearbeiten, während ein anderer Satz gerade aktiv ist.

SFAVM

Steht für Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation und bezeichnet einen Schaltmodus des Wechselrichters (Par. 14-00).

Schlupfausgleich

Der Frequenzumrichter gleicht den belastungsabhängigen Motorschlupf aus, indem er unter Berücksichtigung des Motorsatzschaltbildes und der gemessenen Motorlast die Ausgangsfrequenz anpasst.

Smart Logic Control (SLC)

SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die ausgeführt werden, wenn die zugehörigen benutzerdefinierten Ereignisse durch die SLC als TRUE (WAHR) ausgewertet werden. (Parametergruppe 13-xx).

FC-Standardbus

Umfasst RS 485 Bus mit FC-Protokoll oder MC-Protokoll Siehe Parameter 8-30.

Thermistor:

Ein temperaturabhängiger Widerstand, mit dem die Motortemperatur überwacht wird.

Alarm

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, z. B. bei einer Übertemperatur des Frequenzumrichters. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und die Abschaltung über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. In einigen Fällen erfolgt die Aufhebung automatisch. Abschaltung darf nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwendet werden.

Abschaltblockierung

Ein Zustand, der in kritischen Fehlersituationen eintritt, z. B. bei einem Kurzschluss am Ausgang des Frequenzumrichters. Eine Abschaltblockierung kann nur durch Unterbrechen der Netzversorgung, Beheben der Fehlerursache und erneuten Anschluss des Frequenzumrichters aufgehoben werden. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und die Abschaltung über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. Abschaltung darf nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwendet werden.

VT-Kennlinie

Variable Drehmomentkennlinie; typisch bei Anwendungen mit quadratischem Lastmomentverlauf über den Drehzahlbereich, z. B. Kreiselpumpen und Lüfter.

VVC<sup>plus</sup>

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet Voltage Vector Control (VVC<sup>plus</sup>) eine verbesserte Dynamik und Stabilität der Motordrehzahl, sowohl bei Änderungen des Drehzahlsollwerts als auch in Bezug auf Änderungen des Belastungsmoments.

60° AVM

Steht für 60° Asynchronous Vector Modulation und bezeichnet einen Schaltmodus des Wechselrichters (Par. 14-00).

Leistungsfaktor

Der Leistungsfaktor ist das Verhältnis zwischen  $I_1$  und  $I_{RMS}$ .

$$\text{Leistung } 0-20 \text{ mA Faktor} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

Der Leistungsfaktor einer 3-Phasen-Versorgung ist definiert als:

$$= \frac{I_1 \times \cos\varphi_1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ da } \cos\varphi_1 = 1$$

Der Leistungsfaktor gibt an, wie stark ein Frequenzumrichter die Netzversorgung belastet.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der  $I_{RMS}$  (Eingangsstrom) bei gleicher kW-Leistung.

Darüber hinaus weist ein hoher Leistungsfaktor darauf hin, dass die Oberwellenbelastung sehr niedrig ist.

Durch die im Frequenzumrichter standardmäßig eingebauten Zwischenkreisdrosseln wird die Netzbelastung durch Oberwellen deutlich reduziert.

## 2 Sicherheit und Konformität

### 2.1 Sicherheitsmaßnahmen



Der Frequenzumrichter steht bei Netzanschluss unter lebensgefährlicher Spannung. Unsachgemäße Installation des Motors, Frequenzumrichters oder Feldbus kann Schäden am Gerät sowie schwere Personenschäden oder sogar tödliche Verletzungen verursachen. Befolgen Sie daher stets die Anweisungen in diesem Handbuch sowie die örtlichen und nationalen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen.

2

#### Sicherheitsvorschriften

1. Bei Reparaturen muss die Stromversorgung des Frequenzumrichters abgeschaltet werden. Vergewissern Sie sich, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker entfernen.
2. Die [OFF]-Taste auf dem Bedienfeld des Frequenzumrichters unterbricht nicht die Netzspannung und darf deshalb nicht als Sicherheitsschalter benutzt werden .
3. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass gemäß den örtlichen und nationalen Vorschriften eine ordnungsgemäße Schutzerdung des Gerätes erfolgt, der Benutzer gegen Versorgungsspannung geschützt und der Motor gegen Überlast abgesichert wird.
4. Der Erdableitstrom übersteigt 3,5 mA.
5. Ein Überlastungsschutz des Motors ist in der Werkseinstellung nicht enthalten. Wenn diese Funktion erforderlich ist, stellen Sie Par. 1-90 auf Datenwert ETR Alarm 1 [4] oder Datenwert ETR Warnung 1 [3] ein.
6. Die Stecker für die Motor- und Netzversorgung dürfen nicht entfernt werden, wenn der Frequenzumrichter an die Netzspannung angeschlossen ist. Vergewissern Sie sich, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker entfernen.
7. Der VLT-Frequenzumrichter hat außer den Spannungseingängen L1, L2 und L3 noch weitere Spannungseingänge, wenn DC-Zwischenkreis-kopplung bzw. externe 24 V DC-Versorgung installiert sind. Kontrollieren Sie, dass vor Beginn der Reparaturarbeiten alle Spannungseingänge abgeschaltet sind und die erforderliche Zeit verstrichen ist.

#### Warnung vor unerwartetem Anlauf

1. Der Motor kann mit einem digitalen Befehl, einem Bus-Befehl, einem Sollwert oder LCP Stopp angehalten werden, obwohl der Frequenzumrichter weiter unter Netzspannung steht. Ist ein unerwarteter Anlauf des Motors gemäß den Bestimmungen zur Personensicherheit (z. B. Verletzungsgefahr durch Kontakt mit sich bewegenden Maschinenteilen nach einem unerwarteten Anlauf) jedoch unzulässig, so sind die oben genannten Stoppfunktionen nicht ausreichend. In diesem Fall muss der Frequenzumrichter vom Netz getrennt oder die Funktion *Sich.Stopp* aktiviert werden.
2. Der Motor kann während der Parametereinstellung anlaufen. Wenn dadurch die Personensicherheit gefährdet wird (z. B. Verletzungsgefahr durch Kontakt mit sich bewegenden Maschinenteilen) ist ein unerwarteter Anlauf z. B. mithilfe der Funktion *Sich.Stopp* oder durch sichere Trennung der Motorverbindung zu verhindern.
3. Ist der Motor abgeschaltet, so kann er von selbst wieder anlaufen, sofern die Elektronik des Frequenzumrichters defekt ist, oder falls eine kurzfristige Überlastung oder ein Fehler in der Versorgungsspannung bzw. am Motoranschluss beseitigt wurde. Ist ein unerwarteter Anlauf des Motors gemäß den Bestimmungen zur Personensicherheit (z. B. Verletzungsgefahr durch Kontakt mit sich bewegenden Maschinenteilen) jedoch unzulässig, so sind die oben genannten Stoppfunktionen nicht ausreichend. In diesem Fall muss der Frequenzumrichter vom Netz getrennt oder die Funktion *Sich.Stopp* aktiviert werden.



#### ACHTUNG!

Für korrekten und sicheren Gebrauch der Funktion *Sich.Stopp* befolgen Sie die entsprechenden Anweisungen im Abschnitt *Sicherer Stopp*.

4. Vom Frequenzumrichter gesendete Steuersignale oder interne Steuersignale können in seltenen Fällen fälschlicherweise aktiviert oder verzögert werden bzw. werden überhaupt nicht gesendet. In sicherheitskritischen Anwendungen, beispielsweise bei der Funktionssteuerung der elektromagnetischen Bremse einer Hubvorrichtung, darf die Steuerung nicht ausschließlich über die Steuersignale erfolgen.



Das Berühren spannungsführender Teile - auch nach der Trennung vom Netz - ist lebensgefährlich.

2

Achten Sie außerdem darauf, dass andere Spannungseingänge, wie z. B. externe 24 V DC, Zwischenkreiskopplung (Zusammenschalten eines DC-Zwischenkreises) sowie der Motoranschluss beim kinetischen Speicher ausgeschaltet sind.

Systeme, in Frequenzrichter installiert sind, müssen gemäß den gültigen Sicherheitsbestimmungen (z. B. Bestimmungen für technische Anlagen, Vorschriften zur Unfallverhütung, etc.) mit zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen versehen werden. Mithilfe der Betriebssoftware dürfen Änderungen an den Frequenzrichtern vorgenommen werden.

Hubanwendungen:

Die FC-Funktionen zur Steuerung von mechanischen Bremsfunktionen sind nicht als primäre Sicherheitsschaltung zu betrachten. Für die Steuerung von externen Bremsfunktionen muss immer eine Redundanz vorhanden sein.

**Protection Mode**

Wenn ein Hardwaregrenzwert des Motorstroms oder der DC-Zwischenkreisspannung überschritten wird, geht der Frequenzrichter in den „Protection mode“. „Protection mode“ bedeutet eine Änderung der PWM-Modulationsstrategie und eine niedrige Taktfrequenz, um Verluste auf ein Minimum zu reduzieren. Dies wird 10 s nach dem letzten Fehler fortgesetzt und erhöht die Zuverlässigkeit und die Robustheit des Frequenzrichters, während die vollständige Regelung des Motors wieder hergestellt wird.

In Hub- und Vertikalfördereranwendungen kann der „Protection mode“ nicht eingesetzt werden, da der Frequenzrichter diese Betriebsart in der Regel nicht wieder verlassen kann und daher die Zeit vor Aktivieren der Bremse verlängert. Dies ist nicht empfehlenswert.

Der „Protection mode“ kann durch Einstellung von Parameter 14-26 „WR-Fehler Abschaltverzögerung“ auf 0 deaktiviert werden. Dies bedeutet, dass der Frequenzrichter sofort abschaltet, wenn einer der Hardwaregrenzwerte überschritten wird.

**ACHTUNG!**  
Es wird empfohlen, den „Protection Mode“ in Hubanwendungen zu deaktivieren (Par. 14-26 = 0).

Die Zwischenkreiskondensatoren bleiben auch nach Abschalten der Netzversorgung eine gewisse Zeit geladen. Zum Schutz vor elektrischem Schlag ist der Frequenzrichter vor allen Wartungsarbeiten vom Netz zu trennen. Bei Verwendung eines PM-Motors sicherstellen, dass dieser getrennt ist. Vor der Durchführung von Wartungsarbeiten müssen unbedingt die folgenden Wartezeiten eingehalten werden:

380 - 500 V	0,25 - 7,5 kW	4 Minuten
	11 - 75 kW	15 Minuten
525 - 690 V	90 - 200 kW	20 Minuten
	250 - 400 kW	40 Minuten
	37 - 250 kW	20 Minuten
	315 - 560 kW	30 Minuten

Geräte mit elektronischen Bauteilen dürfen nicht im normalen Hausmüll entsorgt werden. Sie müssen separat mit Elektro- und Elektronikaltgeräten gemäß örtlicher und geltender Gesetzgebung gesammelt werden.

**FC 300**  
Projektierungshandbuch  
Software-Version: 4.8x

Dieses Projektierungshandbuch beschreibt die FC 300 Frequenzrichter ab Software-Version 4.8 x. Software-Versionsnummer siehe Parameter 15-43.

## 2.4.1 CE-Kennzeichnung

### Was ist unter dem CE-Zeichen zu verstehen?

Sinn und Zweck des CE-Zeichens ist ein Abbau von technischen Handelsbarrieren innerhalb der EFTA und der EU. Die EU hat das CE-Zeichen als einfache Kennzeichnung für die Übereinstimmung eines Produkts mit den entsprechenden EU-Richtlinien eingeführt. Über die technischen Daten oder die Qualität eines Produkts sagt das CE-Zeichen nichts aus. Frequenzumrichter fallen unter drei EU-Richtlinien:

### Maschinenrichtlinie (98/37/EWG)

Alle Maschinen mit kritischen beweglichen Teilen werden von der Maschinenrichtlinie erfasst, die seit 1. Januar 1995 in Kraft ist. Da ein Frequenzumrichter weitgehend ein elektrisches Gerät ist, fällt er nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch für den Einsatz in einer Maschine geliefert, so stellen wir Informationen zu Sicherheitsaspekten des Frequenzumrichters zur Verfügung. Wir bieten dies in Form einer Herstellererklärung.

### Niederspannungsrichtlinie (73/23/EWG)

Frequenzumrichter müssen seit 1. Januar 1997 die CE-Kennzeichnung in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie erfüllen. Die Richtlinie gilt für sämtliche elektrischen Bauteile und Geräte im Spannungsbereich 50-1000 V AC und 75-1500 V DC. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung.

### Die EMV-Richtlinie (89/336/EWG)

EMV ist die Abkürzung für Elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Verträglichkeit bedeutet, dass die gegenseitigen elektronischen Störungen zwischen verschiedenen Bauteilen bzw. Geräten so gering sind, dass sie die Funktion der Geräte nicht beeinflussen.

Die EMV-Richtlinie ist seit 1. Januar 1996 in Kraft. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung. Wie eine EMV-konforme Installation auszuführen ist, wird in diesem Projektierungshandbuch erklärt. Wir geben außerdem die Normen an, denen unsere diversen Produkte entsprechen. Wir bieten die in den Spezifikationen angegebenen Filter und weitere Unterstützung zum Erzielen einer optimalen EMV-Sicherheit an.

Meistens werden Frequenzumrichter von Fachleuten als komplexes Bauteil eingesetzt, das Teil eines größeren Geräts, Systems bzw. einer Anlage ist. Es sei darauf hingewiesen, dass der Installierende die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage bzw. der Installation trägt.

## 2.4.2 Was unter die Richtlinien fällt

In dem in der EU geltenden „Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 89/336/EWG des Rates“ werden für den Einsatz von Frequenzumrichtern drei theoretische Situationen genannt. Siehe unten zu EMV-Konformität und CE-Kennzeichnung.

2

1. Der Frequenzumrichter wird direkt im freien Handel an den Endkunden verkauft. Der Frequenzumrichter wird beispielsweise an einen Heimwerkerbaumarkt verkauft. Der Endkunde ist nicht sachkundig. Er installiert selbst den VLT-Frequenzumrichter, z. B. für ein Heimwerker- oder Haushaltsgerät o. Ä. Für derartige Anwendungen bedarf der Frequenzumrichter der CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie.
2. Der Frequenzumrichter wird für die Installation in einer Anlage verkauft. Die Anlage wird von Fachkräften aufgebaut. Es kann sich beispielsweise um eine Produktionsanlage oder um eine von Fachleuten konstruierte und aufgebaute Heizungs- oder Lüftungsanlage handeln. Weder der Frequenzumrichter noch die fertige Anlage bedürfen einer CE-Kennzeichnung nach der EMV-Richtlinie. Die Anlage muss jedoch die grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie erfüllen. Dies kann der Anlagenbauer durch den Einsatz von Bauteilen, Geräten und Systemen sicherstellen, die eine CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie besitzen.
3. Der Frequenzumrichter wird als Teil eines Komplettsystems verkauft. Das System wird als Komplett Einheit angeboten, z. B. eine Klimaanlage. Das gesamte System muss gemäß der EMV-Richtlinie CE-gekennzeichnet sein. Dies kann der Hersteller entweder durch den Einsatz CE-gekennzeichneter Bauteile gemäß EMV-Richtlinie oder durch Überprüfung der EMV-Eigenschaften des Systems gewährleisten. Entscheidet sich der Hersteller dafür, nur CE-gekennzeichnete Bauteile einzusetzen, so braucht das Gesamtsystem nicht getestet zu werden.

## 2.4.3 Danfoss-Frequenzumrichter und das CE-Zeichen

Das CE-Zeichen soll die Vereinfachung des Handelsverkehrs innerhalb von EU und EFTA günstig beeinflussen.

Allerdings kann das CE-Zeichen viele verschiedene Spezifikationen abdecken. Sie müssen also prüfen, was durch eine bestimmte CE-Kennzeichnung tatsächlich abgedeckt ist.

Die beinhalteten Spezifikationen können sehr unterschiedlich sein, und ein CE-Zeichen kann einem Installateur auch durchaus ein falsches Sicherheitsgefühl vermitteln, wenn z.B. ein Frequenzumrichter als Bauteil eines Systems oder Gerätes eingesetzt wird.

Danfoss versieht die Frequenzumrichter mit einem CE-Zeichen gemäß der Niederspannungsrichtlinie. Das bedeutet, dass wir bei korrekter Installation des Frequenzumrichters dessen Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie garantieren. Zur Bestätigung, dass unsere CE-Kennzeichnung der Niederspannungsrichtlinie entspricht, stellt Danfoss eine Konformitätserklärung aus.

Das CE-Zeichen gilt auch für die EMV-Richtlinie unter der Voraussetzung, dass die Hinweise in diesem Handbuch zur EMV-gemäßen Installation und Filterung beachtet werden. Auf dieser Grundlage wurde eine Konformitätserklärung gemäß EMV-Richtlinie ausgestellt.

Das Projektierungshandbuch bietet detaillierte Anweisungen für eine EMV-korrekte Installation. Außerdem gibt Danfoss die Normen an, denen unsere verschiedenen Produkte entsprechen.

Danfoss sorgt auf Wunsch für weitere Unterstützung, damit optimale EMV-Ergebnisse erzielt werden.

## 2.4.4 Konformität mit EMV-Richtlinie 89/336/EWG

Meistens wird der Frequenzumrichter von Fachleuten als komplexes Bauteil eingesetzt, das Teil eines größeren Geräts, Systems bzw. einer Anlage ist. Es sei darauf hingewiesen, dass der Installierende die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage bzw. der Installation trägt. Als Hilfe für den Installateur hat Danfoss EMV-Installationsanleitungen für das sogenannte Power Drive System erstellt. Die für Power-Drive-Systeme angegebenen Standards und Prüfniveaus werden unter der Voraussetzung eingehalten, dass die Hinweise zur EMV-gerechten Installation befolgt wurden (siehe Abschnitt *EMV-Immunität*).

### 2.5.1 Luftfeuchtigkeit

Der Frequenzumrichter ist ausgelegt den Normen IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 Pkt. 9.4.2.2 bei 50 °C zu entsprechen.

Ein Frequenzumrichter enthält zahlreiche mechanische und elektronische Bauteile. Alle reagieren mehr oder weniger empfindlich auf Umwelteinflüsse.



Der Frequenzumrichter darf daher nicht in Umgebungen installiert werden, deren Atmosphäre Flüssigkeiten, Stäube oder Gase enthält, die die elektronischen Bauteile beeinflussen oder beschädigen können. Werden in solchen Fällen nicht die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen, so verkürzt sich die Lebensdauer des Frequenzumrichters und es erhöht sich das Risiko von Ausfällen.

Flüssigkeiten können sich schwebend in der Luft befinden und im Frequenzumrichter kondensieren. Dadurch können Bauteile und Metallteile korrodieren. Dampf, Öl und Salzwasser können ebenfalls zur Korrosion von Bauteilen und Metallteilen führen. Für solche Umgebungen empfehlen sich Geräte gemäß Schutzart IP55. Als zusätzlicher Schutz können als Option lackierte Platinen bestellt werden.

Schwebende Partikel, wie z. B. Staub, können zu mechanisch, elektrisch oder thermisch bedingten Ausfällen des Frequenzumrichters führen. Eine Staubschicht auf dem Ventilator des Gerätes ist ein typisches Anzeichen für einen hohen Grad an Schwebepartikeln. In sehr staubiger Umgebung sind Geräte gemäß Schutzart IP55 oder ein zusätzliches Schutzgehäuse für die Geräte zu empfehlen.

In Umgebungen mit hohen Temperaturen und viel Feuchtigkeit lösen korrosionsfördernde Gase (z .B. Schwefel, Stickstoff und Chlorgemische) chemische Prozesse aus, die sich auf die Bauteile des Frequenzumrichters auswirken.

Derartige Prozesse ziehen die elektronischen Bauteile sehr schnell in Mitleidenschaft. In solchen Umgebungen empfiehlt es sich, die Geräte in einen extern belüfteten Schrank einzubauen, sodass die aggressiven Gase vom Frequenzumrichter fern gehalten werden. Als zusätzlicher Schutz in solchen Bereichen kann ebenfalls eine Lackierung der Platinen als Option bestellt werden.



**ACHTUNG!**  
Die Aufstellung eines Frequenzumrichters in aggressiver Umgebung verkürzt die Lebensdauer des Geräts erheblich und erhöht das Risiko von Ausfällen.

Vor der Installation des Frequenzumrichters muss die Umgebungsluft auf Flüssigkeiten, Stäube und Gase geprüft werden. Dies kann z. B. geschehen, indem man bereits vorhandene Installationen am betreffenden Ort näher in Augenschein nimmt. Typische Anzeichen für schädigende atmosphärische Flüssigkeiten sind an Metallteilen haftendes Wasser, Öl oder Korrosionsbildung an Metallteilen.

Übermäßige Mengen Staub finden sich häufig an Gehäusen und vorhandenen elektrischen Anlagen. Ein Anzeichen für aggressive Schwebegase sind Schwarzverfärbungen von Kupferstäben und Kabelenden in vorhandenen Installationen.

Der Frequenzumrichter wurde nach Verfahren gemäß der folgenden Normen geprüft:

Der Frequenzumrichter entspricht den Anforderungen für die Bedingungen bei Montage des Geräts an Wänden, in Maschinengestellen oder Schaltschränken.

IEC/EN 60068-2-6: IEC/EN 60068-2-64:	Schwingen (sinusförmig) - 1970 Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt)
---	---



## 3 Einführung zum FC 300

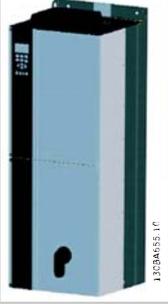
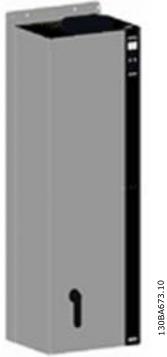
### 3.1 Produktübersicht

Die Gehäusegröße hängt vom Gehäusotyp, der Leistung und der Netzspannung ab.

Gehäusotyp		A1	A2	A3	A5
Gehäuse Schutzart Nenn- Leistung	IP	20/21	20/21	20/21	55/66
	NEMA	Chassis/Typ 1	Chassis/Typ 1	Chassis/Typ 1	NEMA 12/NEMA 4X
		0,25-1,5 kW (200-240 V) 0,37-1,5 kW (380-480 V)	0,25-3 kW (200-240 V) 0,37-4,0 kW (380-480/ 500V)	3,7 kW (200-240 V) 5,5-7,5 kW (380-480/ 500 V) 0,75-7,5 kW (525-600 V)	0,25-3,7 kW (200-240 V) 0,37-7,5 kW (380-480/500 V) 0,75 -7,5 kW (525-600 V)
Gehäusotyp		B1	B2	B3	B4
Gehäuse Schutzart Nenn- Leistung	IP	21/55/66	21/55/66	20	20
	NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	Chassis	Chassis
		5,5-7,5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/ 500V) 11-15 kW (525-600 V)	11 kW (200-250 V) 18,5-22 kW (380-480/ 500V) 18,5-22 kW (525-600 V)	5,5-7,5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/500 V) 11-15 kW (525-600 V)	11-15 kW (200-240 V) 18,5-30 kW (380-480/ 500 V) 18,5-30 kW (525-600 V)
Gehäusotyp		C1	C2	C3	C4
Gehäuse Schutzart Nenn- Leistung	IP	21/55/66	21/55/66	20	20
	NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	Chassis	Chassis
		15-22 kW (200-240 V) 30-45kW (380-480/ 500V) 30-45 kW (525-600 V)	30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/ 500V) 55-90 kW (525-600 V)	18,5-22 kW (200-240 V) 37-45 kW (380-480/500 V) 37-45 kW (525-600 V)	30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/ 500 V) 55-90 kW (525-600 V)

3

3

<b>Gehäusotyp</b>	<b>D1</b>		<b>D2</b>		<b>D3</b>		<b>D4</b>	
	Gehäuse Schutzart	IP NEMA	21/54 NEMA 1/NEMA 12	21/54 NEMA 1/NEMA 12	00 Chassis	00 Chassis		
	Nenn- Leistung		90-110 kW bei 400 V (380-500 V) 37-132 kW bei 690 V (525-690 V)	132-200 kW bei 400 V (380-500 V) 160-315 kW bei 690 V (525-690 V)	90-110 kW bei 400 V (380-500 V) 37-132 kW bei 690 V (525-690 V)	132-200 kW bei 400 V (380-500 V) 160-315 kW bei 690 V (525-690 V)		
<b>Gehäusotyp</b>	<b>E1</b>		<b>E2</b>					
	Gehäuse Schutzart	IP NEMA	21/54 NEMA 1/NEMA 12	00 Chassis				
	Nenn- Leistung		250-400 kW bei 400 V (380-500 V) 355-560 kW bei 690 V (525-690 V)	250-400 kW bei 400 V (380-500 V) 355-560 kW bei 690 V (525-690 V)				

### 3.2.1 Steuerungsprinzip

Ein Frequenzumrichter wandelt eine Netzwechselspannung in Gleichspannung um und diese Gleichspannung anschließend in Wechselstrom mit variabler Amplitude und Frequenz.

Spannung/Strom und Frequenz des Motors sind somit variabel, was eine stufenlose Drehzahlregelung von herkömmlichen Dreiphasen-Wechselstrommotoren und Permanentmagnet-Synchronmotoren ermöglicht.

### 3.2.2 FC 300-Regelverfahren

Der Frequenzumrichter kann für die Regelung der Drehzahl oder des Drehmoments an der Motorwelle konfiguriert werden. Die Einstellungen in Par. 1-00 und 1-01 bestimmen die Art der Regelung.

Drehzahlregelung:

**Es gibt zwei Arten der Drehzahlregelung:**

- Drehzahlregelung ohne Istwertrückführung vom Motor (ohne Geber).
- Drehzahlregelung mit Istwertrückführung mit PID-Regelcharakteristik. Eine korrekt optimierte Drehzahlregelung mit Istwertrückführung arbeitet wesentlich genauer als eine ohne Istwertrückführung.

Die als Drehzahl-PID-Rückführung zu verwendende Klemme wird in Par. 7-00 gewählt.

Drehmomentregelung (nur FC 302):

Die Drehmomentregelung ist Teil der Motorregelung und erfordert korrekte Einstellungen der Motorparameter. Die hohe Genauigkeit und kurze Ausregelzeit der Drehmomentregelung werden durch die *Fluxvektorregelung mit Geber* (Par. 1-01 *Steuerprinzip*) ermöglicht.

- Fluxvektor mit Geber bietet überragendes Drehmomentregelverhalten in allen vier Quadranten und bei allen Motordrehzahlen.

Drehzahl-/Drehmomentsollwert:

Der Sollwert für dieses Regelverhalten kann entweder ein einzelner Sollwert oder die Summe verschiedener Sollwerte einschließlich relativ skalierten Sollwerte sein. Die Sollwertverarbeitung wird ausführlich weiter hinten in diesem Abschnitt erklärt.

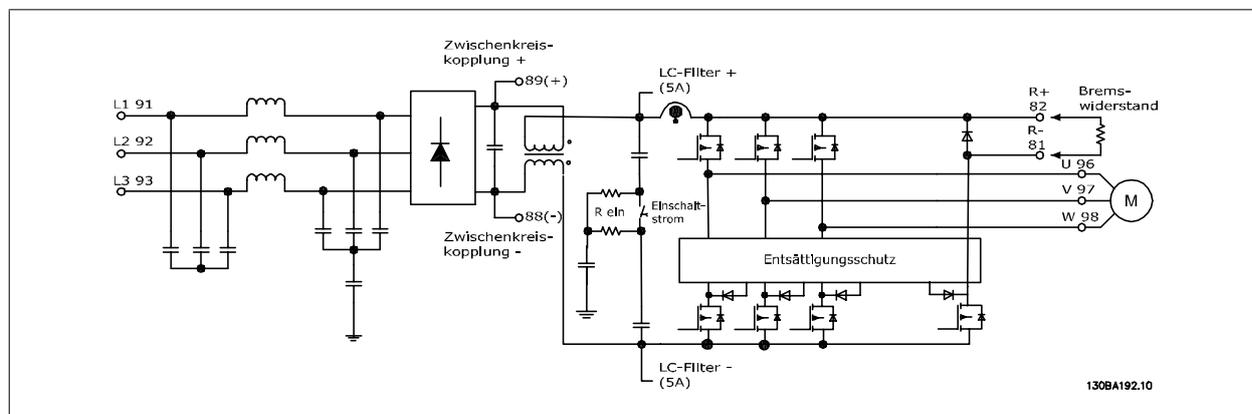
### 3.2.3 Vergleich der Regelungsverfahren bei FC 301 und FC 302

Der FC 301 ist ein Frequenzumrichter für Anwendungen mit einfachen bis mittleren Anforderungen an Dynamik und Genauigkeit. Das Steuerprinzip basiert auf dem VVC plus (VVC<sup>plus</sup>) Steuerprinzip.

Der FC 301 kann zur Steuerung von Asynchronmotoren, nicht jedoch für Synchronservomotoren verwendet werden.

Das Strommessprinzip im FC 301 wird mit einer Summenstrommessung im DC-Zwischenkreis oder in der Motorphase realisiert. Der Erdschlussschutz auf Motorseite wird durch eine Schutzbeschaltung an den IGBTs gewährleistet.

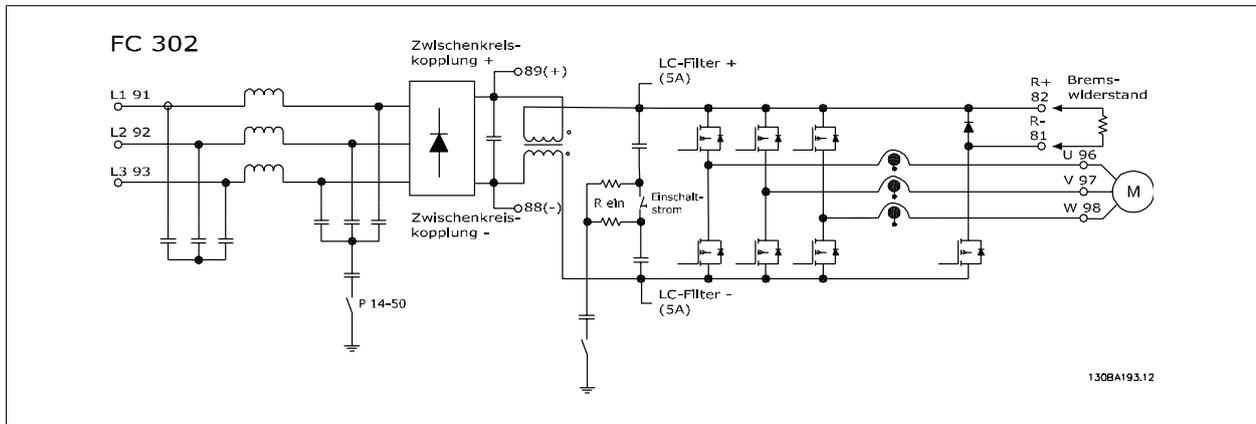
Das Kurzschlussverhalten beim FC 301 hängt vom Stromwandler im positiven DC-Zwischenkreis und dem Entsättigungsschutz mit Istwerten von den 3 unteren IGBTs und der Bremse ab.



Der FC 302 ist ein Hochleistungsfrequenzumrichter mit Servoeigenschaften für anspruchsvolle Anwendungen. Er kann verschiedene Arten von Motorregelverfahren benutzen, wie U/f-Sondermotor-Modus, VVC<sup>plus</sup> oder Flux-Vektor-Motorregelung.

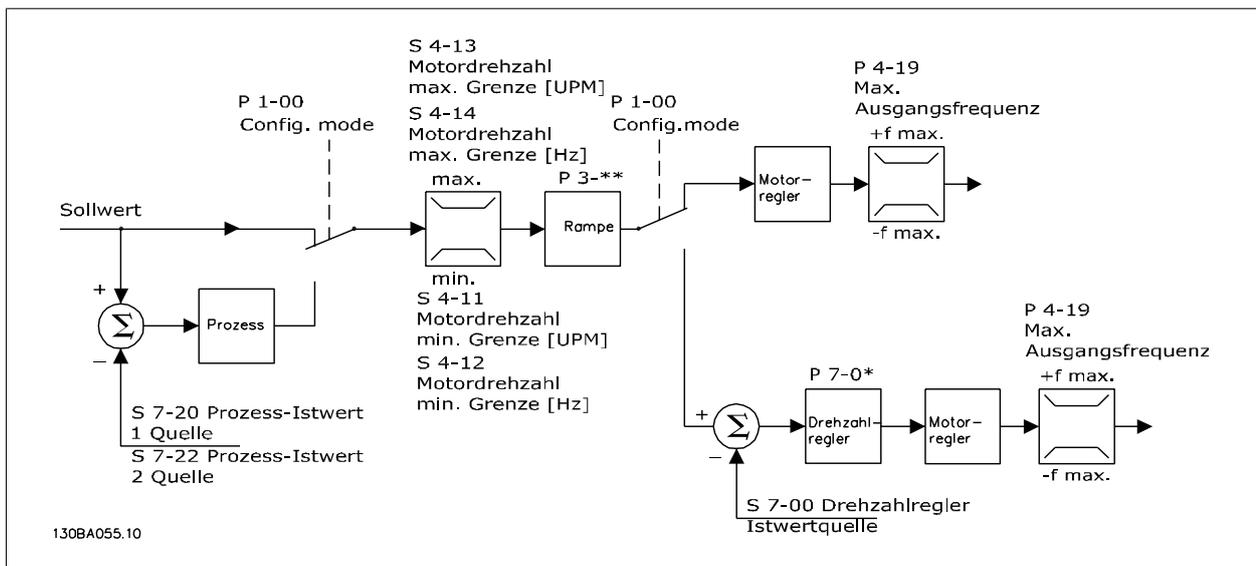
Der FC 302 ist in der Lage, permanenterrregte Synchronmotoren (bürstenlose Servomotoren) sowie normale Käfigläufer-Asynchronmotoren zu steuern. Das Strommessprinzip im FC 302 beruht auf der Erfassung des Stroms in jeder Motorphase. Der Vorteil liegt hier in der sehr genauen und schnellen Erfassung des Stroms und der daraus resultierenden Dynamik und hervorragenden Schutzfunktion.

3



### 3.2.4 Regelstruktur bei VVC<sup>plus</sup>

Regelungsstruktur in VVC<sup>plus</sup>-Konfigurationen mit und ohne Rückführung:



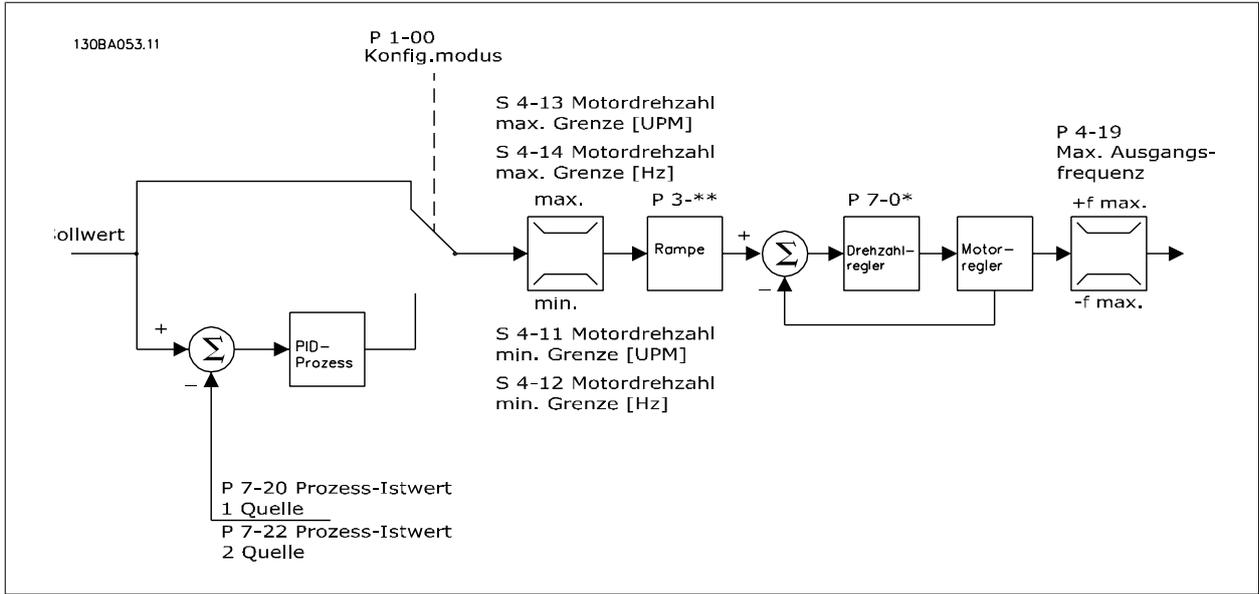
Bei der in der obigen Abbildung gezeigten Konfiguration ist Par. 1-01 *Steuerprinzip* auf „VVC<sup>plus</sup> [1]“ und Par. 1-00 *Regelverfahren* auf „Ohne Rückführung [0]“ eingestellt. Der resultierende Sollwert wird in der Sollwertverarbeitung durch die Rampenbegrenzung und Drehzahlbegrenzung geführt, bevor er an die Motorregelung übergeben wird. Das Ausgangssignal der Motorregelung ist zusätzlich durch die maximale Frequenzgrenze Par. 4-19 begrenzt.

Wenn Par. 1-00 auf „Mit Drehgeber [1]“ eingestellt ist, wird der resultierende Sollwert von der Rampenbegrenzung an eine Drehzahl-PID-Regelung übergeben. Die Parameter für die Drehzahl-PID-Regelung befinden sich in Parametergruppe 7-0\*. Der resultierende Wert von dem PID-Drehzahl-Regler wird ebenfalls durch die Frequenzgrenze Par. 4-19 beschränkt.

Wählen Sie „PID-Prozess [3]“ in Par. 1-00, um die Prozess-PID-Regelung zur Regelung mit Rückführung (z. B. bei einer Druck- oder Durchflussregelung) zu verwenden. Die PID-Prozess-Parameter befinden sich in Parametergruppe 7-2\* und 7-3\*.

### 3.2.5 Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber (nur FC 302)

Regelungsstruktur bei Konfigurationen mit Fluxvektor ohne Geber (nur verfügbar bei FC 302).



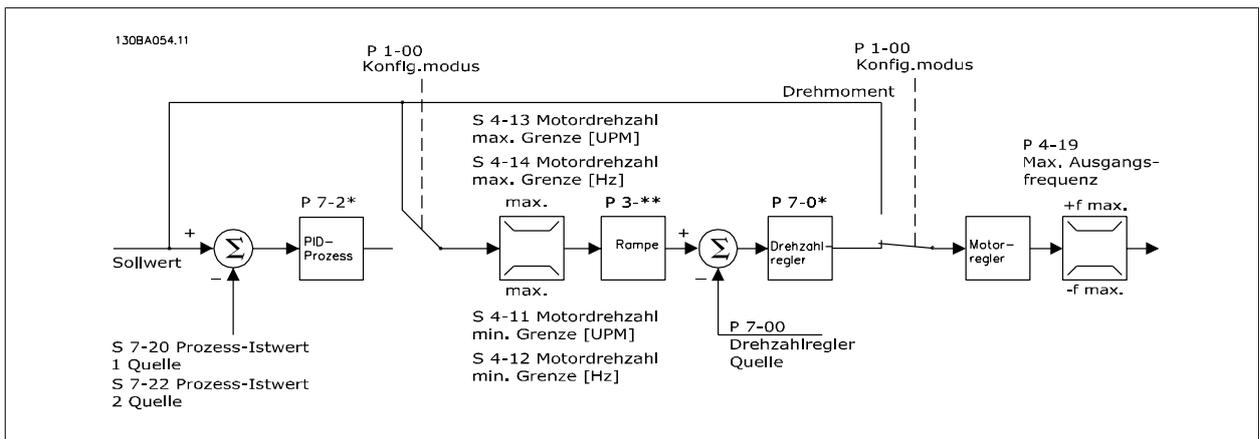
In der gezeigten Konfiguration ist Par. 1-01 *Steuerprinzip* auf „Fluxvektor ohne Geber [2]“ und Par.1-00 auf „Ohne Rückführung [0]“ eingestellt. Der resultierende Sollwert wird entsprechend der angegebenen Parametereinstellungen durch die Rampen- und Drehzahlbegrenzungen geführt.

Ein errechneter Drehzahlwert wird zur Steuerung der Ausgangsfrequenz am Drehzahl-PID-Regler erzeugt. Der Drehzahl-PID-Regler muss mit seinen Parametern P, I und D (Parametergruppe 7-0\*) eingestellt werden.

Wählen Sie „PID-Prozess [3]“ in Par. 1-00, um die Prozess-PID-Regelung zur Regelung mit Rückführung (z. B. bei einer Druck- oder Durchflussregelung) zu verwenden. Die Parameter für Prozess-PID-Regelung befinden sich in Parametergruppe 7-2\* und 7-3\*.

### 3.2.6 Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber

Regelungsstruktur in Konfigurationen mit Fluxvektor mit Geber (nur verfügbar bei FC 302):



In der gezeigten Konfiguration ist Par. 1-01 *Steuerprinzip* auf „Fluxvektor mit Geber [3]“ und Par. 1-00 auf „Mit Drehgeber [1]“ eingestellt.

In dieser Konfiguration wird der Motorregelung ein Istwertsignal von einem direkt am Motor montierten Drehgeber zugeführt (eingestellt in Par. 1-02 *Drehgeber Anschluss*).

Wählen Sie „Mit Drehgeber [1]“ in Par. 1-00, um den resultierenden Sollwert als Eingang für die PID-Drehzahlregelung zu benutzen. Die Parameter für die Drehzahl-PID-Regelung befinden sich in Parametergruppe 7-0\*.

Wählen Sie „Drehmomentregler [2]“ in Par. 1-00, um den resultierenden Sollwert direkt als Drehmomentsollwert zu benutzen. Drehmomentregelung ist nur in der Konfiguration *Fluxvektor mit Geber* (Par. 1-01 *Steuerprinzip*) wählbar. Wenn dieser Modus gewählt wurde, erhält der Sollwert die Einheit Nm. Er erfordert keinen Drehmomentistwert, da das Drehmoment anhand der Strommessung des Frequenzumrichters berechnet wird.

Wählen Sie „PID-Prozess [3]“ in Par. 1-00, um die PID-Prozessregelung zur Regelung mit Rückführung z. B. der Drehzahl oder einer Prozessvariablen in der gesteuerten Anwendung zu benutzen.

3

### 3.2.7 Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC<sup>plus</sup>

Der Frequenzumrichter hat einen integrierten Stromgrenzenregler, der aktiviert wird, wenn der Motorstrom und somit das Drehmoment die in Parameter 4-16, 4-17 und 4-18 eingestellten Drehmomentgrenzen überschreitet.

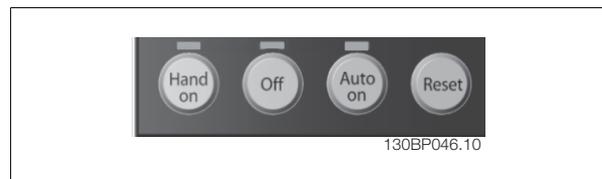
Bei Erreichen der generatorischen oder motorischen Stromgrenze versucht der Frequenzumrichter schnellstmöglich, die eingestellten Drehmomentgrenzen wieder zu unterschreiten, ohne die Kontrolle über den Motor zu verlieren.

### 3.2.8 Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On)

Der Frequenzumrichter kann vor Ort manuell über das (LCP) oder im Fernbetrieb (Auto-Betrieb) über Analog- und Digitaleingänge oder die serielle FC- oder Bus-Schnittstelle gesteuert werden.

Falls in Par. 0-40, 0-41, 0-42 und 0-43 Aktiviert eingestellt ist, kann der Frequenzumrichter über das LCP mit den Tasten [Hand On] und [Off] gesteuert werden. Ein Alarm kann mit der [RESET]-Taste zurückgesetzt werden. Nach Drücken der [Hand On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Hand-Betrieb und verwendet den Ortsollwert, der mit Hilfe der Pfeiltasten am LCP eingestellt werden kann.

Nach Drücken der [Auto On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Auto-Betrieb und verwendet den Fern-Sollwert. In diesem Modus kann der Frequenzumrichter über die Digitaleingänge bzw. verschiedene Schnittstellen (RS-485, USB oder einen optionalen Feldbus) gesteuert werden. Mehr Informationen zum Starten, Stoppen, Ändern von Rampen und Parametersätzen finden Sie in Parametergruppe 5-1\* (Digitaleingänge) bzw. Parametergruppe 8-5\* (serielle Kommunikation).

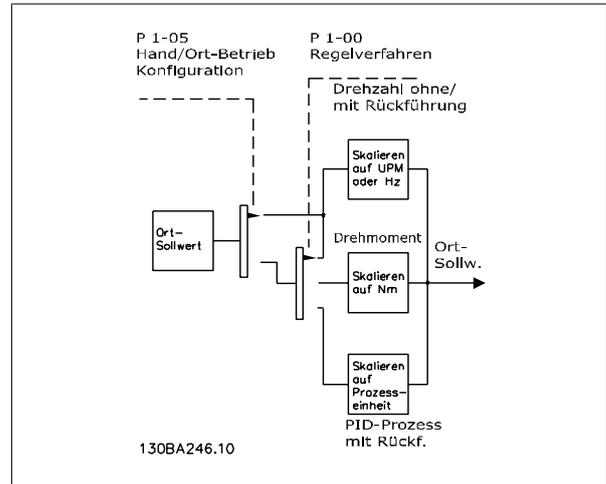
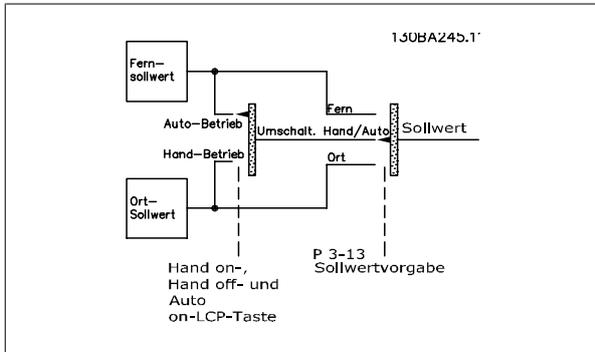


**Aktiver Sollwert und Regelverfahren**

Der aktive Sollwert kann der Ortsollwert oder Fern-Sollwert sein.

In Par. 3-13 *Sollwertvorgabe* können Sie wählen, ob entweder der *Ortsollwert (Hand)* [2] oder *Fern-Sollwert (Auto)* [1] benutzt wird, unabhängig davon, ob sich der Frequenzumrichter im Auto-Betrieb oder im Hand-Betrieb befindet.

*Fern (Auto)* [1] wählt den Fern-Sollwert. Durch Auswahl von *Umschalt. Hand/Auto* [0] (Werkseinstellung) hängt die Sollwertvorgabe von der aktiven Betriebsart ab (Hand- oder Auto-Betrieb).



**3**

[Hand On] Auto LCP-Tasten	Sollwertvorgabe Par. 3-13	Aktiver Sollwert
Hand	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Hand On -> Off (Aus)	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Auto	Umschalt. Hand/Auto	Fern
Auto On-> Off (Aus)	Umschalt. Hand/Auto	Fern
Alle Tasten	Ort	Ort
Alle Tasten	Fern	Fern

Die Tabelle zeigt, unter welchen Bedingungen der Ortsollwert oder der Fern-Sollwert aktiv ist. Einer von beiden ist immer aktiv, es können jedoch nicht beide gleichzeitig aktiv sein.

Par. 1-00 *Regelverfahren* definiert, welches Regelverfahren (d. h., Drehzahl, Drehmoment oder PID-Prozess) bei Fern-Betrieb angewendet werden soll (Bedingungen siehe Tabelle oben).

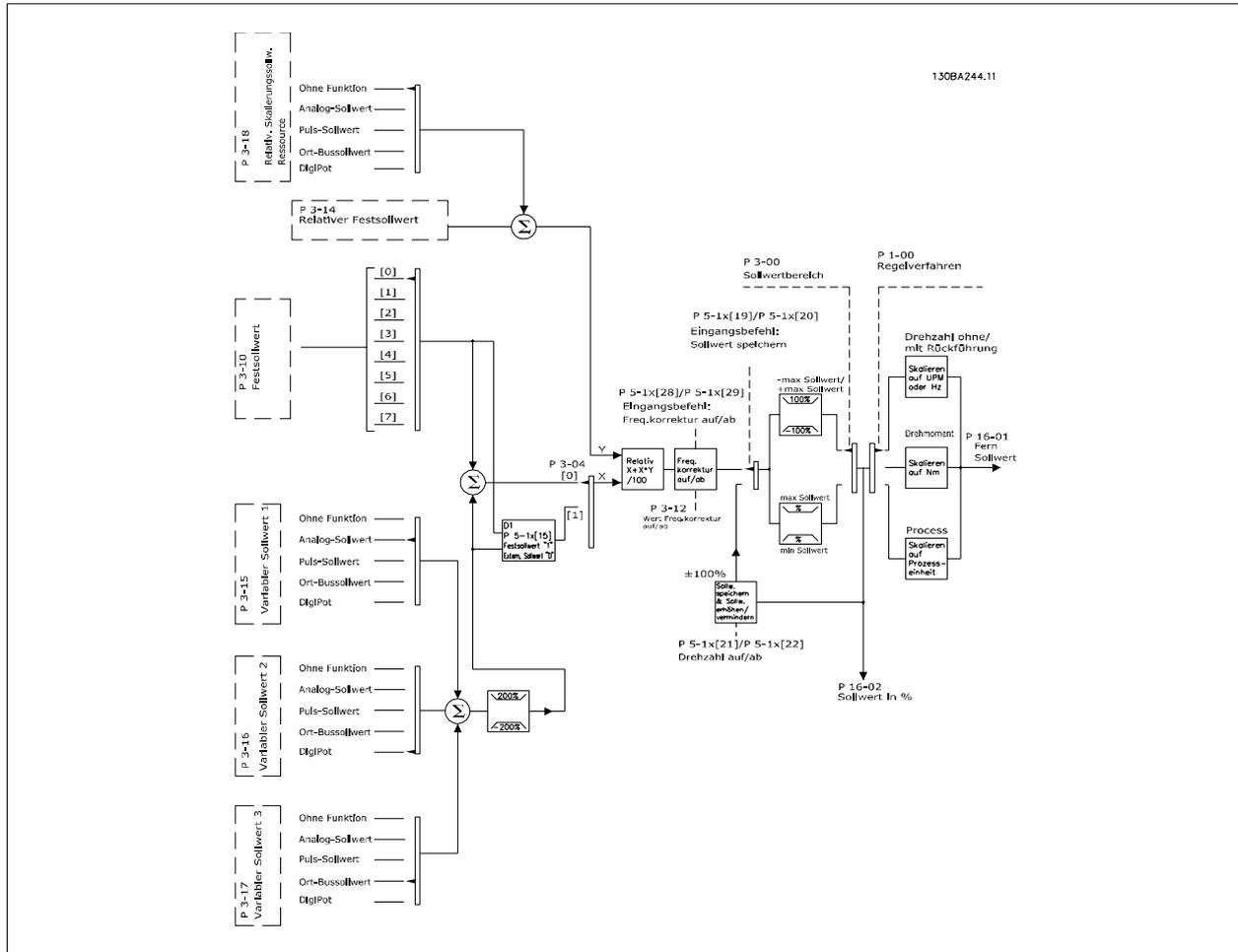
Par.1-05 *Hand/Ort-Betrieb Konfiguration* definiert, welches Regelverfahren bei Hand (Ort)-Betrieb angewendet werden soll.

## Sollwertverarbeitung

## Ortsollwert

## Fern-Sollwert

In der Abbildung unten ist das System zur Berechnung des Fern-Sollwerts dargestellt.



### Der Fern-Sollwert wird bei jedem Abtastintervall berechnet und besteht anfänglich aus zwei Teilen:

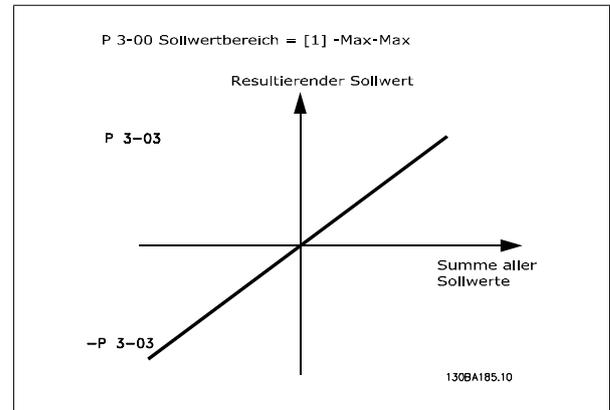
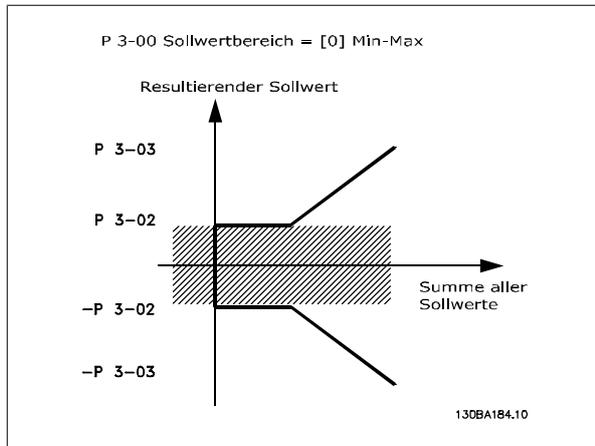
1. X (externer Sollwert): Eine Summe von bis zu vier extern ausgewählten Sollwerten, bestehend aus einer beliebigen Kombination (bestimmt durch die Einstellung von Par. 3-15, 3-16 und 3-17) eines Festsollwerts (Par. 3-10), variabler Analog-Sollwerte, variabler Digital-Sollwerte und verschiedener serieller Bussollwerte in einer beliebigen Einheit, in welcher der Frequenzumrichter gesteuert wird ([Hz], [UPM], [Nm] usw.).
2. Y (der relative Sollwert): Eine Summe eines relativen Festsollwerts (Par. 3-14) und eines variablen relativen Skalierungssollwerts (Par. 3-18) in [%].

Die zwei Teile werden in folgender Berechnung kombiniert: Resultierender Sollwert =  $X + X * Y / 100 \%$ . Die Funktion *Frequenzkorrektur Auf/Ab* und die Funktion *Sollwert speichern* kann durch Digitaleingänge am Frequenzumrichter aktiviert werden. Sie werden in Parametergruppe 5-1\* beschrieben. Die Skalierung von Analog-Sollwerten wird in Parametergruppen 6-1\* und 6-2\* und die Skalierung digitaler Pulssollwerte in Parametergruppe 5-5\* beschrieben.

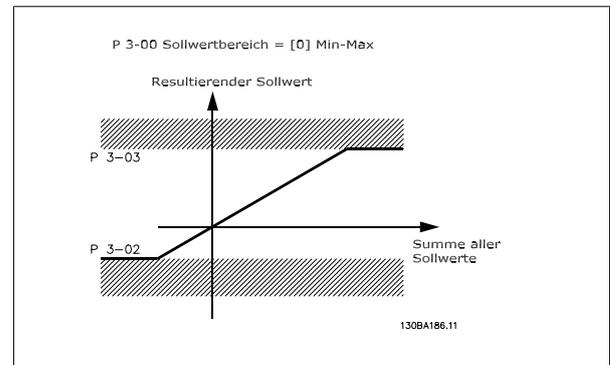
Sollwertgrenzen und -bereiche werden in Parametergruppe 3-0\* eingestellt.

### 3.2.9 Sollwertgrenzen

Par. 3-00 *Sollwertbereich*, 3-02 *Minimaler Sollwert* und 3-03 *Max. Sollwert* definieren zusammen den zulässigen Bereich der Summe aller Sollwerte. Die Summe aller Sollwerte kann bei Bedarf begrenzt werden. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (bei Eingrenzung) und der Summe aller Sollwerte wird nachfolgend gezeigt.



Der Wert von Par. 3-02 *Minimaler Sollwert* kann nicht niedriger als 0 sein, es sei denn der Par. 1-00 *Regelverfahren* ist auf [3] PID-Prozess eingestellt. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (nach Eingrenzung) und der Summe aller Sollwerte wird nachfolgend gezeigt.



### 3.2.10 Skalieren von Fest- und Bussollwerten

**Festsollwerte werden gemäß den folgenden Regeln skaliert:**

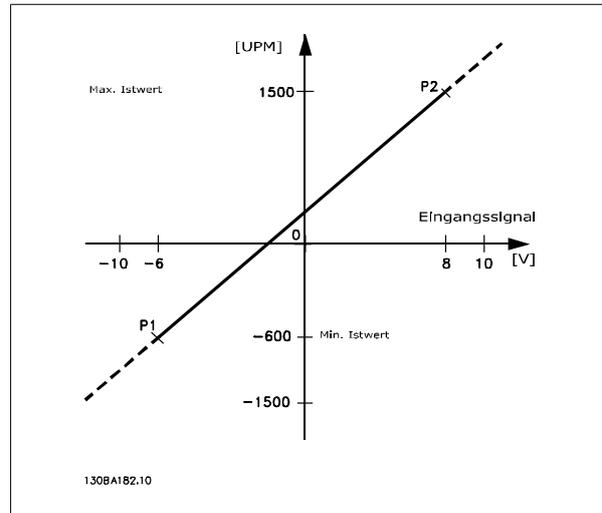
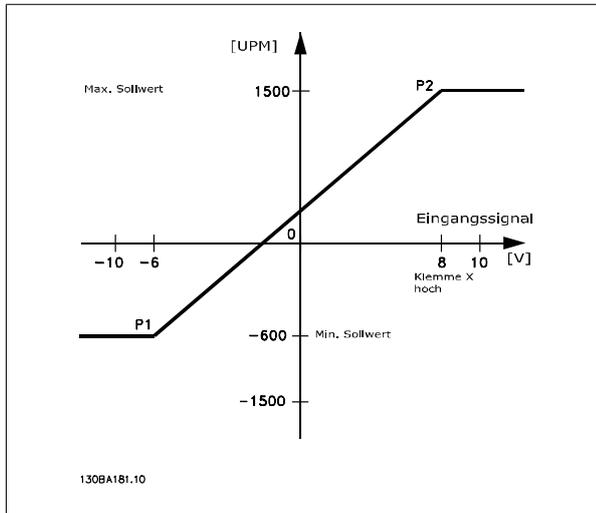
- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: [0] Min. bis Max. ist, entspricht ein Sollwert von 0 % dem Wert 0 [Einheit], wobei eine beliebige Einheit (UPM, m/s, bar usw.) zulässig ist, und ein Sollwert von 100 % entspricht dem Maximum (Par. 3-03 *Max. Sollwert*, Par. 3-02 *Minimaler Sollwert*).
- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: [1] -Max. bis +Max. ist, entspricht der Sollwert 0 % dem Wert 0 [Einheit], der Sollwert -100 % entspricht dem Sollwert -Max. und der Sollwert 100 % entspricht dem Sollwert +Max.

**Bussollwerte werden gemäß den folgenden Regeln skaliert:**

- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: auf [0] Min. bis Max. eingestellt ist, gilt für eine maximale Auflösung des Bussollwerts folgende Busskalierung: Der Sollwert 0 % entspricht dem min. Sollwert und der Sollwert 100 % entspricht dem max. Sollwert.
- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: [1] -Max. bis +Max., entspricht der Sollwert -100 % dem Sollwert -Max. und der Sollwert 100 % entspricht dem Sollwert Max.

### 3.2.11 Skalieren von analogen und Puls-Sollwerten/Istwerten

Soll- und Istwerte können auf gleiche Weise an Analog- und Pulseingängen skaliert werden. Einziger Unterschied ist, dass Sollwerte, die über oder unter den angegebenen „Endpunkten“ liegen (in der nachfolgenden Darstellung P1 und P2), eingegrenzt werden, während dies bei Istwerten nicht der Fall ist.



Die Endpunkte P1 und P2 werden, abhängig davon, ob ein Analog- oder Pulseingang verwendet wird, durch die folgenden Parameter definiert.

	Analog 53 S201=AUS	Analog 53 S201=EIN	Analog 54 S202=AUS	Analog 54 S202=EIN	Pulseingang 29	Pulseingang 33
P1 = (minimaler Eingangswert, minimaler Sollwert)						
Minimaler Sollwert	Par. 6-14	Par. 6-14	Par. 6-24	Par. 6-24	Par. 5-52	Par. 5-57
Minimaler Eingangswert	Par. 6-10 [V]	Par. 6-12 [mA]	Par. 6-20 [V]	Par. 6-22 [mA]	Par. 5-50 [Hz]	Par. 5-55 [Hz]
P2 = (maximaler Eingangswert, maximaler Sollwert)						
Maximaler Sollwert	Par. 6-15	Par. 6-15	Par. 6-25	Par. 6-25	Par. 5-53	Par. 5-58
Maximaler Eingangswert	Par. 6-11 [V]	Par. 6-13 [mA]	Par. 6-21 [V]	Par. 6-23 [mA]	Par. 5-51 [Hz]	Par. 5-56 [Hz]

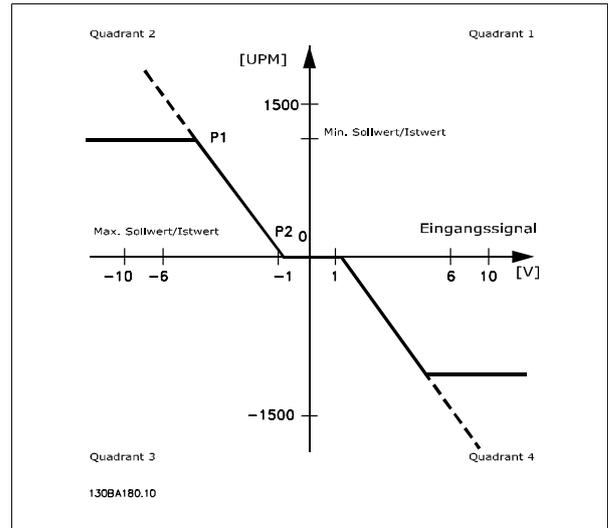
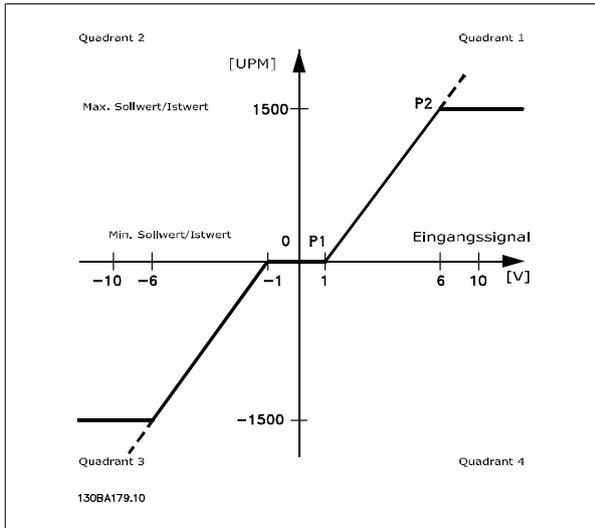
### 3.2.12 Neutraler Bereich um Null

In einigen Fällen sollte der Sollwert (gelegentlich auch der Istwert) einen neutralen Bereich um Null haben. Dies stellt sicher, dass die Maschine gestoppt wird, wenn der Sollwert „nahe Null“ liegt.

**Gehen Sie wie folgt vor, um den neutralen Bereich zu aktivieren und die Größe des Bereichs zu definieren:**

- Der minimale Sollwert (siehe vorangegangene Tabelle für relevanten Parameter) oder der maximale Sollwert muss Null sein. Es muss sich somit in der nachfolgenden Darstellung entweder P1 oder P2 auf der X-Achse befinden.
- Außerdem müssen sich beide Punkte im selben Quadranten befinden.

Die Größe des neutralen Bereichs wird von P1 oder P2 wie in der nachfolgenden Darstellung definiert.

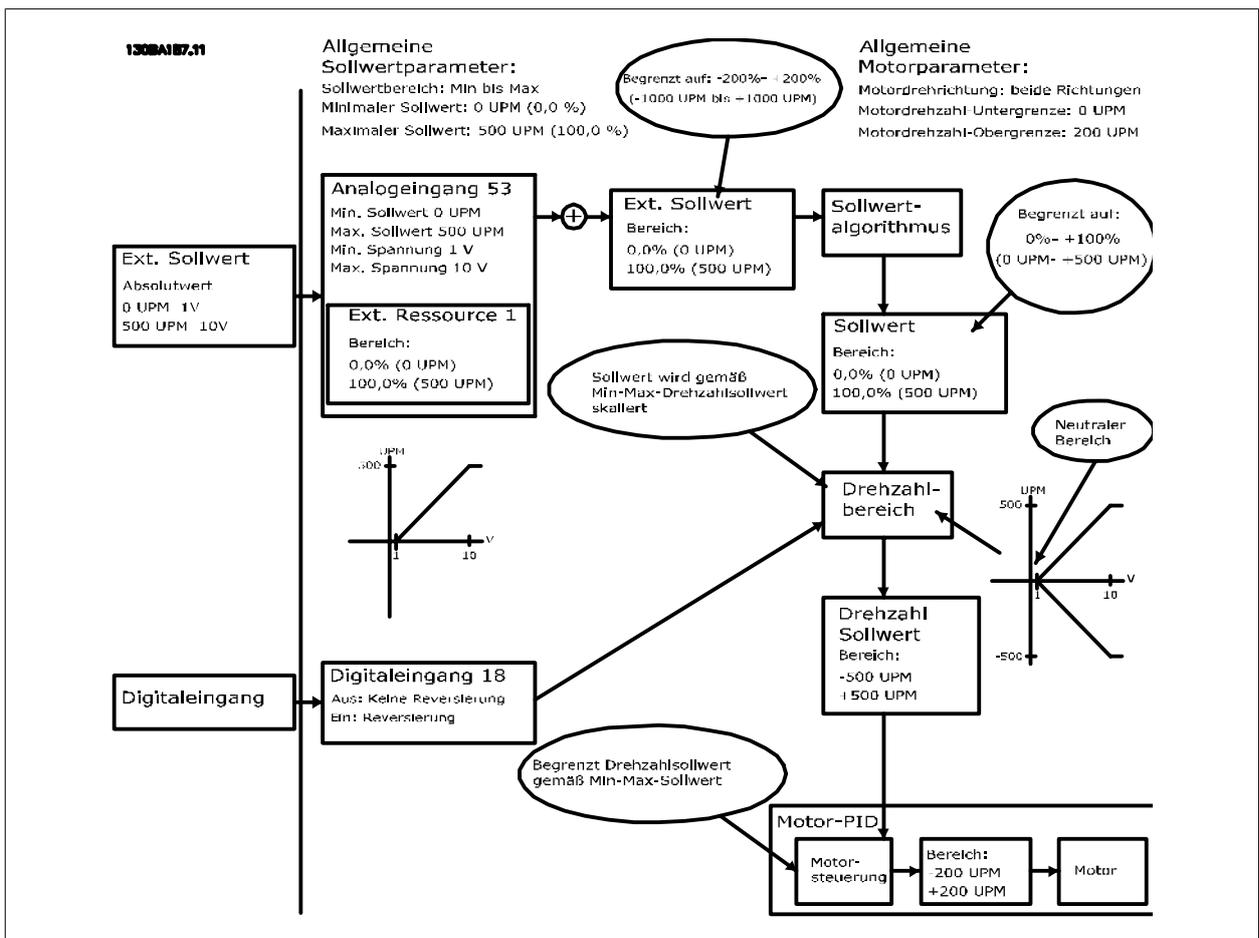


3

Somit ergibt sich bei einem Sollwertendpunkt von P1 = (0 V, 0 UPM) kein neutraler Bereich. Ein Sollwertendpunkt von beispielsweise P1 = (1 V, 0 UPM) führt jedoch zu einem neutralen Bereich von -1 V bis +1 V, sofern Endpunkt P2 in Quadrant 1 oder Quadrant 4 gelegt wird.

**Fall 1: Positiver Sollwert mit neutralem Bereich und Reversierung über Digitaleingang**

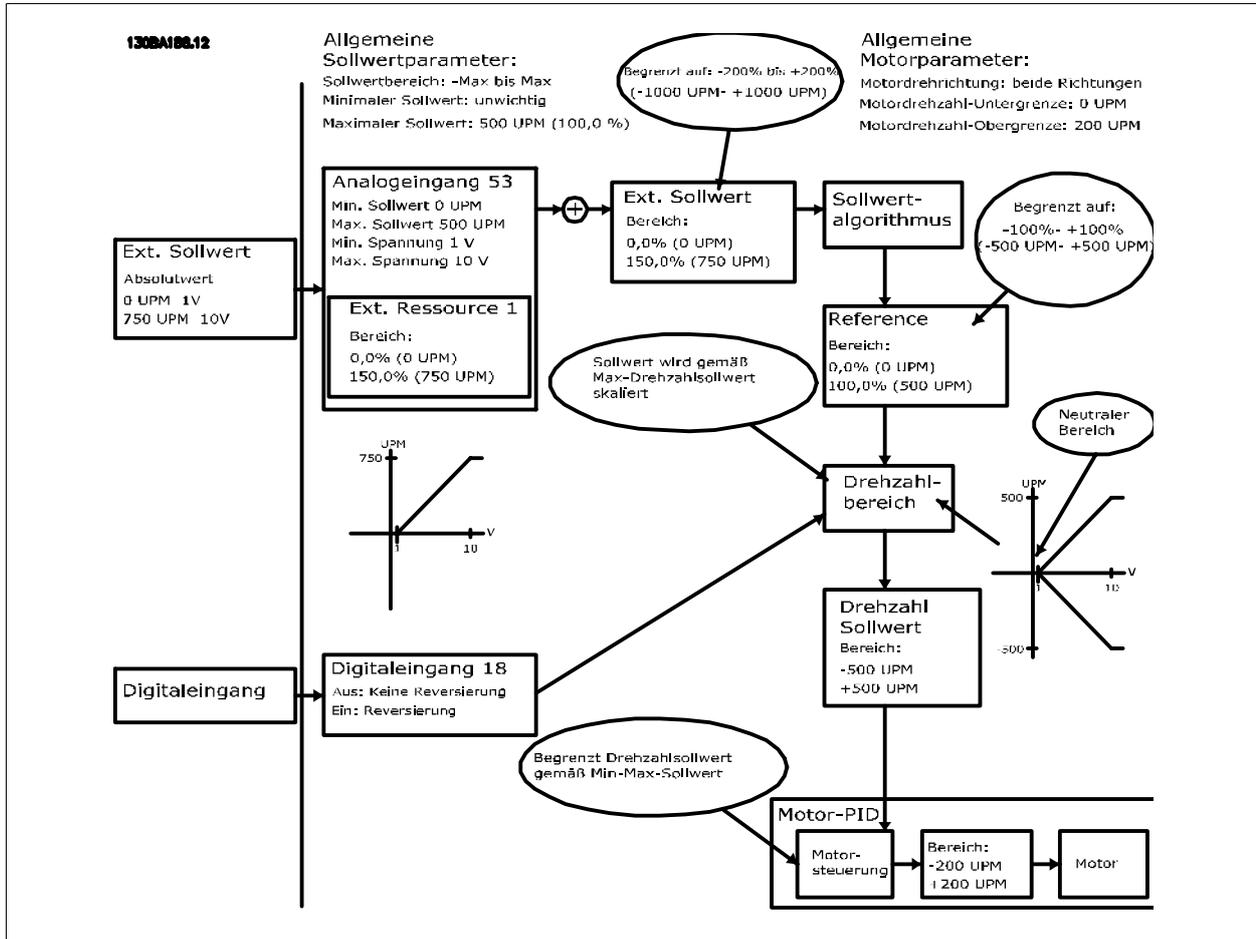
Dieser Fall zeigt die Wirkung der Min.-Max.-Begrenzungen an einem Sollwerteingang.



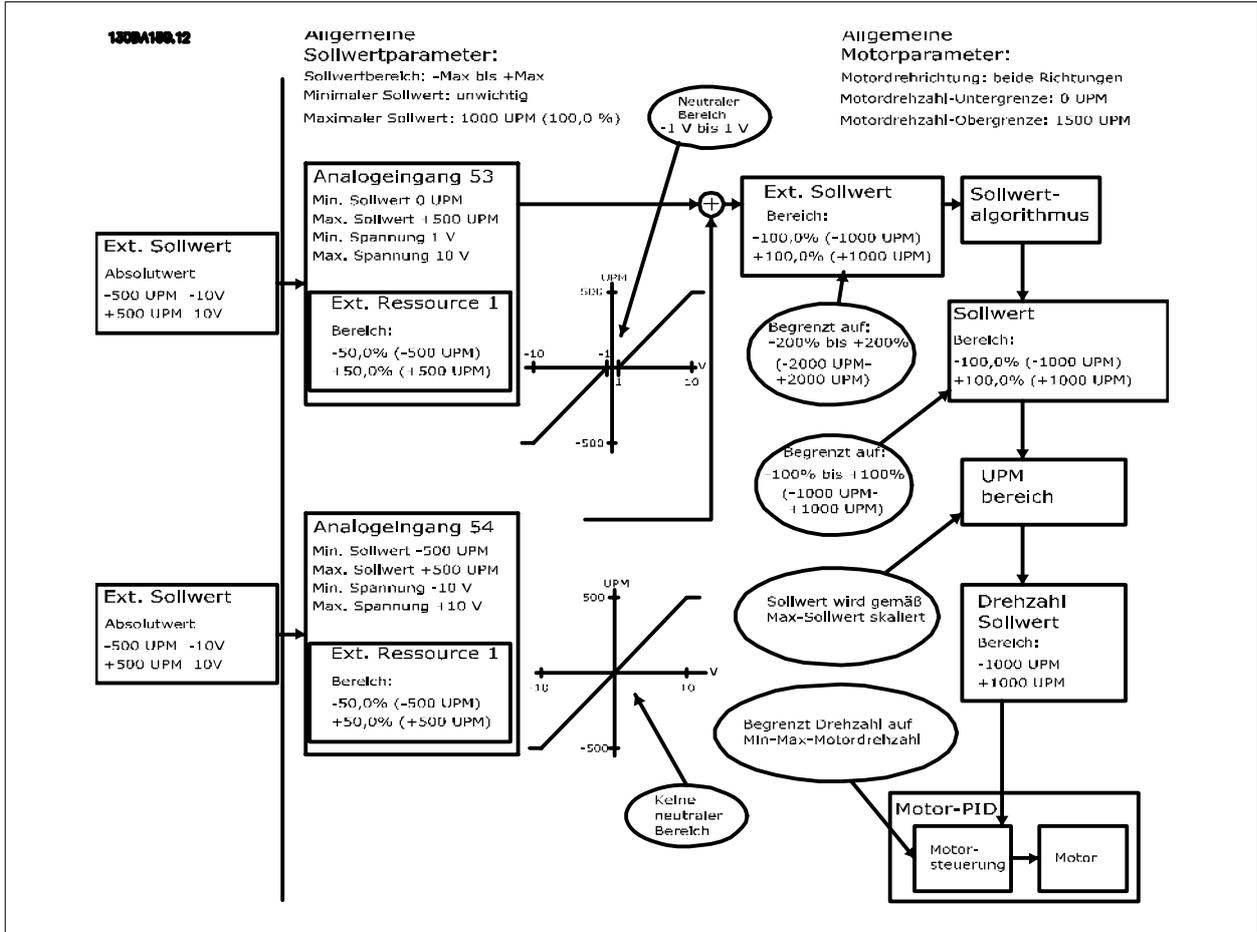
**Fall 2: Positiver Sollwert mit neutralem Bereich, Reversierung über Digitaleingang. Begrenzungsregeln.**

Dieser Fall zeigt, wie der Sollwerteingang mit Werten, die außerhalb der Grenzen für -Max und +Max liegen, die Unter- und Obergrenzen der Eingänge begrenzt, bevor der externe Sollwert addiert wird. Außerdem kann man sehen, wie der externe Sollwert durch die Sollwertverarbeitung bei -Max bis +Max begrenzt wird.

3



Fall 3: Bipolarer Sollwert mit neutralem Bereich. Reversierung über Sollwert.



3

3.3.1 PID-Drehzahlregler

Die Tabelle zeigt die Konfigurationen, bei denen die Drehzahlregelung aktiviert ist.

Par. 1-00 Regelverfahren	Par. 1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC <sup>plus</sup>	Fluxvektor oh. Geber	Fluxvektor mit Geber
[0] Ohne Rückführung	Nicht aktiv	Nicht aktiv	AKTIV	N.v.
[1] Mit Drehgeber	N.v.	AKTIV	N.v.	AKTIV
[2] Drehmomentregler	N.v.	N.v.	N.v.	Nicht aktiv
[3] PID-Prozess		Nicht aktiv	AKTIV	AKTIV

Hinweis: „N.v.“ bedeutet, dass der Modus nicht verfügbar ist. „Nicht aktiv“ bedeutet, dass der Modus verfügbar ist, aber die Drehzahlregelung in diesem Modus nicht aktiv ist.

Hinweis: Die PID-Drehzahlregelung funktioniert in der Regel bereits mit der Standard-Parametereinstellung. Jedoch sollten zur Optimierung die Motor- und PID-Parameter angepasst werden. Speziell die Güte der Flux-Vektorregelung hängt stark von der richtigen Einstellung ab.

**Folgende Parameter sind für die Drehzahlregelung relevant:**

Parameter	Funktionsbeschreibung										
Drehzahlregler Istwert Par. 7-00	Legt den Eingang fest, von der der PID-Drehzahlregler den Istwert erhalten soll										
Drehzahlregler P-Verstärkung Par. 7-02	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.										
Drehzahlregler I-Zeit Par. 7-03	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.										
Drehzahlregler D-Zeit Par. 7-04	Liefert eine Verstärkung proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.										
Drehzahlregler D-Verstärk./Grenze Par. 7-05	Kommt es in einer Anwendung zu sehr schnellen Änderungen des Soll- oder Istwertes, so kann der Differentiator rasch zum Überschwingen neigen. Er reagiert auf Änderungen der Regelabweichung. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die D-Verstärkung aus. Die D-Verstärkung kann daher begrenzt werden, sodass sowohl eine vernünftige Differentiationszeit bei langsamen Änderungen als auch eine angemessene Verstärkung bei schnellen Änderungen eingestellt werden kann.										
Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit Par. 7-06	Tiefpassfilter, der Schwingungen auf dem Istwertsignal dämpft und das statische Moment verbessert. Bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Drehzahlregelung ab. Einstellungen von Par. 7-06 aus der Praxis anhand der Anzahl von Pulsen pro Umdrehung am Drehgeber (PPR).										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Drehgeber-PPR</th> <th>Par. 7-06</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>512</td> <td>10 ms</td> </tr> <tr> <td>1024</td> <td>5 ms</td> </tr> <tr> <td>2048</td> <td>2 ms</td> </tr> <tr> <td>4096</td> <td>1 ms</td> </tr> </tbody> </table>	Drehgeber-PPR	Par. 7-06	512	10 ms	1024	5 ms	2048	2 ms	4096	1 ms
Drehgeber-PPR	Par. 7-06										
512	10 ms										
1024	5 ms										
2048	2 ms										
4096	1 ms										

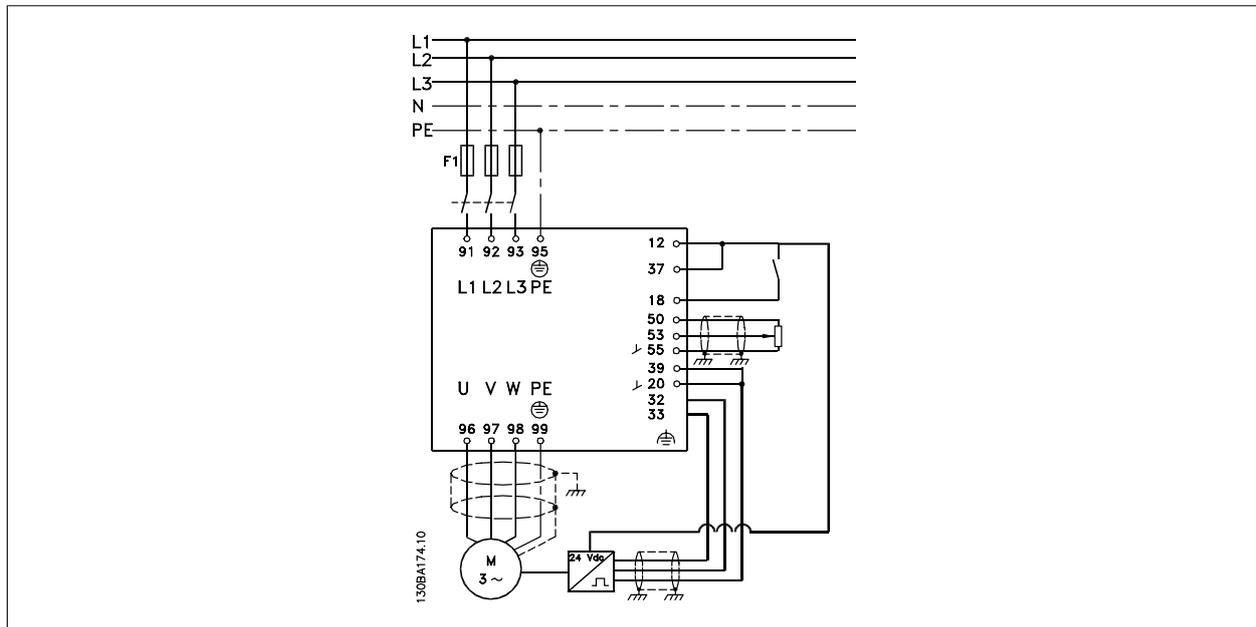
Nachstehend ein Beispiel für eine Drehzahlregelung mit Istwertrückführung:

In diesem Fall wird die PID-Drehzahlregelung verwendet, um ungeachtet der sich ändernden Motorlast eine konstante Motordrehzahl aufrecht zu erhalten.

Die erforderliche Motordrehzahl wird über ein Potentiometer eingestellt, das mit Klemme 53 verbunden ist. Der Drehzahlbereich liegt zwischen 0 und 1500 UPM, was 0 bis 10 V an dem Potentiometer entspricht.

Start und Stopp werden durch einen mit Klemme 18 verbundenen Schalter geregelt.

Der PID-Drehzahlregler überwacht die aktuelle Drehzahl des Motors mithilfe eines 24V/HTL-Inkrementalgebers als Istwertgeber. Der Istwertgeber (1024 Pulse pro Umdrehung) ist mit den Klemmen 32 und 33 verbunden.



Anhand der folgenden Liste kann der FC 300 für eine Drehzahlregelung mit Istwertrückführung parametrierbar werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass sich alle anderen Parameter in Werkseinstellung befinden und Klemme 27 mit Par. 5-12 auf ohne Funktion [0] gestellt wurde.

Folgendes ist in der genannten Reihenfolge zu programmieren, siehe Erläuterung der Einstellungen im Programmierhandbuch:

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
1) Ordnungsgemäßen Motorbetrieb sicherstellen. Vorgehensweise:		
Die Motorparameter mithilfe der Typenschilddaten einstellen.	1-2*	Siehe Motor-Typenschild
Automatische Motoranpassung durchführen.	1-29	[1] Komplette AMA
2) Prüfen, ob der Motor läuft und der Drehgeber ordnungsgemäß angeschlossen ist. Vorgehensweise:		
[Hand on]-LCP-Taste drücken. Prüfen, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht (nachfolgend „positive Richtung“ genannt).		<b>Positiven</b> Sollwert einstellen.
Siehe Par. 16-20. Den Motor langsam in die positive Richtung drehen lassen. Die Drehung muss so langsam erfolgen (nur wenige UPM), dass festgestellt werden kann, ob der Wert in Par. 16-20 zu- oder abnimmt.	16-20	N.v. (Nur-Lesen-Parameter) Hinweis: Ein ansteigender Wert hat bei 65535 einen Überlauf und startet erneut bei 0.
Wenn Par. 16-20 abnimmt, die Drehgeberrichtung in Par. 5-71 ändern.	5-71	[1] Linkslauf (wenn Par. 16-20 abnimmt)
3) Sicherstellen, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf sichere Werte eingestellt sind.		
Zulässige Grenzwerte für die Sollwerte einstellen.	3-02 3-03	0 UPM (Werkseinstellung) 1500 UPM (Werkseinstellung)
Sicherstellen, dass die Rampeneinstellungen innerhalb des Beschleunigungsvermögens des Frequenzumrichters liegen und den zulässigen Spezifikationen der Anwendung entsprechen.	3-41 3-42	Werkseinstellung Werkseinstellung
Zulässige Grenzwerte für die Motordrehzahl und -frequenz einstellen.	4-11 4-13 4-19	0 UPM (Werkseinstellung) 1500 UPM (Werkseinstellung) 60 Hz (Werkseinstellung: 132 Hz)
4) Drehzahlregler konfigurieren und Steuerprinzip für den Motor auswählen.		
Aktivierung der Drehzahlregelung mit Istwert	1-00	[1] Mit Drehgeber
Steuerprinzip des Motors auswählen.	1-01	[3] Fluxvektor mit Geber
5) Sollwert konfigurieren und für Drehzahlregler skalieren.		
Analogeingang 53 als variablen Sollwert einstellen.	3-15	Nicht erforderlich (Werkseinstellung)
Analogeingang 53 von 0 UPM (0 V) bis 1500 UPM (10 V) skalieren.	6-1*	Nicht erforderlich (Werkseinstellung)
6) Signal des 24V/HTL-Drehgebers als Istwert für die Motorsteuerung und die Drehzahlregelung konfigurieren.		
Digitaleingang 32 und 33 als Drehgebereingänge einstellen.	5-14 5-15	[0] Ohne Funktion (Werkseinstellung) (Die Digitaleingänge müssen zur Drehgeberauswertung auf „Ohne Funktion“ stehen.)
Klemme 32/33 als Drehzahlwert auswählen.	1-02	Nicht erforderlich (Werkseinstellung)
Klemme 32/33 als Istwert der PID-Rückführung auswählen.	7-00	Nicht erforderlich (Werkseinstellung)
7) Parameter für PID-Drehzahlregelung einstellen.		
Ggf. Einstellungsanweisungen verwenden oder manuell einstellen.	7-0*	Siehe nachfolgende Anweisungen
8) Fertig		
Parametereinstellung in LCP speichern.	0-50	[1] Speichern in LCP

3

### 3.3.2 Optimieren des PID-Drehzahlreglers

Die folgenden Einstellungsanweisungen sind empfehlenswert, wenn in Anwendungen mit überwiegend träger Last (mit geringer Reibung) eines der Fluxvektorregelverfahren verwendet wird.

Der Wert von Par. 7-02 Drehzahlregler P-Verstärkung hängt von der Gesamtträgheit von Motor und Last ab. Die ausgewählte Bandbreite kann anhand der folgenden Formel berechnet werden:

$$Par. 7 - 02 = \frac{Gesamt\ Trägheit [kgm^2] \times Par. 1 - 25}{Par. 1 - 20 \times 9550} \times Bandbreite [rad / s]$$

Hinweis: Par. 1-20 ist die Motorleistung in [kW] (d. h. für die Berechnung „4“ kW anstatt „4000“ W verwenden). Ein praktischer Wert für die Bandbreite ist 20 rad/s. Prüfen Sie das Ergebnis der Berechnung von Par. 7-02 mit der folgenden Formel (nicht erforderlich bei einem hochauflösenden Istwert wie z. B. einem SinCos-Istwert):

$$Par. 7 - 02_{MAXIMUM} = \frac{0.01 \times 4 \times Drehgeber\ Auflösung \times Par. 7 - 06}{2 \times \pi} \times Max. Drehmoment - Rippel [ \% ]$$

Ein guter Ausgangswert für Par. 7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit ist 5 ms (eine niedrigere Drehgeberauflösung erfordert einen höheren Filterwert). Normalerweise ist ein Max. Drehm.-Rippel von 3 % zulässig. Für Inkrementalgeber finden Sie die Drehgeberauflösung in Par. 5-70 (24V HTL bei Standard-Frequenzumrichter) oder Par. 17-11 (5V TTL für Option MCB102).

Generell wird die passende Obergrenze von Par. 7-02 anhand der Drehgeberauflösung und der Istwert-Filterzeit ermittelt. Andere Faktoren in der Anwendung können den Par. 7-02 Drehzahlregler P-Verstärkung jedoch auf einen niedrigeren Wert begrenzen.

Zum Minimieren der Überschwingung kann Par. 7-03 *Drehzahlregler I-Zeit* je nach Anwendung auf ca. 2,5 Sek. eingestellt werden.

Der Par. 7-04 *Drehzahlregler D-Zeit* sollte auf 0 eingestellt sein, bis alle anderen Einstellungen vorgenommen wurden. Sie können ggf. experimentieren und diese Einstellung in kleinen Schritten ändern.

### 3.3.3 PID-Prozessregler

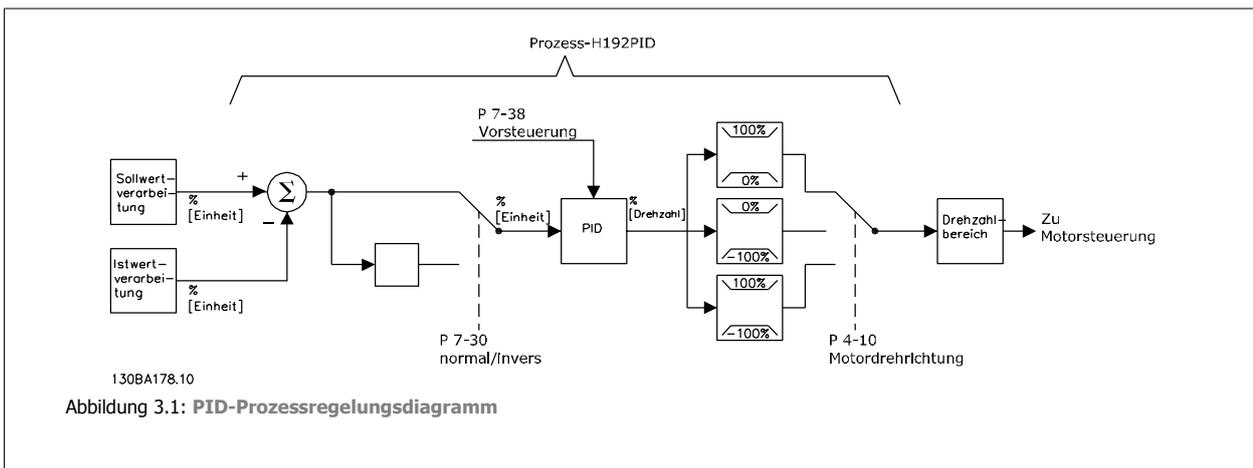
# 3

Mit der PID-Prozessregelung lassen sich Prozessgrößen steuern, die mit einem Geber messbar sind (Druck, Temperatur, Fluss) und vom angeschlossenen Motor über eine Pumpe, einen Lüfter oder ein anderes Gerät beeinflusst werden können.

Die Tabelle zeigt die Konfigurationen, bei denen eine Prozessregelung möglich ist. Wenn ein Verfahren der Flux-Vektorsteuerung verwendet wird, ist zu beachten, dass auch die Parameter für den PID-Drehzahlregler eingestellt werden müssen. Lesen Sie den Abschnitt über die Regelungsstruktur, um zu sehen, wo der Drehzahlregler aktiviert ist.

Par. 1-00 Regelverfahren	Par. 1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC <sup>plus</sup>	Fluxvektor oh. Geber	Fluxvektor mit Geber
[3] PID-Prozess	N.v.	PID-Prozess	Prozess u. Drehz.	Prozess u. Drehz.

Hinweis: Die PID-Prozessregelung funktioniert in der Regel bereits mit der Standard-Parametereinstellung. Jedoch sollten zur Optimierung der Anwendung die Motor- und PID-Parameter angepasst werden. Speziell die Güte der Flux-Vektorregelung hängt stark von der richtigen Einstellung der PID-Drehzahlregelung (vor dem Einstellen der PID-Prozessregelung) ab.



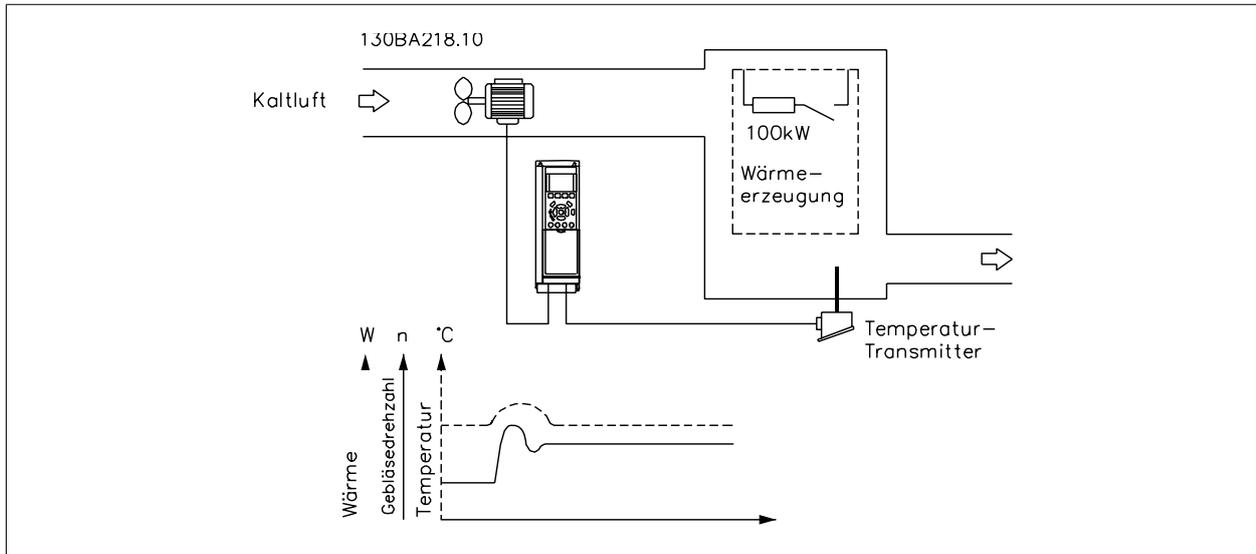
Folgende Parameter sind für die Prozessregelung relevant

Parameter	Funktionsbeschreibung
PID-Prozess Istwert 1, Par. 7-20	Legt den Eingang (Analog oder Puls) fest, von dem die PID-Prozessregelung den Istwert erhalten soll.
PID-Prozess Istwert 2, Par. 7-22	Optional: Legt fest, ob (und von woher) die PID-Prozessregelung ein zusätzliches Istwertsignal erhält. Wenn eine weitere Istwertquelle ausgewählt wurde, werden die beiden Istwertsignale vor der Verwendung in der PID-Prozessregelung addiert.
Auswahl Normal-/Invers-Regelung Par. 7-30	Im Modus [0] Normal reagiert die Prozessregelung mit einer Erhöhung der Motordrehzahl, wenn der Istwert den Sollwert unterschreitet. Bei Auswahl [1] Invers reagiert die Prozessregelung stattdessen mit einer abnehmenden Motordrehzahl.
PID-Prozess Anti-Windup Par. 7-31	Die Anti-Windup-Funktion bewirkt, dass im Falle des Erreichens einer Frequenz- oder Drehmomentgrenze der Integrator auf eine Verstärkung eingestellt wird, die der aktuellen Frequenz entspricht. So wird vermieden, dass bei einer Abweichung, die mit einer Drehzahländerung ohnehin nicht auszugleichen wäre, weiter integriert wird. Die Funktion kann durch Auswahl von [0] Aus deaktiviert werden.
PID-Prozess Reglerstart bei Par. 7-32	In einigen Anwendungen kann das Erreichen der gewünschten Drehzahl bzw. des Sollwerts sehr lange dauern. Bei solchen Anwendungen kann es von Vorteil sein, eine Motorfrequenz festzulegen, auf die der Frequenzrichter den Motor unregelt hochfahren soll, bevor die Prozessregelung aktiviert wird. Dies kann mit diesem Parameter festgelegt werden.
PID-Prozess P-Verstärkung Par. 7-33	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
PID-Prozess I-Zeit Par. 7-34	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
PID-Prozess D-Zeit Par. 7-35	Liefert eine Verstärkung proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.
PID-Prozess D-Verstärkung/Grenze Par. 7-36	Kommt es in einer Anwendung zu sehr schnellen Änderungen des Soll- oder Istwertes, so kann der Differentiator rasch zum Überschwingen neigen. Er reagiert auf Änderungen der Regelabweichung. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die D-Verstärkung aus. Die D-Verstärkung kann daher begrenzt werden, um eine vernünftige Differentiationszeit für langsame Änderungen einzustellen.
PID-Prozess Vorsteuerung 7-38	In Anwendungen mit einer ausgeglichenen (und in etwa linearen) Beziehung zwischen dem Sollwert und der erforderlichen Motordrehzahl kann die Dynamik der Regelung gegebenenfalls mithilfe dieser Vorsteuerung gesteigert werden.
Filterzeiten Par. 5-54 (Pulseingang 29), Par. 5-59 (Pulseingang 33), Par. 6-16 (Analogeingang 53), Par. 6-26 (Analogeingang 54)	Sofern beim Istwertsignal Rippelströme bzw. -spannungen auftreten, können diese mithilfe eines Tiefpassfilters gedämpft werden. Diese Zeitkonstante ist ein Ausdruck für eine Drehzahlgrenze der Rippel, die beim Istwertsignal auftreten. Beispiel: Ist das Tiefpassfilter auf 0,1 s eingestellt, so ist die Eckfrequenz 10 RAD/s, (Kehrwert von 0,1), was $(10 / (2 \times \pi)) = 1,6$ Hz entspricht. Dies führt dazu, dass alle Ströme/Spannungen, die um mehr als 1,6 Schwingungen pro Sekunde schwanken, herausgefiltert werden. Es wird also nur ein Istwertsignal geregelt, das mit einer Frequenz von unter 1,6 Hz schwankt. Der Tiefpassfilter verbessert die stationäre Leistung, bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Prozessregelung ab.

3

### 3.3.4 Beispiel für PID-Prozessregelung

Nachstehend ein Beispiel für die PID-Prozessregelung in einer Lüftungsanlage:



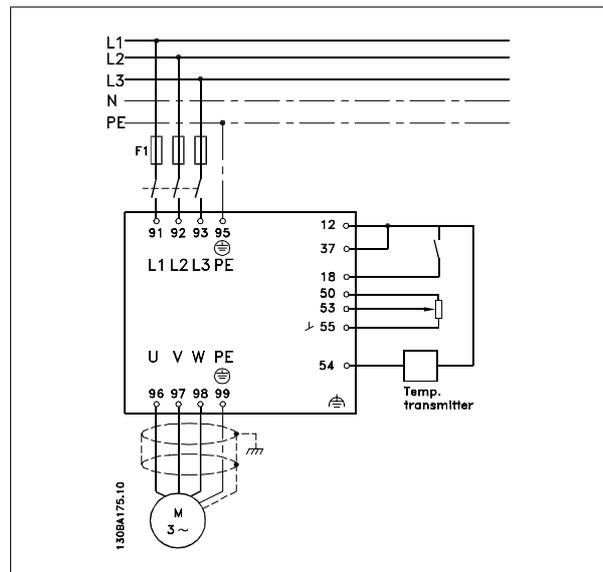
In der Lüftungsanlage soll mit Hilfe eines 0- bis 10-V-Potentiometers die Temperatur zwischen -5 und +35 °C einstellbar sein. Die eingestellte Temperatur soll mithilfe der Prozessregelung konstant gehalten werden.

Es handelt sich hier um eine inverse Regelung. Dabei wird mit steigender Temperatur auch die Drehzahl des Lüfters erhöht, um einen stärkeren Luftstrom zu erzeugen. Sinkt die Temperatur, verringert sich die Drehzahl. Der Transmitter wird als Temperatursensor mit einem Funktionsbereich von -10 bis +40 °C, 4-20 mA, verwendet. Min. / Max. Drehzahl 300 / 1500 UPM.



#### ACHTUNG!

Im Beispiel wird ein Transmitter mit zwei Anschlüssen gezeigt.



1. Start/Stopp über einen mit Klemme 18 verbundenen Schalter.
2. Temperatursollwert über Potentiometer (-5 bis 35 °C, 0 bis 10 V DC) an Klemme 53.
3. Temperaturistwert über Transmitter (-10 bis 40 °C, 4 bis 20 mA) an Klemme 54. Schalter S202 ist auf EIN (Stromeingang) gestellt.

Beispiel für PID-Prozessregler-Einstellung

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
Initialisierung des Frequenzumrichters	14-22	[2] Initialisierung - Gerät aus- und einschalten - Reset drücken
1) Motorparameter einstellen:		
Die Motorparameter nach den Typenschilddaten einstellen.	1-2*	Wie auf dem Motor-Typenschild angegeben.
Eine komplette Automatische Motor-Anpassung durchführen.	1-29	[1] Komplette AMA
2) Prüfen, ob der Motor in der richtigen Richtung läuft. Bei Anschluss des Motors an einen Frequenzumrichter mit einfacher Phasenreihenfolge wie U - U, V- V, oder W - W dreht sich die Motorwelle bei Sicht auf das Wellenende im Rechtslauf.		
[Hand on]-LCP-Taste drücken. Prüfen, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht.		
Falls sich der Motor in die falsche Richtung dreht: 1. Die Motordrehrichtung in Par. 4-10 ändern. 2. Netz ausschalten - auf Entladen der Zwischenkreisspannung warten - zwei der Motorphasen tauschen	4-10	Die richtige Drehrichtung der Motorwelle wählen.
Regelverfahren einstellen.	1-00	[3] PID-Prozess
Ort-Betrieb Konfiguration einstellen	1-05	[0] Drehzahl ohne Rückf.
3) Sollwert konfigurieren, d. h. den Bereich der Sollwertverarbeitung, Skalierung des Analogausgangs in Par. 6-xx einstellen.		
Soll-/Istwert-Einheiten einstellen.	3-01	Displayeinheit [60] °C
Min. Sollwert (10° C) einstellen.	3-02	-5° C
Max. Sollwert (80° C) einstellen.	3-03	35° C
Wird der Einstellwert durch einen Festwert (Arrayparameter) bestimmt, andere Sollwertvorgaben auf Keine Funktion einstellen.	3-10	[0] 35% $Ref = \frac{P3 - 10_{(0)}}{100} \times ((P3 - 03) - (P3 - 02)) = 24, 5^{\circ} C$ Par. 3-14 bis Par. 3-18 [0] = Ohne Funktion
4) Grenzen für den Frequenzumrichter einstellen:		
Rampenzeiten auf einen entsprechenden Wert, z. B. 20 s, einstellen.	3-41 3-42	20 s 20 s
Min. Drehzahlgrenzen festlegen.	4-11	300 UPM
Max. Drehzahlgrenze festlegen.	4-13	1500 UPM
Max. Ausgangsfrequenz festlegen.	4-19	60 Hz
S201 oder S202 auf die gewünschte Analogeingangsfunktion (Volt (V) oder Milliampere (I)) einstellen. <b>ACHTUNG!</b> Schalter sind sehr empfindlich - Gerät aus- und einschalten und dabei Werkseinstellung V beibehalten		
5) Für Sollwert und Istwert verwendete Analogeingänge skalieren.		
Klemme 53 Skal. Min. Spannung einstellen.	6-10	0 V
Klemme 53 Skal. Max. Spannung einstellen.	6-11	10 V
Klemme 54 Skal. Min.-Istwert einstellen.	6-24	-5° C
Klemme 54 Skal. Max.-Istwert einstellen.	6-25	35° C
PID-Prozess Istwert einstellen.	7-20	[2] Analogeingang 54
6) Parameter für PID-Prozessregler einstellen.		
Auswahl Normal-/Invers-Regelung	7-30	[0] Normal
PID-Prozess Anti-Windup	7-31	[1] On
PID-Prozess Reglerstart bei	7-37	300 UPM
Parameter in LCP speichern.	0-50	[1] Speichern in LCP

## Optimieren des Prozessreglers

Sind die Grundeinstellungen vorgenommen worden, ist nur noch eine Optimierung der Proportionalverstärkung, der Integrationszeit und der Differentiationszeit (Par. 7-33, 7-34, 7-35) notwendig. Dies kann bei den meisten Prozessen durch Beachtung der nachstehenden Anweisungen geschehen.

1. Motor starten.
2. Par. 7-33 (*PID-Prozess P-Verstärkung*) auf 0,3 einstellen und anschließend erhöhen, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Danach den Wert verringern, bis das Istwertsignal stabilisiert ist. Jetzt die Proportionalverstärkung um weitere 40 - 60 % senken.
3. Par. 7-34 (*PID-Prozess I-Zeit*) auf 20 Sek. einstellen und den Wert anschließend reduzieren, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Die Integrationszeit erhöhen, bis sich das Istwertsignal stabilisiert und anschließend um 15 - 50 % erhöhen.
4. Der Par. 7-35 wird nur bei sehr schnellen Systemen verwendet (Differentiationszeit). Der typische Wert ist das Vierfache der eingestellten Integrationszeit. Der Differentiator sollte nur benutzt werden, wenn Proportionalverstärkung und Integrationszeit optimal eingestellt sind. Stellen Sie sicher, dass Schwingungen des Istwertsignals durch den Tiefpassfilter des Istwertsignals ausreichend gedämpft werden.

**ACHTUNG!**

Bei Bedarf mehrfach Start/Stopp Betätigen, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen.

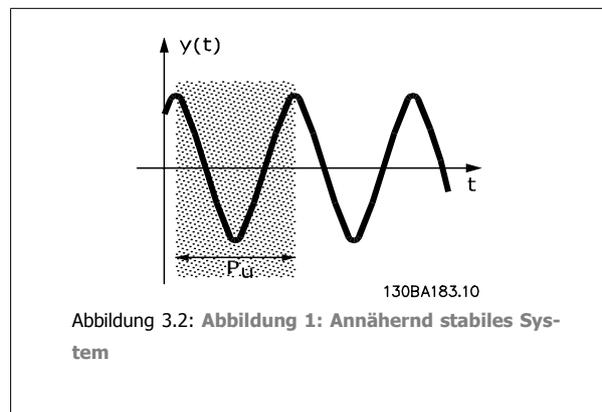
### 3.3.5 Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols

Zum genauen Einstellen des PID-Reglers stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Eine Möglichkeit ist die Verwendung des 1950 entwickelten Ziegler-Nichols-Verfahrens, das sich bis heute bewährt hat und sich durch seine schnelle und einfache Durchführung auszeichnet.

**ACHTUNG!**

Das beschriebene Verfahren darf nicht bei Anwendungen verwendet werden, die durch die Schwingung des Reglers Schaden nehmen können.

Die Kriterien zum Einstellen der Parameter basieren auf der Auswertung des Systems an der Stabilitätsgrenze anstelle der Ermittlung einer Sprungantwort. Die P-Verstärkung wird erhöht, bis sich eine kontinuierliche Schwingung (gemessen am Istwert) einstellt, d. h., bis das System annähernd stabil ist. Die entsprechende Verstärkung ( $K_U$ ), als kritische Verstärkung bezeichnet, und die Schwingperiode ( $P_U$ ) (auch als kritische Periodendauer bezeichnet) werden wie in Abbildung 1 festgelegt.



$P_U$  sollte an einer Stelle gemessen werden, an der die Schwingungsamplitude ziemlich klein ist. Anschließend die Verstärkung rückgängig machen (siehe Tabelle 1).

$K_U$  ist die Verstärkung, bei der die Schwingung erreicht wird.

Regelungstyp	P-Verstärkung	I-Zeit	D-Zeit
PI-Regelung	$0,45 * K_U$	$0,833 * P_U$	-
Exakte PID-Regelung	$0,6 * K_U$	$0,5 * P_U$	$0,125 * P_U$
Geringe PID-Überschwingung	$0,33 * K_U$	$0,5 * P_U$	$0,33 * P_U$

Tabelle 1: Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols für Regler, basierend auf Stabilitätsgrenze.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Reglereinstellung nach Ziegler-Nichols bei vielen Systemen eine gute Einstellung bietet. Der Anwender kann jedoch anschließend durch Wiederholung des Vorgangs oder leichte Variation des PID-Anteils die Regelung weiter optimieren.

#### Schrittweise Beschreibung:

- 1. Schritt:** Wählen Sie nur Proportionalregelung, d. h., die Integrationszeit wird auf den maximalen Wert eingestellt, während die Differentiationszeit auf null gesetzt wird.
- 2. Schritt:** Erhöhen Sie den Wert der P-Verstärkung, bis der Punkt der Instabilität (kontinuierliche Schwingungen) und somit der kritische Verstärkungswert  $K_U$  erreicht ist.
- 3. Schritt:** Messen Sie die Schwingungsperiode, um die kritische Zeitkonstante  $P_U$  zu erhalten.
- 4. Schritt:** Berechnen Sie anhand der vorangegangenen Tabelle die erforderlichen PID-Steuerungsparameter

### 3.4.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

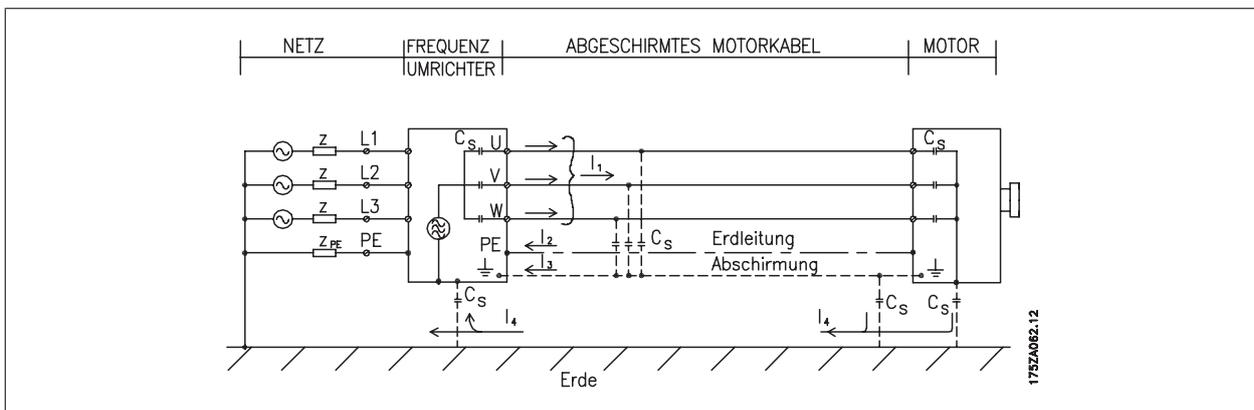
Elektromagnetische Störungen sind leitungsgebunden im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz und als Luftstrahlung im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz zu betrachten. Störungen vom Antriebssystem werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

Wie die folgende Darstellung zeigt, werden durch die Kapazität des Motorkabels, in Verbindung mit hohem  $dU/dt$  des Pulsmusters der Motorspannung, Ableitströme erzeugt.

Die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels erhöht den Ableitstrom, da abgeschirmte Kabel eine höhere Kapazität zu Erde haben als nicht abgeschirmte Kabel. Filtermaßnahmen sind nötig, um im Funkstörbereich unter ca. 5 MHz Störungen in der Netzzuleitung zu reduzieren. Der Ableitstrom ( $I_1$ ) kann über die Abschirmung ( $I_3$ ) direkt zurück zum Gerät fließen. Es verbleibt dann gemäß der nachfolgenden Zeichnung im Prinzip nur ein Ableitstrom ( $I_4$ ), der vom abgeschirmten Motorkabel über die Erde zurückfließen muss.

Die Abschirmung verringert zwar die über die Luft abgestrahlten Störungen, erhöht jedoch die Niederfrequenzstörungen in der Netzzuleitung. Die Motorkabelabschirmung muss an das Gehäuse des Frequenzumrichters sowie an das Motorgehäuse angeschlossen sein. Um verdrehte Abschirmungsenden (Pigtails) zu vermeiden, geschieht dies am Besten durch die Verwendung von Schirmbügeln. Diese erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, wodurch der Abschirmungseffekt reduziert wird ( $I_4$ ).

Wenn abgeschirmte Kabel für Profibus, Relais, Steuerkabel und Bremse verwendet werden, ist die Abschirmung an beiden Enden niederimpedant mit Masse zu verbinden. In gewissen Fällen kann jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung erforderlich sein, um Stromschleifen zu vermeiden.



In den Fällen, in denen die Montage der Abschirmung über eine Montageplatte für den Frequenzumrichter vorgesehen ist, muss diese Montageplatte aus Metall gefertigt sein, da die Ableitströme zum Gerät zurückgeführt werden müssen. Außerdem muss stets ein guter elektrischer Kontakt von der Montageplatte durch die Montageschrauben zur Masse des Frequenzumrichters gewährleistet sein.



#### ACHTUNG!

Bei Verwendung nicht abgeschirmter Kabel sind bestimmte emissionsbezogene Anforderungen nicht erfüllt. Es müssen gegebenenfalls zusätzliche EMV-Maßnahmen vorgesehen werden. Die Störfestigkeitsanforderungen sind jedoch erfüllt.

Um das Störniveau des gesamten Systems (Frequenzumrichter + Anlage) von vornherein weitestgehend zu reduzieren, ist es wichtig, dass die Motorkabel und etwaige Bremsleitungen so kurz wie möglich gehalten werden. Steuerleitungen und Buskabel dürfen nicht gemeinsam mit Motorkabeln und Bremsleitungen verlegt werden. Funkstörungen über 50 MHz (Luftstrahlung) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt.

### 3.4.2 EMV-Prüfergebnisse

3

Folgende Ergebnisse wurden unter Verwendung eines Frequenzumrichters (mit Optionen, falls relevant), mit abgeschirmtem Steuerkabel, eines Steuerkastens mit Potentiometer sowie eines Motors und geschirmten Motorkabels erzielt.

EMV-Filtertyp		Leitungsgebundene Störaussendung			Abgestrahlte Störaussendung	
		Industriebereich	Wohnbereich, Geschäftsbereich und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe	Industriebereich	Wohnbereich, Geschäftsbereich und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe	
Parametersatz		EN 55011 Klasse A2	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B
<b>H1</b>						
FC301:	0-3,7 kW 200-240 V	75 m	50 m	10 m	Ja	Nein
	0-22 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	Ja	Nein
FC302:	0-37 kW 200-240 V	150 m	150 m	50 m	Ja	Nein
	0-75 kW 380-480 V	150 m	150 m	50 m	Ja	Nein
<b>H2</b>						
FC301/ 302:	0-3,7 kW 200-240 V	5 m	Nein	Nein	Nein	Nein
	5,5-37 kW 200-240 V	25 m	Nein	Nein	Nein	Nein
	0-7,5 kW 380-480 V	5 m	Nein	Nein	Nein	Nein
	11-75 kW 380-480 V	25 m	Nein	Nein	Nein	Nein
	90-400 kW 380-480 V	50 m	Nein	Nein	Nein	Nein
	75-500 kW 525-600 V	150 m	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>H3</b>						
FC301:	0-1,5 kW 200-240 V	50 m	25 m	2,5 m	Ja	Nein
	0-1,5 kW 380-480 V	50 m	25 m	2,5 m	Ja	Nein
<b>H4</b>						
FC302	90-400 kW 380-480 V	150 m	150 m	Nein	Ja	Nein
	75-315 kW 525-600 V	150 m	150 m	Nein	Nein	Nein
<b>Hx</b>						
FC302	0,75-7,5 kW 525-600 V	-	-	-	-	-

Tabelle 3.1: EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung, Störfestigkeit)

HX, H1, H2 oder H3 steht an Pos. 16 - 17 des Typencodes für EMV-Filter

HX - Keine EMV-Filter im Frequenzumrichter integriert (nur 600-V-Geräte)

H1 - Integrierter EMV-Filter. Erfüllt Klasse A1/B

H2 - Kein zusätzlicher EMV-Filter. Erfüllt Klasse A2

H3 - Integrierter EMV-Filter. Erfüllt Klasse A1/B (nur Gehäusotyp A1)

H4 - Integrierter EMV-Filter. Erfüllt Klasse A1

### 3.4.3 Emissionsanforderungen

Gemäß der EMV-Produktnorm für Frequenzumrichter mit regelbarer Drehzahl EN/IEC61800-3:2004 sind die EMV-Anforderungen abhängig vom jeweiligen Einsatzzweck des Frequenzumrichters. In der EMV-Produktnorm sind vier Kategorien definiert. Die Definitionen der vier Kategorien sowie die Anforderungen für netzübertragene Emissionen finden Sie in der nachstehenden Tabelle:

Kategorie	Definition	CE-Anforderungen gemäß EN55011-Grenzwerten
C1	In der ersten Umgebung (Wohnung und Büro) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse B
C2	In der ersten Umgebung (Wohnung und Büro) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V, die weder steckerfertig noch beweglich sind und von Fachkräften installiert und in Betrieb genommen werden müssen.	Klasse A Gruppe 1
C3	In der zweiten Umgebung (Industrieumgebung) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse A Gruppe 2
C4	In der zweiten Umgebung (Industrieumgebung) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung über 1000 V und einem Nennstrom über 400 A oder die für den Einsatz in komplexen Systemen vorgesehen sind.	Keine Grenzlinie. Es muss ein EMV-Plan aufgestellt werden.

Wenn die Fachgrundnorm Störungsabstrahlung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzrichter folgende Grenzwerte einhalten:

Umgebung	Fachgrundnorm	CE-Anforderungen gemäß EN55011-Grenzwerten
Erste Umgebung (Wohnung und Büro)	Fachgrundnorm EN/IEC61000-6-3 für private, geschäftliche und gewerbliche Umgebungen.	Klasse B
Zweite Umgebung (industrielle Umgebung)	Fachgrundnorm EN/IEC61000-6-4 für industrielle Umgebungen.	Klasse A Gruppe 1

3

### 3.4.4 Störfestigkeitsanforderungen

Die Störfestigkeitsanforderungen für Frequenzrichter sind abhängig von der Installationsumgebung. Die Anforderungen in Industrieumgebungen sind höher als die Anforderungen an Wohnungs- oder Büroumgebungen. Alle Frequenzrichter von Danfoss erfüllen die Störfestigkeitsanforderungen in Industrieumgebungen und dementsprechend auch die niedrigeren Anforderungen in Wohnungs- und Büroumgebungen.

Um die Störfestigkeit gegenüber EMV-Emissionen durch andere zugeschaltete elektrische Geräte zu dokumentieren, wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest durchgeführt, und zwar auf einem System bestehend aus Frequenzrichter (mit Optionen, falls relevant), abgeschirmtem Steuerkabel und Steuerkasten mit Potentiometer, Motorkabel und Motor.

Die Prüfungen wurden nach den folgenden Fachgrundnormen durchgeführt:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrostatischer Entladungen von Menschen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Elektromagnetisches Einstrahlungsfeld, amplitudenmodulierte Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie von mobilen Kommunikationsgeräten.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Schnelle transiente elektrische Störgrößen (Burst): Simulation von Störungen, die durch Ein- und Ausschalten von Schützen, Relais oder ähnlichen Elementen hervorgerufen werden.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Surge-Transienten: Simulation von Transienten, wie z. B. durch Blitzschlag in nahegelegenen Installationen verursacht.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder: Simulation der Auswirkung von Funkseudegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Siehe folgende EMV-Störfestigkeitstabelle.

Spannungsbereich: 200-240 V, 380-480 V					
Fachgrundnorm	Burst IEC 61000-4-4	Surge-Transienten IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Abgestrahlte elektromagnetische Felder IEC 61000-4-3	gem. Hochfrequenz- Spannung IEC 61000-4-6
Abnahmekriterium	B	B	B	A	A
Netz	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Steuerleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Relaisleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Anwendungs- und Feldbus- Optionen	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
LCP-Kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Externe 24 V DC	2 kV CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Gehäuse	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

AD: Luftentladung  
 CD: Kontaktentladung  
 CM: Befehlsmodus  
 DM: Differenzialmodus  
 1. Einkopplung auf Kabelschirm

Tabelle 3.2: Störfestigkeit

### 3.5.1 PELV - Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)

PELV bietet Schutz durch Schutzkleinspannung nach EN 50178. Ein Schutz gegen elektrischen Schlag gilt als gewährleistet, wenn die Stromversorgung vom Typ PELV ist und die Installation gemäß den örtlichen bzw. nationalen Vorschriften für PELV-Versorgungen ausgeführt wurde.

Alle Steuerklemmen und die Relaisklemmen 01-03/04-06 entsprechen PELV (gilt nicht für 525-600 V-Geräte und bei geerdetem Dreieck-Netz größer 300 V).

3

Die galvanische (sichere) Trennung wird erreicht, indem die Anforderungen für höhere Isolierung erfüllt und die entsprechenden Kriech-/Luftabstände beachtet werden. Die Anforderungen sind in der Norm EN 61800-5-1 beschrieben.

Die Bauteile, die die elektrische Trennung gemäß nachstehender Beschreibung bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen für höhere Isolierung und der entsprechenden Tests gemäß Beschreibung in EN 61800-5-1.

Die galvanische PELV-Trennung ist an sechs Punkten vorhanden (siehe Abbildung):

Um den PELV-Schutzgrad beizubehalten, müssen alle steuerklemmenseitig angeschlossenen Geräte den PELV-Anforderungen entsprechen, d. h. Thermostoren müssen beispielsweise verstärkt/zweifach isoliert sein.

1. Netzteil (SMPS) einschließlich Isolation des Signals  $U_{bc}$ , das die Gleichstrom-Zwischenkreisspannung anzeigt.
2. Gate-Treiber zur Ansteuerung der IGBTs (Triggertransformatoren/Optokoppler).
3. Stromwandler.
4. Bremselektronik (Optokoppler).
5. Einschaltstrombegrenzung, EMV und Temperaturmesskreise.
6. Ausgangsrelais.

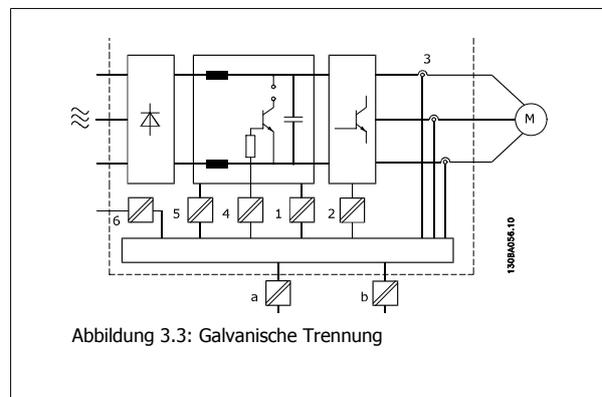


Abbildung 3.3: Galvanische Trennung

Eine funktionale galvanische Trennung (a und b auf der Zeichnung) ist für die optionale externe 24 V-Versorgung und für die RS485-Standardbuschnittstelle vorgesehen.



Installation in großen Höhenlagen

380 - 500 V: Bei Höhen über 3 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss Drives zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

525 - 690 V: Bei Höhen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss Drives zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

### 3.6.1 Gefahren durch elektrischen Schlag



#### Warnung:

Das Berühren spannungsführender Teile - auch nach der Trennung vom Netz - ist lebensgefährlich.

Achten Sie darauf, dass alle Spannungseingänge, wie z. B. die Zwischenkreiskopplung (Zusammenschalten von Gleichstrom-Zwischenkreisen) sowie der Motoranschluss (z. B. bei kinetischem Speicher), galvanisch getrennt sind.

Verwendung des VLT AutomationDrive FC 300: es müssen unbedingt die unter *Sicherheitshinweise* angegebenen Wartezeiten eingehalten werden:

Eine kürzere Wartezeit ist nur möglich, wenn dies auf dem Typenschild des jeweiligen Geräts entsprechend vermerkt ist.

**Erhöhter Erdableitstrom**

Da der Erdableitstrom des Frequenzumrichters 3,5 mA übersteigt, muss eine verstärkte Erdung angeschlossen werden. Gemäß den Anforderungen der EN 50178 muss z. B. der Kabelquerschnitt der Erdverbindung (Klemme 95) mindestens 10 mm<sup>2</sup> betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

**Fehlerstromschutzschalter**

Dieses Gerät kann einen Fehler-Gleichstrom im Schutzleiter verursachen. Als Fehlerstromschutzschalter (RCD) für zusätzlichen Schutz darf netzseitig nur ein RCD vom Typ B (allstromsensitiv) verwendet werden. Siehe auch den RCD-Anwendungshinweis MN. 90.GX.02.

Die Schutzerdung des Frequenzumrichters und die Verwendung von Fehlerstromschutzeinrichtungen müssen stets in Übereinstimmung mit den nationalen und lokalen Vorschriften sein.

## 3.7 Bremsfunktionen im FC 300

Mit der Bremsfunktion wird die Last an der Motorwelle gebremst, entweder als dynamische oder als statische Bremse.

### 3.7.1 Mechanische Haltebremse

Eine direkt auf der Motorwelle montierte mechanische Haltebremse führt in der Regel eine statische Bremsung durch. In einigen Anwendungen wird durch das statische Haltemoment die Motorwelle statisch gehalten (in der Regel in permanenterregten Synchronmotoren). Eine Haltebremse wird entweder über eine SPS oder direkt über einen Digitalausgang des Frequenzumrichters gesteuert (Relais oder Festwert).

**ACHTUNG!**

Haltebremse in Sicherheitskette integriert:

Eine sichere Steuerung einer mechanischen Bremse über einen Frequenzumrichter ist nicht möglich. In der Gesamtinstallation muss eine Redundanzschaltung für die Bremssteuerung vorhanden sein.

### 3.7.2 Dynamische Bremse

Dynamische Bremse durch:

- Bremswiderstand: Eine Bremse IGBT leitet die Bremsenergie vom Motor an den angeschlossenen Bremswiderstand (par. 2-10 = [1]) und verhindert so, dass die Überspannung einen bestimmten Grenzwert überschreitet.
- AC-Bremse: Durch Ändern der Verlustleistung im Motor wird die Bremsenergie im Motor verteilt. Die AC-Bremsfunktion darf nicht in Anwendungen mit einer hohen Ein-/Ausschaltfrequenz verwendet werden, da dies zu einer Überhitzung des Motors führen würde (Par. 2-10 = [2]).
- DC-Bremse: Ein übermodulierter Gleichstrom verstärkt den Wechselstrom und funktioniert als Wirbelstrombremse (Par. 2-02 ≠ 0 s).

### 3.7.3 Auswahl des Bremswiderstands

Bei erhöhten Anforderungen an das generatorische Bremsen (z. B. Bremsen von großen Schwungmassen, Hubwerken usw.) kann der Einsatz von Geräten mit Brems elektronik und Bremswiderstand notwendig sein. Zur Wahl des korrekten Bremswiderstands muss bekannt sein, wie oft und mit welcher Leistung gebremst wird.

Ist der Betrag der kinetischen Energie, die in jedem Bremszeitraum zum Widerstand übertragen wird, unbekannt, kann die durchschnittliche Leistung auf Basis der Zykluszeit und Bremszeit berechnet werden, was als Aussetzbetrieb bezeichnet wird. Der Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, für den der Widerstand ausgelegt ist. Die nachstehende Abbildung zeigt einen typischen Bremszyklus.

**ACHTUNG!**

Motorlieferanten benutzen häufig in ihren Angaben zu der zulässigen Belastung den S5-Betrieb, was einem Aussetzbetrieb entspricht.

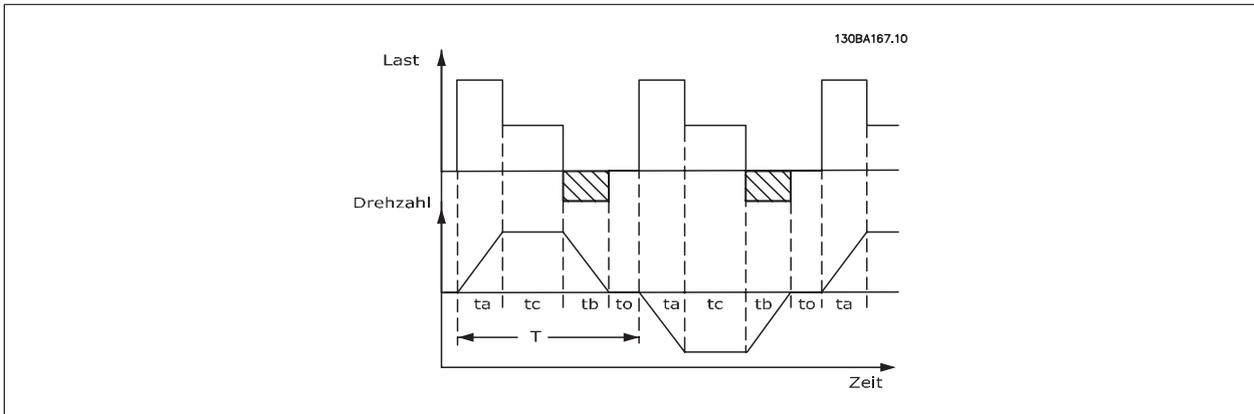
Der Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb des Widerstands kann wie folgt berechnet werden:

$Arbeitszyklus = t_b/T$

T = Zykluszeit in Sekunden

$t_b$  ist die Bremszeit in Sekunden (der Zykluszeit)

**3**



	Zyklusdauer (s)	Bremsarbeitszyklus bei 100 % Drehmoment	Bremsarbeitszyklus bei Überdrehmoment (150/160 %)
<b>200-240 V</b>			
PK25-P11K	120	Dauerbetrieb	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
<b>380-500 V</b>			
PK37-P75K	120	Dauerbetrieb	40%
P90K-P160	600	Dauerbetrieb	10%
P200	600	40%	10%
P250-P400	600	40% <sup>1)</sup>	10% <sup>2)</sup>
<b>525-600 V</b>			
PK75-P75K	120	Dauerbetrieb	40%
<b>525-690 V</b>			
P110-P315	600	40%	10%
P355-P560	600	40% <sup>3)</sup>	10% <sup>4)</sup>

Tabelle 3.3: Bremsung bei hohem Überlastmoment

1) 355 kW bei 90 % Drehmoment. Bei 100 % Drehmoment ist der Bremsarbeitszyklus 13 %. Bei Netzennwert von 441-500 V, 100 % Drehmoment, ist der Bremsarbeitszyklus 17 %.

400 kW bei 80 % Drehmoment. Bei 100 % Drehmoment ist der Bremsarbeitszyklus 8 %.

2) Basierend auf 300 Sekundenzyklus:

Bei 355 kW ist das Drehmoment 145 %

Bei 400 kW ist das Drehmoment 130 %

3) 500 kW bei 80 % Drehmoment

560 kW bei 71 % Drehmoment

4) Basierend auf 300-Sekunden-Zyklus:

Bei 500 kW ist das Drehmoment 128 %

Bei 560 kW ist das Drehmoment 114 %

Danfoss bietet Bremswiderstände mit Arbeitszyklen von 5 %, 10 % und 40 % an. Bei Anwendung eines Arbeitszyklus von 10 % können die Bremswiderstände die Bremsleistung über 10 % der Zykluszeit aufnehmen. Die übrigen 90 % der Zykluszeit werden für das Abführen überschüssiger Wärme genutzt.

Die maximal zulässige Last am Bremswiderstand wird als Spitzenleistung bei einem gegebenen Arbeitszyklus im Aussetzbetrieb ausgedrückt und wird berechnet als:

Der Widerstandswert wird wie folgt berechnet:

$$R_{br}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{Spitze}}$$

wobei

$$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br} \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT}[W]$$

Man erkennt, dass der Bremswiderstand von der Zwischenkreisspannung ( $U_{dc}$ ) abhängig ist.

Bei FC 301- und FC 302-Frequenzumrichtern gibt es vier Schaltschwellen:

Größe	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Abschaltung
FC 301 / 302 3 x 200-240 V	390 V (UDC)	405 V	410 V
FC 301 3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 3 x 380-500 V*	810 V / 795 V	840 V / 820 V	850 V / 855 V
FC 302 3 x 525-600 V	943 V	965 V	975 V
FC 302 3 x 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

\* Leistungsgrößenabhängig

**ACHTUNG!**  
Prüfen Sie, ob Ihr Bremswiderstand für eine Spitzenspannung von 410 V, 820 V, 850 V, 975 V oder 1130 V zugelassen ist, wenn Sie keine Danfoss-Bremswiderstände einsetzen.

$R_{rec}$  ist der von Danfoss empfohlene Widerstand, bei dem der Anwender sicher sein kann, dass der Frequenzumrichter mit dem höchsten Bremsmoment ( $M_{br(\%)}$ ) von 160 % abbremsen kann. Die entsprechende Formel lässt sich wie folgt schreiben:

$$R_{REC} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{Motor} \times M_{br(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{Motor}}$$

$\eta_{motor}$  beträgt etwa 0,90,

$\eta_{VLT}$  während circa 0,98 beträgt.

Bei 200 V-, 480 V-, 500 V- bzw. 600 V-Frequenzumrichtern kann  $R_{rec}$  bei 160 % Bremsmoment geschrieben werden als:

$$200 V : R_{REC} = \frac{107780}{P_{Motor}} [\Omega]$$

$$480 V : R_{REC} = \frac{375300}{P_{Motor}} [\Omega] \text{ 1)}$$

$$480 V : R_{REC} = \frac{428914}{P_{Motor}} [\Omega] \text{ 2)}$$

$$500 V : R_{REC} = \frac{464923}{P_{Motor}} [\Omega]$$

$$600 V : R_{REC} = \frac{630137}{P_{Motor}} [\Omega]$$

$$690 V : R_{REC} = \frac{832664}{P_{Motor}} [\Omega]$$

1) Bei Frequenzumrichtern  $\leq 7,5$  kW Wellenleistung

2) Bei Frequenzumrichtern 11 - 75 kW Wellenleistung

**ACHTUNG!**  
Der ohmsche Widerstand des gewählten Bremswiderstands darf nicht unter dem von Danfoss empfohlenen Wert liegen, da sonst der Frequenzumrichter beschädigt wird. Bei einem Bremswiderstand mit höherem Ohmwert wird hingegen nicht mehr das maximale Bremsmoment erzielt, und der Frequenzumrichter schaltet während der Bremsung möglicherweise mit DC-Überspannung ab.

**ACHTUNG!**  
Bei einem Kurzschluss in der Brems Elektronik des Frequenzumrichters kann ein eventueller Dauerstrom zum Bremswiderstand nur durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) unterbrochen werden. (Das Schütz kann vom Frequenzumrichter gesteuert werden).

**ACHTUNG!**  
Den Bremswiderstand nicht berühren, da er während bzw. nach dem Bremsen sehr heiß werden kann.

### 3.7.4 Generatorisches Bremsen mit Bremswiderstand

Die Bremse soll die Spannung im Zwischenkreis bei generatorischem Betrieb des Motors begrenzen. Wenn die Last den Motor antreibt, z. B. beim Runterfahren der Rampe, wird Leistung in den Zwischenkreis zurückgeführt. Da der Zwischenkreis diese Leistung nicht unbegrenzt aufnehmen kann, ist eventuell ein Frequenzumrichter mit Bremschopper und externem Bremswiderstand vorzusehen.

#### Ein externer Bremswiderstand bietet folgende Vorteile:

- Die Größe des Bremswiderstands kann an die Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden.
- Die Bremsleistung (Wärme) wird am Montageort des Bremswiderstands (z. B. außerhalb des Schaltschranks) abgegeben.
- Die Leistung des Bremswiderstands kann überwacht werden.

Der Bremstransistor wird überwacht und ist gegen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt. Eine eventuell vorhandene thermische Überwachung (Klixon) des Bremswiderstands kann vom Frequenzumrichter ausgewertet werden.

Die aktuelle Bremsleistung und die mittlere Bremsleistung der letzten 120 Sekunden kann ausgelesen werden. Zusätzlich ist in Par. 2-12 wählbar, welche Funktion auszuführen ist, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung die in Par. 2-12 eingestellte Grenze überschreitet.



#### ACHTUNG!

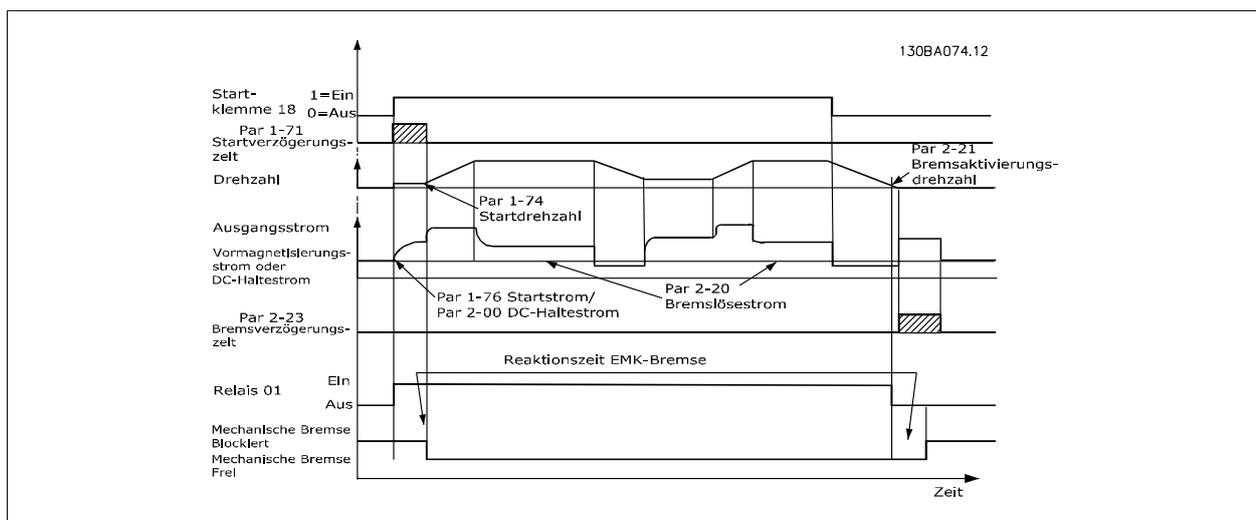
Die Überwachung der Bremsleistung dient nicht als Sicherheitsfunktion. Für diesen Zweck ist ein Thermo- oder Schalter erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdschluss geschützt.

*Überspannungssteuerung (OVC)* (ohne Bremswiderstand) kann als eine alternative Bremsfunktion in Par. 2-17 gewählt werden. Diese Funktion ist für alle Geräte wählbar. Sie stellt sicher, dass bei Anstieg der Zwischenkreisspannung eine Abschaltung verhindert wird. Dies geschieht durch Anheben der Ausgangsfrequenz, um ein Ansteigen der DC-Zwischenkreisspannung zu verhindern. Dies ist sehr hilfreich, wenn z. B. die Rampenzeit Ab zu kurz eingestellt wurde, da hierdurch ein Abschalten des Frequenzumrichters vermieden wird. In dieser Situation wird jedoch die Rampenzeit Ab automatisch verlängert.

### 3.8.1 Ansteuerung der mechanischen Bremse

Bei Hub- und Vertikalförderanwendungen muss eine steuerbare elektromagnetische Bremse vorhanden sein. Zur Ansteuerung der Bremse kann ein Relaisausgang (1 oder 2) oder ein Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) mit Koppelrelais dienen. Dieser Ausgang muss normalerweise geschlossen sein, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht „halten“ kann, z. B. aufgrund einer zu hohen Last. In Par. 5-40 (Arrayparameter), Par. 5-30 oder Par. 5-31 (Digitalausgang 27 oder 29), ist *Mechanische Bremse* [32] für Anwendungen mit einer elektromagnetischen Bremse zu wählen.

Wird *Mechanische Bremse* [32] gewählt, so bleibt das Relais der mechanischen Bremse beim Start so lange geschlossen, bis der Ausgangsstrom höher ist als der in Par. 2-20 *Bremse öffnen bei Motorstrom* eingestellte Wert. Beim Stopp wird die mechanische Bremse geschlossen, bis die Drehzahl unter den in Parameter 2-21 *Bremse schließen bei Motordrehzahl* eingestellten Wert sinkt. Tritt am Frequenzumrichter ein Alarmzustand (z. B. ein Überstrom, eine Überspannung usw.) ein, so wird umgehend die mechanische Bremse geschlossen. Dies ist auch während eines „Sicheren Stopps“ (Klemme 37) der Fall.



In Hub- und Vertikalförderanwendungen muss in der Regel eine elektromechanische Bremse gesteuert werden.

#### Schrittweise Beschreibung

- Zur Ansteuerung der mechanischen Bremse kann jeder Relaisausgang oder Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) verwendet werden, falls notwendig mit einem geeigneten Magnetschütz.
- Der Ausgang muss ausgeschaltet sein, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht halten kann, weil z. B. die Last zu schwer ist.
- Wählen Sie vor dem Anschluss der mechanischen Bremse *Mechanische Bremse* [32] in Par. 5-4\* (oder 5-3\*).
- Die Bremse wird gelüftet, wenn der Motorstrom den in Par. 2-20 eingestellten Wert überschreitet.
- Die Bremse wird geschlossen, wenn die Ausgangsdrehzahl niedriger als die in Par. 2-21 bzw. 2-22 eingestellte Drehzahl ist und ein Stoppbefehl anliegt.



#### ACHTUNG!

Für Vertikalförder- oder Hubanwendungen wird dringend angeraten sicherzustellen, dass die Last im Notfall oder aufgrund einer Fehlfunktion eines einzelnen Bauteils wie einem Schütz usw. gestoppt werden kann. Beim Auftreten eines Alarms oder einer Überspannung fällt die mechanische Bremse sofort ein.



#### ACHTUNG!

Für Vertikalförder- und Hubanwendungen ist sicherzustellen, dass die Drehmomentgrenzen in Par. 4-16 und Par. 4-17 niedriger als die Stromgrenze in Par. 4-18 eingestellt sind. Es wird ebenfalls empfohlen, Par. 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit* auf „0“, Par. 14-26 *WR-Fehler Abschaltverzögerung* auf „0“ und Par. 14-10 *Netzausfall-Funktion* auf „[3], *Motorfreilauf*“ einzustellen.

### 3.8.2 Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen

Der VLT Automation Drive FC 300 besitzt eine mechanische Bremssteuerung, die speziell für Hub- und Vertikalförderanwendungen ausgelegt ist. Die mechanische Bremse für Hub- und Vertikalförderanwendungen wird über Option [6] in Par. 1-72 aktiviert. Der Hauptunterschied zur normalen mechanischen Bremssteuerung, bei der eine Relaisfunktion den Ausgangsstrom überwacht, besteht darin, dass die mechanische Bremsfunktion für Vertikalförder- und Hubanwendungen das Bremsrelais direkt steuern kann. Dies bedeutet, dass kein Strom für das Lüften der Bremse eingestellt wird, sondern das Drehmoment auf die geschlossene Bremse ausgeübt wird, bevor das Lüften definiert wird. Durch die direkte Drehmomentfestlegung ist die Konfiguration für Hub- und Vertikalförderanwendungen weitaus unkomplizierter.

Durch Verwendung der P-Verstärkung (Par. 2-28) lässt sich eine schnellere Steuerung beim Lüften der Bremse erzielen. Die Strategie der mechanischen Bremse für Vertikalförder- und Hubanwendungen basiert auf einem 3-stufigen Prozess, wobei Motorsteuerung und Lüften der Bremse synchronisiert werden, um ein möglichst reibungsloses Öffnen der Bremse zu erreichen.

#### 3-stufiger Prozess

1. **Den Motor vormagnetisieren**  
Um sicherzustellen, dass der Motor gehalten wird, und auch, um seine richtige Befestigung zu überprüfen, wird der Motor zuerst vormagnetisiert.
2. **Drehmoment auf geschlossene Bremse ausüben**  
Wenn die Last von der mechanischen Bremse gehalten wird, kann ihre Größe nicht ermittelt werden, sondern nur ihre Richtung. In dem Moment, in dem sich die Bremse öffnet, muss die Last vom Motor übernommen werden. Um diese Übernahme zu erleichtern, wird ein vom Anwender definiertes Drehmoment (Par. 2-26) in Hubrichtung angewendet. Dies dient dazu, den Drehzahlregler zu initialisieren, der schließlich die Last übernimmt. Um den Verschleiß des Getriebes aufgrund von Spiel zu reduzieren, läuft das Drehmoment über Rampe hoch.
3. **Bremse öffnen**  
Wenn der Drehmoment den Wert erreicht hat, der in Par. 2-26 *Drehmomentsollwert* festgesetzt ist, wird die Bremse gelüftet. Der in Par. 2-25 *Mech. Bremse Öffnungszeit* festgelegte Wert gibt die Verzögerung an, bevor die Last gelöst wird. Um so schnell wie möglich auf die Laststufe zu reagieren, die dem Lüften der Bremse folgt, kann die PID-Drehzahlregelung durch Erhöhung der Proportionalverstärkung verstärkt werden.

3

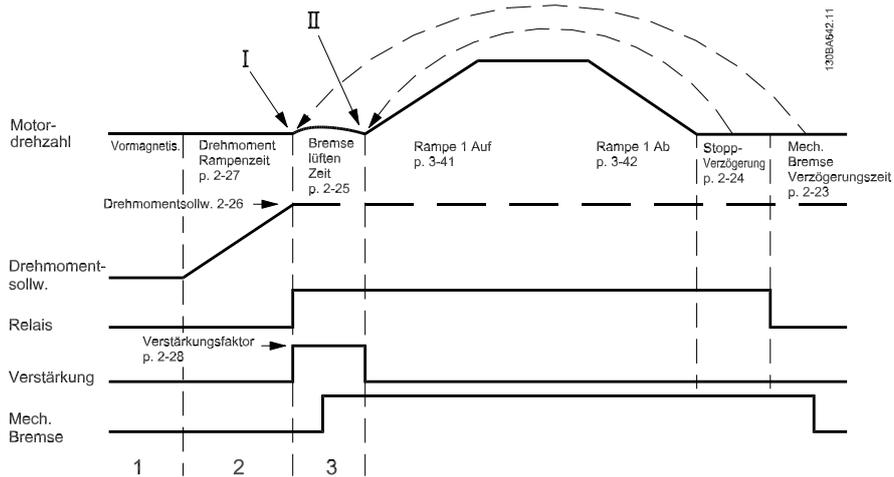


Abbildung 3.4: Sequenz zum Lüften der Bremse bei mechanischer Bremsansteuerung für Vertikalförder- und Hubanwendungen

### 3.8.3 Verkabelung des Bremswiderstands

EMV (verdrillte Kabel/Abschirmung)

Verwenden Sie verdrillte Leiter, um die zwischen den Leitern von Bremswiderstand und Frequenzumrichter eingestrahlt Störungen zu reduzieren.

Zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften ist eine Schirmung vorteilhaft.

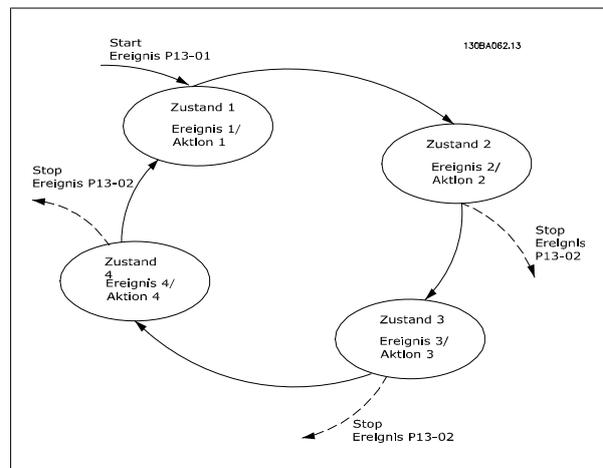
### 3.9.1 Smart Logic Control

Smart Logic besteht aus den frei definier- und verwendbaren Verknüpfungsfunktionen (Vergleicher und Logikregeln) und dem Smart Logic Controller (SLC). Der SLC ist im Wesentlichen eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe Par. 13-52), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige Ereignis (siehe Par. 13-51) durch den SLC als WAHR ermittelt wird.

Die *Ereignisse* und *Aktionen* sind paarweise geordnet. Wenn also das *Ereignis [1]* erfüllt ist (TRUE (WAHR)), dann wird *Aktion [1]* ausgeführt. Danach wird die Bedingung von *Ereignis [2]* ausgewertet, und wenn TRUE (WAHR), wird *Aktion [2]* ausgeführt usw. Ereignisse und Aktionen werden in so genannten Array-Parametern eingestellt.

Das jeweils aktuelle *Ereignis* wird ausgewertet. Ist das Ereignis FALSE (FALSCH), wird keine Aktion im SLC ausgeführt. Das bedeutet, wenn der SLC startet, wird zuerst *Ereignis [1]* ausgewertet. Nur wenn *Ereignis [1]* als TRUE (WAHR) ausgewertet wird, führt der SLC *Aktion [1]* aus und beginnt, *Ereignis [2]* auszuwerten.

Es ist möglich, bis zu 20 *Ereignisse* und *Aktionen* (0 - 20) zu programmieren. Wenn das letzte *Ereignis* / die letzte *Aktion* ausgeführt worden ist, beginnt die Sequenz neu bei *Ereignis [1]* / *Aktion [1]*. Die Abbildung zeigt ein Beispiel mit drei *Ereignissen* / *Aktionen*:



**Kurzschluss (Motorphase – Phase)**

Der Frequenzumrichter ist durch seine Strommessung in jeder der drei Motorphasen gegen Kurzschlüsse geschützt. Ein Kurzschluss zwischen zwei Ausgangsphasen bewirkt einen Überstrom im Wechselrichter. Jedoch wird der Wechselrichter einzeln abgeschaltet, sobald sein jeweiliger Kurzschlussstrom den zulässigen Wert überschreitet (Alarm 16 Abschaltblockierung).

Um den Frequenzumrichter gegen Kurzschlüsse bei Zwischenkreis-Kopplung und an den Bremswiderstandsklemmen zu schützen, sind die jeweiligen Projektierungshinweise für diese Anschlüsse zu beachten.

**Schalten am Ausgang**

Schalten am Ausgang, zwischen Motor und Frequenzumrichter, ist uneingeschränkt zulässig. Der Frequenzumrichter kann durch Schalten am Ausgang in keiner Weise beschädigt werden. Es können allerdings Fehlermeldungen auftreten.

**Generatorisch erzeugte Überspannung**

Die Spannung im Zwischenkreis steigt bei generatorischem Betrieb des Motors an. Dies geschieht in folgenden Fällen:

1. Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h., die Last „erzeugt“ Energie.
2. Während der Verzögerung („Rampe ab“), bei hohem Trägheitsmoment, niedriger Reibung oder zu kurzer Rampenzeit, um die Energie als Verlust an Frequenzumrichter, Motor und Anlage weitergeben zu können.
3. Eine falsche Einstellung beim Schlupausgleich kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung hervorrufen.

Der Regler versucht ggf. die Rampe, wenn möglich, zu korrigieren (Par. 2-17 *Überspannungssteuerung*).

Der Wechselrichter wird nach Erreichen eines bestimmten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen.

Siehe Par. 2-10 und Par. 2-17 bezüglich der Möglichkeiten zur Regelung des Zwischenkreis-Spannungsniveaus.

**Netzausfall**

Während eines Netzausfalls arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Spannung des Zwischenkreises unter das minimale Niveau abfällt – typischerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters.

Die Höhe der Netzspannung vor dem Ausfall und die aktuelle Motorbelastung bestimmen, wie lange der Wechselrichter im Freilauf ausläuft.

**Statische Überlast im VVC<sup>plus</sup>-Betrieb**

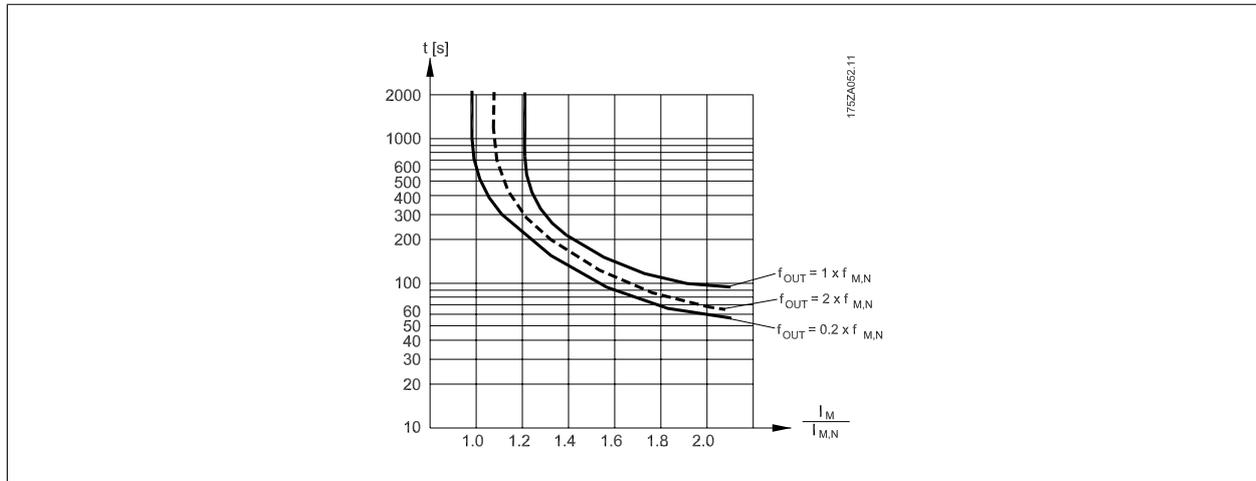
Wird der Frequenzumrichter überlastet (Momentengrenze in Par. 4-16/4-17 überschritten), so reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren.

Bei extremer Überlastung kann jedoch ein Strom auftreten, der den Frequenzumrichter nach kurzer Zeit (5-10 s) zum Abschalten zwingt.

Der Betrieb innerhalb der Momentengrenze kann in Parameter 14-25 zeitlich begrenzt werden (0-60 s).

### 3.10.1 Thermischer Motorschutz

Die aktuelle Motortemperatur wird laufend auf Basis des Motorstroms, der Ausgangsfrequenz und der Zeit oder des Thermistors berechnet. Siehe Par. 1-90 im Programmierhandbuch.



### 3.11.1 Sicherer Stopp des FC 300

Der FC 302 und der FC 301 mit A1-Gehäuse sind für Installationen mit der Sicherheitsfunktion *Sichere Abschaltung Motormoment* (nach IEC 61800-5-2) oder *Stoppkategorie 0* (nach EN 60204-1) geeignet.

FC 301 mit A1-Gehäuse: Wenn der Frequenzumrichter mit der Funktion „Sicherer Stopp“ ausgestattet ist, muss Position 18 des Typencodes T oder U lauten. Lautet Position 18 B oder X, ist sicherer Stopp über Klemme 37 nicht vorgesehen!

Beispiel:

Typencode für FC 301 A1 mit Sicherem Stopp: FC-301PK75T4**Z20**H4TGCXXXSXXXA0BXCXXXD0

Er ist für die Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 in EN 954-1 ausgelegt und als dafür geeignet zugelassen. Diese Funktion wird als „Sicherer Stopp“ bezeichnet. Vor der Integration und Benutzung der Funktion „Sicherer Stopp“ des Frequenzumrichters in einer Anlage muss eine gründliche Risikoanalyse der Anlage erfolgen, um zu ermitteln, ob die Funktion „Sicherer Stopp“ und die Sicherheitskategorie des Frequenzumrichters angemessen und ausreichend sind.

#### Aktivierung und Deaktivierung des sicheren Stopps

Die Funktion „Sicherer Stopp“ wird durch das Abschalten der 24 V DC-Spannung an Klemme 37 aktiviert. Intern wird hierbei der Wechselrichter gemäß den Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 gesperrt. Standardmäßig sind die Funktionen für sicheren Stopp auf den Schutz vor unerwartetem Wiederanlauf eingestellt. Dies bedeutet, dass zunächst wieder die 24 V DC an Klemme 37 angelegt werden müssen, um den sicheren Stopp zu beenden und normalen Betrieb wieder aufzunehmen. Dann aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste).

Die Funktion „Sicherer Stopp“ kann durch Einstellung von Parameter 5-19 von der Werkseinstellung [1] auf Wert [3] für automatischen Wiederanlauf eingestellt werden. Ist eine MCB112-Option an den Frequenzumrichter angeschlossen, wird der automatische Wiederanlauf über Werte [7] und [8] eingestellt.

Automatischer Wiederanlauf bedeutet, dass der sichere Stopp beenden und normaler Betrieb wieder aufgenommen wird, sobald 24 V DC wieder an Klemme 37 angelegt werden. Es ist kein Reset-Signal erforderlich.

WICHTIG! Automatischer Wiederanlauf ist nur in einem von zwei Fällen zulässig:

1. Der Schutz vor unerwartetem Anlauf wird über andere Teile der sicheren Stoppinstallation implementiert.
2. Ein Aufenthalt in der Gefahrenzone kann mechanisch ausgeschlossen werden, wenn die Funktion „Sicherer Stopp“ nicht aktiviert ist. Insbesondere müssen die folgenden Absätze der Normen im Rahmen der EU-Maschinenrichtlinie beachtet werden: 5.2.1, 5.2.2 und 5.2.3. von EN954-1:1996 (oder ISO 13849-1:2006), 4.11.3 und 4.11.4 von EN292-2 (ISO 12100-2:2003).

Prüf- und Zertifizierungsstelle  
im BG-PRÜFZERT

**BGIA**  
Berufsgenossenschaftliches  
Institut für Arbeitsschutz  
Hauptverband der gewerblichen  
Berufsgenossenschaften

130BA373.10

**Type Test Certificate**

**Translation**  
In any case, the German original shall prevail.

05 06004

No. of certificate

Name and address of the holder of the certificate: (customer) Danfoss Drives A/S, Ulnaes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark

Name and address of the manufacturer: Danfoss Drives A/S, Ulnaes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark

Ref. of customer:

Ref. of Test and Certification Body:  
Apf/Keh VE-Nr. 2003 23220

Date of Issue:  
13.04.2005

---

Product designation: Frequency converter with integrated safety functions

Type: VLT® Automation Drive FC 302

Intended purpose: Implementation of safety function „Safe Stop“

---

Testing based on: EN 954-1, 1997-03,  
DKE AK 226.03, 1998-06,  
EN ISO 13849-2; 2003-12,  
EN 61800-3, 2001-02,  
EN 61800-5-1, 2003-09,

Test certificate: No.: 2003 23220 from 13.04.2005

Remarks: The presented types of the frequency converter FC 302 meet the requirements laid down in the test bases.  
With correct wiring a category 3 according to DIN EN 954-1 is reached for the safety function.

---

The type tested complies with the provisions laid down in the directive 98/37/EC (Machinery).

Further conditions are laid down in the Rules of Procedure for Testing and Certification of April 2004.

Head of certification body

(Prof. Dr. rer. nat. Diatmar Reinerth)

Certification officer

(Dipl.-Ing. R. Apfeld)

PZB10E  
01.05

Postal address:  
53754 Sankt Augustin

Office:  
Alte Heerstraße 111  
53757 Sankt Augustin

Phone: 0 22 41/2 31-02  
Fax: 0 22 41/2 31-22 34

3

### 3.11.2 Installation Sicherer Stopp (nur FC 302 und FC 301 mit A1-Gehäuse)

Die Installation der Stoppkategorie 0 (EN 60204) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1) ist folgendermaßen auszuführen:

1. Entfernen Sie die werksseitig angebrachte Kabelbrücke zwischen Klemme 37 und Klemme 12 (24 V DC). Es reicht nicht aus, das Kabel nur durchzuschneiden oder zu unterbrechen. Es muss vollständig entfernt werden, um Fehlkontaktierung zu vermeiden. Siehe Kabelbrücke in Abbildung.
2. Schließen Sie Klemme 37 mit einem gegen Kurzschluss geschützten Kabel (verstärkte Isolation) über eine Sicherheitsvorrichtung gemäß EN 954-1 Kategorie 3 an die 24-V-DC-Versorgung an. Sind die Sicherheitsvorrichtung und der Frequenzumrichter im selben Schaltschrank untergebracht, darf auch ein normales Kabel verwendet werden.
3. Sofern der FC 302 nicht Schutzart IP54 oder höher hat, muss er in ein IP54-Gehäuse eingesetzt werden. Daher muss ein FC 301 A1 immer in ein IP54-Gehäuse gesetzt werden.

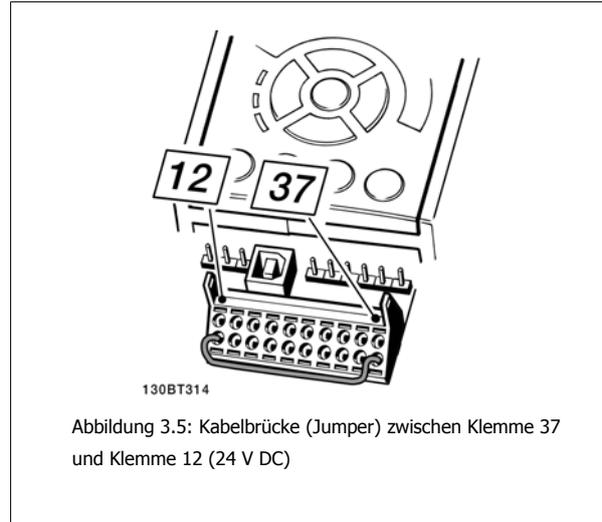


Abbildung 3.5: Kabelbrücke (Jumper) zwischen Klemme 37 und Klemme 12 (24 V DC)

Die folgende Abbildung zeigt als Beispiel eine Anwendung mit Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1). Klemme 37 wird über einen Sicherheitsbaustein (der auch Kategorie 3 nach EN 954-1 erfüllen muss) geschaltet. Der zusätzliche abgebildete „Freilaufkontakt“ ist nicht sicherheitsbezogen und erfüllt nicht Kategorie 3 nach EN 954-1.

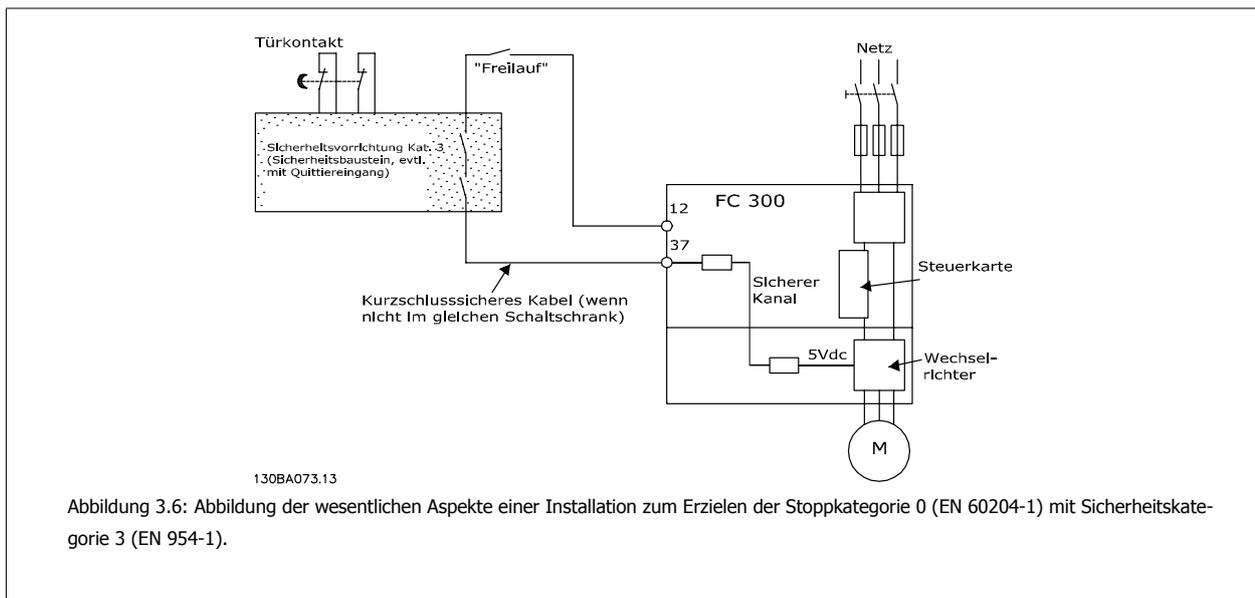
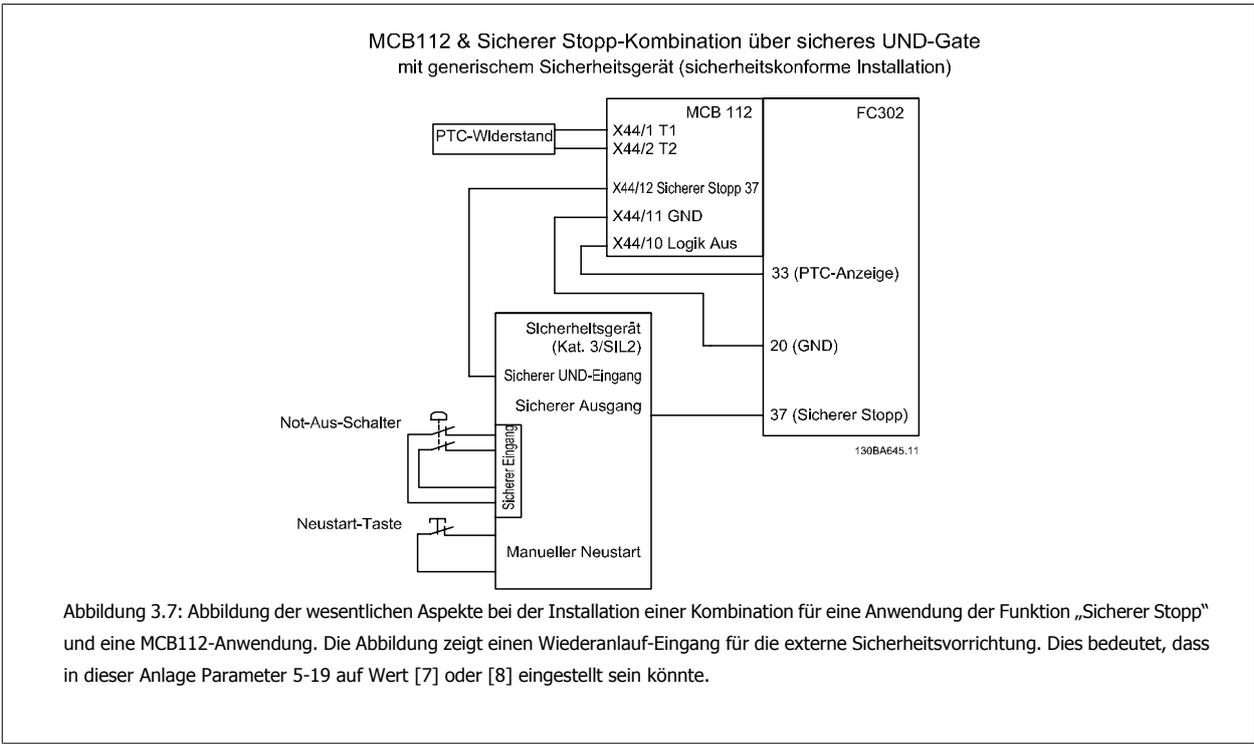


Abbildung 3.6: Abbildung der wesentlichen Aspekte einer Installation zum Erzielen der Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) mit Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1).

### 3.11.3 Installation für sicheren Stopp in Kombination mit MCB112

Ist das für explosionsgefährdete Bereiche zertifizierte Thermistormodul MCB112 angeschlossen, das Klemme 37 als sicherheitsbezogenen Abschaltkanal verwendet, muss der Ausgang X44/11 von MCB112 über logisches UND mit dem sicherheitsbezogenen Sensor (wie ein Not-Aus-Taster, Schutzeinrichtungsschalter usw.) verknüpft werden, der die Funktion „Sicherer Stopp“ aktiviert. Die UND-Logik muss EN 954-1, Sicherheitskategorie 3, entsprechen. Der Anschluss vom Ausgang zur sicheren UND-Logik der Klemme 37 für sicheren Stopp muss vor Kurzschluss geschützt werden. Siehe Abbildung unten:



**Parametereinstellungen für sicheren Stopp in Kombination mit MCB112.**

Ist MCB112 angeschlossen, sind zusätzliche Einstellungen bei Parameter 5-19 möglich: [1] (Werkseinstellung) und [3] sind noch immer verfügbar, sollten jedoch nicht eingestellt werden. Sie müssen nur eingestellt werden, wenn die Funktion „Sicherer Stopp“ verwendet wird. Werden [1] oder [3] gewählt und wird MCB112 ausgelöst, reagiert der Frequenzumrichter mit dem Alarm „Gefährlicher Fehler [A72]“ und stoppt den Frequenzumrichter sicher ohne automatischen Wiederanlauf. [4] und [5] stehen in diesem Fall zur Verfügung, sollten aber nicht verwendet werden. Sie müssen nur verwendet werden, wenn MCB112 und kein anderer sicherheitsbezogener Sensor angeschlossen ist. Werden [4] oder [5] gewählt und die Funktion „Sicherer Stopp“ aktiviert, reagiert der Frequenzumrichter mit einem Alarm „Gefährlicher Fehler [A72]“ und stoppt den Frequenzumrichter sicher ohne automatischen Wiederanlauf. Optionen [6], [7], [8] oder [9] müssen für eine Kombination aus Sicherer Stopp und MCB112 verwendet werden. WICHTIG! Optionen [7] oder [8] stellen sicheren Stopp auf automatischen Wiederanlauf.

Dies ist nur in einem von zwei der folgenden Fälle zulässig:

1. Der Schutz vor unerwartetem Anlauf wird über andere Teile der sicheren Stoppinstallation implementiert.
2. Ein Aufenthalt in der Gefahrenzone kann mechanisch ausgeschlossen werden, wenn die Funktion „Sicherer Stopp“ nicht aktiviert ist. Insbesondere müssen die folgenden Absätze der Normen im Rahmen der EU-Maschinenrichtlinie beachtet werden: 5.2.1, 5.2.2 und 5.2.3. von EN954-1:1996 (oder ISO 13849-1:2006), 4.11.3 und 4.11.4 von EN292-2 (ISO 12100-2:2003).

**3.11.4 Abnahmeprüfung des Sicherer Stopps**

Nach der Installation und vor erstmaligem Betrieb ist eine Vorüberprüfung der Anlage oder der Anwendung, die vom Sicherer Stopp des FC 300 Gebrauch macht, durchzuführen.  
Nach jeder Änderung der Anlage oder Anwendung ist diese Prüfung zu wiederholen.

**ACHTUNG!**  
Eine bestandene Abnahmeprüfung ist für die Erfüllung der Sicherheitskategorie 3 einer Anlage oder Anwendung dieser Art obligatorisch.

**Abnahmeprüfung (Fall 1 oder 2 je nach Anwendung wählen):****Fall 1: Schutz vor Wiederanlauf bei sicherem Stopp erforderlich (d. h. Sicherer Stopp nur, wenn Parameter 5-19 auf die Werkseinstellung [1] eingestellt ist, oder kombinierter Sicherer Stopp und MCB112, wenn Parameter 5-19 auf [6] oder [9] eingestellt ist):**

1. Trennen Sie die 24 V DC-Versorgung an Klemme 37 über die externe Sicherheitsvorrichtung, während der Motor durch den FC 302 angetrieben wird (d. h. Netzversorgung bleibt bestehen). Die Prüfung ist bestanden, wenn der Motor mit einem Freilauf reagiert und die mechanische Bremse (falls vorhanden) geschlossen wird sowie auf dem LCP (falls angeschlossen) der Alarm „Sicherer Stopp [A68]“ angezeigt wird.
2. Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Sicherheitsstopp bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.
3. Legen Sie wieder die 24 V DC-Spannung an Klemme 37 an. Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Freilauf bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt. Schritt 1.4: Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor wieder anläuft.

Die Abnahmeprüfung ist bestanden, wenn alle vier Prüfungsschritte 1.1, 1.2, 1.3 und 1.4 erfolgreich absolviert wurden.

**Fall 2: Automatischer Wiederanlauf nach sicherem Stopp ist erwünscht und zulässig (d. h. nur Sicherer Stopp, wenn Parameter 5-19 auf [3] eingestellt ist, oder kombinierter Sicherer Stopp und MCB 112, wenn Parameter 5-19 auf [7] oder [8] eingestellt ist):**

1. Trennen Sie die 24 V DC-Versorgung an Klemme 37 über die externe Sicherheitsvorrichtung, während der Motor durch den FC 302 angetrieben wird (d. h. Netzversorgung bleibt bestehen). Die Prüfung ist bestanden, wenn der Motor mit einem Freilauf reagiert und die mechanische Bremse (falls vorhanden) geschlossen wird sowie auf dem LCP (falls angeschlossen) die Warnung „Sicherer Stopp [W68]“ angezeigt wird.
2. Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Sicherheitsstopp bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.
3. Legen Sie wieder die 24 V DC-Spannung an Klemme 37 an.

Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor wieder anläuft. Die Abnahmeprüfung ist bestanden, wenn alle drei Prüfungsschritte 2.1, 2.2 und 2.3 erfolgreich absolviert wurden.

**ACHTUNG!**

Die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 302 kann für asynchrone und synchrone Motoren benutzt werden. Es könnten zwei Fehler im Leistungshalbleiter des Frequenzumrichters auftreten. Bei Verwendung synchroner Motoren kann dies zu einer Restdrehung führen. Die Drehung kann mit  $\text{Winkel} = 360 / (\text{Polzahl})$  berechnet werden. Bei Anwendungen, die synchrone Motoren benutzen, ist dies zu berücksichtigen und sicherzustellen, dass dies kein sicherheitskritisches Problem ist. Dies trifft nicht auf asynchrone Motoren zu.

**ACHTUNG!**

Zur Übereinstimmung mit den Anforderungen von EN 954-1, Kategorie 3, für den „Sicheren Stopp“ müssen eine Reihe von Bedingungen durch die Installation des „Sicheren Stopp“ erfüllt werden. Weitere Informationen siehe Abschnitt *Sicheren Stopp installieren*.

**ACHTUNG!**

Der Frequenzumrichter allein bietet keinen sicherheitsbezogenen Schutz gegen unbeabsichtigtes oder missbräuchliches Aktivieren von Klemme 37 und anschließendem Reset. Stellen Sie diesen Schutz über die externe Unterbrechungsvorrichtung, auf Anwendungsebene oder auf Organisationsebene sicher.

Weitere Informationen siehe Abschnitt *Sicheren Stopp installieren*.

## 4 FC 300-Auswahl

### 4.1 Elektrische Daten - 200-240 V

Netzversorgung 3 x 200-240 VAC										
FC 301/FC 302		PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Typische Wellenleistung [kW]		0.25	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	3.7
Gehäuse IP20/IP21		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Gehäuse IP20 (nur FC 301)		A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-
Gehäuse IP55, IP66		A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Ausgangsstrom										
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	1.8	2.4	3.5	4.6	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7
	Überlast/60 s (3 x 200-240 V) [A]	2.9	3.8	5.6	7.4	10.6	12.0	17.0	20.0	26.7
	Dauerbetrieb KVA (208 V AC) [KVA]	0.65	0.86	1.26	1.66	2.38	2.70	3.82	4.50	6.00
	Max. Kabelquerschnitt (Netz, Motor, Bremse) [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2)</sup> ]	0.2 - 4 (24 - 10)								
Max. Eingangsstrom										
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	1.6	2.2	3.2	4.1	5.9	6.8	9.5	11.3	15.0
	Überlast/60 s (3 x 200-240 V) [A]	2.6	3.5	5.1	6.6	9.4	10.9	15.2	18.1	24.0
	Max. Versicherungen <sup>1)</sup> [A]	10	10	10	10	20	20	20	32	32
	Umgebung									
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	21	29	42	54	63	82	116	155	185
	Gewicht, Gehäuse IP20 [kg]	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6
	A1 (IP20)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	-	-	-
	A5 (IP55, IP66)	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	

0,25 - 3,7 kW sind nur für 160 % Überlast erhältlich.

Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC							
FC 301/FC 302		P5K5		P7K5		P11K	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]		5.5	7.5	7.5	11	11	15
Gehäuse IP20		B3		B3		B4	
Gehäuse IP21		B1		B1		B2	
Gehäuse IP55, IP66		B1		B1		B2	
Ausgangsstrom							
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	24.2	30.8	30.8	46.2	46.2	59.4
	Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	38.7	33.9	49.3	50.8	73.9	65.3
	Dauerbetrieb KVA (208 V AC) [KVA]	8.7	11.1	11.1	16.6	16.6	21.4
Max. Eingangsstrom							
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	22	28	28	42	42	54
	Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	35.2	30.8	44.8	46.2	67.2	59.4
	Max. Kabelquerschnitt [mm <sup>2</sup> (AWG)] <sup>2)</sup>	16 (6)		16 (6)		35 (2)	
	Max. Versicherungen [A] <sup>1)</sup>	63		63		80	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	239	310	371	514	463	602
	Gewicht Gehäuse IP21, IP 55, 66 [kg]	23		23		27	
	Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.964		0.959		0.964	

\*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

4

4

<b>Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC</b>											
FC 301/FC 302		P15K		P18K5		P22K		P30K		P37K	
Hohe/Normale Last*											
Typische Wellenleistung [kW]		15	18.5	18.5	22	22	30	30	37	37	45
Gehäuse IP20		B4		C3		C3		C4		C4	
Gehäuse IP21		C1		C1		C1		C2		C2	
Gehäuse IP55, IP66		C1		C1		C1		C2		C2	
<b>Ausgangsstrom</b>											
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	59.4	74.8	74.8	88	88	115	115	143	143	170
	Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	89.1	82.3	112	96.8	132	127	173	157	215	187
	Dauerbetrieb KVA (208 V AC) [KVA]	21.4	26.9	26.9	31.7	31.7	41.4	41.4	51.5	51.5	61.2
<b>Max. Eingangsstrom</b>											
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	54	68	68	80	80	104	104	130	130	154
	Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	81	74.8	102	88	120	114	156	143	195	169
	Max. Kabelquerschnitt, IP20 [mm <sup>2</sup> (AWG)] <sup>2)</sup>	35 (2)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
	Max. Kabelquerschnitt, IP 21/55/66 [mm <sup>2</sup> (AWG)] <sup>2)</sup>	90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
	Max. Vorsicherungen [A] <sub>1</sub>	125		125		160		200		250	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
	Gewicht Gehäuse IP21, IP 55, 66 [kg]	45		45		45		65		65	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.96		0.97		0.97		0.97		0.97		

\*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

## 4.2 Elektrische Daten - 380-500 V

<b>Netzversorgung 3 x 380-500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)</b>												
	PK 37	PK 55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5		
FC 301/FC 302	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5		
Typische Wellenleistung [kW]												
Gehäuse IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3		
Gehäuse IP20 (nur FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1							
Gehäuse IP55, IP66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
<b>Ausgangsstrom</b>												
<b>Hohes Überlastmoment 160 % für 1 Minute</b>												
	Wellenleistung [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	
	Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	1.3	1.8	2.4	3	4.1	5.6	7.2	10	13	16	
	Überlast/60 s (3 x 380-440 V) [A]	2.1	2.9	3.8	4.8	6.6	9.0	11.5	16	20.8	25.6	
	Dauerbetrieb (3 x 441-500 V) [A]	1.2	1.6	2.1	2.7	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14.5	
	Überlast/60 s (3 x 441-500 V) [A]	1.9	2.6	3.4	4.3	5.4	7.7	10.1	13.1	17.6	23.2	
	Dauerleistung kVA (400 VAC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.1	2.8	3.9	5.0	6.9	9.0	11.0	
	Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.4	2.7	3.8	5.0	6.5	8.8	11.6	
	Max. Kabelquerschnitt (Netz, Motor, Bremse) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]	24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm <sup>2</sup>						24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm <sup>2</sup>				
	<b>Max. Eingangsstrom</b>											
		Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	1.2	1.6	2.2	2.7	3.7	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4
		Überlast/60 s (3 x 380-440 V) [A]	1.9	2.6	3.5	4.3	5.9	8.0	10.4	14.4	18.7	23.0
		Dauerbetrieb (3 x 441-500 V) [A]	1.0	1.4	1.9	2.7	3.1	4.3	5.7	7.4	9.9	13.0
Überlast/60 s (3 x 441-500 V) [A]		1.6	2.2	3.0	4.3	5.0	6.9	9.1	11.8	15.8	20.8	
Max. Versicherungen <sup>1)</sup> [A]		10	10	10	10	10	20	20	20	32	32	
Umgebung												
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>		35	42	46	58	62	88	116	124	187	255	
Gewicht		4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6	
Gehäuse IP20		13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2	
Gehäuse IP55, IP66		13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97		

0,37 - 7,5 kW sind nur für 160 % Überlast erhältlich.

4

4

Netzversorgung 3 x 380-500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)									
FC 301/FC 302		P11K		P15K		P18K		P22K	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	Typische Wellenleistung [kW]	11	15	15	18.5	18.5	22.0	22.0	30.0
	Gehäuse IP20	B3		B3		B4		B4	
	Gehäuse IP21	B1		B1		B2		B2	
	Gehäuse IP55, IP66	B1		B1		B2		B2	
Ausgangsstrom									
	Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	24	32	32	37.5	37.5	44	44	61
	Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]	38.4	35.2	51.2	41.3	60	48.4	70.4	67.1
	Dauerbetrieb (3 x 441-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52
	Überlast (60 s) (3 x 441-500 V) [A]	33.6	29.7	43.2	37.4	54.4	44	64	57.2
	Dauerleistung kVA (400 VAC) [kVA]	16.6	22.2	22.2	26	26	30.5	30.5	42.3
	Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]		21.5		27.1		31.9		41.4
Max. Eingangsstrom									
	Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
	Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]	35.2	31.9	46.4	37.4	54.4	44	64	60.5
	Dauerbetrieb (3 x 441-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
	Überlast (60 s) (3 x 441-500 V) [A]	30.4	27.5	40	34.1	49.6	39.6	57.6	51.7
	Max. Kabelquerschnitt [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	16/6		16/6		35/2		35/2	
	Max. Vorsicherungen [A] <sup>1)</sup>	63		63		63		80	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	291	392	379	465	444	525	547	739
	Gewicht des Gehäuses IP20	12		12		23.5		23.5	
	Gewicht Gehäuse IP21, IP 55, 66 [kg]	23		23		27		27	
	Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.98		0.98		0.98		0.98	
*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s									

<b>Netzversorgung 3 x 380-500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)</b>												
FC 301/FC 302		P30K		P37K		P45K		P55K		P75K		
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Typische Wellenleistung [kW]		30	37	37	45	45	55	55	75	75	90	
Gehäuse IP20		B4		C3		C3		C4		C4		
Gehäuse IP21		C1		C1		C1		C2		C2		
Gehäuse IP55, IP66		C1		C1		C1		C2		C2		
<b>Ausgangsstrom</b>												
	Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177	
	Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]	91.5	80.3	110	99	135	117	159	162	221	195	
	Dauerbetrieb (3 x 441-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160	
	Überlast (60 s) (3 x 441-500 V) [A]	78	71.5	97.5	88	120	116	158	143	195	176	
	Dauerleistung kVA (400 VAC) [kVA]	42.3	50.6	50.6	62.4	62.4	73.4	73.4	102	102	123	
	Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]		51.8		63.7		83.7		104		128	
	<b>Max. Eingangsstrom</b>											
		Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
		Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]	82.5	72.6	99	90.2	123	106	144	146	200	177
		Dauerbetrieb (3 x 441-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Überlast (60 s) (3 x 441-500 V) [A]		70.5	64.9	88.5	80.3	110	105	143	130	177	160	
Max. Kabelquerschnitt IP20, Netz und Motor [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2)</sup> ]		35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		150 (300 mcm)		
Max. Kabelquerschnitt IP20, Zwischenkreis-kopplung und Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2)</sup> ]		35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)		
Max. Kabelquerschnitt, IP21/55/66 [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2)</sup> ]		90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)		
Max. Versicherungen [A] <sup>1</sup>		100		125		160		250		250		
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>		570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474	
Gewicht Gehäuse IP21, IP 55, 66 [kg]		45		45		45		65		65		
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.98		0.98		0.98		0.98		0.99			

\*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s



4

<b>Netzversorgung 3 x 380 - 500 VAC</b>											
FC 302		P90K		P110		P132		P160		P200	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Leistung an der Welle bei 400 V [kW]		90	110	110	132	132	160	160	200	200	250
Typische Wellenleistung bei 460 V [PS]		125	150	150	200	200	250	250	300	300	350
Typische Leistung an der Welle bei 500 V [kW]		110	132	132	160	160	200	200	250	250	315
Gehäuse IP21, 54		D1		D1		D2		D2		D2	
Gehäuse IP00		D3		D3		D4		D4		D4	
<b>Ausgangsstrom</b>											
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	177	212	212	260	260	315	315	395	395	480
	Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	266	233	318	286	390	347	473	435	593	528
	Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	160	190	190	240	240	302	302	361	361	443
	Überlast (60 s) (bei 460/500 V) [A]	240	209	285	264	360	332	453	397	542	487
	Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	123	147	147	180	180	218	218	274	274	333
	Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	127	151	151	191	191	241	241	288	288	353
	Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	139	165	165	208	208	262	262	313	313	384
	<b>Max. Eingangsstrom</b>										
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	171	204	204	251	251	304	304	381	381	463
	Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	154	183	183	231	231	291	291	348	348	427
	Max. Kabelquerschnitt [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]	2 x 70 (2 x 2/0)				2 x 185 (2 x 350 mcm)					
	Max. Sicherungen [A] <sup>1</sup>	300		350		400		500		600	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	2641	3234	2995	3782	3425	4213	3910	5119	4625	5893
	Gewicht Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	96		104		125		136		151	
	Gewicht Gehäuse IP00 [kg]	82		91		112		123		138	
	Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.97		0.97		0.97		0.98		0.98	

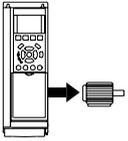
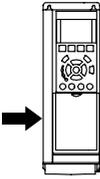
\*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

<b>Netzversorgung 3 x 380 - 500 VAC</b>		P250		P315		P355		P400	
FC 302		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
<b>Hohe/Normale Last*</b>									
	Typische Leistung an der Welle bei 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450
	Typische Wellenleistung bei 460 V [PS]	350	450	450	500	500	600	550	600
	Typische Leistung an der Welle bei 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530
	Gehäuse IP21, 54	E1		E1		E1		E1	
	Gehäuse IP00	E2		E2		E2		E2	
<b>Ausgangsstrom</b>									
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	480	600	600	658	658	745	695	800
	Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	720	660	900	724	987	820	1043	880
	Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	443	540	540	590	590	678	678	730
	Überlast (60 s) (bei 460/500 V) [A]	665	594	810	649	885	746	1017	803
	Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	333	416	416	456	456	516	482	554
	Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	353	430	430	470	470	540	540	582
	Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	384	468	468	511	511	587	587	632
	<b>Max. Eingangsstrom</b>								
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	472	590	590	647	647	733	684	787
	Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	436	531	531	580	580	667	667	718
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2)</sup> ]	4x240 (4x500 mcm)							
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2)</sup> ]	2 x 185 (2 x 350 mcm)							
	Max. Versicherungen [A] <sup>1</sup>	700		900		900		900	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	6005	7630	6960	7701	7691	8879	7964	9428
	Gewicht Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	263		270		272		313	
	Gewicht Gehäuse IP00 [kg]	221		234		236		277	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.98		0.98		0.98		0.98		

\*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

### 4.3 Elektrische Daten - 525-690 V

4

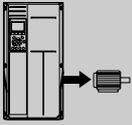
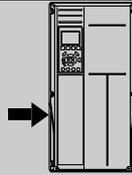
<b>Netzversorgung 3 x 525-600 VAC (nur FC 302)</b>										
FC 302	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5		
Typische Wellenleistung [kW]	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5		
Gehäuse IP20, 21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3		
Gehäuse IP55	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
<b>Ausgangsstrom</b>										
	Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	1.8	2.6	2.9	4.1	5.2	6.4	9.5	11.5	
	Überlast/60 s (3 x 525-550 V) [A]	2.9	4.2	4.6	6.6	8.3	10.2	15.2	18.4	
	Dauerbetrieb (3 x 551-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	6.1	9.0	11.0	
	Überlast/60 s (3 x 551-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.2	7.8	9.8	14.4	17.6	
	Dauerleistung KVA (525 V AC) [kVA]	1.7	2.5	2.8	3.9	5.0	6.1	9.0	11.0	
	Dauerleistung kVA (575 V AC) [kVA]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	6.1	9.0	11.0	
	Max. Kabelquerschnitt (Netz, Motor, Bremse) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]		24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm <sup>2</sup>					24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm <sup>2</sup>		
	<b>Max. Eingangsstrom</b>									
		Dauerbetrieb (3 x 525-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	4.1	5.2	5.8	8.6	10.4
		Überlast/60 s (3 x 525-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.6	8.3	9.3	13.8	16.6
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]		10	10	10	20	20	20	32	32	
Umgebung										
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>		35	50	65	92	122	145	195	261	
Gewicht Gehäuse IP20 [kg]		6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	
Gewicht Gehäuse IP55 [kg]		13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>		0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	

<b>Netzversorgung 3 x 525-600 VAC</b>														
FC 302		P11K		P15K		P18K5		P22K		P30K				
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO			
Typische Wellenleistung [kW]		11	15	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37			
Gehäuse IP 21, 55, 66		B1		B1		B2		B2		C1				
Gehäuse IP20		B3		B3		B4		B4		B4				
<b>Ausgangsstrom</b>														
	Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54			
	Überlast/60 s (3 x 525-550 V) [A]	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59			
	Dauerbetrieb (3 x 525-600 V) [A]	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52			
	Überlast/60 s (3 x 525-600 V) [A]	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57			
	Dauerleistung kVA (550 V AC) [kVA]	18.1	21.9	21.9	26.7	26.7	34.3	34.3	41.0	41.0	51.4			
	Dauerleistung kVA (575 V AC) [kVA]	17.9	21.9	21.9	26.9	26.9	33.9	33.9	40.8	40.8	51.8			
	Max. Kabelquerschnitt IP20 (Netz, Motor, Zwischenkreis-kopplung und Bremse) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]	16(6)				35(2)								
	Max. Kabelquerschnitt IP21, 55, 66 (Netz, Motor, Zwischenkreis-kopplung und Bremse) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]	16(6)				35(2)				90 (3/0)				
	<b>Max. Eingangsstrom</b>													
		Dauerbetrieb bei 550 V [A]	17.2	20.9	20.9	25.4	25.4	32.7	32.7	39	39	49		
Überlast/60 s bei 550 V [A]		28	23	33	28	41	36	52	43	59	54			
Dauerbetrieb bei 575 V [A]		16	20	20	24	24	31	31	37	37	47			
Überlast/60 s bei 575 V [A]		26	22	32	27	39	34	50	41	56	52			
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]		63		63		63		80		100				
Umgebung														
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>		225			285			329			700		700	
Gewicht Gehäuse IP21, 55 [kg]		23		23		27		27		27				
Gewicht Gehäuse IP20 [kg]		12		12		23.5		23.5		23.5				
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98				

4

4

<b>Netzversorgung 3 x 525-600 VAC</b>									
FC 302		P37K		P45K		P55K		P75K	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]		37	45	45	55	55	75	75	90
Gehäuse IP21, 55, 66		C1	C1	C1		C2		C2	
Gehäuse IP20		C3	C3	C3		C4		C4	
<b>Ausgangsstrom</b>									
	Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
	Überlast/60 s (3 x 525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
	Dauerbetrieb (3 x 525-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
	Überlast/60 s (3 x 525-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
	Dauerleistung kVA (550 V AC) [kVA]	51.4	61.9	61.9	82.9	82.9	100.0	100.0	130.5
	Dauerleistung kVA (575 V AC) [kVA]	51.8	61.7	61.7	82.7	82.7	99.6	99.6	130.5
	Max. Kabelquerschnitt IP20 (Netz, Motor) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]	50 (1)			95 (4/0)			150 (300 mcm)	
	Max. Kabelquerschnitt IP20 (Zwischenkreiskopplung, Bremse) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]	50 (1)			95 (4/0)				
	Max. Kabelquerschnitt IP21, 55, 66 (Netz, Motor, Zwischenkreiskopplung und Bremse) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]	90 (3/0)			120 (4/0)				
	<b>Max. Eingangsstrom</b>								
	Dauerbetrieb bei 550 V [A]	49	59	59	78.9	78.9	95.3	95.3	124.3
	Überlast/60 s bei 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
	Dauerbetrieb bei 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
	Überlast/60 s bei 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
	Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	125		160		250		250	
	Umgebung	850		1100		1400		1500	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	850		1100		1400		1500	
	Gewicht Gehäuse IP20 [kg]	35		35		50		50	
	Gewicht Gehäuse IP21, 55 [kg]	45		45		65		65	
	Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.98		0.98		0.98		0.98	

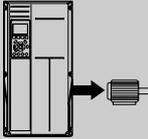
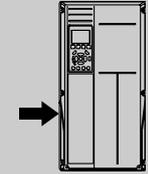
<b>Netzversorgung 3 x 525-690 VAC</b>											
FC 302		P37K		P45K		P55K		P75K		P90K	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Leistung an der Welle bei 690 V [kW]		37	45	45	55	55	75	75	90	90	110
Gehäuse IP21, 54		D1		D1		D1		D1		D1	
Gehäuse IP00		D3		D3		D3		D3		D3	
<b>Ausgangsstrom</b>											
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	46	54	54	73	73	86	86	108	108	131
	Überlast (60 s) (bei 690 V) [A]	74	59	86	80	117	95	129	119	162	144
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	55	65	65	87	87	103	103	129	129	157
<b>Max. Eingangsstrom</b>											
	Dauerbetrieb (at 690 V) [A]	50	58	58	77	77	87	87	109	109	128
	Max. Kabelquerschnitt [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2x70 (2x2/0)									
	Max. Versicherungen [A] <sup>1</sup>	80		90		125		150		175	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	1355	1458	1459	1717	1721	1913	1913	2262	2264	2662
	Gewicht Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	96		96		96		96		96	
	Gewicht Gehäuse IP00 [kg]	82		82		82		82		82	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.97		0.97		0.98		0.98		0.98		
*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s											

4

4

<b>Netzversorgung 3 x 525-690 VAC</b>													
FC 302		P110		P132		P160		P200		P250		P315	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Leistung an der Welle bei 550 V [kW]		90	110	110	132	132	160	160	200	200	250	250	315
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]		125	150	150	200	200	250	250	300	300	350	350	400
Typische Leistung an der Welle bei 690 V [kW]		110	132	132	160	160	200	200	250	250	315	315	400
Gehäuse IP21, 54		D1		D1		D2		D2		D2		D2	
Gehäuse IP00		D3		D3		D4		D4		D4		D4	
<b>Ausgangsstrom</b>													
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	137	162	162	201	201	253	253	303	303	360	360	418
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	206	178	243	221	302	278	380	333	455	396	540	460
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	131	155	155	192	192	242	242	290	290	344	344	400
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	197	171	233	211	288	266	363	319	435	378	516	440
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	131	154	154	191	191	241	241	289	289	343	343	398
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	130	154	154	191	191	241	241	289	289	343	343	398
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	157	185	185	229	229	289	289	347	347	411	411	478
	<b>Max. Eingangsstrom</b>												
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	130	158	158	198	198	245	245	299	299	355	355	408
	Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	124	151	151	189	189	234	234	286	286	339	339	390
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	128	155	155	197	197	240	240	296	296	352	352	400
	Max. Kabelquerschnitt [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 70 (2 x 2/0)				2 x 185 (2 x 350 MCM)							
	Max. Versicherungen [A] <sup>1</sup>	315		350		350		400		500		550	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	2664	3114	2953	3612	3451	4292	4275	5156	4875	5821	5185	6149
	Gewicht Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	96		104		125		136		151		165	
	Gewicht Gehäuse IP00 [kg]	82		91		112		123		138		151	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98		

\*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC										
FC 302		P355		P400		P500		P560		
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
	Typische Leistung an der Welle bei 550 V [kW]	315	355	315	400	400	450	450	500	
	Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	400	450	400	500	500	600	600	650	
	Typische Leistung an der Welle bei 690 V [kW]	355	450	400	500	500	560	560	630	
	Gehäuse IP21, 54	E1		E1		E1		E1		
	Gehäuse IP00	E2		E2		E2		E2		
Ausgangsstrom										
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693	
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	376	448	409	498	498	568	568	600	
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	378	448	408	498	498	568	568	627	
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	454	538	490	598	598	681	681	753	
	Max. Eingangsstrom									
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]		366	434	395	482	482	549	549	607	
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		366	434	395	482	482	549	549	607	
Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm <sup>2</sup> (AWG)]		4x240 (4x500 MCM)								
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG)]		2 x 185 (2 x 350 MCM)								
Max. Sicherungen [A] <sup>1</sup>		700		700		900		900		
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>		5383	6449	5818	7249	7671	8727	8715	9673	
Gewicht Gehäuse IP21, IP 54 [kg]		263		263		272		313		
Gewicht Gehäuse IP00 [kg]	221		221		236		277			
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0.98		0.98		0.98		0.98			

\*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

- 1) Für die Sicherungsart siehe Abschnitt *Sicherungen*.
- 2) American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß.
- 3) Gemessen mit 5 m abgeschirmtem Motorkabel bei Nennlast und Nennfrequenz.
- 4) Die typische Verlustleistung gilt für Nennlastbedingungen und sollte innerhalb von +/- 15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankung von Spannung und Kabelbedingungen).  
Werte basieren auf typischem Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkgrad 2/Wirkgrad 3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur weiteren Verlustleistung des Frequenzumrichters bei und umgekehrt.  
Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung erheblich ansteigen.  
Typische Leistungsaufnahmen von LCP und Steuerkarte sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können bis zu 30 W Verlustleistung hinzufügen. (Typische Werte sind jedoch nur 4 W zusätzlich für eine voll belastete Steuerkarte oder pro Option A oder B.)  
Obwohl Messungen mit Geräten nach dem neuesten Stand der Technik erfolgen, muss ein gewisses Maß an Messungenauigkeit (+/- 5 %) berücksichtigt werden.

## 4.4 Allgemeine technische Daten

### Netzversorgung (L1, L2, L3):

Versorgungsspannung	200-240 V $\pm$ 10 %
Versorgungsspannung	FC 301: 380-480 V / FC 302: 380-500 V $\pm$ 10 %
Versorgungsspannung	FC 302: 525-690 V $\pm$ 10 %
Netzfrequenz	50/60 Hz
Max. Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor ( $\lambda$ )	$\geq$ 0,9 bei Nennlast
Verschiebungsleistungsfaktor ( $\cos \phi$ )	nahe Eins ( $>$ 0,98)
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 $\leq$ 7,5 kW	max. 2 x/Min.
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 11-75 kW	max. 1 x/Min.
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 $\geq$ 90 kW	max. 1 x/2 min.
Umgebung gemäß EN60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

*Das Gerät ist für Netzversorgungen geeignet, die maximal 100,000 ARMS (symmetrisch) bei maximal je 240/500/600/690 V liefern können.*

### Motorausgang (U, V, W):

Ausgangsspannung	0 - 100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz (0,25-75 kW)	FC 301: 0,2 Hz - 1000 Hz / FC 302: 0 - 1000 Hz
Ausgangsfrequenz (90-560 kW)	0 - 800* Hz
Ausgangsfrequenz bei Fluxvektorbetrieb (nur FC 302)	0 - 300 Hz
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	0,01 - 3600 s

*Spannungs- und leistungsabhängig*

### Drehmomentkennlinie:

Anlaufmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 160 % für 60 s*
Anlaufmoment	maximal 180 % bis 0,5 s*
Überlastmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 160 % für 60 s*
Anlaufmoment (variables Drehmoment)	maximal 110 % für 60 s*
Überlastungsstrom (variables Drehmoment)	maximal 110 % für 60 s

*\*Prozentwert auf Nenndrehmoment bezogen.*

### Kabellängen und -querschnitte für Steuerkabel:

Max. Motorkabellänge, abgeschirmtes Kabel	FC 301: 50 m/FC 301 (A1-Gehäuse): 25 m/FC 302: 150 m
Max. Motorkabellänge, nicht abgeschirmtes Kabel	FC 301: 75 m/FC 301 (A1-Gehäuse): 50 m/FC 302: 300 m
Maximaler Querschnitt für Steuerkabel, flexibler/starrer Draht ohne Aderendhülsen.	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG
Maximaler Querschnitt für Steuerkabel, flexibler Draht ohne Aderendhülsen.	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Maximaler Querschnitt für Steuerkabel, flexibler Draht mit Aderendhülsen und mit Bund.	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Minimaler Querschnitt für Steuerklemmen	0,25 mm <sup>2</sup> / 24 AWG

*\* Weitere Informationen zu Stromkabeln finden Sie im Abschnitt „Elektrische Daten“ des Projektierungshandbuchs.*

## Schutz und Merkmale:

- Elektronisch thermischer Motor-Überlastschutz.
- Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, wenn die Temperatur einen festgelegten Wert erreicht. Eine Überlasttemperatur kann erst zurückgesetzt werden, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter die in den folgenden Tabellen festgelegten Werte gesunken ist (dies ist nur eine Richtlinie: Temperaturen können je nach Leistungsgröße, Gehäuse usw. verschieden sein).
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschlüsse an den Motorklemmen U, V, W geschützt.
- Bei fehlender Netzphase schaltet der Frequenzumrichter ab oder gibt eine Warnung aus (je nach Last).
- Die Überwachung der Zwischenkreisspannung gewährleistet, dass der Frequenzumrichter abschaltet, wenn die Zwischenkreisspannung zu niedrig bzw. zu hoch ist.
- Es erfolgt eine permanente Überwachung hinsichtlich kritischer Werte bei interner Temperatur, Laststrom, Spannung im Zwischenkreis und Motordrehzahl. Wenn ein kritisches Niveau erreicht wird, kann die Taktfrequenz angepasst und/oder der Schaltmodus geändert werden, damit der Frequenzumrichter weiter betrieben werden kann.

## Digitaleingänge:

Programmierbare Digitaleingänge	FC 301: 4 (5) / FC 302: 4 (6)
Klemmennummer	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>4)</sup> , 32, 33,
Logik	PNP oder NPN
Spannungsbereich	0 - 24 V DC
Spannungsniveau, logisch '0' PNP	< 5 V DC
Spannungsniveau, logisch '1' PNP	> 10 V DC
Spannungsniveau, logisch '0' NPN <sup>2)</sup>	> 19 V DC
Spannungsniveau, logisch '1' NPN <sup>2)</sup>	< 14 V DC
Max. Spannung am Eingang	28 V DC
Pulsfrequenzbereich	0 - 110 kHz
(Arbeitszyklus) Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangswiderstand, R <sub>i</sub>	ca. 4 kΩ

Sicherer Stopp, Klemme 37<sup>3)</sup> (Klemme 37 ist feste PNP-Logik):

Spannungsbereich	0 - 24 V DC
Spannungsniveau, logisch '0' PNP	< 4 V DC
Spannungsniveau, logisch '1' PNP	> 20 V DC
Eingangsnennstrom bei 24 V	50 mA rms
Eingangsnennstrom bei 20 V	60 mA rms
Eingangskapazität	400 nF

Alle Digitaleingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

1) Klemmen 27 und 29 können auch als Ausgang programmiert werden.

Außer Eingang für „Sicheren Stopp“, Klemme 37.

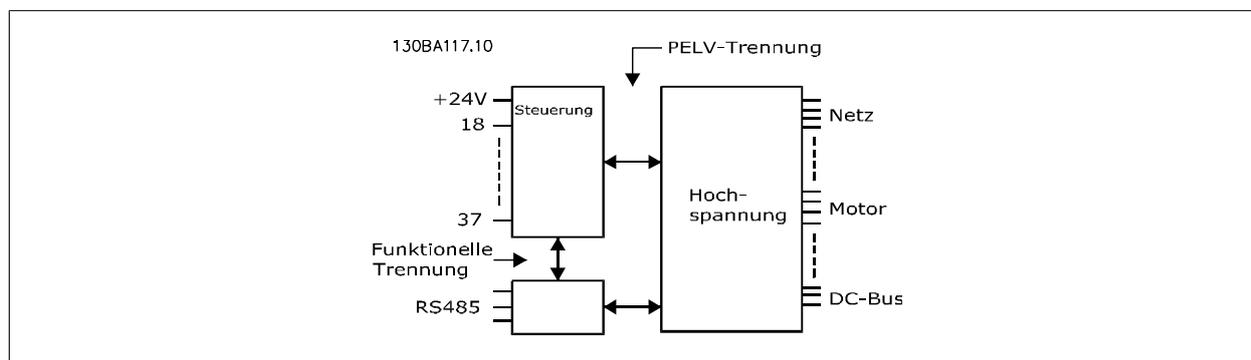
3) Klemme 37 ist nur beim FC 302 und beim FC 301 A1 mit Sicherem Stopp verfügbar. Sie kann nur als Eingang für die Funktion „Sicherer Stopp“ verwendet werden. Klemme 37 ist geeignet für Installationen bis Sicherheitskategorie 3 nach EN 954-1 (Stoppkategorie 0 EN 60204-1) gemäß EU-Maschinenrichtlinie 98/37/EG. Klemme 37 und die Funktion „Sicherer Stopp“ sind entsprechend EN 60204-1, EN 50178, EN 61800-2, EN 61800-3 und EN 954-1 ausgelegt. Für korrekten und sicheren Gebrauch der Funktion „Sicherer Stopp“ folgen Sie den entsprechenden Informationen und Anweisungen im Projektierungshandbuch.

4) nur FC 302

## Analogeingänge:

Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	53, 54
Betriebsart	Spannung oder Strom
Betriebsartumschaltung	Schalter S201 und Schalter S202
Einstellung für Spannung	Schalter S201/Schalter S202 = AUS (U)
Spannungsbereich	FC 301: 0 bis + 10 V DC/FC 302: -10 bis +10 V DC (skalierbar)
Eingangswiderstand, $R_i$	ca. 10 k $\Omega$
Max. Spannung	$\pm 20$ V
Einstellung für Strom	Schalter S201/Schalter S202 = EIN (I)
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, $R_i$	ca. 200 $\Omega$
Max. Strom	30 mA
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Fehler 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	FC 301: 20 Hz/FC 302: 100 Hz

Die Analogeingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.



## Puls-/Drehgebereingänge:

Programmierbare Puls-/Drehgebereingänge	2/1
Klemmennummer Puls/Drehgeber	29 <sup>1)</sup> , 33 <sup>2)</sup> / 32 <sup>3)</sup> , 33 <sup>3)</sup>
Max. Frequenz bei Klemme 29, 32, 33	110 kHz (Gegentakt)
Max. Frequenz bei Klemme 29, 32, 33	5 kHz (offener Kollektor)
Min. Frequenz bei Klemme 29, 32, 33	4 Hz
Spannungsbereich	siehe Digitaleingänge
Max. Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, $R_i$	ca. 4 k $\Omega$
Pulseingangsgenauigkeit (0,1-1 kHz)	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala
Drehgebereingangsgenauigkeit (1-110 kHz)	Max. Fehler: 0,05 % der Gesamtskala

Die Puls- und Drehgebereingänge (Klemmen 29, 32, 33) sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen isoliert.

1) Nur FC 302

2) Pulseingänge sind 29 und 33

3) Drehgebereingänge: 32 = A und 33 = B

## Analogausgänge:

Anzahl programmierbarer Analogausgänge	1
Klemmennummer	42
Strombereich am Analogausgang	0/4 - 20 mA
Max. Last gegen Masse am Analogausgang	500 $\Omega$
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Fehler: 0,5 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

Der Analogausgang ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

Steuerkarte, RS 485 serielle Schnittstelle:

Klemmennummer	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Klemmennummer 61	Masse für Klemmen 68 und 69

*Die serielle RS 485-Schnittstelle ist von anderen zentralen Stromkreisen funktional und von der Versorgungsspannung (PELV) galvanisch getrennt.*

Digitalausgang:

Programmierbare Digital-/Pulsausgänge	2
Klemmennummer	27, 29 <sup>1)</sup>
Spannungsbereich am Digital-/Frequenzausgang	0 - 24 V
Max. Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA
Max. Last am Pulsausgang	1 k $\Omega$
Max. kapazitive Last am Frequenzausgang	10 nF
Min. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala
Auflösung an Pulsausgängen	12 Bit

*1) Klemmen 27 und 29 können auch als Digitaleingang programmiert werden.*

*Die Digitalausgänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.*

Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang:

Klemmennummer	12, 13
Ausgangsspannung	24 V +1, -3 V
Max. Last	FC 301: 130 mA/FC 302: 200 mA

*Die 24 V DC-Versorgung ist von der Versorgungsspannung (PELV) getrennt, hat aber das gleiche Potenzial wie die analogen und digitalen Ein- und Ausgänge.*

Relaisausgänge:

Programmierbare Relaisausgänge	FC 301 $\leq$ 7,5 kW; 1/FC 302 alle kW: 2
Klemmennummer Relais 01	1-3 (öffnen), 1-2 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) <sup>1)</sup> an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) <sup>1)</sup> (induktive Last @ $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) <sup>1)</sup> an 1-2 (schließen), 1-3 (öffnen) (ohmsche Last)	60 V DC, 1 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) <sup>1)</sup> (induktive Last)	24 V DC, 0,1A
Klemmennummer Relais 02 (nur FC 302)	4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) <sup>1)</sup> an 4-5 (schließen) (ohmsche Last) <sup>2)3)</sup>	400 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) <sup>1)</sup> an 4-5 (schließen) (induktive Last @ $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) <sup>1)</sup> an 4-5 (schließen) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) <sup>1)</sup> an 4-5 (schließen) (induktive Last)	24 V DC, 0,1A
Max. Klemmenleistung (AC-1) <sup>1)</sup> an 4-6 (öffnen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) <sup>1)</sup> an 4-6 (öffnen) (induktive Last @ $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) <sup>1)</sup> an 4-6 (öffnen) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) <sup>1)</sup> an 4-6 (öffnen) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Min. Klemmenleistung an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen), 4-6 (öffnen) 4-5 (schließen)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

*1) IEC 60947 Teil 4 und 5*

*Die Relaiskontakte sind galvanisch durch verstärkte Isolierung (PELV) vom Rest der Stromkreise getrennt.*

*2) Überspannungskategorie II*

*3) UL-Anwendungen 300 V AC, 2 A*

Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang:

Klemmennummer	50
Ausgangsspannung	10,5 V $\pm$ 0,5 V
Max. Last	15 mA

*Die 10 V DC-Versorgung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.*

Steuerungseigenschaften:

Auflösung von Ausgangsfrequenz bei 0-1000 Hz	+/- 0,003 Hz
Wiederholgenauigkeit für <i>Präziser Start/Stop</i> (Klemmen 18, 19)	$\leq$ $\pm$ 0,1 ms
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	$\leq$ 2 ms

Drehzahlregelbereich (ohne Rückführung)	1:100 der Synchrondrehzahl
Drehzahlsteuerbereich (mit Rückführung)	1:1000 der Synchrondrehzahl
Drehzahlgenauigkeit (ohne Rückführung)	30-4000 UPM, Fehler: ±8 UPM
Drehzahlgenauigkeit (mit Rückführung), je nach Auflösung	0-6000 UPM, Fehler: ±0,15 UPM

*Alle Angaben basieren auf einem vierpoligen Asynchronmotor.*

#### Steuerkartenleistung:

Abfragezeit	FC 301: 5 ms/FC 302: 1 ms
-------------	---------------------------

#### Umgebung:

Gehäuse ≤ 7,5 kW	IP20, IP55
Gehäuse 11-75 kW	IP21, IP55
Gehäuse ≥ 90 kW	IP00, IP21, IP54
Zusätzliche Gehäuseabdeckung (Option) ≤ 7,5 kW	IP21/NEMA1
Vibrationstest < 90 kW	1,0 g RMS
Vibrationstest ≥ 90 kW	0,7 g
Max. relative Feuchtigkeit	5 % - 93 % (IEC 60 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb
Aggressive Umgebung (IEC 60068-2-43) H <sub>2</sub> S-Test	Klasse Kd
Testverfahren nach IEC 60068-2-43 H <sub>2</sub> S (10 Tage)	
Umgebungstemperatur < 90 kW	Max. 50 °C (24-Std.-Durchschnitt max. 45 °C)
Umgebungstemperatur ≥ 90 kW	Max. 45 °C (24-Std.-Durchschnitt 40 °C)

*Leistungsreduzierung wegen hoher Umgebungstemperatur, siehe Abschnitt Besondere Betriebsbedingungen.*

Minimale Umgebungstemperatur bei Volllast	0 °C
Minimale Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	- 10 °C
Temperatur bei Lagerung/Transport	-25 - +65/70 °C
Max. Höhe ü. d. Meeresspiegel	1000 m

*Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck siehe Abschnitt Besondere Betriebsbedingungen.*

EMV-Normen, Störaussendung	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011
	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2,
EMV-Normen, Störfestigkeit	EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

*Siehe Abschnitt Besondere Betriebsbedingungen*

#### Steuerkarte, USB (serielle Schnittstelle):

USB-Standard	1.1 (Full Speed)
USB-Stecker	USB-Stecker Typ B

*Der Anschluss an einen PC erfolgt über ein USB-Standardkabel.*

*Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.*

*Die USB-Verbindung ist nicht galvanisch von Schutzerde (PE) getrennt. Benutzen Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter.*

## 4.5.1 Wirkungsgrad

### Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ( $\eta_{VLT}$ )

Die Belastung des Frequenzumrichters hat nur eine geringe Auswirkung auf seinen Wirkungsgrad. Der Wirkungsgrad bei Motor-Nennfrequenz  $f_{M,N}$  ist nahezu gleichbleibend, unabhängig davon, ob der Motor 100 % Drehmoment liefert oder z. B. nur 75 % bei einer Teillast.

Dies bedeutet auch, dass sich der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters auch bei Wahl einer anderen U/f-Kennlinie nicht ändert.

Die U/f-Kennlinie hat allerdings Auswirkungen auf den Wirkungsgrad des Motors.

Der Wirkungsgrad fällt leicht ab, wenn die Taktfrequenz auf einen Wert über 5 kHz eingestellt wird. Bei einer Netzspannung von 500 V oder wenn das Motorkabel mehr als 30 m lang ist, verringert sich der Wirkungsgrad ebenfalls geringfügig.

### Wirkungsgrad des Motors ( $\eta_{MOTOR}$ )

Der Wirkungsgrad eines an den Frequenzumrichter angeschlossenen Motors hängt vom Magnetisierungsniveau ab. Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Wirkungsgrad ebenso gut wie beim Netzbetrieb ist. Der Wirkungsgrad des Motors hängt natürlich stark vom Motortyp ab.

Im Bereich von 75-100 % des Nenndrehmoments ist der Wirkungsgrad des Motors nahezu konstant, unabhängig davon, ob er vom Frequenzumrichter gesteuert oder direkt am Netz betrieben wird.

Bei kleineren Motoren beeinflusst die betreffende U/f-Kennlinie den Wirkungsgrad nicht nennenswert. Bei Motoren von über 11 kW ergeben sich jedoch deutliche Unterschiede.

In der Regel hat die Taktfrequenz bei kleinen Motoren kaum Einfluss auf den Wirkungsgrad. Bei Motoren ab 11 kW verbessert sich der Wirkungsgrad (um 1-2 %), da sich die Sinusform des Motorstroms bei hoher Taktfrequenz verbessert.

### Wirkungsgrad des Systems ( $\eta_{SYSTEM}$ )

Zur Berechnung des Systemwirkungsgrads wird der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ( $\eta_{VLT}$ ) mit dem Wirkungsgrad des Motors ( $\eta_{MOTOR}$ ) multipliziert:

$$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$$

## 4.6.1 Störgeräusche

### Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

1. DC-Zwischenkreisdrosseln.
2. Eingebauter Kühllüfter
3. EMV-Bauteile.

Folgende Werte konnten in 1 m Abstand vom Gerät ermittelt werden:

Gehäuse	Niedrige Lüftergeschwindigkeit (50 %)	Volle Lüftergeschwindigkeit [dBA]
	[dBA] ***	
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
C1	52	62
C2	55	65
D1+D3	74	76
D2+D4	73	74
E1/E2 *	73	74
E1/E2 **	82	83

\* nur 315 kW, 380-480 VAC und 355 kW, 525-600 VAC!  
 \*\* Restliche Leistungsgrößen E1+E2  
 \*\*\* Bei Größen D und E liegt niedrige Lüftergeschwindigkeit bei 87 %, gemessen bei 200 V

## 4.7.1 dU/dt-Bedingungen

### Wird im Wechselrichter ein IGBT geöffnet, so steigt die am Motor anliegende Spannung proportional zur dU/dt-Änderung in Abhängigkeit von folgenden Funktionen an:

- Motorkabel (Typ, Querschnitt, Länge, Länge mit/ohne Abschirmung)
- Induktivität

Die Selbstinduktivität verursacht ein Überschwingen  $U_{PEAK}$  in der Motorspannung, bevor sie sich auf einem von der Spannung im Zwischenkreis bestimmten Pegel stabilisiert. Anstiegszeit und Spitzenspannung  $U_{PEAK}$  beeinflussen die Lebensdauer des Motors. Eine zu hohe Spitzenspannung schädigt vor allem Motoren ohne Phasentrennpapier in den Wicklungen. Bei kurzen Motorkabeln (wenige Meter) sind Anstiegszeit und Spitzenspannung relativ niedrig. Bei langem Motorkabel (100 m) dagegen sind Anstiegszeit und Spitzenspannung größer.

Bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder eine geeignete Isolation, welche für den Betrieb an einem Zwischenkreisumrichter benötigt wird, muss ein Filter für dU/dt oder ein Sinusfilter am Ausgang des Frequenzumrichters vorgesehen werden.

Spitzenspannung an den Motorklemmen wird durch das Schalten der IGBT-Transistoren verursacht. Der FC 300 erfüllt die Anforderungen von IEC 60034-25 im Hinblick auf Motoren, die für die Regelung durch Frequenzumrichter ausgelegt sind. Der FC 300 erfüllt ebenfalls IEC 60034-17 im Hinblick auf Normmotoren, die von Frequenzumrichtern geregelt werden.

Messwerte aus Labortests:

Kabellänge	1,5 kW, 400 V		4,0 kW, 400 V		7,5 kW, 400 V	
	$U_{peak}[V]$	dU/dt V/ $\mu$ s	$U_{peak}[V]$	dU/dt V/ $\mu$ s	$U_{peak}[V]$	dU/dt V/ $\mu$ s
5	690	1329	890	4156	739	8035
50	985	985	180	2564	1040	4548
150 <sup>1)</sup>	1045	947	1190	1770	1030	2828

1) Nur FC 302

## 4.8 Sonderbedingungen

### 4.8.1 Zweck der Leistungsreduzierung

Leistungsreduzierung muss berücksichtigt werden, wenn der Frequenzumrichter bei niedrigem Luftdruck (Höhenlage), niedrigen Drehzahlen, mit langen Motorkabeln, Kabeln mit großem Querschnitt oder bei hoher Umgebungstemperatur betrieben wird. Der vorliegende Abschnitt beschreibt die erforderlichen Maßnahmen.

### 4.8.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

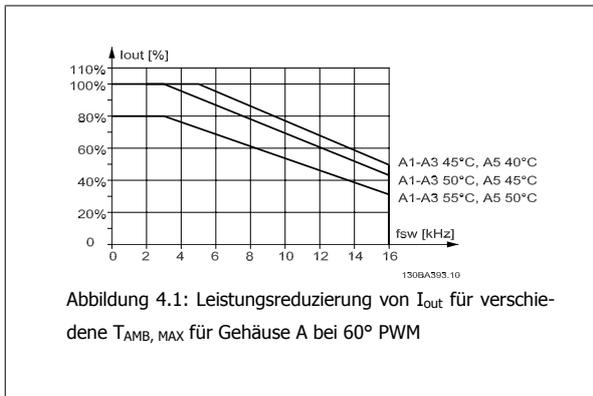
Die über 24 h gemessene Durchschnittstemperatur ( $T_{AMB,AVG}$ ) muss mindestens 5 °C unter der der maximal zulässigen Umgebungstemperatur ( $T_{AMB,MAX}$ ) liegen.

Wird der Frequenzumrichter bei hohen Umgebungstemperaturen betrieben, so ist eine Reduzierung des Dauerausgangsstroms notwendig.

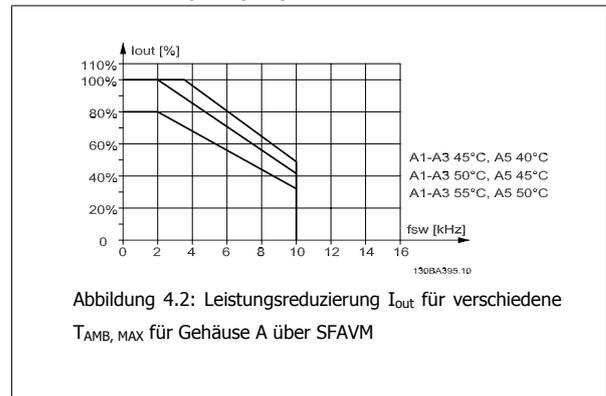
Die Leistungsreduzierung hängt vom Schaltmodus ab, der in Par. 14-00 auf 60° PWM oder SFAVM eingestellt werden kann.

#### Gehäuse A

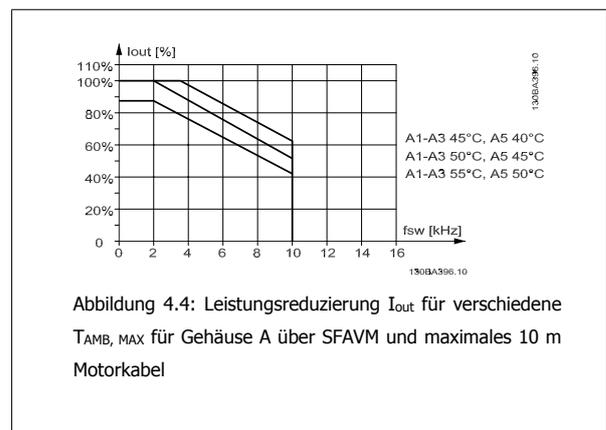
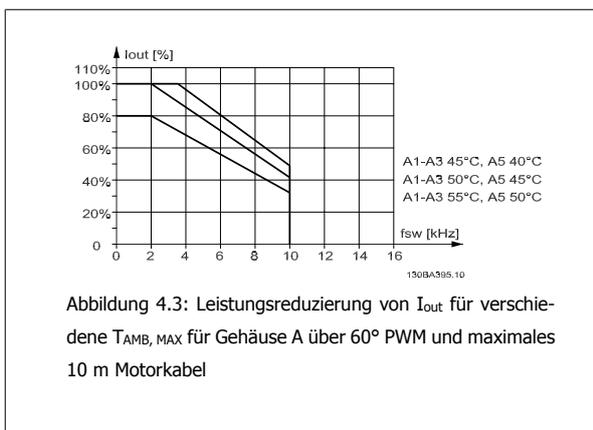
##### 60° PWM - Pulsbreitenmodulation



##### SFAVM: Stator Frequency Asynchron Vector Modulation



Bei Verwendung eines Motorkabels von nur 10 m Länge oder weniger bei Baugröße A ist weniger Leistungsreduzierung notwendig. Die Länge des Motorkabels hat in diesem Fall nämlich einen relativ großen Einfluss auf die empfohlene Leistungsreduzierung.



**Gehäuse B**

Für die Gehäuse B und C hängt die Leistungsreduzierung auch vom Überlastmodus ab, der in Par. 1-04 gewählt wurde.

**60° PWM - Pulsbreitenmodulation**

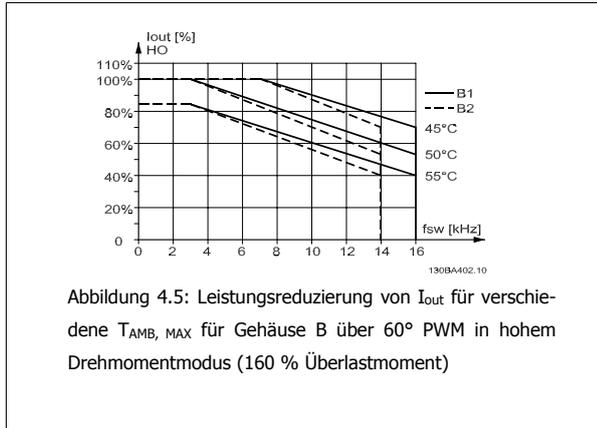


Abbildung 4.5: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse B über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

**SFAVM: Stator Frequency Asyncon Vector Modulation**

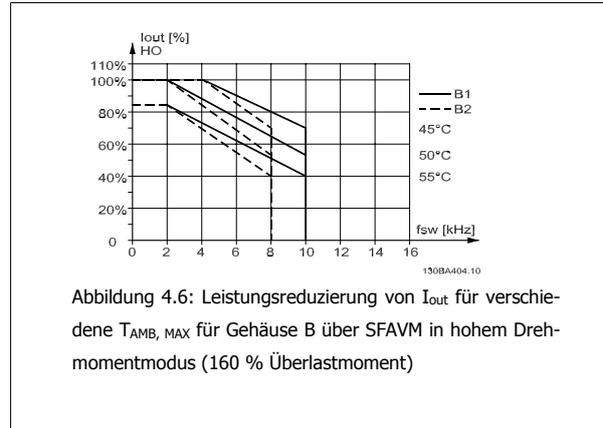


Abbildung 4.6: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse B über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

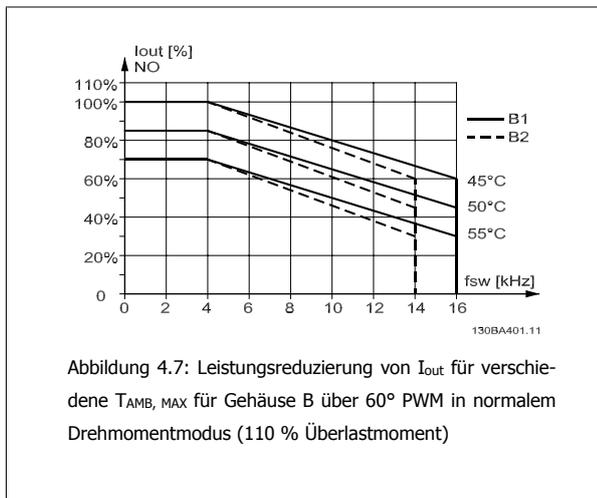


Abbildung 4.7: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse B über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

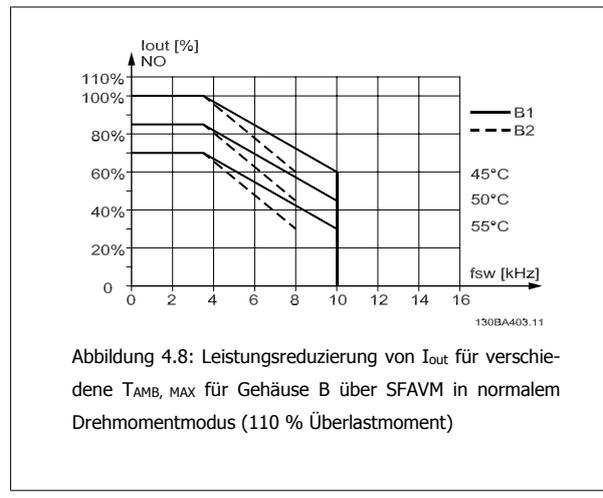


Abbildung 4.8: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse B über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

**Gehäuse C**

**60° PWM - Pulsbreitenmodulation**

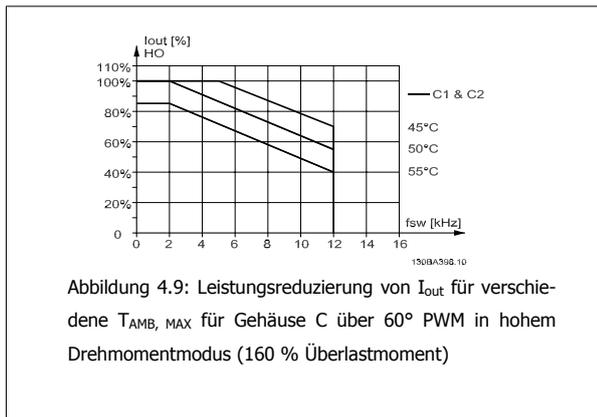


Abbildung 4.9: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse C über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

**SFAVM: Stator Frequency Asyncon Vector Modulation**

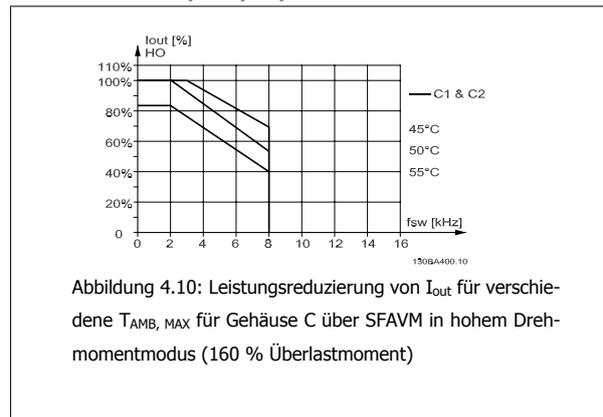
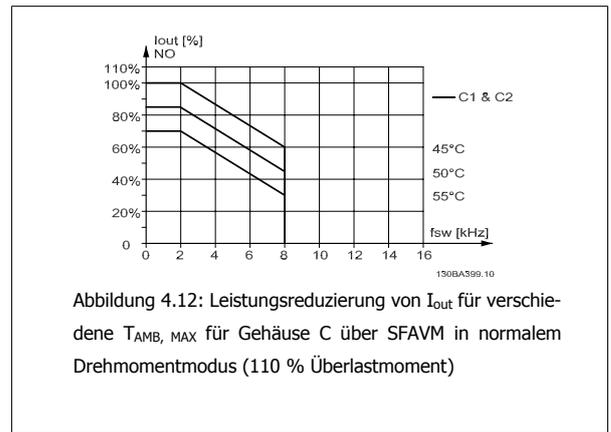
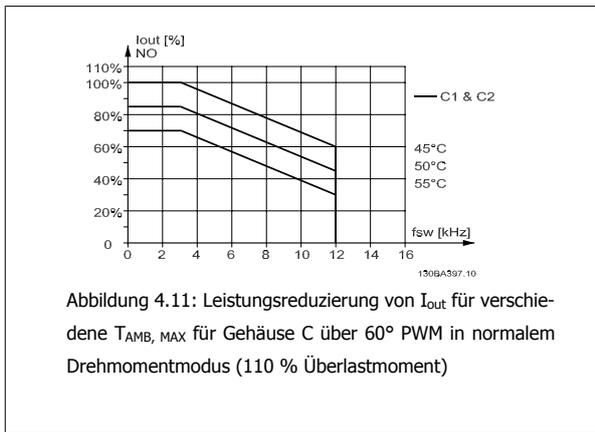


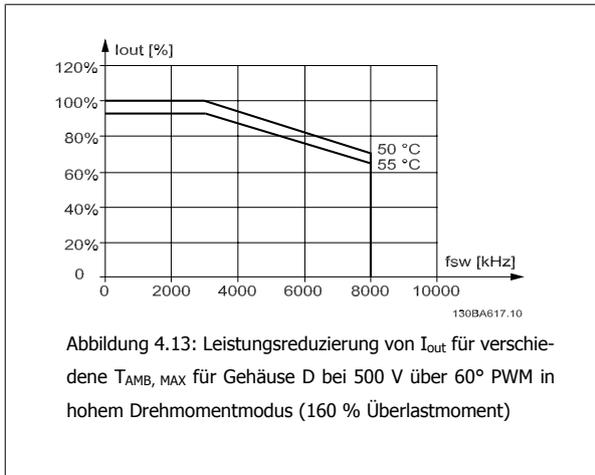
Abbildung 4.10: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse C über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)



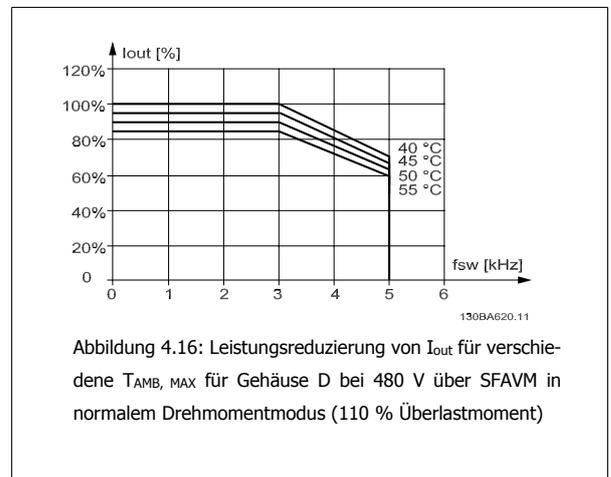
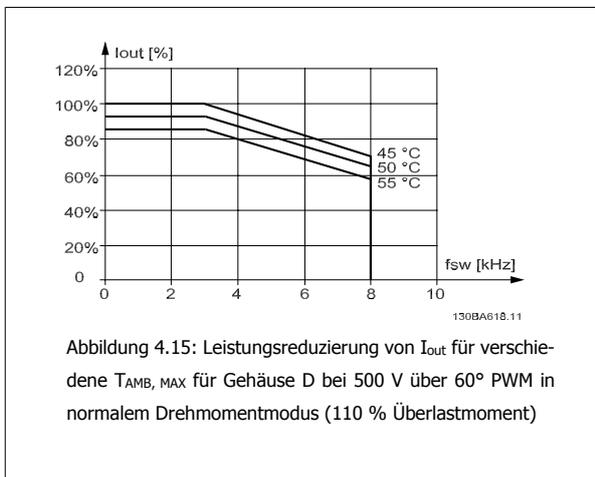
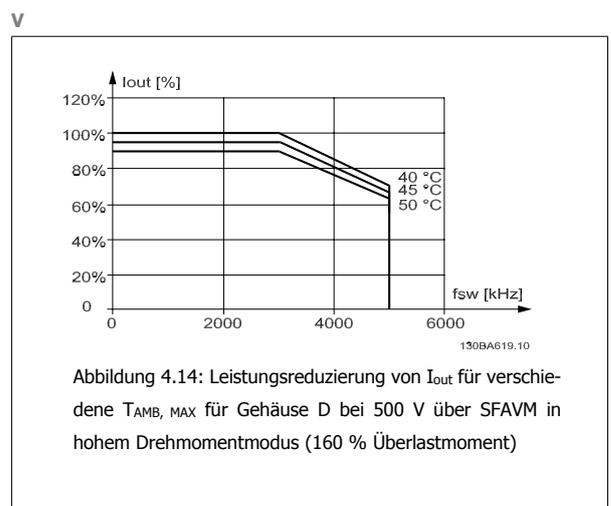
4

**D-Gehäuse**

**60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 380-500 V**



**SFAVM: Stator Frequency Asynchron Vector Modulation, 380-500 V**



4

**60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V (außer Par. 3-15)**

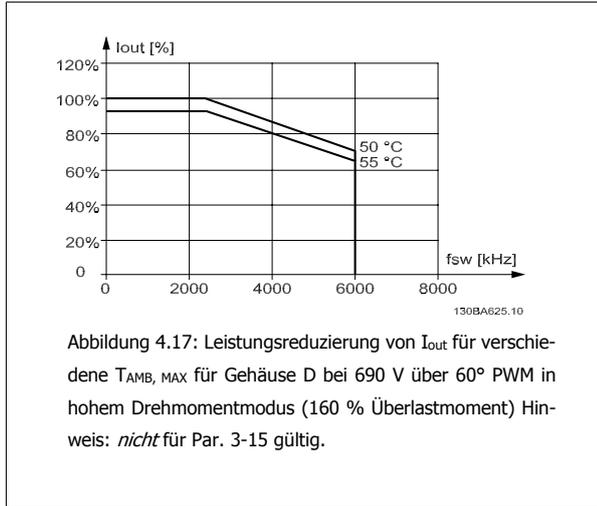


Abbildung 4.17: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 690 V über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

**SFAVM: Stator Frequency Asyncron Vector Modulation, 525-690 V (außer Par. 3-15)**

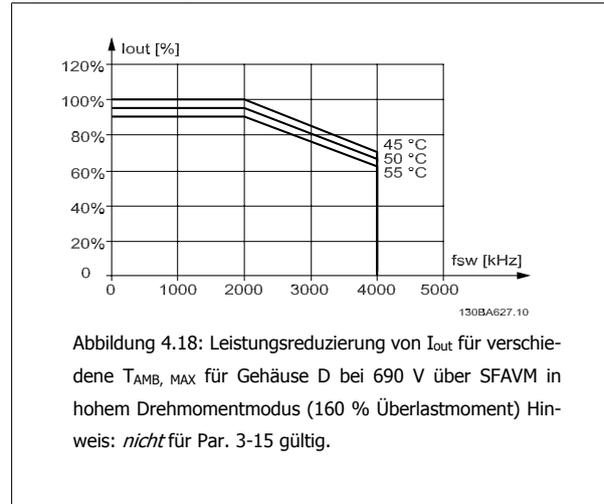


Abbildung 4.18: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 690 V über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

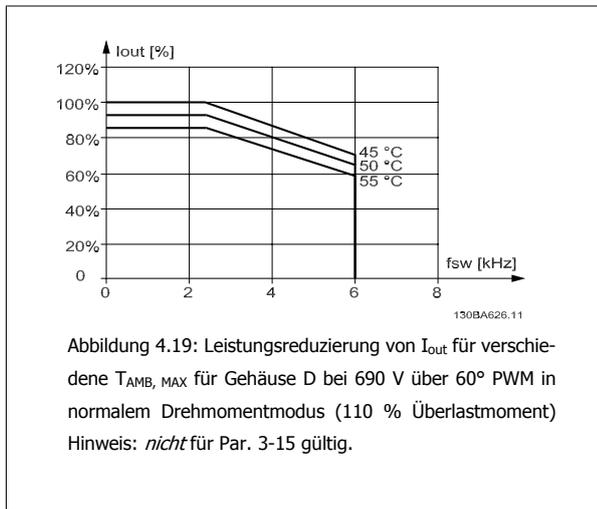


Abbildung 4.19: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 690 V über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

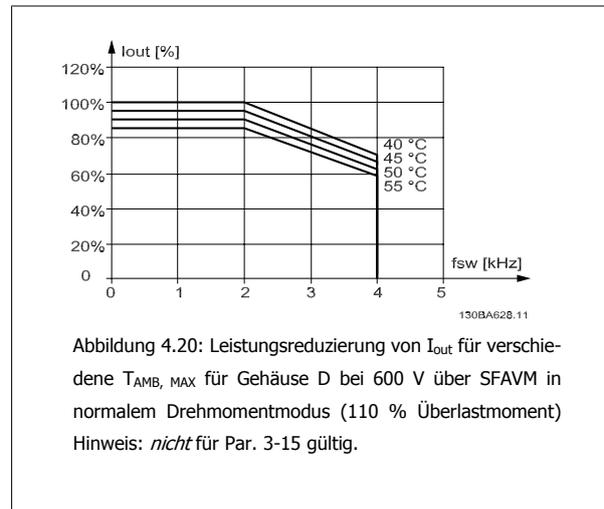


Abbildung 4.20: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 600 V über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

**60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V, Par. 3-15**

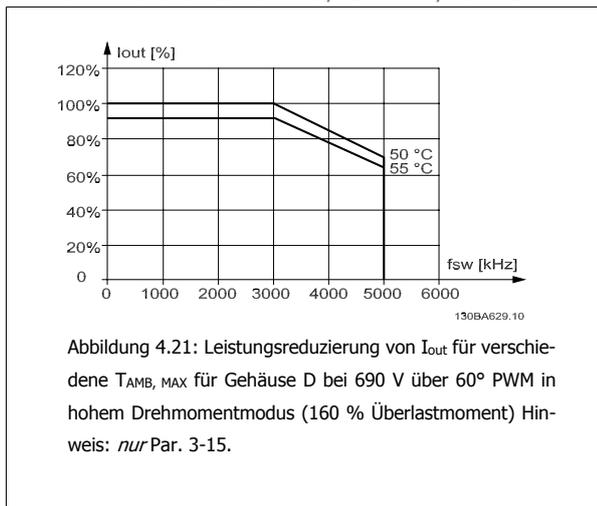


Abbildung 4.21: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 690 V über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nur* Par. 3-15.

**SFAVM: Stator Frequency Asyncron Vector Modulation, 525-690 V, Par. 3-15**

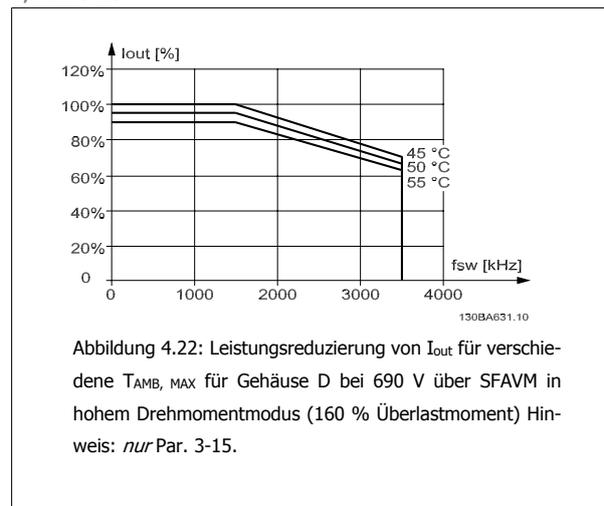
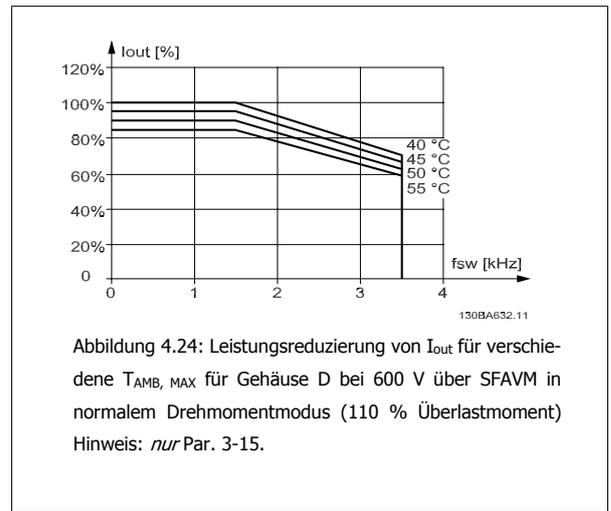
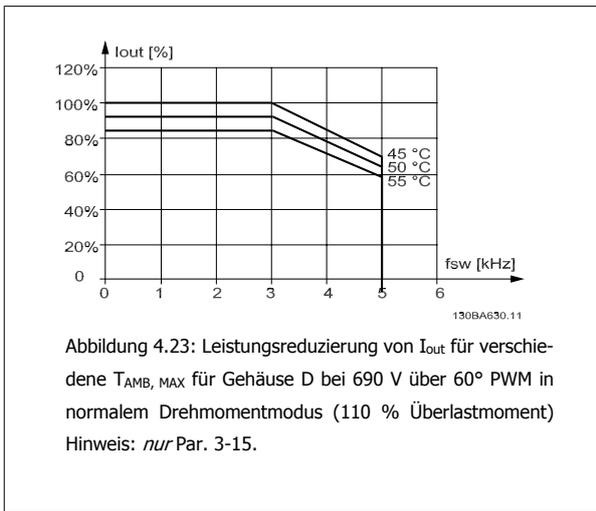
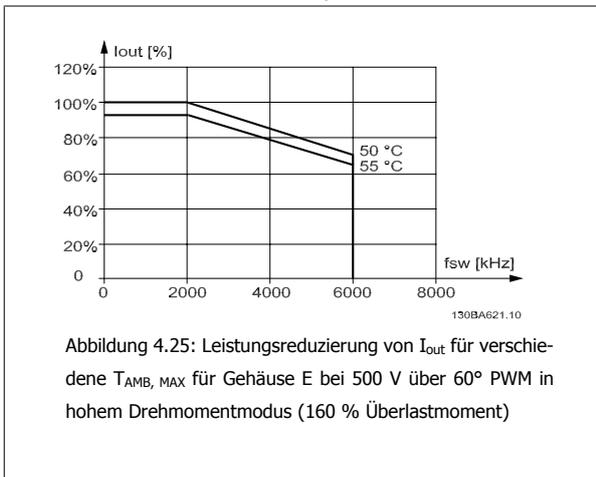


Abbildung 4.22: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 690 V über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nur* Par. 3-15.

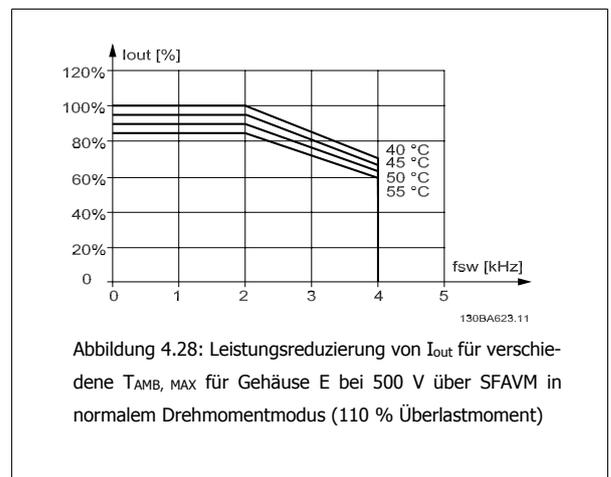
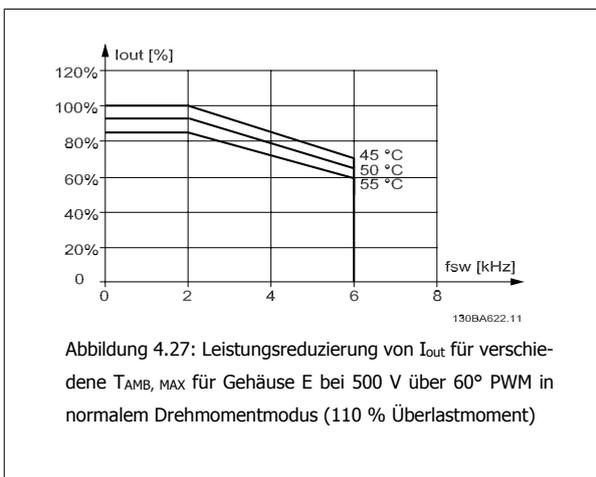
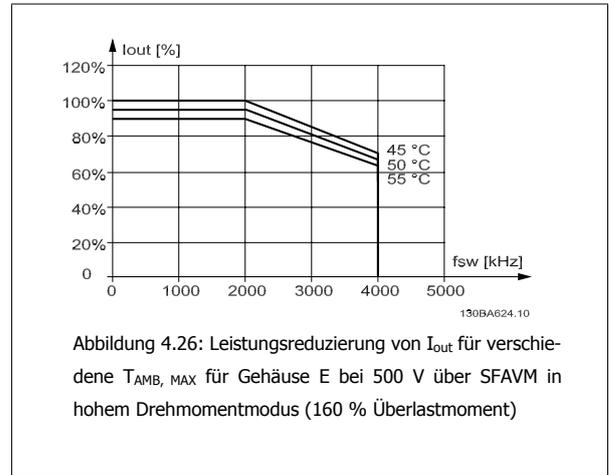


**E-Gehäuse**

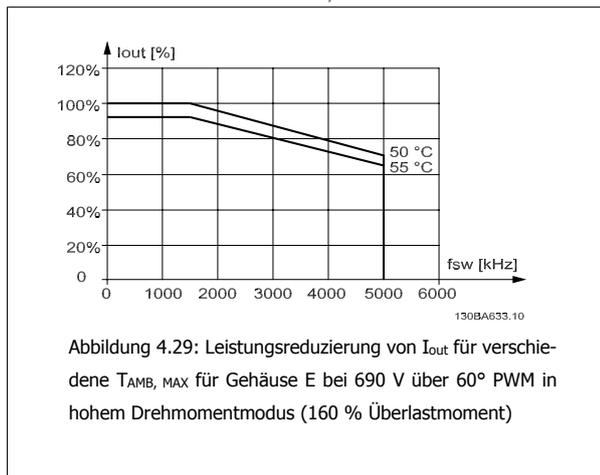
**60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 380-500 V**



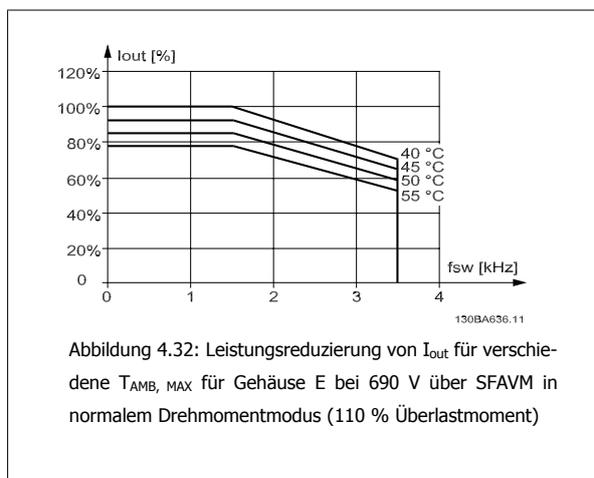
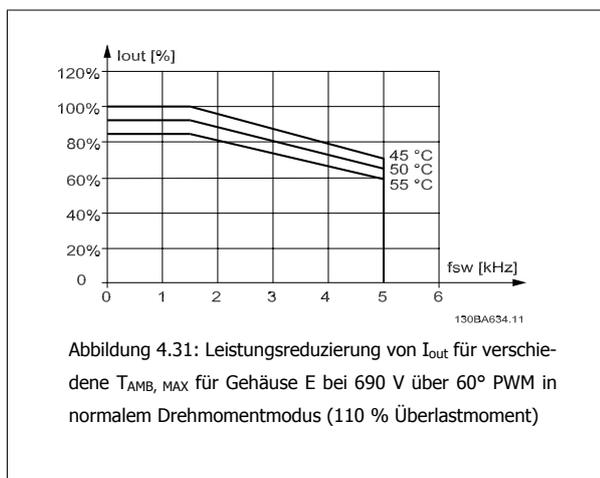
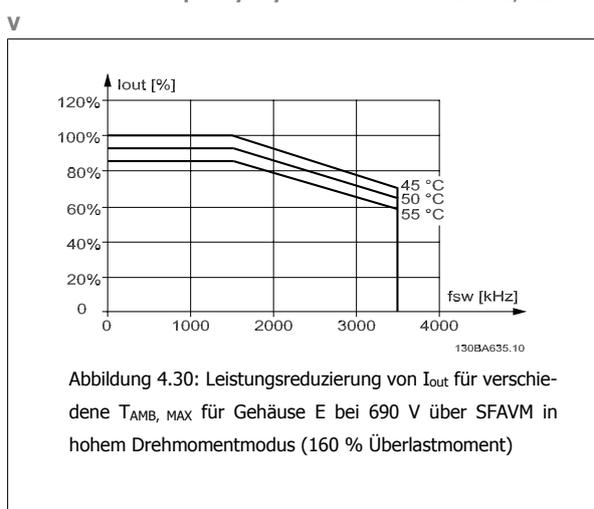
**SFAVM: Stator Frequency Asynchron Vector Modulation, 380-500 V**



60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V



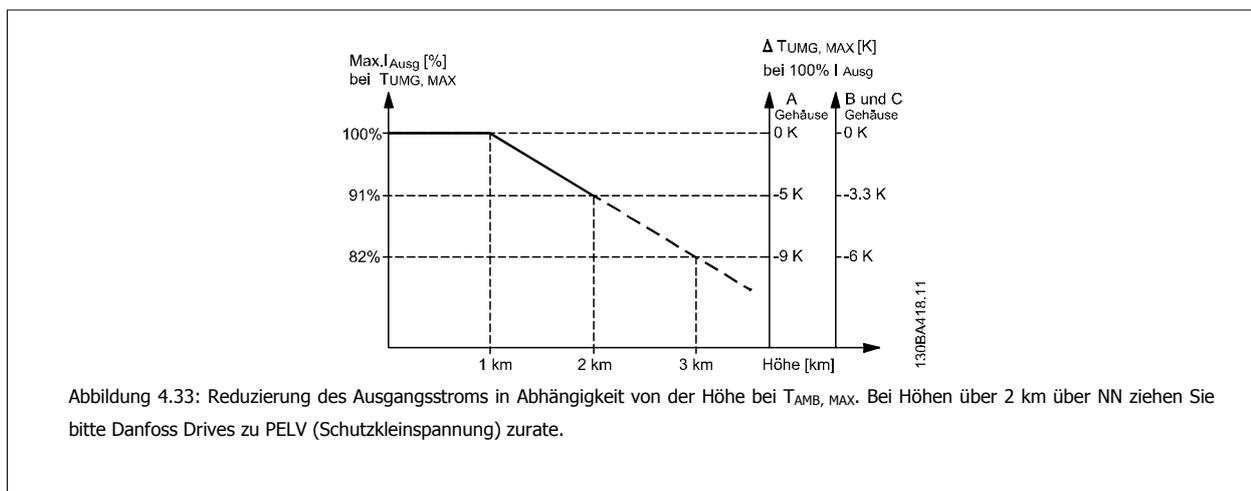
SFAVM: Stator Frequency Asyncron Vector Modulation, 525-690 V



4.8.3 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

Unterhalb einer Höhe von 1000 m über NN ist keine Leistungsreduzierung erforderlich. Oberhalb einer Höhe von 1000 m muss die Umgebungstemperatur ( $T_{AMB}$ ) oder der max. Ausgangsstrom ( $I_{out}$ ) entsprechend dem unten gezeigten Diagramm reduziert werden.



Eine Alternative ist die Senkung der Umgebungstemperatur bei großen Höhen und damit die Sicherstellung von 100 % Ausgangsstrom bei großen Höhen. Zur Veranschaulichung, wie sich die Grafik lesen lässt, wird die Situation bei 2 km dargestellt. Bei einer Temperatur von 45 °C ( $T_{AMB, MAX} - 3,3 K$ ), sind 91 % des Nennausgangsstroms verfügbar. Bei einer Temperatur von 41,7 °C sind 100 % des Nennausgangsstroms verfügbar.

#### 4.8.4 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

Ist ein Motor an einen Frequenzumrichter angeschlossen, so ist zu prüfen, ob die Kühlung des Motors ausreicht.

Im niedrigen Drehzahlbereich kann der Ventilator des Motors Kühlluft nicht in ausreichender Menge zuführen. Dieses Problem tritt speziell bei Anwendungen mit konstantem Lastmoment auf (z. B. bei einem Förderband). Die verringerte Kühlung bestimmt, welcher Motorstrom bei kontinuierlichem Betrieb zulässig ist. Soll der Motor kontinuierlich mit weniger als der Hälfte der Nenn Drehzahl laufen, so muss dem Motor zusätzliche Kühlluft zugeführt werden (oder es ist ein für diese Betriebsart geeigneter Motor zu verwenden).

Alternativ kann auch die relative Belastung des Motors verringert werden, indem man einen größeren Motor einsetzt, was jedoch durch die Leistungsgröße des Frequenzumrichters eingeschränkt ist.

#### 4.8.5 Leistungsreduzierung bei Installation langer Motorkabel oder bei Kabeln mit größerem Querschnitt

Der maximale Kabellänge für den FC 301 wurde mit 75 m nicht abgeschirmten und 50 m abgeschirmten Motorkabel getestet. Für den FC 302 beträgt sie 300 m nicht abgeschirmt und 150 m abgeschirmt.

Der Frequenzumrichter ist für den Betrieb mit einem Motorkabel mit Nennquerschnitt ausgelegt. Soll ein Kabel mit größerem Querschnitt eingesetzt werden, ist der Ausgangsstrom um 5 % für jede Stufe, um die der Kabelquerschnitt erhöht wird, zu reduzieren.

(Ein größerer Kabelquerschnitt bedeutet einen kleineren kapazitiven Widerstand und damit einen erhöhten Ableitstrom gegen Erde).

#### 4.8.6 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung

Der Frequenzumrichter prüft ständig, ob kritische Werte bei interner Temperatur, Laststrom, Hochspannung im Zwischenkreis und niedrige Motordrehzahlen vorliegen. Als Reaktion auf einen kritischen Wert kann der Frequenzumrichter die Taktfrequenz anpassen und/oder den Schaltmodus ändern, um die Leistung des Frequenzumrichters sicherzustellen.

**5**

## 5 Bestellen

### 5.1.1 Drive-Konfigurator

Sie können einen FC 300-Frequenzumrichter unter Verwendung des Typencodesystems individuell gemäß den Anwendungsanforderungen auslegen.

So können Sie auch den FC 300 serienmäßig mit eingebauten Optionen bestellen, indem Sie den Typencode, der das Produkt beschreibt, zusammenstellen.  
Typencode Beispiel:

FC-312PK75T5E20H1BGCXXSXXXXA0BXCXXDXD0

Die Bedeutung der Zeichen in diesem Code ist auf den folgenden Seiten dargestellt. Im obigen Typencode sind z. B. die Optionen Profibus DP V1 und die ext. 24 V-Versorgung enthalten.

Bestellnummern für serienmäßige Varianten des FC 300 sind ebenfalls im Abschnitt *FC 300-Auswahl* zu finden.

Mithilfe des Drive-Konfigurators können Sie ebenfalls vom Internet aus den geeigneten Frequenzumrichter für Ihre Anwendung zusammenstellen und den Typencode erzeugen. Der Drive-Konfigurator erzeugt automatisch eine achtstellige Bestellnummer, mit der Sie den FC 300 über Ihre Danfoss-Vertretung bestellen können.

Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und ggf. zur Bestellung verwenden.

Der Drive-Konfigurator ist auf der globalen Internetseite [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives) zu finden.

Frequenzumrichter werden automatisch mit einem Sprachpaket geliefert, das für die Region, in der er bestellt wird, relevant ist. Vier regionale Sprachpakete umfassen die folgenden Sprachen:

**Sprachpaket 1**

Englisch, Deutsch, Französisch, Dänisch, Niederländisch, Spanisch, Schwedisch, Italienisch und Finnisch.

**Sprachpaket 2**

Englisch, Deutsch, Chinesisch, Koreanisch, Japanisch, Thailändisch, traditionelles Chinesisch und Bahasa Indonesisch.

**Sprachpaket 3**

Englisch, Deutsch, Slowenisch, Bulgarisch, Serbisch, Rumänisch, Ungarisch, Tschechisch und Russisch.

**Sprachpaket 4**

Englisch, Deutsch, Spanisch, US-Englisch, Griechisch, Brasilianisches Portugiesisch, Türkisch und Polnisch.

Um Frequenzumrichter mit einem unterschiedlichen Sprachpaket zu bestellen, wenden Sie sich bitte an Ihren Danfoss-Service.

### 5.1.2 Übersicht Typencode

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
FC-	0	P								T												X	X	S	X	X	X	A	B	C							D	

130BA052.14

5

Produktgruppen	1-3	<input type="checkbox"/>
VLT-Serie	4-6	<input type="checkbox"/>
Nennleistung	8-10	<input type="checkbox"/>
Netzphasen	11	<input type="checkbox"/>
Netzspannung	12	<input type="checkbox"/>
Gehäuse	13-15	<input type="checkbox"/>
Gehäusotyp		<input type="checkbox"/>
Schutzart		<input type="checkbox"/>
Steuerspannung		<input type="checkbox"/>
Hardware-Konfiguration		<input type="checkbox"/>
EMV-Filter	16-17	<input type="checkbox"/>
Bremse	18	<input type="checkbox"/>
Displayeinheit (LCP)	19	<input type="checkbox"/>
Lackierte Platinen	20	<input type="checkbox"/>
Netzoption	21	<input type="checkbox"/>
Anpassung A	22	<input type="checkbox"/>
Anpassung B	23	<input type="checkbox"/>
Software-Version	24-27	<input type="checkbox"/>
Softwaresprache	28	<input type="checkbox"/>
A-Optionen	29-30	<input type="checkbox"/>
B-Optionen	31-32	<input type="checkbox"/>
C0-Optionen MCO	33-34	<input type="checkbox"/>
C1-Optionen	35	<input type="checkbox"/>
Option C, Software	36-37	<input type="checkbox"/>
D-Optionen	38-39	<input type="checkbox"/>

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC 30x
FU-Baureihe	4-6	FC 301 FC 302
Nennleistung	8-10	0,25-560 kW
Netzphasen	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11-12	T 2: 200-240 V AC T 4: 380-480 V AC T 5: 380-500 V AC T 6: 525-600 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13-15	E00: IP00/ Chassis C00: IP00/ Chassis, korrosionsbeständig E0D: IP00/ Chassis, Gehäuse D C0D: IP00/ Chassis, korrosionsbeständig, Gehäuse D E20: IP20 E2D: IP 21/NEMA Typ 1, Gehäuse D1 E54: IP 54/NEMA Typ 12 E55: IP55/NEMA 12 E5D: IP00/ Chassis, Gehäuse D P20: IP20 (mit Rückwand) P21: IP21/ NEMA Typ 1 (mit Rückwand) P55: IP55/ NEMA Typ 12 (mit Rückwand) Z20: IP 20 <sup>1)</sup> E66: IP 66
EMV-Filter	16-17	H1: EMV-Filter A1/B1 H2: Kein EMV-Filter, erfüllt Klasse A2 H3: EMV-Filter A1/B1 <sup>1)</sup> H4: EMV-Filter A1 <sup>2)</sup> H6: EMV-Filter für Seeanwendungen <sup>1)</sup> HX: Kein Filter (nur 600 V)
Bremse	18	B: mit Bremschopper X: ohne Bremschopper T: Sicherer Stopp ohne Bremse <sup>1)</sup> U: Sicherer Stopp, Bremschopper <sup>1)</sup>
Display	19	G: Grafisches LCP Bedienteil N: Numerische LCP Bedieneinheit X: Ohne LCP Bedieneinheit
Lackierte Platinen	20	C: Lackierte Platinen X: Keine lackierten Platinen
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 1: Hauptschalter 3: Netztrennung und Sicherung <sup>3)</sup> 5: Netztrennung, Sicherung und Zwischenkreiskopplung <sup>3, 4)</sup> 7: Sicherung <sup>3)</sup> 8: Netztrennung und Zwischenkreiskopplung <sup>4)</sup> A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung <sup>3, 4)</sup> D: Zwischenkreiskopplung <sup>4)</sup>
Anpassung	22	Reserviert
Anpassung	23	Reserviert
Software-Version	24-27	Eigentliche Software
Softwaresprache	28	

1): FC 301/ nur A1-Gehäuse

2): Leistungsgrößen nur ≥ 90 kW

3) nur auf dem US-amerikanischen Markt erhältlich

4): Leistungsgrößen nur ≥ 11 kW

Nicht alle Optionen sind für jede FC 301/FC 302 Variante erhältlich. Um zu bestätigen, ob die richtige Version erhältlich ist, gehen Sie bitte zum Drive-Konfigurator im Internet.

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
A-Optionen	29-30	AX: Keine A-Option A0: MCA 101 Profibus DP V1 (Standard) A1: MCA 101 Profibus DP V1 (Einführung oben) A4: MCA 104 DeviceNet (Standard) A4: MCA 104 DeviceNet (Einführung oben) A6: MCA 105 CANOpen (Standard) A6: MCA 105 CANOpen (Einführung oben) AN: MCA 121 Ethernet IP AT: MCA 113 Profibus-Converter VLT3000 AY: MCA 123 Ethernet PowerLink
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BR: MCB 102 Drehgeberoption BU: MCB 103 Resolveroption BP: MCB 105 Relaisoption BZ: MCB 108 Sicherheits-SPS-Schnittstelle B2: MCB 112 PTC-Thermistorkarte
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Option C4: MCO 305, programmierbarer Motion Controller.
C1-Optionen	35	X: Keine Option R: MCB 113 Erw. Relaiskarte
Option C, Software	36-37	XX: Standardregler 10: Synchronregler MCO 350 11: Positionierregler MCO351 12: Zentrumschwinger MCO 352
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: externe 24 V DC-Versorgung D0: MCB 107 Ext. 24 V Versorgung

5

## 5.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör

5

Typ	Beschreibung	Bestellnr.	
<b>Sonstiges Zubehör:</b>			
Zwischenkreisanschluss	Klemmenblock für Zwischenkreisverbindung bei Gehäusegröße A2/A3	130B1064	
IP21/NEMA1-Option	Gehäusegröße A1: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1121	
IP21/NEMA1-Option	Gehäusegröße A2: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1122	
IP21/NEMA1-Option	Gehäusegröße A3: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1123	
MCF 101 IP21-Ausstattung	Gehäuseabdeckung IP21/NEMA 1 A2	130B1132	
MCF 101 IP21-Ausstattung	Gehäuseabdeckung IP21/NEMA 1 A3	130B1133	
Rückwandabdeckung MCF 108	A5 IP55/NEMA 12	130B1098	
Rückwandabdeckung MCF 108	B1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3383	
Rückwandabdeckung MCF 108	B2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3397	
Rückwandabdeckung MCF 108	C1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3910	
Rückwandabdeckung MCF 108	C2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3911	
Rückwandabdeckung MCF 108	A5 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3242	
Rückwandabdeckung MCF 108	B1 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3434	
Rückwandabdeckung MCF 108	B2 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3465	
Rückwandabdeckung MCF 108	C1 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3468	
Rückwandabdeckung MCF 108	C2 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3491	
Profibus Sub-D 9	Sub-D Adapter für Profibus IP20, Gehäusegrößen A1, A2 und A3	130B1112	
Profibus Montagezubehör	Einbausatz für Profibus-Anschluss oben für IP20, Gehäusegrößen A1, A2 und A3	130B0524	
Klemmenblöcke	Schraubklemmenblöcke als Ersatz für Federzugklemmen 1 x 10-poliger, 1 x 6-poliger und 1 x 3-poliger Stecker	130B1116	
USB-Kabelverlängerung für A5/B1		130B1155	
USB-Kabelverlängerung für B2/C1/C2		130B1156	
Fußgestell für Flatpack-Widerstände, Gehäusegröße A2		175U0085	
Fußgestell für Flatpack-Widerstände, Gehäusegröße A3		175U0088	
Fußgestell für 2 Flatpack-Widerstände, Gehäusegröße A2		175U0087	
Fußgestell für 2 Flatpack-Widerstände, Gehäusegröße A3		175U0086	
<b>LCP</b>			
LCP 101	Numerische LCP Bedieneinheit	130B1124	
LCP 102	Grafische LCP Bedieneinheit	130B1107	
LCP-Kabel	Separates LCP-Anschlusskabel, 3 m	175Z0929	
LCP-Satz, IP21	Ferheinbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1113	
LCP-Satz, IP21	Ferheinbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung	130B1114	
LCP-Satz, IP21	Ferheinbausatz für LCP 101 oder LCP 102 Bedieneinheiten mit Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung, ohne LCP	130B1117	
<b>Option A</b>		<b>Unlackiert</b>	<b>Lackiert</b>
MCA 101	Profibus-Option DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	DeviceNet-Option	130B1102	130B1202
MCA 105	CANopen	130B1103	130B1205
MCA 113	Profibus VLT3000 Protokollkonverter	130B1245	
<b>Option B</b>			
MCB 101	Universal-Ein-/Ausgabeoption	130B1125	130B1212
MCB 102	Drehgeberoption	130B1115	130B1203
MCB 103	Resolveroption	130B1127	130B1227
MCB 105	Relaisoption	130B1110	130B1210
MCB 108	DC-DC Konverter für Sicherheits-SPS	130B1120	130B1220
MCB 112	ATEX PTC-Thermistorkarte		130B1137
<b>Option C</b>			
MCO 305	Programmierbarer Motion Controller	130B1134	130B1234
MCO 350	Synchronregler	130B1152	130B1252
MCO 351	Positionierregler	130B1153	120B1253
MCO 352	Regler für Zentrumswickler	130B1165	130B1166
Einbausatz, Gehäusegröße A2 und A3		130B7530	-
Einbausatz, Gehäusegröße A5		130B7532	-
Einbausatz, Gehäusegröße B und C		130B7533	-
<b>Option D</b>			
MCB 107	Ext. 24 V DC-Versorgung	130B1108	130B1208
<b>Externe Optionen</b>			
Ethernet IP	Ethernet-Master	175N2584	-
<b>PC-Software</b>			
MCT 10	MCT 10 Software - 1 Benutzer	130B1000	
MCT 10	MCT 10 Software - 5 Benutzer	130B1001	
MCT 10	MCT 10 Software - 10 Benutzer	130B1002	
MCT 10	MCT 10 Software - 25 Benutzer	130B1003	
MCT 10	MCT 10 Software - 50 Benutzer	130B1004	
MCT 10	MCT 10 Software - 100 Benutzer	130B1005	
MCT 10	MCT 10 Software - unbeschränkte Benutzerzahl	130B1006	
Viele Optionen können bereits werksseitig eingebaut bestellt werden (siehe Bestellinformationen). Informationen zur Kompatibilität von Feldbussen und Anwendungsoptionen mit älteren Software-Versionen erhalten Sie bei Ihrer Danfoss-Vertretung.			

Typ	Beschreibung	Bestellnr.	
<b>Ersatzteile</b>			
Steuerkarte FC 302	Lackierte Ausführung	-	130B1109
Steuerkarte FC 301	Lackierte Ausführung	-	130B1126
Lüfter A2	Kühllüfter, Gehäusegröße A2	130B1009	-
Lüfter A3	Kühllüfter, Gehäusegröße A3	130B1010	-
Lüfter Option C		130B7534	-
Rückwandabdeckung A5	Für Gehäuse A5	130B1098	
Stecker FC 300 Profibus	10 Profibus-Stecker	130B1075	
Stecker FC 300 DeviceNet	10 DeviceNet-Stecker	130B1074	
Stecker FC 302, 10-polig	10 Stecker in Federstecktechnik, 10-polig	130B1073	
Stecker FC 301, 8-polig	10 Stecker in Federstecktechnik, 8-polig	130B1072	
Stecker FC 300, 5-polig	10 Stecker in Federstecktechnik, 5-polig	130B1071	
Stecker FC 300 RS485	10 Stecker in Federstecktechnik für RS 485, 3-polig	130B1070	
Stecker FC 300, 3-polig	10 Stecker für Relais 01, 3-polig	130B1069	
Stecker FC 302, 3-polig	10 Stecker für Relais 02, 3-polig	130B1068	
Netzstecker FC 300	10 Netzstecker IP20/21	130B1067	
Netzstecker FC 300	10 Netzstecker IP55	130B1066	
Motorstecker FC 300	10 Motorstecker	130B1065	
Stecker FC 300, Bremse DC-Bus	10 Stecker, Bremse/Zwischenkreiskopplung	130B1073	
Montagezubehör A1	Montagezubehör, Gehäusegröße A1	130B1021	
Montagezubehör A5	Montagezubehör, Gehäusegröße A5 (IP55)	130B1023	
Montagezubehör A2	Montagezubehör, Gehäusegröße A2/A3	130B1022	
Montagezubehör B1	Montagezubehör, Gehäusegröße B1	130B2060	
Montagezubehör B2	Montagezubehör, Gehäusegröße B2	130B2061	
Montagezubehör MCO 305		130B7535	

**Bestellnummern: Bremswiderstände  
Netz 200-240 V**

		FC 301/302										Max. Drehmomentbelastung [%] <sup>b</sup>			
		Standard IP20					Ausgewählter Widerstand					Aluminiumgehäuse (Flatpack) IP65			
FC 301/ FC 302	P <sub>motor</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>Br,nom</sub> <sup>c</sup>	R <sub>rec</sub>	P <sub>Br,max</sub>	Bestellnr.	R <sub>rec</sub>	P <sub>Br,max</sub>	Arbeitszyklus 40 %	Bestellnr.	R <sub>rec</sub> pro Stück	Arbeitszyklus	Bestellnr.	FC 301	FC 302
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	[kW]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	%	175Uxxxx		
PK25	0.25	420	466.7	425	0.095	1841	425	0.430	0.430	1941	430 Ω/100 W	40	1002	145	160
PK37	0.37	284	315.3	310	0.250	1842	310	0.800	0.800	1942	330 Ω/100 W	27	1003	145	160
PK37	0.37	284	315.3	310	0.250	1842	310	0.800	0.800	1942	310 Ω/200 W	55	0984	145	160
PK55	0.55	190	211.0	210	0.285	1843	210	1.350	1.350	1943	220 Ω/100 W	20	1004	145	160
PK55	0.55	190	211.0	210	0.285	1843	210	1.350	1.350	1943	210 Ω/200 W	37	0987	145	160
PK75	0.75	139	154.0	145	0.065	1820	145	0.260	0.260	1920	150 Ω/100 W	14	1005	145	160
PK75	0.75	139	154.0	-	-	-	-	-	-	-	150 Ω/200 W	27	0989	145	160
PK11	1.1	90	104.4	90	0.095	1821	90	0.430	0.430	1921	100 Ω/100 W	10	1006	145	160
PK11	1.1	90	104.4	-	-	-	-	-	-	-	100 Ω/200 W	19	0991	145	160
PK15	1.5	65	75.7	65	0.250	1822	65	0.800	0.800	1922	72 Ω/200 W	14	0992	145	160
PK22	2.2	46	51.0	50	0.285	1823	50	1.00	1.00	1923	50 Ω/200 W	10	0993	145	160
P3K0	3	33	37.0	35	0.430	1824	35	1.35	1.35	1924	35 Ω/200 W	7	0994	145	160
P3K0	3	33	37.0	-	-	-	-	-	-	-	72 Ω/200 W	14	2X0992 <sup>a</sup>	145	160
P3K7	3.7	25	29.6	25	0.800	1825	25	3.00	3.00	1925	60 Ω/200 W	11	2X0996 <sup>a</sup>	145	160
P5K5	5.5	18	19.7	20	1	1826	20	3.5	3.5	1926	-	-	-	158	158
P7K5	7.5	13	14.3	15	2	1827	15	5	5	1927	-	-	-	153	153
P11K	11	9	9.6	10	2.8	1828	10	9	9	1928	-	-	-	154	154
P15K	15	6.3	7.0	7	4	1829	7	10	10	1929	-	-	-	150	150
P18K	18.5	5.3	5.7	6	4.8	1830	6	12.7	12.7	1930	-	-	-	150	150
P22K	22	4.2	5.0	4.7	6	1954	4.7	-	-	-	-	-	-	150	150
P30K	30	2.9	3.7	3.3	8	1955	3.3	-	-	-	-	-	-	150	150
P37K	37	2.4	3.0	2.7	10	1956	2.7	-	-	-	-	-	-	150	150

<sup>a</sup> Zwei Stück bestellen; Widerstände müssen parallel angeschlossen werden.

<sup>b</sup> Max. Last mit Widerstand in Danfoss-Standardprogramm.

<sup>c</sup> R<sub>Br,nom</sub> ist der empfohlene Nennwiderstand, der eine Bremsleistung an der Motorwelle von 145 % / 160 % für eine Minute sicherstellt.

Bestellnummern: Bremswiderstände Netzversorgung 380-500 V / 380-480 V															
FC 301/302 Ausgewählter Widerstand															
FC 301/ FC 302	P <sub>motor</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>Br, nom</sub> <sup>c</sup> [Ω]	Standard IP20				Arbeitszyklus 40 %				Aluminiumgehäuse (Flatpack) IP65			
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>Br, max</sub> [kW]	Bestellnr.	R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>Br, max</sub> [kW]	Bestellnr.	R <sub>rec</sub> pro Stück [Ω]	Arbeitszyklus %	Bestellnr.	R <sub>rec</sub> pro Stück [Ω]	Arbeitszyklus %	Bestellnr.
PK37	0.37	620	1.360.2	620	0.065	175Uxxxx	830	0.450	175Uxxxx	830 Ω/100 W	20	175Uxxxx	830 Ω/100 W	20	1000
PK55	0.55	620	915.0	620	0.065	1840	830	0.450	1976	830 Ω/100 W	20	1000	830 Ω/100 W	20	1000
PK75	0.75	601	667.6	620	0.065	1840	620	0.260	1940	620 Ω/200 W	40	0982	620 Ω/200 W	40	0982
PK11	1.1	408	452.8	425	0.095	1841	425	0.430	1941	430 Ω/100 W	8	1002	430 Ω/100 W	8	1002
PK11	1.1	408	452.8	-	-	-	-	-	-	430 Ω/200 W	20	0983	430 Ω/200 W	20	0983
PK15	1.5	297	330.4	310	0.250	1842	310	0.800	1942	310 Ω/200 W	16	0984	310 Ω/200 W	16	0984
PK21	2.2	200	222.6	210	0.285	1843	210	1.35	1943	210 Ω/200 W	9	0987	210 Ω/200 W	9	0987
PK30	3	145	161.4	150	0.430	1844	150	2.00	1944	150 Ω/200 W	5.5	0989	150 Ω/200 W	5.5	0989
PK30	3	145	161.4	-	-	-	-	-	-	300 Ω/200 W	12	2X0985 <sup>a</sup>	300 Ω/200 W	12	2X0985 <sup>a</sup>
PK40	4	108	119.6	110	0.600	1845	110	2.40	1945	240 Ω/200 W	11	2X0986 <sup>a</sup>	240 Ω/200 W	11	2X0986 <sup>a</sup>
PK51	5.5	77	86.0	80	0.850	1846	80	3.00	1946	160 Ω/200 W	6.5	2X0988 <sup>a</sup>	160 Ω/200 W	6.5	2X0988 <sup>a</sup>
PK75	7.5	56	62.4	65	1.0	1847	65	4.50	1947	130 Ω/200 W	4	2X0990 <sup>a</sup>	130 Ω/200 W	4	2X0990 <sup>a</sup>
PK11K	11	38	42.1	40	1.8	1848	40	5.00	1948	80 Ω/240 W	9	2X0991 <sup>a</sup>	80 Ω/240 W	9	2X0991 <sup>a</sup>
PK15K	15	27	30.5	30	2.8	1849	30	9.30	1949	72 Ω/240 W	6	-	72 Ω/240 W	6	-
PK18K	18.5	22	24.5	25	3.5	1850	25	12.70	1950	-	-	-	-	-	-
PK22K	22	18	20.3	20	4.0	1851	20	13.00	1951	-	-	-	-	-	-
PK30K	30	13.5	14.9	15	5.0	1852	15	16	1952	-	-	-	-	-	-
PK37K	37	108	12.0	12	6.0	1853	12	19	1953	-	-	-	-	-	-
PK45K	45	9.8	10.5	9.8	15	2008	9.8	38	2007	-	-	-	-	-	-
PK55K	55	7.3	8.6	7.3	13	0069	7.3	38	0068	-	-	-	-	-	-
PK75K	75	5.7	6.2	6.0	15	0067	6.0	45	0066	-	-	-	-	-	-
PK90K	90	3.4	5.2	3.8	22	1960	3.8	75	0072	-	-	-	-	-	-
PK110	110	2.9	4.2	3.2	27	1961	3.2	90	0073	-	-	-	-	-	-
PK132	132	2.3	-	2.6	32	1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK160	160	1.9	-	2.1	39	1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK200	200	1.65	-	1.65	56	2x1061	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK250	250	1.3	-	1.3	72	2x1062	1.3	-	2x1062	-	-	2x1062	-	-	2x1062
PK315	315	1.3	-	1.3	-	2x1062	1.3	-	2x1062	-	-	2x1062	-	-	2x1062
PK355	355	1.3	-	1.3	-	2x1062	1.3	-	2x1062	-	-	2x1062	-	-	2x1062
PK400	400	1.3	-	1.3	-	2x1062	1.3	-	2x1062	-	-	2x1062	-	-	2x1062

<sup>a</sup> Zwei Stück bestellen; Widerstände müssen parallel angeschlossen werden.

<sup>b</sup> Max. Last mit Widerstand in Danfoss-Standardprogramm.

<sup>c</sup> R<sub>Br, nom</sub> ist der empfohlene Nennwiderstand, der eine Bremsleistung an der Motorwelle von 137 % / 160 % für eine Minute sicherstellt.

## 5.2.2 Bestellnummern: Oberwellenfilter

Oberwellenfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberwellen.

- AHF 010: 10 % Gesamt-Oberwellenverzerrung
- AHF 005: 5 % Gesamt-Oberwellenverzerrung

5

380-415 V, 50 Hz				
I <sub>AHF,N</sub>	Typischer Motor [kW]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1.1 - 4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19 A	5.5 - 7.5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15 - 18.5	175G6603	175G6625	P15K - P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K
72 A	30 - 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101A	45 - 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144 A	75	175G6607	175G6629	P75K
180 A	90	175G6608	175G6630	P90K
217 A	110	175G6609	175G6631	P110
289 A	132 - 160	175G6610	175G6632	P132 - P160
324 A		175G6611	175G6633	
370 A	200	175G6688	175G6691	P200
434 A	250	2 x 175G6609	2 x 175G6631	P250
578 A	315	2 x 175G6610	2 x 175G6632	P315
613 A	350	175G6610 + 175G6611	175G6632 + 175G6633	P350

440-480 V, 60 Hz				
I <sub>AHF,N</sub>	Typischer Motor [PS]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
19 A	7.5 - 15	175G6612	175G6634	P7K5 - P11K
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25 - 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72 A	50 - 60	175G6616	175G6638	P30K - P37K
101A	75	175G6617	175G6639	P45K - P55K
144 A	100 - 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K
180 A	150	175G6619	175G6641	P110
217 A	200	175G6620	175G6642	P132
289 A	250	175G6621	175G6643	P160
324 A	300	175G6689	175G6692	P200
370 A	350	175G6690	175G6693	P250
506 A	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578 A	500	2 x 175G6621	2 x 175G6643	P355

Bitte beachten Sie, dass die Zuordnung von Frequenzumrichter und Filter auf der Basis von 400/480 V und einer typischen Motorlast (4-polig) und 110 % Drehmoment berechnet ist.

500-525 V, 50 Hz				
I <sub>AHF,N</sub>	Typischer Motor [kW]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1.1 - 5.5	175G6644	175G6656	P4K0 - P5K5
19 A	7.5 - 11	175G6645	175G6657	P7K5

690 V, 50 Hz				
I <sub>AHF,N</sub>	Typischer Motor [kW]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
144 A	110, 132	130B2333	130B2298	P110
180 A	160	130B2334	130B2299	P132
217 A	200	130B2335	130B2300	P160
289 A	250	130B2331+2333	130B2301	P200
324 A	315	130B2333+2334	130B2302	P250
370 A	400	130B2334+2335	130B2304	P315

### 5.2.3 Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 VAC

Netzversorgung 3 x 200 bis 500 V			Min. Taktfrequenz	Maximale Ausgangsfrequenz	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz
Frequenzumrichtergröße							
200-240 V	380-440 V	440-500 V					
PK25	PK37	PK37	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK37	PK55	PK55	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
	PK75	PK75	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK55	P1K1	P1K1	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
	P1K5	P1K5	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
PK75	P2K2	P2K2	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K1	P3K0	P3K0	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K5			5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
	P4K0	P4K0	5 kHz	120 Hz	130B2444	130B2409	10 A
P2K2	P5K5	P5K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P3K0	P7K5	P7K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P4K0			5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P5K5	P11K	P11K	4 kHz	60 Hz	130B2447	130B2412	24 A
P7K5	P15K	P15K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
	P18K	P18K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
P11K	P22K	P22K	4 kHz	60 Hz	130B2307	130B2281	48 A
P15K	P30K	P30K	3 kHz	60 Hz	130B2308	130B2282	62 A
P18K	P37K	P37K	3 kHz	60 Hz	130B2309	130B2283	75 A
P22K	P45K	P55K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P30K	P55K	P75K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P37K	P75K	P90K	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
P45K	P90K	P110	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
	P110	P132	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P132	P160	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P160	P200	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P200	P250	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P250	P315	3 kHz	60 Hz	130B2314	130B2288	480 A
	P315	P355	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P355	P400	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P400	P450	2 kHz	60 Hz	130B2316	130B2290	750 A
	P450	P500	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P500	P560	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P560	P630	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A
	P630	P710	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A

5



**ACHTUNG!**

Bei Verwendung von Sinusfiltern muss die Taktfrequenz mit den Filterspezifikationen in *Par. 14-01 Taktfrequenz* übereinstimmen.

## 5.2.4 Bestellnummern: Sinusfilter, 525-600 VAC

5

Frequenzrichtergröße		Min. Taktfrequenz	Maximale Ausgangs- frequenz	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Filternenstrom bei 50 Hz
525-600V	600V					
PK75		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K1		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P2K2		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P3K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P4K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P5K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P7K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
	P11K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P11K	P15K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P15K	P18K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P18K	P22K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P22K	P30K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P30K	P37K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P37K	P45K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P45K	P55K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P55K	P75K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P75K	P90K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P90K	P110	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P110	P132	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P150	P160	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P180	P200	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P220	P250	2 kHz	60 Hz	130B2348	130B2329	303 A
P260	P315	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P300	P400	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P375	P500	1,5 kHz	60 Hz	130B2271	130B2242	530 A
P450	P560	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P480	P630	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P560	P710	1,5 kHz	60 Hz	130B2382	130B2338	765 A
P670	P800	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
	P900	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
P820	P1M0	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A
P970	P1M2	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A

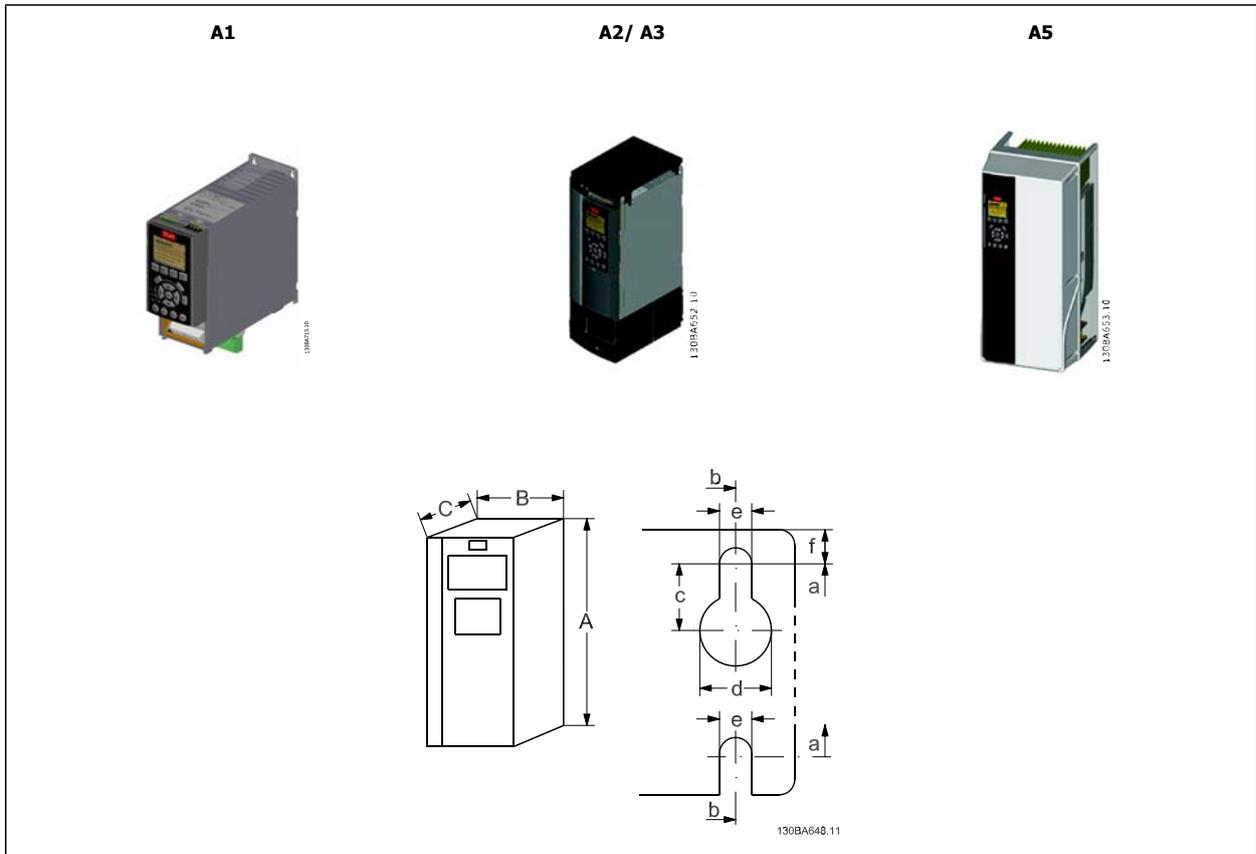


### ACHTUNG!

Bei Verwendung von Sinusfiltern muss die Taktfrequenz mit den Filterspezifikationen in *Par. 14-01 Taktfrequenz* übereinstimmen.

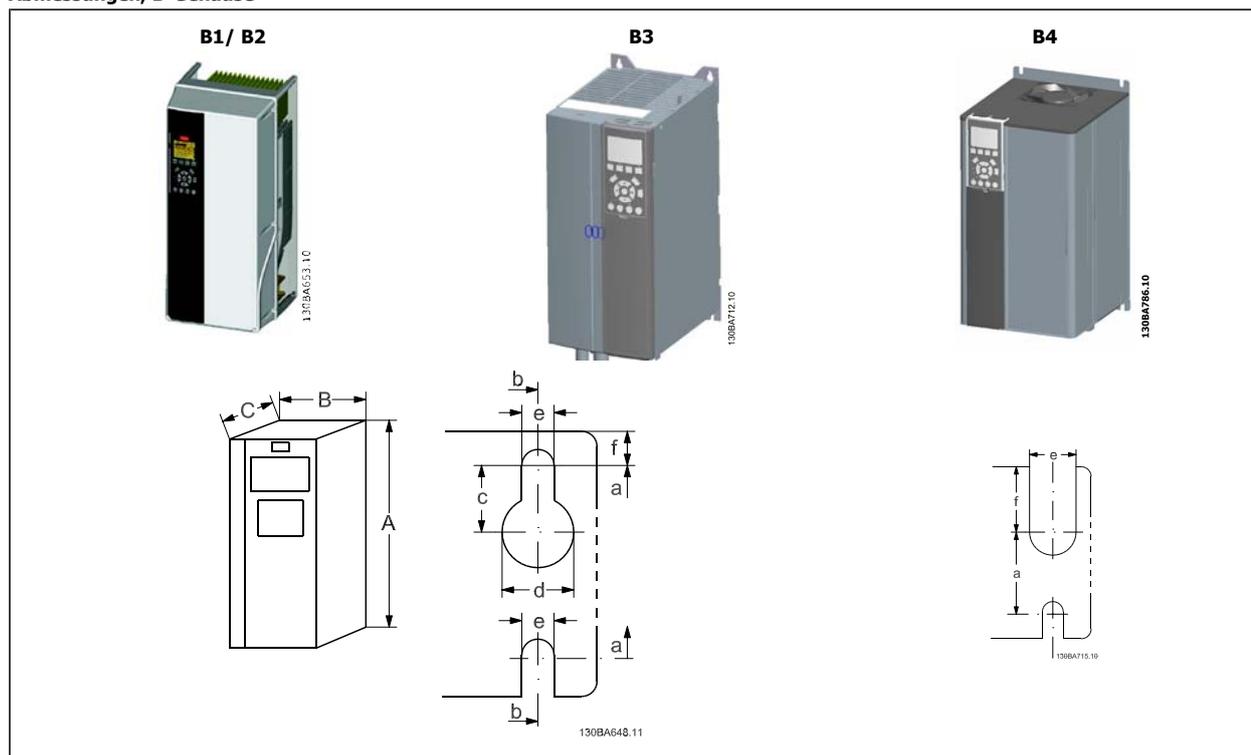
# 6 Installieren

## Abmessungen, A-Gehäuse



Gehäusegröße		A1	A2		A3		A5
		0,25-1,5 kW (200-240 V)	0,25-3 kW (200-240 V)		3,7 kW (200-240 V)		0,25-3,7 kW (200-240 V)
		0,37-1,5 kW (380-480 V)	0,37-4,0 kW (380-480/ 500 V)		5,5-7,5 kW (380-480/ 500 V)		0,37-7,5 kW (380-480/ 500 V)
					0,75-7,5 kW (525-600 V)		0,75-7,5 kW (525-600 V)
IP		20	20	21	20	21	55/66
NEMA		Chassis	Chassis	Typ 1	Chassis	Typ 1	Typ 12
<b>Höhe</b>							
Höhe der Rückplatte	A	200 mm	268 mm	375 mm	268 mm	375 mm	420 mm
Höhe des Abschirmblechs	A	316 mm	374 mm	374 mm	374 mm	-	-
Abstand zwischen Montagelöchern	a	190 mm	257 mm	350 mm	257 mm	350 mm	402 mm
<b>Breite</b>							
Breite der Rückplatte	B	75 mm	90 mm	90 mm	130 mm	130 mm	242 mm
Breite der Rückplatte mit einer C-Option	B		130 mm	130 mm	170 mm	170 mm	242 mm
Breite der Rückplatte mit zwei C-Optionen	B		150 mm	150 mm	190 mm	190 mm	242 mm
Abstand zwischen Montagelöchern	b	60 mm	70 mm	70 mm	110 mm	110 mm	215 mm
<b>Tiefe</b>							
Tiefe ohne Option A/B	C	207 mm	205 mm	207 mm	205 mm	207 mm	195 mm
Mit Option A/B	C	222 mm	220 mm	222 mm	220 mm	222 mm	195 mm
<b>Bohrungen</b>							
	c	6,0 mm	8,0 mm	8,0 mm	8,0 mm	8,0 mm	8,25 mm
	d	ø8 mm	ø11 mm	ø11 mm	ø11 mm	ø11 mm	ø12 mm
	e	ø5 mm	ø5,5 mm	ø5,5 mm	ø5,5 mm	ø5,5 mm	ø6,5 mm
	f	5 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm
<b>Max. Gewicht</b>		2,7 kg	4,9 kg	5,3 kg	6,6 kg	7,0 kg	13,5/14,2 kg

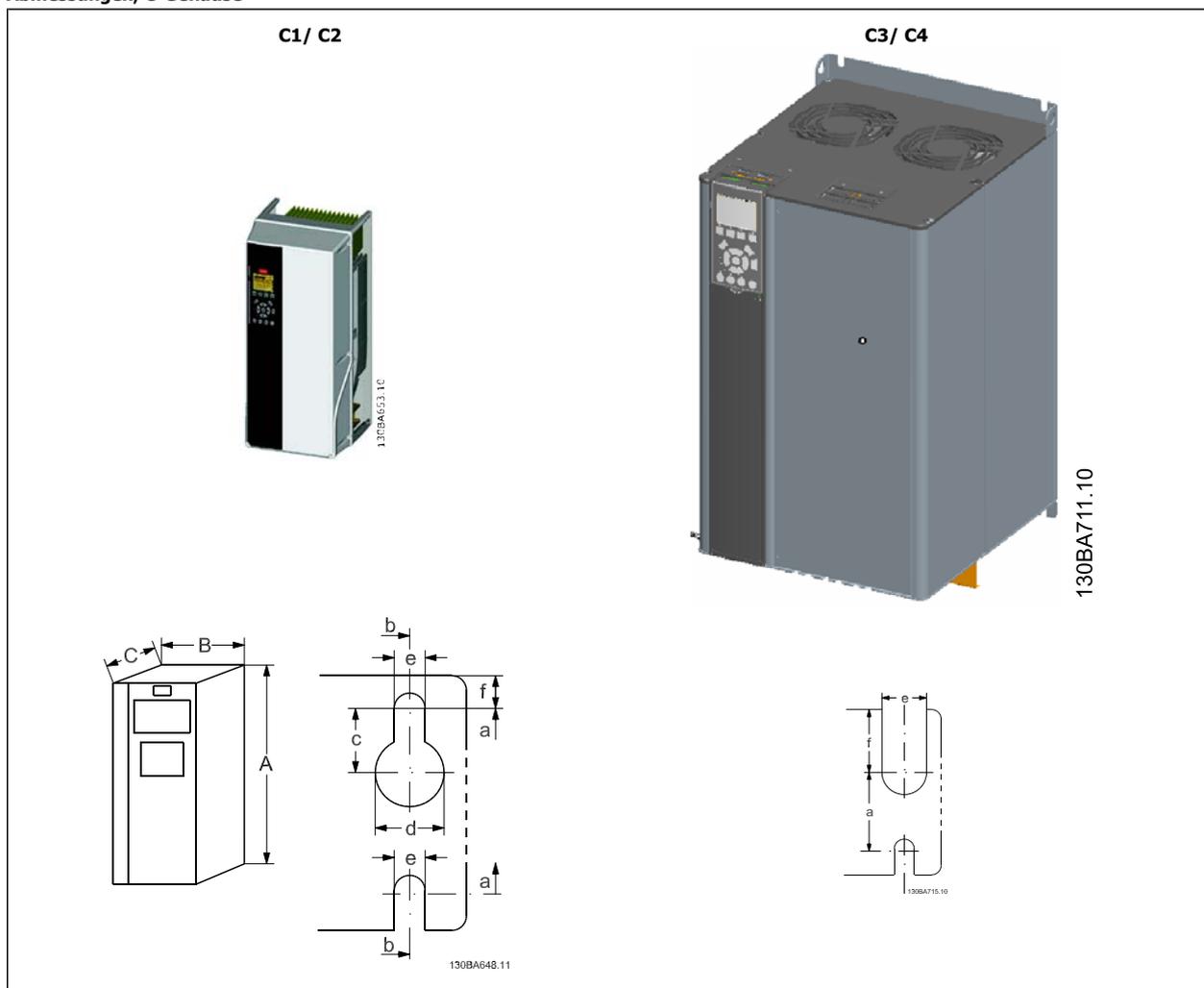
## Abmessungen, B-Gehäuse



6

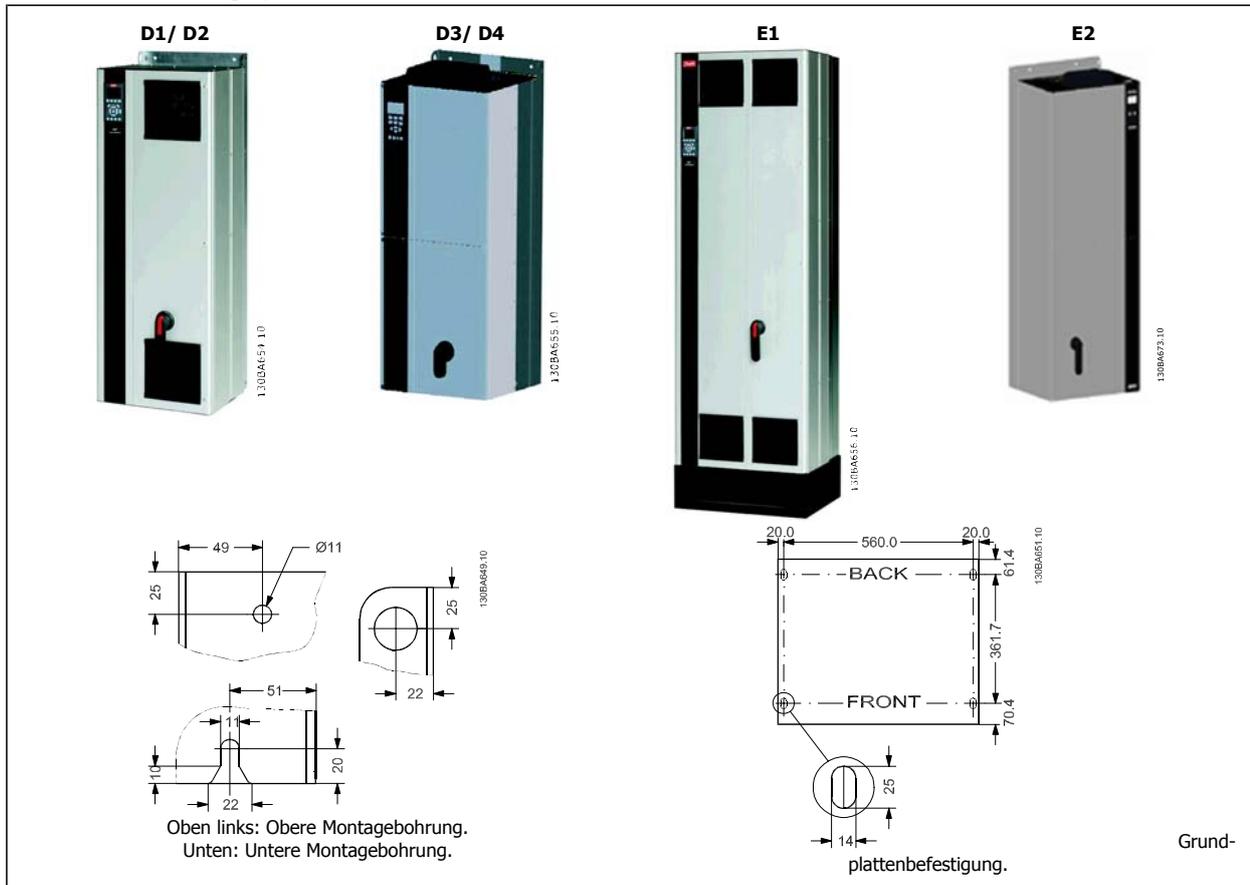
Gehäusegröße		B1	B2	B3	B4
		5,5-7,5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/500 V) 11-15 kW (525-600 V)	11 kW (200-240 V) 18,5-22 kW (380-480/ 500 V) 18,5-22 kW (525-600 V)	5,5-7,5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/500 V) 11-15 kW (525-600 V)	11-15 kW (200-240 V) 18,5-30 kW (380-480/ 500 V) 18,5-30 kW (525-600 V)
IP		21/ 55/66	21/55/66	20	20
NEMA		Typ 1/Typ 12	Typ 1/Typ 12	Chassis	Chassis
<b>Höhe</b>					
Höhe der Rückplatte	A	480 mm	650 mm	399 mm	520 mm
Höhe des Abschirmblechs	A	-	-	420 mm	595 mm
Abstand zwischen Montagelöchern	a	454 mm	624 mm	380 mm	495 mm
<b>Breite</b>					
Breite der Rückplatte	B	242 mm	242 mm	165 mm	230 mm
Breite der Rückplatte mit einer C-Option	B	242 mm	242 mm	205 mm	230 mm
Breite der Rückplatte mit zwei C-Optionen	B	242 mm	242 mm	225 mm	230 mm
Abstand zwischen Montagelöchern	b	210 mm	210 mm	140 mm	200 mm
<b>Tiefe</b>					
Tiefe ohne Option A/B	C	260 mm	260 mm	249 mm	242 mm
Mit Option A/B	C	260 mm	260 mm	262 mm	242 mm
<b>Bohrungen</b>					
	c	12 mm	12 mm	8 mm	
	d	ø19 mm	ø19 mm	12 mm	
	e	ø9 mm	ø9 mm	6,8 mm	8,5 mm
	f	9 mm	9 mm	7,9 mm	15 mm
<b>Max. Gewicht</b>		23 kg	27 kg		23,5 kg

Abmessungen, C-Gehäuse



Gehäusegröße	C1	C2	C3	C4
	15-22 kW (200-240 V) 30-45 kW (380-480/ 500 V) 30-45 kW (525-600 V)	30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/ 500 V) 55-90 kW (525-600 V)	18,5-22 kW (200-240 V) 37-45 kW (380-480/ 500 V) 37-45 kW (525-600 V)	30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/ 500 V) 55-90 kW (525-600 V)
IP	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA	Typ 1/Typ 12	Typ 1/Typ 12	Chassis	Chassis
<b>Höhe</b>				
Höhe der Rückplatte	A 680 mm	770 mm	550 mm	660 mm
Höhe des Abschirmblechs	A		630 mm	800 mm
Abstand zwischen Montagelöchern	a 648 mm	739 mm	521 mm	631 mm
<b>Breite</b>				
Breite der Rückplatte	B 308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
Breite der Rückplatte mit einer C-Option	B 308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
Breite der Rückplatte mit zwei C-Optionen	B 308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
Abstand zwischen Montagelöchern	b 272 mm	334 mm	270 mm	330 mm
<b>Tiefe</b>				
Tiefe ohne Option A/B	C 310 mm	335 mm	333 mm	333 mm
Mit Option A/B	C 310 mm	335 mm	333 mm	333 mm
<b>Bohrungen</b>				
c	12 mm	12 mm		
d	ø19 mm	ø19 mm		
e	ø9,8 mm	ø9,8 mm	8,5 mm	8,5 mm
f	17,6 mm	18 mm	17 mm	17 mm
<b>Max. Gewicht</b>	43 kg	61 kg	35 kg	50 kg

Mechanische Abmessungen, Gehäuse D und E



<b>Baugröße</b>		<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>
		<b>90 - 110 kW</b> <b>(380 - 500 V)</b>	<b>132 - 200 kW</b> <b>(380 - 500 V)</b>	<b>90 - 110 kW</b> <b>(380 - 500 V)</b>	<b>132 - 200 kW</b> <b>(380 - 500 V)</b>	<b>250 - 400 kW</b> <b>(380 - 500 V)</b>	<b>250 - 400 kW</b> <b>(380 - 500 V)</b>
		<b>37 - 132 kW</b> <b>(525 - 690 V)</b>	<b>160 - 315 kW</b> <b>(525 - 690 V)</b>	<b>37 - 132 kW</b> <b>(525 - 690 V)</b>	<b>160 - 315 kW</b> <b>(525 - 690 V)</b>	<b>355 - 560 kW</b> <b>(525 - 690 V)</b>	<b>355 - 560 kW</b> <b>(525 - 690 V)</b>
IP		21, 54	21, 54	00	00	21, 54	00
Nema		NEMA 1	NEMA 1	Chassis	Chassis	NEMA 1	Chassis
<b>Kartongröße</b>	<b>Höhe</b>						
<b>Transportma-</b>	<b>ße</b>	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm	840 mm	831 mm
	<b>Breite</b>	1730 mm	1730 mm	1220 mm	1490 mm	2197 mm	1705 mm
	<b>Tiefe</b>	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm	736 mm	736 mm
<b>FU-Abmessun-</b>	<b>gen</b>						
	Höhe	1159 mm	1540 mm	997 mm	1277 mm	2000 mm	1499 mm
	Breite	420 mm	420 mm	408 mm	408 mm	600 mm	585 mm
	Tiefe	373 mm	373 mm	373 mm	373 mm	494 mm	494 mm
	<b>Max. Gewicht</b>	104 kg	151 kg	91 kg	138 kg	313 kg	277 kg

## 6.2 Mechanische Installation - Gehäuse A, B und C



**ACHTUNG!**

In diesem Abschnitt wird die mechanische Installation der Gehäuse A, B und C beschrieben. Die mechanische Installation von größeren Frequenzumrichtern wird in einem späteren Abschnitt beschrieben.

**Montagezubehör: Der Frequenzumrichter wird mit folgendem Montagezubehör geliefert:**



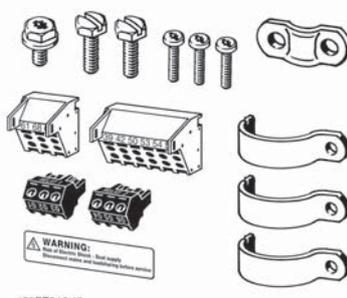
Gehäusegrößen A1, A2 und A3, IP20/Chassis



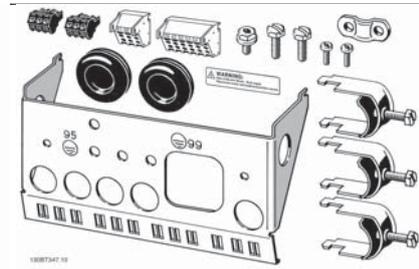
Gehäusegröße A5, IP55/Typ 12



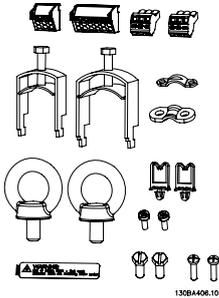
Gehäusegröße B1 und B2  
IP21/IP55/Typ 1/Typ 12



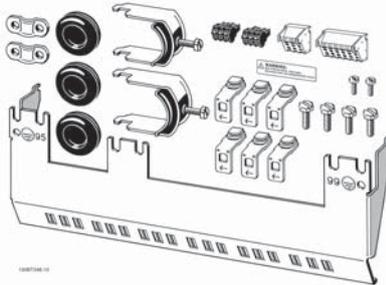
Gehäusegröße B3, IP20/Chassis



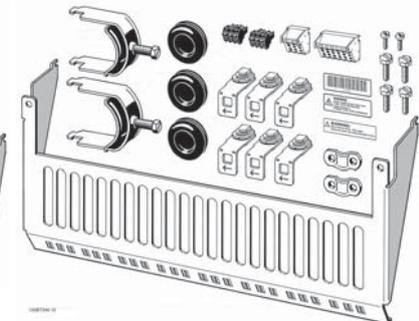
Gehäusegröße B4, IP20/Chassis



Gehäusegröße C1 und C2, IP55/66/Typ 1/Typ 12



Gehäusegröße C3, IP20/Chassis



Gehäusegröße C4, IP20/Chassis

1 + 2 nur bei Geräten mit Bremschopper. Es gibt für den FC 301 nur einen Relaisanschluss. Für die DC-Zwischenkreiskopplung kann Steckanschluss 1 separat bestellt werden (Bestellnummer 130B1064).  
Für den FC 201 ohne sicheren Stopp enthält das Montagezubehör einen achtpoligen Stecker.

### 6.2.1 Mechanische Installation

Alle IP20-Gehäusegrößen sowie die IP21/IP55-Gehäusegrößen mit Ausnahme von A1\*, A2 und A3 eignen sich zur Installation nebeneinander.

Beim IP21-Gehäuse (130B1122 bzw. 130B1123) muss zwischen den Frequenzumrichtern ein Abstand von mindestens 50 mm eingehalten werden.

Für optimale Kühlbedingungen muss über und unter dem Frequenzumrichter freier Luftdurchlass gewährleistet sein. Siehe nachstehende Tabelle.

**Luftdurchlass für verschiedene Gehäuse**

Gehäuse:	A1*	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
a (mm):	100	100	100	100	100	100	200	200	200	225	200	225
b (mm):	100	100	100	100	100	100	200	200	200	225	200	225

Tabelle 6.1: \* Nur FC 301.

1. Sehen Sie die Befestigung gemäß den Angaben zu den Montagelöchern vor.
2. Verwenden Sie geeignete Schrauben für die Oberfläche, auf der der Frequenzumrichter montiert wird. Achten Sie auf ebene Auflage des Kühlkörpers, und ziehen Sie alle vier Schrauben gut an.

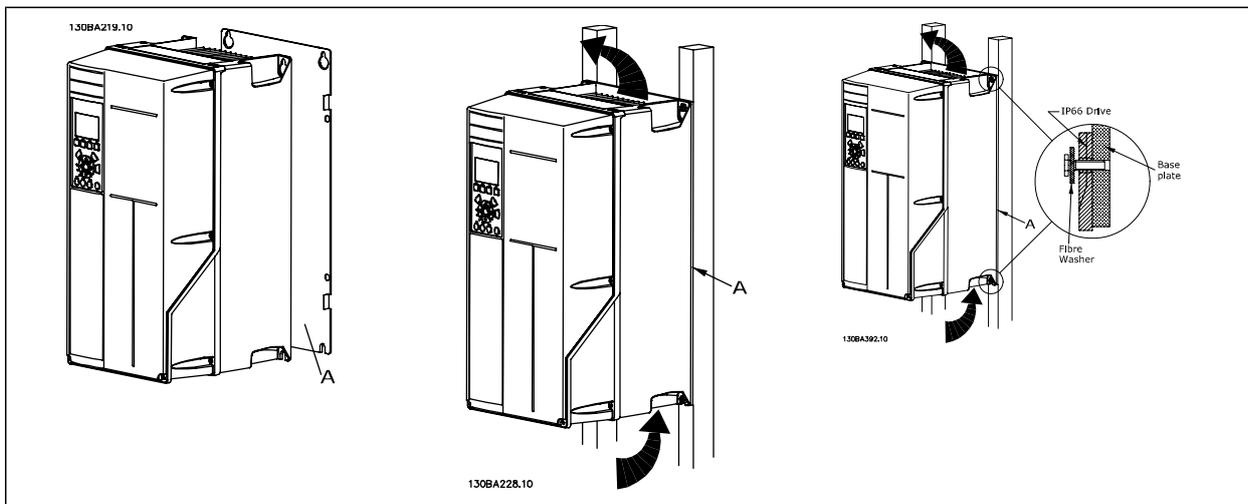


Tabelle 6.2: Bei der Montage von Größen A5, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3 und C4 auf einer nicht stabilen Wand muss der Frequenzumrichter wegen unzureichender Kühlluft über dem Rückwandabdeckung mit einer Rückwand A versehen werden.

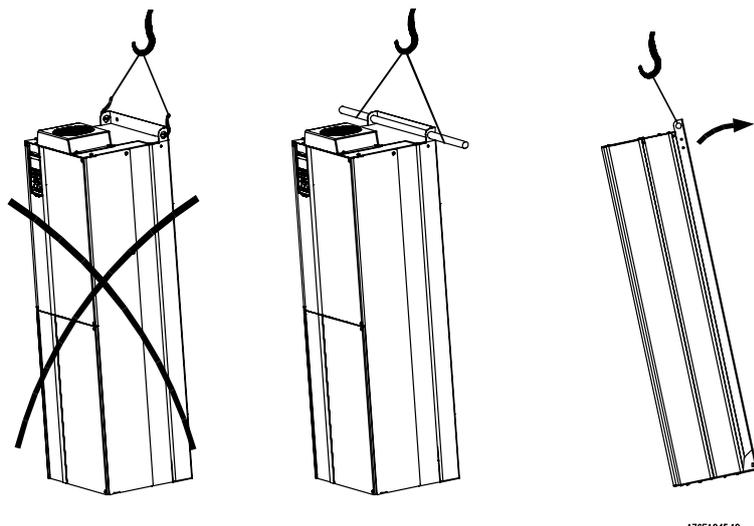


Abbildung 6.1: Bei schwereren Frequenzumrichtern ist eine Hebevorrichtung zu verwenden. Befestigen Sie zunächst die unteren beiden Schrauben an der Wand. Heben Sie den Frequenzumrichter auf die unteren beiden Schrauben, und fixieren Sie ihn mit den oberen beiden Schrauben an der Wand.

### 6.2.2 Sicherheitshinweise für mechanische Installation



Beachten Sie die für Einbau und Montage vor Ort geltenden nationalen und regionalen Anforderungen. Diese sind zur Vermeidung von schweren Personen- und Sachschäden einzuhalten.

Der Frequenzumrichter ist luftgekühlt.

Zum Schutz des Geräts vor Überhitzung muss sichergestellt sein, dass die Umgebungstemperatur *nicht die für den Frequenzumrichter angegebene Maximaltemperatur übersteigt* und auch die 24-Std.-Durchschnittstemperatur *nicht überschritten wird*. Die maximale Temperatur und der 24-Stunden-Durchschnitt sind im Abschnitt *Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur* angegeben.

Liegt die max. Umgebungstemperatur oberhalb von 45 °C - 55 °C, muss eine Leistungsreduzierung für den Betrieb des Frequenzumrichters vorgesehen werden.

Die Lebensdauer eines Frequenzumrichters ist deutlich geringer, wenn dieser bei hohen Umgebungstemperaturen betrieben wird.

### 6.2.3 Montage vor Ort

Zur Montage der Geräte vor Ort in der Anlage/an der Maschine werden die IP21/NEMA 1 Gehäuseabdeckungen oder Geräte in Schutzart IP54/55 empfohlen.

## 6.3 Mechanische Installation - Gehäuse D und E



### ACHTUNG!

In diesem Abschnitt wird die mechanische Installation der Gehäuse D und E beschrieben. Die mechanische Installation von kleineren Frequenzumrichtern wurde bereits in einem vorangegangenen Abschnitt behandelt.

Die mechanische Installation des Frequenzumrichters muss sorgfältig vorbereitet werden, um ein ordnungsgemäßes Ergebnis sicherzustellen und zusätzliche Arbeit während der Installation zu vermeiden. Sehen Sie sich zu Beginn die mechanischen Zeichnungen am Ende dieser Anleitung an, um sich mit Platzanforderungen vertraut zu machen.

### 6.3.1 Benötigte Werkzeuge

Für die mechanische Installation werden die folgenden Werkzeuge benötigt:

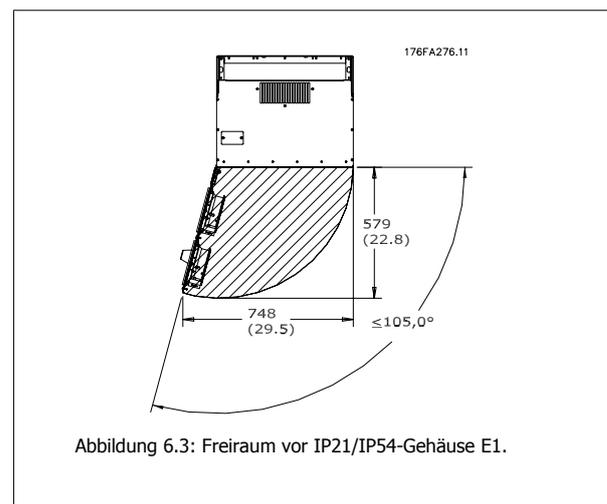
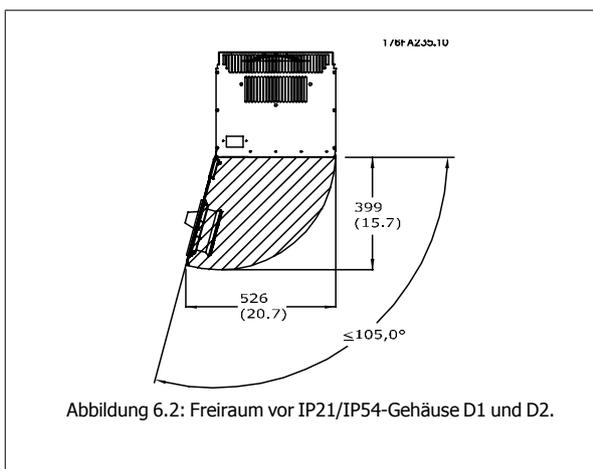
- Bohrer mit 10 oder 12 mm Bohrerersatz
- Maßband
- Schraubenschlüssel mit Stecknüssen 7-17 mm
- Schlüsselverlängerungen
- Blechstanze für Durchführungen oder Kabelverschraubungen in IP21- und IP54-Geräten
- Hebetraverse zum Heben des Geräts (Stange oder Rohr mit  $\varnothing$  20 mm) mit einer Hebekapazität von 400 kg
- Kran oder anderes Hebezeug, um den Frequenzumrichter an seine Position zu setzen
- Ein Torxschraubendreher T50 zum Einbau des Gehäuses E1 in Ausführungen mit Schutzart IP21 und IP54.

6

### 6.3.2 Allgemeine Aspekte

#### Freiraum

Lassen Sie ausreichend Freiraum über und unter dem Frequenzumrichter für Luftzirkulation und Kabelzugang. Darüber hinaus muss Platz vor dem Gerät sein, um die Tür des Schaltschranks öffnen zu können.



### ACHTUNG!

Luftströmung, siehe *Mechanische Abmessungen* auf den vorangegangenen Seiten.

**Drahtzugang**

Es muss einwandfreier Kabelzugang vorhanden sein, dazu gehört auch die notwendige Biegetoleranz. Da das IP00-Gehäuse nach unten offen ist, müssen Kabel an der Rückwand des Gehäuses, in dem der Frequenzumrichter eingebaut ist, befestigt werden, d. h. über Schirmbügel.

**ACHTUNG!**

Die Kabelschuhe müssen auf der Klemmenleiste montiert werden.

**Klemmenbelegung****(Gehäuse D)**

Berücksichtigen Sie die folgende Position der Klemmen bei der Auslegung des Kabelzugangs.

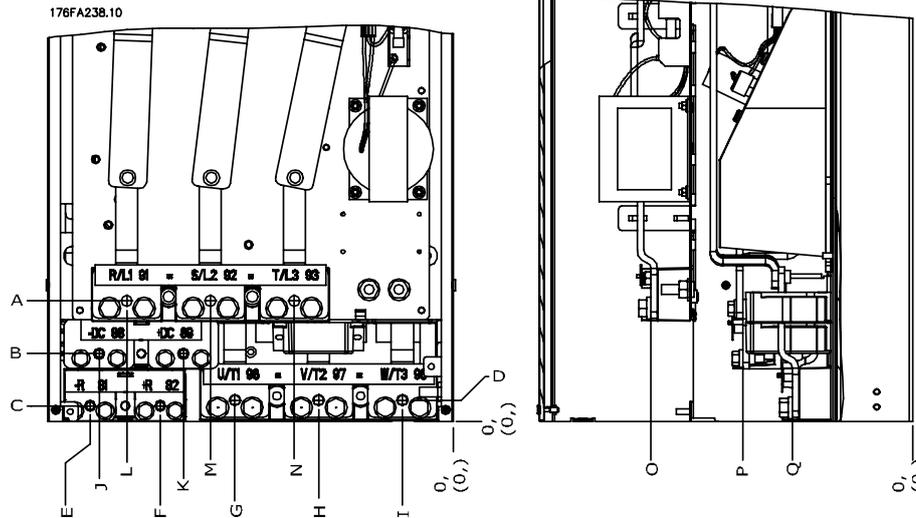


Abbildung 6.4: Positionen der Leistungsanschlüsse, Gehäuse D3/D4

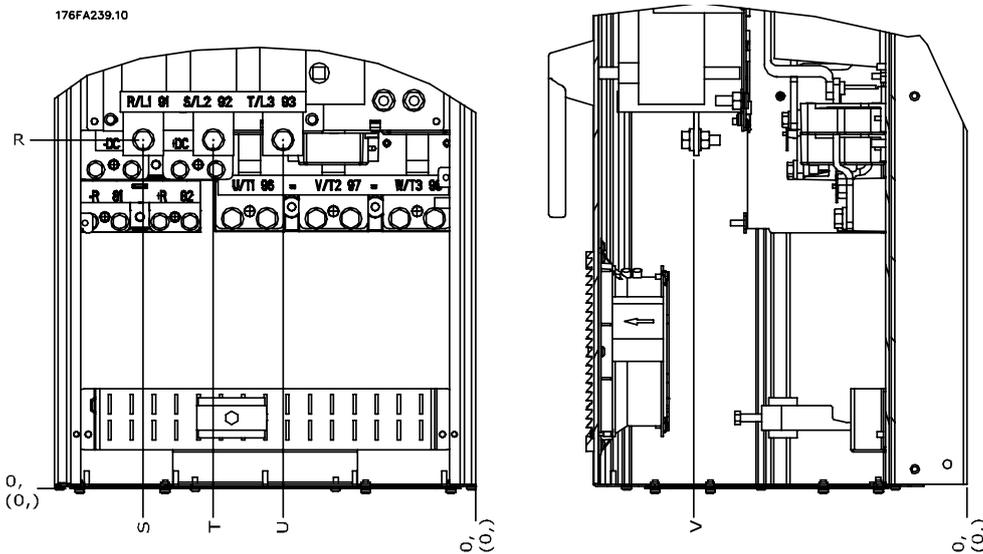


Abbildung 6.5: Positionen der Leistungsanschlüsse mit Trennschalter, Gehäuse D1/D2

Beachten Sie, dass die Leistungskabel schwer und schwierig zu biegen sind. Achten Sie auf optimale Positionierung des Frequenzumrichters, um einfache Installation der Kabel sicherzustellen.



**ACHTUNG!**

Die Gehäuse D sind mit Standardeingangsklemmen oder Trennschalter verfügbar. Die Klemmenabmessungen sind in der Tabelle auf der folgenden Seite enthalten.

	IP21 (NEMA 1) / IP54 (NEMA 12)		IP00/Chassis	
	Gehäuse D1	Gehäuse D2	Gehäuse D3	Gehäuse D4
A	277 (10.9)	379 (14.9)	119 (4.7)	122 (4.8)
B	227 (8.9)	326 (12.8)	68 (2.7)	68 (2.7)
C	173 (6.8)	273 (10.8)	15 (0.6)	16 (0.6)
D	179 (7.0)	279 (11.0)	20.7 (0.8)	22 (0.8)
E	370 (14.6)	370 (14.6)	363 (14.3)	363 (14.3)
F	300 (11.8)	300 (11.8)	293 (11.5)	293 (11.5)
G	222 (8.7)	226 (8.9)	215 (8.4)	218 (8.6)
H	139 (5.4)	142 (5.6)	131 (5.2)	135 (5.3)
I	55 (2.2)	59 (2.3)	48 (1.9)	51 (2.0)
J	354 (13.9)	361 (14.2)	347 (13.6)	354 (13.9)
K	284 (11.2)	277 (10.9)	277 (10.9)	270 (10.6)
L	334 (13.1)	334 (13.1)	326 (12.8)	326 (12.8)
M	250 (9.8)	250 (9.8)	243 (9.6)	243 (9.6)
N	167 (6.6)	167 (6.6)	159 (6.3)	159 (6.3)
O	261 (10.3)	260 (10.3)	261 (10.3)	261 (10.3)
P	170 (6.7)	169 (6.7)	170 (6.7)	170 (6.7)
Q	120 (4.7)	120 (4.7)	120 (4.7)	120 (4.7)
R	256 (10.1)	350 (13.8)	98 (3.8)	93 (3.7)
S	308 (12.1)	332 (13.0)	301 (11.8)	324 (12.8)
T	252 (9.9)	262 (10.3)	245 (9.6)	255 (10.0)
U	196 (7.7)	192 (7.6)	189 (7.4)	185 (7.3)
V	260 (10.2)	273 (10.7)	260 (10.2)	273 (10.7)

Tabelle 6.3: Kabelpositionen entsprechen den obigen Zeichnungen: Abmessungen in mm

**Klemmenbelegung - E1-Gehäuse**

Berücksichtigen Sie die folgende Position der Klemmen bei der Auslegung des Kabelzugangs.

6

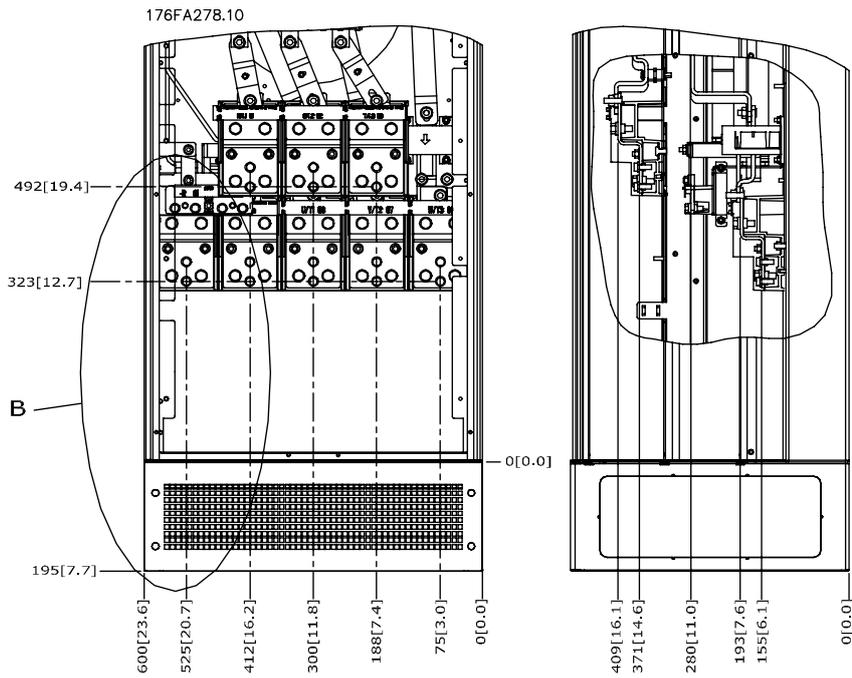


Abbildung 6.6: Positionen der Leistungsanschlüsse bei IP21- und IP54-Gehäuse

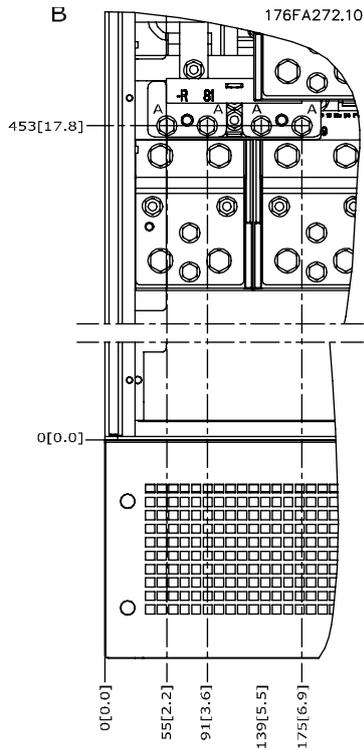
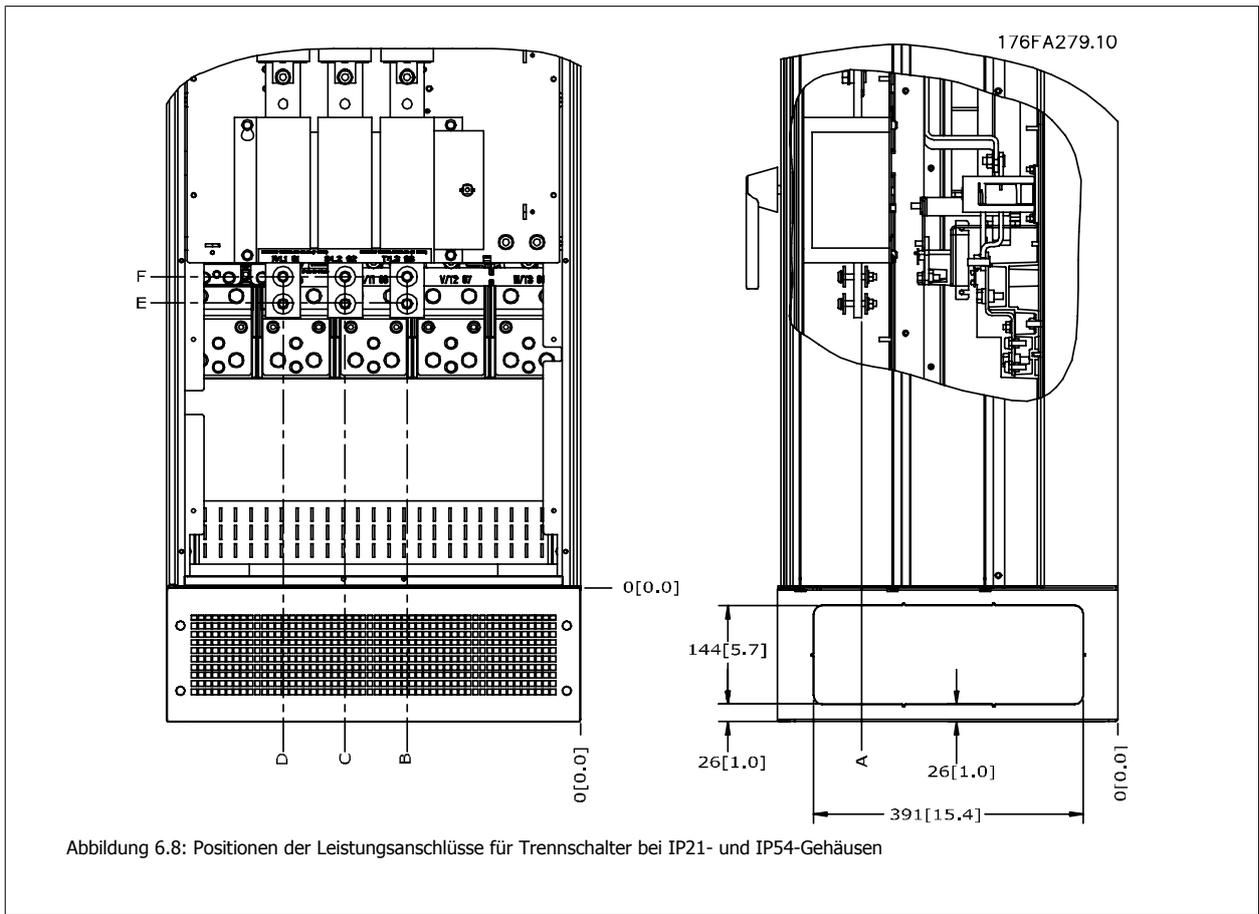
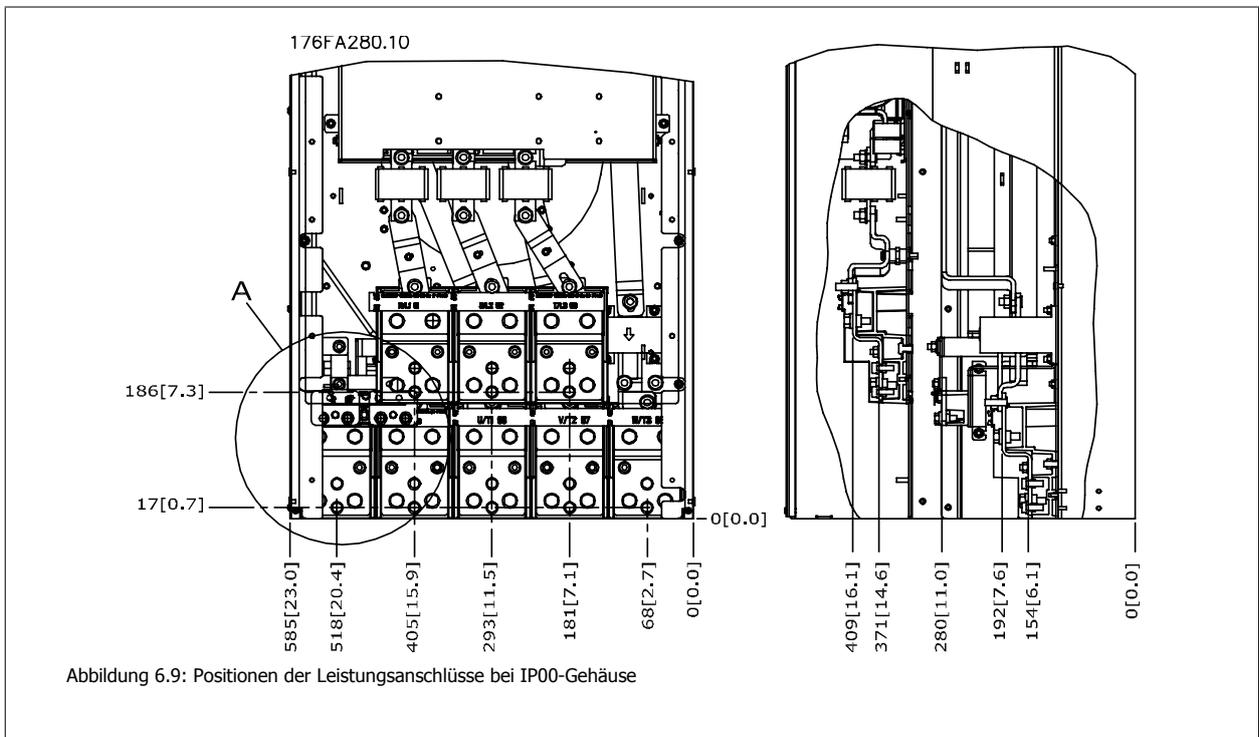


Abbildung 6.7: Positionen der Leistungsanschlüsse bei IP21- und IP54-Gehäusen (Detail B)



**Klemmenbelegung - Gehäuse E2**

Berücksichtigen Sie die folgende Position der Klemmen bei der Auslegung des Kabelzugangs.



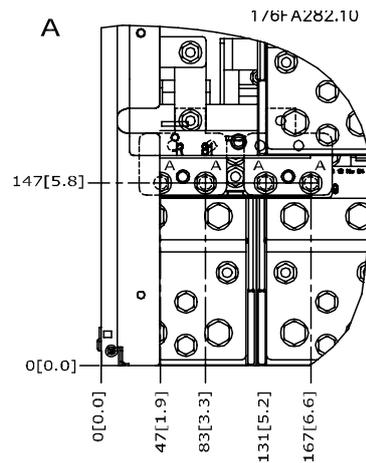


Abbildung 6.10: Positionen der Leistungsanschlüsse bei IP00-Gehäuse

6

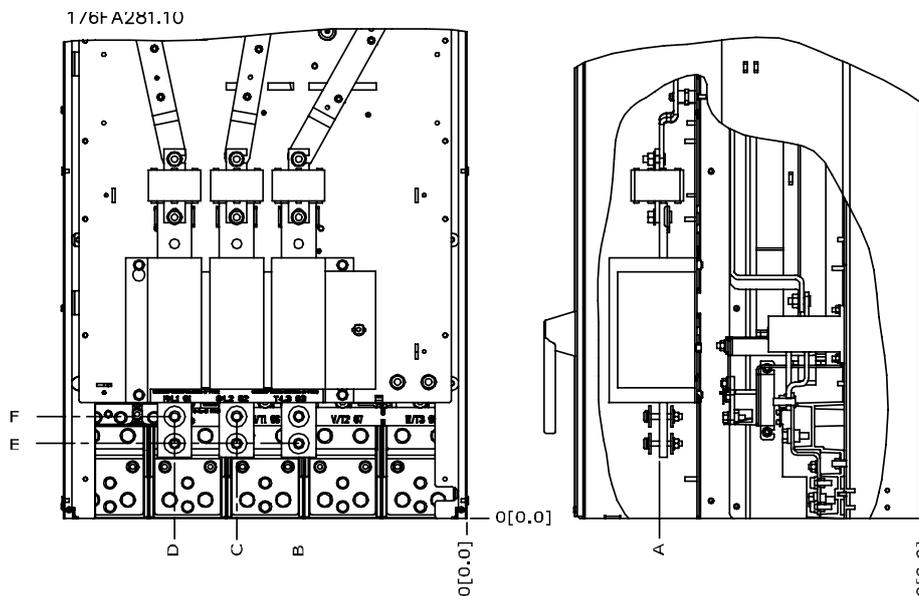


Abbildung 6.11: Positionen der Leistungsanschlüsse für Trennschalter bei IP00-Gehäuse

Beachten Sie, dass die Leistungskabel schwer und schwierig zu biegen sind. Achten Sie auf optimale Positionierung des Frequenzumrichters, um einfache Installation der Kabel sicherzustellen.

An jeder Klemme können bis zu 4 Kabel mit Kabelschuhen oder durch Verwendung einer Standardkastenklammer angeschlossen werden. Erde wird an den entsprechenden Terminierungsanschluss im Frequenzumrichter angeschlossen.

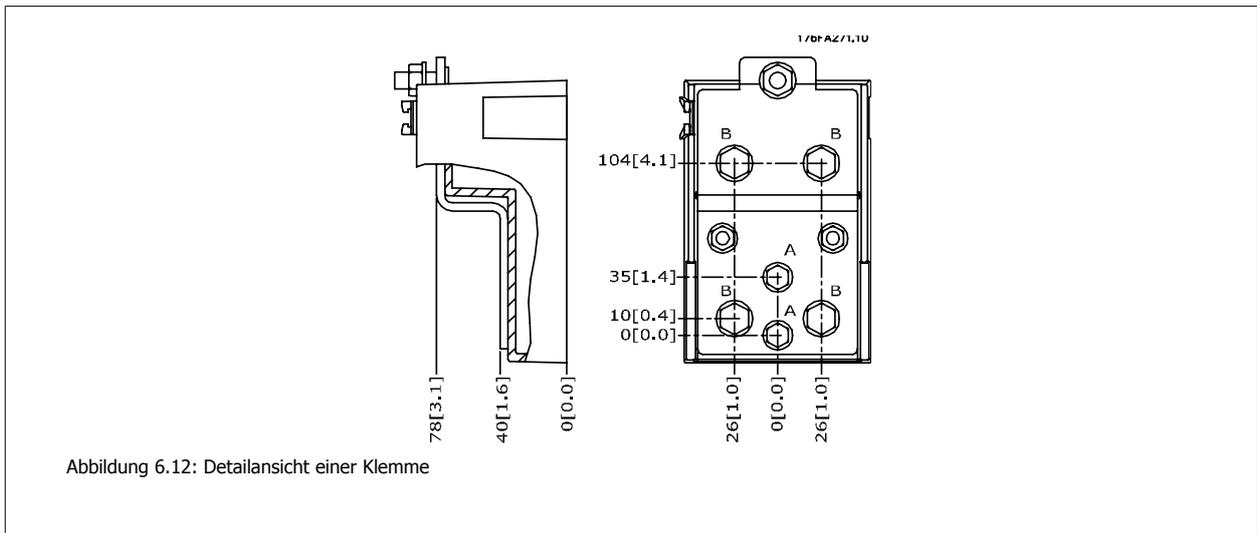


Abbildung 6.12: Detailansicht einer Klemme



**ACHTUNG!**

Leistungsanschlüsse sind an Position A oder B möglich.

**Kühlung**

Für Kühlung kann auf unterschiedliche Weise gesorgt werden: Über die Kühlkanäle unten und oben im Gerät, über die Kanäle hinten im Gerät oder durch Kombination von Kühlmöglichkeiten.

**Lüftungsbaugruppe**

Es wurde eine spezielle Option entwickelt, um den Einbau von Frequenzumrichtern mit IP00/Chassis in Rittal TS8-Schaltschränken mit Nutzung des Kühllüfters zur Zwangskühlung zu optimieren.

**Rückseitige Kühlung**

Die Verwendung des Kanals auf der Rückseite ermöglicht einfache Installation beispielsweise in Steuerwarten. Durch Befestigung des Geräts an der Rückseite des Gehäuses ist ähnlich einfache Kühlung der Geräte wie beim Lüftungsbaugruppenprinzip möglich. Die warme Luft wird über die Rückseite des Schaltschranks entlüftet. Dies bietet eine Lösung, bei der die warme Kühlluft vom Frequenzumrichter nicht zur Erwärmung der Steuerwarte führt.



**ACHTUNG!**

Ein kleiner Türlüfter ist beim Rittal-Schaltschrank erforderlich, um für zusätzliche Kühlung im Frequenzumrichter zu sorgen.

Weitere Informationen finden Sie unter *Installation von Lüftungsbaugruppen in Rittal-Schaltschränken*.

**Luftströmung**

Es muss für notwendige Luftströmung über den Rückwandabdeckungsorgt werden. Die Strömungsgeschwindigkeit wird nachstehend gezeigt.

Gehäuse		Luftströmung Türlüfter/oberer Lüfter	Luftströmung über Kühlkörper
IP21/NEMA 1 und IP54/NEMA 12	D1 und D2	170 m <sup>3</sup> /h	765 m <sup>3</sup> /h
	E1	340 m <sup>3</sup> /h	1444 m <sup>3</sup> /h
IP00/Chassis	D3 und D4	255 m <sup>3</sup> /h	765 m <sup>3</sup> /h
	E2	255 m <sup>3</sup> /h	1444 m <sup>3</sup> /h

Tabelle 6.4: Luftströmung über Kühlkörper

### 6.3.3 Wandmontage - Geräte mit Schutzart IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Dies gilt nur für Gehäuse D1 und D2.

Der Aufstellungsort des Geräts muss sorgfältig überlegt werden.

**Vor Auswahl des endgültigen Installationsorts sind alle relevanten Punkte zu berücksichtigen:**

- Freier Platz für Kühlung
- Zugang zum Öffnen der Tür
- Kabeleinführung von unten

Markieren Sie die Montagelöcher sorgfältig über die Bohrschablone an der Wand und bohren Sie die Löcher wie angegeben. Stellen Sie richtigen Abstand zum Boden und zur Decke zur Kühlung sicher. Für ausreichende Luftzirkulation zur Kühlung muss unter dem Frequenzumrichter mindestens 225 mm Platz gehalten werden. Die Schrauben am Boden eindrehen und den Frequenzumrichter auf die Schrauben hängen. Den Frequenzumrichter gegen die Wand kippen und die oberen Schrauben eindrehen. Alle vier Schrauben anziehen, um den Frequenzumrichter an der Wand zu befestigen.

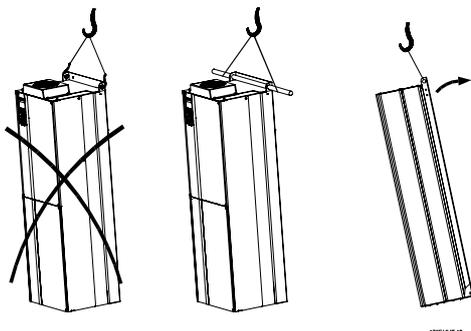


Abbildung 6.13: Hebeverfahren zur Befestigung des Frequenzumrichters an Wand

6

### 6.3.4 Verschraubung/Kabeleinführung - IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Kabel werden über das Bodenblech angeschlossen. Das Blech abnehmen und die Anbringungen der Einführung der Verschraubungen oder Kabeldurchführungen planen. Löcher im markierten Bereich auf der Zeichnung vorsehen.

Das Bodenblech für Kabeleinführung muss am Frequenzumrichter befestigt werden, um den angegebenen Schutzgrad einzuhalten und richtige Kühlung des Geräts sicherzustellen. Wird das Bodenblech nicht befestigt, kann das Gerät abschalten.

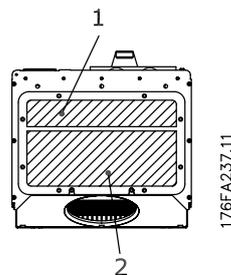
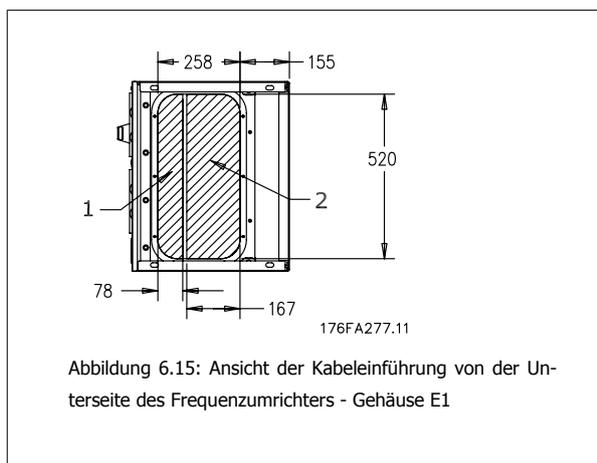
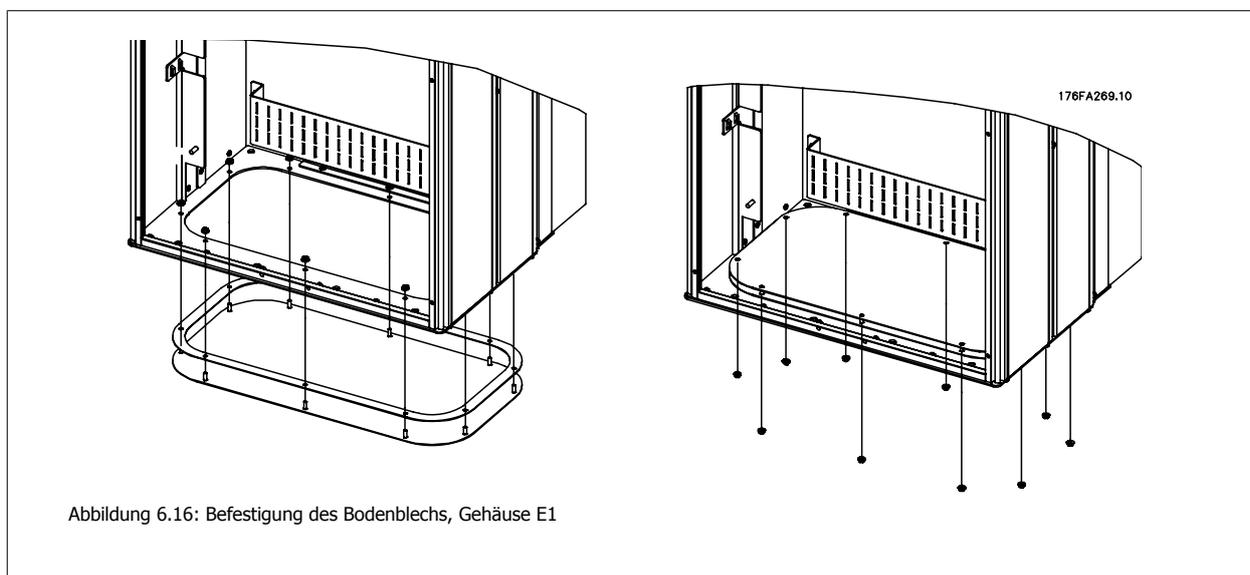


Abbildung 6.14: Ansicht der Kabeleinführung von der Unterseite des Frequenzumrichters - Gehäuse D1 und D2



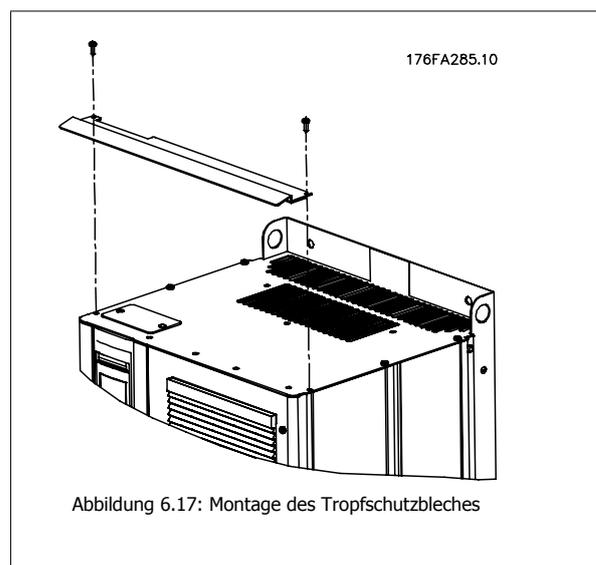
Das eigentliche Bodenblech des Gehäuses E1 kann im oder außerhalb vom Gehäuse befestigt werden. Dies sorgt für Flexibilität beim Einbau, da die Verschraubungen und Kabel bei Befestigung von unten installiert werden können, bevor der Frequenzumrichter auf den Sockel gesetzt wird.



### 6.3.5 IP21-Tropfschutzinstallation (D1- und D2-Gehäuse)

Um Schutzart IP21 einzuhalten, muss ein getrenntes Tropfschutzblech wie unten erklärt montiert werden.

- Die beiden vorderen Schrauben herausdrehen.
- Das Tropfschutzblech einsetzen und Schrauben wieder eindrehen.
- Schrauben auf 5,6 Nm anziehen.



## 6.4 Elektrische Installation - Gehäuse A, B und C



### ACHTUNG!

In diesem Abschnitt wird die elektrische Installation der Gehäuse A, B und C beschrieben. Die elektrische Installation von größeren Frequenzumrichtern wird in einem späteren Abschnitt beschrieben.



### ACHTUNG!

#### Allgemeiner Hinweis zu Kabeln

Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Verwenden Sie nach Möglichkeit Kupferleiter (60/75°C).

### Aluminiumleiter

Klemmen können zwar Aluminiumleiter aufnehmen, aber die Leiteroberfläche muss sauber sein, und die Oxidation muss vor Anschluss des Leiters durch neutrales, säurefreies Vaselinfett beseitigt und die Verbindung abgedichtet werden.

Außerdem muss die Klemmschraube nach zwei Tagen angezogen werden. Der Anschluss muss unbedingt gasdicht gehalten werden, um ein erneutes Oxidieren der Aluminiumoberfläche zu verhindern.

6

Anzugsdrehmoment					
Gehäuse	200 - 240 V	380 - 500 V	525 - 690 V	Kabel für:	Anzugsdrehmoment
A1	0,25-1,5 kW	0,37-1,5 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	0,5-0,6 Nm
A2	0,25-2,2 kW	0,37-4 kW			
A3	3-3,7 kW	5,5-7,5 kW	0,75-7,5 kW		
A5	3-3,7 kW	5,5-7,5 kW	0,75-7,5 kW		
B1	5,5-7,5 kW	11-15 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	1,8 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
B2	11 kW	18,5-22 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	4,5 Nm
				Relais	4,5 Nm
				Erde	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
B3	5,5-7,5 kW	11-15 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	1,8 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
B4	11-15 kW	18,5-30 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	4,5 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
C1	15-22 kW	30-45 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	10 Nm
				Relais	10 Nm
				Erde	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
C2	30-37 kW	55-75 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	14 Nm
				Relais	10 Nm
				Erde	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
C3	18,5-22 kW	30-37 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	10 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
C4	37-45 kW	55-75 kW	-	Netz, Motorkabel	14 Nm (bis 95 mm <sup>2</sup> ) 24 Nm (über 95 mm <sup>2</sup> )
				Zwischenkreiskopplung, Bremskabel	14 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm

### 6.4.1 Ausbrechen von zusätzlichen Öffnungen für Kabeldurchführungen

1. Entfernen Sie die Kabeleinführung vom Frequenzumrichter (es dürfen beim Öffnen der Aussparungen keine Fremdkörper in den Frequenzumrichter gelangen).
2. Die Kabeleinführung muss rund um die zu öffnende Aussparung abgestützt werden.
3. Die Aussparung kann nun mit einem starken Dorn und Hammer ausgeschlagen werden.
4. Das Loch entgraten.
5. Kabeldurchführung wieder am Frequenzumrichter befestigen.

### 6.4.2 Netzanschluss und Erdung



**ACHTUNG!**  
Der Netzanschluss ist steckbar und an Frequenzumrichtern für eine Leistung von bis zu 7,5 kW ausgelegt.

1. Befestigen Sie zuerst die beiden Schrauben am Abschirmblech, schieben Sie dieses auf, und ziehen Sie die Schrauben fest.
2. Stellen Sie sicher, dass der Frequenzumrichter korrekt geerdet ist. Schließen Sie den Frequenzumrichter an den Erdanschluss an (Klemme 95). Verwenden Sie hierzu die mitgelieferte Schraube.
3. Stecken Sie den Netzanschlusstecker (91 (L1), 92 (L2) und 93 (L3)) auf die Klemmen mit der Bezeichnung MAINS unten am Frequenzumrichter.
4. Schließen Sie die Netzphasen an den mitgelieferten Netzanschlusstecker an.
5. Befestigen Sie das Kabel mit den mitgelieferten Halterungen.



**ACHTUNG!**  
Stellen Sie sicher, dass die Netzspannung der auf dem Typenschild angegebenen Nennspannung entspricht.

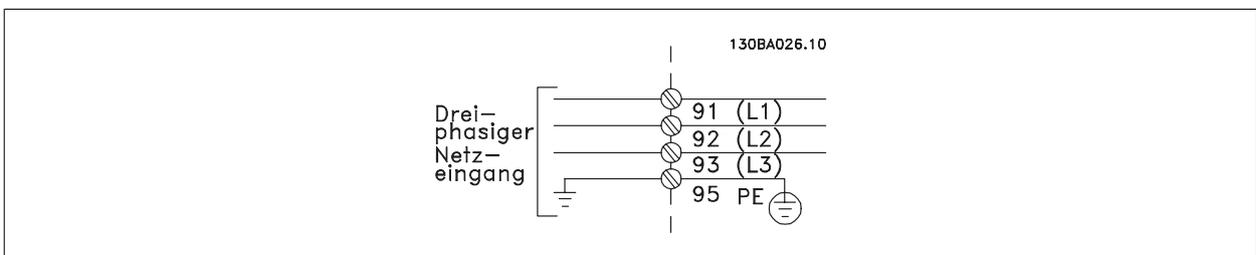


**IT-Netz**  
Schließen Sie 400-V-Frequenzumrichter mit EMV-Filtern nicht an ein Stromnetz mit einer Spannung zwischen Phase und Erde von mehr als 440 V an.

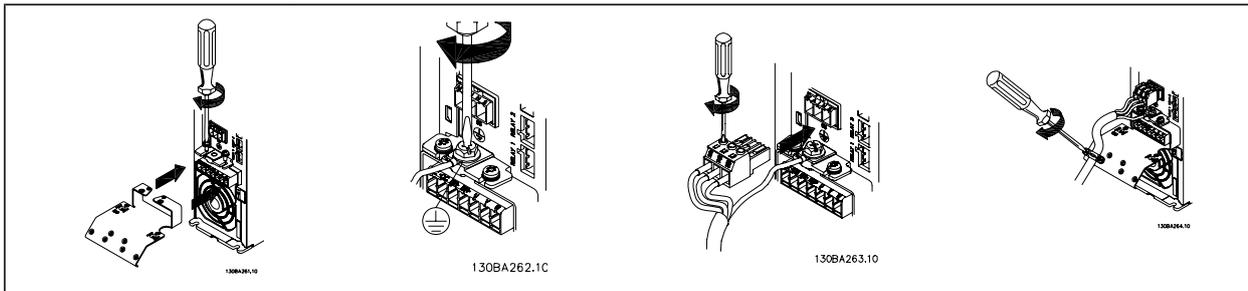


Der Querschnitt des Erdungskabels muss mindestens 10 mm<sup>2</sup> betragen, oder es müssen zwei getrennt verlegte und gemäß EN 50178 angeschlossene Erdleitungen verwendet werden.

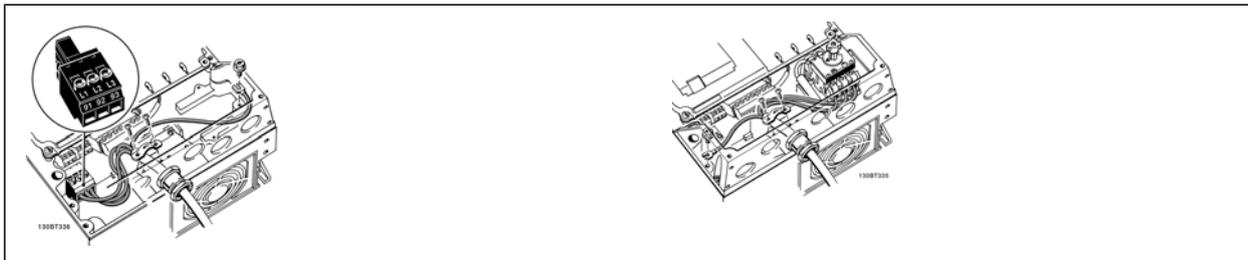
Bei Varianten mit Hauptschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.



**Netzanschluss für Gehäuse A1, A2 und A3:**



**Netzanschluss für A5-Gehäuse (IP 55/66)**



6

Bei Verwendung eines Trennschalters (A5-Gehäuse) muss der Erdungsanschluss links im Frequenzrichter erfolgen.

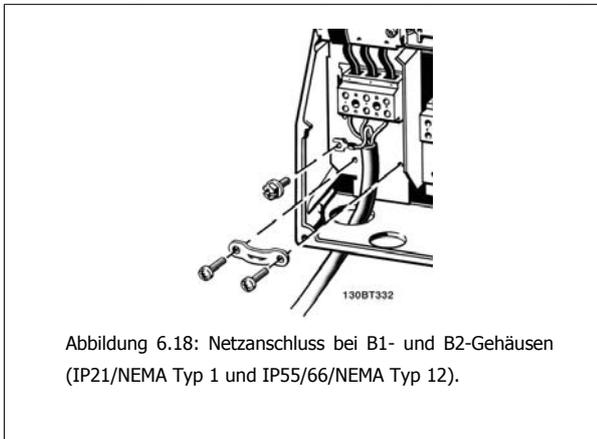


Abbildung 6.18: Netzanschluss bei B1- und B2-Gehäusen (IP21/NEMA Typ 1 und IP55/66/NEMA Typ 12).

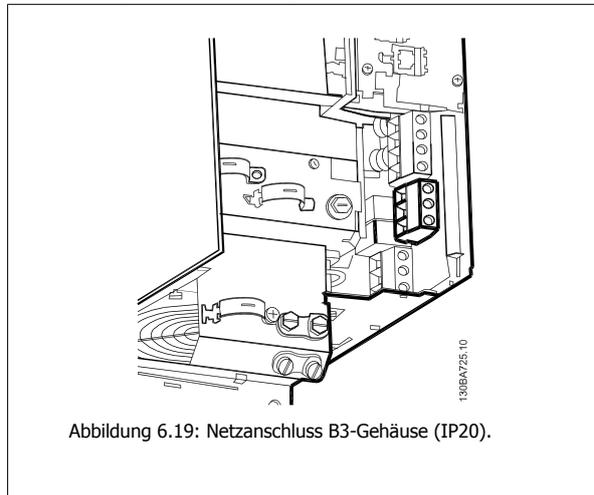


Abbildung 6.19: Netzanschluss B3-Gehäuse (IP20).

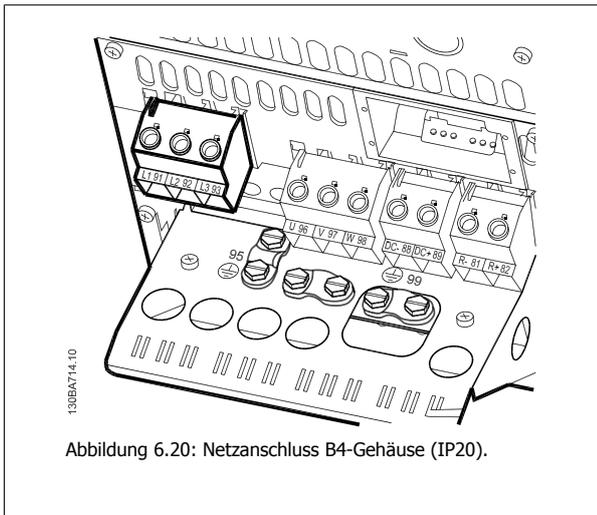


Abbildung 6.20: Netzanschluss B4-Gehäuse (IP20).

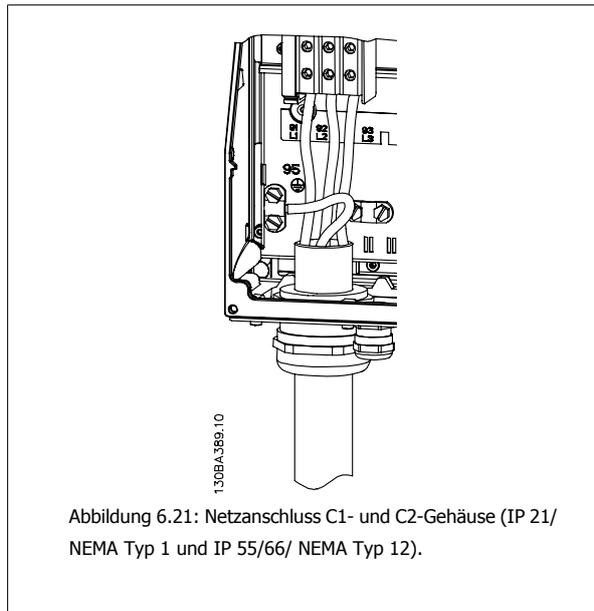


Abbildung 6.21: Netzanschluss C1- und C2-Gehäuse (IP 21/ NEMA Typ 1 und IP 55/66/ NEMA Typ 12).

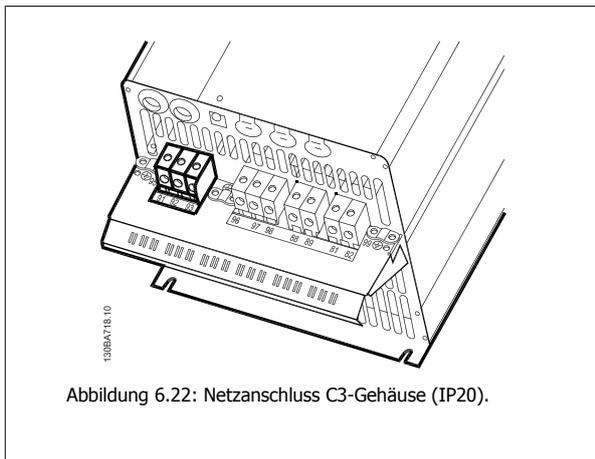


Abbildung 6.22: Netzanschluss C3-Gehäuse (IP20).

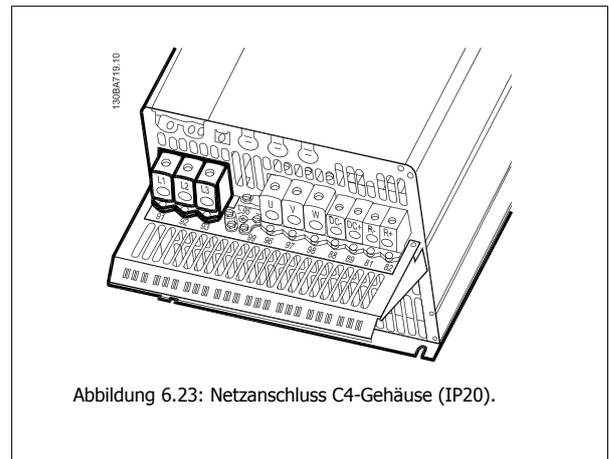


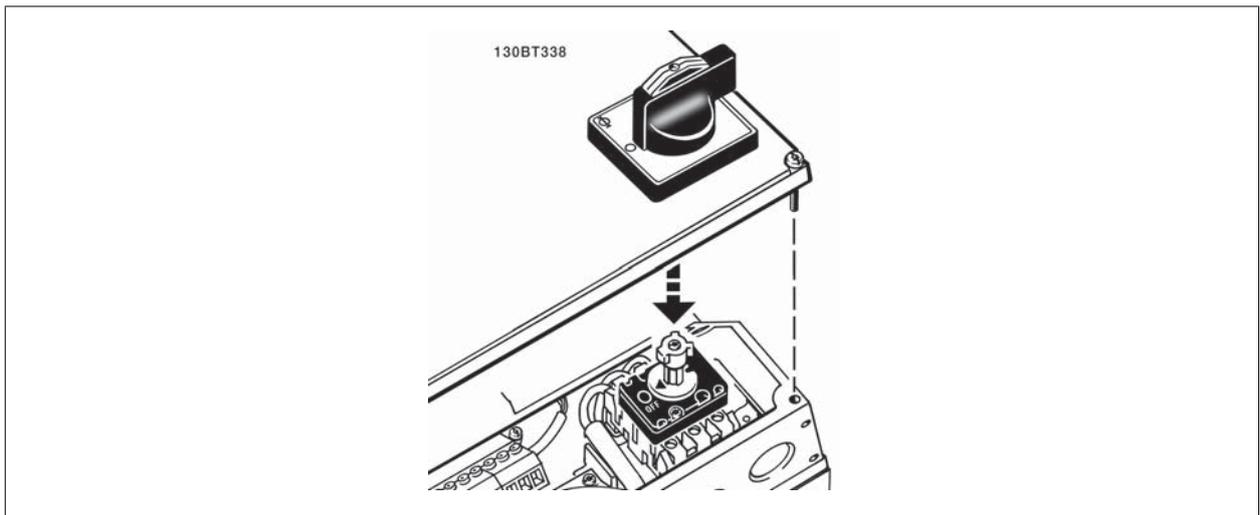
Abbildung 6.23: Netzanschluss C4-Gehäuse (IP20).

In der Regel werden ungeschirmte Kabel als Leistungskabel verwendet.

### 6.4.3 Netztrennschalter

Zusammenbau von IP55 / NEMA Typ 12 (A5-Gehäuse) mit Netztrennschalter

Der Netztrennschalter befindet sich links auf den B1-, B2-, C1- und C2-Gehäusen. Auf A5-Gehäusen befindet sich der Netztrennschalter rechts.



Gehäuse:	Typ:
A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303
C1 30 kW Hohe Überlast	Kraus&Naimer KG100 T303
C1 37-45 kW Hohe Überlast	Kraus&Naimer KG105 T303
C2 55 kW Hohe Überlast	Kraus&Naimer KG160 T303
C2 75 kW Hohe Überlast	Kraus&Naimer KG250 T303

### 6.4.4 Motoranschluss



#### ACHTUNG!

Das Motorkabel muss abgeschirmt sein. Bei Verwendung eines nicht abgeschirmten Kabels werden einige EMV-Anforderungen nicht erfüllt. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten. Nähere Informationen finden Sie unter *EMV-Prüfergebnisse*.

Hinweise zu korrekten Maßen von Motorkabelquerschnitt und -länge finden Sie im Kapitel Allgemeine technische Daten.

**Abschirmung von Kabeln:** Vermeiden Sie verdrehte Schirmenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind. Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung an der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden (großflächige Schirmauflage).

Schließen Sie den Motorkabelschirm am Schirmblech des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Motors an.

Stellen Sie die Schirmungsverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Schirmbügel) her. Dies kann unter Verwendung des im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthaltenen Zubehörs erfolgen.

Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder ein Motorrelais zu installieren), muss die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden.

6

**Kabellänge und -querschnitt:** Der Frequenzumrichter ist mit einer bestimmten Kabellänge und einem bestimmten Kabelquerschnitt getestet worden. Wird der Kabelquerschnitt erhöht, so erhöht sich auch der kapazitive Widerstand des Kabels – und damit der Ableitstrom –, sodass die Kabellänge dann entsprechend verringert werden muss. Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Rauschen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.

**Taktfrequenz:** Wenn der Frequenzumrichter zusammen mit einem Sinusfilter verwendet wird, um z. B. die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz in Parameter 14-01 entsprechend der Angabe zu dem verwendeten Sinusfilter eingestellt werden.

1. Montieren Sie das Abschirmblech unten am Frequenzumrichter mit den Schrauben und Unterlegscheiben aus dem Montagezubehör.
2. Schließen Sie die drei Phasen des Motorkabels an den Klemmen 96 (U), 97 (V), 98 (W) an.
3. Schließen Sie den PE-Leiter mit der passenden Schraube aus dem Zubehör an Klemme 99 auf dem Abschirmblech an.
4. Stecken Sie die Motor-Anschlussstecker mit den Klemmen 96 (U), 97 (V) und 98 (W) auf die Klemmen mit der Bezeichnung MOTOR (bis 7,5 kW).
5. Befestigen Sie das abgeschirmte Kabel mit Schrauben und Unterlegscheiben aus dem Montagezubehör am Abschirmblech.

Alle dreiphasigen Standard-Asynchronmotoren können an den Frequenzumrichter angeschlossen werden. Normalerweise wird für kleine Motoren Sternschaltung verwendet (230/400 V, Y), Größere Motoren sind in der Regel mit Dreieckschaltung angeschlossen (400/690 V,  $\Delta$ ). Schaltungsart (Stern/Dreieck) und Anschlussspannung sind auf dem Motortypenschild angegeben.

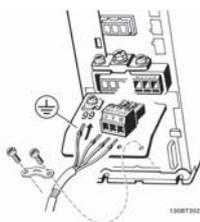


Abbildung 6.24: Motoranschluss für A1, A2 und A3

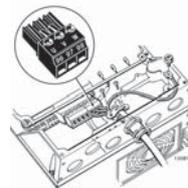


Abbildung 6.25: Motoranschluss für A5-Gehäuse (IP 55/66/NEMA Typ 12)

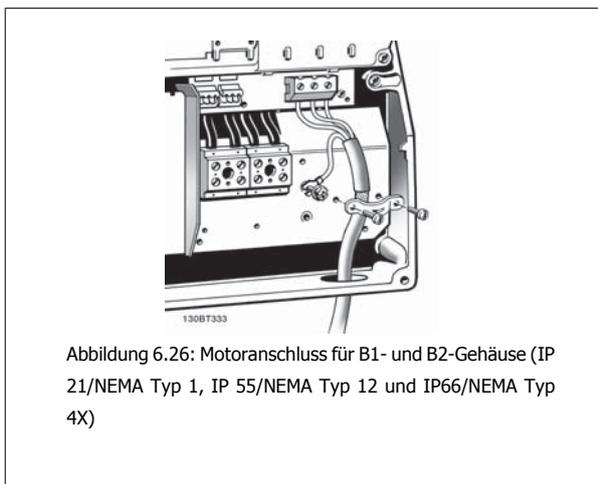


Abbildung 6.26: Motoranschluss für B1- und B2-Gehäuse (IP 21/NEMA Typ 1, IP 55/NEMA Typ 12 und IP66/NEMA Typ 4X)

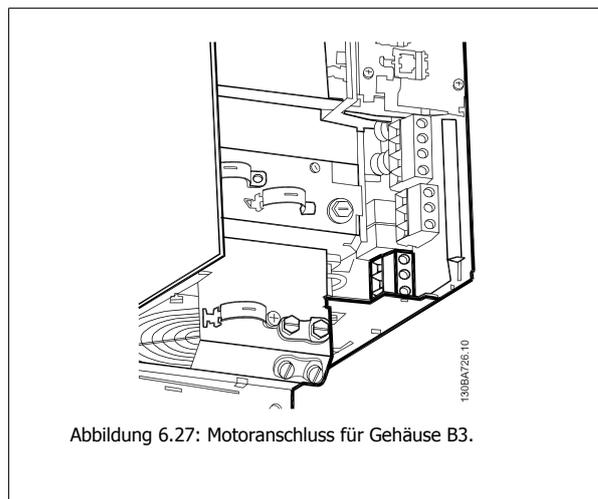


Abbildung 6.27: Motoranschluss für Gehäuse B3.

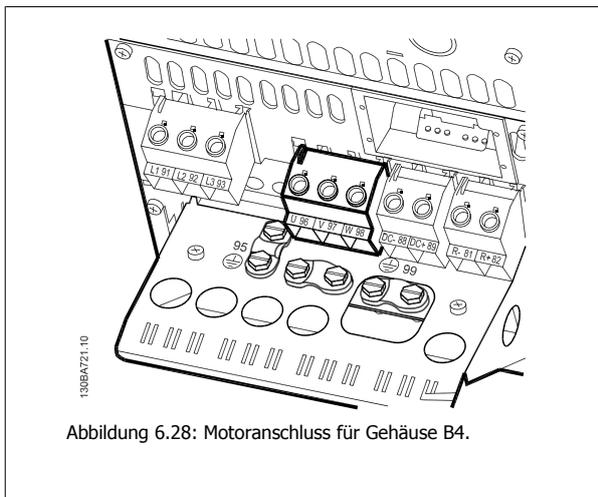


Abbildung 6.28: Motoranschluss für Gehäuse B4.

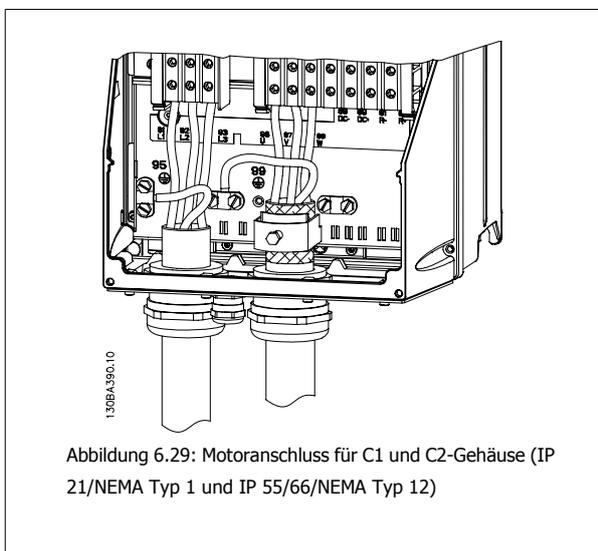


Abbildung 6.29: Motoranschluss für C1 und C2-Gehäuse (IP 21/NEMA Typ 1 und IP 55/66/NEMA Typ 12)

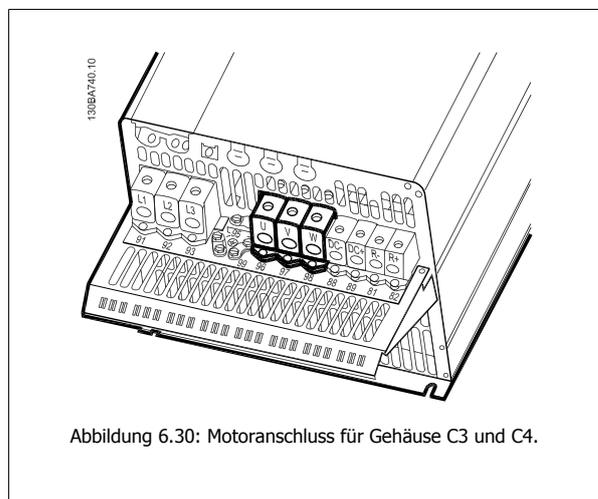


Abbildung 6.30: Motoranschluss für Gehäuse C3 und C4.

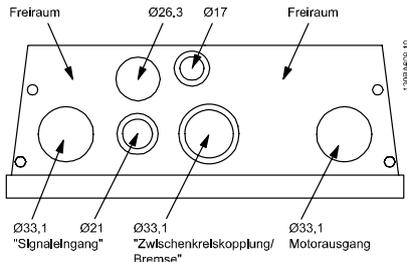


Abbildung 6.31: Kabeleinführungsöffnungen für Gehäuse B1. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung, und es sind andere Lösungen möglich.

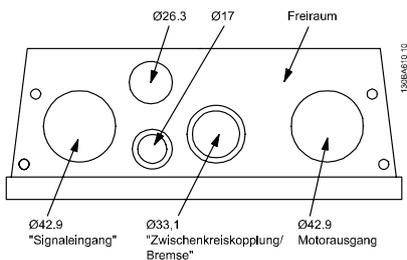


Abbildung 6.32: Kabeleinführungsöffnungen für Gehäuse B2. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung, und es sind andere Lösungen möglich.

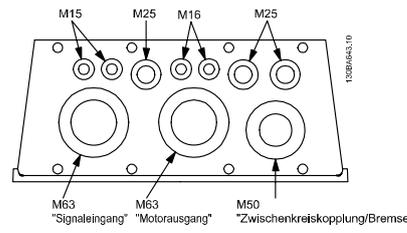


Abbildung 6.33: Kabeleinführungsöffnungen für Gehäuse C1. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung, und es sind andere Lösungen möglich.

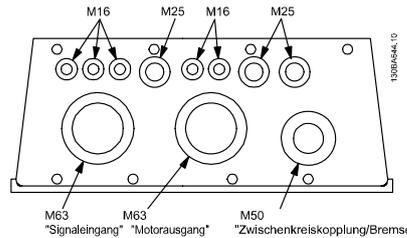
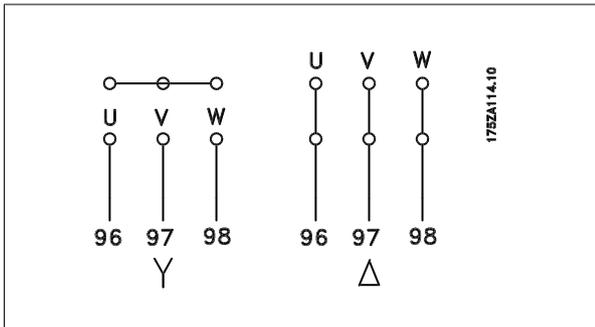


Abbildung 6.34: Kabeleinführungsöffnungen für Gehäuse C2. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung, und es sind andere Lösungen möglich.

Klemme Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspannung 0-100 % der Netzspannung (Anschlussklemmen am FC 300)
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Dreieckschaltung
	W2	U2	V2		Anschlussklemmen am Motor
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Sternschaltung (U2, V2, W2) U2, V2, W2 sind miteinander zu verbinden.

<sup>1)</sup>Schutzleiteranschluss



**ACHTUNG!**

Bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder eine geeignete Isolation, welche für den Betrieb an einem Zwischenkreisumrichter benötigt wird, muss ein LC-Filter am Ausgang des Frequenzumrichters vorgesehen werden.

## 6.5 Elektrische Installation - Gehäuse D und E



**ACHTUNG!**

In diesem Abschnitt wird die elektrische Installation der Gehäuse D und E beschrieben. Die elektrische Installation von kleineren Frequenzumrichtern wurde bereits in einem vorangegangenen Abschnitt behandelt.

### 6.5.1 Steuerleitungen

**Steuerkabelführung**

Alle Steuerleitungen mit der festgelegten Steuerkabelführung befestigen (siehe Abbildung). Denken Sie daran, die Abschirmungen ordnungsgemäß anzuschließen, um optimale elektrische Störfestigkeit sicherzustellen.

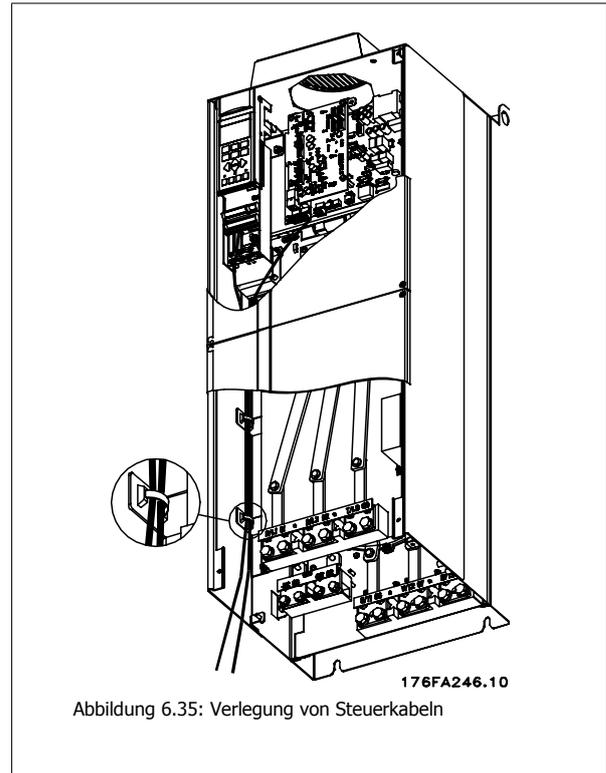


Abbildung 6.35: Verlegung von Steuerkabeln

**Feldbus-Anschluss**

Anschlüsse werden an die entsprechenden Optionen auf der Steuerkarte hergestellt. Nähere Informationen siehe das entsprechende Feldbus-Produktshandbuch. Das Kabel muss an der linken Innenseite des Frequenzumrichters verlegt und zusammen mit anderen Steuerleitungen befestigt werden.

Bei den Geräten mit IP00 (Chassis) und IP21 (NEMA 1) kann der Feldbus ebenfalls wie unten abgebildet von der Oberseite des Geräts angeschlossen werden. Beim IP21-Gerät (NEMA 1) muss eine Abdeckplatte entfernt werden.



Abbildung 6.36: Anschluss von oben für Feldbus

**Installation der externen 24 Volt-DC-Versorgung**

Drehmoment: 0,5 - 0,6 Nm

Schraubengröße: M3

Nr.	Funktion
35 (-), 36 (+)	Externe 24 V DC-Versorgung

Die externe 24 V DC-Versorgung dient als Niederspannungsversorgung der Steuerkarte sowie etwaiger eingebauter Optionskarten. Dies ermöglicht den vollständigen Betrieb des LCP (einschl. Parametrierung) ohne Anschluss der Netzstromversorgung. Beachten Sie, dass eine Spannungswarnung gegeben wird, wenn 24 V DC angeschlossen wurden; es erfolgt jedoch keine Abschaltung.



Zur ordnungsgemäßen galvanischen Trennung (gemäß PELV) an den Steuerklemmen des Frequenzumrichters ist eine 24 V DC-Versorgung vom Typ PELV zu verwenden.

## 6

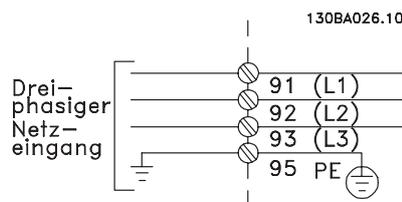
**6.5.2 Leistungsanschlüsse****Kabel und Sicherungen****ACHTUNG!****Allgemeiner Hinweis zu Kabeln**

Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Verwenden Sie nach Möglichkeit Kupferleiter (75 °C).

Die Leistungskabelanschlüsse sind wie nachstehend abgebildet angeordnet. Die Dimensionierung des Kabelquerschnitts muss gemäß örtlichen und nationalen Vorschriften und Nennströmen erfolgen. Näheres siehe unter *Technische Daten*.

Zum Schutz des Frequenzumrichter müssen die empfohlenen Sicherungen verwendet werden oder das Gerät muss über integrierte Sicherungen verfügen. Empfohlene Sicherungen können den Tabellen im Abschnitt Sicherungen entnommen werden. Der Einsatz der richtigen Sicherungen gemäß örtlichen und nationalen Vorschriften muss sichergestellt werden.

Bei Varianten mit Hauptschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.

**ACHTUNG!**

Das Motorkabel muss abgeschirmt sein. Bei Verwendung eines nicht abgeschirmten Kabels werden einige EMV-Anforderungen nicht erfüllt. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten. Nähere Informationen hierzu unter *EMV-Spezifikationen* im *Projektierungshandbuch*.

Hinweise zu korrekten Maßen von Motorkabelquerschnitt und -länge finden Sie im Kapitel *Allgemeine technische Daten*.

**Abschirmung von Kabeln:**

Vermeiden Sie verdrehte Schirmenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind. Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung an der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden (großflächige Schirmauflage).

Schließen Sie den Motorkabelschirm am Schirmblech des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Motors an (z. B. EMV-Verschraubungen).

Stellen Sie die Schirmungsverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Schirmbügel) her. Dies kann unter Verwendung des im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthaltenen Zubehörs erfolgen.

**Kabellänge und -querschnitt:**

Der Frequenzumrichter ist mit einer bestimmten Kabellänge auf EMV getestet worden. Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.

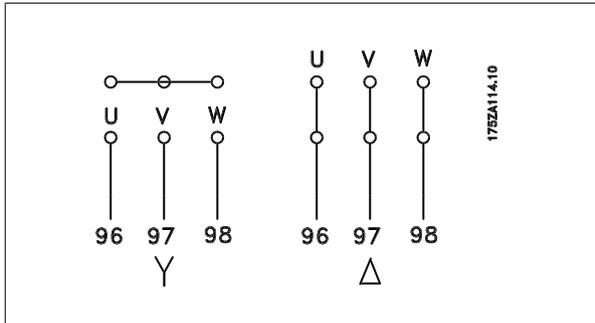
**Taktfrequenz:**

Wenn der Frequenzumrichter zusammen mit einem Sinusfilter verwendet wird, um z. B. die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz in Parameter 14-01 entsprechend der Angabe zu dem verwendeten Sinusfilter eingestellt werden.

Klemme Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspannung 0-100 % der Netzspannung (Anschlussklemmen am FC 100)
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Dreieckschaltung
	W2	U2	V2	PE <sup>1)</sup>	Anschlussklemmen am Motor
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Sternschaltung (U2, V2, W2) U2, V2, W2 sind miteinander zu verbinden.

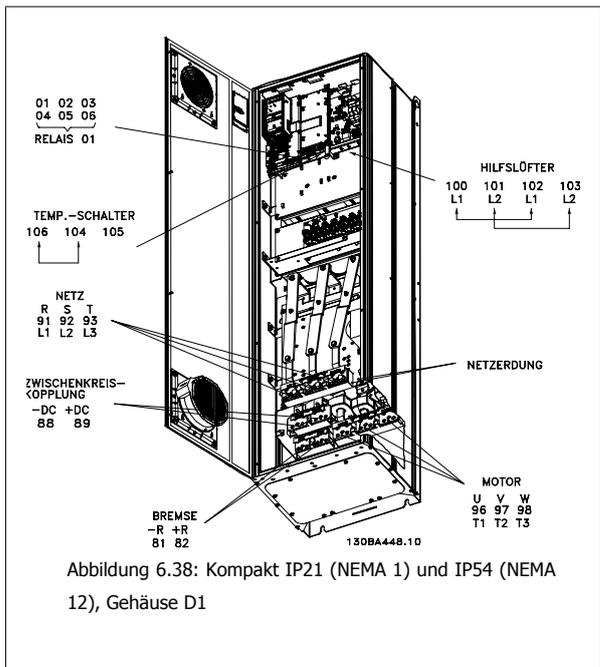
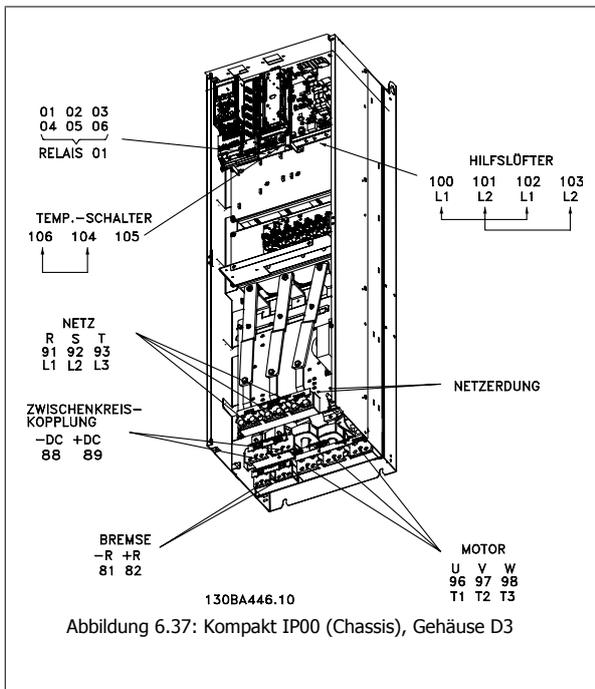


<sup>1)</sup>Schutzleiteranschluss

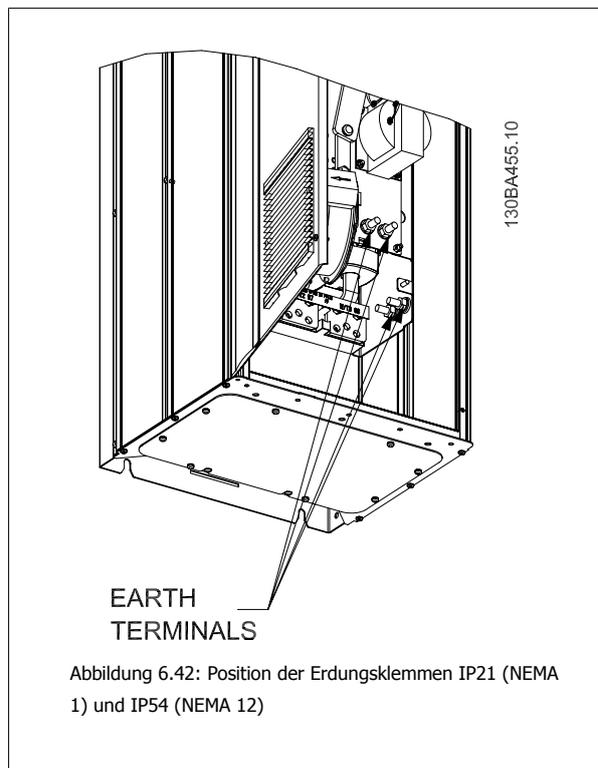
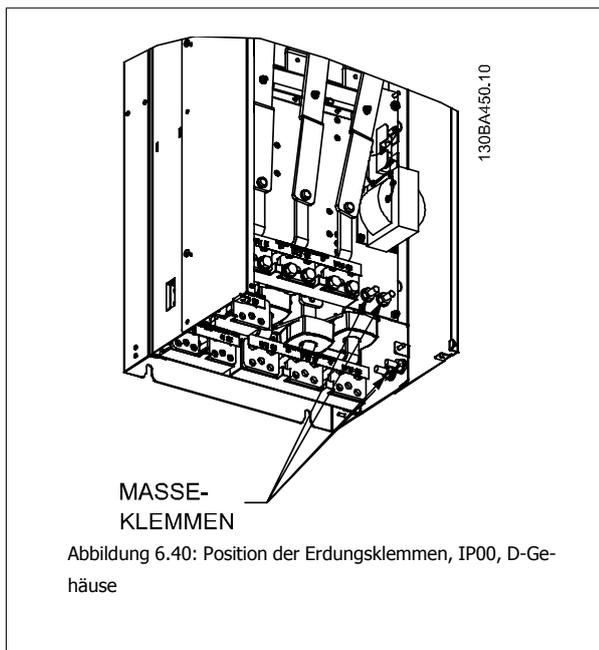
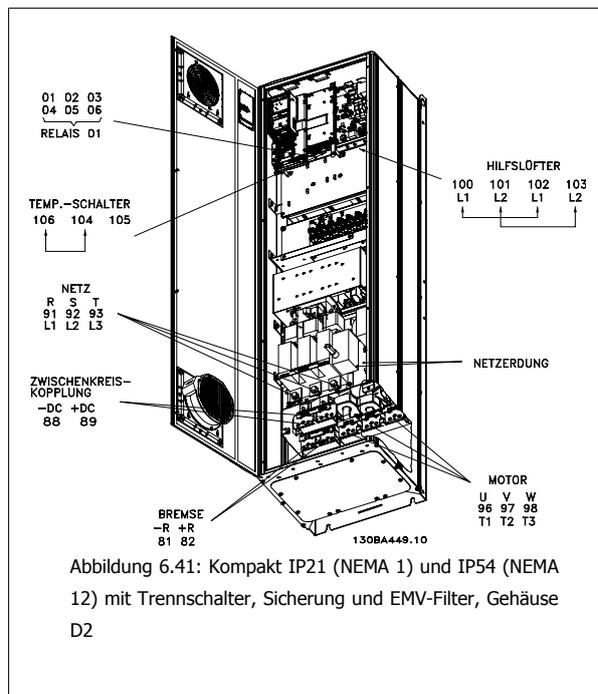
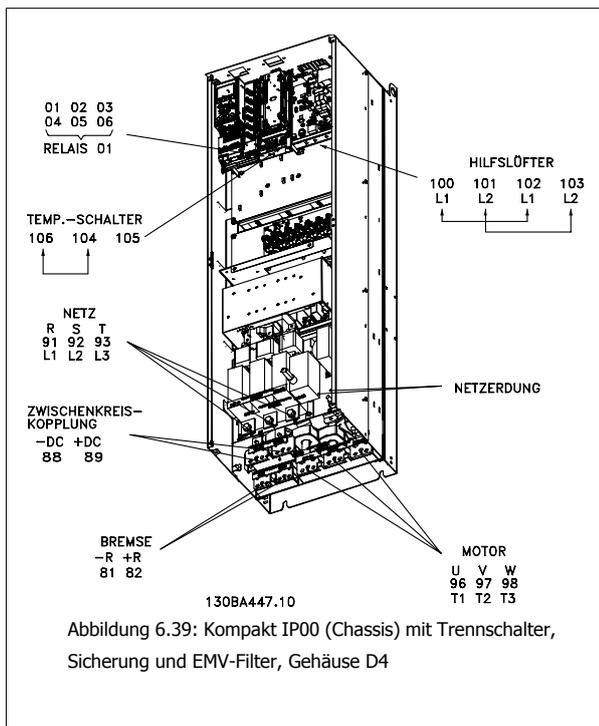


**ACHTUNG!**

Bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder eine geeignete Isolation, welche für den Betrieb an einem Zwischenkreisumrichter benötigt wird, muss ein LC-Filter am Ausgang des Frequenzumrichters vorgesehen werden.

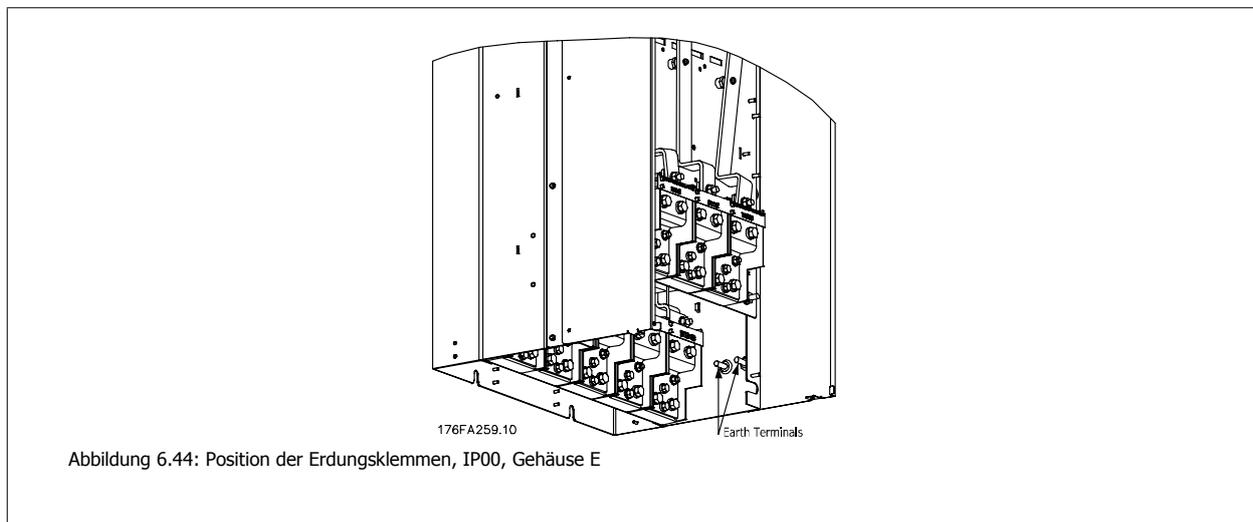
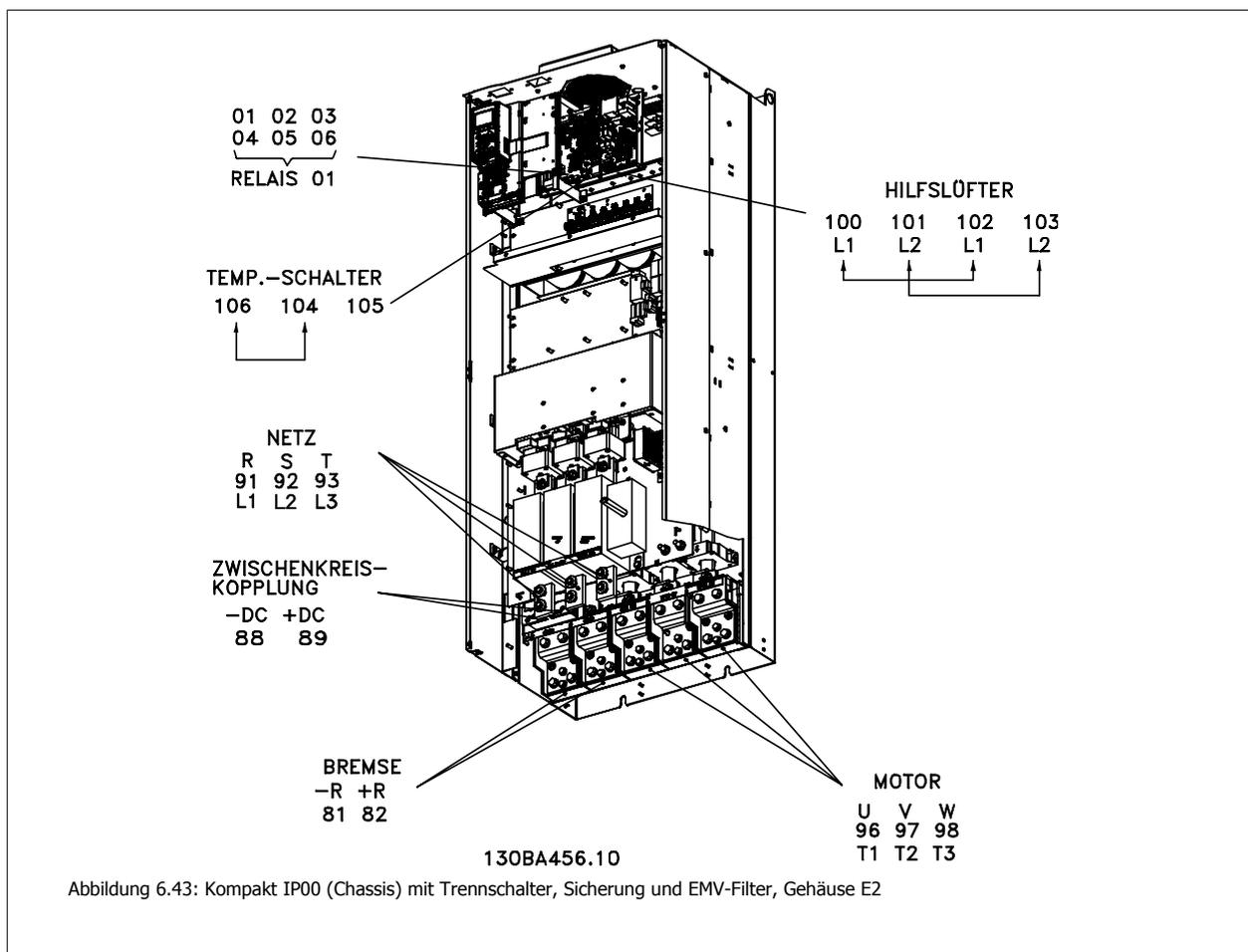


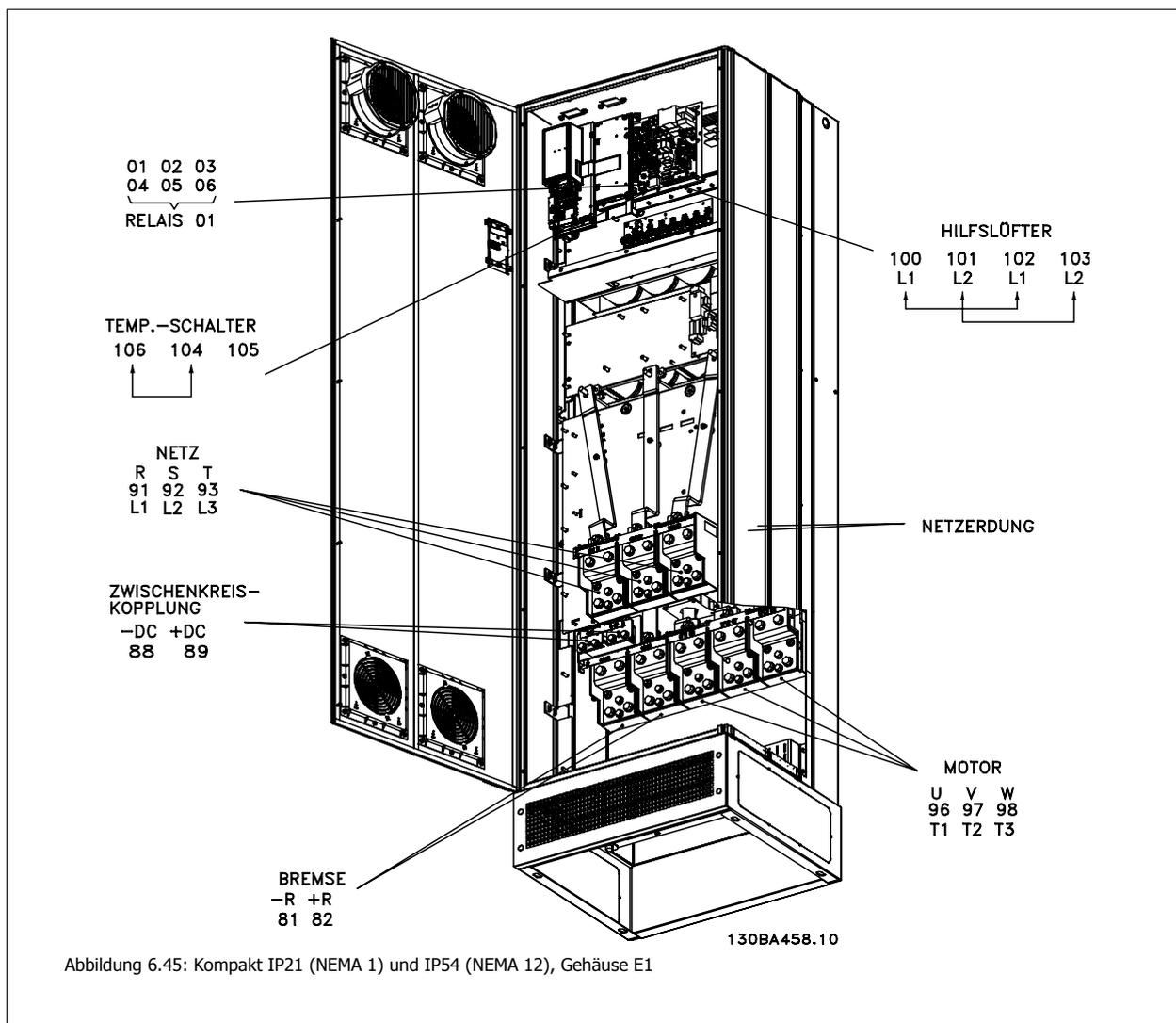
6



**ACHTUNG!**

D2 und D4 sind als Beispiel dargestellt. D1 und D3 sind gleichwertig.





### 6.5.3 Erdung

**Folgende grundlegenden Punkte müssen bei der Installation eines Frequenzumrichters beachtet werden, um die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) sicherzustellen.**

- Schutzerdung: Beachten Sie bitte, dass der Frequenzumrichter einen hohen Ableitstrom aufweist und deshalb aus Sicherheitsgründen vorschriftsmäßig zu erden ist. Beachten Sie die örtlichen Sicherheitsvorschriften.
- Hochfrequenzerdung: Halten Sie die Erdungskabelverbindungen so kurz wie möglich.

Schließen Sie die verschiedenen Erdungssysteme mit geringstmöglicher Kabelimpedanz an. Die geringstmögliche Leiterimpedanz ergibt sich bei Verwendung möglichst kurzer Motorkabel mit möglichst großer Leiteroberfläche.

Die Metallgehäuse der verschiedenen Geräte werden mit geringstmöglicher HF-Impedanz an der Schrankrückwand montiert. Dadurch werden unterschiedliche HF-Spannungen für die einzelnen Geräte sowie das Risiko von Funkstörungsströmen in Verbindungskabeln vermieden, die möglicherweise zwischen den Geräten verwendet werden. Funkstörungen werden so reduziert.

Verwenden Sie zum Erreichen einer niedrigen HF-Impedanz die Befestigungsschrauben der Geräte als HF-Verbindungen zur Rückwand. Es ist dabei notwendig, den isolierenden Lack oder Sonstiges von den Befestigungspunkten zu entfernen.

### 6.5.4 Zusätzlicher Schutz (RCD)

Fehlerstromschutzschalter, zusätzliche Schutzerdung oder Erdung können ein zusätzlicher Schutz sein, vorausgesetzt, die örtlichen Sicherheitsvorschriften werden eingehalten.

Bei Erdungsfehlern können Gleichspannungsanteile im Fehlerstrom entstehen.

Fehlerstromschutzschalter sind ggf. gemäß den örtlichen Vorschriften anzuwenden. Die Schutzschalter müssen zum Schutz von dreiphasigen Geräten mit Gleichrichterbrücke und für kurzzeitiges Ableiten von Impulsstromspitzen im Einschaltmoment geeignet sein.

Siehe auch Abschnitt *Besondere Bedingungen* im Projektierungshandbuch.

### 6.5.5 EMV-Schalter

#### Ungeerdete Netzversorgung

Wird der Frequenzumrichter von einer isolierten Netzstromquelle (IT-Netz, potentialfreie Dreieckschaltung und geerdete Dreieckschaltung) oder TT/TN-S Netz mit geerdetem Zweig versorgt, so wird empfohlen, den EMV-Schalter über Par. 14-50 auf OFF (AUS) zu stellen <sup>1)</sup>. Siehe dazu IEC 364-3. Falls optimale EMV-Leistung benötigt wird, parallele Motoren angeschlossen werden oder das Motorkabel länger als 25 m ist, wird empfohlen, Par. 14-50 auf [Ein] zu stellen.

<sup>1)</sup> Für Frequenzumrichter mit 525-600/690 V nicht verfügbar.

In der AUS-Stellung sind die internen EMV-Kapazitäten (Filterkondensatoren) zwischen Chassis und Zwischenkreis abgeschaltet, um Schäden am Zwischenkreis zu vermeiden und die Erdkapazitätsströme (gemäß IEC 61800-3) zu verringern.

Beachten Sie bitte auch den Anwendungshinweis *VLT im IT-Netz*, MN.90.CX.02. Es ist wichtig, Isolationsmonitore zu verwenden, die zusammen mit der Leistungselektronik einsetzbar sind (IEC 61557-8).

### 6.5.6 Drehmomentregler

Beim Anziehen aller elektrischen Anschlüsse ist es sehr wichtig, diese mit dem richtigen Drehmoment anzuziehen. Ein zu hohes oder niedriges Drehmoment ergibt schlechten elektrischen Anschluss. Stellen Sie das richtige Drehmoment mit einem Drehmomentschlüssel sicher.



Gehäuse	Klemme	Drehmomentregler	Schraubengröße
D1, D2, D3 und D4	Netz	19 Nm	M10
	Motor		
	Zwischenkreiskopplung	9,5	M8
	Bremse		
E1 und E2	Netz	19 Nm	M10
	Motor		
	Zwischenkreiskopplung		
	Bremse	9,5	M8

Tabelle 6.5: Anzugsmoment für Klemmen

### 6.5.7 Abgeschirmte Kabel

Der richtige Anschluss abgeschirmter Kabel ist wichtig, um hohe EMV-Immunität und niedrige Störstrahlungen sicherzustellen.

#### Der Anschluss kann über Kabelverschraubungen oder Kabelbügel erfolgen:

- EMV-Kabelverschraubungen: Allgemein erhältliche Kabelverschraubungen können verwendet werden, um optimalen EMV-Anschluss sicherzustellen.
- EMV-Kabelbügel: Kabelbügel für einfachen Anschluss sind im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthalten.

### 6.5.8 Motorkabel

Der Motor muss an die Klemmen U/T1/96, V/T2/97, W/T3/98 angeschlossen werden, Erde an Klemme 99. Mit dem Frequenzumrichter können alle dreiphasigen Standardmotoren eingesetzt werden. Die Werkseinstellung ist Rechtsdrehung, wobei der Ausgang des VLT Frequenzumrichters folgendermaßen geschaltet ist:

6

Klemmennummer	Funktion
96, 97, 98, 99	Mains U/T1, V/T2, W/T3 Masse/Erde

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klemme U/T1/96 an U-Phase</li> <li>• Klemme V/T2/97 an V-Phase</li> <li>• Klemme W/T3/98 an W-Phase</li> </ul>	

Die Drehrichtung kann durch Vertauschen zweier Phasen des Motorkabels oder durch Ändern der Einstellung in Par. 4-10 umgekehrt werden.

### 6.5.9 Bremskabel

(Nur Standard bei Buchstabe B an Stelle 18 des Typencodes.)

Klemmennummer	Funktion
81, 82	Bremswiderstandsklemmen

Das Anschlusskabel für den Bremswiderstand muss abgeschirmt sein. Die Abschirmung ist mittels Schirmbügeln mit dem leitenden Grundblech des Frequenzumrichters und dem Metallgehäuse des Bremswiderstandes zu verbinden.

Die Größe des Kabelquerschnitts muss dem Bremsmoment entsprechen. Weitere Hinweise zur sicheren Installation siehe auch *Bremsanleitung MI.90.FX.YY* sowie *MI.50.SX.YY*.



Beachten Sie bitte, dass je nach Versorgungsspannung an den Klemmen Spannungen bis zu 1099 V DC auftreten können.

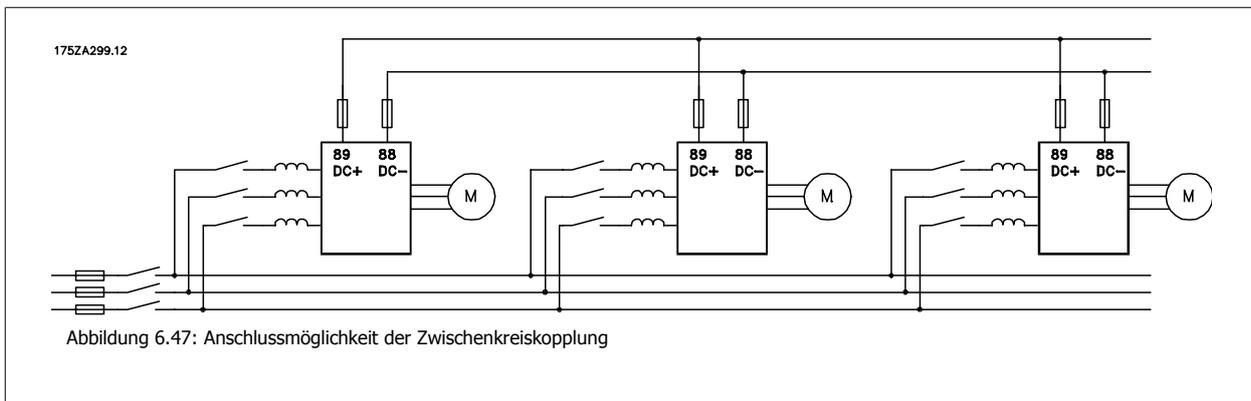
### 6.5.10 Zwischenkreiskopplung

(Nur bei Buchstabe D an Stelle 21 des Typencodes erweitert.)

Klempfennummer	Funktion
88, 89	Zwischenkreiskopplung

Das Anschlusskabel muss abgeschirmt sein. Die max. Länge zwischen Frequenzrichter und DC-Sammelschiene beträgt 25 m. Die Zwischenkreiskopplung ermöglicht einen Lastausgleich beim Zusammenschalten mehrerer Frequenzrichter über die DC-Zwischenkreise.

Beachten Sie, dass die Spannung an den Klemmen bis zu 1099 V DC betragen kann. Die Zwischenkreiskopplung ist nur mit Sonderzubehör möglich. Weitere Informationen erhalten Sie bei Danfoss.



### 6.5.11 Abschirmung gegen Störspannungen

Montieren Sie vor dem Anschluss des Netzstromkabels die EMV-Metallabdeckung, um optimalen EMV-Schutz sicherzustellen.

HINWEIS: Die EMV-Metallabdeckung wird nur bei Geräten mit EMV-Filter mitgeliefert.



### 6.5.12 Netzanschluss

Die Netzversorgung muss an den Klemmen 91, 92, 93 angeschlossen sein. Erde/Masse wird an die Klemme rechts von Klemme 93 angeschlossen.

Klemmennummer	Funktion
91, 92, 93	Netz R/L1, S/L2, T/L3
94	Masse/Erde



Prüfen Sie, ob die Netzspannung Ihrer Anlage der auf dem Typenschild des Frequenzumrichters angegebenen Netzspannung entspricht.

Stellen Sie sicher, dass die Stromversorgung den notwendigen Strom zum Frequenzumrichter liefern kann.

Hat das Gerät keine integrierten Sicherungen, muss sichergestellt werden, dass die entsprechenden Sicherungen den richtigen Nennstrom besitzen.

## 6

### 6.5.13 Externe Lüfterversorgung

Bei einer DC-Versorgung des Frequenzumrichters oder falls der Kühllüfter unabhängig von der Stromversorgung betrieben werden muss, kann eine externe Stromversorgung eingesetzt werden. Der Anschluss erfolgt an der Leistungskarte.

Klemmennummer	Funktion
100, 101	Zusatzversorgung S, T
102, 103	Interne Versorgung S, T

Der Steckanschluss auf der Leistungskarte dient zum Anschluss der Netzspannung für die Kühllüfter. Die Lüfter werden ab Werk für die Versorgung über eine gemeinsame Wechselstromleitung angeschlossen (Brücken zwischen 100-102 und 101-103). Falls eine externe Versorgung benötigt wird, werden die Brücken entfernt und die Versorgung an Klemmen 100 und 101 angeschlossen. Eine 5-A-Sicherung sollte zur Absicherung verwendet werden. Bei UL-Anwendungen sollte dies eine Littelfuse KLK-5 oder eine vergleichbare Sicherung sein.

## 6.6 Elektrische Installation - fortgesetzt, alle Gehäuse

### 6.6.1 Sicherungen

**Abzweigschutz:**

Zum Schutz der Anlage vor elektrischen Gefahren und Bränden müssen alle Abzweige in einer Installation, Schaltvorrichtungen, Maschinen usw. in Übereinstimmung mit den nationalen/internationalen Vorschriften mit einem Kurzschluss- und Überstromschutz versehen sein.

**Kurzschluss-Schutz:**

Der Frequenzumrichter muss gegen Kurzschluss abgesichert werden, um elektrische Gefahren und ein Brandrisiko zu vermeiden. Danfoss empfiehlt die im Folgenden aufgeführten Sicherungen, um das Bedienpersonal und die Installation im Fall einer internen Funktionsstörung im Frequenzumrichter zu schützen. Der FC 300 selbst gewährleistet einen vollständigen Kurzschluss-Schutz am Motorausgang.

**Überstromschutz:**

Für einen Überlastschutz ist zu sorgen, um eine Brandgefahr wegen Überhitzung der Kabel in der Anlage auszuschließen. Der Frequenzumrichter verfügt über einen internen Überstromschutz, der als Überlastschutz zwischen FC 300 und Motor verwendet werden kann (nicht UL/cUL-zugelassen). Siehe Par. 4-18. Darüber hinaus können Sicherungen oder Trennschalter als Überstromschutz in der Anlage verwendet werden. Überstromschutz muss stets gemäß den nationalen Vorschriften ausgeführt werden.

Die Sicherungen müssen für einen Kurzschlussstrom von max. 100.000 A<sub>rms</sub> (symmetrisch) bei 500 V ausgelegt sein.

**Keine UL-Konformität**

Wenn keine Übereinstimmung mit der UL/cUL-Zulassung bestehen muss, können folgende Sicherungen in Übereinstimmung mit EN 50178 gewählt werden:

Im Fall einer Fehlfunktion kann die Nichtbeachtung der Empfehlung zu vermeidbaren Schäden am Frequenzumrichter führen.

	Max. Sicherungsgröße <sup>1)</sup>	Spannung	Typ
K25-K75	10A	200-240 V	Typ gG
1K1-2K2	20A	200-240 V	Typ gG
3K0-3K7	32A	200-240 V	Typ gG
5K5-7K5	63A	380-500 V	Typ gG
11K	80A	380-500 V	Typ gG
15K-18K5	125A	380-500 V	Typ gG
22K	160A	380-500 V	Typ aR
30K	200A	380-500 V	Typ aR
37K	250A	380-500 V	Typ aR

1) Max. Sicherungen – siehe nationale/internationale Vorschriften zur Auswahl einer geeigneten Sicherungsgröße.

	Max. Sicherungsgröße <sup>1)</sup>	Spannung	Typ
K37-1K5	10A	380-500 V	Typ gG
2K2-4K0	20A	380-500 V	Typ gG
5K5-7K5	32A	380-500 V	Typ gG
11K-18K	63A	380-500 V	Typ gG
22K	80A	380-500 V	Typ gG
30K	100A	380-500 V	Typ gG
37K	125A	380-500 V	Typ gG
45K	160A	380-500 V	Typ aR
55K-75K	250A	380-500 V	Typ aR



**UL-Konformität****200-240 V**

kW	Bussmann Typ RK1	Bussmann Typ J	Bussmann Typ T	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC
K25-K37	KTN-R05	JKS-05	JJN-06	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
K55-1K1	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1K5	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2K2	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3K0	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3K7	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5K5	KTN-R50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7K5	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15K-18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	-	-	-

kW	SIBA Typ RK1	Littelfuse Typ RK1	Ferraz- Shawmut Typ CC	Ferraz- Shawmut Typ RK1
K25-K37	5017906-005	KLN-R05	ATM-R05	A2K-05R
K55-1K1	5017906-010	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R
1K5	5017906-016	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R
2K2	5017906-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R
3K0	5017906-025	KLN-R25	ATM-R25	A2K-25R
3K7	5012406-032	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R
5K5	5014006-050	KLN-R50	-	A2K-50R
7K5	5014006-063	KLN-R60	-	A2K-60R
11K	5014006-080	KLN-R80	-	A2K-80R
15K-18K5	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R

kW	Bussmann Typ JFHR2	SIBA Typ RK1	Littelfuse JFHR2	Ferraz- Shawmut JFHR2
22K	FWX-150	2028220-150	L25S-150	A25X-150
30K	FWX-200	2028220-200	L25S-200	A25X-200
37K	FWX-250	2028220-250	L25S-250	A25X-250

KTS-Sicherungen von Bussmann können KTN-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

FWH-Sicherungen von Bussmann können FWX-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

KLSR-Sicherungen von LITTEL FUSE können KLN-R-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

L50S-Sicherungen von LITTEL FUSE können L50S-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

A6KR-Sicherungen von FERRAZ SHAWMUT können A2KR-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

A50X-Sicherungen von FERRAZ SHAWMUT können A25X-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

**380-500 V**

kW	Bussmann Typ RK1	Bussmann Typ J	Bussmann Typ T	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC
K37-1K1	KTS-R6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1K5-2K2	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3K0	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4K0	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5K5	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7K5	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	-	-	-
45K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	-	-	-

	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
kW	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1
K37-1K1	5017906-006	KLS-R6	ATM-R6	A6K-6R
1K5-2K2	5017906-010	KLS-R10	ATM-R10	A6K-10R
3K0	5017906-016	KLS-R15	ATM-R15	A6K-15R
4K0	5017906-020	KLS-R20	ATM-R20	A6K-20R
5K5	5017906-025	KLS-R25	ATM-R25	A6K-25R
7K5	5012406-032	KLS-R30	ATM-R30	A6K-30R
11K	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
15K	5014006-050	KLS-R50	-	A6K-50R
18K	5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R
22K	2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R
30K	2028220-125	KLS-R100	-	A6K-100R
37K	2028220-125	KLS-R125	-	A6K-125R
45K	2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R

	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann
kW	JFHR2	Typ H	Typ T	JFHR2
55K	FWH-200	-	-	-
75K	FWH-250	-	-	-
90K	FWH-300	NOS-300	JJS-300	170M3017
P110	FWH-350	NOS-350	JJS-350	170M3018
P132	FWH-400	NOS-400	JJS-400	170M4012
P160	FWH-500	NOS-500	JJS-500	170M4014
P200	FWH-600	NOS-600	JJS-600	170M4016
P250	-	-	-	170M4017
				170M5013
P315	-	-	-	170M6013
P355	-	-	-	170M6013
P400	-	-	-	170M6013

	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
kW	Typ RK1	JFHR2	JFHR2	JFHR2
55K	2028220-200	L50S-225	-	A50-P225
75K	2028220-250	L50S-250	-	A50-P250
90K	2028220-315	L50S-300	-	A50-P300
P110	2028220-315	L50S-350	-	A50-P350
P132	206xx32-400	L50S-400	-	A50-P400
P160	206xx32-500	L50S-500	-	A50-P500
P200	206xx32-600	L50S-600	-	A50-P600
P250	2061032.700	-	6.9URD31D08A0700	-
P315	2063032.900	-	6.9URD33D08A0900	-
P355	2063032.900	-	6.9URD33D08A0900	-
P400	2063032.900	-	6.9URD33D08A0900	-

A50QS-Sicherungen von Ferraz-Shawmut können durch A50P-Sicherungen ausgetauscht werden.

Abgebildete 170M-Sicherungen von Bussman verwenden den optischen Kernmelder -/80. – Sicherungen TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ T mit Kernmelder der gleichen Größe und Amperezahl können ausgetauscht werden.

**550 - 600V**

	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ CC	Typ CC	Typ CC
K75-1K5	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
2K2-4K0	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
5K5-7K5	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20

	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut
kW	Typ RK1	Typ RK1	Typ RK1
K75-1K5	5017906-005	KLSR005	A6K-5R
2K2-4K0	5017906-010	KLSR010	A6K-10R
5K5-7K5	5017906-020	KLSR020	A6K-20R

	Bussmann	SIBA	Ferraz-Shawmut
kW	JFHR2	Typ RK1	Typ RK1
P37K	170M3013	2061032.125	6.6URD30D08A0125
P45K	170M3014	2061032.160	6.6URD30D08A0160
P55K	170M3015	2061032.200	6.6URD30D08A0200
P75K	170M3015	2061032.200	6.6URD30D08A0200
P90K	170M3016	2061032.250	6.6URD30D08A0250
P110K	170M3017	2061032.315	6.6URD30D08A0315
P132K	170M3018	2061032.350	6.6URD30D08A0350
P160K	170M4011	2061032.350	6.6URD30D08A0350
P200K	170M4012	2061032.400	6.6URD30D08A0400
P250K	170M4014	2061032.500	6.6URD30D08A0500
P315K	170M5011	2062032.550	6.6URD32D08A0550
P355K	170M4017	2061032.700	6.9URD31D08A0700
	170M5013		
P400K	170M4017	2061032.700	6.9URD31D08A0700
	170M5013		
P500K	170M6013	2063032.900	6.9URD33D08A0900
P560K	170M6013	2063032.900	6.9URD33D08A0900

Abgebildete 170M-Sicherungen von Bussman verwenden den optischen Kernmelder -/80. – Sicherungen TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ T mit Kernmelder der gleichen Größe und Amperezahl können ausgetauscht werden.

Bei 170M-Sicherungen von Bussmann in den 525-600/690 V FC 302 P37K-P75K-Frequenzumrichtern handelt es sich um Sicherungen des Typs 170M3015.

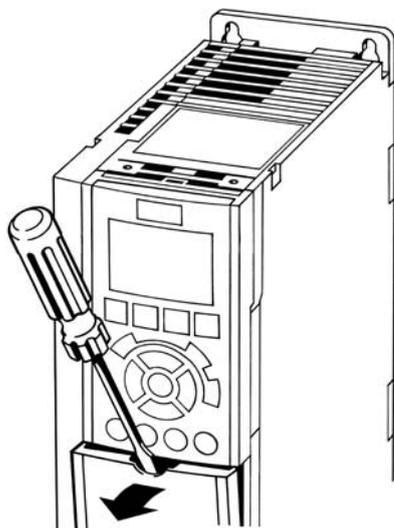
Bei 170M-Sicherungen von Bussmann in den 525-600/690V FC 302 P90K-P132-Frequenzumrichtern handelt es sich um Sicherungen des Typs 170M3018.

Bei 170M-Sicherungen von Bussmann in den 525-600/690V FC 302 P160-P315-Frequenzumrichtern handelt es sich um Sicherungen des Typs 170M5011.

6

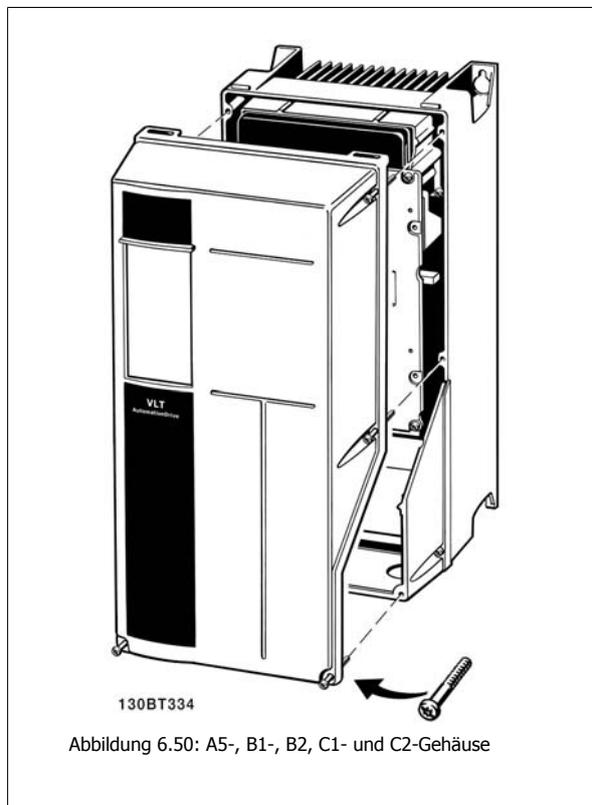
## 6.6.2 Zugang zu den Steuerklemmen

Alle Klemmen zu den Steuerkabeln befinden sich unter der Klemmenabdeckung vorn auf dem Frequenzumrichter. Entfernen Sie diese Klemmenabdeckung mithilfe eines Schraubendrehers (siehe Abbildung).



130BT304

Abbildung 6.49: A1-, A2-, A3-, B3-, B4-, C3- und C4-Gehäuse



130BT334

Abbildung 6.50: A5-, B1-, B2, C1- und C2-Gehäuse

### 6.6.3 Steuerklemmen

#### Steuerklemmen, FC 301

**Logische Aufteilung der Klemmen:**

1. 8-poliger Stecker mit digitalen Steuerklemmen.
2. 3-poliger Stecker mit RS-485-Busklemmen.
3. 6-poliger Stecker mit analogen Steuerklemmen.
4. USB-Anschluss.

#### Steuerklemmen, FC 302

**Logische Aufteilung der Klemmen:**

1. 10-poliger Stecker mit digitalen Steuerklemmen.
2. 3-poliger Stecker mit RS-485-Busklemmen.
3. 6-poliger Stecker mit analogen Steuerklemmen.
4. USB-Anschluss.

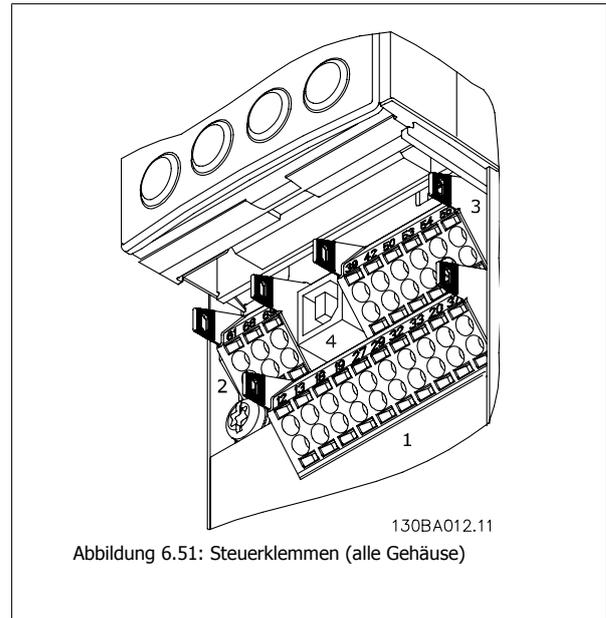


Abbildung 6.51: Steuerklemmen (alle Gehäuse)

### 6.6.4 Elektrische Installation, Steueranschlüsse

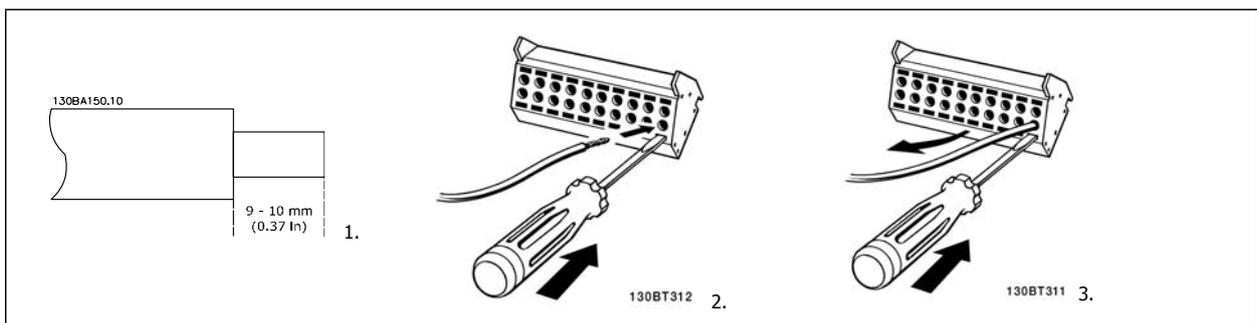
**Befestigen des Kabels in der Federzugklemme:**

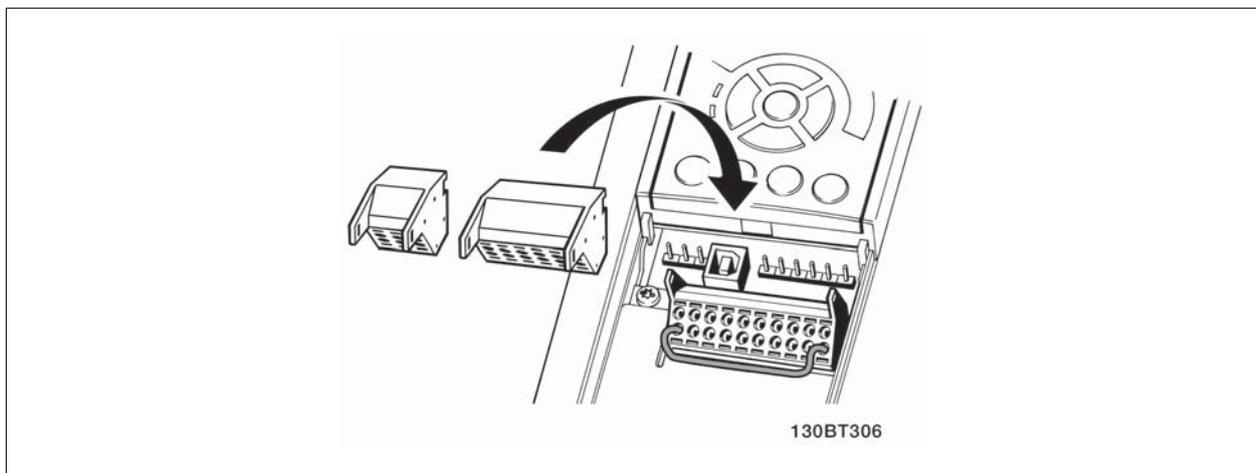
1. Kabel 9-10 mm abisolieren.
2. Führen Sie einen Schraubendreher<sup>1)</sup> in die rechteckige Öffnung ein, und öffnen Sie die Klemmfeder.
3. Kabel in die runde Klemmöffnung einführen.
4. Schraubendreher herausziehen. Das Kabel ist nun an der Klemme befestigt.

**Entfernen des Kabels aus der Federzugklemme:**

1. Führen Sie einen Schraubendreher<sup>1)</sup> in die rechteckige Öffnung ein, und öffnen Sie die Klemmfeder.
2. Kabel herausziehen.

<sup>1)</sup> Max. 0,4 x 2,5 mm





## 6

## 6.6.5 Einfaches Anschlussbeispiel

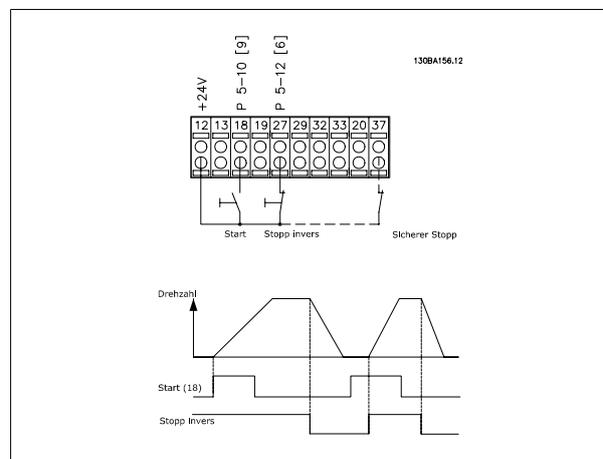
1. Stecken Sie die Klemmblöcke aus dem mitgelieferten Montagezubehör auf die zugehörige Stiftleiste des Frequenzumrichters.
2. Verbinden Sie für eine Startfreigabe die Klemmen 18, 27 und 37 (nur FC 302) mit Klemmen 12/13 (+24 V).

Werkseinstellungen:

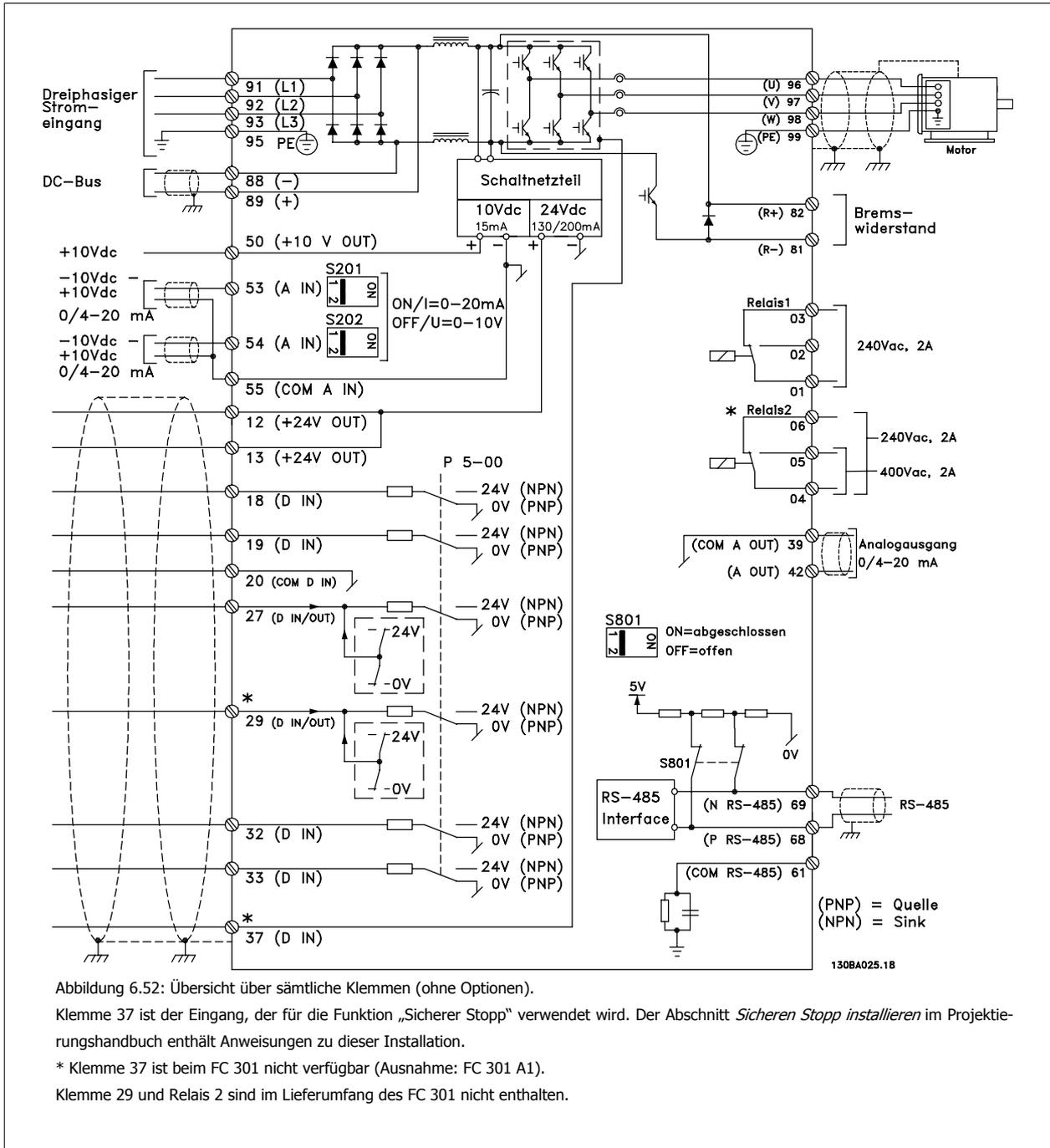
18 = Start, Par. 5-10 [9]

27 = Stopp invers, Par. 5-12 [6]

37 = Sicherer Stopp invers



### 6.6.6 Elektrische Installation, Steuerkabel



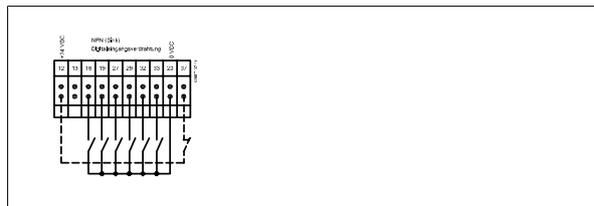
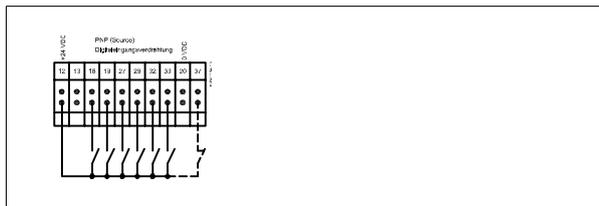
6

Sehr lange Steuerkabel und Analogsignale können in seltenen Fällen und je nach Installation infolge von Rauschen von den Netzstromkabeln zu 50/60 Hz-Brummschleifen führen.

In diesem Fall sollte getestet werden, ob durch einseitiges Auflegen des Kabelschirms bzw. durch Verbinden des Kabelschirms über einen 100-nF-Kondensator mit Masse eine Besserung herbeigeführt werden kann.

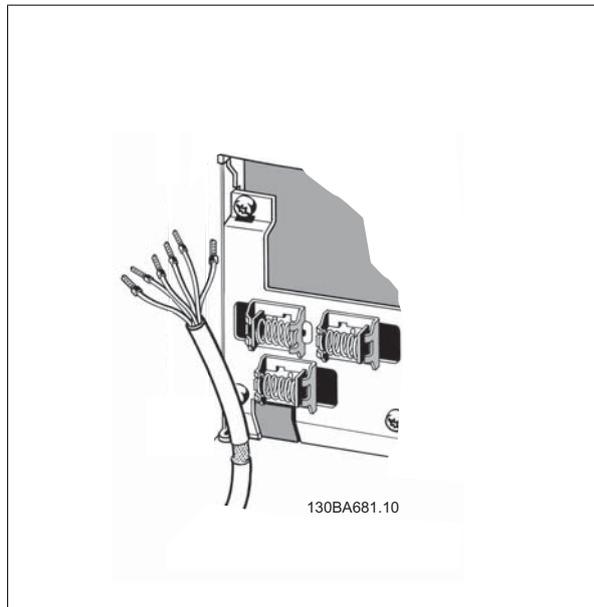
Die Digital- und Analogein- und -ausgänge müssen getrennt an die Gleichtakteingänge des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55, 39) angeschlossen werden, damit Erdströme von beiden Gruppen die anderen Gruppen nicht beeinträchtigen. Beispielsweise kann Einschalten des Digitaleingangs das analoge Eingangssignal stören.

#### Eingangspolarität der Steuerklemmen

**ACHTUNG!**

Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

Hinweise zur richtigen Terminierung von Steuerkabeln finden Sie im Abschnitt *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.



## 6

**6.6.7 Motorkabel**

Hinweise zu korrekten Maßen von Motorkabelquerschnitt und -länge finden Sie im Kapitel *Allgemeine technische Daten*.

- Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten.
- Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.
- Schließen Sie den Motorkabelschirm am Schirmblech des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Motors an (z. B. EMV-Verschraubungen).
- Stellen Sie die Schirmungsverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Schirmbügel) her. Dies kann unter Verwendung des im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthaltenen Zubehörs erfolgen.
- Vermeiden Sie verwirbelte Abschirmlitzen ("pigtails"), die Hochfrequenzabschirmungseffekte beeinträchtigen.
- Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder ein Motorrelais zu installieren), muss die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden.

**6.6.8 Elektrische Installation von Motorkabeln****Abschirmung von Kabeln**

Vermeiden Sie verdrehte Schirmenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind.

Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung an der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden (großflächige Schirmauflage).

**Kabellänge und -querschnitt**

Der Frequenzumrichter ist mit einer bestimmten Kabellänge und einem bestimmten Kabelquerschnitt getestet worden. Wird der Kabelquerschnitt erhöht, so erhöht sich auch der kapazitive Widerstand des Kabels - und damit der Ableitstrom - sodass die Kabellänge dann entsprechend verringert werden muss.

### Taktfrequenz

Wenn der Frequenzrichter zusammen mit einem Sinusfilter verwendet wird, um z. B. die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz in *Parameter 14-01* entsprechend der Angabe zu dem verwendeten Sinusfilter eingestellt werden.

### Aluminiumleiter

Von Aluminiumleitern ist abzuraten. Die Klemmen können zwar Aluminiumleiter aufnehmen, aber die Leiteroberfläche muss sauber sein, und Oxidation muss zuvor entfernt und durch neutrales, säurefreies Vaselinefett zukünftig verhindert werden.

Außerdem muss die Klemmschraube wegen der Weichheit des Aluminiums nach zwei Tagen nachgezogen werden. Es ist wichtig, dass der Anschluss gasdicht eingefettet ist, um erneute Oxidation zu verhindern.

## 6.6.9 Schalter S201, S202 und S801

Die Schalter S201 (A53) und S202 (A54) dienen dazu, die Betriebsart für Strom (0-20 mA) oder Spannung (-10 bis 10 V) für die Analogeingänge 53 bzw. 54 auszuwählen.

Schalter S801 (BUS TER.) kann benutzt werden, um für die serielle RS-485-Schnittstelle (Klemmen 68 und 69) die integrierten Busabschlusswiderstände zu aktivieren.

Siehe auch das *Diagramm* mit allen elektrischen Anschlüssen im Abschnitt *Elektrische Installation*.

### Werkseinstellung:

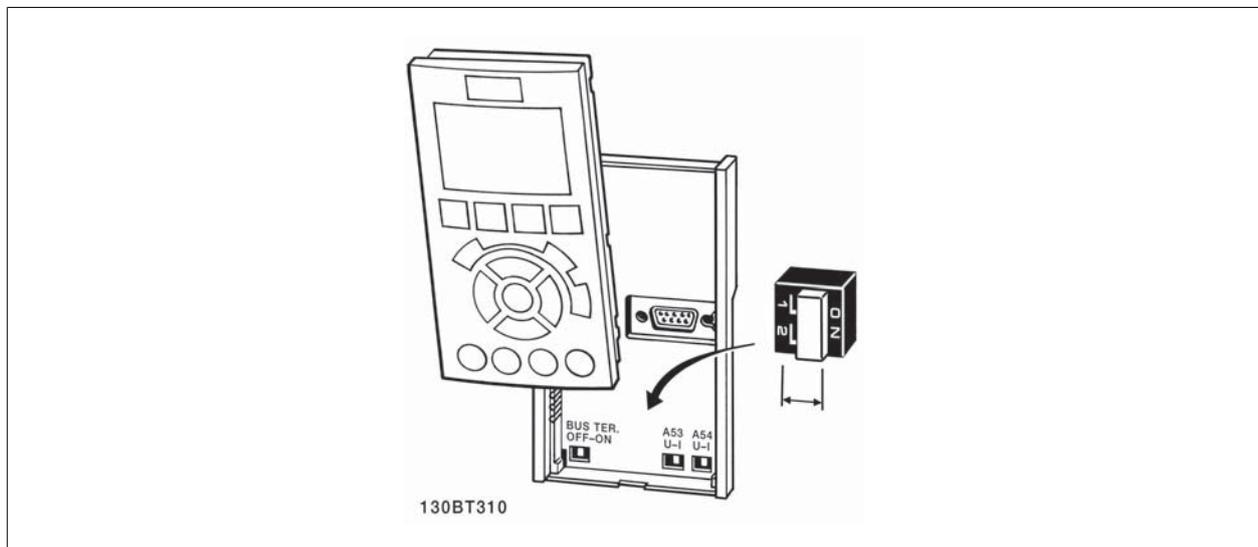
S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

S202 (A54) = AUS (Spannungseingang)

S801 (Busterminierung) = AUS



Beim Ändern der Funktion der Schalter S201, S202 und S801 darf ein Umschalten nicht mit Gewalt herbeigeführt werden. Nehmen Sie beim Bedienen der Schalter vorsichtshalber die LCP-Bedieneinheit ab. Die Schalter dürfen nur betätigt werden, wenn der Frequenzrichter spannungsfrei geschaltet ist.



### 6.7.1 Erste Inbetriebnahme und Test

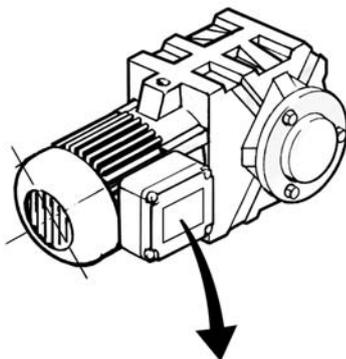
Um die Konfiguration zu testen und sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter funktioniert, kann folgendermaßen vorgegangen werden:

#### Schritt 1. Überprüfen Sie das Motor-Typenschild.



##### ACHTUNG!

Der Motor hat entweder Sternschaltung (Y) oder Dreieckschaltung ( $\Delta$ ). Diese Informationen befinden sich auf dem Typenschild.



<b>BAUER</b> D-73734 ESLINGEN	
3~ MOTOR NR. 1827421	2003
S/E005A9	
	1,5 kW
$n_2$ 31,5 /min.	400 Y V
$n_1$ 1400 /min.	50 Hz
$\cos \varphi$ 0,80	3,6 A
1,7L	
B	IP 65 H1/1A

130BT307

6

#### Schritt 2. Geben Sie die Motor-Typenschilddaten in der folgenden Reihenfolge in die entsprechenden Parameter ein.

Um diese Liste aufzurufen, drücken Sie erst die Taste [QUICK MENU] und wählen Sie dann „Q2 Quick Setup“ (Inbetriebnahme-Menü).

1.	Motornennleistung [kW] oder Motornennleistung [PS]	Par. 1-20 Par. 1-21
2.	Motornennspannung	Par. 1-22
3.	Motornennfrequenz	Par. 1-23
4.	Motornennstrom	Par. 1-24
5.	Motornendrehzahl	Par. 1-25

#### Schritt 3. Aktivieren Sie die Automatische Motoranpassung (AMA).

**Die Ausführung einer AMA stellt die optimale Motorleistung sicher. Bei der AMA werden exakt die elektrischen Ersatzschaltbilddaten des Motors gemessen und die interne Regelung optimiert.**

- Schließen Sie Klemme 37 an Klemme 12 an (falls Klemme 37 verfügbar ist).
- Schließen Sie Klemme 27 an Klemme 12 an, oder setzen Sie Par. 5-12 auf „Ohne Funktion“ (Par. 5-12 [0]).
- Aktivieren Sie die AMA in Par. 1-29
- Aktivieren Sie die AMA. Ist ein Sinusfilter vorhanden, darf nur die reduzierte AMA ausgeführt werden. Andernfalls ist das Sinusfilter während der AMA zu entfernen.
- Drücken Sie die [OK]-Taste. Im Display wird „AMA mit [Hand on]-Taste starten“ angezeigt.
- Drücken Sie die [Hand on]-Taste. Ein Statusbalken stellt den Verlauf der AMA dar.

#### AMA-Ausführung vorzeitig abbrechen

- Drücken Sie die [OFF]-Taste: der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm an, und am Display wird gemeldet, dass die AMA durch den Benutzer abgebrochen wurde.

**Erfolgreiche AMA**

1. Im Display wird „AMA mit [OK]-Taste beenden“ angezeigt.
2. Drücken Sie die [OK]-Taste, um die automatische Motoranpassung abzuschließen.

**Fehlgeschlagene AMA**

1. Der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm an. Eine Beschreibung des Alarms finden Sie im Abschnitt *Warnungen und Alarme*.
2. „Wert“ im Fehlerspeicher ([Alarm Log]-Taste) zeigt die zuletzt vor dem Alarm von der AMA ausgeführte Messsequenz. Diese Nummer zusammen mit der Beschreibung des Alarms hilft Ihnen bei der Fehlersuche. Geben Sie die Nummer und die Beschreibung des Alarms bei eventuellen Anrufen beim Danfoss-Service an.



**ACHTUNG!**

Häufige Ursache für eine fehlgeschlagene AMA sind falsch registrierte Motor-Typenschilddaten oder auch eine zu große Differenz zwischen Umrichter-/Motor-Nennleistung.

**Schritt 4. Drehzahlgrenze und Rampenzeit einstellen**

Minimaler Sollwert	Par. 3-02
Max. Sollwert	Par. 3-03

Tabelle 6.6: Stellen Sie die Grenzwerte für Drehzahl und Rampenzeit gemäß den Anforderungen ein.

Min. Drehzahl	Par. 4-11 bzw. 4-12
Max. Drehzahl	Par. 4-13 bzw. 4-14

Rampenzeit Auf 1	Par. 3-41
Rampenzeit Ab 1	Par. 3-42

## 6.8 Zusätzliche Verbindungen

### 6.8.1 Zwischenkreiskopplung

Die Zwischenkreisklemme wird zur Sicherung der DC-Versorgung verwendet. Dabei wird der Zwischenkreis von einer externen Gleichstromquelle versorgt.

Nummern verwendete Klemmen: 88, 89

Weitere Informationen erhalten Sie bei Danfoss.

### 6.8.2 Installation der Zwischenkreiskopplung

Das Anschlusskabel muss abgeschirmt sein. Die max. Länge zwischen Frequenzumrichter und DC-Sammelschiene beträgt 25 m.

6



**ACHTUNG!**

Der DC-Bus und die Zwischenkreiskopplung sind nur mit Sonderzubehör möglich und erfordern besondere Sicherheitsüberlegungen. Nähere Informationen finden Sie in der Anleitung zur Zwischenkreiskopplung MI.50.NX.YY.



**ACHTUNG!**

Zwischen den Klemmen können Spannungen bis zu 975 V DC (bei 600 V AC) auftreten.

### 6.8.3 Anschluss des Bremswiderstands

Das Anschlusskabel des Bremswiderstands muss abgeschirmt sein.

Gehäuse	A+B+C+D+F	A+B+C+D+F
Bremswiderstands- klemmen	81 R-	82 R+



**ACHTUNG!**

Das Bremsen mit Bremswiderstand ist nur mit Sonderzubehör möglich und erfordert besondere Sicherheitsüberlegungen. Weitere Informationen erhalten Sie bei Danfoss.

1. Benutzen Sie Schirmbügel oder EMV-Verschraubungen, um den Kabelschirm am Frequenzumrichter und am Abschirmblech des Bremswiderstands aufzulegen.
2. Der Querschnitt des Bremswiderstandskabels ist entsprechend der Nenndaten des verwendeten Bremswiderstands zu bemessen.



**ACHTUNG!**

Zwischen den Klemmen können Spannungen bis zu 975 V DC (bei 600 V AC) auftreten.



**ACHTUNG!**

Bei einem Kurzschluss in der Brems Elektronik des Frequenzumrichters kann ein eventueller Dauerstrom zum Bremswiderstand nur durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindert werden. Nur der Frequenzumrichter darf das Schütz steuern.

### 6.8.4 Relaisanschluss

Zum Einstellen der Relaisausgänge siehe Parametergruppe 5-4\* Relais.

Nr.	01 - 02	Schließer (normalerweise offen)
	01 - 03	Öffner (normalerweise geschlossen)
	04 - 05	Schließer (normalerweise offen)
	04 - 06	Öffner (normalerweise geschlossen)

130BA029.12

Klemmen für Relaisanschluss  
(Gehäusegröße A1, A2 und A3).

130BA215.10

Klemmen für Relaisanschluss  
(Gehäusegröße A5, B1 und B2).

130BA391.12

Klemmen für Relaisanschluss  
(Gehäusegröße C1 und C2).

Die Relaisanschlussklemmen für Gehäuse D und E sind im Abschnitt *Elektrische Installation - Gehäuse D und E* aufgeführt.

## 6.8.5 Relaisausgänge

### Relais 1

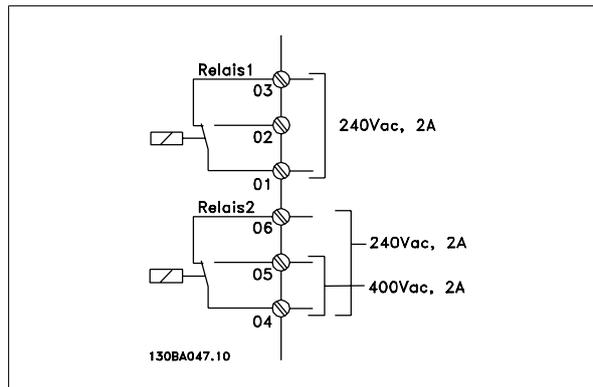
- Klemme 01: gemeinsamer Kontakt
- Klemme 02: 240 VAC (Schließer)
- Klemme 03: 240 VAC (Öffner)

### Relais 2 (Nicht FC 301)

- Klemme 04: gemeinsamer Kontakt
- Klemme 05: 400 VAC (Schließer)
- Klemme 06: 240 VAC (Öffner)

Relais 1 und Relais 2 werden in Par. 5-40, 5-41 und 5-42 programmiert.

Zusätzliche Relaisausgänge bietet Optionsmodul MCB 105.



# 6

## 6.8.6 Parallelschaltung von Motoren

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern. Der Gesamtstrom der Motoren darf den maximalen Ausgangsstrom  $I_{INV}$  des Frequenzumrichters nicht übersteigen.

Der Parallelbetrieb von Motoren wird nur empfohlen, wenn U/f in Par. 1-01 ausgewählt ist.



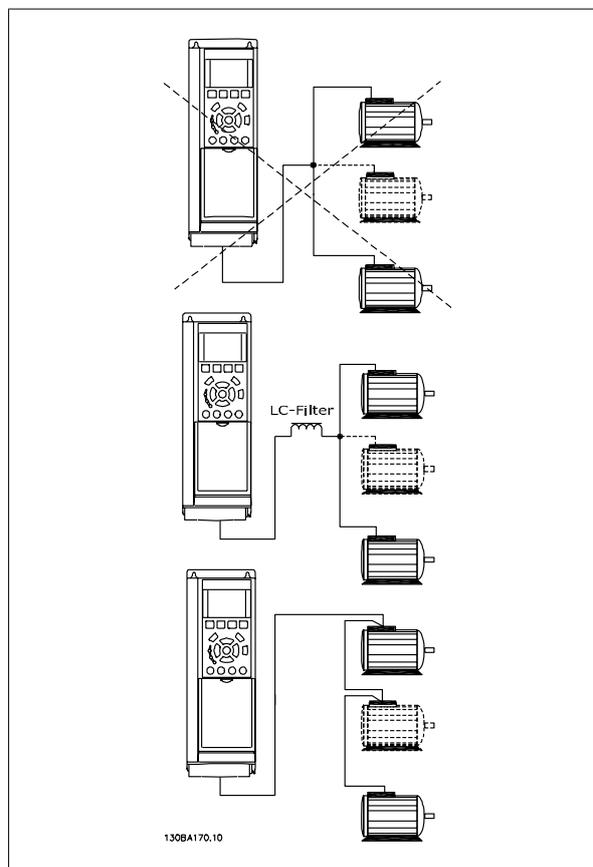
### ACHTUNG!

Installationen mit gemeinsamem Anschluss wie in Abbildung 1 werden nur bei kurzen Kabeln empfohlen.



### ACHTUNG!

Bei parallel geschalteten Motoren kann Par. 1-02 *Automatische Motoranpassung (AMA)* nicht verwendet werden, und Par. 1-01 *Steuerprinzip* muss auf *U/f* eingestellt sein.



Beim Start und bei niedrigen Drehzahlen können möglicherweise Probleme auftreten, wenn die Motorgrößen sehr unterschiedlich sind, da bei kleinen Motoren der relativ hohe ohmsche Widerstand im Stator eine höhere Spannung beim Start und bei niedrigen Drehzahlen erfordert.

Das elektronisch thermische Relais (ETR) des Frequenzumrichters kann bei parallel geschalteten Motoren nicht als Motor-Überlastschutz für die einzelnen Motoren des Systems verwendet werden. Ein zusätzlicher Motorschutz, z. B. Thermistoren in jedem Motor oder einzelne thermische Relais sind deshalb vorzusehen (Motorschutzschalter sind als Schutz nicht geeignet).

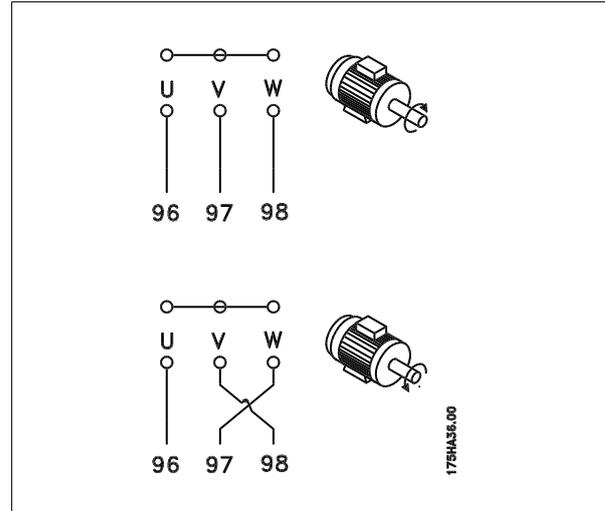
### 6.8.7 Drehrichtung des Motors

In Werkseinstellung wird nach einem Startsignal ein rechtsdrehendes Feld am Ausgang des Frequenzumrichters erzeugt, wenn folgende Reihenfolge eingehalten wird:

- Klemme 96 an U-Phase
- Klemme 97 an V-Phase
- Klemme 98 an W-Phase

Die Motordrehrichtung kann durch Vertauschen zweier Phasen des Motorkabels umgekehrt werden.

Die Motordrehrichtungsprüfung wird mithilfe von Par. 1-28 durchgeführt. Die jeweiligen Schritte im Display sind zu befolgen.



### 6.8.8 Thermischer Motorschutz

Das elektronisch thermische Relais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* auf *ETR-Alarm* und Par. 1-24 *Motorstrom*,  $I_{M,N}$  auf Motornennstrom (siehe Motor-Typenschild) eingestellt ist.

Als thermischer Motorschutz kann ebenfalls die PTC-Thermistorkartenoption MCB 112 verwendet werden. Diese Karte ist ATEX-zertifiziert für den Schutz von Motoren in explosionsgefährdeten Bereichen, Zone 1/21 und Zone 2/22. Weitere Informationen siehe *Projektierungshandbuch*.

### 6.9.1 Anschluss des Bremswiderstands

(Nur für Frequenzumrichter, die mit Bremschopper ausgestattet sind, siehe Typencode).

Das Anschlusskabel für den Bremswiderstand muss abgeschirmt sein.

1. Die Abschirmung ist beidseitig mittels Schirmbügeln am Frequenzumrichter und dem Metallgehäuse des Bremswiderstandes aufzulegen.
2. Der Querschnitt des Bremswiderstandskabels ist entsprechend der Nenndaten des verwendeten Bremswiderstands zu bemessen.

Nr.	Funktion
81, 82	Bremswiderstandsklemmen

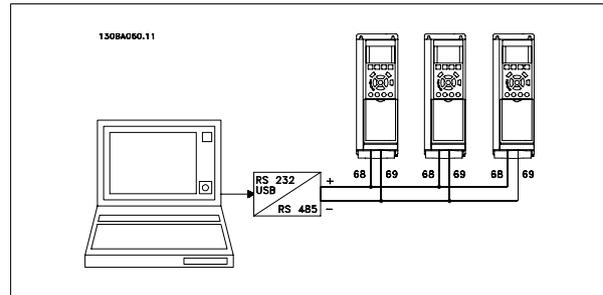
Weitere Informationen zur Auslegung und sicheren Installation finden Sie in den Anleitungen MI.90.FX.YY und MI.50.SX.YY.

**ACHTUNG!**  
Je nach Versorgungsspannung können an den Bremswiderstandsklemmen Spannungen bis zu 975 V DC auftreten.

## 6.9.2 RS 485-Busanschluss

Ein oder mehrere Frequenzumrichter können mittels der seriellen Standardschnittstelle an einen RS485-Master oder über Konverter an einen PC angeschlossen werden. Klemme 68 ist an das P-Signal (TX+, RX+) und Klemme 69 an das N-Signal (TX-, RX-) anzuschließen.

Sollen mehrere Frequenzumrichter angeschlossen werden, sind die Schnittstellen parallel zu verdrahten (RS-485-Bus).



Das Anschlusskabel ist geschirmt auszuführen, wobei der Schirm beidseitig aufzulegen und ein großflächiger Potentialausgleich vorzusehen ist. Zur Vermeidung von Potentialausgleichsströmen über die Abschirmung kann der Kabelschirm über Klemme 61 einseitig geerdet werden (Klemme 61: Intern über RC-Glied mit dem Gehäuse verbunden).

# 6

### Busabschluss

Der RS-485-Bus muss pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abgeschlossen werden. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON“ zu stellen.

Nähere Informationen finden Sie im Abschnitt *Schalter S201, S202 und S801*.



### ACHTUNG!

Das Kommunikationsprotokoll muss in Par. 8-30 auf FC/MC-Profil eingestellt werden.

### 6.9.3 Einen PC an den Frequenzumrichter anschließen

Um den Frequenzumrichter von einem PC aus zu konfigurieren, benötigen Sie auf Ihrem PC die MCT 10 Software.

Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS485-Schnittstelle an den Frequenzumrichter angeschlossen werden. Siehe hierzu Abschnitt *Busanschluss* im Programmierhandbuch.



#### ACHTUNG!

Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt. Die USB-Verbindung ist an Schutz-erde (PE) am Frequenzumrichter angeschlossen. Benutzen Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter.

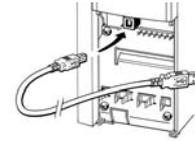


Abbildung 6.53: USB-Verbindung

### 6.9.4 FC 300 PC-Software

#### Datensicherung im PC mit MCT 10 Set-up Software:

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Starten Sie die MCT 10 Software.
3. Wählen Sie unter „Netzwerk“ den USB-Anschluss aus.
4. Wählen Sie „Kopieren“.
5. Wählen Sie „Projekt“.
6. Wählen Sie „Einfügen“.
7. Wählen Sie im Menü „Datei“ die Option „Speichern unter“, um die Einstellungen auf Ihrem PC zu sichern.

Alle Parameter sind nun gespeichert.

#### Datenübertragung vom PC zum Frequenzumrichter mit MCT 10 Software:

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Starten Sie die MCT 10 Software.
3. Wählen Sie im Menü Datei „Öffnen“ - gespeicherte Dateien werden angezeigt.
4. Öffnen Sie die gewünschte Datei.
5. Wählen Sie „Zum Frequenzumrichter schreiben“.

Alle Parameter werden nun zum Frequenzumrichter übertragen.

Ein gesondertes Handbuch für die MCT 10 Software ist verfügbar.

### 6.10.1 Hochspannungsprüfung

Eine Hochspannungsprüfung darf nur nach Kurzschließen der Anschlüsse U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub> für maximal 1 Sekunde langes Anlegen von max. 2,15 kV DC zwischen dieser Verbindung und der Masse erfolgen.



#### ACHTUNG!

Wird ein Hochspannungstest mit einer höheren Spannung als der oben angegebenen 2,15 kV DC durchgeführt (beispielsweise Test der gesamten Anlage), so sind Netz- und Motoranschluss vom Frequenzumrichter abzuklemmen!

## 6.10.2 Schutzerdung

Der Frequenzumrichter weist hohe Ableitströme auf und ist deshalb aus Sicherheitsgründen gemäß EN 50178 zu erden.



Der Erdableitstrom des Frequenzumrichters übersteigt 3,5 mA. Um einen guten mechanischen Anschluss des Erdungskabels an Erde (Klemme 95) sicherzustellen, muss z. B. der Kabelquerschnitt mindestens 10 mm<sup>2</sup> betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

### 6.11.1 Elektrische Installation - EMV-Schutzmaßnahmen

Nachstehend sind Hinweise für eine EMV-gemäße Installation von Frequenzumrichtern aufgeführt. Bitte halten Sie sich an diese Vorgaben, wenn eine Einhaltung der *Ersten Umgebung* nach EN 61800-3 gefordert ist. Ist die Installation in einer *zweiten Umgebung* nach EN 61800-3 (Industriebereich) oder wird die Installation von einem eigenen Trafo versorgt, darf von diesen Richtlinien abgewichen werden. Siehe auch Abschnitte *CE-Kennzeichnung*, *Allgemeine Aspekte der EMV-Emission* und *EMV-Prüfergebnisse*.

## 6

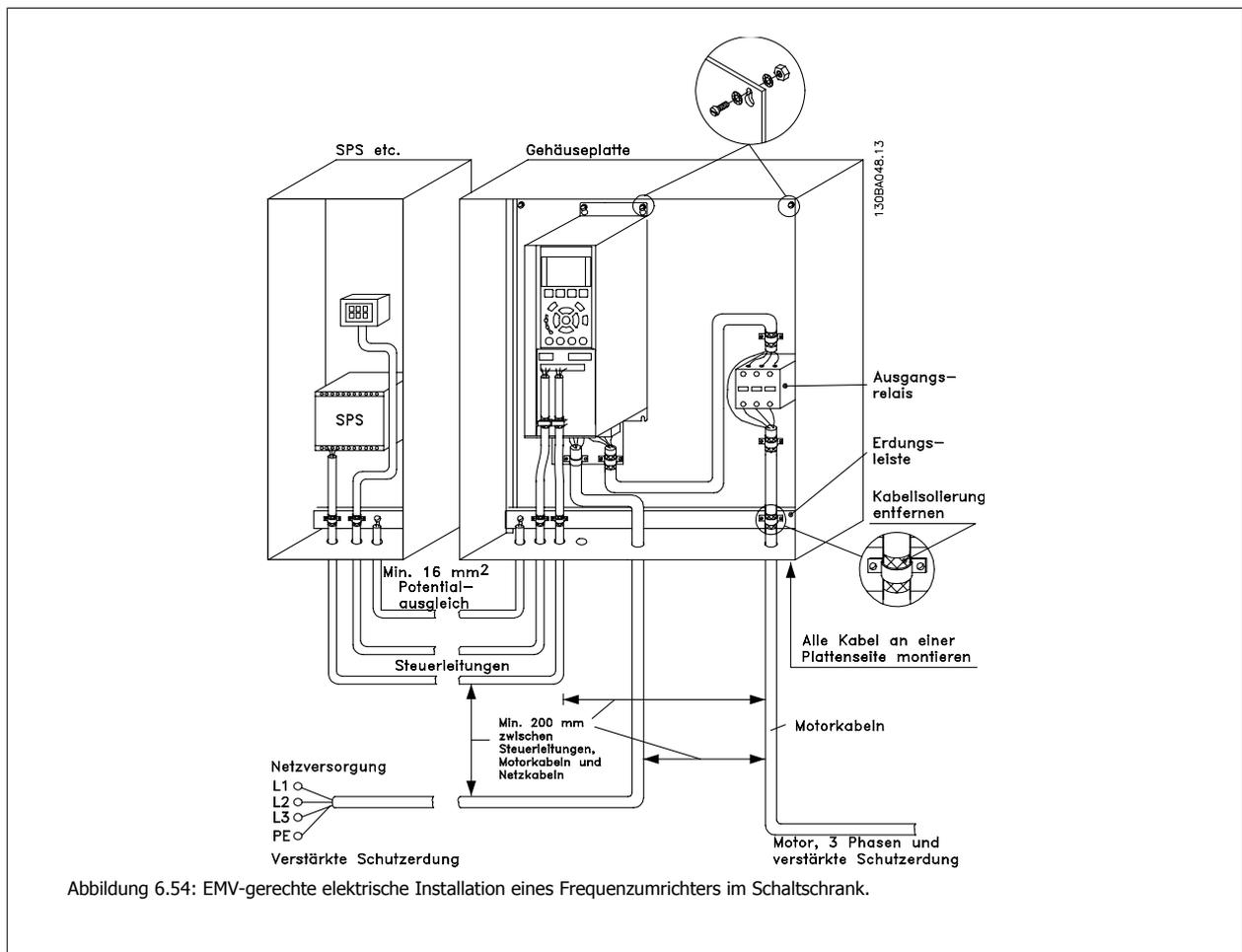
#### EMV-gerechte elektrische Installation:

- Benutzen Sie nur abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerkabel. Die Schirmabdeckung muss mindestens 80 % betragen. Das Abschirmungsmaterial muss aus Metall - in der Regel Kupfer, Aluminium, Stahl oder Blei - bestehen. Für das Netzkabel gelten keine speziellen Anforderungen.
- Bei Installationen mit starren Metallrohren sind keine abgeschirmten Kabel erforderlich; das Motorkabel muss jedoch in einem anderen Installationsrohr als die Steuer- und Netzkabel installiert werden. Es ist ein durchgehendes Metallrohr vom Frequenzumrichter bis zum Motor erforderlich. Die Schirmwirkung flexibler Installationsrohre variiert sehr stark; hier sind entsprechende Herstellerangaben einzuholen.
- Abschirmung/Installationsrohr bei Motor- und Steuerkabeln beidseitig erden. Sollte es nicht möglich sein, die Abschirmung an beiden Enden anzuschließen (fehlender Potentialausgleich), so ist zumindest die Abschirmung am Frequenzumrichter anzuschließen. Siehe auch *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.
- Verdrehte Abschirmlitzen (sog. Pigtails) vermeiden. Sie erhöhen die Impedanz der Abschirmung und beeinträchtigen so den Abschirmeffekt bei hohen Frequenzen. Statt dessen niederohmige Schirmbügel oder EMV-Verschraubungen benutzen.
- Nach Möglichkeit in Schaltschränken ebenfalls nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel verwenden.

Führen Sie die Abschirmung möglichst dicht an den elektrischen Anschluss.

Die Abbildung zeigt ein Beispiel einer EMV-gerechten elektrischen Installation eines IP20-Frequenzumrichters. Er ist in einem Schaltschrank mit Ausgangsschutz installiert und an eine SPS angeschlossen, die in einem separaten Schrank installiert ist. Auch andere Installationsweisen können ggf. eine ebenso gute EMV-Wirkung erzielen, sofern zumindest die vorstehenden Hinweise für eine ordnungsgemäße Installation befolgt wurden.

Wenn die Installation nicht gemäß den Vorgaben erfolgt oder wenn nicht abgeschirmte Kabel verwendet werden, können bestimmte Anforderungen hinsichtlich der Emission voraussichtlich nicht erfüllt werden. Siehe Abschnitt *EMV-Prüfergebnisse*.



6

### 6.11.2 Verwendung EMV-gemäßer Kabel

Um die EMV-Immunität der Steuerkabel zu optimieren und die EMV-Emission von den Motorkabeln zu minimieren, empfiehlt sich die Verwendung geflochtener abgeschirmter Kabel.

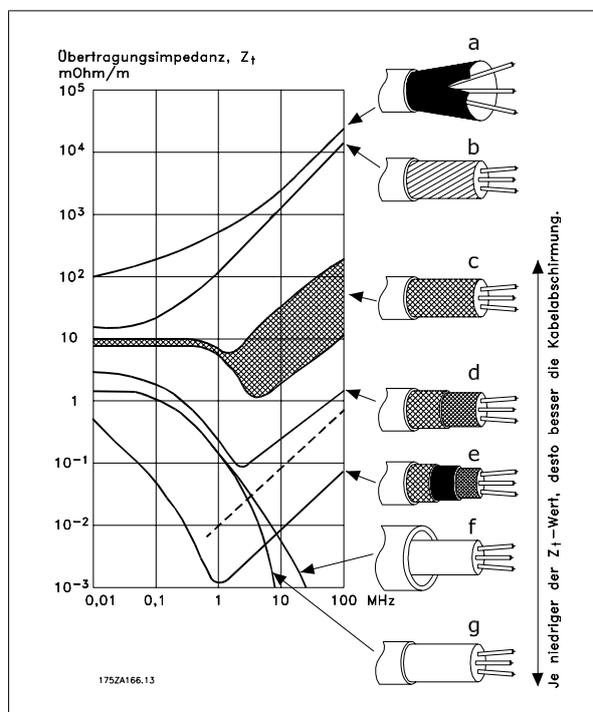
Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störstrahlung zu reduzieren, hängt von der Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) ab. Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störgeräusche zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerer Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) wirksamer sind als Abschirmungen mit höherem ( $Z_T$ ).

Die Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) wird von den Kabelherstellern selten angegeben. Durch Sichtprüfung und Beurteilung der mechanischen Eigenschaften des Kabels lässt sich die Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) jedoch einigermaßen abschätzen.

#### Die Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) kann aufgrund folgender Faktoren beurteilt werden:

- Leitfähigkeit des Abschirmmaterials
- Kontaktwiderstand zwischen den Leitern des Abschirmmaterials
- Schirmdeckung, d. h. die physische Fläche des Kabels, die durch den Schirm abgedeckt ist (häufig in Prozent angegeben)
- Art der Abschirmung (geflochten oder verdreht)

- a. Aluminium-Ummantelung mit Kupferdraht
- b. Verdrehter Kupferdraht oder abgeschirmtes Stahldrahtkabel
- c. Einlagiges Kupferdrahtgeflecht mit prozentual schwankender Schirmabdeckung (Mindestanforderung)
- d. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht
- e. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht mit magnetischer, abgeschirmter Zwischenlage
- f. In Kupfer- oder Stahlrohr geführtes Kabel
- g. Bleikabel mit 1,1 mm Wandstärke

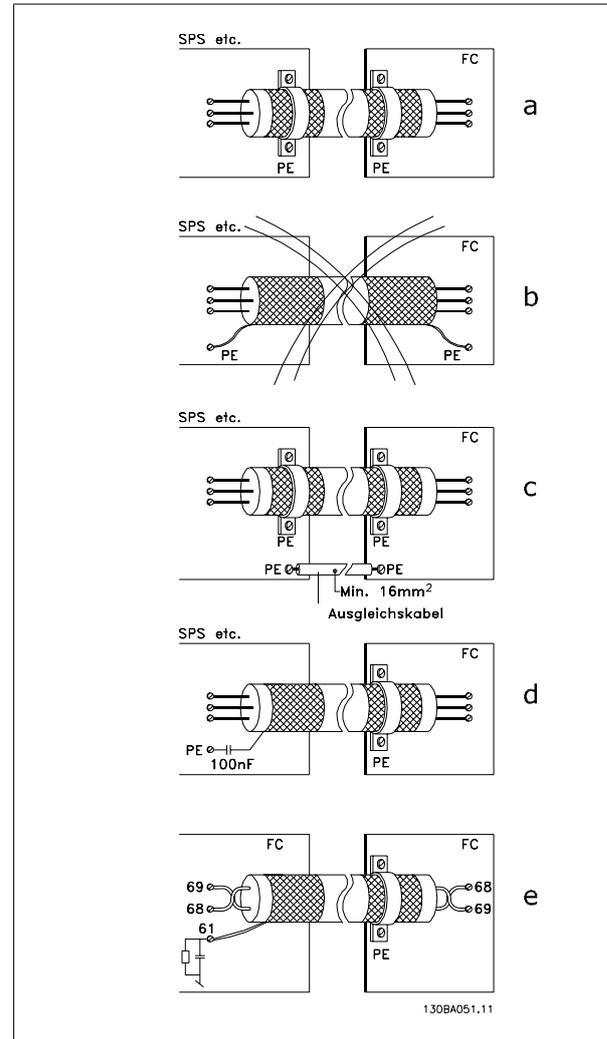


### 6.11.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel

Generell müssen Steuerkabel abgeschirmt und die Abschirmung beidseitig über Kabelbügel mit dem Metallgehäuse des Gerätes verbunden sein.

Die folgende Zeichnung zeigt, wie eine korrekte Erdung auszuführen ist, und was in Zweifelsfällen getan werden kann.

- a. **Richtiges Erden**  
Steuerkabel und Kabel der seriellen Kommunikationsschnittstelle beidseitig mit Kabelbügeln montieren, um bestmöglichen elektrischen Kontakt zu gewährleisten (FC und SPS haben dasselbe Erdpotential).
- b. **Falsche Erdung**  
Keine verdrehten Abschirmlitzen (Pigtails) verwenden. Sie erhöhen die Impedanz bei hohen Frequenzen.
- c. **Potentialausgleich zwischen SPS und FC**  
Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS (usw.) ein unterschiedliches Erdpotential, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Das Problem kann durch Anbringen eines Ausgleichskabels gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird. Minimaler Querschnitt des Kabels: 16 mm<sup>2</sup>.
- d. **Bei 50/60-Hz-Brummschleifen**  
Bei Verwendung sehr langer Steuerkabel können 50/60-Hz-Brummschleifen auftreten. Beheben Sie dieses Problem durch Anschluss eines Schirmendes an Erde über einen 100-nF-Kondensator (mit möglichst kurzen Leitungen).
- e. **Kabel für serielle Kommunikation**  
Niederfrequente Störströme zwischen zwei Frequenzumrichtern können eliminiert werden, indem das eine Ende der Abschirmung mit Klemme 61 verbunden wird. Diese Klemme ist intern über ein RC-Glied mit Erde verbunden. Verwenden Sie verdrehte Leiter (Twisted Pair), um die zwischen den Leitern eingestrahlten Störungen zu reduzieren.

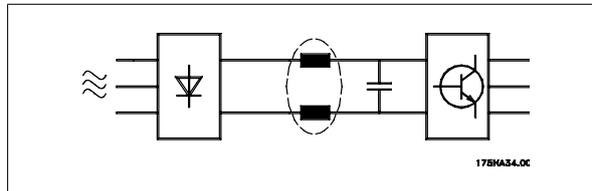


### 6.12.1 Netzurückwirkungen/Netzoberwellen

Frequenzrichter nehmen vom Netz einen nicht sinusförmigen Strom auf, der den Eingangsstrom  $I_{RMS}$  erhöht. Nicht sinusförmige Ströme werden mithilfe einer Fourier-Analyse in Sinusströme verschiedener Frequenz (d. h. in verschiedene harmonische Ströme  $I_N$  mit einer Grundfrequenz von 50 Hz) zerlegt werden.

Die Oberwellen tragen nicht direkt zur Leistungsaufnahme bei, sie erhöhen jedoch die Wärmeverluste in der Installation (Transformator, Kabel). Bei Anlagen mit einem relativ hohen Anteil an Gleichrichterlasten ist es deshalb wichtig, die Oberwellenströme auf einem niedrigen Pegel zu halten, um eine Überlastung des Transformators und zu hohe Temperaturen in den Leitungen zu vermeiden.

Oberwellenströme	$I_1$	$I_5$	$I_7$
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz



6



#### ACHTUNG!

Oberwellenströme können eventuell Kommunikationsgeräte stören, die an denselben Transformator angeschlossen sind, oder Resonanzen in Verbindung mit Blindstromkompensationsanlagen verursachen.

Oberwellenströme verglichen mit dem RMS-Eingangsstrom:

	Eingangsstrom
$I_{RMS}$	1,0
$I_1$	0,9
$I_5$	0,4
$I_7$	0,2
$I_{11-49}$	< 0,1

Um die Netzurückwirkung gering zu halten, sind Danfoss Frequenzrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet. Diese reduzieren normalerweise den Eingangsstrom  $I_{RMS}$  typischerweise um 40 %.

Die resultierende Spannungsverzerrung durch Oberwellen in der Netzversorgung hängt von der Höhe der Oberwellenströme multipliziert mit der Impedanz der betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung THD wird aus den einzelnen Spannungsüberschwingungen nach folgender Formel berechnet:

$$THD \% = \sqrt{U_{\frac{2}{5}}^2 + U_{\frac{2}{7}}^2 + \dots + U_{\frac{2}{N}}^2}$$

( $U_N$ % von U)

### 6.13.1 Fehlerstromschutzschalter

Je nach Anforderung der örtlichen Sicherheitsbestimmungen kann als zusätzliche Schutzmaßnahme eine zusätzliche Schutzerdung, Nullung oder Einsatz eines FI-Schutzschalters (RCD Residual Current Device) vorgeschrieben sein.

Bei einem Erdschluss kann im Fehlerstrom ein Gleichstromanteil enthalten sein.

Bei Verwendung von FI-Schutzschaltern ist darauf zu achten, dass die örtlichen geltenden Vorschriften eingehalten werden. Der verwendete Schutzschalter muss für die Absicherung von Geräten mit dreiphasiger Gleichrichterbrücke (Typ B) und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Siehe auch Abschnitt *Erdableitströme*.

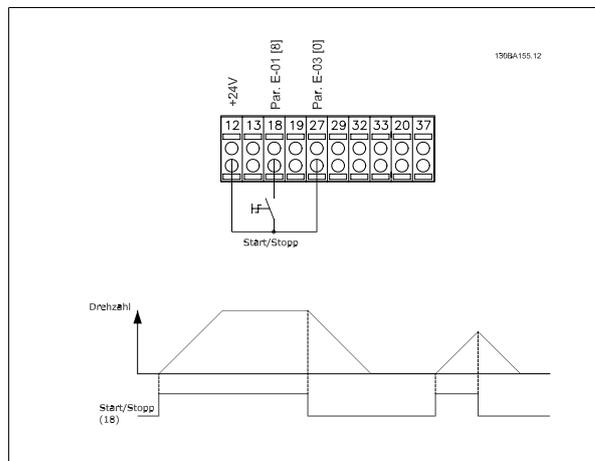
## 7 Anwendungsbeispiele

### 7.1.1 Start/Stopp

Klemme 18 = Par. 5-10 [8] *Start*

Klemme 27 = Par. 5-12 [0] *Ohne Funktion* (Standardeinstellung *Motor-freilauf (inv.)*)

Klemme 37 = Sicherer Stopp (wenn verfügbar!)

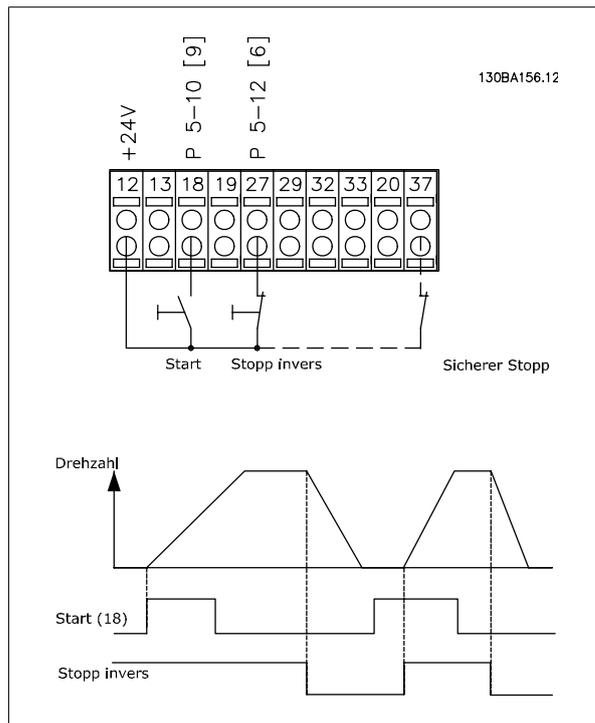


### 7.1.2 Puls Start/Stopp

Klemme 18 = Par. 5-10 [9] *Puls-Start*

Klemme 27 = Par. 5-12 [6] *Stopp (invers)*

Klemme 37 = Sicherer Stopp (wenn verfügbar!)



### 7.1.3 Potentiometer-Sollwert

**Spannungssollwert über Potentiometer:**

Variabler Sollwert 1 = [1] *Analogeingang 53* (Standard)

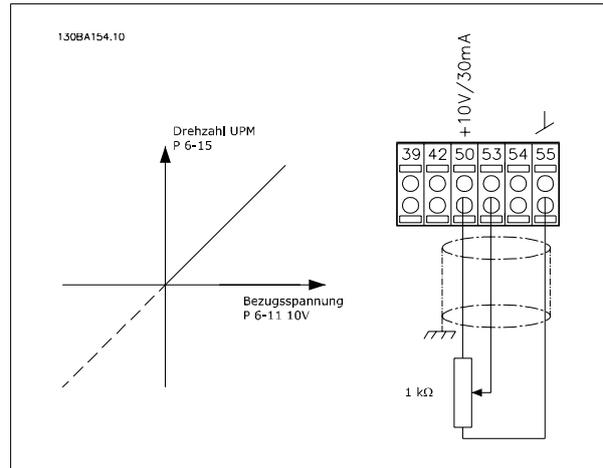
Klemme 53 Skal. Min. Spannung = 0 Volt

Klemme 53 Skal. Max. Spannung = 10 Volt

Klemme 53, Skal. Min.-Soll/Istwert = 0 UPM

Klemme 53, Skal. Max.-Soll/Istwert = 1500 UPM

Schalter S201 = AUS (U)

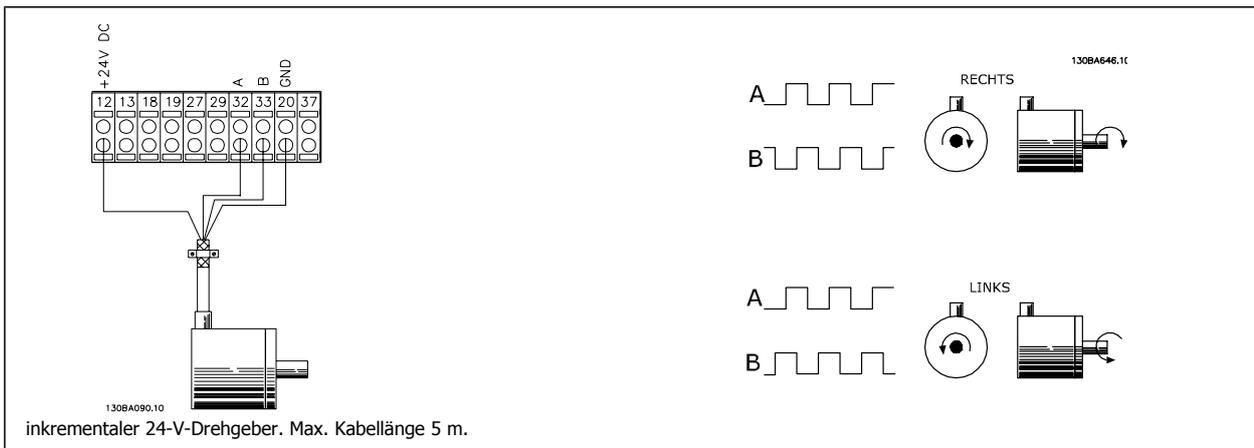


7

### 7.1.4 Drehgeberanschluss

Anhand dieser Richtlinie wird der Anschluss eines Drehgebers an den Frequenzumrichter beschrieben. Vor der Konfiguration des Drehgebers werden die Grundeinstellungen für eine Drehzahlregelung mit Rückführung gezeigt.

**Drehgeberanschluss an Frequenzumrichter**



### 7.1.5 Drehgeberrichtung

Die Drehrichtung des Gebers hängt von der Auswertung der Pulse durch den Frequenzumrichter ab.

Rechtsdrehend bedeutet, Kanal A eilt Kanal B um 90 Grad vor.

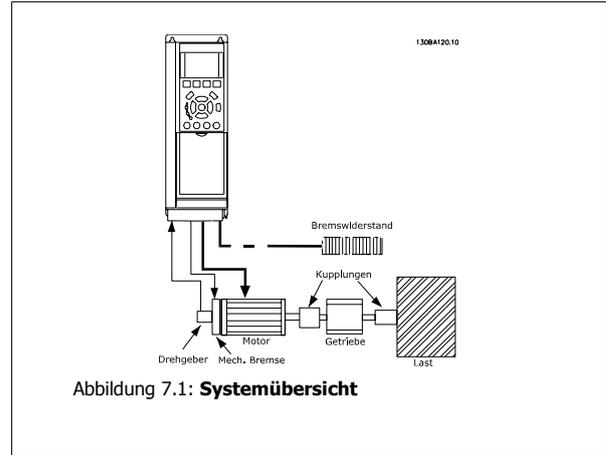
Links drehend bedeutet, Kanal B eilt Kanal A um 90 Grad vor.

Die Drehrichtung bezieht sich auf den Blick von vorne auf das Wellenende.

### 7.1.6 Frequenzumrichter mit Drehzahl-Istwerückführung

Das System kann aus folgenden Elementen bestehen:

- Motor
- Zusatz (Getriebe) (Mechanische Bremse)
- FC 302 AutomationDrive
- Drehgeber als Rückführung
- Bremswiderstand für dynamisches Bremsen
- Kupplungen
- Last



Anwendungen mit mechanischer Bremsansteuerung erfordern häufig auch einen Bremswiderstand für generatorisches Bremsen.

### 7.1.7 Programmieren von Momentengrenze und Stopp

Bei Anwendungen mit elektromechanischer Bremse, z. B. Hub-/Senk-Anwendungen, besteht die Möglichkeit, beim Überschreiten der Drehmomentgrenzen z. B. während einer Stopp-Rampe die elektromechanische Bremse verzögerungsfrei zu aktivieren.

Das Beispiel unten zeigt, wie die Klemmen für diese Funktion verschaltet und programmiert werden müssen.

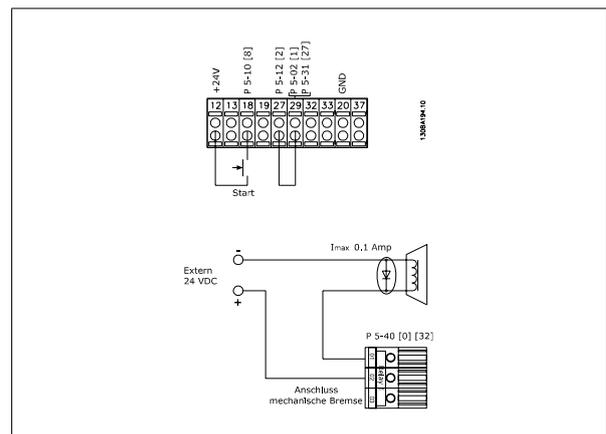
Die mechanische Bremse kann wahlweise an Relais 1 oder 2 angeschlossen werden, siehe *Steuerung der mechanischen Bremse*. Klemme 27 ist auf Motorfreilauf (inv.) [2] oder Motorfreilauf/Reset [3] und Klemme 29 Funktion auf Ausgang [1] und Momentengrenze und Stopp [27] zu programmieren.

Beschreibung:

Ist ein Stoppbefehl über Klemme 18 aktiv, ohne dass sich der Frequenzumrichter in der Momentengrenze befindet, so wird der Motor über die Rampenfunktion auf 0 Hz herunterfahren und die mechanische Bremse wird gemäß der Einstellung in Par. 2-21 aktiviert.

Befindet sich der Frequenzumrichter in der Momentengrenze und es wird ein Stoppbefehl aktiviert, so wird Klemme 29 (auf Ausgang und Momentengrenze und Stopp [27] programmiert) aktiv. Das Signal an Klemme 27 wechselt von „Logisch 1“ zu „Logisch 0“, und der Motor geht in den Freilauf bei gleichzeitiger Aktivierung der mechanischen Bremse.

- Start/Stopp mit Klemme 18  
Par.5-10, Klemme 18 Digitaleingang = Start [8].
- Schnellstopp mit Klemme 27  
Par. 5-12, Klemme 27 Digitaleingang = Motorfreilauf (inv.) [2].
- Klemme 29 Analogausgang  
Par. 5-02 Klemme 29 Funktion = Ausgang [1]  
Par. 5-31 Momentengrenze u. Stopp [27]
- Relaisausgang [0] (Relais 1)  
Par. 5-40 Mechanische Bremse [32]



### 7.1.8 Automatische Motoranpassung (AMA)

Die AMA ist ein Testalgorithmus, der die elektrischen Motorparameter bei einem Motor im Stillstand misst. Die AMA erzeugt während der Messung kein Drehmoment.

Die AMA lässt sich vorteilhaft bei der Inbetriebnahme von Anlagen und bei der Optimierung der Anpassung des Frequenzumrichters an den benutzten Motor einsetzen. Dies kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn die Werkseinstellung zur optimalen Motorregelung nicht anwendbar ist.

Par. 1-29 bietet die Wahl zwischen einer kompletten AMA mit Ermittlung aller elektrischen Motorparameter und reduzierter AMA, bei der lediglich der Statorwiderstand  $R_s$  ermittelt wird.

Eine komplette AMA kann von ein paar Minuten bei kleinen Motoren bis ca. 15 Minuten bei großen Motoren dauern.

#### Einschränkungen und Bedingungen:

- Damit die AMA die Motorparameter optimal bestimmen kann, müssen die korrekten Typenschilddaten in Par.1-20 bis 1-26 eingegeben werden.
- Zur besten Anpassung des Frequenzumrichters wird die AMA an einem kalten Motor durchgeführt. Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Statorwiderstands  $R_s$  bewirkt. Normalerweise ist dies jedoch nicht kritisch.
- AMA ist nur durchführbar, wenn der Motornennstrom mindestens 35 % des Ausgangsnennstroms des Frequenzumrichters beträgt. Die AMA ist bis zu einer Motorstufe (Leistungsstufe) größer möglich.
- Bei installiertem Sinusfilter ist es möglich, einen reduzierten AMA-Test auszuführen. Von einer kompletten AMA mit Sinusfilter ist abzuraten. Soll eine Komplettanpassung vorgenommen werden, so kann das Sinusfilter überbrückt werden, während eine komplette AMA durchgeführt wird. Nach Abschluss der AMA wird das Sinusfilter wieder dazugeschaltet.
- Bei parallel geschalteten Motoren ist eine reduzierte AMA durchzuführen.
- Eine komplette AMA ist bei Synchronmotoren nicht ratsam. Werden Synchronmotoren eingesetzt, führen Sie eine reduzierte AMA aus und stellen Sie die erweiterten Motordaten manuell ein. Die AMA-Funktion kann nicht für permanenterregte Motoren benutzt werden.
- Während einer AMA erzeugt der Frequenzumrichter kein Motordrehmoment. Während einer AMA darf jedoch auch die Anwendung kein Anlaufen der Motorwelle hervorrufen, was z. B. bei Ventilatoren in Lüftungssystemen vorkommen kann. Dies stört die AMA-Funktion.

### 7.1.9 Programmierung des Smart Logic Controller

Smart Logic Control (SLC) ist eine neue praktische Funktion beim FC 300.

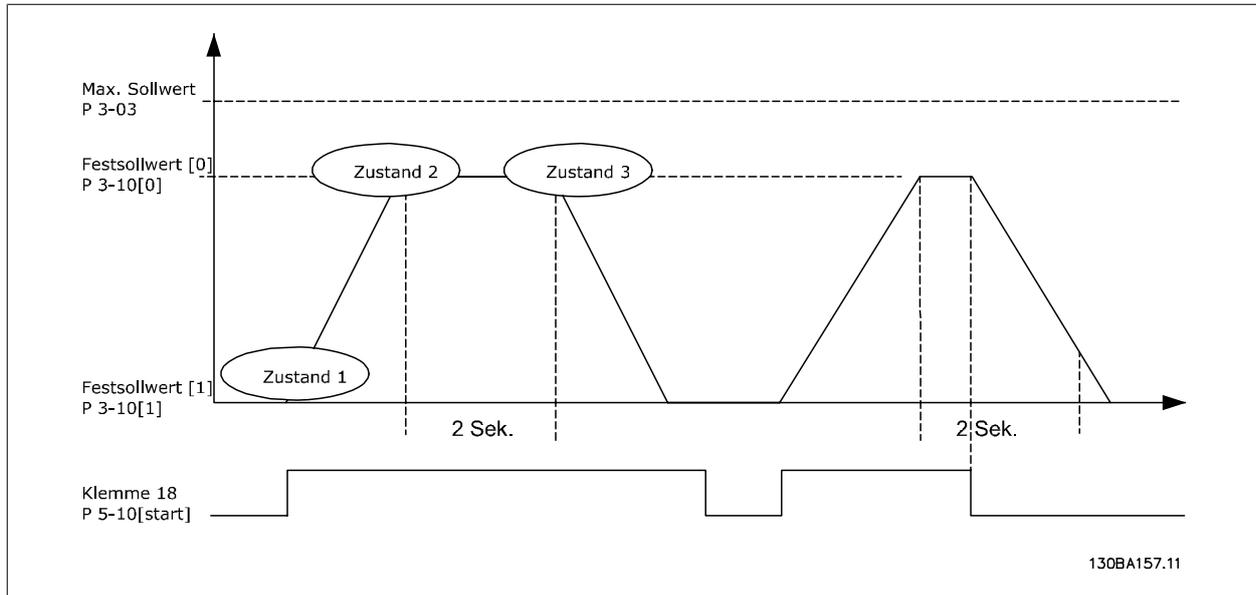
In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Sequenz generiert, kann der SLC von der Hauptsteuerung elementare Aufgaben übernehmen.

SLC reagiert auf Ereignisse, die an den Frequenzumrichter gesendet oder darin generiert wurden. Der Frequenzumrichter führt anschließend die voreingestellte Aktion aus.

### 7.1.10 SLC - Anwendungsbeispiel

#### Einfache Sequenz:

Start – Rampe auf – 2 Sek. Sollwertdrehzahl fahren – Rampe ab und Nulldrehzahl bis zum Stoppsignal.



Rampenzeiten in Par. 3-41 und 3-42 auf die gewünschten Zeiten einstellen.

$$t_{\text{Rampe}} = \frac{t_{\text{Beschl.}} \times \eta_{\text{Norm}} (\text{Par. 1} - 25)}{\Delta \text{ Sollw. [UPM]}}$$

Klemme 27 auf *Ohne Funktion* (Par. 5-12) einstellen.

Festsollwert 0 auf gewünschte Sollwertdrehzahl (Par. 3-10 [0]) in Prozent von max. Sollwertdrehzahl (Par. 3-03) einstellen. Ex.: 60 %

Festsollwert 1 auf zweite Festdrehzahl einstellen (Par. 3-10 [1] Beispiel: 0 % (Null)).

Timer 0 für konstante Drehzahl in Par. 13-20 [0] einstellen. Ex.: 2 s

Ereignis 1 in Par. 13-51 [1] auf *True (Wahr)* [1] einstellen.

Ereignis 2 in Par. 13-51 [2] auf *Ist=Sollwert* [4] einstellen.

Ereignis 3 in Par. 13-51 [3] auf *Timeout 0* [30] einstellen.

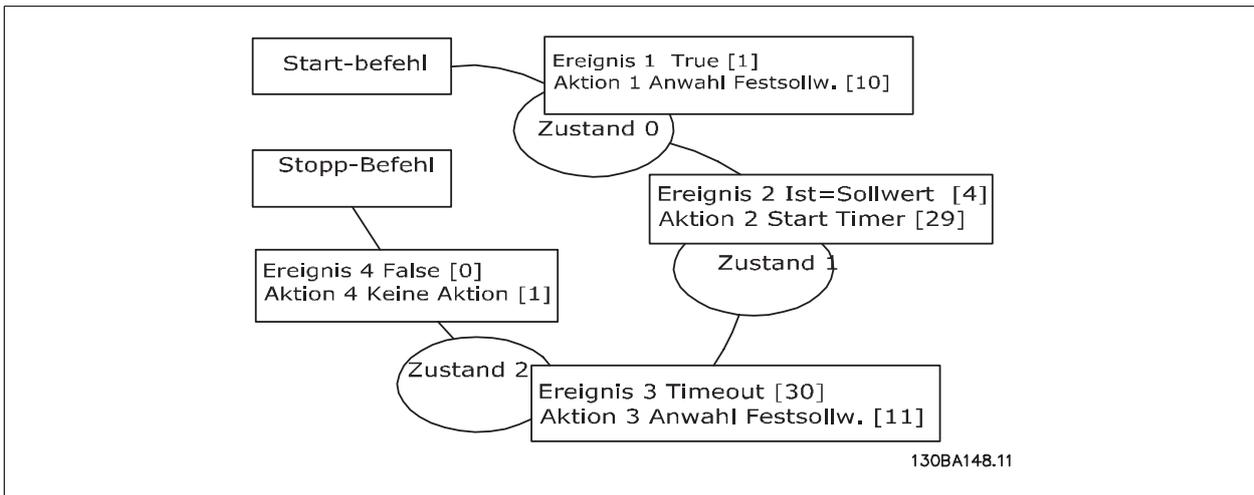
Ereignis 4 in Par. 13-51 [1] auf *False (Falsch)* [0] einstellen.

Aktion 1 in Par. 13-52 [1] auf *Anwahl Festsollw. 0* [10] einstellen.

Aktion 2 in Par. 13-52 [2] auf *Start Timer 0* [29] einstellen.

Aktion 3 in Par. 13-52 [3] auf *Anwahl Festsollw. 1* [11] einstellen.

Aktion 4 in Par. 13-52 [4] auf *Keine Aktion* [1] einstellen.



Smart Logic Control in Par. 13-00 auf EIN einstellen.

Start-/Stopp-Befehl wird auf Klemme 18 angewendet. Mit dem Stoppsignal wird die Rampe im Frequenzumrichter verringert und der Leerlauf aktiviert.

**7**

## 8 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet für den VLT AutomationDrive Baureihe FC 300 umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an.

### 8.1.1 Installation von Optionsmodulen in Steckplatz A

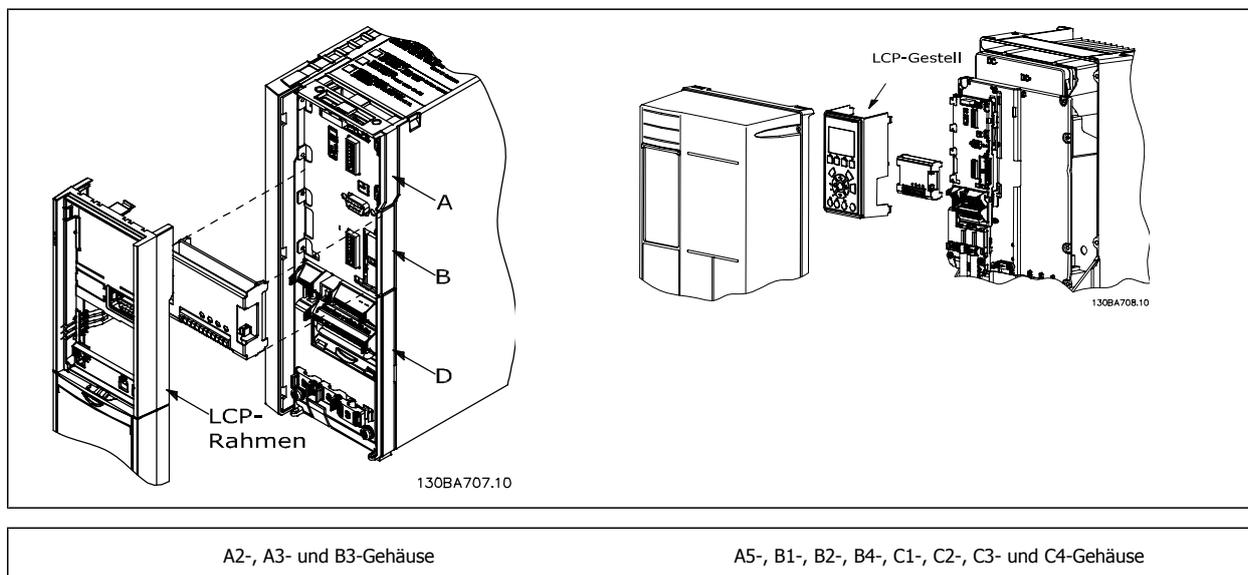
Steckplatz A ist Feldbus-Optionen vorbehalten. Nähere Informationen finden Sie im getrennten Produkthandbuch.

### 8.1.2 Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B

Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter unterbrechen.

Es wird dringend empfohlen, die Parameterdaten zu speichern (z. B. über MCT10 Software), bevor Optionsmodule des Frequenzumrichters eingefügt/entfernt werden.

- LCP Bedieneinheit, Klemmenabdeckung und Frontabdeckungen vom Frequenzumrichter entfernen.
- Option MCB10x in Steckplatz B stecken.
- Die Steuerkabel anschließen und mittels der beigelegten Kabelbinder am Gehäuse befestigen.  
\* Die Aussparung in der Frontabdeckung des LCP entfernen, sodass die Option unter die Frontabdeckung des LCP passt.
- Die tiefere Frontabdeckung des LCP und die Klemmenabdeckung anbringen.
- LCP oder Blindabdeckung an der Frontabdeckung des LCP anbringen.
- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter wieder herstellen.
- Die zusätzlichen Funktionen in den entsprechenden Parametern einstellen. Siehe dazu Abschnitt *Allgemeine technische Daten*.



## 8.2 Universal-Ein-/Ausgangsmodul MCB 101

Die Option MCB 101 wird zur Erweiterung der Digital- und Analogeingänge und -ausgänge der VLT® AutomationDrive FC 301 und FC 302 verwendet.

Lieferumfang:

- Optionsmodul MCB 101
- Vordere Gehäuseabdeckung für LCP
- Klemmenabdeckung

MCB 101 muss in Steckplatz B im AutomationDrive installiert werden.

130684208.10		Option MCB 101				FC-Serie						
		Universal-E/A				B-Option						
		SW.-Ver. XX.XX				Bestellnr. 130BXXXX						
	COM	DIN7	DIN8	DIN9	GND(1)	DOUT3	DOUT4	AOUT2	24V	GND(2)	AIN3	AIN4
X30/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

### 8.2.1 Galvanische Trennung der Option MCB 101

Digital-/Analogeingänge sind bei der Option MCB 101 und in der Steuerkarte des Frequenzumrichter galvanisch von anderen Ein-/Ausgängen getrennt. Die Digital-/Analogausgänge der Option MCB 101 sind galvanisch von anderen Ein-/Ausgängen auf der Option MCB 10, jedoch nicht von denen auf der Steuerkarte des Frequenzumrichters getrennt.

Sollen die Digitaleingänge 7, 8 oder 9 über die interne 24 V-Versorgung (Klemme 9) angesteuert werden, muss die Verbindung zwischen 1 und 5 wie in der Abbildung zu sehen verschaltet werden.

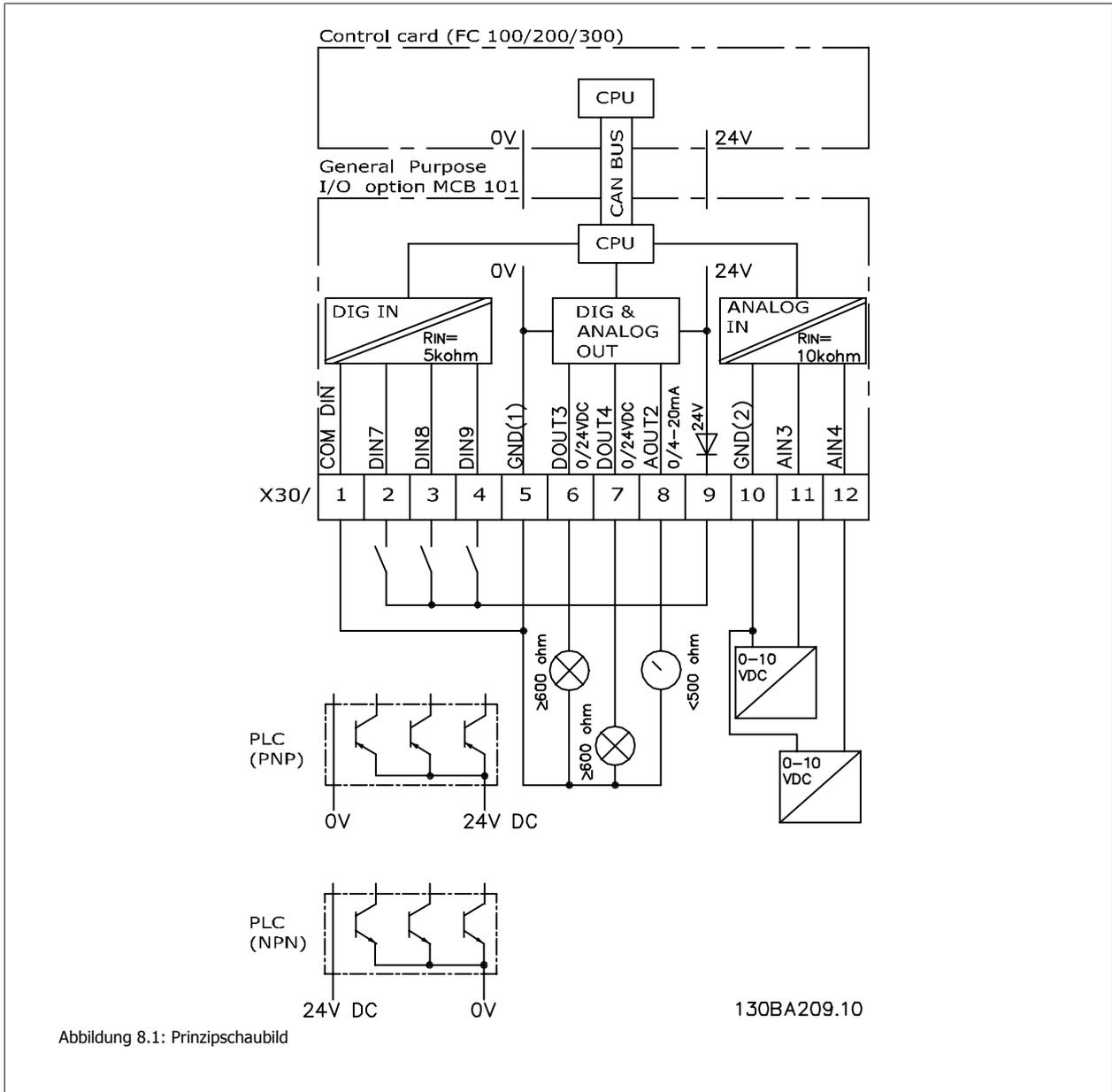


Abbildung 8.1: Prinzipschaubild

### 8.2.2 Digitaleingänge - Klemme X30/1-4

#### Digitaleingng:

Anzahl der Digitaleingänge	3
Klemmennummer	X30.2, X30.3, X30.4
Logik	PNP oder NPN
Spannungsbereich	0 - 24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP (GND = 0 V)	< 5 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP (GND = 0 V)	> 10 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ NPN (FND = 24 V)	< 14 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN (GND = 24 V)	> 19 V DC
Max. Spannung am Eingang	28 V kontinuierlich
Pulsfrequenzbereich	0 - 110 kHz
Arbeitszyklus, Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangsimpedanz	> 2 kΩ

### 8.2.3 Analogausgänge - Klemme X30/11, 12:

#### Analogeingang:

Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	X30,11, X30,12
Betriebsart	Spannung
Spannungsbereich	0 - 10 V
Eingangsimpedanz	> 10 kΩ
Max. Spannung	20 V
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Fehler 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	FC 301: 20 Hz/FC 302: 100 Hz

### 8.2.4 Digitalausgänge - Klemme X30/6, 7:

#### Digitalausgang:

Anzahl Digitalausgänge	2
Klemmennummer	X30.6, X30.7
Spannungsniveau am Digital-/Pulsausgang	0 - 24 V
Max. Ausgangsstrom	40 mA
Max. Last	≥ 600 Ω
Max. kapazitive Last	< 10 nF
Minimale Ausgangsfrequenz	0 Hz
Maximale Ausgangsfrequenz	≤ 32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala

### 8.2.5 Analogausgang - Klemme X30/8:

#### Analogausgänge:

Anzahl Analogausgänge	1
Klemmennummer	X30.8
Strombereich am Analogausgang	0 - 20 mA
Max. Last gegen Masse am Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Fehler: 0,5 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

## 8.3 Drehgeberoption MCB 102

Das Drehgebermodul wird zur Anschaltung einer Drehzahlwertrückführung verwendet. Die Drehgeberoption wird in Parametergruppe 17-xx konfiguriert.

### Funktionalität:

- WVC<sup>plus</sup> mit Rückführung
- Flux-Vektor Drehzahlregelung mit Rückführung
- Flux-Vektor Drehmomentregelung mit Rückführung
- Permanenterregter Synchronmotor

Unterstützte Drehgebertypen:

Inkrementaler Drehgeber: 5 V TTL-Typ, RS422, max. Frequenz: 410 kHz

Inkrementaler Drehgeber: 1 Vpp, Sinus/Cosinus

Hiperface® Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Stegmann/SICK)

EnDat-Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Heidenhain), unterstützt Version 2.1

SSI-Drehgeber: Absolutswertgeber

Drehgeberüberwachung:

Die 4 Drehgeberkanäle (A, B, Z und D) werden auf Kurzschluss und offenen Stromkreis überwacht. Jeder Kanal besitzt eine grüne LED-Leuchte, die aufleuchtet, wenn der Kanal in Ordnung ist.



### ACHTUNG!

Die LED-Leuchten sind nur sichtbar, wenn das LCP entfernt wird. Die Reaktion im Falle eines Drehgeberfehlers kann in Par. 17-61 gewählt werden: Deaktiviert, Warnung oder Alarm.

**8**

### Wenn die Drehgeber-Option separat bestellt wird, umfasst der Lieferumfang:

- Drehgebermodul MCB 102
- Vordere Gehäuseabdeckungen für Installation von A- oder B-Optionen

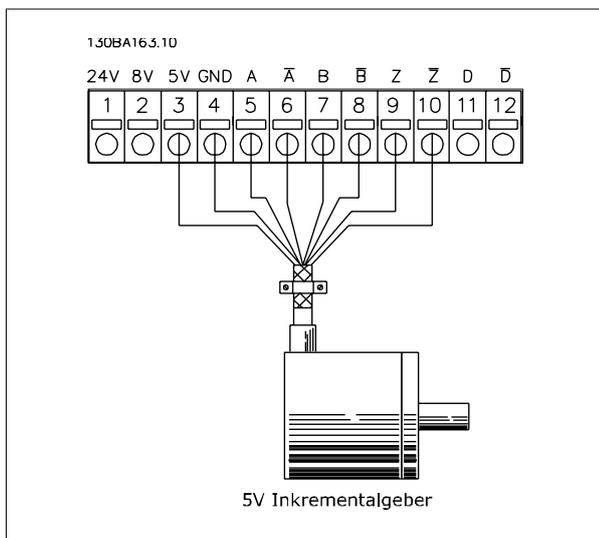
Die Drehgeberoption wird nicht von FC 302-Frequenzumrichtern, die vor Kalenderwoche 50/2004 hergestellt wurden, unterstützt.

Die Relaisoption wird ab Software-Version 2.03 (siehe Par. 15-43) unterstützt.

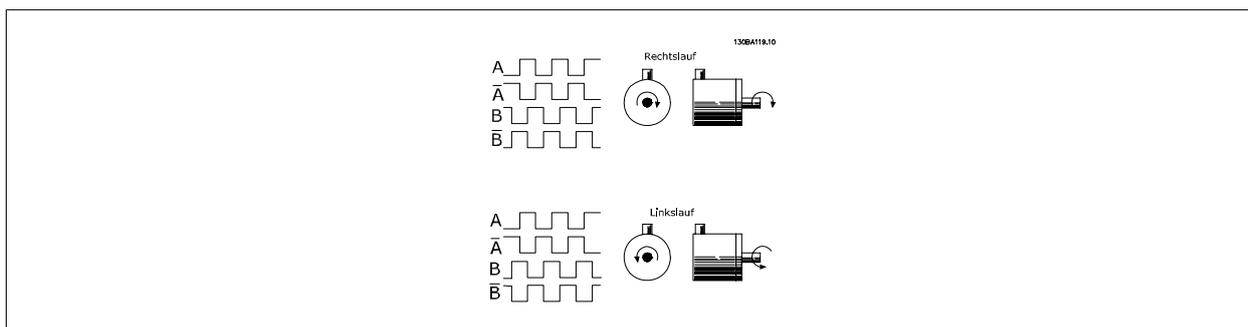
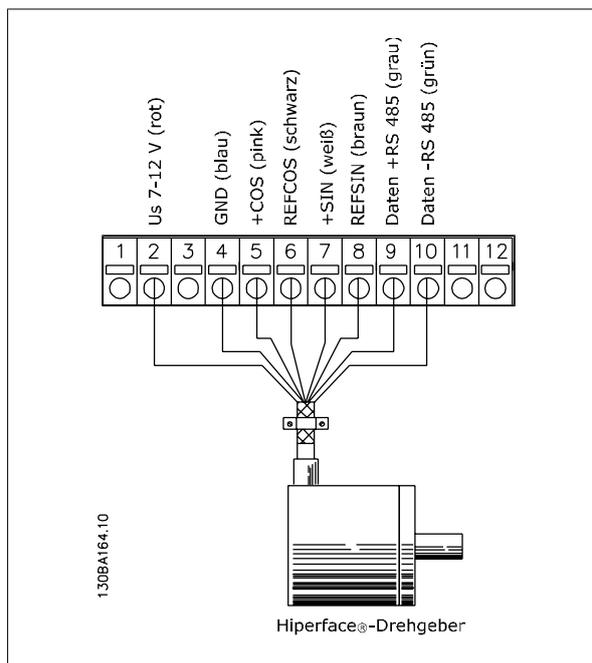
Klemmen-Bezeichnung X31	Inkrementaler Drehgeber (siehe Grafik A)	SinCos-Drehgeber Hiperface® (siehe Grafik B)	EnDat-Drehgeber	SSI-Drehgeber	Beschreibung
1	NC			24 V	24 V Ausgang (21-25 V, I <sub>max</sub> : 125 mA)
2	NC	8 VCC			8 V Ausgang (7-12 V, I <sub>max</sub> : 200 mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V	5 V Ausgang (5 V ± 5 %, I <sub>max</sub> : 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Eingang A	+COS	+COS	Eingang A	Eingang A
6	Inv. Eingang A	REFCOS	REFCOS	Inv. Eingang A	Inv. Eingang A
7	Eingang B	+SIN	+SIN	Eingang B	Eingang B
8	Inv. Eingang B	REFSIN	REFSIN	Inv. Eingang B	Inv. Eingang B
9	Eingang Z	+Daten RS485	Taktausgang	Taktausgang	Eingang Z ODER +Daten RS485
10	Inv. Eingang Z	-Daten RS485	Taktausgang invers	Taktausgang invers	Eingang Z ODER -Daten RS485
11	NC	NC	Dateneingang	Dateneingang	Reserviert
12	NC	NC	Dateneingang invers	Dateneingang invers	Reserviert

Max. 5 V an Klemmen X31 5-12

8



Max. Kabellänge 150 m.



### 8.4 Resolver-Option MCB 103

Die Resolver-Option MCB 103 dient zur Rückführung des Resolverwertsignals vom Motor zum FC 300 AutomationDrive. Resolver werden häufig als Drehzahlrückführung bei permanenterregten, bürstenlosen Synchronmotoren verwendet.

**Bei separater Bestellung der Resolver-Option MCB 103 umfasst der Lieferumfang:**

- Resolver-Option MCB 103
- Vordere Gehäuseabdeckungen für Installation von A- oder B-Optionen

Auswahl von Parametern: 17-5x Resolver

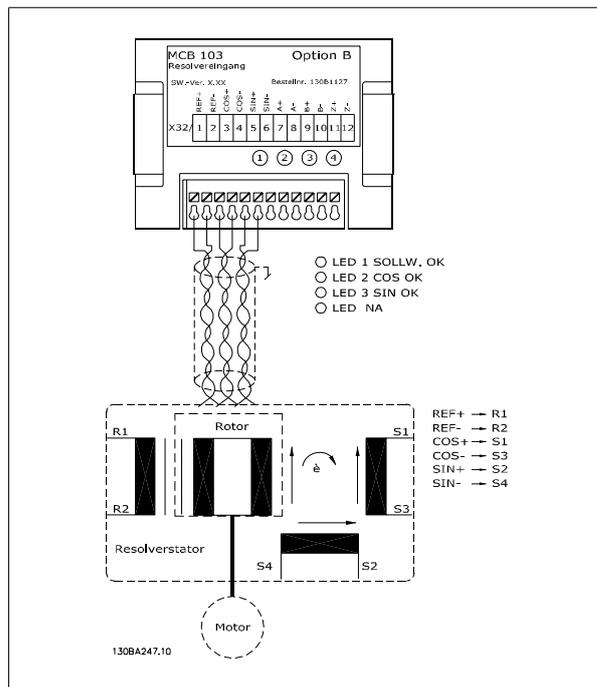
Die Resolver-Option MCB 103 unterstützt eine vielfältige Zahl von Resolverarten:

Resolver-Spezifikationen:	
Resolver-Pole	Par 17-50: 2 *2
Resolver-Eingangsspannung	Par. 17-51: 2,0 - 8,0 Vrms *7,0 Vrms
Resolver-Eingangsfrequenz	Par 17-52: 2 - 15 kHz *10,0 kHz
Übersetzungsverhältnis	Par. 17-53: 0,1 - 1,1 *0,5
Sekundäreingangsspannung	Max 4 Vrms
Sekundärlast	Ca. 10 kΩ

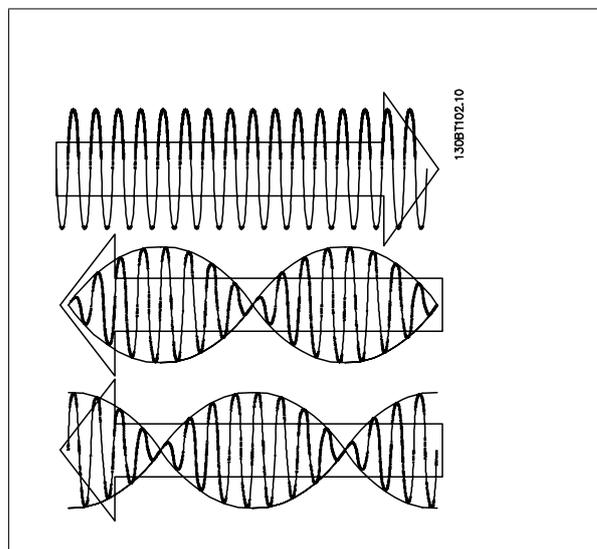
**LED-Anzeigen**

- LED 1 leuchtet, wenn das Sollwertsignal zum Resolver i. O. ist.
- LED 2 leuchtet, wenn das Cosinus-Signal vom Resolver i. O. ist.
- LED 3 leuchtet, wenn das Sinus-Signal vom Resolver i. O. ist.

Die LEDs sind aktiv, wenn Par. 17-61 auf *Warnung* oder *Alarm* programmiert ist.



**ACHTUNG!**  
Die Resolveroption MCB 103 kann nur mit Resolverarten mit Rotorversorgung verwendet werden. Resolver mit Statorversorgung können nicht benutzt werden.



### Konfigurationsbeispiel

In diesem Beispiel wird ein permanenterregter Motor mit Resolver als Drehzahlrückführung verwendet. Ein PM-Motor muss normalerweise im Fluxmodus betrieben werden.

#### Verdrahtung:

Die max. Kabellänge ist 150 m bei Verwendung eines Kabels mit verdrehten Leitern.



#### ACHTUNG!

Resolverkabel müssen abgeschirmt sein und sollten von den Motorkabeln getrennt verlegt werden.



#### ACHTUNG!

Die Abschirmung des Resolver-Kabels muss richtig am Abschirmblech aufgelegt und auf der Motorseite mit Masse (Erde) verbunden werden.



#### ACHTUNG!

Immer abgeschirmte Motor- und Bremschopperkabel verwenden.

8

Folgende Parameter einstellen:

Par. 1-00	Regelverfahren	Mit Drehgeber [1]
Par. 1-01	Steuerprinzip	Fluxvektor mit Geber [3]
Par. 1-10	Motorart	PM, Vollpol [1]
Par. 1-24	Motorstrom	Typenschild
Par. 1-25	Motornendrehzahl	Typenschild
Par. 1-26	Dauer- Nenn Drehmoment	Typenschild
AMA ist bei PM-Motoren nicht möglich.		
Par. 1-30	Statorwiderstand	Motordatenblatt
Par. 1-37	D-Achsen-Induktivität (Ld)	Motordatenblatt (mH)
Par. 1-39	Motorpolzahl	Motordatenblatt
Par. 1-40	Gegen-EMK bei 1000 UPM	Motordatenblatt
Par. 1-41	Geber-Offset	Motordatenblatt (normalerweise Null)
Par. 17-50	Resolver-Pole	Resolver-Datenblatt
Par. 17-51	Resolver Eingangsspannung	Resolver-Datenblatt
Par. 17-52	Resolver Eingangsfrequenz	Resolver-Datenblatt
Par. 17-53	Übersetzungsverhältnis	Resolver-Datenblatt
Par. 17-59	Resolver aktivieren	Aktiviert [1]

## 8.5 Relaisoption MCB 105

Die Option MCB 105 bietet 3 einpolige Lastrelais (Wechslerkontakte) und kann in Optionssteckplatz B gesteckt werden.

Elektrische Daten:

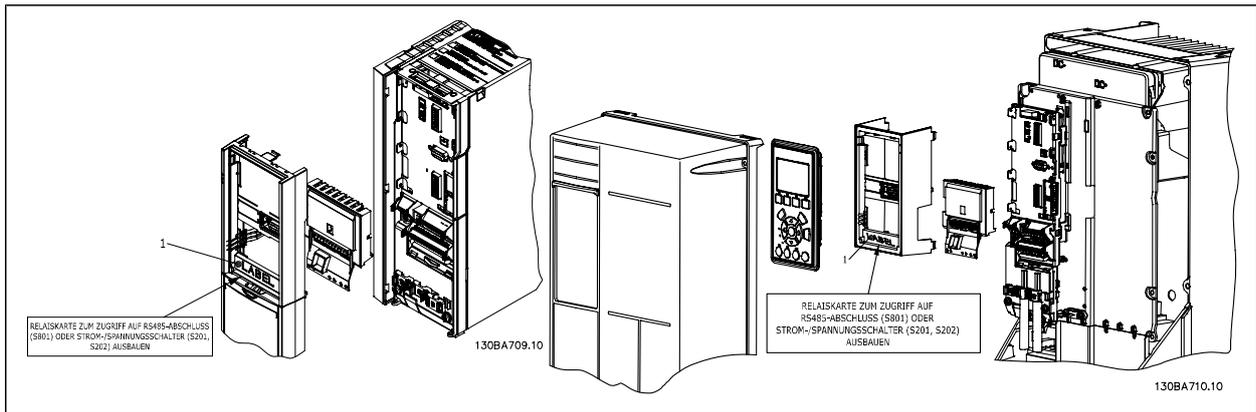
Max. Klemmenleistung (AC-1) <sup>1)</sup> (ohmsche Last)	240 V AC 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) <sup>1)</sup> (induktive Last mit $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) <sup>1)</sup> (ohmsche Last)	24 V DC 1 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) <sup>1)</sup> (induktive Last)	24 V DC 0,1 A
Min. Klemmenleistung (DC)	5 V, 10 mA
Max. Taktfrequenz bei Nennlast/min. Last	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

1) IEC 947 Teil 4 und 5

**Wenn die Relaisoption MCB 105 separat bestellt wird, umfasst der Lieferumfang:**

- Relaismodul MCB 105
- Vordere Gehäuseabdeckungen für Installation von A- oder B-Optionen
- Aufkleber zur Abdeckung der Schalter S201, S202 und S801
- Kabelbinder zur Befestigung am Relaismodul

Die Relaisoption unterstützt nicht FC 302-Frequenzrichter, die vor Kalenderwoche 50/2004 hergestellt wurden.  
 Die Relaisoption wird ab Software-Version 2.03 (siehe Par. 15-43) unterstützt.



A2-A3-B3 A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

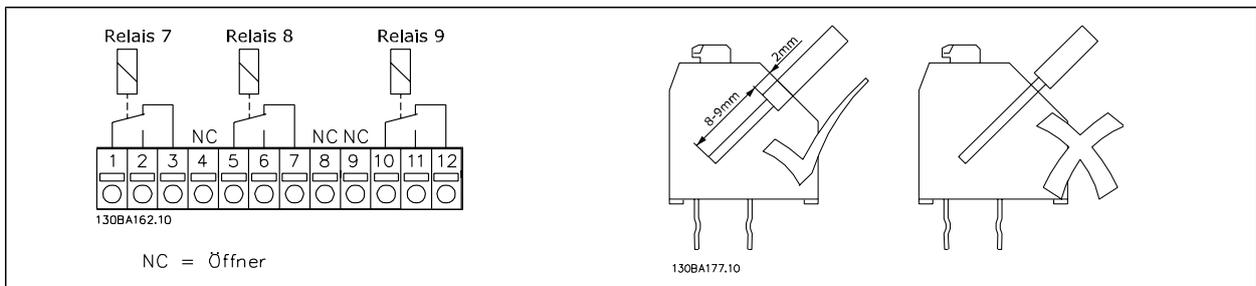
1) **WICHTIG!** Der Aufkleber MUSS wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung angebracht werden (UL-Zulassung).

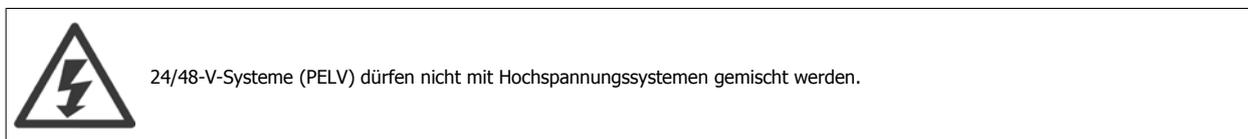
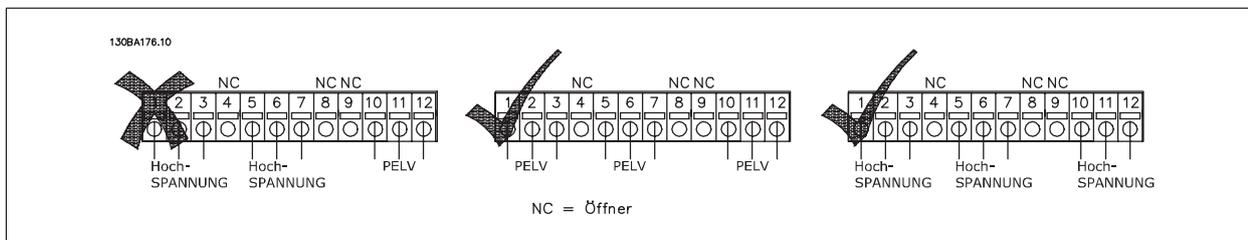
Warnung - Doppelte Stromversorgung

Installation der Relaisoption MCB 105:

- Die Energiezufuhr zum Frequenzrichter unterbrechen.
- Die Energiezufuhr zu den spannungsführenden Teilen der Relaisklemmen muss unterbrochen sein.
- LCP Bedieneinheit, Klemmenabdeckung und LCP-Gestell vom FC 30x entfernen.
- Option MCB 105 in Steckplatz B stecken.
- Die Relaiskabel anschließen und mittels der beigefügten Kabelbinder am Gehäuse befestigen.
- Die richtige Länge des abisolierten Drahts sicherstellen (siehe Zeichnung unten).
- Keine Netzspannung führenden Teile (Hochspannung) mit Steuersignalen (PELV) mischen.
- Die tieferen Frontabdeckungen für A-/B-Optionen anbringen.
- Die LCP Bedieneinheit wieder aufstecken.
- Die Energiezufuhr zum Frequenzrichter wieder herstellen.
- Die Relaisfunktionen in Par. 5-40 [6-8], 5-41 [6-8] und 5-42 [6-8] auswählen.

**ACHTUNG!**  
 Array [6] ist Relais 7, Array [7] ist Relais 8 und Array [8] ist Relais 9





## 8.6 Externe 24-V-Stromversorgung - Option MCB 107

Externe 24 V DC-Versorgung

Die externe 24 V DC-Versorgung kann als zusätzliche Spannungsversorgung der Steuerkarte sowie etwaiger eingebauter Optionskarten installiert werden. Dies ermöglicht den Betrieb des LCP-Bedienteils und der Feldbusoptionen auch bei abgeschalteter Netzversorgung.

Spezifikation der externen 24 V DC-Versorgung:

Eingangsspannungsbereich	24 V DC $\pm 15\%$ (max. 37 V für 10 s)
Max. Eingangsstrom	2,2 A
Durchschn. Eingangsstrom für FC 302	0,9 A
Max. Kabellänge	75 m
Eingangskapazitätslast	< 10 $\mu$ F
Einschaltverzögerung	< 0,6 s

Der Eingang ist schutzbeschaltet.

### Klemmennummern:

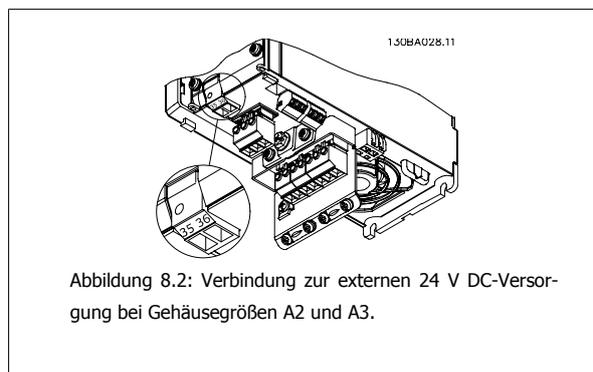
Klemme 35: - externe 24 V DC-Versorgung

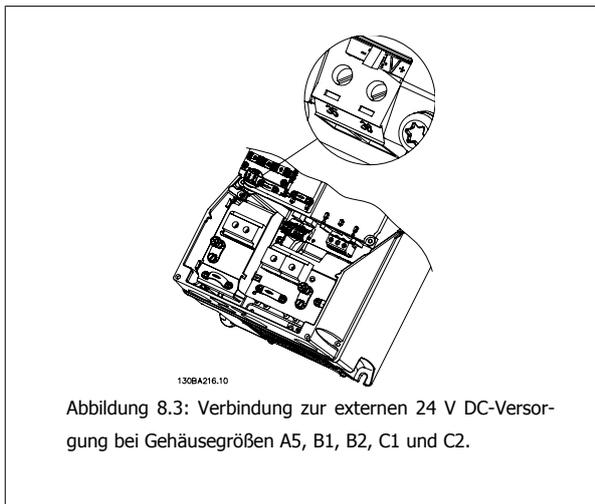
Klemme 36: + externe 24 V DC-Versorgung

### Installation:

1. LCP oder Blindabdeckung abziehen.
2. Klemmenabdeckung entfernen.
3. Kabelabschirmblech und Kunststoffabdeckung darunter demonstrieren.
4. Externe 24 V DC-Versorgung in Optionssteckplatz einführen.
5. Kabelabschirmblech befestigen.
6. Klemmenabdeckung und LCP oder Blindabdeckung wieder anbringen.

Wenn die externe 24 V-Versorgung MCB 107 den Steuerstromkreis versorgt, wird die interne 24 V-Versorgung automatisch getrennt.



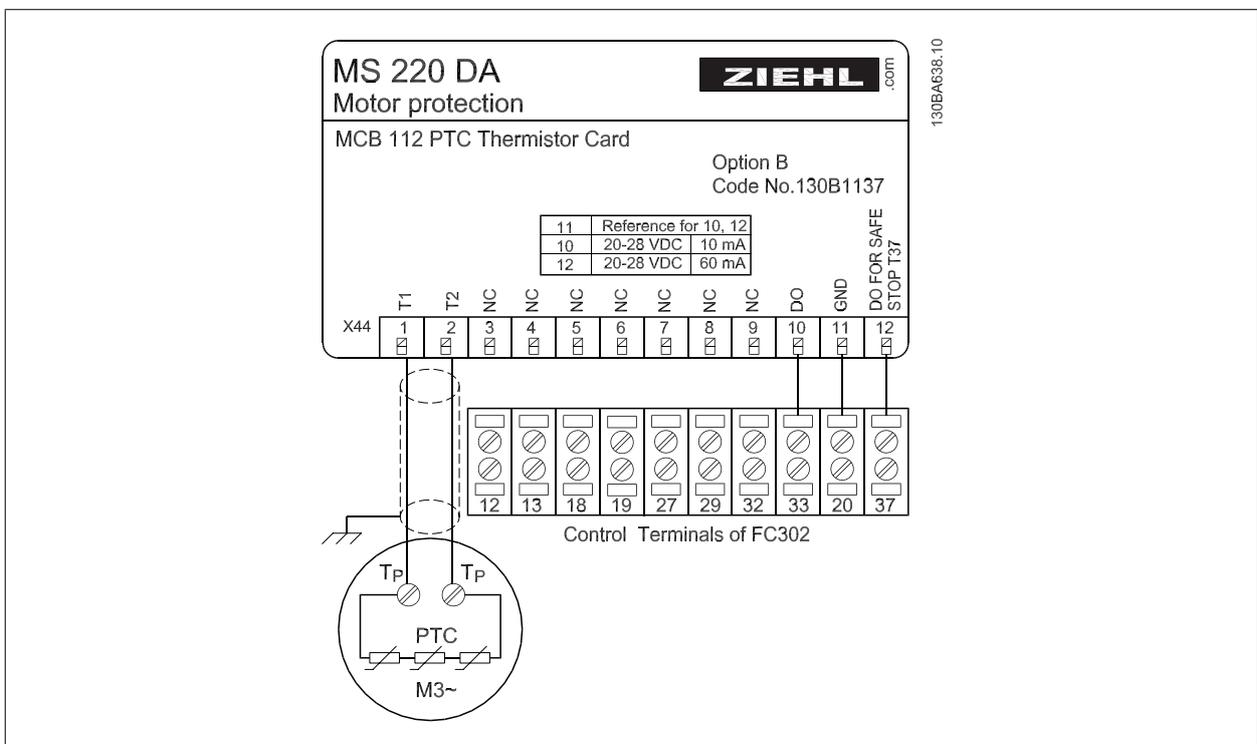


### 8.7 MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte

Über die Option MCB 112 kann die Temperatur eines Elektromotors über einen PTC-Thermistoreingang überwacht werden. Es ist eine B-Option für den VLT® AutomationDrive FC 302 mit Funktion „Sicherer Stopp“.

Informationen über den Einbau und die Installation der Option entnehmen Sie bitte dem Abschnitt *Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B* weiter vorne.

X44/1 und X44/2 sind die Thermistoreingänge, X44/12 aktiviert die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 302 (Kl. 37), wenn die Thermistorwerte es erfordern, und X44/10 informiert den FC 302, dass die Anforderung eines sicheren Stopps von MCB 112 kam, um eine entsprechende Alarmhandhabung sicherzustellen. Einer der Digitaleingänge des FC 302 (oder ein Digitaleingang einer installierten Option) müssen auf PCT-Karte 1 [80] eingestellt werden, um die Informationen von X44/10 nutzen zu können. Par. 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp muss auf die gewünschte Funktionalität für sicheren Stopp eingestellt werden (Werkseinstellung ist Sicherer Stopp Alarm).



**ATEX-Zertifizierung bei VLT® AutomationDrive FC 302**

Die Option MCB 112 ist ATEX-zertifiziert. Dies bedeutet, dass der VLT® AutomationDrive FC 302 zusammen mit der MCB 11 jetzt mit Motoren in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden kann. Weitere Informationen enthält das Produkthandbuch für die Option MCB 112.



ATmosphère EXplosive (ATEX)

**Elektrische Daten**

## Kaltleiter-Anschluss:

PTC nach DIN 44081 und DIN 44082

Anzahl	1-6 Kaltleiter in Reihe
Abschaltwert	3,3 Ω... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Rückschaltwert	1,7 Ω .... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Ansprechtoleranz	± 6 °C
Sammelwiderstand der Sensorschleife	< 1,65 Ω
Klemmenspannung	≤ 2,5 V bei R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V bei R = ∞
Sensorstrom	≤ 1 mA
Kurzschluss	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Leistungsaufnahme	60 mA

## Prüfbedingungen:

EN 60 947-8

Bemessungsstoßspannungsfestigkeit	6000 V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Bemessungsisolationsspannung U <sub>bi</sub>	690 V
Sichere Trennung bis U <sub>i</sub>	500 V
Dauerumgebungstemperatur	-20 °C ... +60 °C
Feuchte	EN 60068-2-1 Trockene Wärme 5-95 %, keine Betauung zulässig
EMV-Störfestigkeit	EN61000-6-2
EMV-Störaussendung	EN61000-6-4
Rüttelsicherheit	10 bis 1000 Hz 1,14 g
Schockfestigkeit	50 g

## Sicherheitstechnische Kenngrößen:

EN 61508, ISO 13849 bei T<sub>u</sub> = 75°C dauernd

Kategorie	2
SIL	2 bei Wartungszyklus von 2 Jahren 1 bei Wartungszyklus von 3 Jahren
HFT	0
PFD (bei jährlicher Funktionsprüfung)	4.10 *10 <sup>-3</sup>
SFF	90%
λ <sub>s</sub> + λ <sub>DD</sub>	8515 FIT
λ <sub>DU</sub>	932 FIT
Bestellnummer 130B1137	

## 8.8 Bremswiderstände

### 8.8.1 Bremswiderstände

In Anwendungen mit motorischem Bremsen wird Energie im Motor erzeugt und an den Frequenzumrichter zurückgegeben. Ist diese Energierückspeisung an den Motor nicht möglich, erhöht sich die Spannung im Zwischenkreis des Umrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse kann diese Erhöhung zur Abschaltung des Umrichters aufgrund von Überlast führen. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der Energie des DC-Zwischenkreises im Frequenzumrichter. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Widerstands, seiner Verlustleistung und seiner Größe. Danfoss bietet eine große Auswahl an unterschiedlichen Bremswiderständen, die speziell auf unsere Frequenzumrichter abgestimmt sind. Artikelnummern für Bremswiderstände siehe Abschnitt *Bestellen*.

## 8.9 LCP-Einbausatz

### 8.9.1 LCP-Einbausatz

Die LCP Bedieneinheit kann durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite einer Schaltschranktür o. Ä. integriert werden. Die Vorderseite hat Schutzart IP65. Die Befestigungsschrauben dürfen mit max. 1 Nm festgezogen werden.

Technische Daten

Gehäuse:	Vorderseite IP65
Max. Kabellänge zwischen und Gerät:	3 m
Kommunikationsstandard:	RS 485

Bestellnummer 130B1113

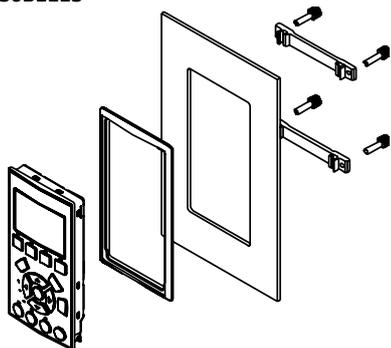


Abbildung 8.4: LCP Einbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung

Bestellnummer 130B1114

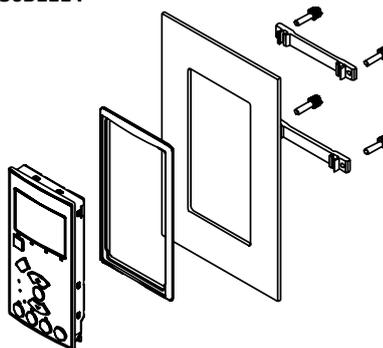
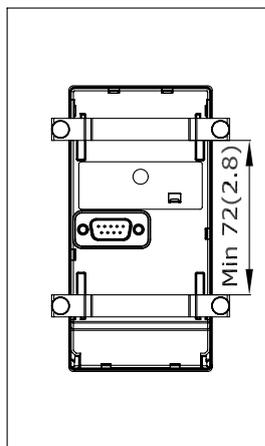
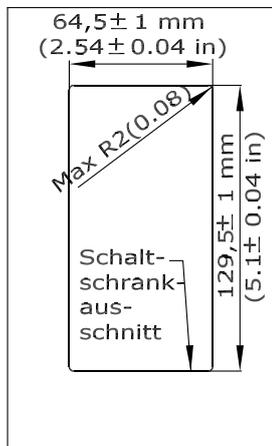


Abbildung 8.5: LCP Einbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung

LCP Einbausatz ohne LCP ist ebenfalls erhältlich. Bestellnummer: 130B1117



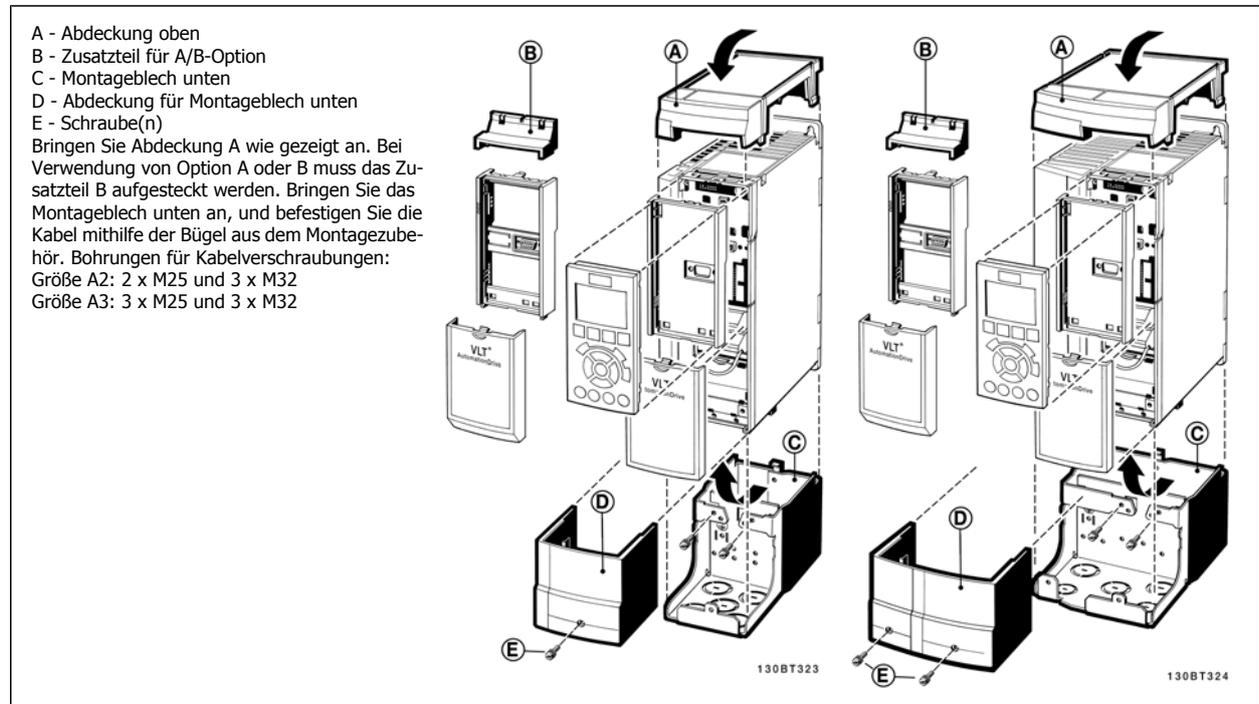
130BA139.11

## 8.10 IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung

Die IP21/IP 4X/NEMA 1 Option ist eine Gehäuseabdeckung, die für IP20-Kompaktgeräte lieferbar ist.

Durch Einsatz dieser Option wird ein IP20-Gerät so aufgerüstet, dass es der Schutzart IP21/NEMA 1 entspricht.

Die IP 4X-Abdeckung kann für alle IP 20 FC 30X-Standardvarianten eingesetzt werden.



8

## 8.11 Sinusfilter

Wenn ein Motor durch einen Frequenzumrichter gesteuert wird, treten hörbare Resonanzgeräusche im Motor auf, die durch die Motorkonstruktion bedingt sind. Sie entstehen immer dann, wenn einer der Wechselrichtertransistoren im Frequenzumrichter geschaltet wird. Die Frequenz der Resonanzgeräusche entspricht daher der Taktfrequenz des Frequenzumrichters.

Für die Baureihe FC 300 kann Danfoss ein Sinusfilter liefern, das die Motorstörgeräusche dämpft.

Das Filter reduziert die Anstiegszeit der Spannung, die Spitzenspannung  $U_{PEAK}$  und den auf den Motor geleiteten Rippel-Strom  $\Delta I$ , sodass Strom und Spannung nahezu sinusförmig werden. Das Motorstörgeräusch wird so auf ein Minimum gesenkt

Aufgrund des Rippel-Stroms in den Sinusfilterspulen erzeugen auch diese Geräusche. Dieses Problem lässt sich lösen, indem das Filter in einen Schaltschrank o. Ä. installiert wird.



# 9 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle

## 9.1 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle

### 9.1.1 Übersicht

RS485 ist eine Zweileiter-Busschnittstelle, die mit einer busförmigen Netzwerktopologie kompatibel ist, d. h. Netzteilnehmer können als Bus oder über Übertragungskabel (Nahbuskabel) an eine gemeinsame Abnehmerleitung angeschlossen werden. Es können insgesamt 32 Teilnehmer (Knoten) an ein Netzwerksegment angeschlossen werden.

Netzwerksegmente sind durch Busverstärker (Repeater) unterteilt. Dabei ist zu beachten, dass jeder Repeater als ein Knoten in dem Segment wirkt, in dem er installiert ist. Jeder Knoten in jeweils einem Netzwerk muss eine Adresse haben, die in allen Segmenten nur einmal vergeben sein darf.

Der RS485-Bus muss pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abgeschlossen werden. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON“ zu stellen. Das Anschlusskabel ist geschirmt mit Kabel mit verdrehten Leitern auszuführen (STP-Kabel), wobei der Schirm beidseitig aufzulegen ist.

Die Erdung der Abschirmung mit niedriger Impedanz ist auch bei hohen Frequenzen sehr wichtig. Dies kann durch großflächigen Anschluss der Abschirmung an Masse erreicht werden, z. B. über einen Schirmbügel oder eine leitende Kabelverschraubung. Ein unterschiedliches Erdpotential zwischen Geräten, vor allem in Anlagen mit großen Kabellängen, kann durch Anbringen eines Ausgleichskabel gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird.

Um eine nicht übereinstimmende Impedanz zu verhindern, muss im gesamten Netzwerk immer der gleiche Kabeltyp verwendet werden. Beim Anschluss eines Motors an den Frequenzumrichter ist immer ein abgeschirmtes Motorkabel zu verwenden.

Kabel: Geschirmtes Twisted Pair (STP)
Impedanz: 120 Ohm
Kabellänge: Max. 1200 m (einschließlich Abzweigungen)
Max. 500 m zwischen Stationen

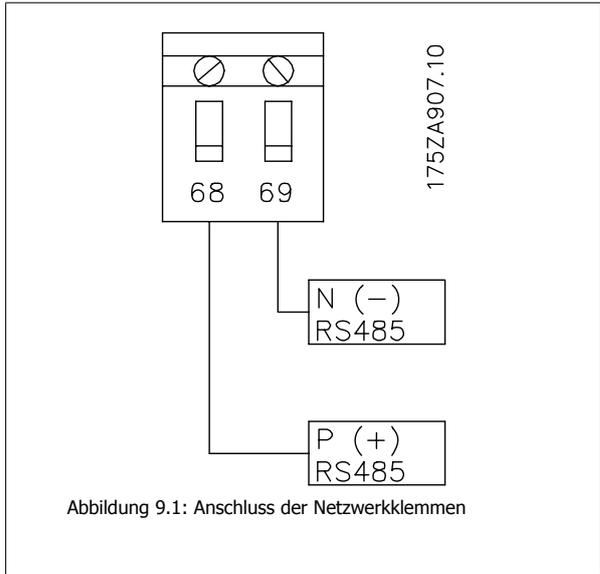
### 9.1.2 Netzwerkanschluss

**Der Anschluss des Frequenzumrichters an das RS-485-Netzwerk ist wie folgt auszuführen (siehe auch Abbildung):**

1. Das P-Signal (P+) ist an Klemme 68 und das N-Signal (N-) ist an Klemme 69 der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters anzuschließen.
2. Den Kabelschirm an die Schirmbügel anschließen.



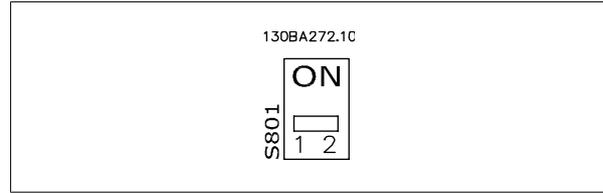
**ACHTUNG!**  
Verdrillte geschirmte Leiter (Twisted Pair) sind empfohlen, um die zwischen den Leitern eingestrahltten Störungen zu reduzieren.



### 9.1.3 RS 485 Busabschluss

Zur Terminierung des RS-485-Busses den DIP-Schalter für den Abschlusswiderstand an der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters verwenden.

**ACHTUNG!**  
Die Werkseinstellung für den DIP-Schalter ist AUS.



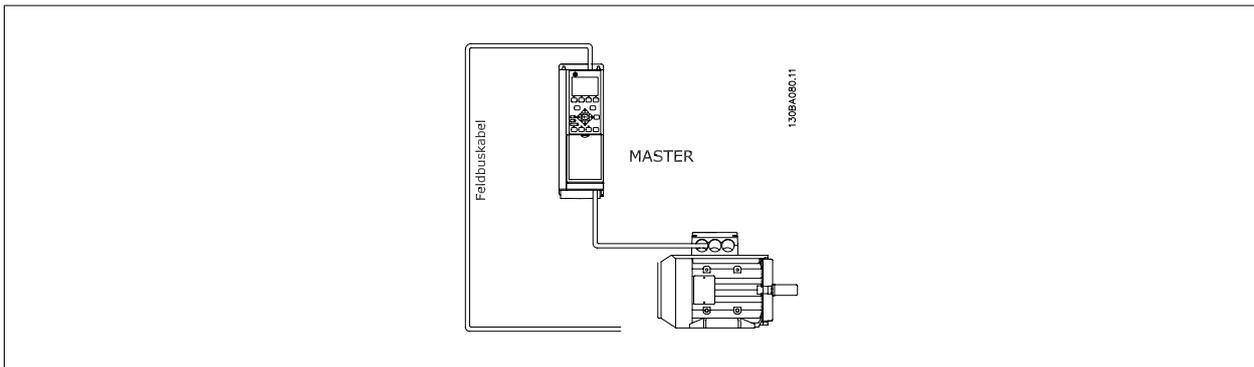
Werkseinstellung für Schalter für Abschlusswiderstand

### 9.1.4 EMV-Schutzmaßnahmen

Folgende EMV-Schutzmaßnahmen werden empfohlen, um einen störungsfreien Betrieb des RS-485-Netzes zu gewährleisten.

**ACHTUNG!**  
Die einschlägigen landesspezifischen sowie örtlichen Bestimmungen, z. B. für Schutzerdungen, müssen beachtet werden. Die RS-485-Kommunikationsleitung ist von den Motor- und Bremswiderstandskabeln mit Abstand zu verlegen, um Rückkopplungen durch Hochfrequenzrauschen zwischen den Kabeln zu vermeiden. Normalerweise genügt ein Abstand von 200 mm, aber halten Sie den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln ein, besonders wenn diese über weite Strecken parallel laufen. Bei kreuzenden RS-485- und Motor- bzw. Bremswiderstandskabeln muss ein Winkel von 90° eingehalten werden.

9



Das FC-Protokoll, das auch als FC-Bus oder Standardbus bezeichnet wird, ist der Standardfeldbus von Danfoss Drives. Er definiert ein Zugriffsverfahren nach dem Master-Slave-Prinzip für die Kommunikation über eine serielle Schnittstelle.

Es können maximal 126 Slaves und ein Master an die Schnittstelle angeschlossen werden. Die einzelnen Slaves werden vom Master über ein Adresszeichen im Telegramm angewählt. Nur wenn ein Slave ein fehlerfreies, an ihn adressiertes Telegramm empfangen hat, sendet er ein Antworttelegramm. Die direkte Nachrichtenübertragung unter Slaves ist nicht möglich. Die Datenübertragung findet im Halbduplex-Betrieb statt.

Die Master-Funktion kann nicht auf einen anderen Teilnehmer übertragen werden (Einmastersystem).

Die physikalische Schicht ist RS-485 und nutzt damit die im Frequenzumrichter integrierte RS-485-Schnittstelle. Das FC-Protokoll unterstützt unterschiedliche Telegrammformate: Ein kurzes Format mit 8 Bytes für Prozessdaten und ein langes Format von 16 Bytes, das ebenfalls einen Parameterkanal enthält. Ein drittes Telegrammformat wird für Texte verwendet.

## 9.3 Netzwerkkonfiguration

### 9.3.1 FC 300 Frequenzrichter-Konfiguration

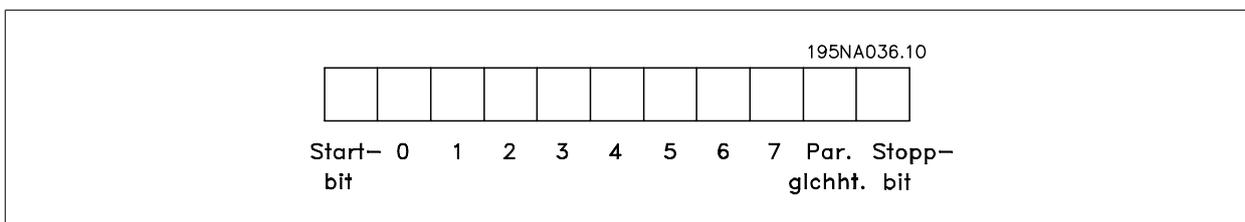
Programmieren Sie die folgenden Parameter, um das FC-Protokoll für den Frequenzrichter zu aktivieren.

Parameternummer	Parametername	Einstellung
8-30	FC-Protokoll	FC
8-31	Adresse	1 - 126
8-32	FC-Baudrate	2400 - 115200
8-33	Parität/Stopbits	Ungerade Parität, 1 Stopbit (Werkseinstellung)

## 9.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll - FC 300

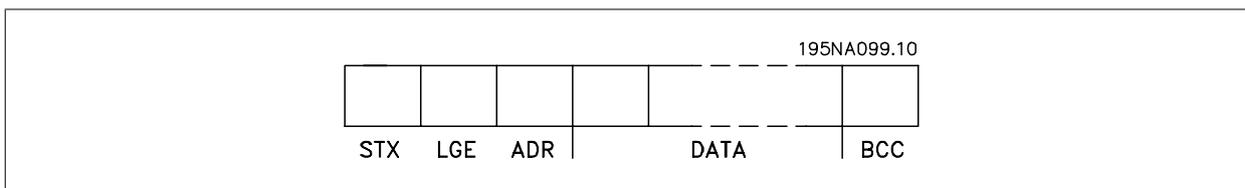
### 9.4.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)

Jedes übertragene Byte beginnt mit einem Startbit. Danach werden 8 Datenbits übertragen, was einem Byte entspricht. Jedes Byte wird über ein Paritätsbit abgesichert, das auf „1“ gesetzt wird, wenn Paritätsgleichheit gegeben ist (d. h. eine gleiche Anzahl binärer Einsen in den 8 Datenbits und dem Paritätsbit zusammen). Ein Byte endet mit einem Stopbit und besteht somit insgesamt aus 11 Bits.



### 9.4.2 Telegrammaufbau

Jedes Telegramm beginnt mit einem Startzeichen (STX) = 02 Hex, gefolgt von einem Byte zur Angabe der Telegrammlänge (LGE) und einem Byte, das die Adresse des Frequenzrichters (ADR) angibt. Danach folgen die Nutzdaten (variabel, abhängig vom Telegrammtyp). Das Telegramm schließt mit einem Datensteuerbyte (BCC).



### 9.4.3 Telegrammlänge (LGE)

Die Telegrammlänge ist die Anzahl der Datenbyte plus Adressbyte ADR und Datensteuerbyte BCC.

Die Länge der Telegramme mit 4 Datenbyte beträgt:	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 Byte
Die Länge der Telegramme mit 12 Datenbyte beträgt:	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 Byte
Die Länge von Telegrammen, die Texte enthalten, ist:	$10^{1)}+n$ Byte

<sup>1)</sup> 10 stellen die festen Zeichen dar, während das „n“ variabel ist (je nach Textlänge).

### 9.4.4 Frequenzumrichter-Adresse (ADR)

Es wird mit zwei verschiedenen Adressformaten gearbeitet.

Der Adressbereich des Frequenzumrichters beträgt entweder 1-31 oder 1-126.

1. Adressformat 1-31:

Bit 7 = 0 (Adressformat 1-31 aktiv)

Bit 6 wird nicht verwendet

Bit 5 = 1: Broadcast, Adressbits (0-4) werden nicht benutzt

Bit 5 = 0: Kein Broadcast

Bit 0-4 = Frequenzumrichteradresse 1-31

2. Adressformat 1-126:

Bit 7 = 1 (Adressformat 1-126 aktiv)

Bit 0-6 = Frequenzumrichteradresse 1-126

Bit 0-6 = 0 Broadcast

9

Der Slave sendet das Adressbyte in seinem Antworttelegramm an den Master unverändert zurück.

### 9.4.5 Datensteuerbyte (BCC)

Die Prüfsumme wird als eine XOR-Funktion berechnet. Bevor das erste Byte im Telegramm empfangen wird, beträgt die errechnete Prüfsumme 0.

### 9.4.6 Das Datenfeld

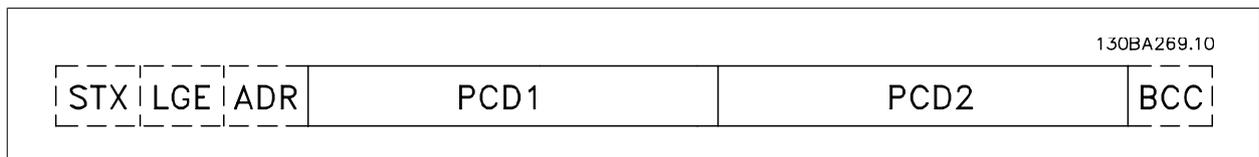
Die Struktur der Nutzdaten hängt vom Telegrammtyp ab. Es gibt drei Telegrammtypen, die sowohl für Steuertelegramme (Master=>Slave) als auch Antworttelegramme (Slave=>Master) gelten.

Die drei Telegrammartentypen sind:

Prozessblock (PCD):

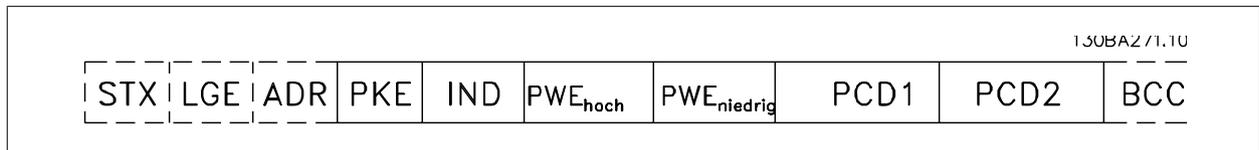
Der Prozessdatenteil besteht aus vier Byte (2 Wörtern) und enthält:

- Steuerwort und Sollwert (Master -> Slave)
- Zustandswort und aktuelle Ausgangsfrequenz (Slave -> Master)



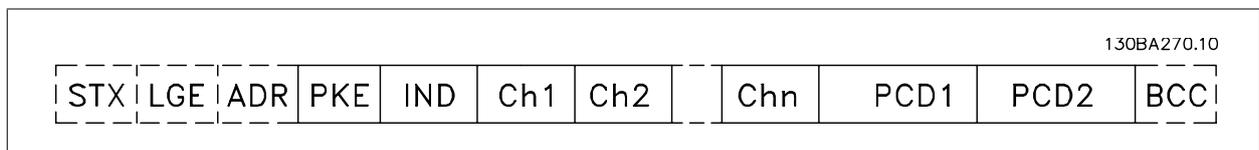
Parameterblock:

Der Parameterblock dient zur Übertragung von Parametern zwischen Master und Slave. Der Datenblock besteht aus 12 Bytes (6 Wörtern) und enthält zudem den Prozessblock.



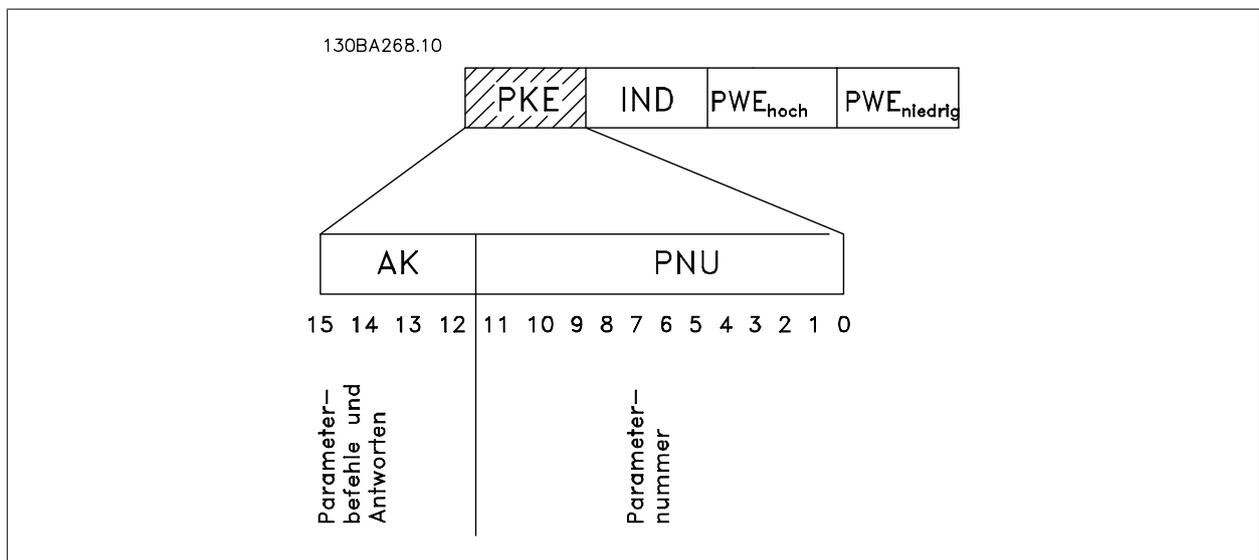
Textblock:

Der Textblock dient zum Lesen oder Schreiben von Texten über den Datenblock.



### 9.4.7 Das PKE-Feld

Das PKE-Feld enthält zwei untergeordnete Felder: Parameterbefehle und Antworten (AK) sowie Parameternummer (PNU):



Die Bits Nr. 12-15 übertragen Parameterbefehle vom Master zum Slave und senden bearbeitete Slaveantworten an den Master zurück.

Parameterauftrag Master -> Slave				
Bit Nr.	14	13	12	Parameterbefehl
15	14	13	12	
0	0	0	0	Kein Befehl
0	0	0	1	Parameterwert lesen
0	0	1	0	Parameterwert in RAM (Wort) schreiben
0	0	1	1	Parameterwert in RAM schreiben (Doppelwort)
1	1	0	1	Parameterwert in RAM und EEPROM schreiben (Doppelwort)
1	1	1	0	Parameterwert in RAM und EEPROM schreiben (Wort)
1	1	1	1	Text lesen/schreiben

Antwort Slave -> Master				
Bit Nr.	14	13	12	Antwort
15	14	13	12	
0	0	0	0	Keine Antwort
0	0	0	1	Parameterwert übertragen (Wort)
0	0	1	0	Parameterwert übertragen (Doppelwort)
0	1	1	1	Befehl kann nicht ausgeführt werden
1	1	1	1	Text wurde übertragen

Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so sendet der Slave diese Antwort:

0111 Befehl kann nicht ausgeführt werden

- und gibt den folgenden Fehlerbericht im Parameterwert (PWE) aus:

PWE 0 (Hex)	Fehlermeldung
0	Angewandte Parameternummer nicht vorhanden
1	Auf den definierten Parameter besteht kein Schreibzugriff
2	Datenwert überschreitet die Parametergrenzen
3	Angewandtes Unterverzeichnis (Subindex) nicht vorhanden
4	Parameter nicht vom Typ Array
5	Datentyp passt nicht zum definierten Parameter
11	Der Datenaustausch im definierten Parameter ist im aktuellen Modus des Frequenzumrichters nicht möglich. Bestimmte Parameter können nur geändert werden, wenn der Motor ausgeschaltet ist.
82	Kein Buszugriff auf definierten Parameter
83	Datenänderungen sind nicht möglich, da die Werkseinstellung gewählt ist

### 9.4.8 Parameternummer (PNU)

Die Bits Nr. 0-11 dienen zur Übertragung der Parameternummer. Die Funktion des betreffenden Parameters ist der Parameterbeschreibung im Programmierhandbuch zu entnehmen.

### 9.4.9 Index (IND)

Der Index wird zusammen mit der Parameternummer für den Lese-/Schreibzugriff auf Parameter mit einem Index verwendet, z. B. Parameter 15-30 Fehlercode. Der Index besteht aus 2 Byte, einem Lowbyte und einem Highbyte.

**ACHTUNG!**  
Nur das Lowbyte wird als Index benutzt.

### 9.4.10 Parameterwert (PWE)

Der Parameterwertblock besteht aus 2 Worten (4 Byte); der Wert hängt vom definierten Befehl (AK) ab. Verlangt der Master einen Parameterwert, so enthält der PWE-Block keinen Wert. Um einen Parameterwert zu ändern (schreiben), wird der neue Wert in den PWE geschrieben und vom Master zum Slave gesendet.

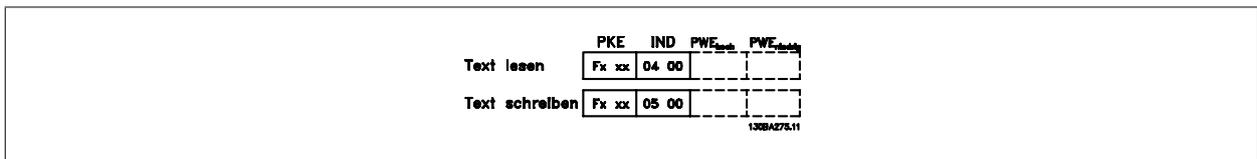
Antwortet der Slave auf eine Parameteranfrage (Lesebefehl), so wird der aktuelle Parameterwert im PWE an den Master übertragen. Wenn ein Parameter keinen numerischen Wert enthält, sondern mehrere Datenoptionen, z. B. Parameter 0-01 Sprache, wobei [0] Englisch und [4] Dänisch entspricht, wird der Datenwert durch Eingabe des Werts in den PWE gewählt. Siehe auch Beispiel später in diesem Kapitel. Über die serielle Kommunikationsschnittstelle können nur Parameter des Datentyps 9 (Textblock) gelesen werden.

Parameter 15-40 bis 15-53 enthalten Datentyp 9.

Zum Beispiel kann in Parameter 15-40 *FC-Typ* die Leistungsgröße und Netzspannung gelesen werden. Wird eine Textfolge übertragen (gelesen), so ist die Telegrammlänge variabel, da die Texte unterschiedliche Längen haben. Die Telegrammlänge ist im zweiten Byte (LGE) des Telegramms definiert. Bei Textübertragung zeigt das Indexzeichen an, ob es sich um einen Lese- oder Schreibbefehl handelt.

Um einen Text über den PWE lesen zu können, muss der Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex eingestellt werden. Das Highbyte des Indexzeichens muss „4“ sein.

Einige Parameter enthalten Text, der über die serielle Schnittstelle geschrieben werden kann. Um einen Text über den PWE-Block schreiben zu können, stellen Sie Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex ein. Das Highbyte des Indexzeichens muss „5“ sein.



### 9.4.11 Vom FC 300 unterstützte Datentypen

Ohne Vorzeichen bedeutet, dass das Telegramm kein Vorzeichen enthält.

Datentypen	Beschreibung
3	Integer (Ganzzahl) 16 Bit
4	Integer (Ganzzahl) 32 Bit
5	Ohne Vorzeichen 8 Bit
6	Ohne Vorzeichen 16 Bit
7	Ohne Vorzeichen 32 Bit
9	Textblock
10	Bytestring
13	Zeitdifferenz
33	Reserviert
35	Bitsequenz

### 9.4.12 Umwandlung

Die verschiedenen Attribute jedes Parameters sind im Abschnitt Werkseinstellungen aufgeführt. Parameterwerte werden nur als ganze Zahlen übertragen. Daher werden Umwandlungsfaktoren verwendet, um Dezimale zu übertragen.

Par. 4-12 *Min. Frequenz* hat den Umwandlungsfaktor 0,1.

Soll die Mindestfrequenz auf 10 Hz eingestellt werden, übertragen Sie den Wert 100. Der Umwandlungsfaktor 0,1 bedeutet, dass der übertragene Wert mit 0,1 multipliziert wird. Der Wert 100 wird somit als 10,0 erkannt.

Konvertierungsindex	Umwandlungsfaktor
74	0.1
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

### 9.4.13 Prozesswörter (PCD)

Der Prozessdatenteil ist in zwei Blöcke mit je 16 Bit aufgeteilt, die immer in der definierten Sequenz vorkommen.

PCD 1	PCD 2
Steuertelegramm (Master→Steuerwort Slave)	Sollwert
Steuertelegramm (Slave → Master) Zustandswort	Eingestellte Ausgangsfrequenz

## 9.5 Beispiele

### 9.5.1 Schreiben eines Parameterwerts

Ändern von Par. 4-14 *Max. Frequenz [Hz]* auf 100 Hz.

Daten in EEPROM schreiben.

PKE = E19E Hex - Schreiben eines Einzelworts in Par. 4-14 *Max. Frequenz [Hz]*

IND = 0000 Hex

PWEMAX = 0000 Hex

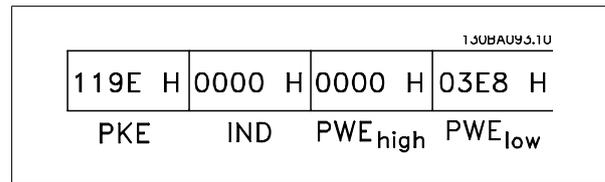
PWELOW = 03E8 Hex - Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe Umwandlung.

Das Telegramm sieht wie folgt aus:

130BA092.10			
E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

Hinweis: Parameter 4-14 ist ein Einzelwort und der Parameterwert zum Schreiben in das EEPROM ist „E“. Parameternummer 414 ist als Hexadezimalwert 19E.

Die Antwort des Slave an den Master lautet:



### 9.5.2 Lesen eines Parameterwertes

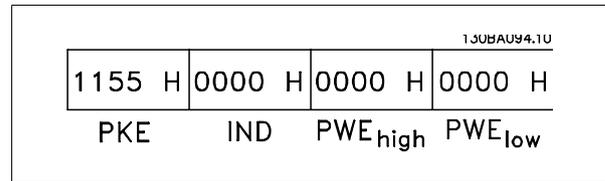
Lesen des Werts in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1*.

PKE = 1155 Hex - Lesen des Parameterwerts in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1*.

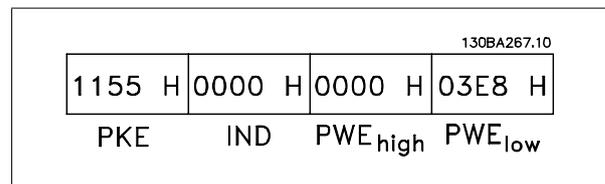
IND = 0000 Hex

PWEMAX = 0000 Hex

PWEMIN = 0000 Hex



Wenn der Wert in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* 10 s ist, ist die Antwort des Slave an den Master:

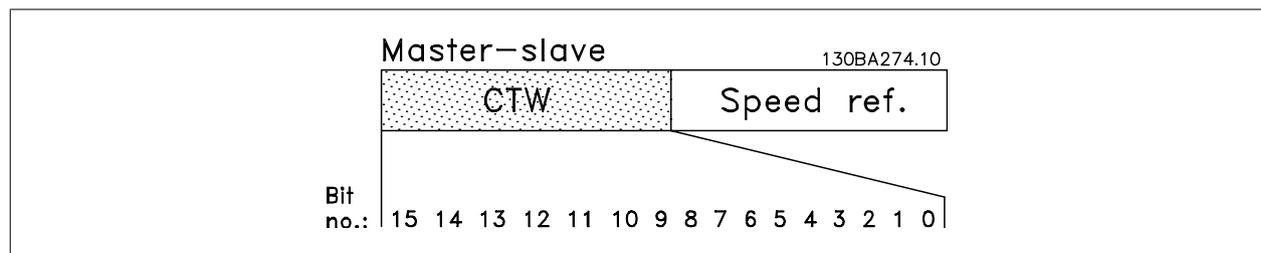


**ACHTUNG!**

3E8 Hex entspricht 1000 dezimal. Der Konvertierungsindex für Par. 3-41 ist -2, d. h. 0,01.

## 9.6 Danfoss FC-Steuerprofil

### 9.6.1 Steuerwort gemäß FC-Profil (Par. 8-10 = FC-Profil)



Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	Festsollwertanwahl (lsb)
01	Sollwert	Festsollwertanwahl (msb)
02	DC-Bremse	Rampe
03	Motorfreilauf	Kein Motorfreilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Ausgangsfrequenz speichern	Rampe benutzen
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Reset
08	Ohne Funktion	Festdrehzahl JOG
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Relais 01 ein
12	Ohne Funktion	Relais 02 ein
13	Parametersatz	Parametersatzauswahl (lsb)
14	Parametersatz	Parametersatzauswahl (msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

**Erklärung der Steuerbits**

Bit 00/01

Die Bit 00 und 01 werden benutzt, um zwischen den vier Sollwerten zu wählen, die gemäß folgender Tabelle in Par. 3-10 *Festsollwert* vorprogrammiert sind:

Programmierter Sollwert	Par.	Bit 01	Bit 00
1	3-10 [0]	0	0
2	3-10 [1]	0	1
3	3-10 [2]	1	0
4	3-10 [3]	1	1

9



**ACHTUNG!**

Die Auswahl in Par. 8-56 *Festsollwertanwahl* bestimmt, wie Bit 00/01 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 02, DC-Bremse:

Bit 02 = „0“: DC-Bremse und Stopp. Stellen Sie Bremsstrom und -dauer in Par. 2-01 *DC-Bremsstrom* und 2-02 *DC-Bremszeit* ein. Bit 02 = „1“ bewirkt Rampe.

Bit 03, Motorfreilauf:

Bit 03 = „0“: Der Frequenzumrichter lässt den Motor austrudeln (Ausgangstransistoren werden „abgeschaltet“). Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.



**ACHTUNG!**

Die Auswahl in Par. 8-50 *Motorfreilauf* bestimmt, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 04, Schnellstopp:

Bit 04 = „0“: Bewirkt Rampe ab der Motordrehzahl bis zum Stopp (eingestellt in Par. 3-81 *Rampenzeit Schnellstopp*).

Bit 05, Ausgangsfrequenz speichern

Bit 05 = „0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz (in Hz) wird gespeichert. Die gespeicherte Ausgangsfrequenz kann dann nur an den Digitaleingängen (Par. 5-10 bis 5-15), programmiert für *Drehzahl auf* und *Drehzahl ab*, geändert werden.



**ACHTUNG!**  
Ist Ausgangsfrequenz speichern aktiv, kann der Frequenzumrichter nur gestoppt werden durch Auswahl von:

- Bit 03, Motorfreilaufstopp
- Bit 02, DC-Bremse
- Digitaleingang (Par. 5-10 bis 5-15) programmiert auf *DC-Bremse, Motorfreilauf* oder *Motorfreilauf/Reset*.

Bit 06, Rampenstopp/-start:

Bit 06 = „0“: Bewirkt einen Stopp, indem die Motordrehzahl über den entsprechenden Parameter Bit 06 = „1“ für Rampenzeit Ab bis zum Stopp reduziert wird. Ermöglicht es dem Frequenzumrichter, den Motor zu starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.



**ACHTUNG!**  
Die Auswahl in Par. 8-53 *Start* bestimmt, wie Bit 06 Rampenstopp/-start mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 07, Reset: Bit 07 = „0“: Kein Reset. Bit 07 = „1“: Reset einer Abschaltung. Reset wird auf der ansteigenden Signalfanke aktiviert, d. h., beim Übergang von logisch „0“ zu logisch „1“.

Bit 08, Festdrehzahl JOG:

Bit 08 = „1“: Die Ausgangsfrequenz wird durch Par. 3-19 *Festdrehzahl JOG* bestimmt.

Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2:

Bit 09 = „0“: Rampe 1 ist aktiv (Par. 3-40 bis 3-47). Bit 09 = „1“: Rampe 2 (Par. 3-50 bis 3-57) ist aktiv.

Bit 10, Daten ungültig/Daten gültig:

Teilt dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort benutzt oder ignoriert wird. Bit 10 = „0“: Das Steuerwort wird ignoriert. Bit 10 = „1“: Das Steuerwort wird benutzt. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Sie können also das Steuerwort deaktivieren, wenn es beim Aktualisieren oder Lesen von Parametern nicht benutzt werden soll.

Bit 11, Relais 01:

Bit 11 = „0“: Relais nicht aktiviert. Bit 11 = „1“: Relais 01 ist aktiviert, vorausgesetzt in Parameter 5-40 *Relaisfunktion* wurde *Steuerwort Bit 11* gewählt.

Bit 12, Relais 04:

Bit 12 = „0“: Relais 04 ist nicht aktiviert. Bit 12 = „1“: Relais 04 ist aktiviert, vorausgesetzt in Parameter 5-40 *Relaisfunktion* wurde *Steuerwort Bit 12* gewählt.

Bit 13/14, Parametersatzauswahl:

Mit Bit 13 und 14 können die vier Parametersätze entsprechend der folgenden Tabelle gewählt werden: .

Parametersatz	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in Par. 0-10 *Aktiver Satz* gewählt ist.

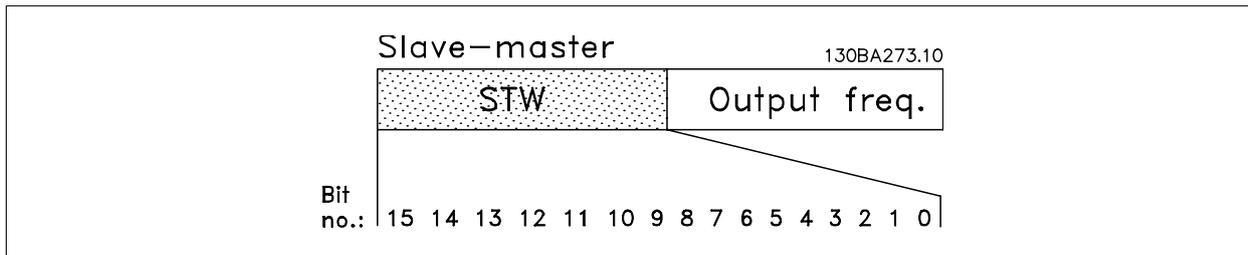


**ACHTUNG!**  
Die Auswahl in Par. 8-55 *Satzanwahl* bestimmt, wie Bit 13/14 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 15 Reversierung:

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung. Bit 15 = „1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist Reversierung in Parameter 8-54 *Reversierung* auf Klemme eingestellt. Bit 15 bewirkt eine Reversierung nur dann, wenn entweder Bus, Bus und Klemme oder Bus oder Klemme gewählt ist.

### 9.6.2 Zustandswort gemäß FC-Profil (ZSW) (Par. 8-10 = FC-Profil)



Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Regler nicht bereit	Regler bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	Kein Fehler	Fehler (keine Abschaltung)
05	Reserviert	-
06	Kein Fehler	Abschaltblockierung
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Kein Betrieb	Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, autom. Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

#### Erklärung der Zustandsbits

##### Bit 00, Regler nicht bereit/bereit:

Bit 00 = „0“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Bit 00 = „1“: Regler des Frequenzumrichters bereit, aber möglicherweise keine Versorgung zum Leistungsteil (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

##### Bit 01, FU bereit:

Bit 01 = „1“: Der Frequenzumrichter ist betriebsbereit, aber der Motorfreilauf-Befehl ist über die Digitaleingänge oder den Buseingang aktiv.

##### Bit 02, Motorfreilauf:

Bit 02 = „0“: Der Frequenzumrichter führt einen Motorfreilauf aus. Bit 02 = „1“: Der Motor läuft an, wenn die entsprechenden Startsignale gegeben werden.

##### Bit 03, Kein Fehler/Abschaltung:

Bit 03 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Um den Fehler zurückzusetzen, muss ein [Reset] ausgeführt werden.

##### Bit 04, Kein Fehler/Fehler (keine Abschaltung):

Bit 04 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 04 = „1“: Der Frequenzumrichter meldet einen Fehler, aber schaltet nicht ab.

##### Bit 05, Nicht benutzt:

Bit 05 wird im Zustandswort nicht benutzt.

##### Bit 06, Kein Fehler/Abschaltblockierung:

Bit 06 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 06 = „1“: Der Frequenzumrichter ist abgeschaltet und blockiert.

##### Bit 07, Keine Warnung/Warnung:

Bit 07 = „0“: Es liegen keine Warnungen vor. Bit 07 = „1“: Eine Warnung liegt vor.

##### Bit 08, Drehzahl ≠ Sollwert/Drehzahl = Sollwert:

Bit 08 = „0“: Der Motor läuft, die aktuelle Drehzahl entspricht aber nicht dem voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. bei der Rampe auf/ab der Fall sein. Bit 08 = „1“: Die Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ortbetrieb/Bussteuerung:

Bit 09 = „0“: Es wurde die [STOP/RESET]-Taste am LCP betätigt oder auf *Ort*-Betrieb umgestellt. Es ist nicht möglich, den Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle zu starten. Bit 09 = „1“: Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle oder Klemmen gesteuert werden.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten:

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den in Par. 4-11 *Min. Drehzahl [UPM]* bzw. in Par. 4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* eingestellten Wert erreicht. Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz ist innerhalb der festgelegten Grenzen.

Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb:

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft nicht. Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal, oder die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

Bit 12, FU OK/gestoppt, autom. Start:

Bit 12 = „0“: Es liegt keine vorübergehende Übertemperatur des Wechselrichters vor. Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter stoppt wegen Übertemperatur, aber das Gerät schaltet nicht ab, und nimmt den Betrieb wieder auf, wenn keine Übertemperatur mehr vorliegt.

Bit 13, Spannung OK/Grenze überschritten:

Bit 13 = „0“: Es liegen keine Spannungswarnungen vor. Bit 13 = „1“: Die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters ist zu hoch bzw. zu niedrig.

Bit 14, Moment OK/Grenze überschritten:

Bit 14 = „0“: Der Motorstrom ist geringer als die in Par. 4-18 *Stromgrenze* gewählte Stromgrenze. Bit 14 = „1“: Die Momentgrenze in Par. 4-18 *Stromgrenze* ist überschritten.

Bit 15, Timer OK/Grenze überschritten:

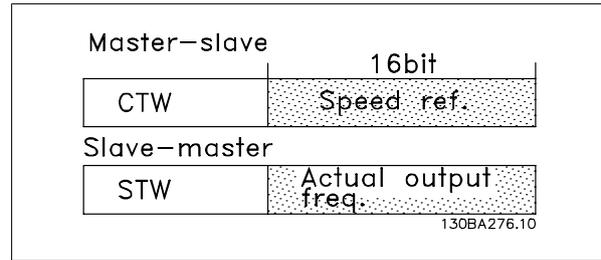
Bit 15 = „0“: Die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz sind nicht 100 % überschritten. Bit 15 = „1“: Einer der Timer überschreitet 100 %.

**ACHTUNG!**

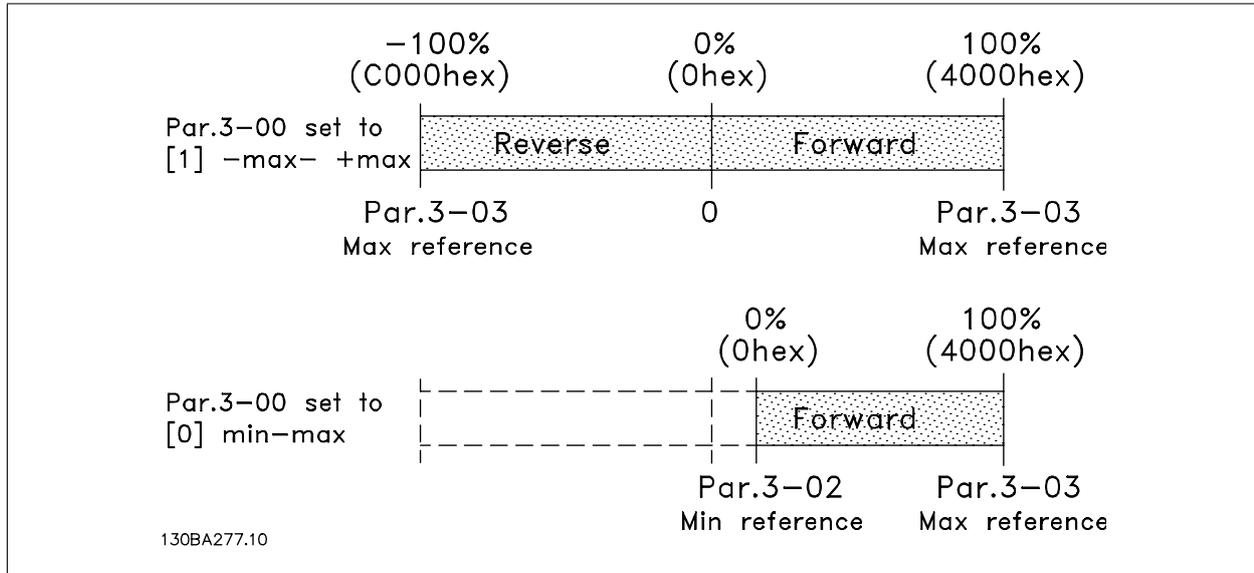
Alle Bit im ZSW werden auf „0“ gesetzt, wenn die Verbindung zwischen der Interbus-Option und dem Frequenzumrichter verloren geht oder ein internes Kommunikationsproblem auftritt.

### 9.6.3 Bus (Drehzahl) Sollwert

Der Sollwert für die Drehzahl wird an den Frequenzumwandler als Relativwert in % übermittelt. Der Wert wird in Form eines 16-Bit-Wortes übermittelt. In Ganzzahlen (0-32767) entspricht der Wert 16384 (4000 Hex) 100 %. Negative Werte werden über Zweier-Komplement formatiert. Die aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW) wird auf gleiche Weise wie der Bussollwert skaliert.



Der Sollwert und HIW werden wie folgt skaliert:



### 9.6.4 PROFIdrive-Steuerprofil

In diesem Abschnitt wird die Funktionalität des Steuerworts und des Statusworts im PROFIdrive-Profil beschrieben. Um das FC-Protokoll im Steuerwort auszuwählen, stellen Sie Par. 8-10 *Steuerwortprofil auf FC-Protokoll*[0] ein .

### 9.6.5 Steuerwort gemäß PROFIdrive-Profil (STW)

Das Steuerwort sendet Befehle von einem Master (z. B. einem PC) an einen Slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	AUS 1	EIN 1
01	AUS 2	EIN 2
02	AUS 3	EIN 3
03	Motorfreilauf	Kein Motorfreilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Frequenzausgang speichern	Rampe benutzen
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Reset
08	Festdrehzahl JOG 1 AUS	Festdrehzahl JOG 1 EIN
09	Festdrehzahl JOG 2 AUS	Festdrehzahl JOG 2 EIN
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Freq.korr. Ab
12	Ohne Funktion	Freq.korr. Auf
13	Parametersatz	Parametersatzauswahl (lsb)
14	Parametersatz	Parametersatzauswahl (msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

#### Erklärung der Steuerbits

##### Bit 00, AUS 1/EIN 1

Normaler Rampenstopp verwendet die effektiv ausgewählten Rampenzeiten der aktuellen Rampe.

Bit 00 = „0“ bewirkt Schnellstopp und Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz ist und wenn [Relais 123] in Par. 5-40 *Relaisfunktion* gewählt ist.

Bei Bit 00 = „1“ ist der Frequenzumrichter im Zustand 1: „Einschalten blockiert.“

Siehe das PROFIdrive-Zustandsübergangsdiagramm am Ende dieses Abschnitts.

##### Bit 01, AUS 2/EIN 2

Motorfreilaufstopp

Bit 01 = „0“ bewirkt einen Motorfreilaufstopp und Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz ist und wenn [Relais 123] in Par. 5-40 *Relaisfunktion* gewählt ist.

Bei Bit 01 = „1“ ist der Frequenzumrichter im Zustand 1: „Einschalten blockiert.“ Siehe das PROFIdrive-Zustandsübergangsdiagramm am Ende dieses Abschnitts.

##### Bit 02, AUS 3/EIN 3

Schnellstopp unter Verwendung der Rampenzeit von Parameter 3-81 *Rampenzeit Schnellstopp*. Bit 02 = „0“: Schnellstopp und Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz ist und wenn [Relais 123] in Par. 5-40 *Relaisfunktion* gewählt ist.

Bei Bit 02 = „1“ ist der Frequenzumrichter im Zustand 1: „Einschalten blockiert.“

Siehe das PROFIdrive-Zustandsübergangsdiagramm am Ende dieses Abschnitts.

##### Bit 03, Motorfreilauf/Kein Motorfreilauf

Bit 03 = „0“. Motorfreilauf wird ausgeführt. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter startet, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.



**ACHTUNG!**  
Die Auswahl in Par. 8-50 Motorfreilauf bestimmt, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

##### Bit 04, Schnellstopp/Rampe

Schnellstopp unter Verwendung der Rampenzeit von Parameter 3-81 *Rampenzeit Schnellstopp*.

Bit 04 = „0“ Schnellstopp wird ausgeführt.

Bit 04 = „1“: Der Frequenzumrichter startet, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

**ACHTUNG!**

Die Auswahl in Par. 8-51 *Schnellstopp* bestimmt, wie Bit 04 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

Bit 05, Frequenz speichern/Rampe benutzen

Bit 05 = „0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz wird gespeichert, auch wenn der Sollwert geändert wird.

Bit 05 = „1“: Der Frequenzumrichter kann seine Regelungsfunktion wieder ausführen; der Betrieb erfolgt gemäß dem jeweiligen Sollwert.

Bit 06, Rampenstopp/Start

Normaler Rampenstopp unter Verwendung der Rampenzeiten der aktuell ausgewählten Rampe. Zusätzlich Aktivierung von Ausgangsrelais 01 oder 04 bei Ausgangsfrequenz 0 Hz, wenn Relais 123 im Parameter 5-40 *Relaisfunktion* ausgewählt wurde. Bit 06 = „0“: Rampenstopp. Bit 06 = „1“: Der Frequenzumrichter startet, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

**ACHTUNG!**

Die Auswahl in Par. 8-53 *Start* bestimmt, wie Bit 06 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

Bit 07, Ohne Funktion/Reset

Reset nach einer Abschaltung.

Quittiert ein Ereignis im Fehlerspeicher.

Bit 07 = „0“: Es erfolgt kein Reset.

Ein Reset erfolgt nach dem Abschalten, wenn bei Bit 07 zu „1“ eine Flankenänderung vorliegt.

Bit 08, Festdrehzahl JOG 1 AUS/EIN

Aktivierung der vorprogrammierten Drehzahl in Par. 8-90 *Bus-Festdrehzahl 1*. Festdrehzahl JOG 1 ist nur möglich, wenn Bit 04 = „0“ und Bit 00 - 03 = „1“.

Bit 09, Festdrehzahl JOG 2 AUS/EIN

Aktivierung der vorprogrammierten Drehzahl in Parameter 8-91 *Bus Festdrehzahl 2*. JOG 2 ist nur möglich, wenn Bit 04 = „0“ und Bit 00 - 03 = „1“.

Bit 10, Daten ungültig/Daten gültig

Meldet dem Frequenzumrichter, ob der Prozessdatenkanal (PCD) auf Veränderungen durch den Master (Bit 10 = 1) reagieren soll. Bei Bit 10 = „0“ wird das Steuerwort ignoriert. Bei Bit „1“ wird das Steuerwort benutzt. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Sie können also das Steuerwort deaktivieren, wenn es beim Aktualisieren bzw. Lesen von Parametern nicht benutzt werden soll.

Bit 11, Ohne Funktion/Frequenzkorrektur Ab

Reduziert den Drehzahlsollwert um den Wert in Par. 3-12 *Frequenzkorrektur Auf/Ab*. Bit 11 = „0“: Der Sollwert bleibt unverändert. Bit 11 = „1“: Der Sollwert wird reduziert.

Bit 12, Ohne Funktion/Frequenzkorrektur Auf

Erhöht den Drehzahlsollwert um den Wert in Par. 3-12 *Frequenzkorrektur Auf/Ab*.

Bit 12 = „0“: Der Sollwert bleibt unverändert.

Bit 12 = „1“: Der Sollwert wird erhöht.

Wenn beide - Frequenzkorrektur auf und ab - aktiviert sind (Bit 11 und 12 = „1“), hat die Frequenzkorrektur Ab Priorität, d. h., der Drehzahlsollwert wird reduziert.

Bit 13/14, Parametersatzwahl

Wählt zwischen den vier Parametersätzen über Bit 13 und 14 gemäß folgender Tabelle:

Parametersatz	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in Par. 0-10 Aktiver Satz gewählt ist. Die Auswahl in Par. 8-55 *Satzanwahl* bestimmt, wie Bit 13 und 14 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft sind. Bei laufendem Motor kann der Parametersatz nur geändert werden, wenn er verknüpft wurde (Par. 0-12 *Parametersatz verknüpft mit*).

Bit 15, Ohne Funktion/Reversierung

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung.

Bit 15 = „1“: Reversierung.

Hinweis: In der Werkseinstellung ist Reversierung in Parameter 8-54 *Reversierung* auf Klemme eingestellt.



**ACHTUNG!**

Bit 15 bewirkt eine Reversierung nur dann, wenn entweder *Bus, Bus und Klemme* oder *Bus oder Klemme* gewählt ist.

### 9.6.6 Zustandswort gemäß PROFIdrive-Profil (ZSW)

Das Zustandswort meldet dem Master (z. B. einem PC) den Betriebszustand eines Slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Regler nicht bereit	Regler bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	AUS 2	EIN 2
05	AUS 3	EIN 3
06	Start möglich	Start nicht möglich
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Kein Betrieb	Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, autom. Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

#### Erklärung der Zustandsbits

##### Bit 00, Regler nicht bereit/bereit:

Bit 00 = „0“: Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts ist „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3) - oder der Frequenzumrichter hat abgeschaltet.

Bit 00 = „1“: Der Frequenzumrichterregler ist bereit, aber möglicherweise liegt keine Stromversorgung zum Leistungsteil vor (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

##### Bit 01, FU nicht bereit/bereit

Gleiche Bedeutung wie Bit 00, es liegt jedoch eine Versorgung des Leistungsteils vor. Der Motor wird anlaufen, wenn die entsprechenden Startsignale gegeben werden.

##### Bit 02, Motorfreilauf/Aktivieren

Bit 02 = „0“: Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts ist „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3 oder Motorfreilauf) - oder der Frequenzumrichter hat abgeschaltet.

Bit 02 = „1“: Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts ist „1“. Es wird kein Motorfreilauf ausgeführt.

##### Bit 03, Kein Fehler/Abschaltung

Bit 03 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor.

Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Um den Fehler zurückzusetzen, muss ein Reset ausgeführt werden.

##### Bit 04, EIN 2 /AUS 2

Bit 04 = „0“: Bit 01 des Steuerworts ist „0“.

Bit 04 = „1“: Bit 01 des Steuerworts ist „1“.

##### Bit 05, EIN 3/AUS 3

Bit 05 = „0“: Bit 02 des Steuerworts ist „0“.

Bit 05 = „1“: Bit 02 des Steuerworts ist „1“.

##### Bit 06, Start möglich/nicht möglich

Bei Auswahl von PROFIdrive-Profil in Par. 8-10 *Steuerwortprofil* ist Bit 06 nach einer Abschaltquittierung, einer Aktivierung von AUS2 oder AUS3 und Einschalten der Netzspannung = „1“. Ein Rücksetzen erfolgt mit Bit 00 des Steuerworts auf „0“ und Bit 01, 02 und 10 auf „1“.

##### Bit 07, Keine Warnung/Warnung

Bit 07 = „0“: Es liegen keine Warnungen vor.

Bit 07 = „1“: Eine Warnung liegt vor.

##### Bit 08, Drehzahl ≠ Sollwert / Drehzahl = Sollwert

Bit 08 = „0“: Der Motor läuft, die aktuelle Drehzahl entspricht aber nicht dem voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn die Drehzahl während des Start-/Stopp-Vorgangs durch Rampe auf/ab geändert wird.

Bit 08 = „1“: Die aktuelle Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ortbetrieb/Bussteuerung

Bit 09 = „0“: Es wurde die Stop-Taste am LCP betätigt oder in Parameter 3-13 *Sollwertvorgabe* auf Ortbetrieb umgestellt. Es ist nicht möglich, den Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle zu starten.

Bit 09 = „1“: Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle oder Klemmen gesteuert werden.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten/Frequenzgrenze OK

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den in Par. 4-11 *Min. Drehzahl [UPM]* bzw. Par. 4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* eingestellten Wert erreicht. Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz ist innerhalb der festgelegten Grenzen.

Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft nicht.

Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal oder die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

Bit 12, FU OK/gestoppt, autom. Start

Bit 12 = „0“: Es liegt keine vorübergehende Überlastung des Wechselrichters vor.

Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter stoppt wegen Überlastung, aber das Gerät schaltet nicht ab, und nimmt den Betrieb wieder auf, wenn keine Überlastung mehr vorliegt.

Bit 13, Spannung OK/Spannungsgrenze überschritten

Bit 13 = „0“: Es liegen keine Spannungswarnungen vor.

Bit 13 = „1“: Die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters ist zu hoch bzw. zu niedrig.

Bit 14, Moment OK/Moment überschritten

Bit 14 = „0“: Das Motordrehmoment ist geringer als die in Par. 4-16 *Momentengrenze motorisch* und Par. 4-17 *Momentengrenze generatorisch* gewählte Momentengrenze. Bit 14 = „1“: Die Momentengrenze in Par. 4-16 *Momentengrenze motorisch* oder Par. 4-17 *Momentengrenze generatorisch* ist überschritten.

Bit 15, Timer OK/Timer überschritten

Bit 15 = „0“: Die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz des Frequenzumrichters sind nicht 100 % überschritten.

Bit 15 = „1“: Einer der Timer überschreitet 100 %.

## Index

„	6
„jog“	6
<b>A</b>	
Abgeschirmt	132
Abgeschirmte Kabel	122
Abgestrahlte Störaussendung	38
Abkürzungen	6
Abmessungen	91
Abschirmblech	112
Abschirmung Von Kabeln	132
Abschirmung Von Kabeln:	117
Aggressive Umgebungen	15
Allgemeine Aspekte	99
Allgemeine Warnung	5
Aluminiumleiter	133
Ama	134, 150
Analogausgang	68
Analogausgang - Klemme X30/8	156
Analogausgänge - Klemme X30/11, 12	156
Analogeingänge	9, 68
Analogeingängen	7
Anstiegszeit	72
Anzugsmoment Für Klemmen	121
Ausbrechen Von Zusätzlichen Öffnungen Für Kabeldurchführungen	109
Ausgangsfrequenz Speichern	6, 178
Ausgangsleistung (u, V, W)	66
Ausgleichskabels	145
Automatische Anpassungen Zur Sicherstellung Der Leistung	79
Automatische Motoranpassung	150
Automatische Motoranpassung (ama)	134
<b>B</b>	
Begriffsdefinitionen	6
Bestellnummern	81
Bestellnummern: Bremswiderstände	85
Bestellnummern: Oberwellenfilter	88
Bestellnummern: Optionen Und Zubehör	84
Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 Vac	89
Bestellnummern: Sinusfilter, 525-600 Vac	90
Bremskabel	122
Bremsleistung	9, 44
Bremswiderstand	41
Bremswiderstände	165
Bremszeit	178
<b>C</b>	
Ce-kennzeichnung	13
<b>D</b>	
Dc-bremse	178
Devicenet	5, 84
Die Emv-richtlinie (89/336/ewg)	13
Digitalausgang	69
Digitalausgänge - Klemme X30/6, 7	156
Digitaleingänge - Klemme X30/1-4	156
Digitaleingänge:	67
Drahtzugang	100
Drehmomentkennlinie	66
Drehmomentregelung	19
Drehmomentregler	121
Drehrichtung	139

Drehzahl-pid	19, 20
Drive-konfigurator	81
<b>E</b>	
Einfaches Anschlussbeispiel	130
Elektrische Installation	129, 131, 132
Elektrische Installation - Emv-schutzmaßnahmen	142
Elektrische Installation - Gehäuse A, B Und C	108
Elektrische Installation - Gehäuse D Und E	115
Elektromechanischer Bremse	149
Emv-prüfegergebnisse	38
Emv-richtlinie 89/336/ewg	14
Emv-schalter	121
Entsorgungshinweise	12
Erdableitstrom	142
Erdung	120, 145
Erdung Abgeschirmter Steuerkabel	145
Erhöhter Erdableitstrom	41
Etr	138
Externe 24 V Dc-versorgung	162
Externe Lüfterversorgung	124
Extreme Betriebsbedingungen	47
<b>F</b>	
Fc-profil	177
Fehlerstromschutzschalter	41, 121, 146
Feldbus-anschluss	115
Festdrehzahl Jog	179
Fluxvektor	21
Fluxvektor Ohne Geber	21
Freiraum	99
Frequenzkorrektur Auf/ab	24
<b>G</b>	
Geber	19, 21
Gefahren Durch Elektrischen Schlag	40
Generatorisch Erzeugte Überspannung	47
<b>H</b>	
Hand-steuerung (hand On) Und Fern-betrieb (auto On)	22
Hochspannungsprüfung	141
<b>I</b>	
Installation Der Externen 24 Volt-dc-versorgung	116
Installation Nebeneinander	97
Interner Stromgrenzenregler In Betriebsart Vvcpplus	22
Ip21/nema 1-gehäuseabdeckung	167
It-netz	121
<b>K</b>	
Kabel	116
Kabelbügel	145
Kabellänge Und -querschnitt	132
Kabellänge Und -querschnitt:	117
Kabellängen Und -querschnitte	66
Kabelpositionen	101
Keine Ul-konformität	125
Klemmen	131
Klemmenbelegung	100, 102
Kühlbedingungen	97
Kühlung	79, 105
Kurzschluss (motorphase – Phase)	47

**L**

Lc-filter	114, 117
Lcp	6, 9, 22, 166
Leistungsanschlüsse	116
Leistungsreduzierung Bei Installation Langer Motorkabel Oder Bei Kabeln Mit Größerem Querschnitt	79
Leistungsreduzierung Beim Betrieb Mit Niedriger Drehzahl	79
Leistungsreduzierung Wegen Erhöhter Umgebungstemperatur	73
Leistungsreduzierung Wegen Niedrigem Luftdruck	78
Leitungsgebundene Störaussendung	38
Losbrechmoment	7
Luftfeuchtigkeit	15
Luftströmung	105
Lüftungsbaugruppe	105

**M**

Maschinenrichtlinie (98/37/ewg)	13
Mechanische Bremse In Hub- Und Vertikalförderanwendungen	45
Mechanische Installation	97, 99
Mechanische Installation - Gehäuse A, B Und C	96, 99
Mechanischen Bremse	44
Motoranschluss	112
Motorausgang	66
Motordrehrichtung	139
Motorfreilauf	6, 178, 180
Motorkabel	122, 132, 142
Motornenn Drehzahl	7
Motorparameter	150
Motorphasen	47
Motorspannung	72
Motor-typenschild	134
Motor-überlastschutz	67, 138

**N**

Netzanschluss	109, 124
Netzausfall	47
Netzurückwirkungen	146
Netztrennschalter	111
Netzversorgung	10, 53, 60, 61, 62
Netzversorgung (1, L2, L3)	66
Neutraler Bereich Um Null	26
Niederspannungsrichtlinie (73/23/ewg)	13

**O**

Oberwellenfilter	88
------------------	----

**P**

Pelv - Protective Extra Low Voltage (schutzkleinspannung)	40
Pid-drehzahlregler	29
Pid-prozessregler	32
Potentiometer-sollwert	148
Profibus	5, 84
Programmieren Von Momentengrenze Und Stopp	149
Protection Mode	12
Puls Start/stopp	147
Puls-/drehgebereingänge	68

**R**

Rcd	10, 41
Rechtsdrehendes Feld	139
Relaisanschluss	137
Relaisausgänge	69
Rs 485-busanschluss	140

Rs485	169
Rückseitige Kühlung	105
<b>S</b>	
Schalten Am Ausgang	47
Schalter S201, S202 Und S801	133
Schirmbügel	142
Schutz	15, 40, 41, 125
Schutz Und Funktionen	67
Schutzerdung	142
Serielle Kommunikation	145
Serielle Schnittstelle	7, 70
Sicherer Stopp	48
Sicherheitshinweise	11
Sicherungen	116, 125
Sinusfilter	167
Skalieren Von Analogen Und Puls-sollwerten/istwerten	26
Skalieren Von Fest- Und Bussollwerten	25
Smart Logic Control	46
Software-versionen	84
Sollwert Speichern	24
Sollwertgrenzen	25
Spannungsbereich	67
Spannungssollwert Über Potentiometer	148
Sps	145
Start/stopp	147
Statische Überlast Im Vvcplus-betrieb	47
Steueranschlüsse	129
Steuerkabel	131, 132, 142
Steuerkabelführung	115
Steuerkarte, +10 V Dc-ausgang	69
Steuerkarte, 24 V- Dc-ausgang	69
Steuerkarte, Rs 485 Serielle Schnittstelle	68
Steuerkarte, Usb (serielle Schnittstelle)	70
Steuerkartenleistung	70
Steuerklemmen	129
Steuerungseigenschaften	69
Steuerwort	177
Steuerwort Gemäß Profidrive-profil (stw)	183
Störfestigkeitsanforderungen	39
Störgeräusche	72
<b>T</b>	
Taktfrequenz	133
Taktfrequenz:	117
Thermischen Motorschutz	181
Thermischer Motorschutz	48, 139
Thermistor	10
Trägheitsmoment	47
Tropfschutzinstallation	107
Typenschild	134
Typenschilddaten	134
<b>Ü</b>	
Übersicht Typencode	82
<b>U</b>	
Umgebung	70
Usb-anschluss	129
<b>V</b>	
Verkabelung Des Bremswiderstands	46
Verwendung Emv-gemäßer Kabel	144
Vibrationen Und Erschütterungen	15

Vvcplus ..... 10, 20

## W

Wandmontage - Geräte Mit Schutzart Ip21 (nema 1) Und Ip54 (nema 12) ..... 106

Was Ist Unter Dem Ce-zeichen Zu Verstehen? ..... 13

Was Unter Die Richtlinien Fällt ..... 14

Wirkungsgrad ..... 71

## Z

Zugang Zu Den Steuerklemmen ..... 128

Zustandswort ..... 180

Zustandswort Gemäß Profidrive-profil (zsw) ..... 186

Zwischenkreis ..... 44, 47, 72

Zwischenkreiskopplung ..... 123, 136