

Inhaltsverzeichnis

1 Lesen des Projektierungshandbuchs	5
Lesen des Projektierungshandbuchs	5
Symbole	5
Abkürzungen	6
Begriffsdefinitionen	6
2 Sicherheit und Konformität	11
Sicherheitsmaßnahmen	11
3 Einführung in FC 300	17
Produktübersicht	17
Steuerungsprinzip	19
FC 300-Regelverfahren	19
Vergleich von FC 301 mit FC 302 hinsichtl. Steuerverfahren	19
Regelungsstruktur bei VVC ^{plus}	20
Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber (nur FC 302)	21
Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber	21
Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC ^{plus}	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 beim 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
Installation Sicherer Stopp (nur - FC 302) (und FC 301 in Baugröße A1)	51
Abnahmeprüfung des Sicherer Stopps	53
4 FC 300-Auswahl	55
Elektrische Daten - 200-240 V	55
Elektrische Daten - 380-500 V	57

Elektrische Daten - 525-600 V	63
Elektrische Daten - 525-690 V	66
Allgemeine technische Daten	71
Wirkungsgrad	76
Störgeräusche	76
dU/dt-Bedingungen	77
Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung	88
5 Bestellen	89
Drive-Konfigurator	89
Übersicht Typencode	90
Bestellnummern: Montagezubehör	94
6 Mechanische Installation - Baugröße A, B und C	103
Mechanische Installation	103
7 Mechanische Installation - Baugröße D, E und F	109
Vor der Installation	109
Planung des Installationsortes	109
Empfang des Frequenzumrichters	109
Transport und Auspacken	109
Heben	110
Abmessungen	112
Mechanische Installation	119
Klemmenpositionen - Baugröße D	121
Klemmenpositionen - Baugröße E	123
Klemmenpositionen - Baugröße F	127
Kühlung und Luftströmung	130
8 Elektrische Installation	135
Anschlüsse - Baugrößen A, B und C	135
Netzanschluss und Erdung	136
Motoranschluss	138
Relaisanschluss	141
Anschlüsse - Baugrößen D, E und F	143
Leistungsanschlüsse	143
Sicherungen	155
Trennschalter, Hauptschalter und Schütze	161
Thermischer Motorschutz	163
Parallelschaltung von Motoren	163
Motorisolation	164
Motorlagerströme	164

Steuerkabel und -klemmen	165
Steuerkabelführung	165
Steuerklemmen	166
Schalter S201, S202 und S801	167
Elektrische Installation, Steueranschlüsse	168
Einfaches Anschlussbeispiel	169
Elektrische Installation, Steuerkabel	170
Relaisausgänge	172
Zusätzliche Verbindungen	173
Einen PC an den Frequenzumrichter anschließen	174
Die FC 300 PC-Software	175
Fehlerstromschutzschalter	181
Erste Inbetriebnahme und Test	181
9 Anwendungsbeispiele	183
Drehgeberanschluss	184
Drehgeberrichtung	184
Frequenzumrichter mit Drehzahl-Istwertrückführung	185
Programmieren von Momentengrenze und Stopp	185
Erweiterte mechanische Bremssteuerung für Hub- und Vertikalförderanwendungen	186
Automatische Motoranpassung (AMA)	187
Programmierung des Smart Logic Controller	187
SLC - Anwendungsbeispiel	188
MCB 112 PTC-Thermistorkarte	189
10 Optionen und Zubehör	193
Installation von Optionsmodulen in Steckplatz A	193
Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B	193
Installation von Optionsmodulen in Steckplatz C	194
Universal-Ein-/Ausgangsmodul MCB 101	195
Drehgeberoption MCB 102	198
Resolver-Option MCB 103	200
Relaisoption MCB 105	201
Externe 24-V-Stromversorgung - Option MCB 107	203
MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte	204
Erweiterte Relaiskarte MCB 113	206
Bremswiderstände	207
Fern-Einbausatz für LCP	208
IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckungen	209
Sinusfilter	209
High Power-Optionen	210

Installation von Lüftungsbaugruppen in Rittal-Schaltschränken	210
Außeninstallation / NEMA 3R-Einbausatz für Rittal-Schaltschränke	212
Montage auf Sockel	213
Eingangsoption	215
Montage einer Netzabschirmung für Frequenzumrichter	217
Schaltschrankoptionen für Baugröße F	217
11 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	221
Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	221
Netzwerkconfiguration	223
Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll - FC 300	223
Beispiele	228
Übersicht zu Modbus RTU	229
Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke	230
Zugriff auf Parameter	234
Danfoss FC-Steuerprofil	235
Index	244

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.

Weitere Literatur für FC 300

- Das VLT AutomationDrive Produkthandbuch MG.33.AX.YY liefert die erforderlichen Informationen für die Inbetriebnahme und den Betrieb des Frequenzumrichters.
- VLT AutomationDrive Produkthandbuch High Power, MG.33.UX.YY
- Das VLT AutomationDrive Projektierungshandbuch MG.33.BX.YY enthält alle technischen Informationen zum Frequenzumrichter sowie Informationen zur kundenspezifischen Anpassung und Anwendung.
- Das Programmierungshandbuch für VLT AutomationDrive MG.33.MX.YY enthält Informationen über die Programmierung und vollständige Parameterbeschreibungen.
- Das VLT AutomationDrive Profibus Produkthandbuch MG.33.CX.YY liefert Informationen zum Steuern, Überwachen und Programmieren des Frequenzumrichters über die Profibus-Schnittstelle.
- Das VLT AutomationDrive 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 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_{LIM}
Grad Celsius	°C
Gleichstrom	DC
Abhängig von Frequenzumrichter	D-TYPE
Elektromagnetische Verträglichkeit	EMV
Elektronisch-thermisches Relais	ETR
FU	FC
Gramm	g
Hertz	Hz
Kilohertz	kHz
LCP Bedieneinheit	LCP
Meter	m
Induktivität in Millihenry	mH
Milliampere	mA
Millisekunde	ms
Minute	1/min
Motion Control Tool	MCT
Nanofarad	nF
Newtonmeter	Nm
Motornennstrom	$I_{M,N}$
Motornennfrequenz	$f_{M,N}$
Motornennleistung	$P_{M,N}$
Motornennspannung	$U_{M,N}$
Parameter	Par.
Schutzkleinspannung	PELV
Platine (engl. Printed Circuit Board)	PCB
Wechselrichter-Ausgangsnennstrom	I_{INV}
Umdrehungen pro Minute	UPM
Klemmen für generatorischen Betrieb	Gener.
Sekunde	s
Synchronmotordrehzahl	n_s
Drehmomentgrenze	T_{LIM}
Volt	V

1.1.4 Begriffsdefinitionen

Frequenzumrichter:

D-TYP

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.

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

f_{MAX}

Die maximale Motorfrequenz.

f_{MIN}

Die minimale Motorfrequenz.

$f_{M,N}$

Die Motornennfrequenz (siehe Typenschilddaten).

I_M

Der Motorstrom.

$I_{M,N}$

Der Motornennstrom (siehe Typenschilddaten).

M-TYP

Größe und Typ des angeschlossenen Frequenzumrichters (Abhängigkeiten).

$n_{M,N}$

Die Motornendrehzahl (siehe Typenschild).

n_s

Synchronmotordrehzahl

$$n_s = \frac{2 \times Par.. 1 - 23 \times 60 s}{Par.. 1 - 39}$$

$P_{M,N}$

Die Motornennleistung (siehe Typenschilddaten).

$T_{M,N}$

Das Nenndrehmoment (Motor).

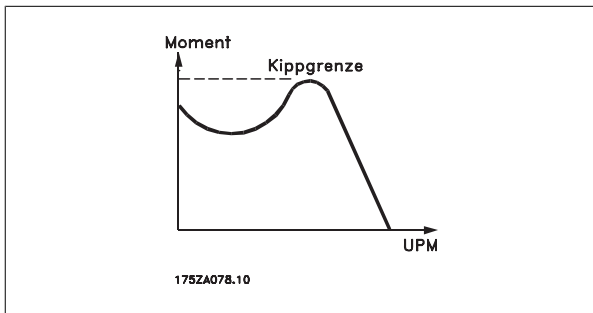
U_M

Die Momentenspannung des Motors.

$U_{M,N}$

Die Motornennspannung (siehe Typenschilddaten).

Losbrechmoment



η_{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:Analogesollwert

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

Binäresollwert

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_{MAX}

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

Ref_{MIN}

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 0 % (normalerweise 0 V, 0 mA, 4 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in Par. 3-02 *Minimaler Sollwert* 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 (FC 301).

Spannungseingang, -/+ 10 V DC (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 eine eingetragene Marke von Stegmann.

Initialisieren

Beim Initialisieren (Par. 14-22 *Betriebsart*) 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 mm².

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 *Schaltmuster*).

Schlupfausgleich

Der Frequenzumrichter gleicht den belastungsabhängigen Motorschlupf aus, indem er unter Berücksichtigung des Motorersatzschaltbildes 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 Par. 8-30 *FC-Protokoll*.

Thermistor:

Ein temperaturabhängiger Widerstand, mit dem die Motortemperatur überwacht wird.

Abschaltung

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^{plus}

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet VVC^{plus} eine verbesserte Dynamik und Stabilität der Motordrehzahl in Bezug auf Änderungen des Belastungsmoments.

60° AVM

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

1

Leistungsfaktor

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

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

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

Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der I_{eff} (Eingangsstrom) bei gleicher 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.

$$\text{Leistungs- faktor} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{eff}}$$

$$= \frac{I_1 \times \cos\varphi}{I_{eff}} = \frac{I_1}{I_{eff}} \text{ da } \cos\varphi = 1$$

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

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 Schutzterdung des Gerätes erfolgt, der Benutzer gegen Versorgungsspannung geschützt und der Motor gegen Überlast abgesichert wird.
4. Der Erdableitstrom liegt höher als 3,5 mA.
5. Ein Überlastungsschutz des Motors ist in der Werkseinstellung nicht enthalten. Wenn diese Funktion gewünscht wird, Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* auf den Datenwert ETR-Alarm 1 [4] oder Datenwert ETR Warnung 1 [3] einstellen.
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 Frequenzumrichter 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 Frequenzumrichtern vorgenommen werden.

Hubanwendungen:

Die Funktionen des Frequenzumrichters 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 Frequenzumrichter 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 Frequenzumrichter, während die vollständige Regelung des Motors wieder hergestellt wird.

In Hub- und Vertikalfördereranwendungen kann der „Protection mode“ nicht eingesetzt werden, da der Frequenzumrichter 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 Par. 14-26 *WR-Fehler Abschaltverzögerung* auf 0 deaktiviert werden. Dies bedeutet, dass der Frequenzumrichter sofort abschaltet, wenn einer der Hardwaregrenzwerte überschritten wird.

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

Die Zwischenkreiskondensatoren bleiben auch nach Abschalten der Netzversorgung eine gewisse Zeit geladen. Zum Schutz vor elektrischem Schlag ist der Frequenzumrichter 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
	90 - 200 kW	20 Minuten
525 - 690 V	250 - 800 kW	40 Minuten
	37 - 315 kW	20 Minuten
	355 - 1000 kW	30 Minuten

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

FC 300
Projektierungshandbuch
Software-Version: 4.9x

Dieses Projektierungshandbuch beschreibt die FC 300 Frequenzumrichter ab Software-Version 4.9 x.
Software-Versionsnummer siehe Par. 15-43 *Softwareversion*.

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.

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

2

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

2.5.2 Aggressive Umgebungen

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



Der Frequenzrichter 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 Frequenzrichters und es erhöht sich das Risiko von Ausfällen.

Flüssigkeiten können sich schwebend in der Luft befinden und im Frequenzrichter 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 IP54/55. Als zusätzlicher Schutz können lackierte Platinen als Option bestellt werden.

Schwebende Partikel, wie z. B. Staub, können zu mechanisch, elektrisch oder thermisch bedingten Ausfällen des Frequenzrichters 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 IP54/55 oder ein zusätzliches Schutzgehäuse für Geräte der Schutzart IP00/IP20/NEMA 1 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 Frequenzrichters 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 Frequenzrichter ferngehalten werden.

Als zusätzlicher Schutz in solchen Bereichen kann ebenfalls eine Beschichtung der Platinen als Option bestellt werden.



ACHTUNG!

Die Aufstellung eines Frequenzrichters 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)

**ACHTUNG!**

Bei den Baugrößen D und E gibt es einen rückseitigen Lüftungskanal aus Edelstahl als Option, der zusätzlichen Schutz in aggressiven Umgebungen bietet. Richtige Entlüftung ist dennoch für die Innenteile des Frequenzumrichters erforderlich. Wenden Sie sich für weitere Informationen an das Werk.

3 Einführung in FC 300

3.1 Produktübersicht

Die Baugröße hängt von Gehäusetyp, der Leistung und der Netzspannung ab.

Baugröße	A1	A2	A3	A5
Schutzart	IP 20/21	IP 20/21	IP 20/21	IP 55/66
NEMA	Chassis/Typ 1	Chassis/Typ 1	Chassis/Typ 1	NEMA 12/NEMA 4X
Hohe Überlast	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)
Nennleistung – 160	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)
% Überlastmoment			0,75-7,5 kW (525-600 V)	0,75 -7,5 kW (525-600 V)
Baugröße	B1	B2	B3	B4
Schutzart	IP 21/55/66	IP 21/55/66	IP 20	IP 20
NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	Chassis	Chassis
Hohe Überlast	5,5-7,5 kW (200-240 V)	11 kW (200-250 V)	5,5-7,5 kW (200-240 V)	11-15 kW (200-240 V)
Nennleistung – 160	11-15 kW (380-480/500 V)	18,5-22 kW (380-480/500 V)	11-15 kW (380-480/500 V)	18,5-30 kW (380-480/500 V)
% Überlastmoment	11-15 kW (525-600 V)	18,5-22 kW (525-600 V)	11-15 kW (525-600 V)	18,5-30 kW (525-600 V)
Baugröße	C1	C2	C3	C4
Schutzart	IP 21/55/66	IP 21/55/66	IP 20	IP 20
NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	Chassis	Chassis
Hohe Überlast	15-22 kW (200-240 V)	30-37 kW (200-240 V)	18,5-22 kW (200-240 V)	30-37 kW (200-240 V)
Nennleistung – 160	30-45kW (380-480/500 V)	55-75 kW (380-480/500 V)	37-45 kW (380-480/500 V)	55-75 kW (380-480/500 V)
% Überlastmoment	30-45 kW (525-600 V)	55-90 kW (525-600 V)	37-45 kW (525-600 V)	55-90 kW (525-600 V)

3

3

Baugröße		D1	D2	D3	D4
		130BA481.10	130BA482.10	130BA478.10	130BA479.10
Schutzart	IP	21/54	21/54	00	00
	NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	Chassis	Chassis
Hohe Überlast Nennleistung – 160 %		90-110 kW bei 400 V (380-500 V)	132-200 kW bei 400 V (380-500 V)	90-110 kW bei 400 V (380-500 V)	132-200 kW bei 400 V (380-500 V)
	Überlastmoment	37-132 kW bei 690 V (525-690 V)	160-315 kW bei 690 V (525-690 V)	37-132 kW bei 690 V (525-690 V)	160-315 kW bei 690 V (525-690 V)
Baugröße		E1	E2	F1/F3	F2/F4
		130BA483.10	130BA480.10	130BA855.10	130BA854.10
Schutzart	IP	21/54	00	21/54	21/54
	NEMA	NEMA 1/NEMA 12	Chassis	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12
Hohe Überlast Nennleistung – 160 %		250-400 kW bei 400 V (380-500 V)	250-400 kW bei 400 V (380-500 V)	450 - 630 kW bei 400 V (380 - 500 V)	710 - 800 kW bei 400 V (380 - 500 V)
	Überlastmoment	355-560 kW bei 690 V (525-690 V)	355-560 kW bei 690 V (525-690 V)	630 - 800 kW bei 690 V (525-690 V)	900 - 1000 kW bei 690 V (525-690 V)



ACHTUNG!

Die F-Gehäuse haben vier verschiedene Größen, F1, F2, F3 und F4. F1 und F2 verfügen auf der rechten Seite über einen Wechselrichter und auf der linken Seite über einen Gleichrichterschrank. F3 und F4 verfügen links vom Gleichrichterschrank zusätzlich über einen Optionsschrank. Bei der Größe F3 handelt es sich um einen F1 mit einem zusätzlichen Optionsschrank. Bei der Größe F4 handelt es sich um einen F2 mit einem zusätzlichen Optionsschrank.

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 *Regelverfahren* 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 *Drehgeberrückführung* 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 Option *Fluxvektor 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.

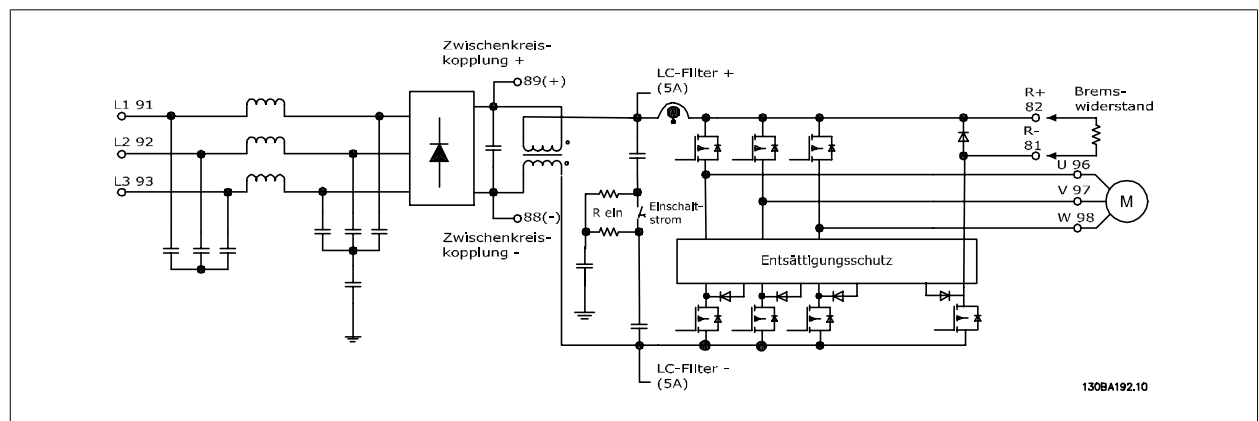
3.2.3 Vergleich von FC 301 mit FC 302 hinsichtl. Steuerverfahren

Der FC 301 ist ein Frequenzumrichter für Anwendungen mit einfachen bis mittleren Anforderungen an Dynamik und Genauigkeit. Das Steuerverfahren basiert auf dem bewährten VVC^{plus}-Verfahren (Voltage Vector Control).

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.

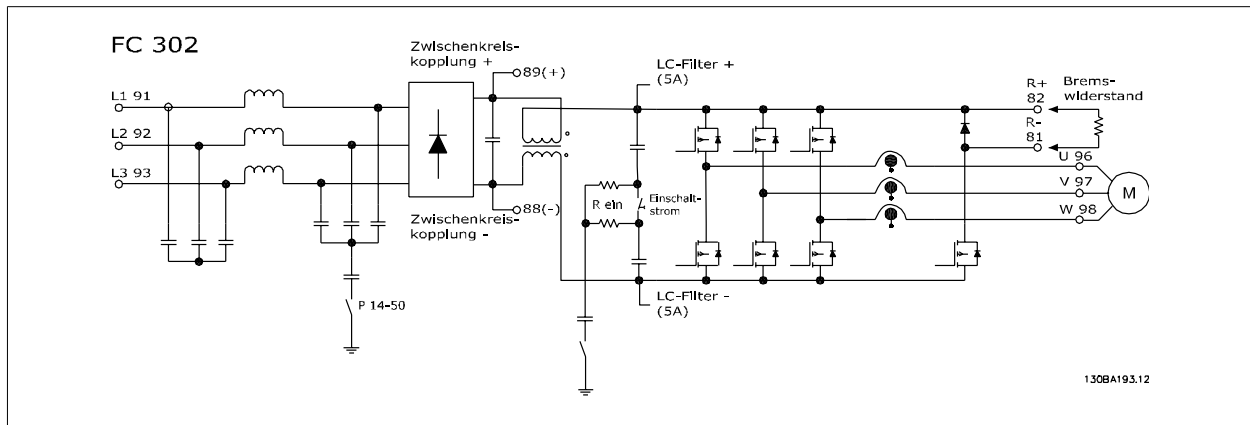
Das Kurzschlussverhalten beim FC 301 hängt vom Stromwandler im positiven DC-Zwischenkreis und dem Entsättigungsschutz mit Istwerten von den 3 unteren IGBTs und der Bremse ab.



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

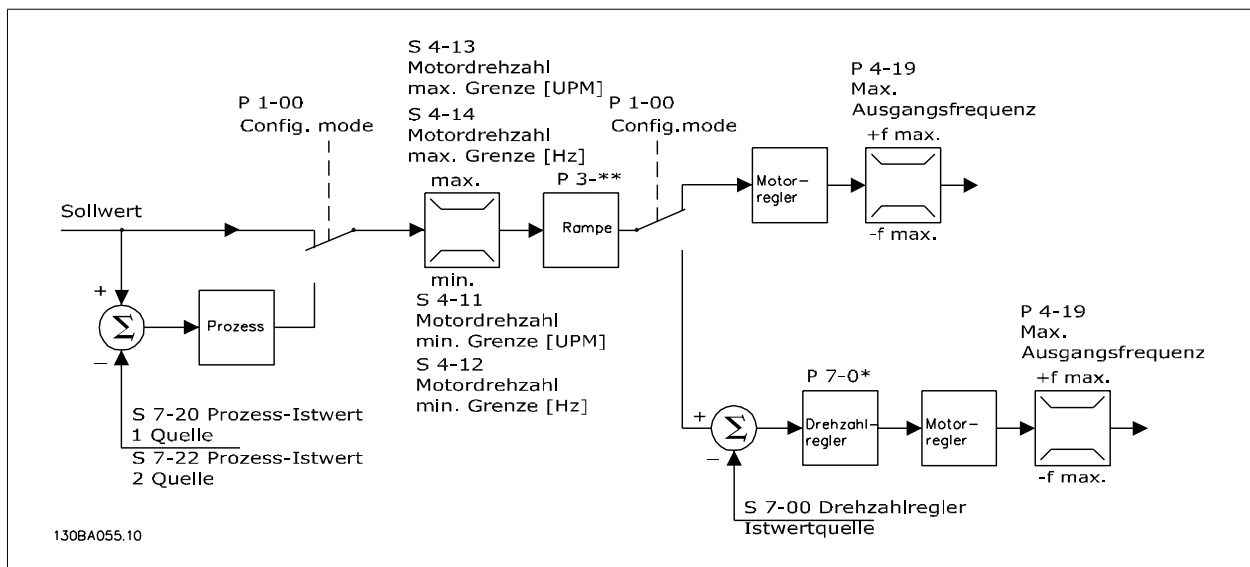
Der FC 302 ist in der Lage, permanenterrregte Synchronmotoren (bürstenlose Servomotoren) sowie normale Käfigläufer-Asynchronmotoren zu steuern. Das Strommessprinzip im FC 302 beruht auf der Erfassung des Stroms in jeder Motorphase. Der Vorteil liegt hier in der sehr genauen und schnellen Erfassung des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

3



3.2.4 Regelungsstruktur bei VVC^{plus}

Regelungsstruktur in VVC^{plus}-Konfigurationen mit und ohne Rückführung:



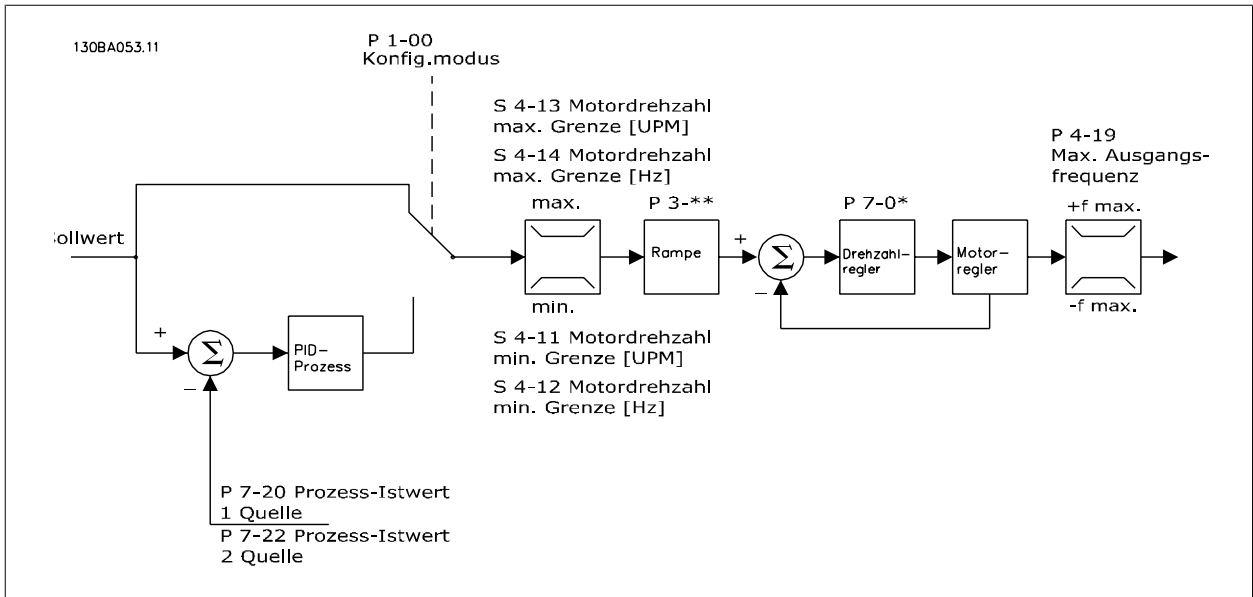
Bei der in der obigen Abbildung gezeigten Konfiguration ist Par. 1-01 *Steuerprinzip* auf „VVC^{plus} [1]“ und Par. 1-00 *Regelverfahren* auf „Ohne Rückführung [0]“ eingestellt. Der resultierende Sollwert wird in der Sollwertverarbeitung durch die Rampenbegrenzung und Drehzahlbegrenzung geführt, bevor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

Wenn Par. 1-00 *Regelverfahren* 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 *Regelverfahren*, 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).



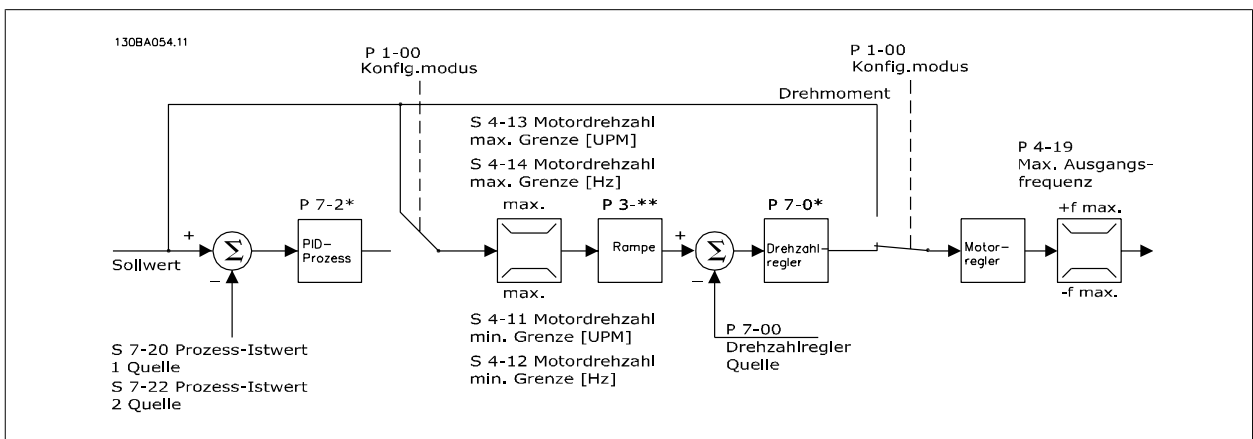
In der gezeigten Konfiguration ist Par. 1-01 *Steuerprinzip* Steuerprinzip auf „Fluxvektor ohne Geber [2]“ und Par. 1-00 *Regelverfahren* auf „Ohne Rückführung [0]“ eingestellt. Der resultierende Sollwert wird entsprechend der angegebenen Parametereinstellungen durch die Rampen- und Drehzahlbegrenzungen 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 *Regelverfahren*, 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 *Regelverfahren* 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 *Regelverfahren*, 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 *Regelverfahren*, 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 *Regelverfahren*, um die PID-Prozessregelung zur Regelung mit Rückführung z. B. der Drehzahl oder einer Prozessvariablen in der gesteuerten Anwendung zu benutzen.

3.2.7 Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC^{plus}

Der Frequenzumrichter hat einen integrierten Stromgrenzenregler, der aktiviert wird, wenn der Motorstrom und somit das Drehmoment die in Par. 4-16 *Momentengrenze motorisch*, Par. 4-17 *Momentengrenze generatorisch* und Par. 4-18 *Stromgrenze* eingestellten Drehmomentgrenzen überschreitet.

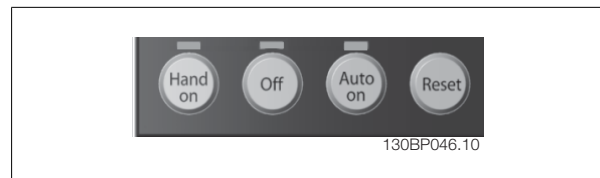
Bei Erreichen der generatorischen oder motorischen Stromgrenze versucht der Frequenzumrichter schnellstmöglich, die eingestellten Drehmomentgrenzen wieder zu unterschreiten, ohne die Kontrolle über den Motor zu verlieren.

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

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

Falls in Par. 0-40 *[Hand On]-LCP Taste*, Par. 0-41 *[Off]-LCP Taste*, Par. 0-42 *[Auto On]-LCP Taste* und Par. 0-43 *[Reset]-LCP Taste* 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).

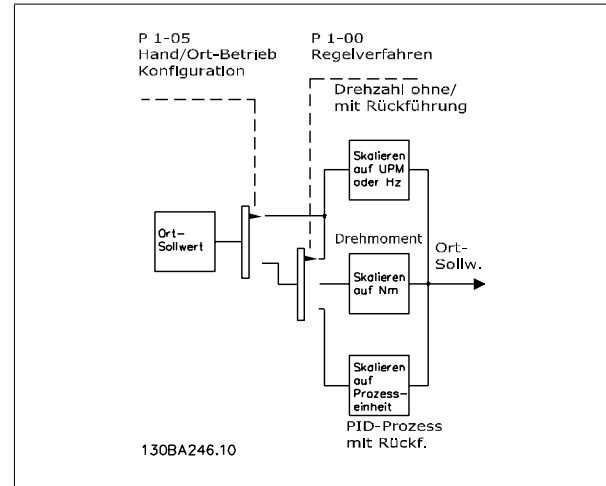
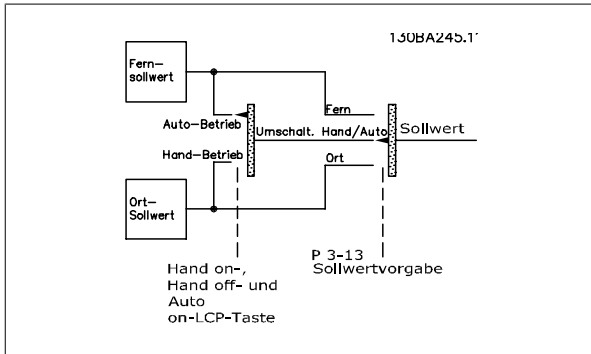


Aktiver Sollwert und Regelverfahren

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	Par. 3-13 <i>Sollwertvorgabe</i>	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).

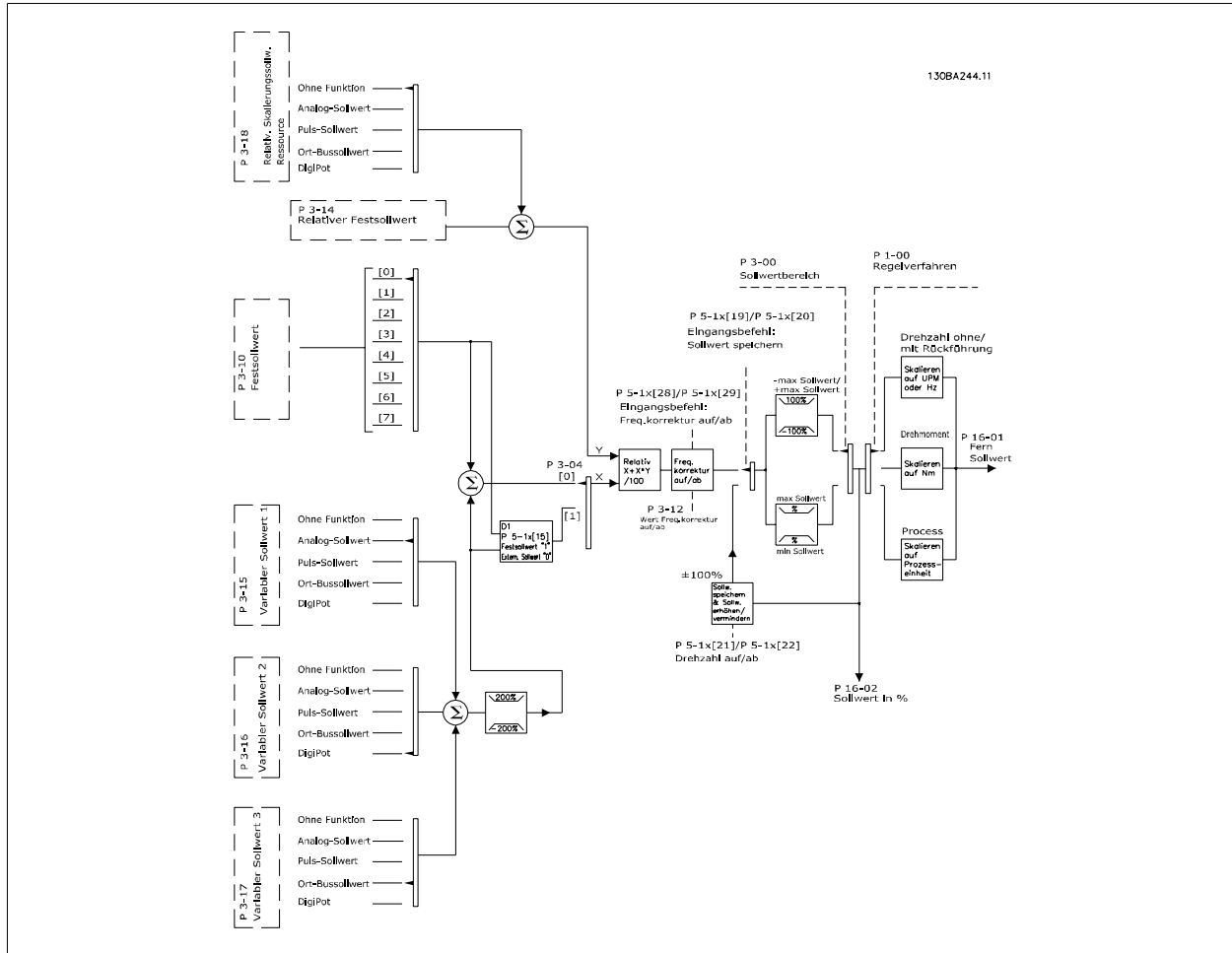
Par. 1-05 *Hand/Ort-Betrieb Konfiguration* definiert, welches Regelverfahren bei Hand (Ort)-Betrieb angewendet werden soll.

3.3 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:

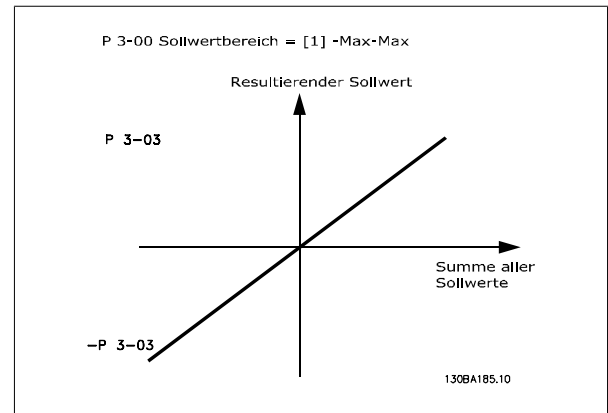
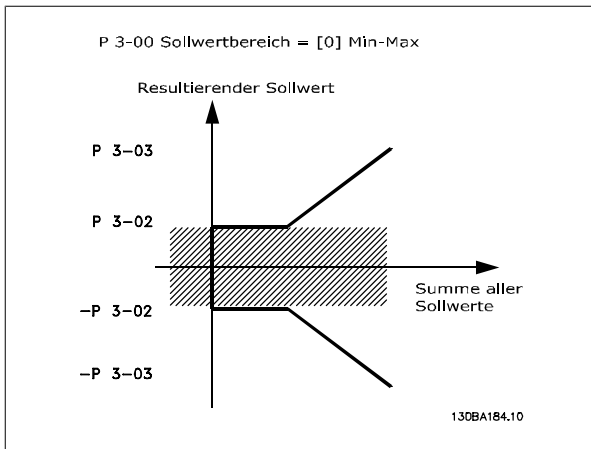
1. X (externer Sollwert): Eine Summe (siehe Par. 3-04 *Sollwertfunktion*) von bis zu vier extern ausgewählten Sollwerten, bestehend aus einer beliebigen Kombination (bestimmt durch die Einstellung von Par. 3-15 *Variabler Sollwert 1*, Par. 3-16 *Variabler Sollwert 2* und Par. 3-17 *Variabler Sollwert 3*) eines Festsollwerts (Par. 3-10 *Festsollwert*), variabler Analogollwerte, variabler Digitalollwerte und verschiedener serieller Bussollwerte in einer beliebigen Einheit, in welcher der Frequenzrichter gesteuert wird ([Hz], [UPM], [Nm] usw.).
2. Y (der relative Sollwert): Eine Summe eines relativen Festsollwerts ((Par. 3-14 *Relativer Festsollwert*) und eines variablen relativen Skalierungssollwerts (Par. 3-18 *Relativ. Skalierungssollw. Ressource*) 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 Frequenzrichter aktiviert werden. Sie werden in Parametergruppe 5-1* beschrieben. Die Skalierung von Analogollwerten wird in Parametergruppen 6-1* und 6-2* und die Skalierung digitaler Pulsollwerte in Parametergruppe 5-5* beschrieben.

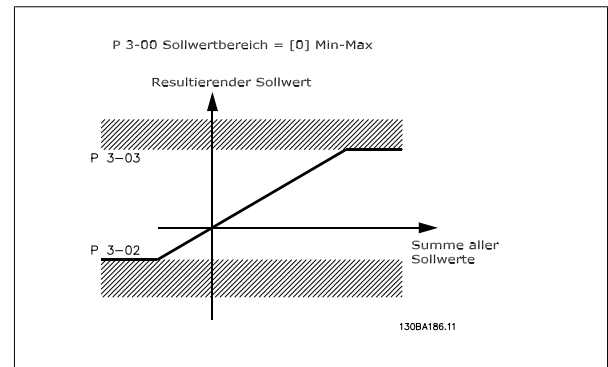
Sollwertgrenzen und -bereiche werden in Parametergruppe 3-0* eingestellt.

3.3.1 Sollwertgrenzen

Par. 3-00 *Sollwertbereich*, Par. 3-02 *Minimaler Sollwert* und Par. 3-03 *Maximaler 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.



3.3.2 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 (abs (Par. 3-03 *Max. Sollwert*), abs (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.

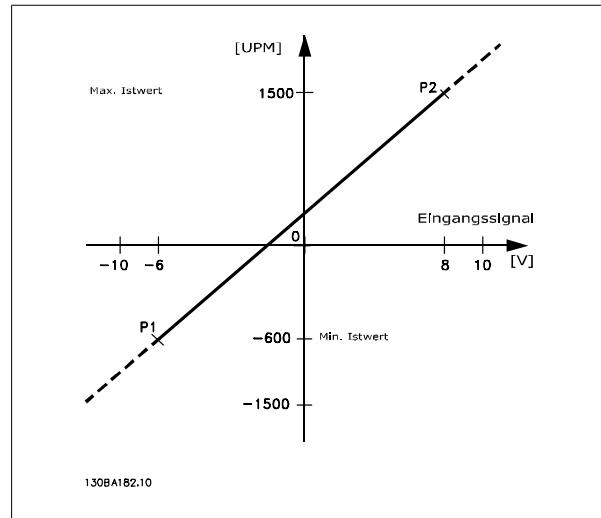
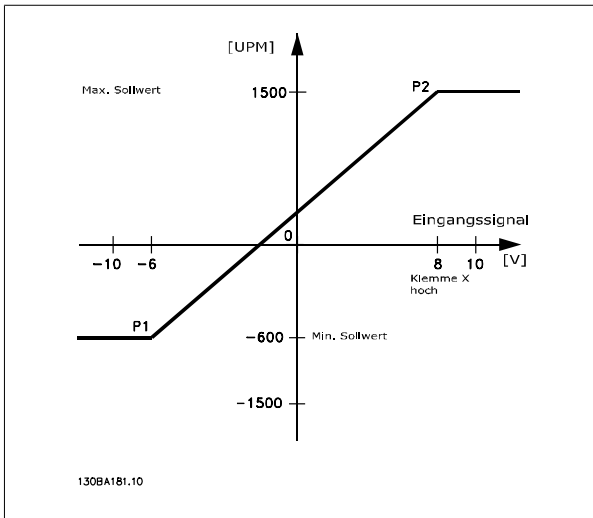
Bussollwerte werden gemäß den folgenden Regeln skaliert:

- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: auf [0] Min bis Max. eingestellt ist, gilt für eine maximale Auflösung des Bussollwerts folgende Busskalierung:
- 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

3.3.3 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 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/Istwert	Par. 6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/Istwert	Par. 6-24 Klemme 54 Skal. Min.-Soll/Istwert	Par. 6-24 Klemme 54 Skal. Min.-Soll/Istwert	Par. 5-52 Klemme 29 Min. Soll-/Istwert	Par. 5-57 Klemme 33 Min. Soll-/Istwert
Minimaler Eingangswert	Par. 6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung [V]	Par. 6-12 Klemme 53 Skal. Min.Strom [mA]	Par. 6-20 Klemme 54 Skal. Min.Spannung [V]	Par. 6-22 Klemme 54 Skal. Min.Strom [mA]	Par. 5-50 Klemme 29 Min. Frequenz [Hz]	Par. 5-55 Klemme 33 Min. Frequenz [Hz]
P2 = (maximaler Eingangswert, maximaler Sollwert)						
Maximaler Sollwert	Par. 6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/Istwert	Par. 6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/Istwert	Par. 6-25 Klemme 54 Skal. Max.-Soll/Istwert	Par. 6-25 Klemme 54 Skal. Max.-Soll/Istwert	Par. 5-53 Klemme 29 Max. Soll-/Istwert	Par. 5-58 Klemme 33 Max. Soll-/Istwert
Maximaler Eingangswert	Par. 6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung [V]	Par. 6-13 Klemme 53 Skal. Max.Strom [mA]	Par. 6-21 Klemme 54 Skal. Max.Spannung [V]	Par. 6-23 Klemme 54 Skal. Max.Strom [mA]	Par. 5-51 Klemme 29 Max. Frequenz [Hz]	Par. 5-56 Klemme 33 Max. Frequenz [Hz]

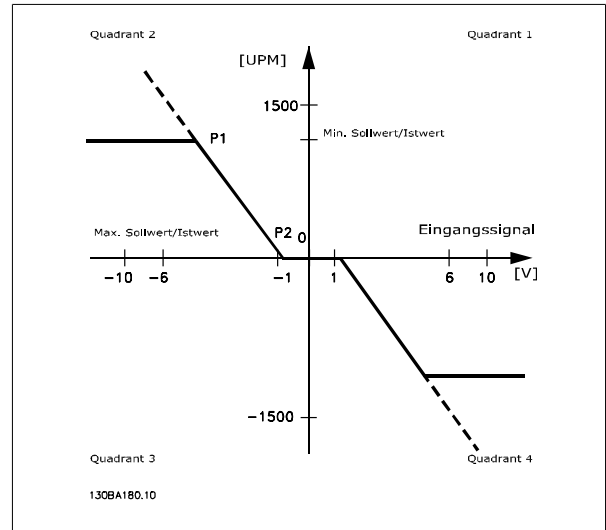
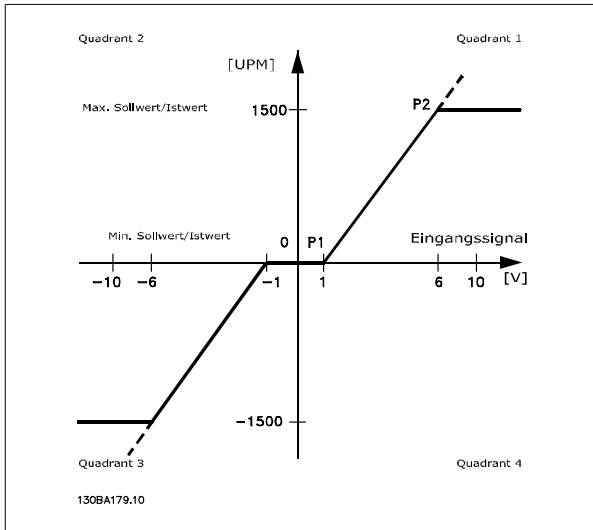
3.3.4 Neutraler Bereich um Null

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. Anders gesagt: Es muss sich in der nachfolgenden Darstellung entweder P1 oder P2 auf der X-Achse befinden.
- Außerdem müssen sich beide Punkte im selben Quadranten befinden.

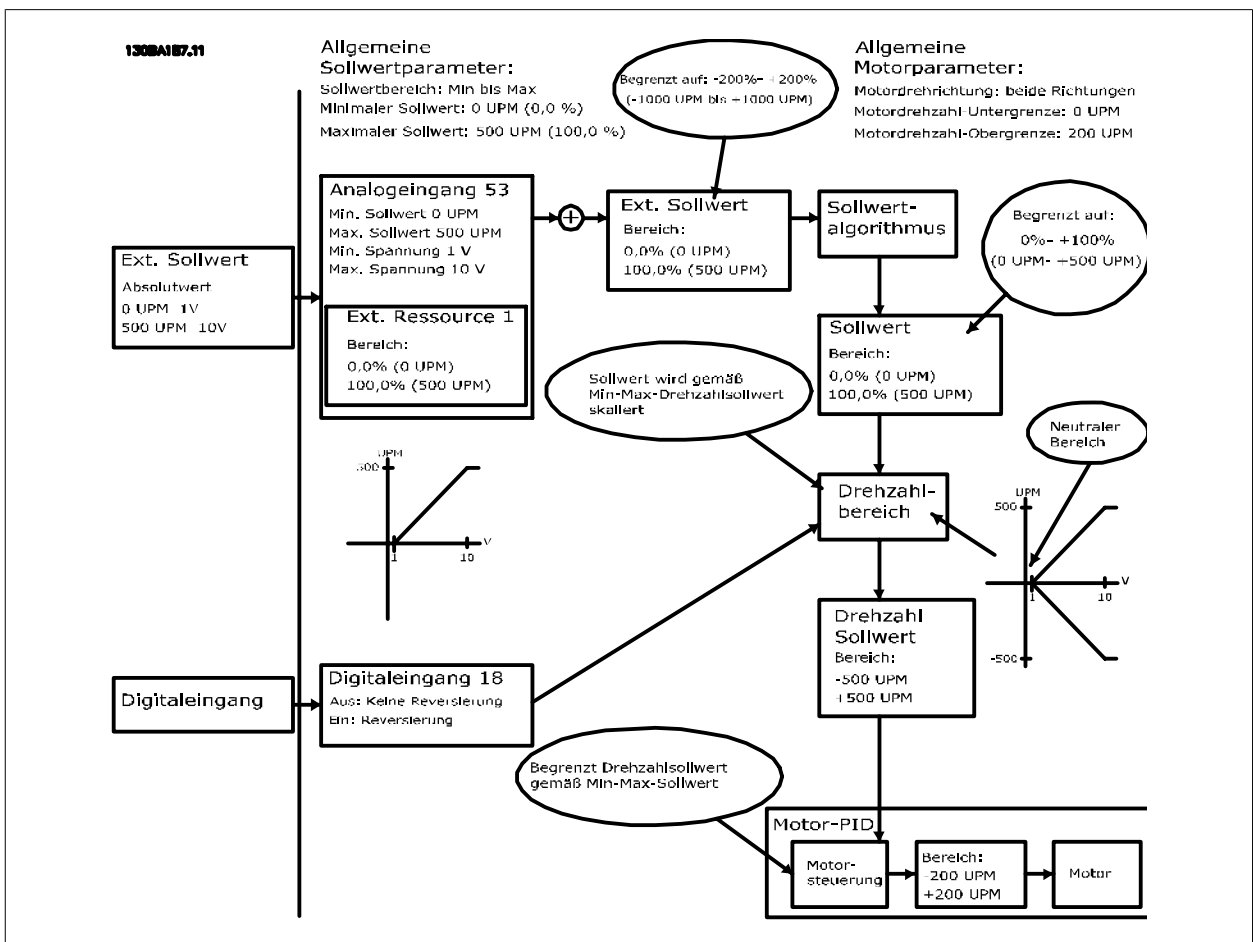
Die Größe des neutralen Bereichs wird von P1 oder P2 wie in der nachfolgenden Darstellung definiert.



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

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

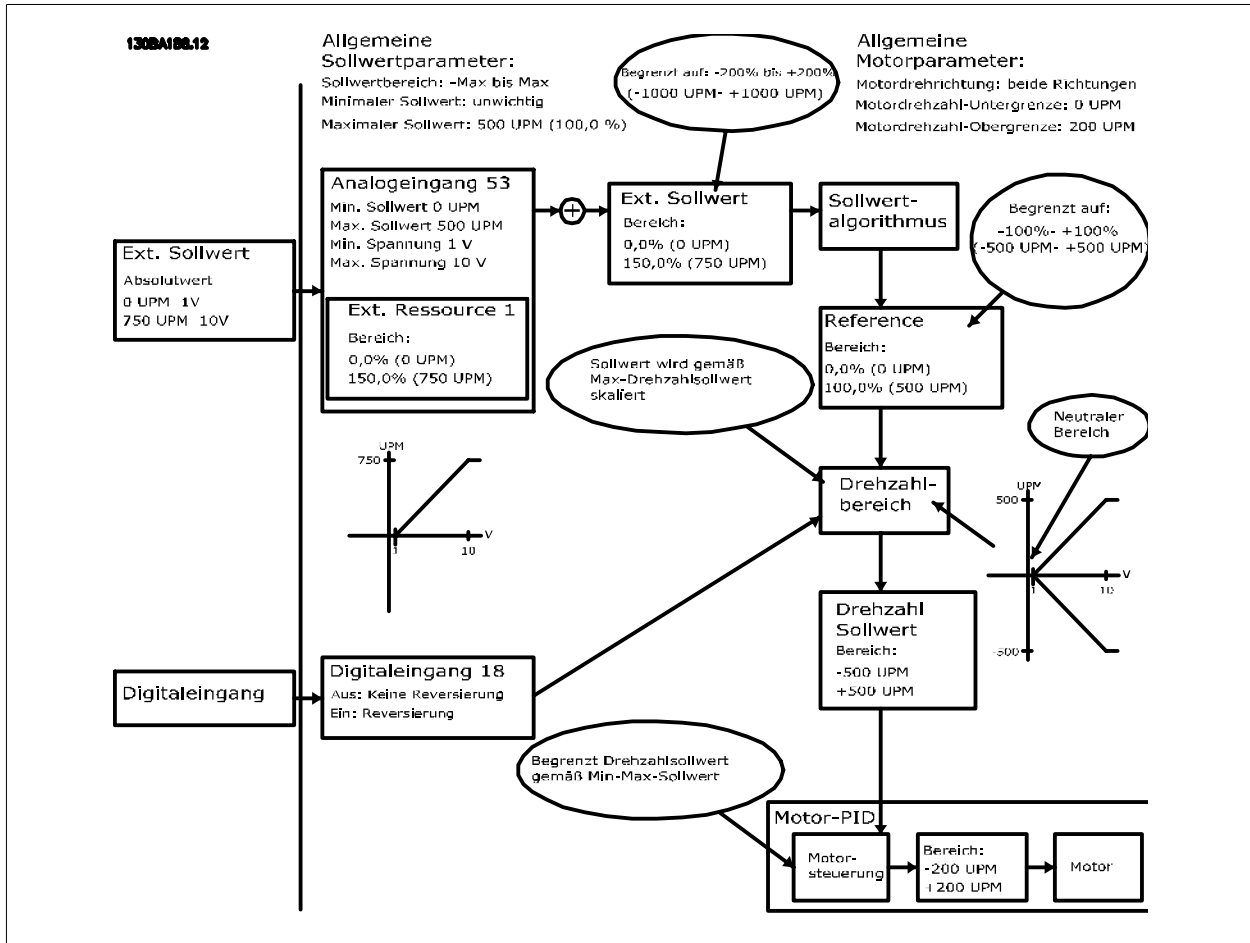
Dieser Fall zeigt die Wirkung der Min.-Max.-Begrenzungen an einem Sollwerteingang.



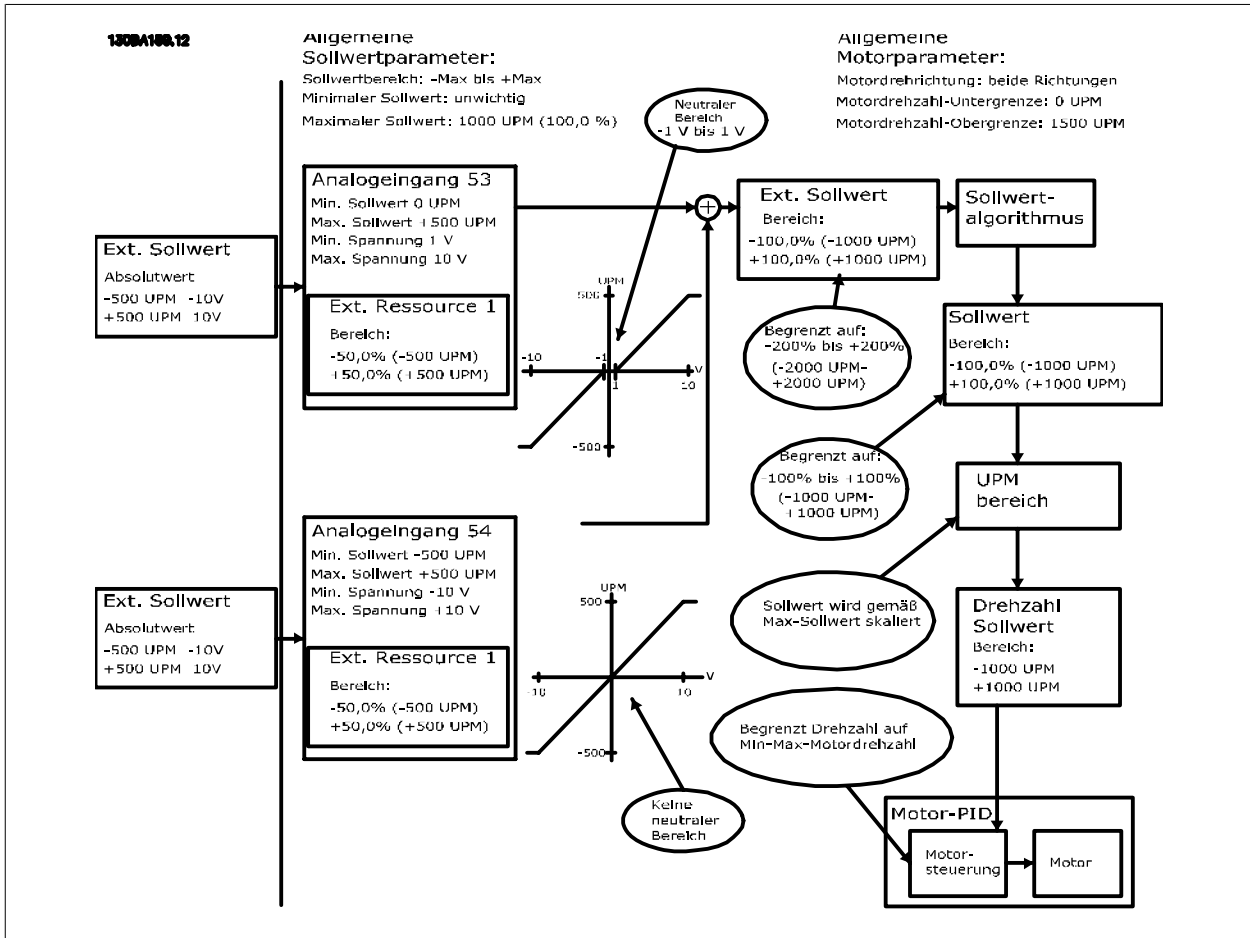
Fall 2: Positiver Sollwert mit neutralem Bereich, Reversierung über Digitaleingang. Begrenzungsregeln.

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

3.4 PID-Regler

3.4.1 PID-Drehzahlregler

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

Par. 1-00 Regelverfahren	Par. 1-01 Steuerprinzip Steuerprinzip			
	U/f	VVC ^{plus}	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										
Par. 7-00 <i>Drehgeberrückführung</i>	Legt den Eingang fest, von der der PID-Drehzahlregler den Istwert erhalten soll										
Par. 7-02 <i>Drehzahlregler P-Verstärkung</i>	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.										
Par. 7-03 <i>Drehzahlregler I-Zeit</i>	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.										
Par. 7-04 <i>Drehzahlregler D-Zeit</i>	Liefert eine Verstärkung proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.										
Par. 7-05 <i>Drehzahlregler D-Verstärk./Grenze</i>	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.										
Par. 7-06 <i>Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit</i>	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 Impulsen pro Umdrehung am Drehgeber (PPR).										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Drehgeber-PPR</th> <th>Par. 7-06 <i>Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit</i></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 <i>Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit</i>	512	10 ms	1024	5 ms	2048	2 ms	4096	1 ms
Drehgeber-PPR	Par. 7-06 <i>Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit</i>										
512	10 ms										
1024	5 ms										
2048	2 ms										
4096	1 ms										

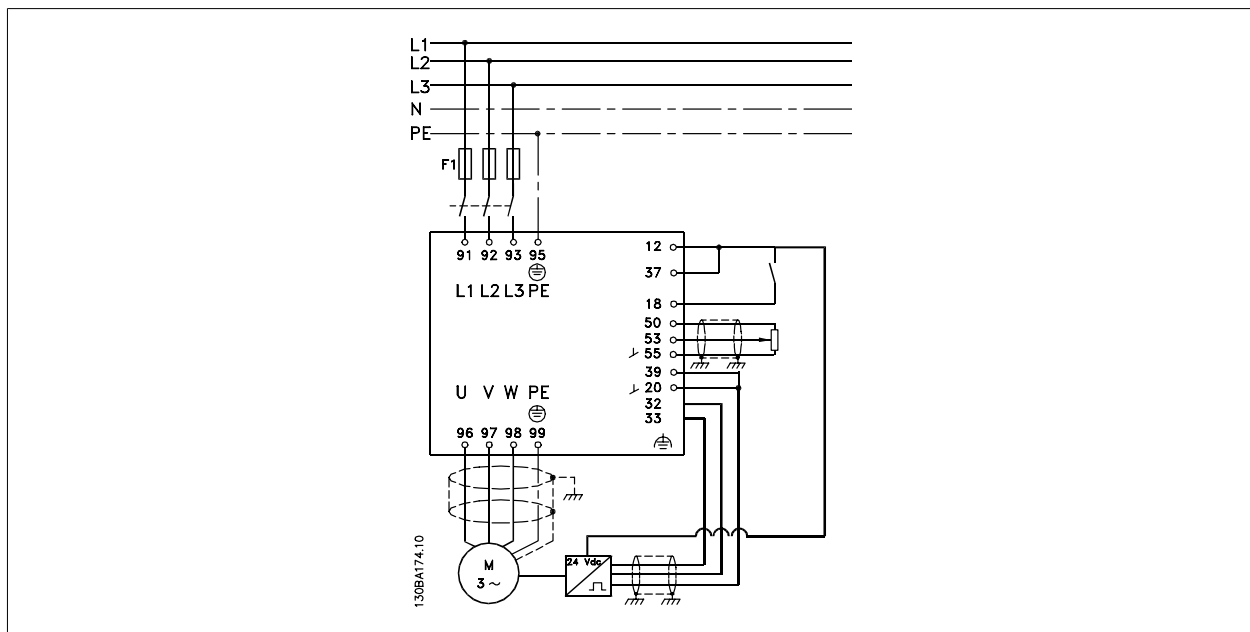
Nachstehend ein Beispiel für eine Drehzahlregelung mit Istwertrückführung:

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 durch Frequenzumrichter durchführen lassen	Par. 1-29 <i>Autom. Motoranpassung</i>	[1] Komplette AMA
2) Prüfen, ob der Motor läuft und der Drehgeber ordnungsgemäß angeschlossen ist. Vorgehensweise: Drücken Sie die [Hand on] LCP-Taste. Prüfen, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht (nachfolgend „positive Richtung“ genannt).		Positiven Sollwert einstellen.
Gehen Sie zu Par. 16-20 <i>Rotor-Winkel</i> . 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 <i>Rotor-Winkel</i> zu- oder abnimmt.	Par. 16-20 <i>Rotor-Winkel</i>	N.v. (nur Anzeigeparameter) Hinweis: Ein ansteigender Wert hat bei 65535 einen Überlauf und startet erneut bei 0.
Wenn Par. 16-20 <i>Rotor-Winkel</i> abnimmt, die Drehgeberichtung in Par. 5-71 <i>Kl. 32/33 Drehgeber Richtung</i> ändern.	Par. 5-71 <i>Kl. 32/33 Drehgeber Richtung</i>	[1] Linkslauf (wenn Par. 16-20 <i>Rotor-Winkel</i> abnimmt)
3) Sicherstellen, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf sichere Werte eingestellt sind. Zulässige Grenzwerte für die Sollwerte einstellen.	Par. 3-02 <i>Minimaler Sollwert</i> Par. 3-03 <i>Max. Sollwert</i>	0 UPM (Werkseinstellung) 1500 UPM (Werkseinstellung)
Sicherstellen, dass die Rampeneinstellungen innerhalb des Beschleunigungsvermögens des Frequenzumrichters liegen und den zulässigen Spezifikationen der Anwendung entsprechen.	Par. 3-41 <i>Rampenzeit Auf 1</i> Par. 3-42 <i>Rampenzeit Ab 1</i>	Werkseinstellung Werkseinstellung
Zulässige Grenzwerte für die Motordrehzahl und -frequenz einstellen.	Par. 4-11 <i>Min. Drehzahl [UPM]</i> Par. 4-13 <i>Max. Drehzahl [UPM]</i> Par. 4-19 <i>Max. Ausgangsfrequenz</i>	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	Par. 1-00 <i>Regelverfahren</i>	[1] Mit Drehgeber
Steuerprinzip des Motors auswählen.	Par. 1-01 <i>Steuerprinzip</i>	[3] Fluxvektor mit Geber
5) Sollwert konfigurieren und für Drehzahlregler skalieren. Analogeingang 53 als variablen Sollwert einstellen.	Par. 3-15 <i>Variabler Sollwert 1</i>	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.	Par. 5-14 <i>Klemme 32 Digitaleingang</i> Par. 5-15 <i>Klemme 33 Digitaleingang</i>	[0] Ohne Funktion (Werkseinstellung) (Die Digitaleingänge müssen zur Drehgebereinstellung auf „Ohne Funktion“ stehen.)
Klemme 32/33 als Drehzahlstwert auswählen.	Par. 1-02 <i>Drehgeber Anschluss</i>	Nicht erforderlich (Werkseinstellung)
Klemme 32/33 als Istwert der PID-Rückführung auswählen.	Par. 7-00 <i>Drehgeberückführung</i>	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.	Par. 0-50 <i>LCP-Kopie</i>	[1] Speichern in LCP

3

3.4.2 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 *Motormennleistung [kW]* 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 *Drehzahlregler P-Verstärkung* mit der folgenden Formel (nicht erforderlich bei einem hochauflösenden Istwert wie z. B. einem SinCos-Istwert):

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

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 *Kl. 32/33 Drehgeber Aufl. [Pulse/U]* (24V HTL bei Standard-Frequenzumrichter) oder Par. 17-11 *Inkremental Auflösung [Pulse/U]* (5V TTL für Option MCB102).

Generell wird die passende Obergrenze von Par. 7-02 *Drehzahlregler P-Verstärkung* 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.

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

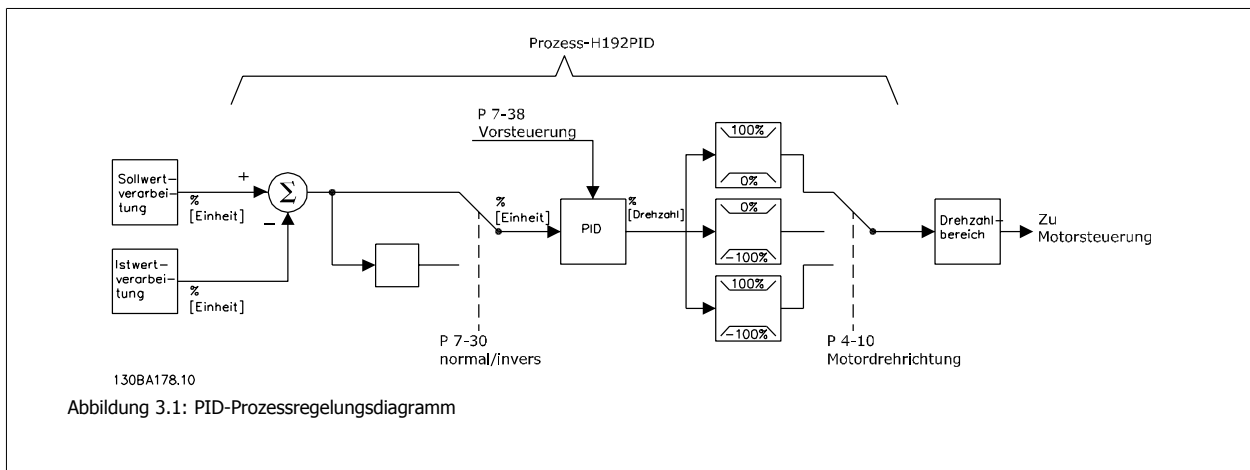
3.4.3 PID-Prozessregler

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 <i>Regelverfahren</i>	Par. 1-01 <i>Steuerprinzip</i>			
[3] PID-Prozess	N.v.	VVC ^{plus} PID-Prozess	Fluxvektor oh. Geber Prozess u. Drehz.	Fluxvektor mit Geber 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.



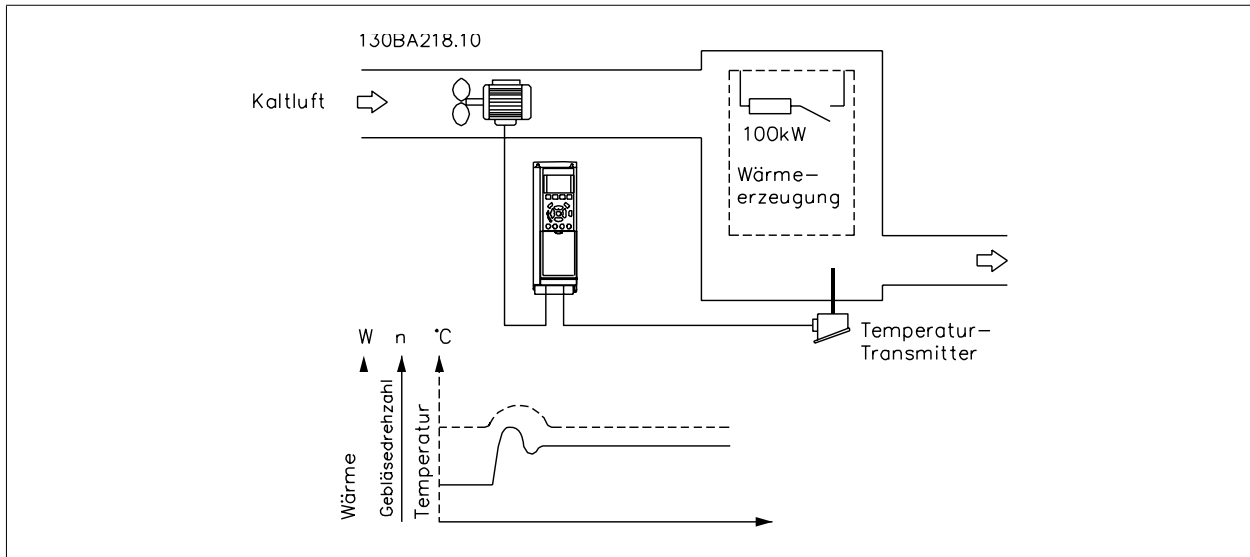
Folgende Parameter sind für die Prozessregelung relevant

Parameter	Funktionsbeschreibung
Par. 7-20 <i>PID-Prozess Istwert 1</i>	Legt den Eingang (Analog oder Puls) fest, von dem die PID-Prozessregelung den Istwert erhalten soll.
Par. 7-22 <i>PID-Prozess Istwert 2</i>	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.
Par. 7-30 <i>Auswahl Normal-/Invers-Regelung</i>	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.
Par. 7-31 <i>PID-Prozess Anti-Windup</i>	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.
Par. 7-32 <i>PID-Prozess Reglerstart bei</i>	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 Frequenzumrichter den Motor unregelt hochfahren soll, bevor die Prozessregelung aktiviert wird. Dies kann mit Par. 7-32 <i>PID-Prozess Reglerstart bei</i> festgelegt werden.
Par. 7-33 <i>PID-Prozess P-Verstärkung</i>	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
Par. 7-34 <i>PID-Prozess I-Zeit</i>	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
Par. 7-35 <i>PID-Prozess D-Zeit</i>	Liefert eine Verstärkung proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.
Par. 7-36 <i>PID-Prozess D-Verstärkung/Grenze</i>	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.
Par. 7-38 <i>PID-Prozess Vorsteuerung</i>	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.
Par. 5-54 <i>Pulseingang 29 Filterzeit</i> (Pulseingang 29), Par. 5-59 <i>Pulseingang 33 Filterzeit</i> (Pulseingang 33), Par. 6-16 <i>Klemme 53 Filterzeit</i> (Analogeingang 53), Par. 6-26 <i>Klemme 54 Filterzeit</i> (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 der 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

3.4.4 Beispiel für PID-Prozessregelung

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



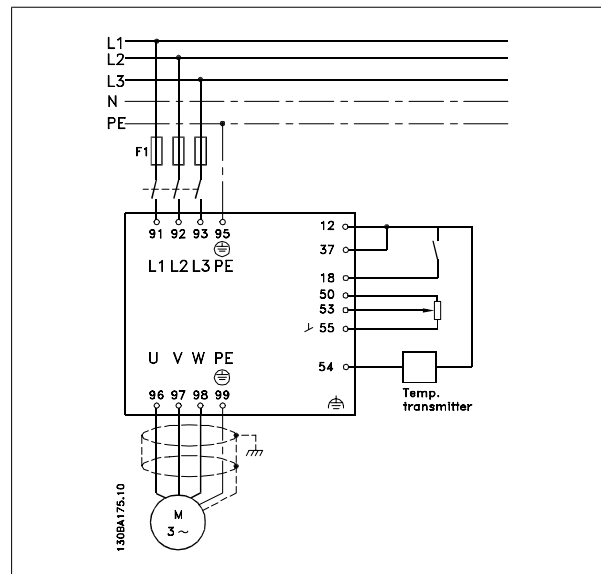
In der Lüftungsanlage soll mit Hilfe eines 0- bis 10-V-Potentiometers die Temperatur zwischen -5 und +35 °C einstellbar sein. Die eingestellte Temperatur soll mithilfe der Prozessregelung konstant gehalten werden.

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 am Frequenzumrichter in der normalen Phasenanzahl U - U, V - V, W - W dreht sich die Motorwelle gewöhnlich im Rechtslauf bei Sicht auf das Wellenende.		
Drücken Sie die [Hand on] LCP-Taste. Prüfen, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht.		
Falls sich der Motor in die falsche Richtung dreht:	4-10	Die richtige Drehrichtung der Motorwelle wählen.
1. Wechseln Sie die Motorrichtung in Par. 4-10 <i>Motor Drehrichtung</i>		
2. Netz ausschalten - auf Entladen der Zwischenkreisspannung warten - zwei der Motorphasen tauschen		
Regelverfahren einstellen.	1-00	[3] PID-Prozess
Ort-Betrieb Konfiguration einstellen	1-05	[0] Ohne Rückführung
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 % $Sollw. = \frac{Par. 3 - 10_{(0)}}{100} \times ((Par. 3 - 03) - (par. 3 - 02)) = 24, 5^\circ C$ Par. 3-14 <i>Relativer Festsollwert</i> bis Par. 3-18 <i>Relativ. Skalierungssollw. Ressource</i> [0] = Deaktiviert
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.		300 UPM
Max. Drehzahlgrenze festlegen.		1500 UPM
Max. Ausgangsfrequenz festlegen.		60 Hz
S201 oder S202 auf die gewünschte Analogeingangsfunktion (Volt (V) oder Milliampere (I)) einstellen. ACHTUNG! 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

Die Grundeinstellungen sind nun vorgenommen worden, so dass jetzt nur noch eine Optimierung der Proportionalverstärkung, der Integrationszeit und der Differentiationszeit (Par. 7-33 *PID-Prozess P-Verstärkung*, Par. 7-34 *PID-Prozess I-Zeit*, Par. 7-35 *PID-Prozess D-Zeit*) aussteht. 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 *PID-Prozess D-Zeit* 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/Stop betätigen, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen.

3

3.4.5 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.

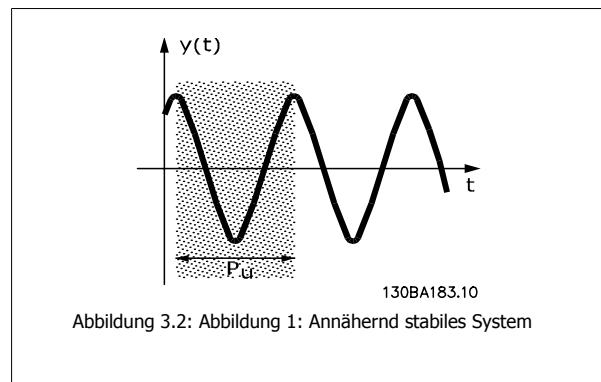


Abbildung 3.2: Abbildung 1: Annähernd stabiles System

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:

Schritt 1: Wählen Sie nur Proportionalregelung, d. h. die Integrationszeit wird auf den maximalen Wert eingestellt, während die Differentiationszeit auf Null gesetzt wird.

Schritt 2: Erhöhen Sie den Wert der P-Verstärkung, bis der Punkt der Instabilität (kontinuierliche Schwingungen) und somit der kritische Verstärkungswert K_U erreicht ist.

Schritt 3: Messen Sie die Schwingungsperiode, um die kritische Zeitkonstante P_U zu erhalten.

Schritt 4: Berechnen Sie anhand der vorangegangenen Tabelle die erforderlichen PID-Reglerparameter

3.5 Allgemeine EMV-Aspekte

3.5.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

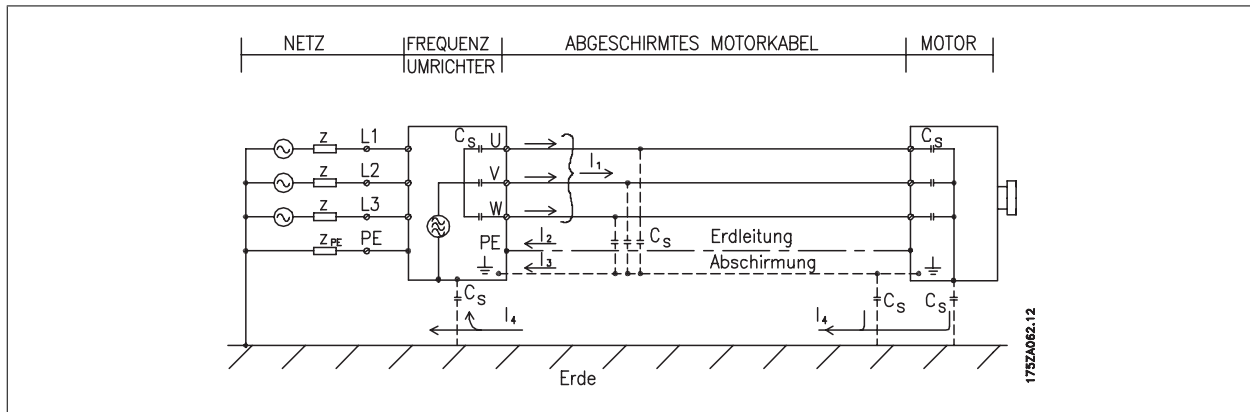
Elektromagnetische Störungen sind leitungsgebunden im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz und als Luftstrahlung im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz zu betrachten. Störungen vom Antriebssystem in einem Bereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

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 Abschirmimpedanz 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.

3.5.2 EMV-Prüfergebnisse

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
H1						
FC 301:	0-37 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
FC 302:	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
H2						
FC 301/ FC 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
	90-800 kW 380-480 V	50 m	Nein	Nein	Nein	Nein
	37-1000 kW 525-690 V	150 m	Nein	Nein	Nein	Nein
H3						
FC 301:	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
H4						
FC 302	90-800 kW 380-480 V	150 m	150 m	Nein	Ja	Nein
	37-315 kW 525-690 V	150 m	30 m	Nein	Nein	Nein
Hx						
FC 302	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 - Integriertes EMV-Filter. Erfüllt Klasse A1/B (nur Baugröße A1)

H4 - Integriertes EMV-Filter. Erfüllt Klasse A1

3.5.3 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 Störaussendung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzumrichter 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

3.5.4 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 elektrischer Entladungen von Personen.
- **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 Transienten: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Surge-Transienten: Simulation von Transienten, z. B. durch Blitzschlag in nahe gelegenen Installationen.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** HF-Gleichtakt: Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, 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	Leitungsgeführte Störgrößen induziert durch hoch- frequente Felder 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 _{eff}
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff}
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff}
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff}
Steuerleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff}
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff}
Relaisleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff}
Anwendungs- und Feldbus- Optionen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff}
LCP Kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff}
Externe 24 V DC	2 kV CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{eff}
Gehäuse	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

AD: Luftentladung (Air Discharge)
 CD: Kontaktentladung (Contact Discharge)
 CM: Gleichtakt (Common mode)
 DM: Differenzialmodus (Differential mode)
 1. Einkopplung auf Kabelschirm

Tabelle 3.2: Störfestigkeit

3.6.1 PELV - Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)

PELV bietet Schutz durch Vorliegen einer Kleinspannung. 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 (Protective Extra Low Voltage) (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. Schaltnetzteil 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.

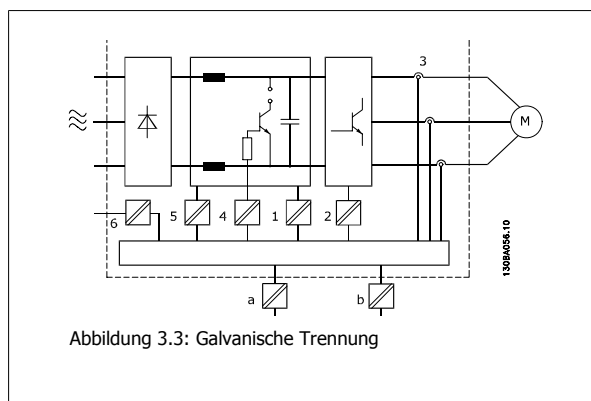


Abbildung 3.3: Galvanische Trennung

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, Baugröße A, B und C: Bei Höhenlagen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

380-500 V, Baugröße D, E und F: Bei Höhenlagen über 3 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

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

3.7.1 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: 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**

Der Erdableitstrom des Frequenzumrichters übersteigt 3,5 mA. Gemäß den Anforderungen der EN 50178 muss z. B. der Kabelquerschnitt der Erdverbindung (Klemme 95) mindestens 10 mm² 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

3.8 Bremsfunktionen beim FC 300

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

3.8.1 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.

3.8.2 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]).
- Ein übermodulierter Gleichstrom verstärkt den Wechselstrom und funktioniert als Wirbelstrombremse (Par. 2-02 ≠ 0 s).

3.8.3 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.

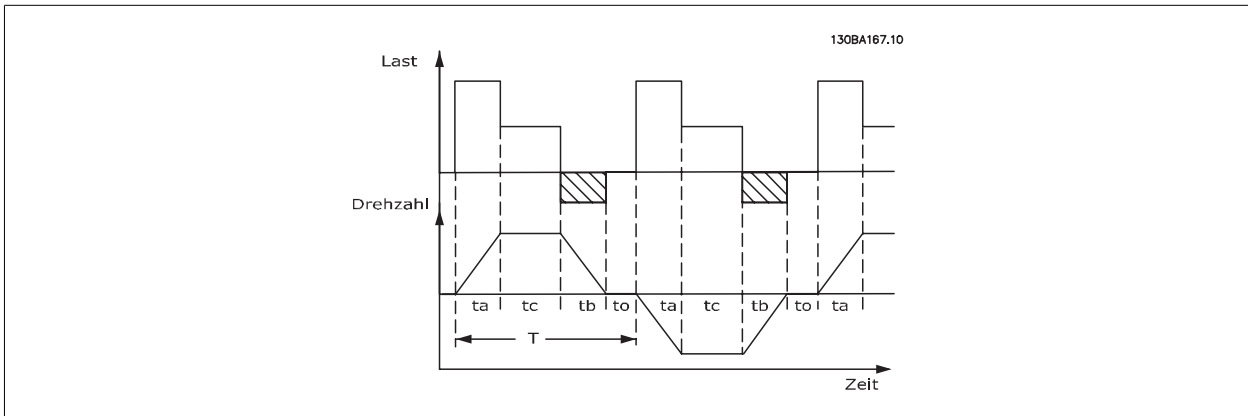
Der Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb des Widerstands kann wie folgt berechnet werden:

$Arbeitszyklus = t_b/T$

T = Zykluszeit in Sekunden

t_b ist die Bremszeit in Sekunden (als Teil der gesamten Zykluszeit)

3



	Zyklusdauer (s)	Bremsarbeitszyklus bei 100 % Drehmoment	Bremsarbeitszyklus bei Überdrehmoment (150/160 %)
200-240 V			
PK25-P11K	120	Dauerbetrieb	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
380-500 V			
PK37-P75K	120	Dauerbetrieb	40%
P90K-P160	600	Dauerbetrieb	10%
P200	600	40%	10%
P250-P800	600	40% ¹⁾	10% ²⁾
525-600 V			
PK75-P75K	120	Dauerbetrieb	40%
525-690 V			
P37K-P315	600	40%	10%
P355-P51M0	600	40% ³⁾	10% ⁴⁾

Tabelle 3.3: Bremsung bei hohem Überlastmoment

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

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

450-800 kW: die Bremsleistung ist gleich der Bremsleistung 400 kW.

2) Basierend auf 300 Sekundenzyklus:

Bei 355 kW ist das Drehmoment 145 %

Bei 400 kW ist das Drehmoment 130 %

450-800 kW: die Bremsleistung ist gleich der Bremsleistung 400 kW.

3) 500 kW bei 80 % Drehmoment

560 kW bei 71 % Drehmoment

630 - 1000 kW: die Bremsleistung ist gleich der Bremsleistung 560 kW.

4) Basierend auf 300-Sekunden-Zyklus:

Bei 500 kW ist das Drehmoment 128 %

Bei 560 kW ist das Drehmoment 114 %

630 - 1000 kW: die Bremsleistung ist gleich der Bremsleistung 560 kW.

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.

ACHTUNG!
Es ist sicherzustellen, dass der Bremswiderstand für die erforderliche Bremszeit ausgelegt ist.

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

$$P_{Spitze} = P_{Motor} \times M_{Br} \times \eta_{Motor} \times \eta_{VLT} [W]$$

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 / FC 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/ 828 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

* Abhängig von der Leistungsgröße

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 % bremsen kann. Die entsprechende Formel lässt sich wie folgt schreiben:

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

η_{Motor} beträgt normalerweise 0,90

η_{VLT} beträgt normalerweise 0,98

Bei Frequenzumrichtern mit 200 V, 480 V, 500 V und 600 V wird R_{rec} bei einem Bremsmoment von 160 % wie folgt ausgedrückt:

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

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

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

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

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

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

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. Um einer Brandgefahr zu entgehen, muss der Bremswiderstand in einer sicheren Umgebung platziert werden.

3

3.8.4 Steuerung mit Bremsfunktion

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 kann in Par. 2-12 *Bremswiderstand Leistung (kW)* eine Leistungsgrenze eingegeben werden. Dabei ist in Par. 2-13 *Bremswiderst. Leistungsüberwachung* wählbar, welche Funktion auszuführen ist, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung die in Par. 2-12 *Bremswiderstand Leistung (kW)* eingestellte Grenze überschreitet.

**ACHTUNG!**

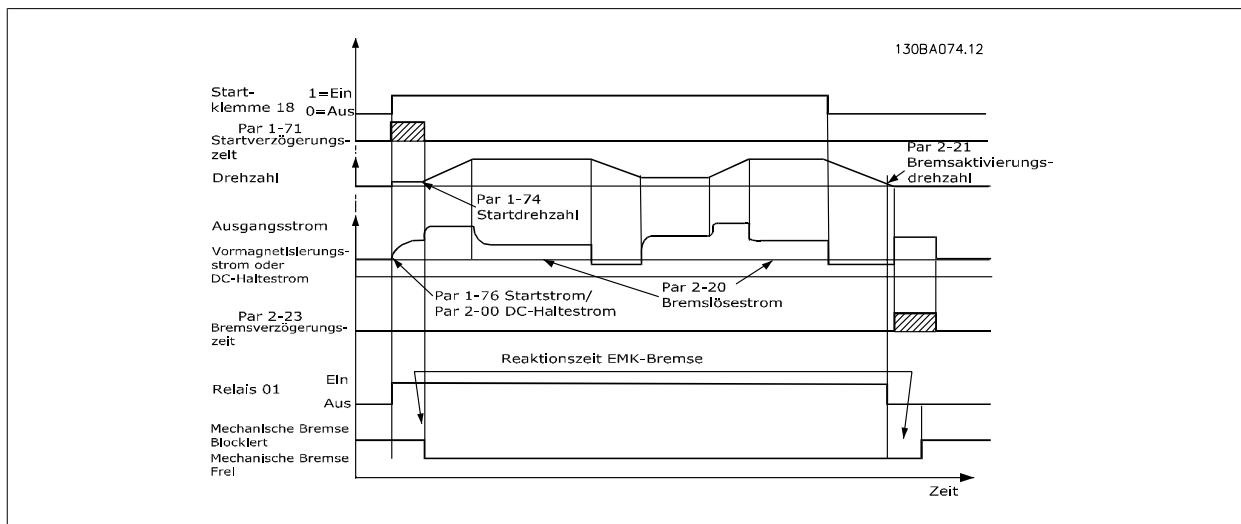
Die Überwachung der Bremsleistung dient nicht als Sicherheitsfunktion. Für diesen Zweck ist ein Thermoschalter erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdschluss geschützt.

Überspannungssteuerung (OVC) (ohne Bremswiderstand) kann als eine alternative Bremsfunktion in Par. 2-17 *Überspannungssteuerung* 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.

3.9.1 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 *Relaisfunktion* (Arrayparameter), Par. 5-30 *Klemme 27 Digitalausgang* oder Par. 5-31 *Klemme 29 Digitalausgang*, 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 *Bremse öffnen bei Motorstrom* eingestellten Wert überschreitet.
- Die Bremse wird geschlossen, wenn die Ausgangsdrehzahl niedriger als die in Par. 2-21 *Bremse schliessen bei Motordrehzahl* bzw. Par. 2-22 *Bremse schließen bei Motorfrequenz* 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 *Momentengrenze motorisch* und Par. 4-17 *Momentengrenze generatorisch* niedriger als die Stromgrenze in Par. 4-18 *Stromgrenze* 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.

3.9.2 Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen

Der VLT AutomationDrive 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 *Startfunktion* 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 von Par. 2-28 *Gain Boost Factor* 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

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 *Torque Ref*) 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 *Torque Ref* festgesetzt ist, wird die Bremse gelüftet. Der in Par. 2-25 *Brake Release Time* 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.

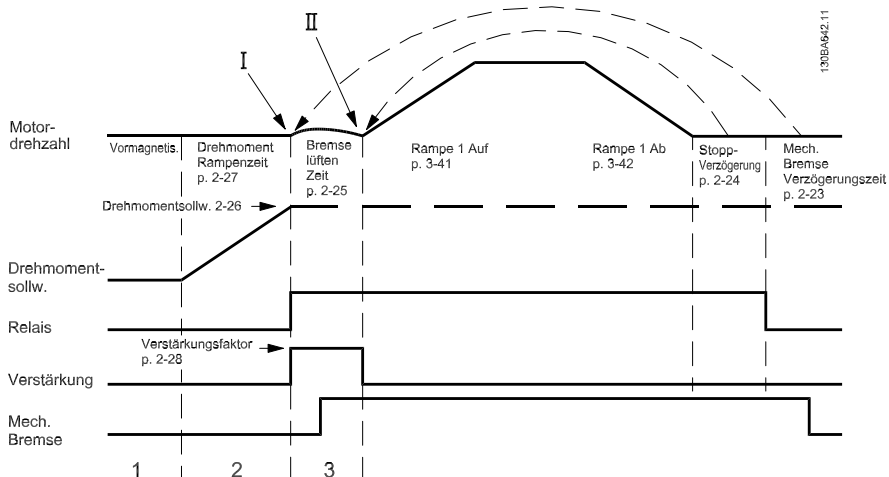


Abbildung 3.4: Sequenz zum Lüften der Bremse bei mechanischer Bremsansteuerung für Vertikalförder- und Hubanwendungen

I) *Mech. Bremse Verzögerungszeit*: Der Frequenzrichter läuft wieder an der Position an, an der die mechanische Bremse gegriffen hat.
 II) *Stopp-Verzögerung*: Wenn die Zeit zwischen aufeinanderfolgenden Starts den Wert aus Par. 2-24 *Stopp-Verzögerung* unterschreitet läuft der Frequenzrichter ohne Aktivieren der mechanischen Bremse an (z. B. Reversierung).



ACHTUNG!

Ein Beispiel zur erweiterten Ansteuerung der mechanischen Bremse für Hub- und Vertikalförderanwendungen finden Sie im Kapitel *Anwendungsbeispiele*.

3.9.3 Verkabelung des Bremswiderstands

EMV (verdrihte Kabel/Abschirmung)

Verwenden Sie verdrihte Leiter, um die zwischen den Leitern von Bremswiderstand und Frequenzrichter eingestrahlten Störungen zu reduzieren.

Zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften ist eine Schirmung vorteilhaft.

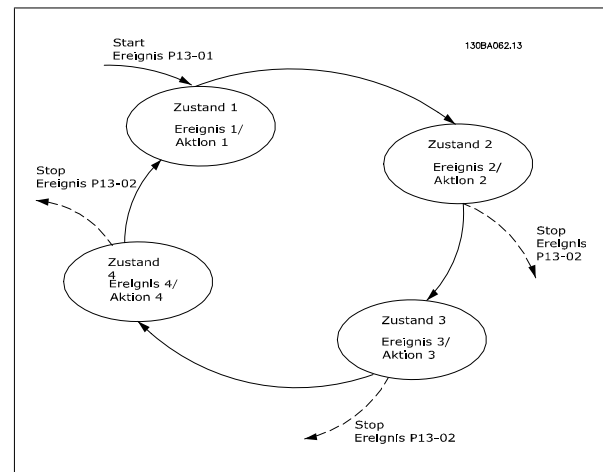
3.10 Smart Logic Controller - FC 300

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 *SL-Controller Aktion*), die vom SLC ausgeführt werden, wenn das zugehörige *Ereignis* (siehe Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis*) 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*:



3.11 Extreme Betriebsbedingungen

Kurzschluss (Motorphase – Phase)

Der Frequenzumrichter ist durch seine Strommessung in jeder der drei Motorphasen oder im DC-Zwischenkreis 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 Zwischenkreisopplung 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 erhöht sich beim generatorischen Betrieb des Motors. Dies geschieht in folgenden Fällen:

1. Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h., die Last „erzeugt“ Energie.
2. Beim Bremsen (Runterfahren der Rampe) ist die Reibung bei hohem Trägheitsmoment niedrig und die Rampenzeit Δt ist zu kurz, um die Energie als Verlustleistung (Wärme) im Frequenzumrichter, Motor oder in der Anlage abzugeben.
3. Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich 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 *Bremsfunktion* und Par. 2-17 *Überspannungssteuerung* 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^{plus}-Betrieb

Wird der Frequenzumrichter überlastet (Momentengrenze in Par. 4-16 *Momentengrenze motorisch*/Par. 4-17 *Momentengrenze generatorisch* 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 Par. 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit* zeitlich begrenzt werden (0-60 s).

3

3.11.1 Thermischer Motorschutz

Zum Schutz der Anwendung vor schwerer Beschädigung bietet der VLT AutomationDrive FC 300 verschiedene spezielle Funktionen.

Momentengrenze: Dank der Momentengrenze wird der Motor unabhängig von der Drehzahl vor Überhitzung geschützt. Die Momentengrenze wird in Par. 4-16 (Momentengrenze motorisch) oder in Par. 4-17 (Momentengrenze generatorisch) bestimmt, in Par. 14-25 wird festgelegt, wie lange die Grenze vor Abschaltung überschritten werden darf.

Stromgrenze: Die Stromgrenze wird in Par. 4-18 bestimmt, wie lange die Grenze vor Abschaltung überschritten werden darf, wird in Par. 14-24 festgelegt.

Min. Drehzahl/Frequenz: (Par. 4-11 oder Par. 4-12) begrenzt den Betriebsdrehzahlbereich, beispielsweise zwischen 30 und 50/60 Hz. Max. Drehzahl/Ausgangsfrequenz: (Par. 4-13 oder 4-19) begrenzt die max. Ausgangsdrehzahl, die der Frequenzumrichter bereitstellen kann.

ETR (Elektronisches Thermorelais): Die ETR-Funktion des Frequenzumrichters misst den aktuellen Strom, die aktuelle Drehzahl und Zeit zur Berechnung der Motortemperatur und zum Schutz des Motors vor Überhitzung (Warnung oder Abschaltung). Ein externer Thermistoreingang ist ebenfalls verfügbar. Bei ETR handelt es sich um eine elektronische Funktion, die anhand interner Messungen ein Bimetallrelais simuliert. Die Kennlinie ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

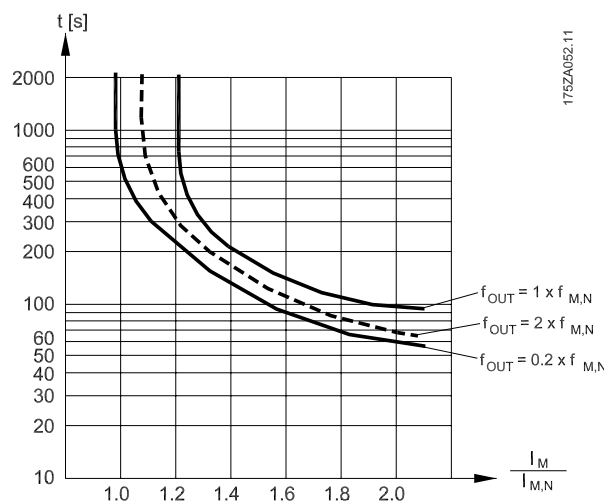


Abbildung 3.5: Abbildung ETR: Die X-Achse zeigt das Verhältnis zwischen Motorstrom (I_{motor}) und Motornennstrom ($I_{\text{motor, nom}}$). Die Y-Achse zeigt die Zeit in s, bevor das ETR aktiviert wird und den Frequenzumrichter abschaltet. Die Kurven zeigen das Verhalten der Nenndrehzahl bei Nenndrehzahl $\times 2$ und Nenndrehzahl $\times 0,2$.

Bei geringerer Drehzahl wird das ETR aufgrund einer geringeren Kühlleistung des Motors schon bei geringerer Wärmeentwicklung aktiviert. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt. Die ETR-Funktion berechnet die Motortemperatur anhand der Istwerte von Strom und Drehzahl. Die berechnete Motortemperatur kann in Par. 16-18 im FC 300 abgelesen werden.

3.12 Sicherer Stopp des FC 300

Der FC 302 und auch der FC 301 in Baugröße A1 ist für Installationen mit der Sicherheitsfunktion *Ungesteuertes Stillsetzen durch Spannungsabschalten* (nach IEC 61800-5-2) oder *Stoppkategorie 0* (nach EN 60204-1) geeignet.

FC 301 Baugröße A1: Wenn der Frequenzrichter 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 Sicherer Stopp: FC-301PK75T4**Z20**H4TGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

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 Frequenzrichters in einer Anlage muss eine gründliche Risikoanalyse der Anlage erfolgen, um zu ermitteln, ob die Funktion „Sicherer Stopp“ und die Sicherheitskategorie des Frequenzrichters 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 Par. 5-19 *Terminal 37 Safe Stop* von der Werkseinstellung [1] auf Wert [3] für automatischen Wiederanlauf eingestellt werden. Ist eine MCB112-Option an den Frequenzrichter angeschlossen, wird der automatische Wiederanlauf über Werte [7] und [8] eingestellt.

Automatischer Wiederanlauf bedeutet, dass der sichere Stopp beendet und normaler Betrieb wieder aufgenommen wird, sobald 24 V DC 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).

3

Prüf- und Zertifizierungsstelle
im BG-PRÜFZERT

BGIA
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz
Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften

130BA373.10

Type Test Certificate

05 06004

No. of certificate

Translation
In any case, the German original shall prevail.

<small>Name and address of the holder of the certificate: (customer)</small>	Danfoss Drivas A/S, Ulnaes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark	
<small>Name and address of the manufacturer:</small>	Danfoss Drivas A/S, Ulnaes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark	

<small>Ref. of customer:</small>	<small>Ref. of Test and Certification Body: Apf/Koh VE-Nr. 2003 23220</small>	<small>Date of issue: 13.04.2005</small>
----------------------------------	---	--

<small>Product designation:</small>	Frequency converter with integrated safety functions
<small>Type:</small>	VLT® Automation Drive FC 302
<small>Intended purpose:</small>	Implementation of safety function „Safe Stop“

<small>Testing based on:</small>	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. Diemar Rainerl)

Certification officer

(Dipl.-Ing. R. Apfeld)

FZB0E
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

3.12.1 Installation Sicherer Stopp (nur - FC 302) (und FC 301 in Baugröße A1)

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

1. Entfernen Sie die werksseitig angebrachte Brücke (Jumper) 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. Der muss in einem Gehäuse mit Schutzart IP54 oder höher eingebaut werden, damit die Funktion „Sicherer Stopp“ EN 954-1 Kategorie 3 erfüllt. Daher müssen FC 302-Frequenzumrichter mit einer Schutzart, die unter IP54 liegt, in einem Gehäuse (Schaltschrank) eingebaut werden, das IP54-Schutz bietet. FC 302-Frequenzumrichter mit Schutzart IP54 oder höher benötigen keinen weiteren Schutz. FC 302 A1 wird nur mit einem IP21-Gehäuse geliefert. Daher muss hier der Einbau in einem Schaltschrank erfolgen..

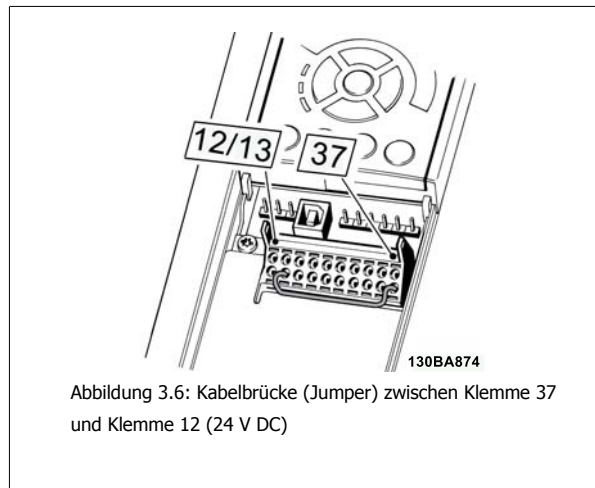


Abbildung 3.6: Kabelbrücke (Jumper) zwischen Klemme 37 und Klemme 12 (24 V DC)

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.

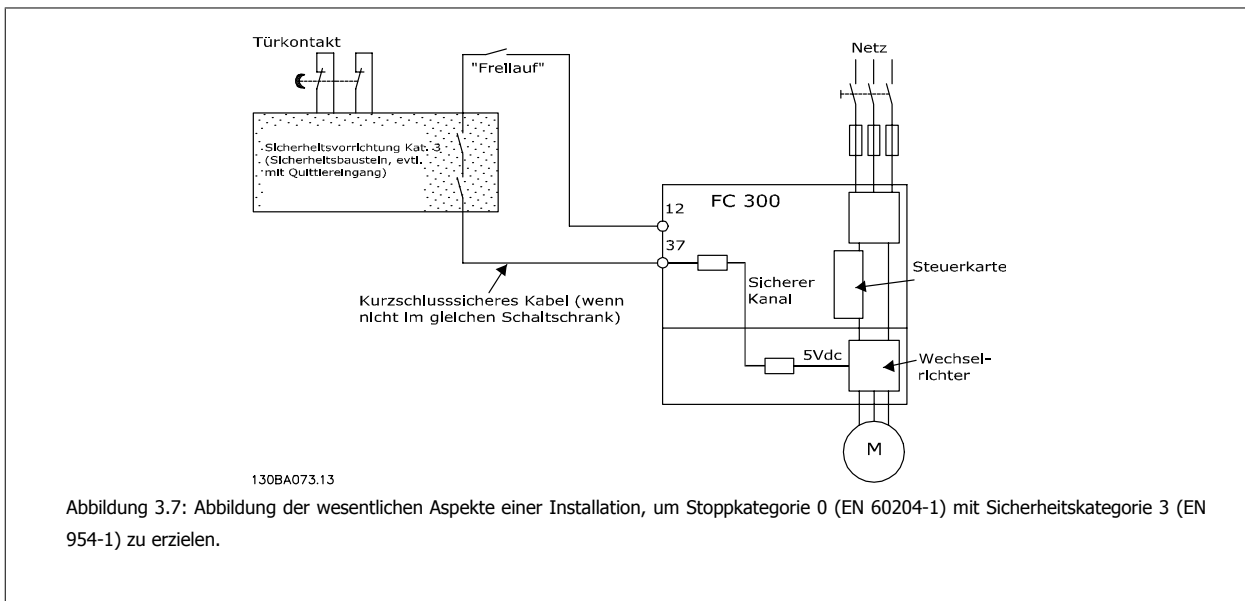


Abbildung 3.7: Abbildung der wesentlichen Aspekte einer Installation, um Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) mit Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1) zu erzielen.

3.12.2 Installation einer externen Sicherheitsvorrichtung 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:

3

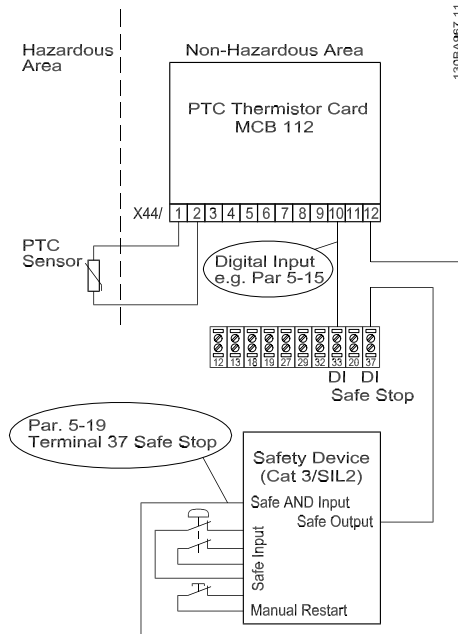


Abbildung 3.8: Abbildung der wesentlichen Aspekte bei der Installation einer Kombination für eine Anwendung der Funktion „Sicherer Stopp“ und eine MCB112-Anwendung. Die Abbildung zeigt einen Wiederanlauf-Eingang für die externe Sicherheitsvorrichtung. Dies bedeutet, dass in dieser Anlage Par. 5-19 *Terminal 37 Safe Stop* auf Wert [7] oder [8] eingestellt sein könnte.

Parametereinstellungen für eine externe Sicherheitsvorrichtung in Kombination mit MCB112.

Wenn MCB 112 angeschlossen ist, werden zusätzliche Auswahloptionen ([4] – [9]) für Par. 5-19 (Klemme 37 Sicherer Stopp) möglich. Auswahl [1]* und [3] stehen noch immer zur Verfügung, werden jedoch nicht benutzt, da diese für Anlagen ohne MCB 112 oder externe Sicherheitsvorrichtungen bestimmt sind. Werden [1*] oder [3] irrtümlicherweise gewählt und wird MCB 112 ausgelöst, reagiert der Frequenzumrichter mit dem Alarm „Gefährlicher Fehler [A72]“ und stoppt den Frequenzumrichter sicher im Freilauf ohne automatischen Wiederanlauf. Optionen [4] und [5] dürfen nicht ausgewählt werden, wenn eine externe Sicherheitsvorrichtung genutzt wird. Wenn nur MCB 112 die Funktion „Sicherer Stopp“ benutzt, ist eine dieser Optionen wählbar. Werden Optionen [4] oder [5] irrtümlich gewählt und die Funktion „Sicherer Stopp“ von der externen Sicherheitsvorrichtung aktiviert, reagiert der Frequenzumrichter mit einem Alarm „Gefährlicher Fehler [A72]“ und stoppt den Frequenzumrichter im Freilauf sicher ohne automatischen Wiederanlauf. Optionen [6] – [9] müssen bei Kombination einer externen Sicherheitsvorrichtung mit MCB 112 gewählt werden.



ACHTUNG!

Optionen [7] und [8] sind wieder für automatischen Wiederanlauf verfügbar, wenn die externe Sicherheitsvorrichtung wieder deaktiviert wird.

Dies ist nur in den folgenden 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).

Weitere Informationen enthält das Kapitel Anwendungsbeispiele.

3.12.3 Abnahmeprüfung des Sicherer Stopps

Nach der Installation und vor erstmaligem Betrieb ist eine Vorüberprüfung der Anlage oder der Anwendung, die vom Sicherem Stopp des FC 300 Gebrauch macht, durchzuführen.

Nach jeder Änderung der Anlage oder Anwendung, zu der der FC 300 gehört, ist diese Prüfung zu wiederholen.



ACHTUNG!

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

3

Abnahmeprüfung (Fall 1 oder 2 je nach Anwendung wählen):

Fall 1: Schutz vor Wiederanlauf bei sicherem Stopp erforderlich (d. h. Sicherer Stopp nur, wenn Par. 5-19 Terminal 37 Safe Stop auf die Werkseinstellung [1] eingestellt ist, oder kombinierter Sicherer Stopp und MCB112, wenn Par. 5-19 Terminal 37 Safe Stop 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 Par. 5-19 Terminal 37 Safe Stop auf [3] eingestellt ist, oder kombinierter Sicherer Stopp und MCB 112, wenn Par. 5-19 Terminal 37 Safe Stop 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 „Sicherer Stopp“ müssen eine Reihe von Bedingungen durch die Installation des „Sicherer Stopp“ erfüllt werden. Weitere Informationen siehe Abschnitt *Sicherer 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 *Sicherer Stopp installieren*.

4

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, 66	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 ² (AWG2)]	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 ¹⁾ [A]	10	10	10	10	20	20	20	32	32	
	Umgebung										
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	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, 66)	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5		
Wirkungsgrad ⁴⁾	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							
Hohe/Normale Last*	P5K5		P7K5		P11K		
	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, 66	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) (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) (3 x 200-240 V) [A]	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
	Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG)] ²⁾	16 (6)		16 (6)		35 (2)	
	Max. Versicherungen [A] 1	63		63		80	
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	239	310	371	514	463	602
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP55, 66 [kg]	23		23		27	
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,964		0,959		0,964	

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

4

4

Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC											
FC 301/FC 302		P15K		P18K5		P22K		P30K		P37K	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
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, 66		C1		C1		C1		C2		C2	
Ausgangsstrom											
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88	88	115	115	143	143	170
	Überlast (60 s) (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
	Max. Eingangsstrom										
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	54	68	68	80	80	104	104	130	130	154
	Überlast (60 s) (3 x 200-240 V) [A]	81	74,8	102	88	120	114	156	143	195	169
	Max. Kabelquerschnitt, IP20 [mm ² (AWG)] ²⁾	35 (2)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
	Max. Kabelquerschnitt, IP 21/55/66 [mm ² (AWG)] ²⁾	90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
	Max. Vorsicherungen [A]	125		125		160		200		250	
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP55, 66 [kg]	45		45		45		65		65	
	Wirkungsgrad ⁴⁾	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

Netzversorgung 3 x 380-500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)												
	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, 66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
Ausgangsstrom												
Hohes Überlastmoment 160 % für 1 Minute												
	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 V AC) [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] ²⁾ [mm ²]	24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm ²						24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm ²				
	Max. Eingangsstrom											
		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. Vorsicherungen ¹⁾ [A]		10	10	10	10	10	20	20	20	32	32	
Umgebung												
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾		35	42	46	58	62	88	116	124	187	255	
Gewicht, Gehäuse IP20		4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6	
Gehäuse IP55, 66		13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2	
Wirkungsgrad ⁴⁾		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, 66	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 V AC) [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 ² / AWG] ²⁾	16/6		16/6		35/2		35/2	
	Max. Vorsicherungen [A] ¹⁾	63		63		63		80	
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	291	392	379	465	444	525	547	739
	Gewicht, Gehäuse IP20	12		12		23,5		23,5	
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP 55, 66 [kg]	23		23		27		27	
	Wirkungsgrad ⁴⁾	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 380-500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)												
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, 66		C1		C1		C1		C2		C2		
Ausgangsstrom												
	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 V AC) [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	
	Max. Eingangsstrom											
		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 ² (AWG2)]		35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		150 (300 MCM)		
Max. Kabelquerschnitt IP20, Zwischenkreis-kopplung und Bremse [mm ² (AWG2)]		35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)		
Max. Kabelquerschnitt, IP21/55/66 [mm ² (AWG2)]		90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)		
Max. Vorsicherungen [A] 1		100		125		160		250		250		
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾		570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474	
Gewicht, Gehäuse IP21, IP 55, 66 [kg]		45		45		45		65		65		
Wirkungsgrad ⁴⁾	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

Netzversorgung 3 x 380 - 500 VAC

FC 302	P90K		P110		P132		P160		P200	
Hohe/Normale Last*	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung 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 Wellenleistung bei 500 V [kW]	110	132	132	160	160	200	200	250	250	315
Gehäuse IP21	D1		D1		D2		D2		D2	
Gehäuse IP54	D1		D1		D2		D2		D2	
Gehäuse IP00	D3		D3		D4		D4		D4	
Ausgangsstrom										
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 (bei 460 V) [kVA]	127	151	151	191	191	241	241	288	288	353
Dauerleistung (bei 500 V) [kVA]	139	165	165	208	208	262	262	313	313	384
Max. Eingangsstrom										
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, Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreis-kopplung [mm ² (AWG2)]	2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)	
Max. externe Vorsicherungen [A] ¹	300		350		400		500		600	
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	2641	3234	2995	3782	3425	4213	3910	5119	4625	5893
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	96		104		125		136		151	
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	82		91		112		123		138	
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98									
Ausgangsfrequenz	0 - 800 Hz									
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	85 °C		90 °C		105 °C		105 °C		115 °C	
Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	60 °C									

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

Netzversorgung 3 x 380 - 500 VAC										
FC 302		P250		P315		P355		P400		
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
	Typische Wellenleistung 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 Wellenleistung bei 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530	
	Gehäuse IP21	E1		E1		E1		E1		
	Gehäuse IP54	E1		E1		E1		E1		
	Gehäuse IP00	E2		E2		E2		E2		
Ausgangsstrom										
	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 (bei 460 V) [kVA]	353	430	430	470	470	540	540	582	
	Dauerleistung (bei 500 V) [kVA]	384	468	468	511	511	587	587	632	
	Max. Eingangsstrom									
		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 ² (AWG ²)]		4 x 240 (4 x 500 MCM)		4 x 240 (4 x 500 MCM)		4 x 240 (4 x 500 MCM)		4 x 240 (4 x 500 MCM)		
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]	2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)			
Max. externe Vorsicherungen [A] ¹	700		900		900		900			
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	6005	7630	6960	7701	7691	8879	7964	9428		
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	263		270		272		313			
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	221		234		236		277			
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98									
Ausgangsfrequenz	0 - 600 Hz									
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	95 °C									
Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	68 °C									

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

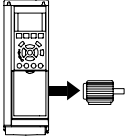
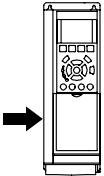
4

Netzversorgung 3 x 380 - 500 VAC

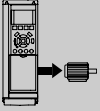
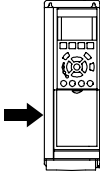
FC 302		P450		P500		P560		P630		P710		P800	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	450	500	500	560	560	630	630	710	710	800	800	1000
	Typische Wellenleistung bei 460 V [PS]	600	650	650	750	750	900	900	1000	1000	1200	1200	1350
	Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	530	560	560	630	630	710	710	800	800	1000	1000	1100
	Gehäuse IP21, 54 ohne/mit Optionsschrank	F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3		F2/ F4		F2/ F4	
Ausgangsstrom													
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260	1260	1460	1460	1720
	Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	1200	968	1320	1089	1485	1232	1680	1386	1890	1606	2190	1892
	Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160	1160	1380	1380	1530
	Überlast (60 s) (bei 460/500 V) [A]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276	1740	1518	2070	1683
	Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	554	610	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192
	Dauerleistung (bei 460 V) [kVA]	582	621	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
	Dauerleistung (bei 500 V) [kVA]	632	675	675	771	771	909	909	1005	1005	1195	1195	1325
Max. Eingangsstrom													
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	779	857	857	964	964	1090	1090	1227	1227	1422	1422	1675
	Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	711	759	759	867	867	1022	1022	1129	1129	1344	1344	1490
	Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm ² (AWG2)]	8 x 150 (8 x 300 MCM)						12 x 150 (12 x 300 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Netz [mm ² (AWG2)]	8 x 240 (8 x 500 MCM)											
	Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG2)]	4 x 120 (4 x 250 MCM)											
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG2)]	4 x 185 (4 x 350 MCM)						6 x 185 (6 x 350 MCM)					
	Max. externe Versicherungen [A] ¹	1600				2000				2500			
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾												
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1004/ 1299		1004/ 1299		1004/ 1299		1004/ 1299		1246/ 1541		1246/ 1541	
	Gewicht Gleichrichtermodul [kg]	102		102		102		102		136		136	
	Gewicht Wechselrichtermodul [kg]	102		102		102		136		102		102	
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98											
	Ausgangsfrequenz	0-600 Hz											
	Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	95 °C											
	Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	68 °C											


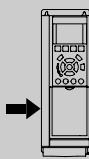
*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

4.3 Elektrische Daten - 525-600 V

Netzversorgung 3 x 525 - 600 VAC (nur FC 302)										
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	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3		
Gehäuse IP55	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
Ausgangsstrom										
	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] ²⁾ [mm ²]			24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm ²				24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm ²		
	Max. Eingangsstrom									
		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 ¹⁾ [A]		10	10	10	20	20	20	32	32	
Umgebung										
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾		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 ⁴⁾		0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	

4

Netzversorgung 3 x 525 - 600 VAC													
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 IP21, 55, 66		B1		B1		B2		B2		C1			
Gehäuse IP20		B3		B3		B4		B4		B4			
Ausgangsstrom													
	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) 216 [AWG] ²⁾ [mm ²]	16(6)				35(2)							
	Max. Kabelquerschnitt IP21, 55, 66 (Netz, Motor, Zwischenkreis-kopplung und Bremse) [AWG] ²⁾ [mm ²]	16(6)				35(2)				90 (3/0)			
	Max. Eingangsstrom												
		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 ¹⁾ [A]		63		63		63		80		100			
Umgebung													
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾		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 ⁴⁾		0,98		0,98		0,98		0,98		0,98			

Netzversorgung 3 x 525 - 600 VAC										
FC 302										
Hohe/Normale Last*	P37K		P45K		P55K		P75K			
	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			
Ausgangsstrom										
	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] ²⁾ [mm ²]	50 (1)				95 (4/0)		150 (300 MCM)		
	Max. Kabelquerschnitt IP20 (Zwischenkreis- kopplung, Bremse) [AWG] ²⁾ [mm ²]	50 (1)				95 (4/0)				
	Max. Kabelquerschnitt IP21, 55, 66 (Netz, Motor, Zwischenkreis- kopplung und Bremse) [AWG] ²⁾ [mm ²]	90 (3/0)				120 (4/0)				
	Max. Eingangsstrom									
		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 ¹⁾ [A]		125		160		250		250		
Umgebung										
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾		850		1100		1400		1500		
Gewicht, Gehäuse IP20 [kg]		35		35		50		50		
Gewicht, Gehäuse IP21, 55 [kg]		45		45		65		65		
Wirkungsgrad ⁴⁾		0,98		0,98		0,98		0,98		

4.4 Elektrische Daten - 525-690 V

4

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC												
FC 302	P37K		P45K		P55K		P75K		P90K			
Hohe/Normale Last*	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO		
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90		
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	40	50	50	60	60	75	75	100	100	125		
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90	90	110		
Gehäuse IP21	D1		D1		D1		D1		D1			
Gehäuse IP54	D1		D1		D1		D1		D1			
Gehäuse IP00	D2		D2		D2		D2		D2			
Ausgangsstrom												
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	48	56	56	76	76	90	90	113	113	137	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	77	62	90	84	122	99	135	124	170	151	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	46	54	54	73	73	86	86	108	108	131	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	74	59	86	80	117	95	129	119	162	144	
	Dauerleistung (bei 550 V) [kVA]	46	53	53	72	72	86	86	108	108	131	
	Dauerleistung (bei 575 V) [kVA]	46	54	54	73	73	86	86	108	108	130	
	Dauerleistung (bei 690 V) [kVA]	55	65	65	87	87	103	103	129	129	157	
	Max. Eingangsstrom											
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	53	60	60	77	77	89	89	110	110	130
		Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	51	58	58	74	74	85	85	106	106	124
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		50	58	58	77	77	87	87	109	109	128	
Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor, Zwischenkreiskopplung und Bremse [mm ² (AWG)]	2x70 (2x2/0)											
Max. externe Vorsicherungen [A] ¹	125		160		200		200		250			
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	1355	1458	1459	1717	1721	1913	1913	2262	2264	2662		
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	96											
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	82											
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,97		0,97		0,98		0,98		0,98			
Ausgangsfrequenz	0 - 600 Hz											
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	85 °C											
Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	60 °C											

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

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC										
FC 302		P110		P132		P160		P200		
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	90	110	110	132	132	160	160	200	
	Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	125	150	150	200	200	250	250	300	
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	110	132	132	160	160	200	200	250	
	Gehäuse IP21	D1		D1		D2		D2		
	Gehäuse IP54	D1		D1		D2		D2		
	Gehäuse IP00	D3		D3		D4		D4		
	Ausgangsstrom									
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	137	162	162	201	201	253	253	303	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	206	178	243	221	302	278	380	333	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	131	155	155	192	192	242	242	290	
Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	197	171	233	211	288	266	363	319		
Dauerleistung (bei 550 V) [kVA]	131	154	154	191	191	241	241	289		
Dauerleistung (bei 575 V) [kVA]	130	154	154	191	191	241	241	289		
Dauerleistung (bei 690 V) [kVA]	157	185	185	229	229	289	289	347		
Max. Eingangsstrom										
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	130	158	158	198	198	245	245	299	
	Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	124	151	151	189	189	234	234	286	
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	128	155	155	197	197	240	240	296	
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor, Zwischenkreiskopplung und Bremse [mm ² (AWG)]	2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		
Max. externe Vorsicherungen [A] ¹	315		350		350		400			
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	2664	3114	2953	3612	3451	4292	4275	5156		
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	96		104		125		136			
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	82		91		112		123			
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98									
Ausgangsfrequenz	0 - 600 Hz									
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	85 °C		90 °C		110 °C		110 °C			
Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	60 °C									

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

4

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC		P250		P315		P355		
FC 302		HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Hohe/Normale Last*								
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	200	250	250	315	315	355	
	Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	300	350	350	400	400	450	
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	250	315	315	400	355	450	
	Gehäuse IP21	D2		D2		E1		
	Gehäuse IP54	D2		D2		E1		
	Gehäuse IP00	D4		D4		E2		
Ausgangsstrom								
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	303	360	360	418	395	470	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	455	396	540	460	593	517	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	290	344	344	400	380	450	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	435	378	516	440	570	495	
	Dauerleistung (bei 550 V) [kVA]	289	343	343	398	376	448	
	Dauerleistung (bei 575 V) [kVA]	289	343	343	398	378	448	
	Dauerleistung (bei 690 V) [kVA]	347	411	411	478	454	538	
	Max. Eingangsstrom							
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	299	355	355	408	381	453
		Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	286	339	339	390	366	434
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		296	352	352	400	366	434	
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		4 x 240 (4 x 500 MCM)		
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		
	Max. externe Vorsicherungen [A] ¹	500		550		700		
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	4875	5821	5185	6149	5383	6449	
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	151		165		263		
	Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	138		151		221		
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98						
	Ausgangsfrequenz	0 - 600 Hz		0 - 500 Hz		0 - 500 Hz		
	Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C		110 °C		85 °C		
	Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	60 °C		60 °C		68 °C		
*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s								

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC								
FC 302		P400		P500		P560		
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	315	400	400	450	450	500	
	Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	400	500	500	600	600	650	
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	400	500	500	560	560	630	
	Gehäuse IP21	E1		E1		E1		
	Gehäuse IP54	E1		E1		E1		
	Gehäuse IP00	E2		E2		E2		
Ausgangsstrom								
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	429	523	523	596	596	630	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	644	575	785	656	894	693	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	410	500	500	570	570	630	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	615	550	750	627	855	693	
	Dauerleistung (bei 550 V) [kVA]	409	498	498	568	568	600	
	Dauerleistung (bei 575 V) [kVA]	408	498	498	568	568	627	
	Dauerleistung (bei 690 V) [kVA]	490	598	598	681	681	753	
	Max. Eingangsstrom							
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	413	504	504	574	574	607
		Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	395	482	482	549	549	607
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		395	482	482	549	549	607	
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreis-kopplung [mm ² (AWG)]	4x240 (4x500 MCM)		4x240 (4x500 MCM)		4x240 (4x500 MCM)		
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		
	Max. externe Versicherungen [A] ¹	700		900		900		
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	5818	7249	7671	8727	8715	9673	
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	263		272		313		
	Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	221		236		277		
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98						
	Ausgangsfrequenz	0 - 500 Hz						
	Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	85 °C						
	Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	68 °C						
*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s								

4

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC											
FC 302		P630		P710		P800		P900		P1M0	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]		500	560	560	670	670	750	750	850	850	1000
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]		650	750	750	950	950	1050	1050	1150	1150	1350
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]		630	710	710	800	800	900	900	1000	1000	1200
Gehäuse IP21, 54 ohne/ mit Optionsschrank		F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3		F2/ F4		F2/ F4	
Ausgangsstrom											
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]		659	763	763	889	889	988	988	1108	1108	1317
Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]		989	839	1145	978	1334	1087	1482	1219	1662	1449
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]		630	730	730	850	850	945	945	1060	1060	1260
Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]		945	803	1095	935	1275	1040	1418	1166	1590	1386
Dauerleistung (bei 550 V) [kVA]		628	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Dauerleistung (bei 575 V) [kVA]		627	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Dauerleistung (bei 690 V) [kVA]		753	872	872	1016	1016	1129	1129	1267	1267	1506
Max. Eingangsstrom											
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]		642	743	743	866	866	962	962	1079	1079	1282
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]		613	711	711	828	828	920	920	1032	1032	1227
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		613	711	711	828	828	920	920	1032	1032	1227
Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm ² (AWG2)]		8 x 150 (8 x 300 MCM)						12 x 150 (12 x 300 MCM)			
Max. Kabelquerschnitt, Netz [mm ² (AWG2)]		8 x 240 (8 x 500 MCM)									
Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreis-kopplung [mm ² (AWG2)]		4 x 120 (4 x 250 MCM)									
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]		4 x 185 (4 x 350 MCM)						6 x 185 (6 x 350 MCM)			
Max. externe Vorsicherungen [A] ¹		1600						2000			
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾											
Gewicht Gehäuse, Gehäuse IP21, IP54 [kg]		1004/ 1299		1004/ 1299		1004/ 1299		1246/ 1541		1246/ 1541	
Gewicht Gleichrichter-modul [kg]		102		102		102		136		136	
Gewicht Wechselrichter-modul [kg]		102		102		136		102		102	
Wirkungsgrad ⁴⁾		0,98									
Ausgangsfrequenz		0-500 Hz									
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.		85 °C									
Leistungsteil Umgebungs-temp. Abschalt.		68 °C									

*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 Messungengenauigkeit (+/- 5 %) berücksichtigt werden.

4.5 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 (λ)	\geq 0,9 bei Nennlast
Verschiebungsfaktor ($\cos \phi$)	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 EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Das Gerät ist für Netzversorgungen geeignet, die maximal 100.000 Aeff (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 - 1000 Hz / FC 302: 0 - 1000 Hz
Ausgangsfrequenz (90-1000 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 Nenn Drehmoment bezogen.*

Kabellängen und -querschnitte für Steuerkabel:

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

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

Schutz und Funktionen:

- Elektronischer thermischer Motorschutz gegen Überlastung.
- 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, Baugröße, Schutzart usw. verschieden sein).
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschluss 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.
- 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.

Digitaleingänge:

Programmierbare Digitaleingänge	FC 301: 4 (5) / FC 302: 4 (6)
Klemmennummer	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 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 ²⁾	> 19 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN ²⁾	< 14 V DC
Max. Spannung am Eingang	28 V DC
Pulsfrequenzbereich	0 - 110 kHz
(Arbeitszyklus) Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangswiderstand, R _i	ca. 4 kΩ

Sicherer Stopp, Klemme 37³⁾ (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 mAeff
Eingangsnennstrom bei 20 V	60 mAeff
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.

2) 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 zugehörigen Informationen und Anweisungen im Projektierungshandbuch.

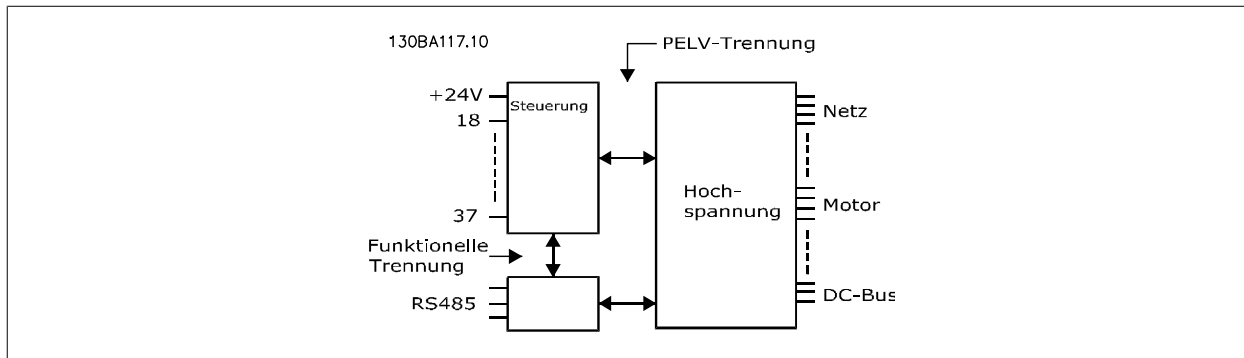
4) nur FC 302.

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/ FC 302: -10 bis +10 V (skalierbar)
Eingangswiderstand, R _i	ca. 10 kΩ
Max. Spannung	± 20 V
Einstellung für Strom	Schalter S201/Schalter S202 = EIN (I)
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, R _i	ca. 200 Ω

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/Drehgeber-Eingänge:

Programmierbare Puls-/Drehgebereingänge	2/1
Klemmennummer Puls/Drehgeber	29 ¹⁾ , 33 ²⁾ / 32 ³⁾ , 33 ³⁾
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 kΩ
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 Ω
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 ¹⁾
Spannungsbereich am Digital-/Frequenzausgang	0 - 24 V
Max. Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA
Max. Last am Pulsausgang	1 kΩ
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 Potential wie die Analog- und Digitalein- und -ausgänge.

Relaisausgänge:

Programmierbare Relaisausgänge	FC 301 ≤ 7,5 kW: 1 / FC 302 alle kW: 2
Klemmennummer Relais 01	1-3 (öffnen), 1-2 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ (induktive Last @ cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 1-2 (schließen), 1-3 (öffnen) (ohmsche Last)	60 V DC, 1 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Klemmennummer Relais 02 (nur FC 302)	4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (ohmsche Last) ²⁾³⁾ Überspannungskat. II	400 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (induktive Last @ cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (induktive Last @ cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 4-6 (NC) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ 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 ±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 Präziser Start/Stop (Klemmen 18, 19)	± 0,1 ms
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 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:

Baugröße A1, A2, A3 und A5 (Nennleistungen siehe 3.1 Produktübersicht)	IP20, IP55, IP66
Baugröße B1, B2, C1 und C2	IP21, IP55, IP66
Baugröße B3, B4, C3 und C4	IP20
Baugröße D1, D2, E1, F1, F2, F3 und F4	IP21, IP54
Baugröße D3, D4 und E2	IP00
Zusätzliche Gehäuseabdeckung (Option) ≤ 7,5 kW	IP21/NEMA1
Vibrationstest, Baugröße A, B und C	1,0 g eff.

Vibrationstest, Baugröße D, E und F	0,7 g
Max. relative Feuchtigkeit	5 % - 93 % (IEC 60721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60068-2-43) H ₂ S-Test	Klasse Kd
Testverfahren nach IEC 60068-2-43 H ₂ S (10 Tage)	
Umgebungstemperatur, Baugröße A, B und C	Max. 50 °C (24-Std.-Durchschnitt max. 45 °C)
Umgebungstemperatur, Baugröße D, E und F	Max. 45 °C (24-Std.-Durchschnitt 40 °C)

Leistungsreduzierung wegen hoher Umgebungstemperatur, siehe Abschnitt Besondere Betriebsbedingungen.

Minimale Umgebungstemperatur bei Vollast	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 Kommunikation:

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 Schutzterde (PE) getrennt. Benutzen Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter.



4.6.1 Wirkungsgrad

Wirkungsgrad des Frequenzumrichters (η_{VLT})

Die Belastung des Frequenzumrichters hat nur eine geringe Auswirkung auf seinen Wirkungsgrad. Der Wirkungsgrad bei Motor-Nennfrequenz $f_{M,N}$ ist nahezu gleich bleibend, 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 (η_{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 (η_{SYSTEM})

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

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

4.7.1 Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

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

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

Baugröße	Niedrige Lüftergeschwindigkeit (50 %) [dBA] ***	Volle Lüftergeschwindigkeit [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
F1/F2/F3/F4	78	80
* nur 250 kW, 380-500 VAC und 355-400 kW, 525-690 VAC		
** Restliche Leistungsgrößen E1+E2.		
*** Bei Größen D und E liegt niedrige Lüftergeschwindigkeit bei 87 %.		

4.8.1 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_{SPITZE} in der Motorspannung, bevor sie sich auf einem von der Spannung im Zwischenkreis bestimmten Pegel stabilisiert. Anstiegszeit und Spitzenspannung U_{SPITZE} beeinflussen die Lebensdauer des Motors. Eine zu hohe Spitzenspannung schädigt vor allem Motoren ohne Phasentrennungspapier 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:

FC 300, P5K5T2				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	230	0,13	0,510	3,090
50	230	0,23		2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

FC 300, P7K5T2				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,264	0,624	1,890
136	240	0,536	0,596	0,889
150	240	0,568	0,568	0,800

FC 300, P11KT2				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,802
150	240	0,708	0,587	0,663

FC 300, P15KT2				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

FC 300, P18KT2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

FC 300, P22KT2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,822
150	240	0,488	0,538	0,882

FC 300, P30KT2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

FC 300, P37KT2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

FC 300, P1K5T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	690	0,640	0,690	0,862
50	985	0,470		0,985
150	1045	0,760	1,045	0,947

FC 300, P4K0T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310		2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

FC 300, P7K5T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	500	0,04755	0,739	8.035
50	500	0,207		4,548
150	500	0,6742	1,030	2,828

FC 300, P11KT4

Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

FC 300, P15KT4

Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

FC 300, P18KT4

Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,312		2,846
100	480	0,556	1,250	1,798
150	480	0,608	1,230	1,618

FC 300, P22KT4

Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,288		3,083
100	480	0,492	1,230	2,000
150	480	0,468	1,190	2,034

FC 300, P30KT4

Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

FC 300, P37KT4

Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

FC 300, P45KT4

Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,256	1,230	3,847
50	480	0,328	1,200	2,957
100	480	0,456	1,200	2,127
150	480	0,960	1,150	1,052

FC 300, P55KT5

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

FC 300, P75KT5

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

4

High Power-Bereich:

Die nachstehenden Leistungsgrößen bei den entsprechenden Netzspannungen erfüllen die Anforderungen von IEC 60034-17 im Hinblick auf normale Motoren, die von Frequenzumrichtern geregelt werden, IEC 60034-25 im Hinblick auf Motoren, die für die Regelung durch Frequenzumrichter ausgelegt sind und NEMA MG 1-1998 Teil 31.4.4.2 für wechselrichter gespeiste Motoren. Die nachstehenden Leistungsgrößen erfüllen nicht NEMA MG 1-1998 Teil 30.2.2.8 für Universalmotoren.

90 - 200 kW / 380-500 V

Kabel- länge	Netz- spannung	Anstiegszeit	Spitzen- spannung	dU/dt
30 Meter	400 V	0,34 µs	1040 V	2447 V/µs

250 - 800 kW / 380-500 V

Kabel- länge	Netz- spannung	Anstiegszeit	Spitzen- spannung	dU/dt
30 Meter	500 V	0,71 µs	1165 V	1389 V/µs
30 Meter	500 V ¹⁾	0,80 µs	906 V	904 V/µs
30 Meter	400 V	0,61 µs	942 V	1233 V/µs
30 Meter	400 V ¹⁾	0,82 µs	760 V	743 V/µs

1) Mit Danfoss dU/dt-Filter

90 - 315 kW / 525-690 V

Kabel- länge	Netz- spannung	Anstiegszeit	Spitzen- spannung	dU/dt
30 Meter	690 V	0,38 µs	1573	3309 V/µs
30 Meter	690 V ¹⁾	1,72 µs	1329	640 V/µs
30 Meter	575 V	0,23 µs	1314	2750 V/µs
30 Meter	575 V ²⁾	0,72 µs	1061	857 V/µs

1) Mit Danfoss dU/dt-Filter

2) Mit dU/dt-Filter

355 - 1000 kW / 525-690 V

Kabel- länge	Netz- spannung	Anstiegszeit	Spitzen- spannung	dU/dt
30 Meter	690 V	0,57 µs	1611	2261 V/µs
30 Meter	575 V	0,25 µs	2510	2510 V/µs
30 Meter	690 V ¹⁾	1,13 µs	1629	1150 V/µs

1) Mit Danfoss dU/dt-Filter

4.9 Sonderbedingungen

4.9.1 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.

4.9.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur und IGBT-Taktfrequenz

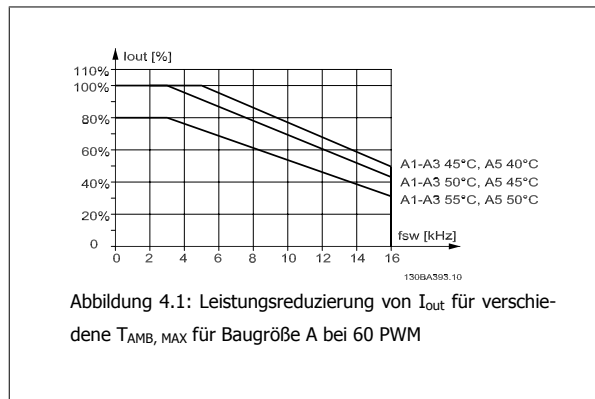
Die über 24 h gemessene Durchschnittstemperatur ($T_{AMB,AVG}$) muss mindestens 5 °C unter der der maximal zulässigen Umgebungstemperatur ($T_{AMB,MAX}$) liegen.

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

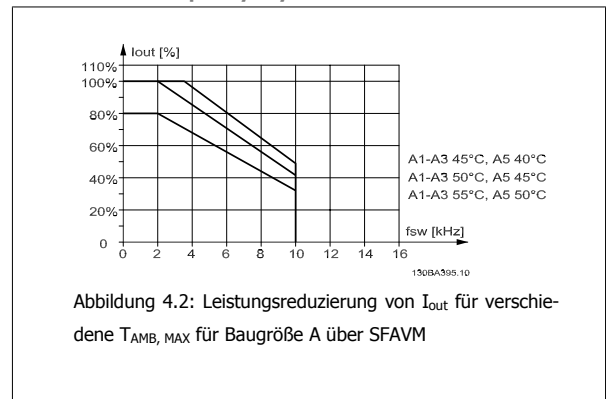
Die Leistungsreduzierung hängt vom Schaltmodus ab, der in Par. 14-00 *Schaltmuster* auf 60° PWM oder SFAVM eingestellt werden kann.

Baugröße A

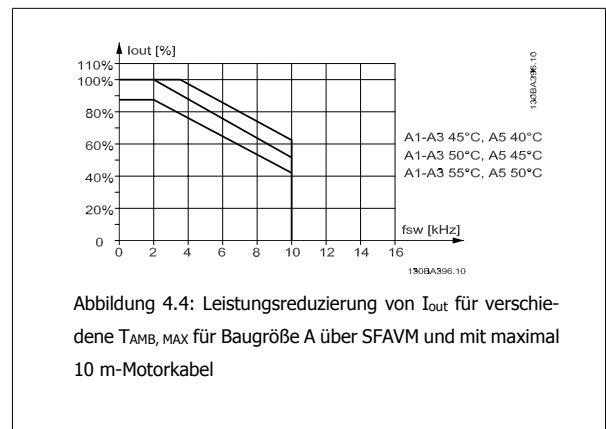
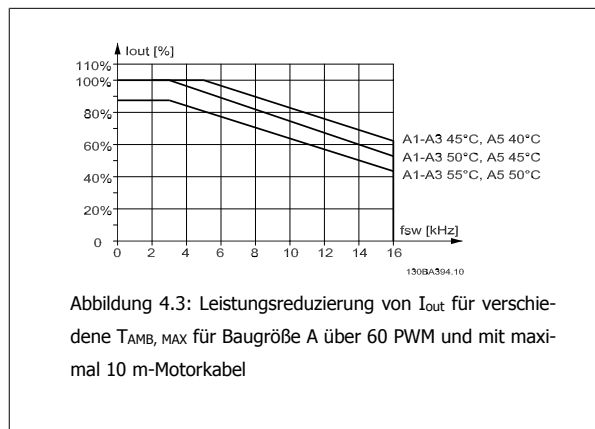
60° PWM - Pulsbreitenmodulation



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.



Baugröße B

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

60° PWM - Pulsbreitenmodulation

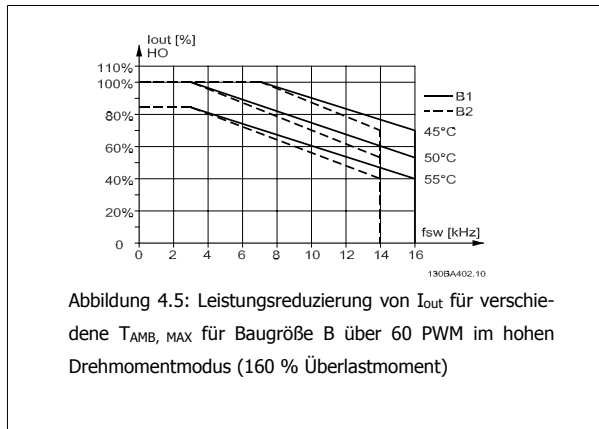


Abbildung 4.5: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße B über 60 PWM im hohen Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

SFAVM: Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

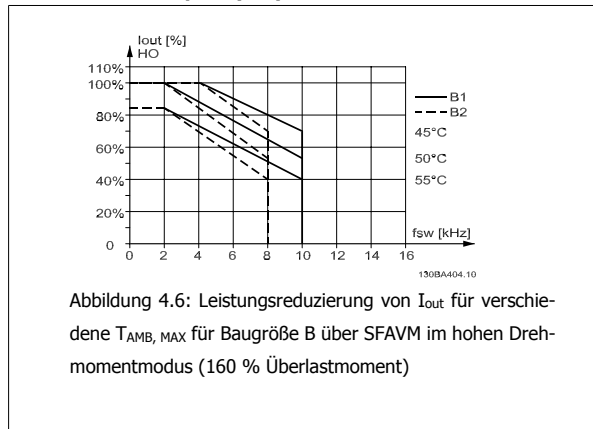


Abbildung 4.6: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße B über SFAVM im hohen Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

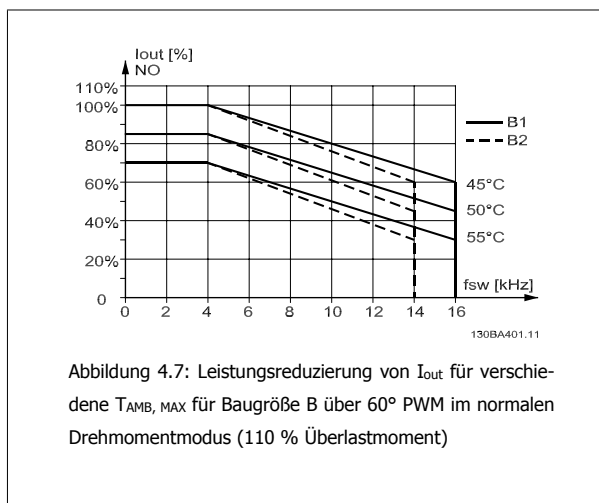


Abbildung 4.7: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße B über 60° PWM im normalen Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

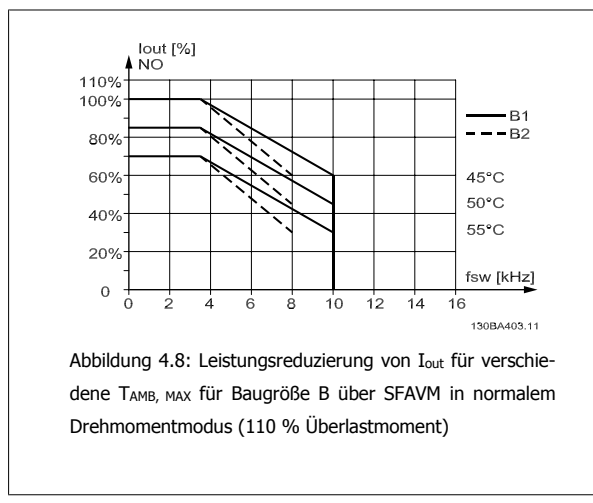


Abbildung 4.8: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße B über SFAVM im normalen Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

Baugröße C

60° PWM - Pulsbreitenmodulation

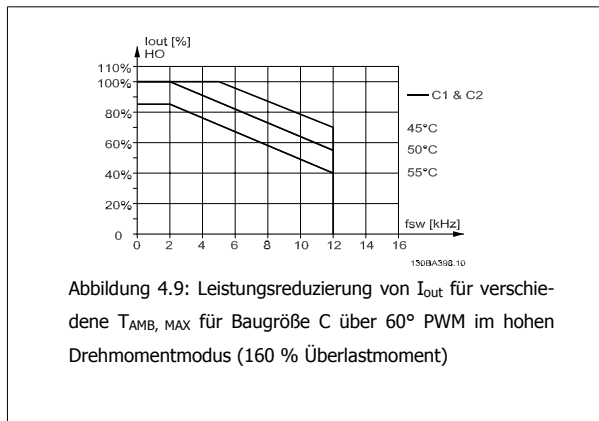


Abbildung 4.9: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße C über 60° PWM im hohen Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

SFAVM: Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

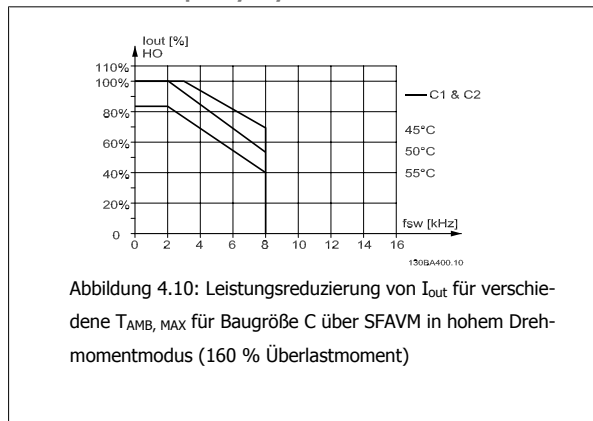
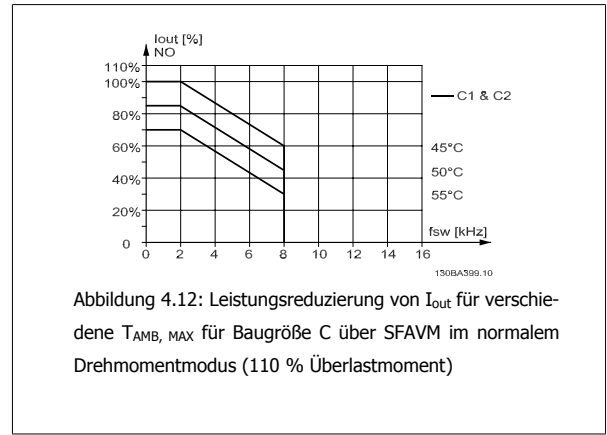
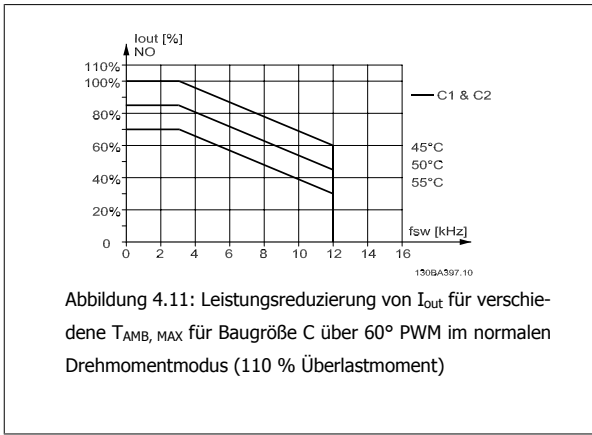


Abbildung 4.10: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße C über SFAVM im hohen Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

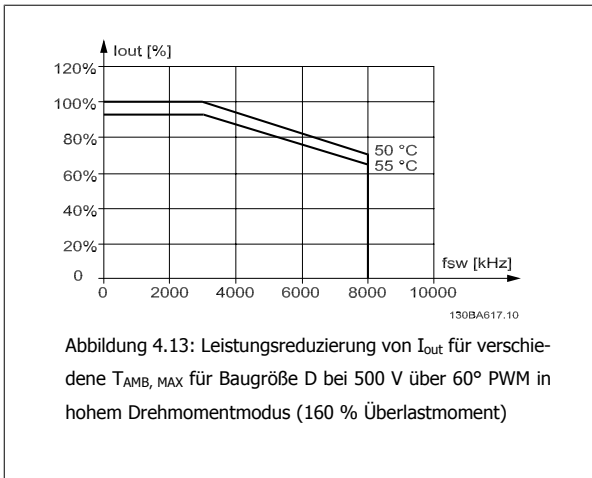
4



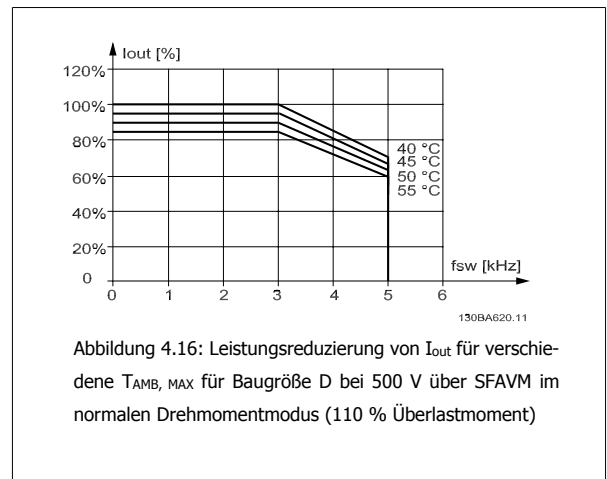
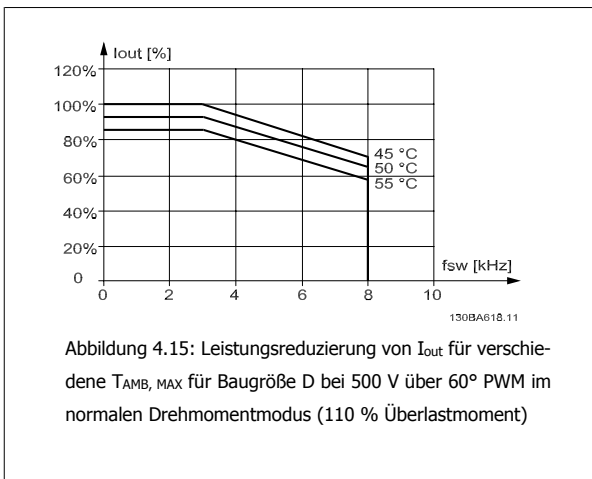
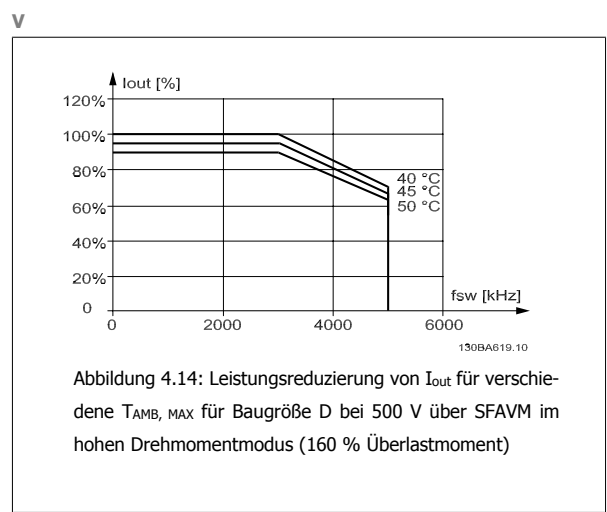
4

Baugröße D

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)

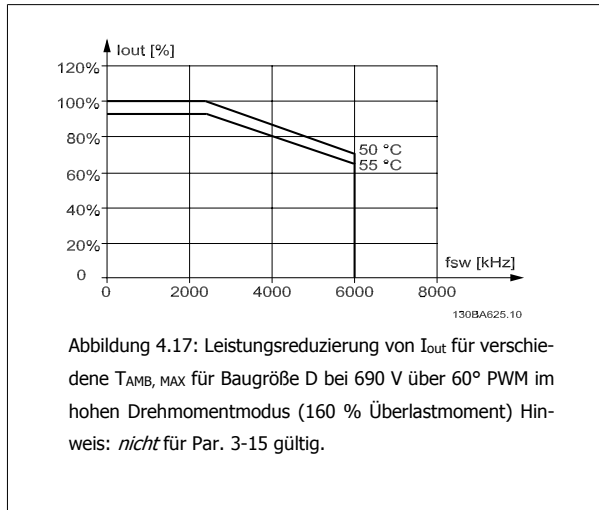


Abbildung 4.17: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße D bei 690 V über 60° PWM im hohen Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

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

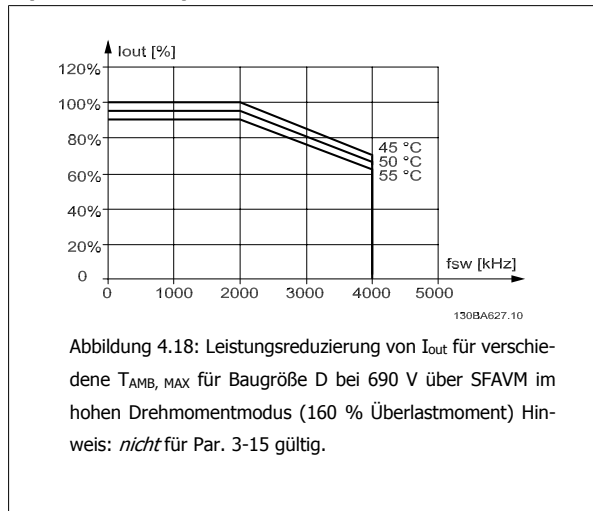


Abbildung 4.18: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße D bei 690 V über SFAVM im hohen Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

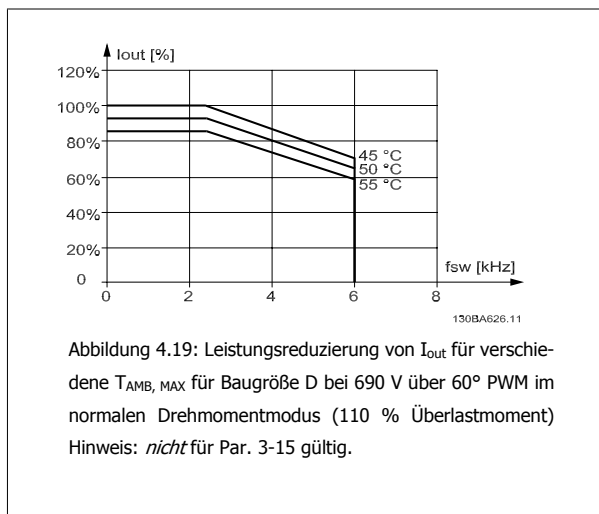


Abbildung 4.19: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße D bei 690 V über 60° PWM im normalen Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

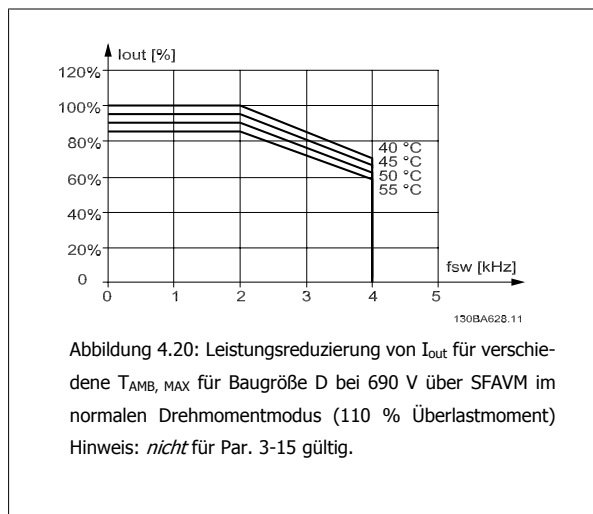


Abbildung 4.20: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße D bei 690 V über SFAVM im normalen Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

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

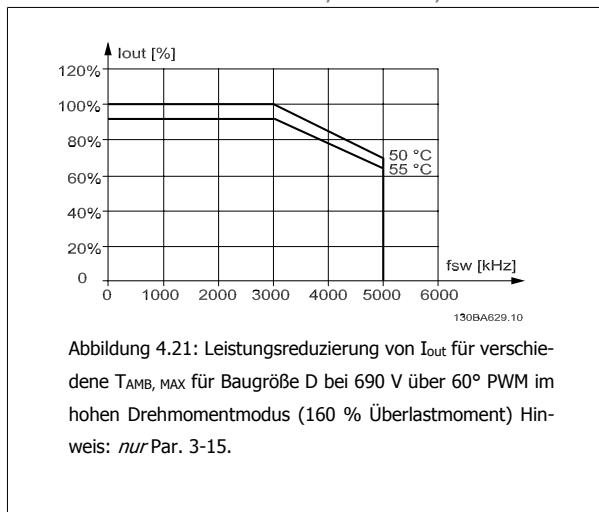


Abbildung 4.21: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße D bei 690 V über 60° PWM im hohen Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nur* Par. 3-15.

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

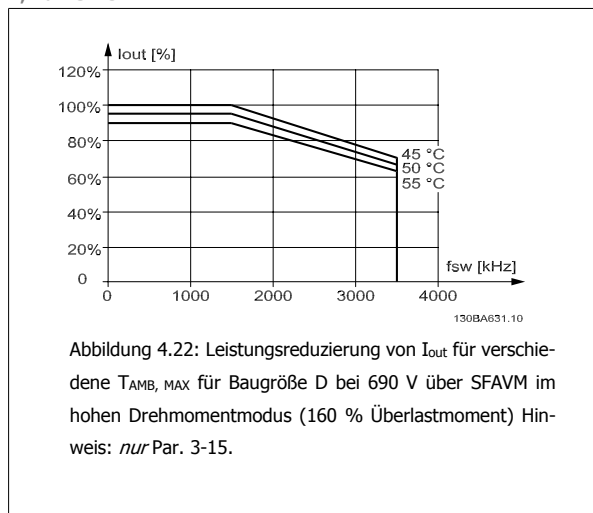
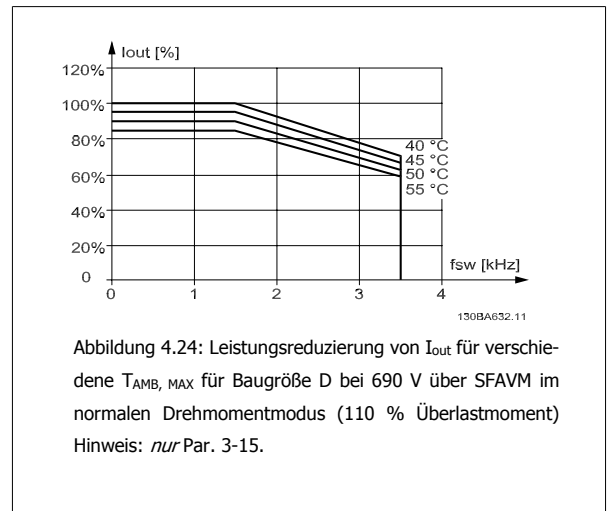
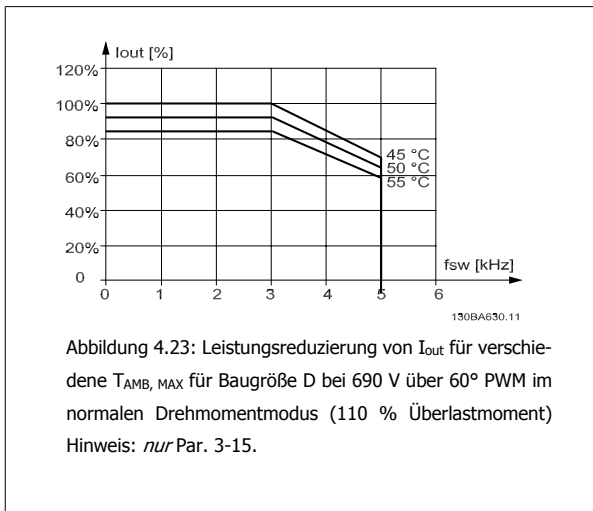
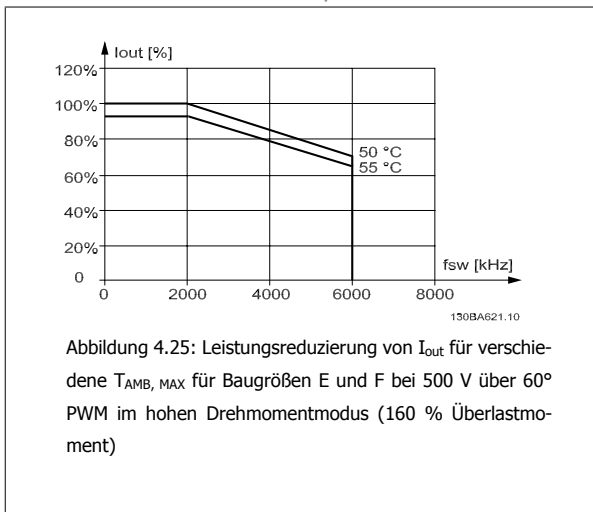


Abbildung 4.22: Leistungsreduzierung von I_{out} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Baugröße D bei 690 V über SFAVM im hohen Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nur* Par. 3-15.

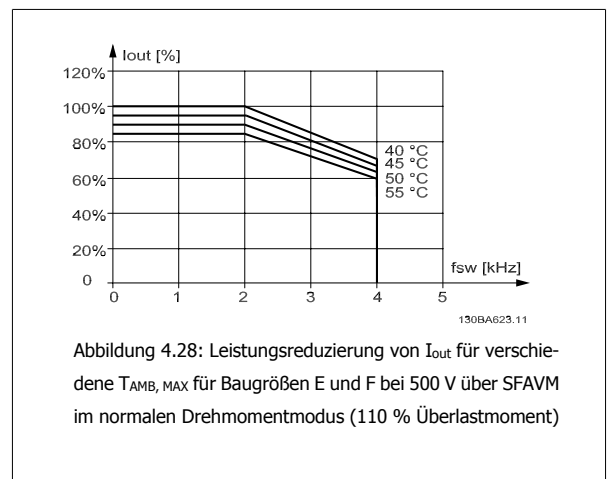
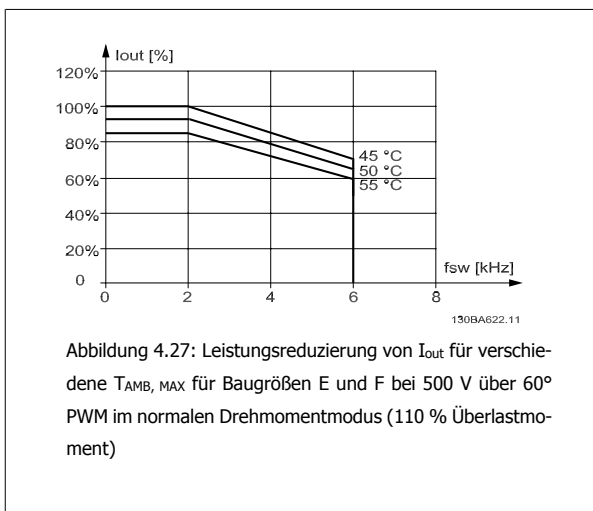
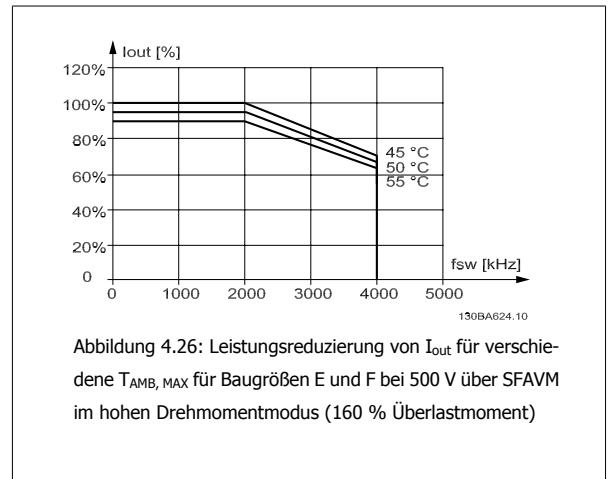


Baugrößen E und F

60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 380-500 V



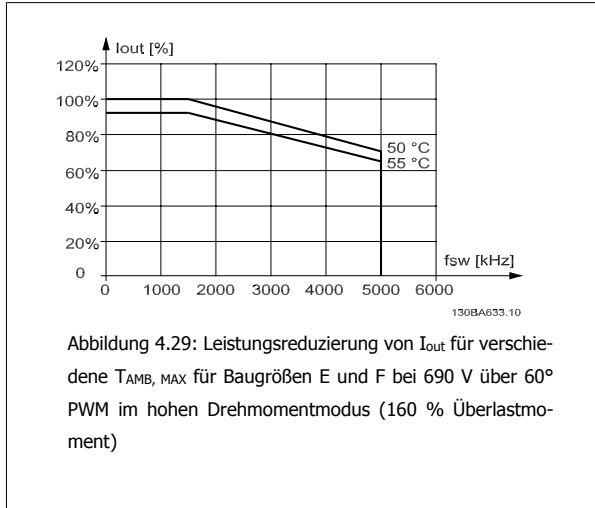
SFAVM: Stator Frequency Asynchron Vector Modulation, 380-500 V



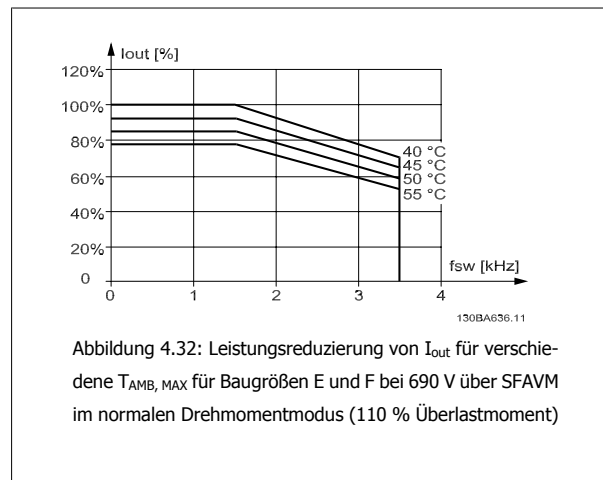
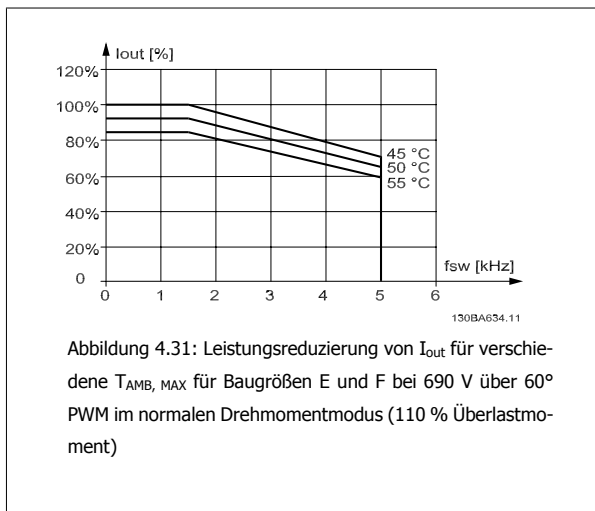
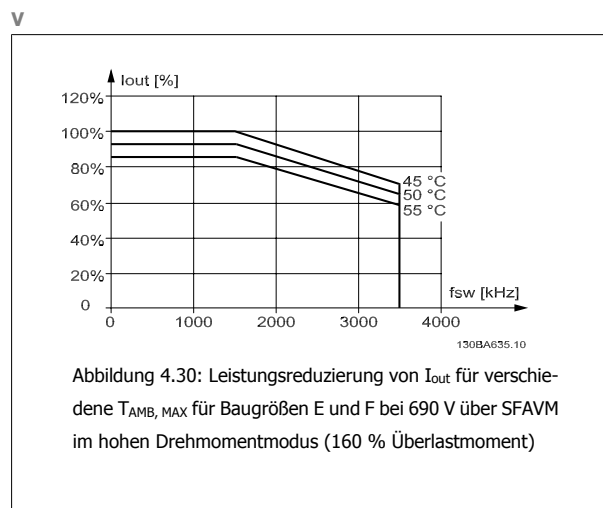
4

4

60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V



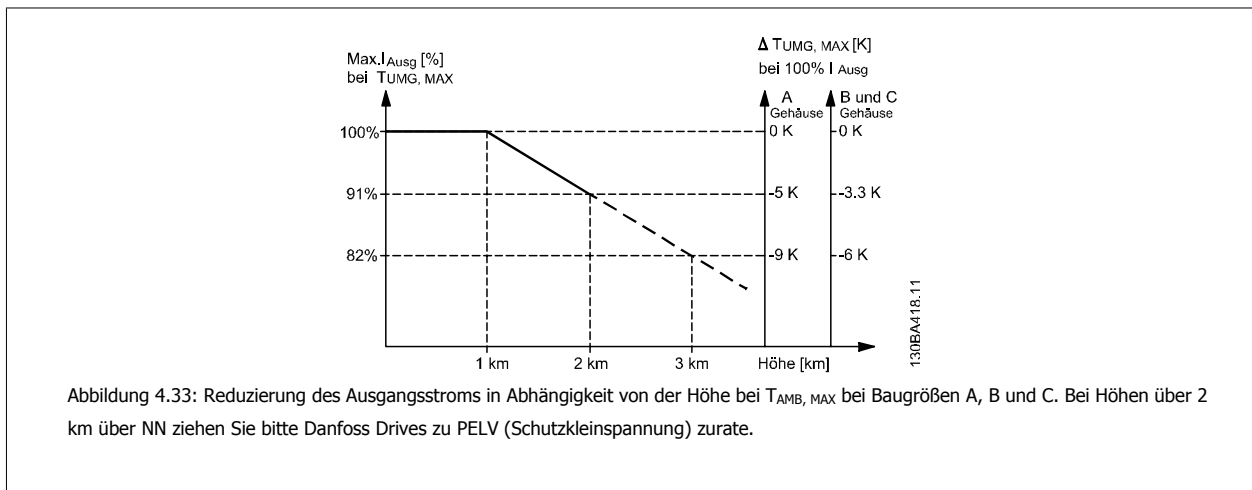
SFAVM: Stator Frequency Asynchron Vector Modulation, 525-690 V



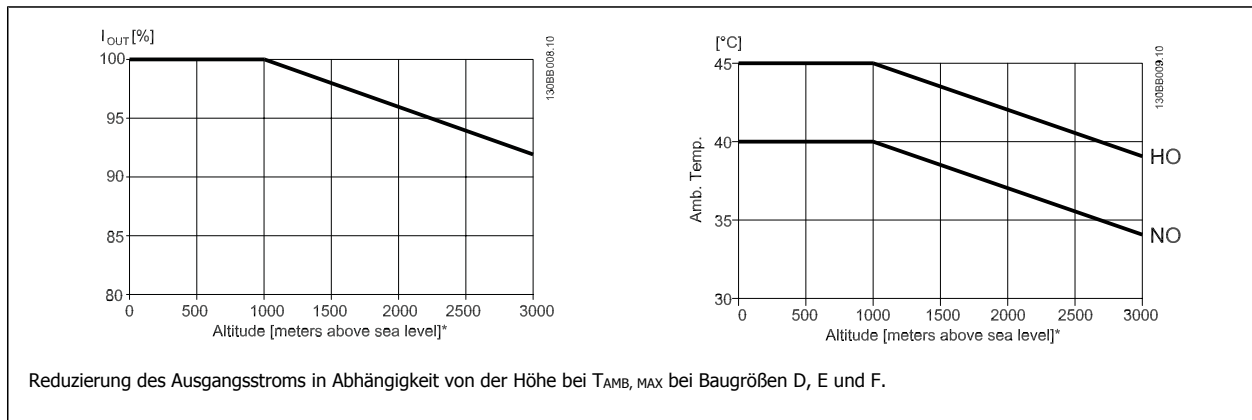
4.9.3 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

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 ($T_{AMB, MAX} - 3,3 K$) stehen 91 % des Nennausgangsstroms zur Verfügung. Bei einer Temperatur von 41,7 °C sind 100 % des Nennausgangsstroms verfügbar.



4.9.4 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

Ist ein Motor an einen Frequenzumrichter angeschlossen, so ist zu prüfen, ob die Kühlung des Motors ausreicht. Die Wärmeentwicklung ist abhängig von der Motorlast sowie der Betriebsdrehzahl und der Betriebszeit.

Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)

Bei Anwendungen mit konstantem Drehmoment können im niedrigen Drehzahlbereich Probleme auftreten. In Anwendungen mit konstantem Drehmoment kann es bei niedriger Drehzahl aufgrund einer geringeren Kühlleistung des Motorlüfters zu einer Überhitzung des Motors kommen. Soll der Motor kontinuierlich mit weniger als der Hälfte der Nenndrehzahl laufen, so muss dem Motor zusätzliche Kühlluft zugeführt werden (oder es ist ein für diese Betriebsart geeigneter Motor zu verwenden).

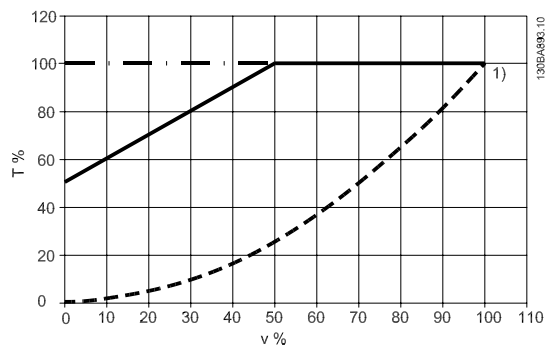
Alternativ kann auch die relative Belastung des Motors verringert werden, indem man einen größeren Motor einsetzt, was jedoch durch die Leistungsgröße des Frequenzumrichters eingeschränkt ist.

Anwendungen mit variablem (quadratischem) Drehmoment

In Anwendungen mit variablem Drehmoment (z. B. Zentrifugalpumpen und Lüfter), in denen das Drehmoment in quadratischer und die Leistung in kubischer Beziehung zur Drehzahl steht, ist eine zusätzliche Kühlung oder Leistungsreduzierung des Motors nicht erforderlich.

In der nachstehenden Abbildung liegt die typische Kurve für das variable Drehmoment in allen Drehzahlbereichen unter dem maximalen Drehmoment bei Leistungsreduzierung und dem maximalen Drehmoment bei Zwangskühlung.

Max. Last eines bei 40 °C von einem Frequenzumrichter des Typs VLT FCxxx gesteuerten Standardmotors



Legende: - - - -Typisches Drehmoment bei variabler Last — · — · —Max. Drehmoment bei Zwangskühlung —Max. Drehmoment
 Hinweis 1) Im übersynchronen Drehzahlbetrieb nimmt das verfügbare Motordrehmoment umgekehrt proportional zur Drehzahlerhöhung ab. Dies ist in der Auslegungsphase zu beachten, um eine Motorüberlastung zu vermeiden.

4.9.5 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 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 den Danfoss beschreibt, zusammenstellen. Typencode Beispiel:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXSXXXXA0BXCXXXD0

Die Bedeutung der Zeichen in diesem Code sind im Kapitel *Auswahl des VLT* zu finden. 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 diese an ein regionales Danfoss-Vertriebsbüro senden.

Der Drive-Konfigurator ist auf der globalen Internetseite 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																				X	S	X	X	X	X	A	B	C							D	

130BA052.15

5

Produktgruppen	1-3	<input type="checkbox"/>
Frequenzumrichter-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"/>
Display (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"/>

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.

Typencode Baugrößen A, B und C		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC 30x
FU-Baureihe	4-6	FC 301 FC 302
Nennleistung	8-10	0,25-75 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	E20: IP20 E55: IP55/NEMA 12 P20: IP20 (mit Rückwand) P21: IP21/ NEMA 1 (mit Rückwand) P55: IP55/NEMA 12 (mit Rückwand) Z20: IP20 ¹⁾ E66: IP66
EMV-Filter	16-17	H1: EMV-Filter A1/B1 H2: Kein EMV-Filter, erfüllt Klasse A2 H3: EMV-Filter A1/B1 ¹⁾ H6: EMV-Filter für Seeanwendungen ¹⁾ HX: Kein Filter (nur 600 V)
Bremse	18	B: mit Bremschopper X: ohne Bremschopper T: Sicherer Stopp ohne Bremse ¹⁾ U: Sicherer Stopp, Bremschopper ¹⁾
Display	19	G: Grafische LCP Bedieneinheit N: Numerische LCP Bedieneinheit X: Ohne LCP Bedieneinheit
Lackierte Platinen	20	C: Lackierte Platinen X: Keine lackierten Platinen
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 1: Netztrennschalter 3: Netztrennschalter und Sicherung ²⁾ 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung ^{2, 3)} 7: Sicherung ²⁾ 8: Netztrennschalter und Zwischenkreiskopplung ³⁾ A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung ^{2, 3)} D: Zwischenkreiskopplung ³⁾
Anpassung	22	Reserviert
Anpassung	23	Reserviert
Software-Version	24-27	Tatsächliche Software
Softwaresprache	28	

1): nur FC 301/ Baugröße A1
2) nur auf dem US-amerikanischen Markt erhältlich
3): Leistungsgrößen nur ≥ 11 kW

Typencode Baugrößen D und E		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC 302
FU-Baureihe	4-6	FC 302
Nennleistung	8-10	37-560 kW
Netzphasen	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11-12	T 5: 380-500 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13-15	E00: IP00/Chassis C00: IP00/Chassis mit rückseitigem Edelstahl-Kühlkanal E0D: IP00/Chassis, D3 P37K-P75K, T7 C0D: IP00/Chassis mit rückseitigem Edelstahlkanal, D3 P37K-P75K, T7 E21: IP21/NEMA 1 E54: IP54/NEMA 12 E2D: IP21/NEMA 1, D1 P37K-P75K, T7 E5D: IP54/NEMA 12, D1 P37K-P75K, T7 E2M: IP21/ NEMA 1 mit Netzabschirmung E5M: IP54/NEMA 12 mit Netzabschirmung
EMV-Filter	16-17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter A1 ¹⁾ H6: EMV-Filter für Seeanwendungen ²⁾
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT R: Klemmen für generatorischen Betrieb (nur E-Gehäuse)
Display	19	G: Grafische Bedieneinheit LCP N: Numerische LCP Bedieneinheit X: Kein LCP Bedienteil (nur D-Gehäuse IP00 und IP21)
Lackierte Platinen	20	C: Lackierte Platinen X: Keine lackierte Platine (nur D-Gehäuse 380-480/500 V)
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung
Anpassung	22	Reserviert
Anpassung	23	Reserviert
Software-Version	24-27	Tatsächliche Software
Softwaresprache	28	

1): Lieferbar für alle D-Gehäuse. nur E-Gehäuse 380-480/500 V
2) wenden Sie sich an das Werk, wenn Sie maritime Zertifizierung benötigen



Typencode Baugröße F		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC 302
FU-Baureihe	4-6	FC 302
Nennleistung	8-10	450 - 1200 kW
Netzphasen	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11-12	T 5: 380-500 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13-15	E21: IP21/NEMA 1 E54: IP54/NEMA 12 L2X: IP21/NEMA 1 mit Gehäusebeleuchtung & IEC 230 V-Verbraucheranschluss L5X: IP54/NEMA 12 mit Gehäusebeleuchtung & IEC 230 V-Verbraucheranschluss L2A: IP21/NEMA 1 mit Gehäusebeleuchtung & NAM 115 V-Verbraucheranschluss L5A: IP54/NEMA 12 mit Gehäusebeleuchtung & NAM 115 V-Verbraucheranschluss H21: IP21 mit Heizgerät und Thermostat H54: IP54 mit Heizgerät und Thermostat R2X: IP21/NEMA 1 mit Heizgerät, Thermostat, Licht & IEC 230 V-Anschluss R5X: IP54/NEMA 12 mit Heizgerät, Thermostat, Licht & IEC 230 V-Anschluss R2A: IP21/NEMA 1 mit Heizgerät, Thermostat, Licht & NAM 115 V-Anschluss R5A: IP54/NEMA 12 mit Heizgerät, Thermostat, Licht & NAM 115 V-Anschluss
EMV-Filter	16-17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter, Klasse A1 ^{2, 3)} HE: RCD mit EMV-Filter, Klasse A2 ²⁾ HF: RCD mit EMV-Filter, Klasse A1 ^{2, 3)} HG: IRM mit EMV-Filter, Klasse A2 ²⁾ HH: IRM mit EMV-Filter, Klasse A1 ^{2, 3)} HJ: NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A2 ¹⁾ HK: NAMUR-Klemmen mit EMV-Filter, Klasse A1 ^{1, 2, 3)} HL: RCD mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A2 ^{1, 2)} HM: RCD mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A1 ^{1, 2, 3)} HN: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A2 ^{1, 2)} HP: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A1 ^{1, 2, 3)}
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT R: Klemmen für generatorischen Betrieb M: IEC Not-Aus-Taster (mit Pilz-Schutzrelais) ⁴⁾ N: IEC Not-Aus-Taster mit Bremse IGBT und Bremsklemmen ⁴⁾ P: IEC Not-Aus-Drucktaster mit Klemmen für generatorischen Betrieb ⁴⁾
Display	19	G: Grafische Bedieneinheit LCP
Lackierte Platinen	20	C: Lackierte Platinen
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3 ²⁾ : Netztrennschalter und Sicherung 5 ²⁾ : Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung E: Netztrennschalter, Schütz & Sicherungen ²⁾ F: Hauptschalter, Schütz & Sicherungen ²⁾ G: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen & Sicherungen ²⁾ H: Hauptschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen & Sicherungen ²⁾ J: Hauptschalter & Sicherungen ²⁾ K: Hauptschalter, Zwischenkreisklemmen & Sicherungen ²⁾

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Leistungsklemmen & Motorstarter	22	X: Keine Option E: 30 A, Leistungsklemmen mit Sicherungen F: 30 A, Leistungsklemmen mit Sicherungen & manueller Motorstarter 2,5-4 A G: 30 A, Leistungsklemmen mit Sicherungen & manueller Motorstarter 4-6,3 A H: 30 A, Leistungsklemmen mit Sicherungen & manueller Motorstarter 6,3-10 A J: 30 A, Leistungsklemmen mit Sicherungen & manueller Motorstarter 10-16 A K: Zwei manuelle Motorstarter 2,5-4 A L: Zwei manuelle Motorstarter 4-6,3 A M: Zwei manuelle Motorstarter 6,3-10 A N: Zwei manuelle Motorstarter 10-16 A
24 V-Hilfsversorgung & Externe Temperaturüberwachung	23	X: Keine Option H: 5 A, 24 V Stromversorgung (kundenseitige Nutzung) J: Externe Temperaturüberwachung G: 5 A, 24 V-Stromversorgung (kundenseitige Nutzung) & externe Temperaturüberwachung
Software-Version	24-27	Tatsächliche Software
Softwaresprache	28	

1) Erweiterte Relaiskarte MCB113 und PTC-Thermistorkarte MCB 112 für NAMUR-Klemmen erforderlich
2) nur Gehäuse F3 und F4
3) nur 380-480/500 V
4) Erfordert Schütz

Bestellcode, Optionen (alle Baugrößen)		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
A-Optionen	29-30	AX: Keine A-Option A0: MCA 101 Profibus DPV1 (Standard) A1: MCA 101 Profibus DPV1 (mit Anschluss oben) A4: MCA 104 DeviceNet (Standard) A4: MCA 104 DeviceNet (mit Anschluss oben) A6: MCA 105 CANOpen (Standard) A6: MCA 105 CANOpen (mit Anschluss oben) AN: MCA 121 Ethernet IP AT: MCA 113 Profibuskonverter 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 Schnittstelle für Sicherheits-SPS B2: MCB 112 PTC-Thermistorkarte
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Option MCO: 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 MCO 351 12: Zentrumschwinger MCO 352
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: DC-Versorgung D0: MCB 107 Ext. 24 V-Versorgung

5.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnr.	
Sonstiges Zubehör:			
Zwischenkreisanschluss	Klemmenblock für Zwischenkreisverbindung bei Baugröße A2/A3	130B1064	
IP21/NEMA1-Option	Schutzart, Baugröße A1: IP21/IP 4X Top/NEMA 1	130B1121	
IP21/NEMA1-Option	Schutzart, Baugröße A2: IP21/IP 4X Top/NEMA 1	130B1122	
IP21/NEMA1-Option	Schutzart, Baugröße A3: IP21/IP 4X Top/NEMA 1	130B1123	
MCF 101 IP21-Ausstattung	IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung Gehäuse A2	130B1132	
MCF 101 IP21-Gehäuseabdeckungen	IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung Gehäuse A3	130B1133	
Rückwand MCF 108	A5 IP55/NEMA 12	130B1098	
Rückwand MCF 108	B11 IP21/IP55/NEMA 12	130B3383	
Rückwand MCF 108	B2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3397	
Rückwand MCF 108	C1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3910	
Rückwand MCF 108	C2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3911	
Rückwand MCF 108	A5 IP66/NEMA 4x Edelstahl	130B3242	
Rückwand MCF 108	B1 IP66/NEMA 4x Edelstahl	130B3434	
Rückwand MCF 108	B2 IP66/NEMA 4x Edelstahl	130B3465	
Rückwand MCF 108	C1 IP66/NEMA 4x Edelstahl	130B3468	
Rückwand MCF 108	C2 IP66/NEMA 4x Edelstahl	130B3491	
Profibus Montagezubehör	Einbausatz für Profibus-Anschluss oben bei Gehäuse D und E, Schutzart IP00 und IP21	176F1742	
Profibus Sub-D 9	Sub-D Adapter für Profibus IP20, Baugrößen A1, A2 und A3	130B1112	
Profibus Montagezubehör	Profibus-Abschirmblech für IP20, Baugrößen 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	
Bestellnummern für Lüftungsbaugruppen, NEMA 3R-Abdeckungen, Sockeleinbausätze, Befestigungssätze für tiefere Frontabdeckungen und Netzabschirmung enthält der Abschnitt <i>Optionen für High Power</i> .			
LCP			
LCP 101	Numerische LCP Bedieneinheit	130B1124	
LCP 102	Grafische LCP Bedieneinheit	130B1107	
LCP-Kabel	Separates LCP-Anschlusskabel, 3 m	175Z0929	
LCP-Ferneinbausatz, IP21	Ferneinbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1113	
LCP-Ferneinbausatz, IP21	Ferneinbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung	130B1114	
LCP-Ferneinbausatz, IP21	Ferneinbausatz für alle LCP Bedieneinheiten mit Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1117	
Option A		Unlackiert	Lackiert
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	
Option 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
Option C0			
Einbausatz, Gehäusegröße A2 und A3 (40 mm für eine Option C)		130B7530	
Einbausatz, Baugröße A2 und A3 (60 mm für Option C0 + C1)		130B7531	
Einbausatz, Gehäusegröße A5		130B7532	
Einbausatz, Gehäusegröße B, C, D, E und F2 und 3 (außer B3)		130B7533	
Einbausatz, Baugröße B3 (40 mm für eine Option C)		130B1413	
Einbausatz, Baugröße B3 (60 mm für Option C0 + C1)		130B1414	
Option C1			
MCO 305	Programmierbarer Motion Controller	130B1134	130B1234
MCO 350	Synchronregler	130B1152	130B1252
MCO 351	Positionierregler	130B1153	120B1253
MCO 352	Regler für Zentrumswickler	130B1165	130B1166
MCB 113	Erweiterte Relaiskarte	130B1164	130B1264
Option D			
MCB 107	Ext. 24 V DC-Versorgung	130B1108	130B1208
Externe Optionen			
Ethernet IP	Ethernet-Master	175N2584	
PC-Software			
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.
Ersatzteile		
Steuerkarte FC 302	Lackierte Ausführung	- 130B1109
Steuerkarte FC 301	Lackierte Ausführung	- 130B1126
Lüfter A2	Kühl Lüfter, Gehäusegröße A2	130B1009 -
Lüfter A3	Kühl Lüfter, Gehäusegröße A3	130B1010 -
Lüfter Option C		130B7534 -
Rückwandabdeckung A5	Rückwandabdeckung für Baugröße 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

5

5.2.2 Bestellnummern: Montagezubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnr.
Montagezubehör		
Montagezubehör A1	Montagezubehör, Baugröße A1	130B1021
Montagezubehör A2/A3	Montagezubehör, Baugröße A2/A3	130B1022
Montagezubehör A5	Montagezubehör, Baugröße A5	130B1023
Montagezubehör A1-A5	Montagezubehör, Baugröße A1-A5 Brems- und Zwischenkreiskopplungsanschluss	130B0633
Montagezubehör B1	Montagezubehör, Baugröße B1	130B2060
Montagezubehör B2	Montagezubehör, Baugröße B2	130B2061
Montagezubehör B3	Montagezubehör, Baugröße B3	130B0980
Montagezubehör B4	Montagezubehör, Baugröße B4, 18,5-22 kW	130B1300
Montagezubehör B4	Montagezubehör, Bau röße B4, 30 kW	130B1301
Montagezubehör C1	Montagezubehör, Baugröße C1	130B0046
Montagezubehör C2	Montagezubehör, Baugröße C2	130B0047
Montagezubehör C3	Montagezubehör, Baugröße C3	130B0981
Montagezubehör C4	Montagezubehör, Baugröße C4, 55 kW	130B0982
Montagezubehör C4	Montagezubehör, Baugröße C4, 75 kW	130B0983

Bestellnummern: Bremswiderstände																	
Netz 200-240 V																	
FC 301/FC 302																	
Ausgewählter Widerstand																	
FC 301/ FC 302	P _{motor} [kW]	R _{min} [Ω]	R _{Br, nom} ^c [Ω]	Standard IP20				Arbeitszyklus 40 %				Aluminiumgehäuse (Flatpack) IP65					
				R _{rec}	P _{Br, max} [kW]	Bestellnr.	R _{rec}	P _{Br, max} [kW]	Bestellnr.	R _{rec} pro Stück [Ω]	Arbeitszyklus %	Bestellnr.	R _{rec}	P _{Br, max} [kW]	Bestellnr.		
PK25	0,25	420	466,7	425	0,095	175Uxxxx	425	0,430	175Uxxxx	430 Ω/100 W	40	175Uxxxx	430 Ω/100 W	40	1002	145	160
PK37	0,37	284	315,3	310	0,250	1841	310	0,800	1941	330 Ω/100 W	27	1003	330 Ω/100 W	27	1003	145	160
PK37	0,37	284	315,3	310	0,250	1842	310	0,800	1942	310 Ω/200 W	55	0984	310 Ω/200 W	55	0984	145	160
PK55	0,55	190	211,0	210	0,285	1843	210	1,350	1943	220 Ω/100 W	20	1004	220 Ω/100 W	20	1004	145	160
PK55	0,55	190	211,0	210	0,285	1843	210	1,350	1943	210 Ω/200 W	37	0987	210 Ω/200 W	37	0987	145	160
PK75	0,75	139	154,0	145	0,065	1820	145	0,260	1920	150 Ω/100 W	14	1005	150 Ω/100 W	14	1005	145	160
PK75	0,75	139	154,0	-	-	-	-	-	-	150 Ω/200 W	27	0989	150 Ω/200 W	27	0989	145	160
PK11	1,1	90	104,4	90	0,095	1821	90	0,430	1921	100 Ω/100 W	10	1006	100 Ω/100 W	10	1006	145	160
PK11	1,1	90	104,4	-	-	-	-	-	-	100 Ω/200 W	19	0991	100 Ω/200 W	19	0991	145	160
PK15	1,5	65	75,7	65	0,250	1822	65	0,800	1922	72 Ω/200 W	14	0992	72 Ω/200 W	14	0992	145	160
P2K2	2,2	46	51,0	50	0,285	1823	50	1,00	1923	50 Ω/200 W	10	0993	50 Ω/200 W	10	0993	145	160
P3K0	3	33	37,0	35	0,430	1824	35	1,35	1924	35 Ω/200 W	7	0994	35 Ω/200 W	7	0994	145	160
P3K0	3	33	37,0	-	-	-	-	-	-	72 Ω/200 W	14	2X0992 ^a	72 Ω/200 W	14	2X0992 ^a	145	160
P3K7	3,7	25	29,6	25	0,800	1825	25	3,00	1925	60 Ω/200 W	11	2X0996 ^a	60 Ω/200 W	11	2X0996 ^a	145	160
P5K5	5,5	18	19,7	20	1	1826	20	3,5	1926	-	-	-	-	-	-	158	158
P7K5	7,5	13	14,3	15	2	1827	15	5	1927	-	-	-	-	-	-	153	153
P11K	11	9	9,6	10	2,8	1828	10	9	1928	-	-	-	-	-	-	154	154
P15K	15	6,3	7,0	7	4	1829	7	10	1929	-	-	-	-	-	-	150	150
P18K	18,5	5,3	5,7	6	4,8	1830	6	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

^a Zwei Stück bestellen; Widerstände müssen parallel angeschlossen werden.

^b Max. Last mit Widerstand in Danfoss-Standardprogramm.

^c R_{Br, nom} 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/FC 302
Ausgewählter Widerstand

FC 301/ FC 302	P _{motor}	R _{min}	Standard IP20				Aluminiumgehäuse (Flatpack) IP65				Max. Drehmomentbelastung					
			R _{Br, nom} ^c	R _{rec}	P _{Br, max}	Bestellnr.	R _{rec}	P _{Br, max}	Bestellnr.	R _{rec} pro Stück	Arbeitszyklus	Bestellnr.	FC 301	FC 302		
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	[kW]	[Ω]	[Ω]	[kW]	[Ω]	%	[Ω]	%	[%]b		
PK37	0,37	620	1360,2	620	0,065	175Uxxxx	175Uxxxx	830	0,450	175Uxxxx	20	830 Ω/100 W	20	1000	137	160
PK55	0,55	620	915,0	620	0,065	1840	175Uxxxx	830	0,450	1976	20	830 Ω/100 W	20	1000	137	160
PK75	0,75	601	667,6	620	0,065	1840	1840	620	0,260	1940	14	620 Ω/100 W	14	1001	137	160
PK75	0,75	601	667,6	-	-	-	-	-	-	-	40	620 Ω/200 W	40	0982	137	160
PK1K1	1,1	408	452,8	425	0,095	1841	1841	425	0,430	1941	8	430 Ω/100 W	8	1002	137	160
PK1K1	1,1	408	452,8	-	-	-	-	-	-	-	20	430 Ω/200 W	20	0983	137	160
PK1K5	1,5	297	330,4	310	0,250	1842	1842	310	0,800	1942	16	310 Ω/200 W	16	0984	137	160
PK2K2	2,2	200	222,6	210	0,285	1843	1843	210	1,35	1943	9	210 Ω/200 W	9	0987	137	160
P3K0	3	145	161,4	150	0,430	1844	1844	150	2,00	1944	5,5	150 Ω/200 W	5,5	0989	137	160
P3K0	3	145	161,4	-	-	-	-	-	-	-	12	300 Ω/200 W	12	2X0985 ^a	137	160
P4K0	4	108	119,6	110	0,600	1845	1845	110	2,40	1945	11	240 Ω/200 W	11	2X0986 ^a	137	160
P5K5	5,5	77	86,0	80	0,850	1846	1846	80	3,00	1946	6,5	160 Ω/200 W	6,5	2X0988 ^a	137	160
P7K5	7,5	56	62,4	65	1,0	1847	1847	65	4,50	1947	4	130 Ω/200 W	4	2X0990 ^a	137	160
P11K	11	38	42,1	40	1,8	1848	1848	40	5,00	1948	9	80 Ω/240 W	9	2X0990 ^a	137	160
P15K	15	27	30,5	30	2,8	1849	1849	30	9,30	1949	6	72 Ω/240 W	6	2X0991 ^a	137	160
P18K	18,5	22	24,5	25	3,5	1850	1850	25	12,70	1950	-	-	-	-	-	160
P22K	22	18	20,3	20	4,0	1851	1851	20	13,00	1951	-	-	-	-	-	160
P30K	30	13,5	14,9	15	5,0	1852	1852	15	16	1952	-	-	-	-	-	160
P37K	37	108	12,0	12	6,0	1853	1853	12	19	1953	-	-	-	-	-	150
P45K	45	9,8	10,5	9,8	7,3	2008	2008	9,8	38	2007	-	-	-	-	-	150
P55K	55	7,3	8,6	7,3	13	0069	0069	7,3	38	0068	-	-	-	-	-	150
P75K	75	5,7	6,2	6,0	15	0067	0067	6,0	45	0066	-	-	-	-	-	150
P90K	90	3,6	5,2	3,8	22	1960	1960	3,8	75	2x0072	-	-	-	-	-	150
P110	110	3,0	4,2	3,2	27	1961	1961	3,2	90	2x0073	-	-	-	-	-	150
P132	132	2,5	3,5	2,6	32	1962	1962	2,6	112	2x0074	-	-	-	-	-	150
P160	160	2,0	2,9	2,1	39	1963	1963	2,1	135	3x0075	-	-	-	-	-	150
P200	200	1,6	2,3	3,3	56	2x1061	2x1061	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-
P250	250	1,2	1,9	2,6	72	2x1062	2x1062	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-
P315	315	1,2	1,5	2,6	72	2x1062	2x1062	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-
P355-P800	355-800	1,2	1,3	2,6	72	2x1062	2x1062	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-

^a Zwei Stück bestellen; Widerstände müssen parallel angeschlossen werden.

^b Max. Last mit Widerstand in Danfoss-Standardprogramm.

^c R_{Br, nom} ist der empfohlene Nennwiderstand, der eine Bremsleistung an der Motorwelle von 137 % / 160 % für eine Minute sicherstellt.

Bestellnummern: Bremswiderstände											
Netz 525-690 V											
FC 301/FC 302											
Ausgewählter Widerstand											
Standard IP20											
FC 301/ FC 302	P _{motor} [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} [Ω]	Arbeitszyklus 10 % ^{a)}			Arbeitszyklus 40 % ^{b)}			Bestellnr.	Bestellnr.
				R _{rec} [Ω]	P _{Spitze} [kW]	Bestellnr.	R _{rec} [Ω]	P _{br max} [kW]	Bestellnr.		
P37K	37	20,9	23,5	22	52	130Bxxxx	22	32	130Bxxxx	2118	2118
P45K	45	17,1	19,3	18	64	2119	18	39	2119	2119	2119
P55K	55	14,3	15,8	15	76	2120	15	47	2120	2120	2120
P75K	75	10,5	11,5	11	104	2121	11	64	2121	2121	2121
P90K	90	8,6	9,6	9,1	126	2122	9,1	77	2122	2122	2122
P110	110	7,1	7,8	7,5	153	2123	7,5	93	2123	2123	2123
P132	132	5,9	6,5	6,2	185	2124	6,2	113	2124	2124	2124
P160	160	4,8	5,4	5,1	224	2125	5,1	137	2125	2125	2125
P200	200	3,7	4,3	7,8	147	2x2126 c)	7,8	90	2x2126 c)	2x2126 c)	2x2126 c)
P250	250	3,1	3,4	6,6	173	2x2127 c)	6,6	106	2x2127 c)	2x2127 c)	2x2127 c)
P315	315	2,6	2,7	5,4	212	2x2128 c)	5,4	130	2x2128 c)	2x2128 c)	2x2128 c)
P355	355	1,9	2,4	4			4				
P400	400	1,9	2,2	4			4				
P500	500	1,9	2,0	4			4				
P560-1000	560-1000	1,9	2,0	4			4				

a) 10 % Arbeitszyklus auf der Basis von 160 % Bremsmoment für 30 s während 300-Sekunden-Zyklen.
 b) 40 % Arbeitszyklus auf der Basis von 100 % Bremsmoment für 240 s während 600-Sekunden-Zyklen.
 c) 2 Stück laut Liste bestellen.

5.2.3 Bestellnummern: Oberwellenfilter

Oberwellenfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberwellen.

- AHF 010: 10 % Stromverzerrung
- AHF 005: 5 % Stromverzerrung

5

380-415 V, 50 Hz				
I _{AHF,N}	Typischer Motor [kW]	DanfossBestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
10	1,1 - 4	175G6600	175G6622	P1K1 - P4K0
19	5,5 - 7,5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26	11	175G6602	175G6624	P11K
35	15 - 18,5	175G6603	175G6625	P15K - P18K
43	22	175G6604	175G6626	P22K
72	30 - 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101	45 - 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144	75	175G6607	175G6629	P75K
180	90	175G6608	175G6630	P90K
217	110	175G6609	175G6631	P110
289	132	175G6610	175G6632	P132
324	160	175G6611	175G6633	P160
370	200	175G6688	175G6691	P200
506	250	175G6609 + 175G6610	175G6631 + 175G6632	P250
613	315	175G6610 + 175G6611	175G6632 + 175G6633	P315
648	355	175G6611 + 175G6611	175G6633 + 175G6633	P355
694	400	175G6611 + 175G6688	175G6633 + 175G6691	P400

440 - 480 V, 60 Hz				
I _{AHF,N}	Typischer Motor [PS]	DanfossBestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
19	10 - 15	175G6612	175G6634	P11K
26	20	175G6613	175G6635	P15K
35	25 - 30	175G6614	175G6636	P18K - P22K
43	40	175G6615	175G6637	P30K
72	50 - 60	175G6616	175G6638	P37K - P45K
101	75	175G6617	175G6639	P55K
144	100 -125	175G6618	175G6640	P75K - P90K
180	150	175G6619	175G6641	P110
217	200	175G6620	175G6642	P132
289	250	175G6621	175G6643	P160
324		175G6689	175G6692	
370	300	175G6690	175G6693	P200
434	350	175G6620 + 175G6620	175G6642 + 175G6642	P250
578	450 - 500	175G6621 + 175G6621	175G6643 + 175G6643	P315 - P355
694	550/600	175G6689 + 175G6690	175G6692 + 175G6693	P400

Bitte beachten Sie, dass die Zuordnung von Frequenzumrichter und Filter auf der Basis von 400/480 V und einer typischen Motorlast (4-polig) und 160 % Drehmoment berechnet ist.

500-525 V, 50 Hz						
IAHF,N	500 V Typischer Motor [kW]	DanfossBestellnummer		Frequenzumrichtergröße, 380-500 V	525 V Typischer Motor [kW]	Frequenzumrichtergröße, 525-690 V
		AHF 005	AHF 010			
10	1,1 - 7,5	175G6644	175G6656	PK75 - P5K5		
19	11 - 15	175G6645	175G6657	P7K5 - P11K		
26	18,5 - 22	175G6646	175G6658	P15K - P18K		
35	30	175G6647	175G6659	P22K		
43	37	175G6648	175G6660	P30K		
72	45 - 55	175G6649	175G6661	P37K - P45K	30 - 45	P37K - P55K
101	75	175G6650	175G6662	P55K	55	P75K
144	90 - 110	175G6651	175G6663	P75K - P90K	75 - 90	P90K - P110
180	132	175G6652	175G6664	P110	110	P132
217	160	175G6653	175G6665	P132	132	P160
289	200	175G6654	175G6666	P160	160 - 200	P200 - P250
324	250	175G6655	175G6667	P200		
360		175G6652 + 175G6652	175G6664 + 175G6664		250	P315
397		175G6652 + 175G6653	175G6664 + 175G6665		300	P355
434		175G6653 + 175G6653	175G6665 + 175G6665		315	P400
506	355	175G6653 + 175G6654	175G6665 + 175G6666	P315	400	P500
578	400	175G6654 + 175G6654	175G6666 + 175G6666	P355	450	P560
648	500	175G6655 + 175G6655	175G6667 + 175G6667	P400	500	P630

5

690 V, 50 Hz				
IAHF,N	Typischer Motor [kW]	Danfoss Bestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
43	37	130B2328	130B2293	P37K
72	45 - 55	130B2330	130B2295	P45K - P55K
101	75 - 90	130B2331	130B2296	P90K
144	110	130B2333	130B2298	P110
180	132	130B2334	130B2299	P132
217	160	130B2335	130B2300	P160
289	200 - 250	130B2333 + 130B2333	130B2301	P200 - P250
324		130B2334 + 130B2335	130B2302	
370	315 - 355	130B2334 + 130B2334	130B2304	P315 - P355
397	400	130B2334 + 130B2335	130B2299 + 130B2300	P400
506	500	2X 130B2333 + 130B2335	130B2300 + 130B2301	P500
578	560	2X 130B2334 + 130B2335	130B2301 + 130B2301	P560
613	630	130B2334 + 2X 130B2335	130B2301 + 130B2302	P630
740	710		130B2304 + 130B2304	P710

Bitte beachten Sie, dass die Zuordnung von Frequenzumrichter und Filter auf der Basis von 525/690 V und einer typischen Motorlast (4-polig) und 160 % Drehmoment berechnet ist.

5.2.4 Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 VAC

Netzversorgung 3 x 240 bis 500 V								
Filternennstrom bei 50 Hz	Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangs- frequenz [Hz]	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Frequenzumrichtergröße			
					200-240 V	380-440 V	441-500 V	
2,5	5	120	130B2439	130B2404	PK25 - PK37	PK37 - PK75	PK37 - PK75	
4,5	5	120	130B2441	130B2406	PK55	P1K1 - P1K5	P1K1 - P1K5	
8	5	120	130B2443	130B2408	PK75 - P1K5	P2K2 - P3K0	P2K2 - P3K0	
10	5	120	130B2444	130B2409		P4K0	P4K0	
17	5	120	130B2446	130B2411	P2K2 - P4K0	P5K5 - P7K5	P5K5 - P7K5	
24	4	60	130B2447	130B2412	P5K5	P11K	P11K	
38	4	60	130B2448	130B2413	P7K5	P15K - P18K	P15K - P18K	
48	4	60	130B2307	130B2281	P11K	P22K	P22K	
62	3	60	130B2308	130B2282	P15K	P30K	P30K	
75	3	60	130B2309	130B2283	P18K	P37K	P37K	
115	3	60	130B2310	130B2284	P22K - P30K	P45K - P55K	P55K - P75K	
180	3	60	130B2311	130B2285	P37K - P45K	P75K - P90K	P90K - P110	
260	3	60	130B2312	130B2286		P110 - P132	P132	
410	3	60	130B2313	130B2287		P160 - P200	P160 - P200	
480	3	60	130B2314	130B2288		P250	P250	
660	2	60	130B2315	130B2289		P315 - P355	P315 - P355	
750	2	60	130B2316	130B2290		P400	P400 - P450	
880	2	60	130B2317	130B2291		P450 - P500	P500 - P560	
1200	2	60	130B2318	130B2292		P560 - P630	P630 - P710	
1500	2	60	2X 130B2317	2X 130B2291		P710 - P800	P800	

Bitte beachten Sie, dass die Zuordnung von Frequenzumrichter und Filter auf der Basis von 400/480 V und einer typischen Motorlast (4-polig) und 160 % Drehmoment berechnet ist.



ACHTUNG!

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

5.2.5 Bestellnummern: Sinusfiltermodule, 525-690 VAC

Netzversorgung 3 x 525 bis 600/690 V							
Filternennstrom bei 50 Hz	Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangs- frequenz [Hz]	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Frequenzumrichtergröße		
					525-600 V	525-690 V	
13	2	60	130B2341	130B2321	PK75 - P7K5		
28	2	60	130B2342	130B2322	P11K - P18K		
45	2	60	130B2343	130B2323	P22K - P30K	P37K	
76	2	60	130B2344	130B2324	P37K - P45K	P45K - P55K	
115	2	60	130B2345	130B2325	P55K - P75K	P75K - P90K	
165	2	60	130B2346	130B2326		P110 - P132	
260	2	60	130B2347	130B2327		P160 - P200	
303	2	60	130B2348	130B2329		P250	
430	1,5	60	130B2370	130B2341		P315 - P400	
530	1,5	60	130B2371	130B2342		P500	
660	1,5	60	130B2381	130B2337		P560 - P630	
765	1,5	60	130B2382	130B2338		P710	
940	1,5	60	130B2383	130B2339		P800 - P900	
1320	1,5	60	130B2384	130B2340		P1M0	

Bitte beachten Sie, dass die Zuordnung von Frequenzumrichter und Filter auf der Basis von 525/690 V und einer typischen Motorlast (4-polig) und 160 % Drehmoment berechnet ist.



ACHTUNG!

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

5.2.6 Bestellnummern: du/dt-Filter, 380-480/500 VAC

Netzspannung 3x380-500 V

Filternennstrom bei 50 Hz	Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangsfrequenz [Hz]	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Frequenzumrichtergröße	
					380-440 V	441-500 V
24	4	60	130B2396	130B2385	P11K	P11K
45	4	60	130B2397	130B2386	P15K - P22K	P15K - P22K
75	3	60	130B2398	130B2387	P30K - P37K	P30K - P37K
110	3	60	130B2399	130B2388	P45K - P55K	P45K - P55K
182	3	60	130B2400	130B2389	P75K - P90K	P75K - P90K
280	3	60	130B2401	130B2390	P110 - P132	P110 - P132
400	3	60	130B2402	130B2391	P160 - P200	P160 - P200
500	3	60	130B2277	130B2275	P250	P250
750	2	60	130B2278	130B2276	P315 - P400	P315 - P450
910	2	60	130B2405	130B2393	P450 - P500	P500 - P560
1500	2	60	130B2407	130B2394	P560 - P800	P630 - P800



5.2.7 Bestellnummern: dU/dt-Filter, 525-690 VAC

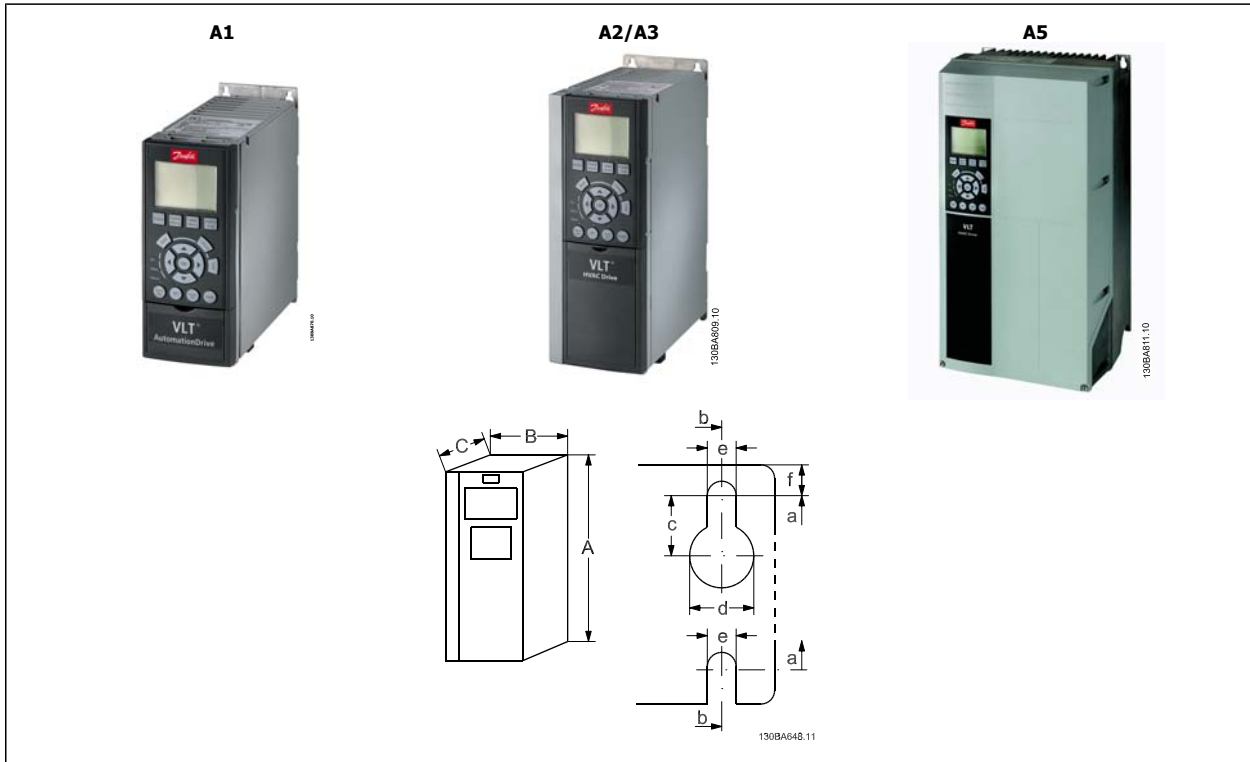
Netzversorgung 3 x 525-690 V

Filternennstrom bei 50 Hz	Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangsfrequenz [Hz]	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Frequenzumrichtergröße	
					525-600 V	525-690 V
28	3	60	130B2423	130B2414	P11K - P18K	
45	2	60	130B2424	130B2415	P22K - P30K	P37K
75	2	60	130B2425	130B2416	P37K - P45K	P45K - P55K
115	2	60	130B2426	130B2417	P55K - P75K	P75K - P90K
165	2	60	130B2427	130B2418		P110 - P132
260	2	60	130B2428	130B2419		P160 - P200
310	2	60	130B2429	130B2420		P250
430	1,5	60	130B2238	130B2235		P315 - P400
530	1,5	60	130B2239	130B2236		P500
630	1,5	60	130B2274	130B2280		P560 - P630
765	1,5	60	130B2430	130B2421		P710
1350	1,5	60	130B2431	130B2422		P800 - P1M0

6 Mechanische Installation - Baugröße A, B und C

6.1 Mechanische Installation

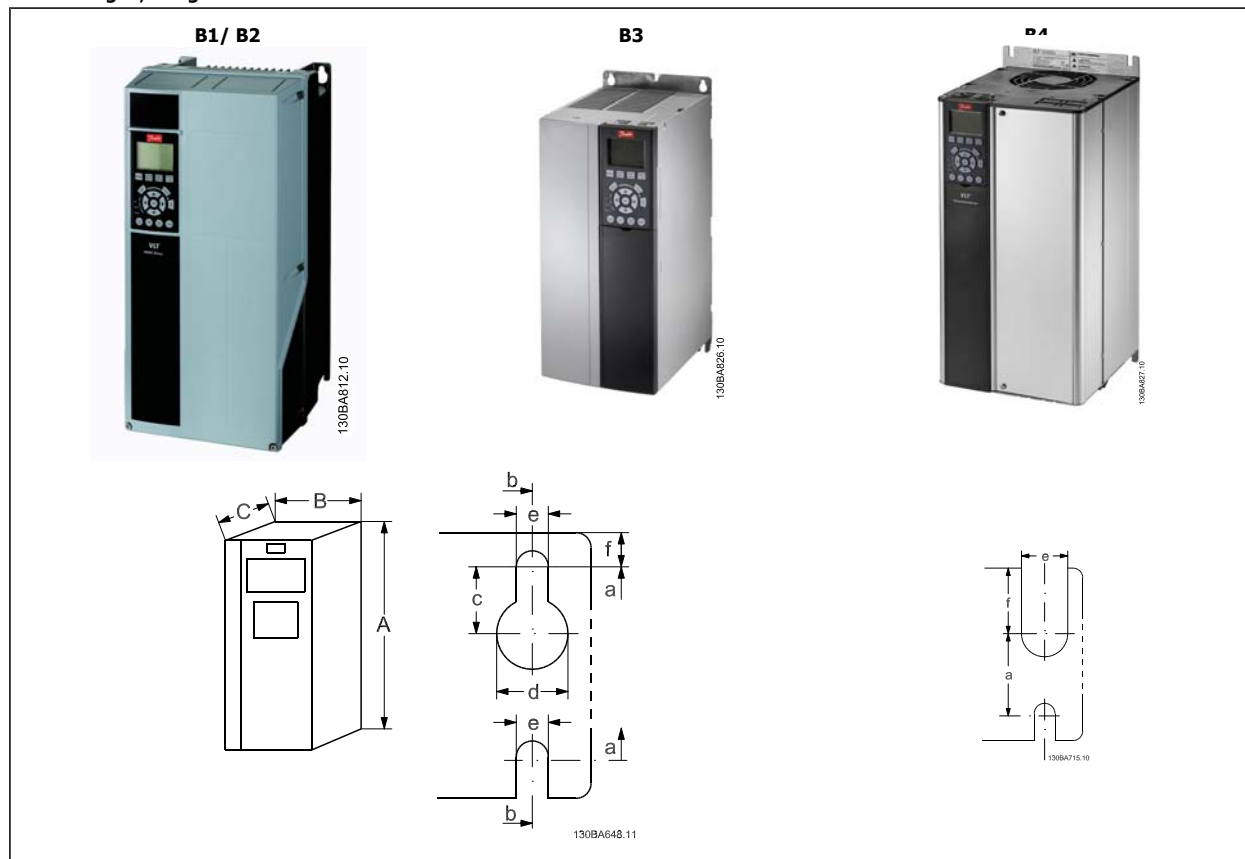
Abmessungen, Baugröße A



6

Baugröße	A1	A2		A3		A5	
	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 (380-480/500 V)		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)	
IP	20	20	21	20	21	55/66	
NEMA	Chassis	Chassis	NEMA 1	Chassis	NEMA 1	NEMA 12	
Höhe							
Höhe der Rückwand	A	200 mm	268 mm	375 mm	268 mm	375 mm	420 mm
Höhe mit Abschirmblech	A	316 mm	374 mm		374 mm	-	-
Abstand der Montagelöcher	a	190 mm	257 mm	350 mm	257 mm	350 mm	402 mm
Breite							
Breite der Rückwand	B	75 mm	90 mm	90 mm	130 mm	130 mm	242 mm
Breite der Rückwand mit einer C-Option	B		130 mm	130 mm	170 mm	170 mm	242 mm
Breite der Rückwand mit zwei C-Optionen	B		150 mm	150 mm	190 mm	190 mm	242 mm
Abstand der Montagelöcher	b	60 mm	70 mm	70 mm	110 mm	110 mm	215 mm
Tiefe							
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
Montagelöcher							
	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
Max. Gewicht		2,7 kg	4,9 kg	5,3 kg	6,6 kg	7,0 kg	13,5/14,2 kg

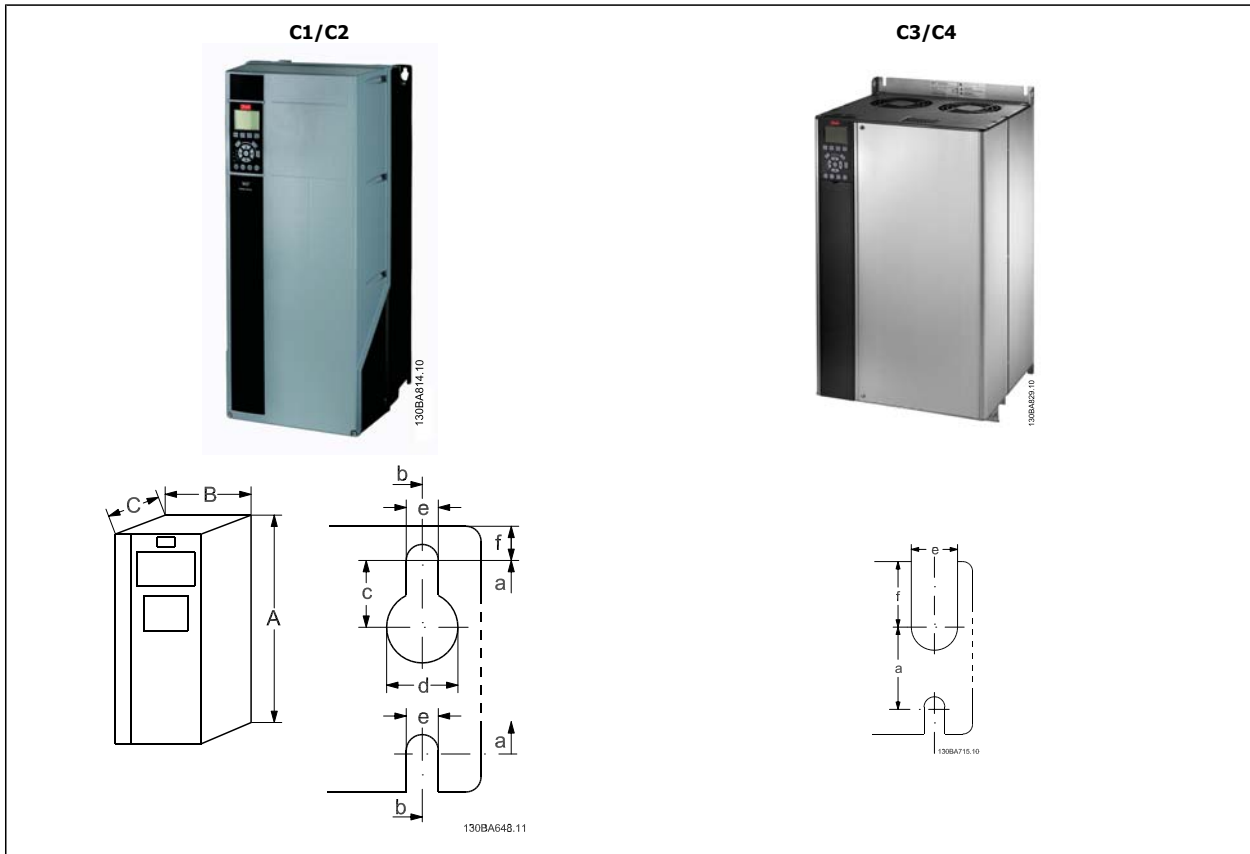
Abmessungen, Baugröße B



6

Baugröße	B1	B2	B3	B4	
	5,5-7,5 kW (200-240 V)	11 kW (200-240 V)	5,5-7,5 kW (200-240 V)	11-15 kW (200-240 V)	
	11-15 kW (380-480/500 V)	18,5-22 kW (380-480/500 V)	11-15 kW (380-480/500 V)	18,5-30 kW (380-480/500 V)	
	11-15 kW (525-600 V)	18,5-22 kW (525-600 V)	11-15 kW (525-600 V)	18,5-30 kW (525-600 V)	
IP	21/ 55/66	21/ 55/66	20	20	
NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	Chassis	Chassis	
Höhe					
Höhe der Rückwand	A	480 mm	650 mm	399 mm	520 mm
Höhe mit Abschirmblech	A	-	-	420 mm	595 mm
Abstand der Montagelöcher	a	454 mm	624 mm	380 mm	495 mm
Breite					
Breite der Rückwand	B	242 mm	242 mm	165 mm	230 mm
Breite der Rückwand mit einer C-Option	B	242 mm	242 mm	205 mm	230 mm
Breite der Rückwand mit zwei C-Optionen	B	242 mm	242 mm	225 mm	230 mm
Abstand der Montagelöcher	b	210 mm	210 mm	140 mm	200 mm
Tiefe					
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
Montagelöcher					
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	
Max. Gewicht	23 kg	27 kg	12 kg	23,5 kg	

Abmessungen, Baugröße C



Baugröße	C1	C2	C3	C4	
	15-22 kW (200-240 V)	30-37 kW (200-240 V)	18,5-22 kW (200-240 V)	30-37 kW (200-240 V)	
	30-45 kW (380-480/500 V)	55-75 kW (380-480/500 V)	37-45 kW (380-480/500 V)	55-75 kW (380-480/500 V)	
	30-45 kW (525-600 V)	55-90 kW (525-600 V)	37-45 kW (525-600 V)	55-90 kW (525-600 V)	
IP	55/66	55/66	20	20	
NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	Chassis	Chassis	
Höhe					
Höhe der Rückwand	A	680 mm	770 mm	550 mm	660 mm
Höhe mit Abschirmblech	A			630 mm	800 mm
Abstand der Montagelöcher	a	648 mm	739 mm	521 mm	631 mm
Breite					
Breite der Rückwand	B	308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
Breite der Rückwand mit einer C-Option	B	308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
Breite der Rückwand mit zwei C-Optionen	B	308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
Abstand der Montagelöcher	b	272 mm	334 mm	270 mm	330 mm
Tiefe					
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
Montagelöcher					
	c	12,5 mm	12,5 mm		
	d	ø19 mm	ø19 mm		
	e	ø9 mm	ø9 mm	8,5 mm	8,5 mm
	f	9,8 mm	9,8 mm	17 mm	17 mm
Max. Gewicht		45 kg	65 kg	35 kg	50 kg

6.1.1 Mechanische Installation

Alle IP20-Baugrößen sowie die IP21/IP55-Baugrößen mit Ausnahme von A1*, A2 und A3 eignen sich zur Installation nebeneinander Frequenzumrichter in offener Gehäuseausführung IP20 und mit Schutzart NEMA 12 und NEMA 4 können nebeneinander befestigt werden.

Wenn die IP21-Gehäuseabdeckung in Verbindung mit Gehäuse A1, A2 oder A3 verwendet wird, muss zwischen den Frequenzumrichter ein Abstand von mindestens 50 mm eingehalten werden.

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

Platz für Luftzirkulation bei verschiedenen Baugrößen

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

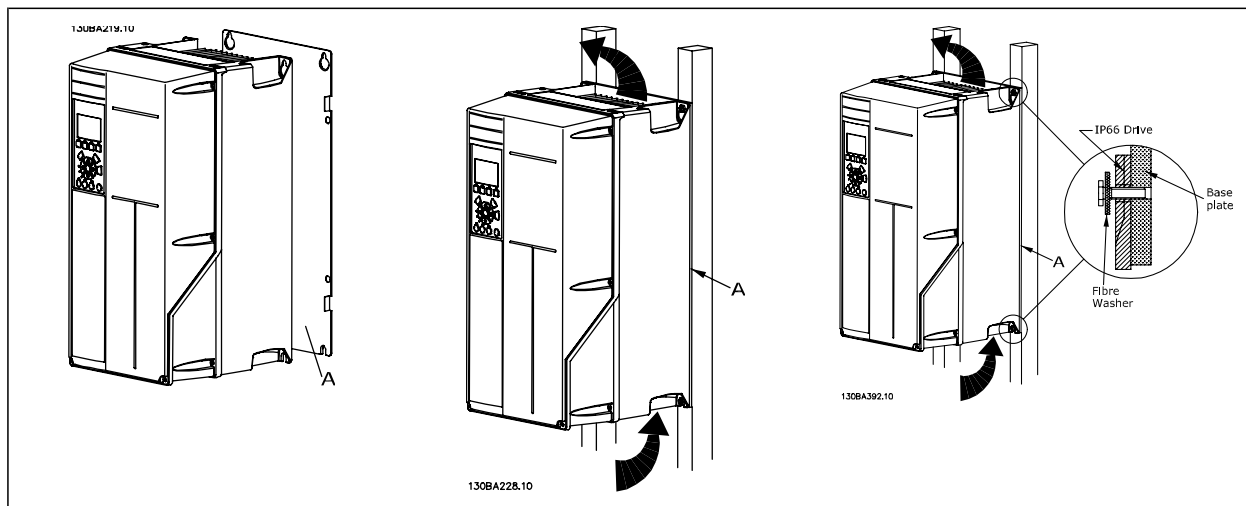


Tabelle 6.2: Bei der Montage von Baugrößen A5, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3 und C4 auf einer nicht stabilen Wand muss der Frequenzumrichter wegen unzureichender Kühlluft über dem Kühlkörper mit einer Rückwand A versehen werden.

6.1.2 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.

6.1.3 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.

7 Mechanische Installation - Baugröße D, E und F

7.1 Vor der Installation

7.1.1 Planung des Installationsortes

**ACHTUNG!**

Vor Beginn der Installation ist es wichtig, die Installation des Frequenzumrichters zu planen. Wird dies vernachlässigt, kann dies zu zusätzlicher Arbeit während und nach der Installation führen.

Wählen Sie den bestmöglichen Betriebsort, indem Sie folgende Aspekte berücksichtigen (siehe Details auf den folgenden Seiten und in den jeweiligen Projektierungshandbüchern):

- Umgebungstemperatur während des Betriebs
- Einbaumethode
- Kühlung des Geräts
- Position des Frequenzumrichters
- Kabelführung
- Sicherstellen, dass die Stromversorgung die richtige Spannung und den notwendigen Strom liefert
- Sicherstellen, dass die Motornennleistung innerhalb des maximalen Stroms vom Frequenzumrichter liegt
- Falls der Frequenzumrichter keine integrierten Sicherungen hat, sicherstellen, dass die externen Sicherungen die richtige Nennleistung besitzen

7

7.1.2 Empfang des Frequenzumrichters

Vergewissern Sie sich bei Entgegennahme des Frequenzumrichters bitte, dass die Verpackung unversehrt ist und achten Sie auf eventuelle Beschädigungen, die während des Transports am Gerät aufgetreten sind. Falls Beschädigung gefunden wird, setzen Sie sich unverzüglich mit dem Transportunternehmen in Verbindung, um Schadensersatz zu erhalten.

7.1.3 Transport und Auspacken

Vor dem Auspacken des Frequenzumrichters wird empfohlen, ihn so nah wie möglich am endgültigen Installationsort aufzustellen. Den Karton entfernen und den Frequenzumrichter so lange wie möglich auf der Palette lassen.

**ACHTUNG!**

Der Kartondeckel enthält eine Bohrschablone für die Montagelöcher der Gehäuse D. Für Informationen zur Größe E siehe Abschnitt *Abmessungen* (weiter unten in diesem Kapitel).

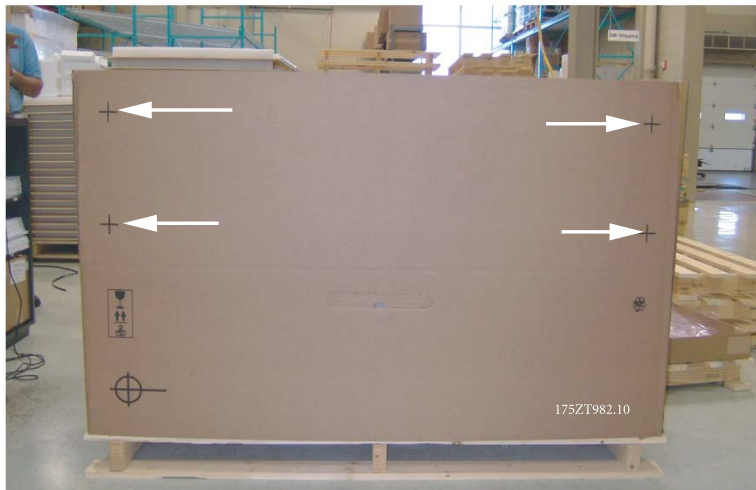


Abbildung 7.1: Bohrschablone

7

7.1.4 Heben

Der Frequenzumrichter muss immer mit speziell dafür vorgesehenen Hebeösen gehoben werden. Für alle D- und E2-Gehäuse (IP00) eine Hebetraverse verwenden, um die Hebebohrungen des Frequenzumrichters nicht zu verbiegen.

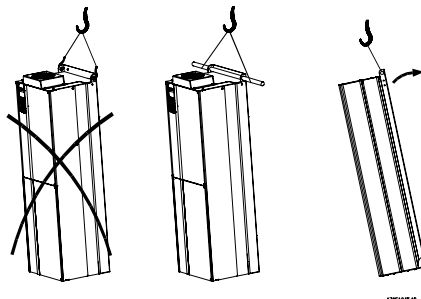


Abbildung 7.2: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugrößen D und E.



ACHTUNG!

Die Hebetraverse muss für das Gewicht des Frequenzumrichters ausgelegt sein. Siehe *Abmessungen* für das Gewicht der jeweiligen Baugrößen. Der Maximaldurchmesser der Stange beträgt 25 mm. Der Winkel zwischen Oberseite des Frequenzumrichters und dem Hubseil muss mindestens 60 Grad betragen.

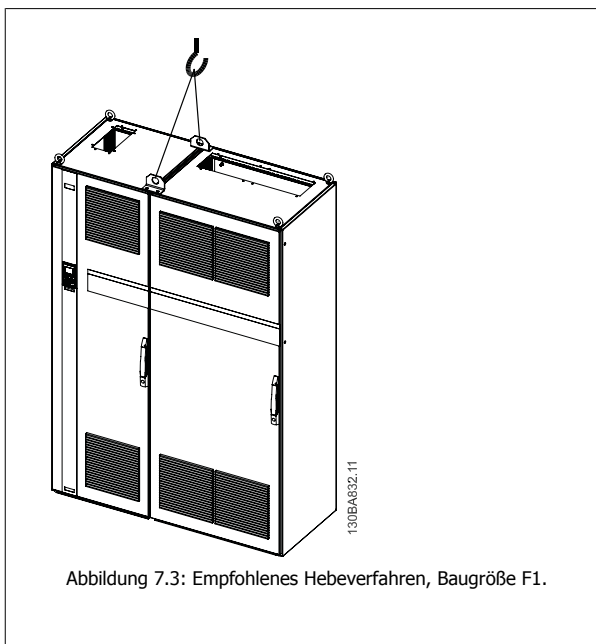


Abbildung 7.3: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F1.

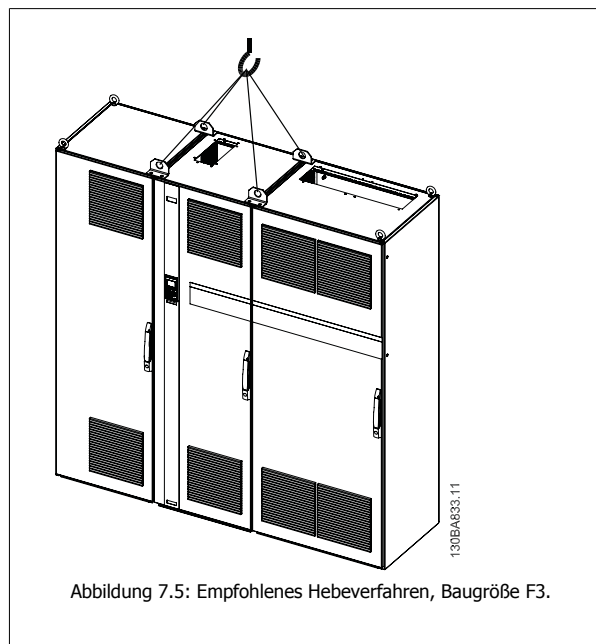


Abbildung 7.5: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F3.

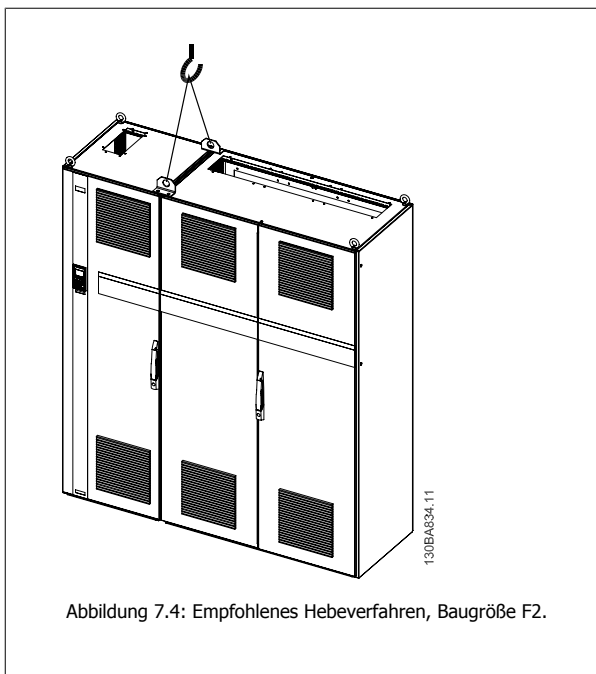


Abbildung 7.4: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F2.

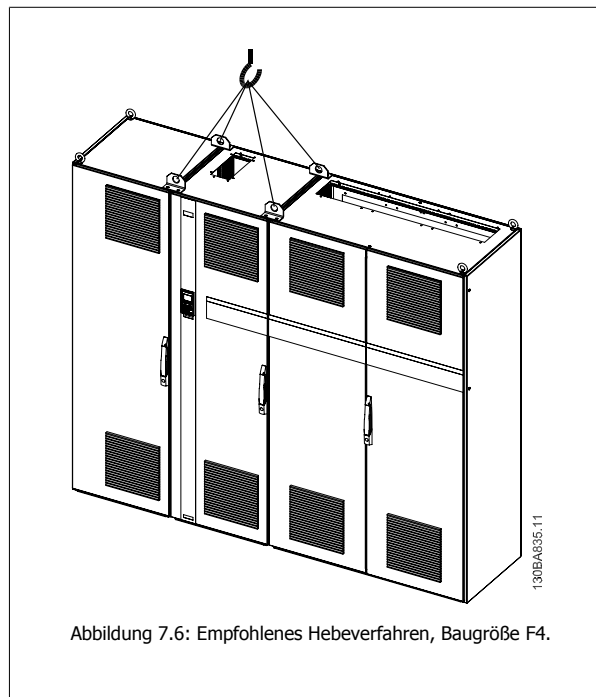


Abbildung 7.6: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F4.

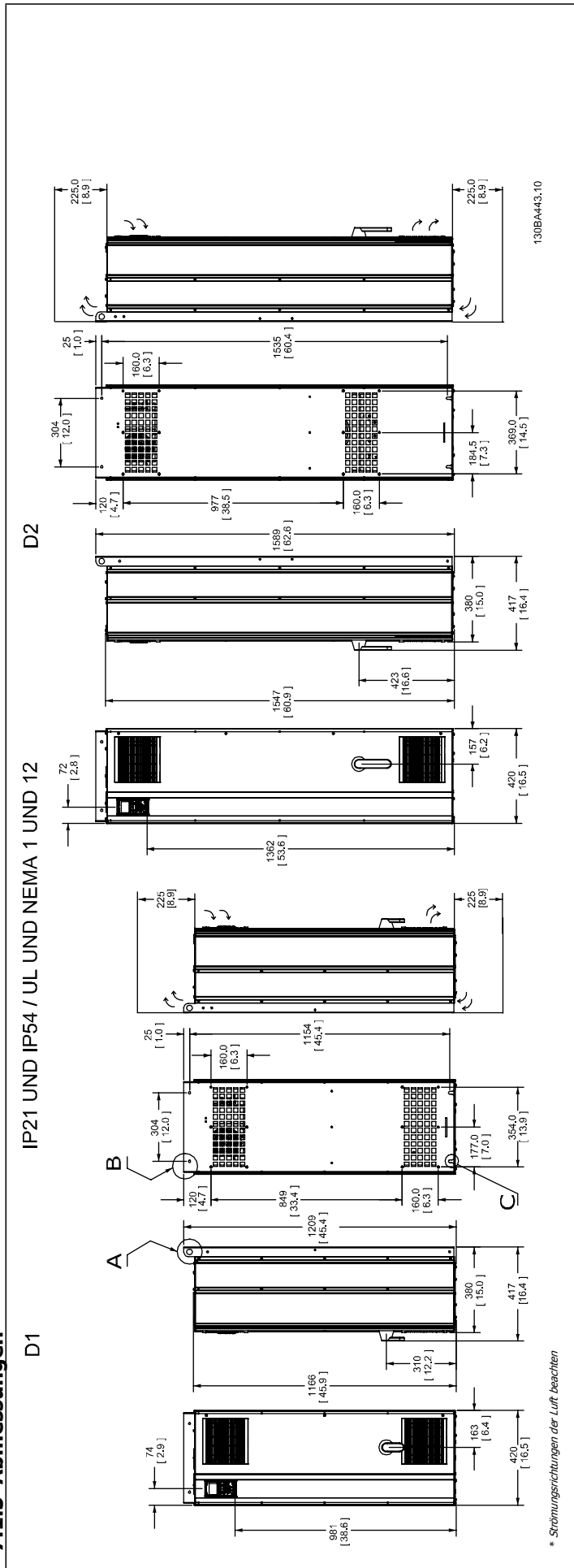
7



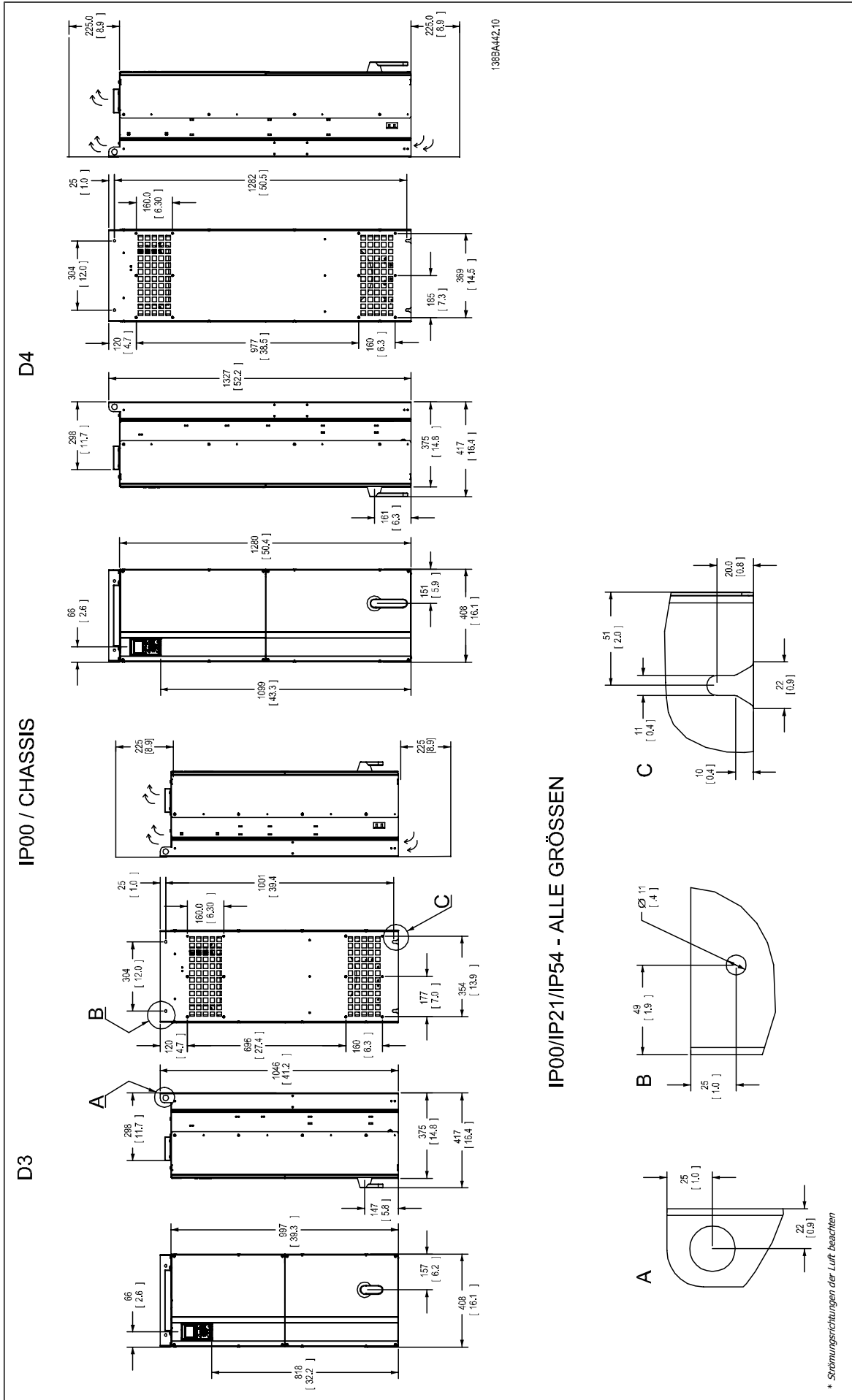
ACHTUNG!

Der Sockel ist zusammen mit dem Frequenzumrichter verpackt, während der Lieferung jedoch von den F1-F4-Gehäusen getrennt. Um eine ordnungsgemäße Kühlung sicherzustellen, muss der Sockel einen Luftstrom zum Frequenzumrichter ermöglichen. Am endgültigen Installationsort die F-Gehäuse auf dem Sockel platzieren. Der Winkel zwischen Oberseite des Frequenzumrichters und dem Hubseil muss mindestens 60 Grad betragen.

7.1.5 Abmessungen



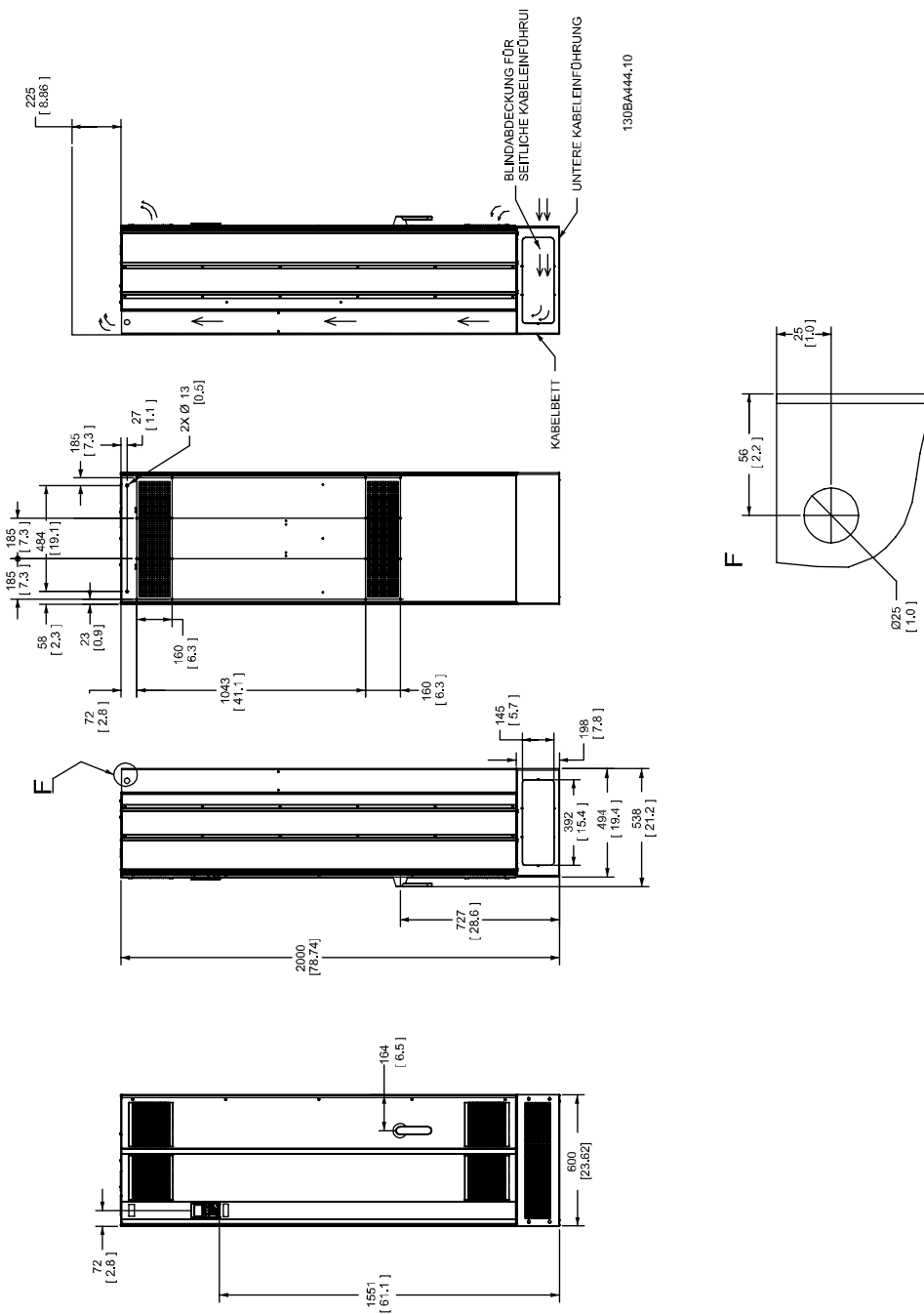
* Strömungsrichtungen der Luft beachten



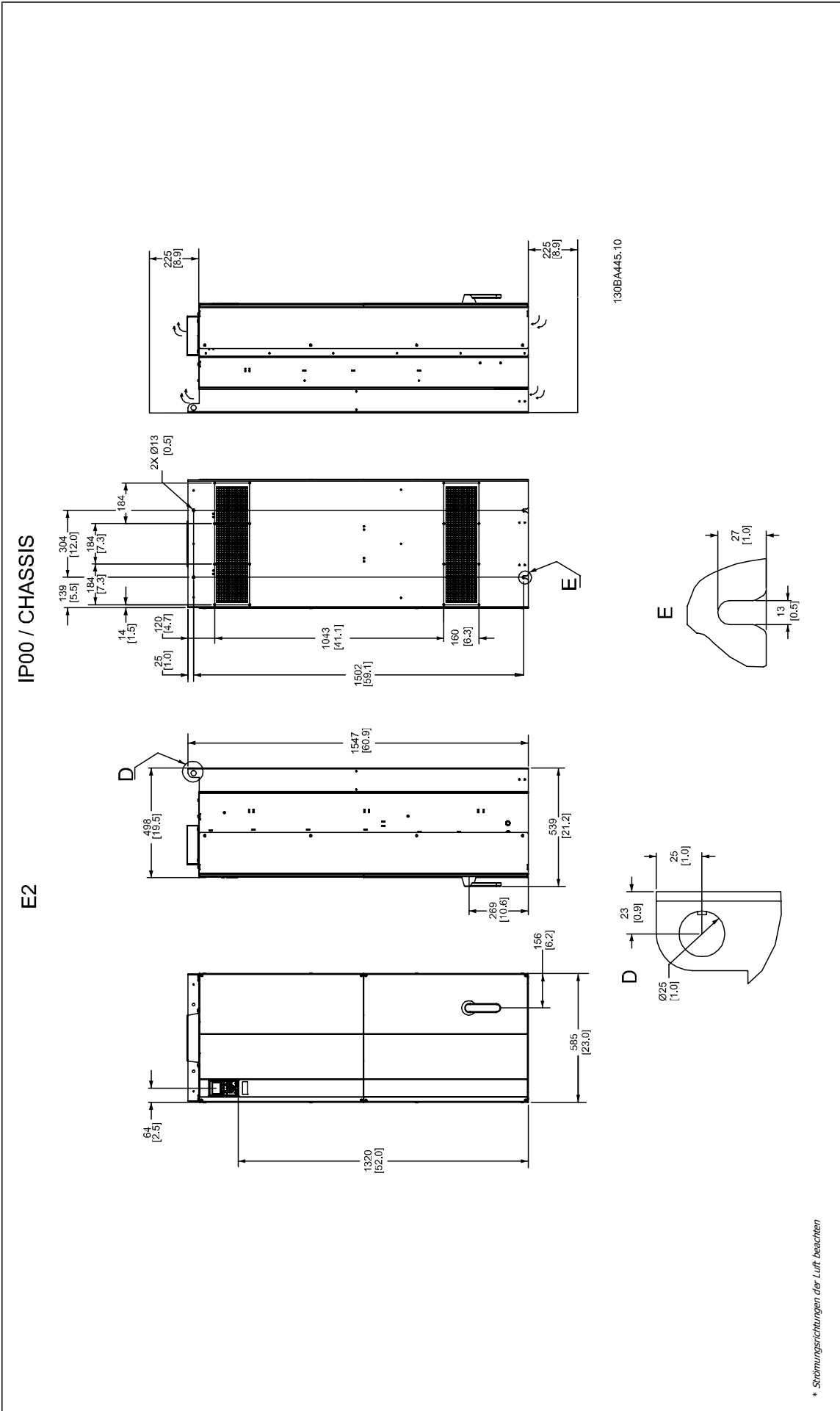
7

IP21 UND IP54 / UL UND NEMA 1 UND 12

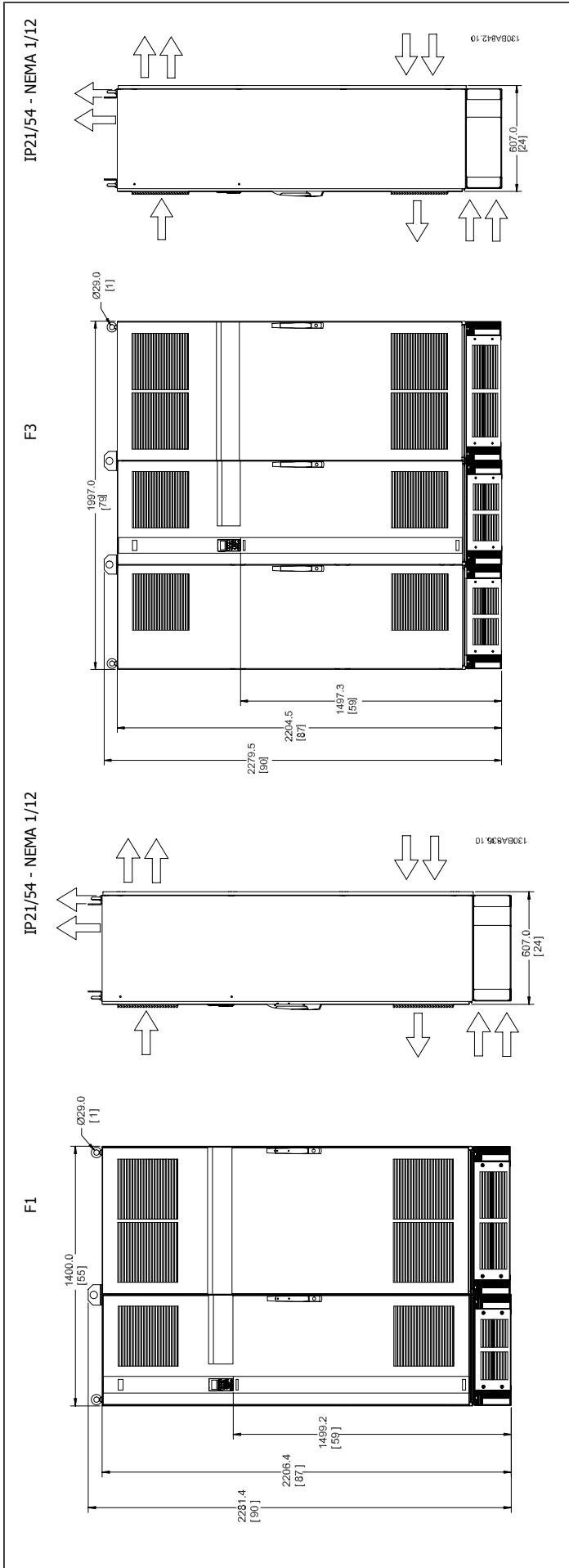
E1

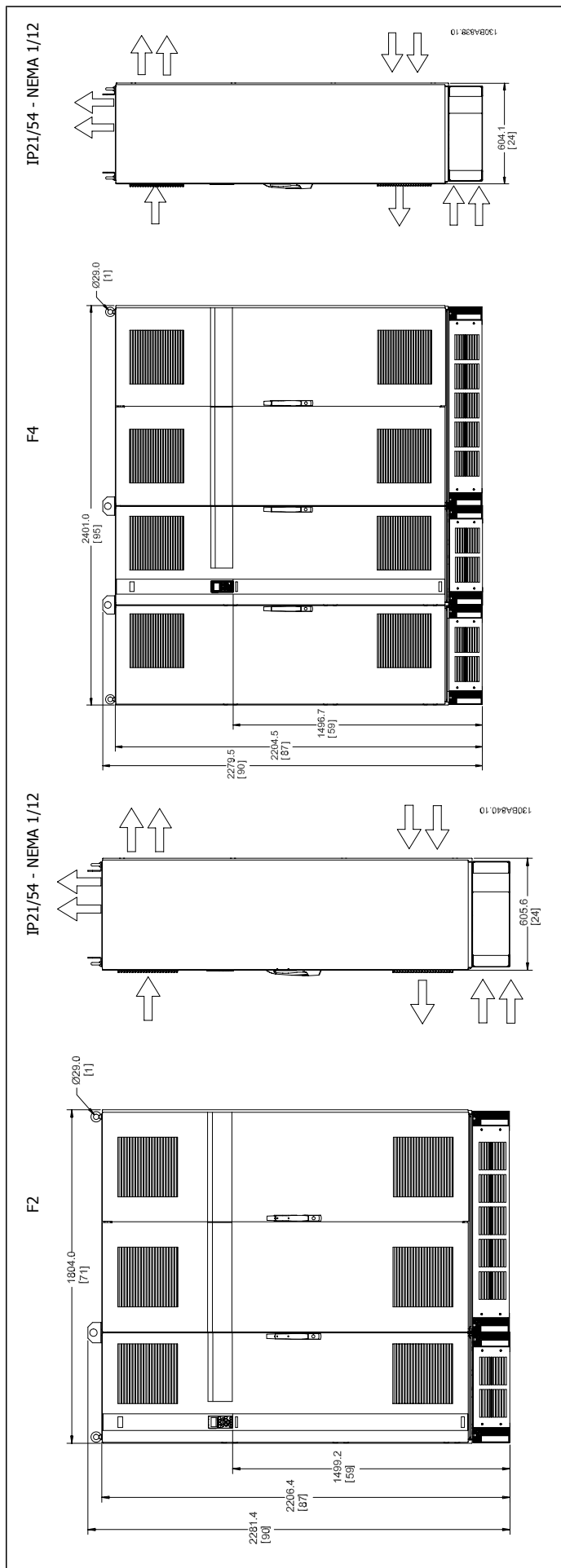


* Strömungsrichtungen der Luft beachten



7





Abmessungen , Baugröße D							
Baugröße		D1		D2		D3	D4
		90 - 110 kW (380 - 500 V) 37 - 132 kW (525-690 V)		132 - 200 kW (380 - 500 V) 160 - 315 kW (525-690 V)		90 - 110 kW (380 - 500 V) 37 - 132 kW (525-690 V)	132 - 200 kW (380 - 500 V) 160 - 315 kW (525-690 V)
IP NEMA		21 NEMA 1	54 NEMA 12	21 NEMA 1	54 NEMA 12	00 Chassis	00 Chassis
Transportmaße	Höhe	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm
	Breite	1730 mm	1730 mm	1730 mm	1730 mm	1220 mm	1490 mm
	Tiefe	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm
FU-Abmessungen	Höhe	1209 mm	1209 mm	1589 mm	1589 mm	1046 mm	1327 mm
	Breite	420 mm	420 mm	420 mm	420 mm	408 mm	408 mm
	Tiefe	380 mm	380 mm	380 mm	380 mm	375 mm	375 mm
	Max. Gewicht	104 kg	104 kg	151 kg	151 kg	91 kg	138 kg

Abmessungen, Baugrößen E und F							
Baugröße		E1	E2	F1	F2	F3	F4
		250 - 400 kW (380 - 500 V) 355 - 560 kW (525-690 V)	250 - 400 kW (380 - 500 V) 355 - 560 kW (525-690 V)	450 - 630 kW (380 - 500 V) 630 - 800 kW (525-690 V)	710 - 800 kW (380 - 500 V) 900 - 1000 kW (525-690 V)	450 - 630 kW (380 - 500 V) 630 - 800 kW (525-690 V)	710 - 800 kW (380 - 500 V) 900 - 1000 kW (525-690 V)
IP NEMA		21, 54 NEMA 12	00 Chassis	21, 54 NEMA 12	21, 54 NEMA 12	21, 54 NEMA 12	21, 54 NEMA 12
Transportmaße	Höhe	840 mm	831 mm	2324 mm	2324 mm	2324 mm	2324 mm
	Breite	2197 mm	1705 mm	1569 mm	1962 mm	2159 mm	2559 mm
	Tiefe	736 mm	736 mm	927 mm	927 mm	927 mm	927 mm
FU-Abmessungen	Höhe	2000 mm	1547 mm	2204	2204	2204	2204
	Breite	600 mm	585 mm	1400	1800	2000	2400
	Tiefe	494 mm	498 mm	606	606	606	606
	Max. Gewicht	313 kg	277 kg	1004	1246	1299	1541

7

7.2 Mechanische Installation

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.

7.2.1 Benötigte Werkzeuge

Für die mechanische Installation werden die folgenden Werkzeuge benötigt:

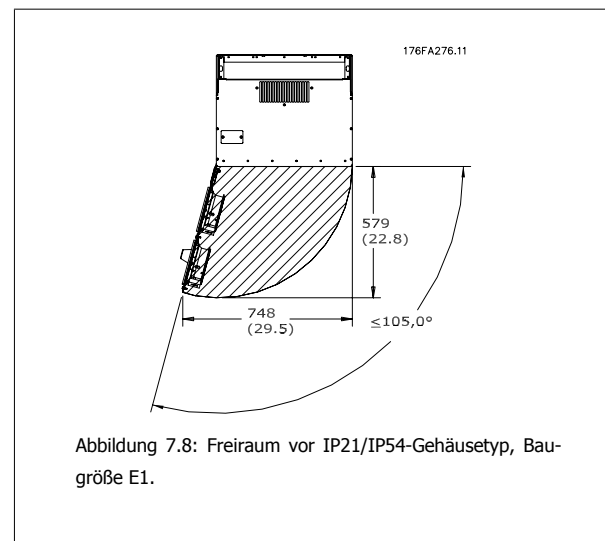
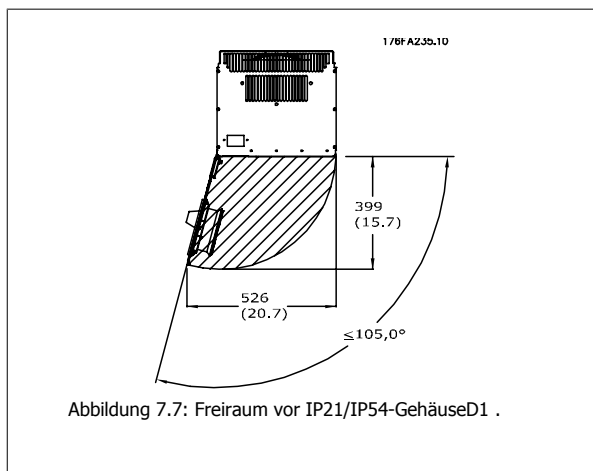
- Bohrer mit 10 oder 12 mm Bohrerersatz
- Maßband
- Schraubenschlüssel mit Stecknüssen 7-17 mm
- Schlüsselverlängerungen
- Blechstanze für Durchführungen oder Kabelverschraubungen in IP21/NEMA 1- und IP54-Geräten
- Hebetrasse zum Heben des Geräts (Stange oder Rohr mit \varnothing 25 mm) mit einer Hebekapazität von mindestens 400 kg.
- Kran oder anderes Hebezeug, um den Frequenzumrichter an seine Position zu setzen
- Ein Torxschraubendreher T50 zum Einbau der Geräte E1 in Ausführungen mit Schutzart IP21 und IP54.

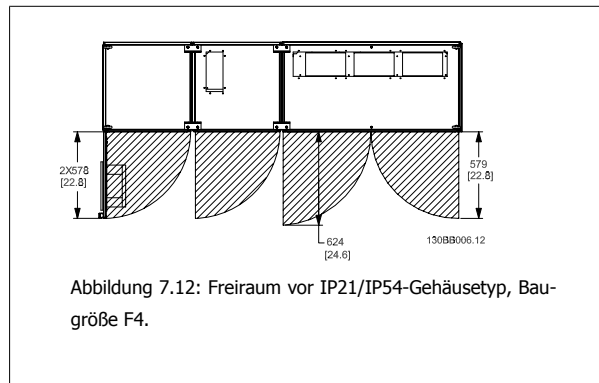
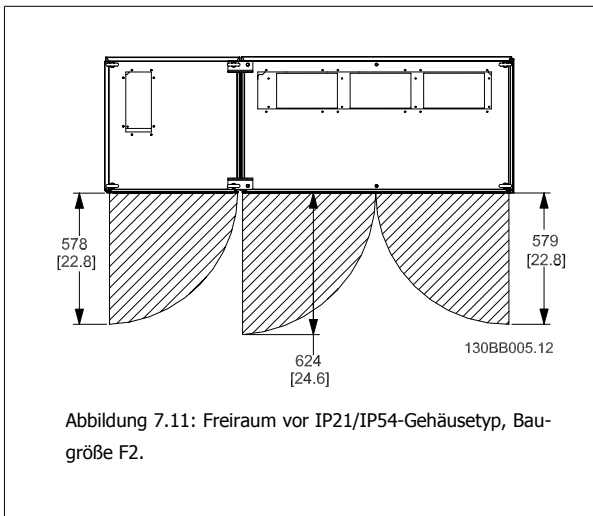
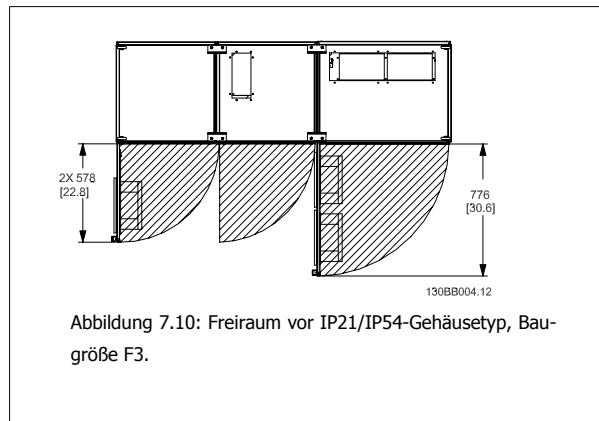
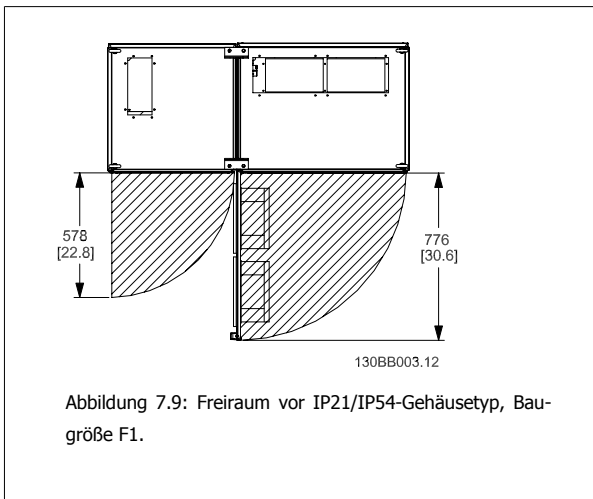
7

7.2.2 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.





7

ACHTUNG!
 Luftströmungsrichtung, siehe *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.

7.2.3 Klemmenpositionen - Baugröße D

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

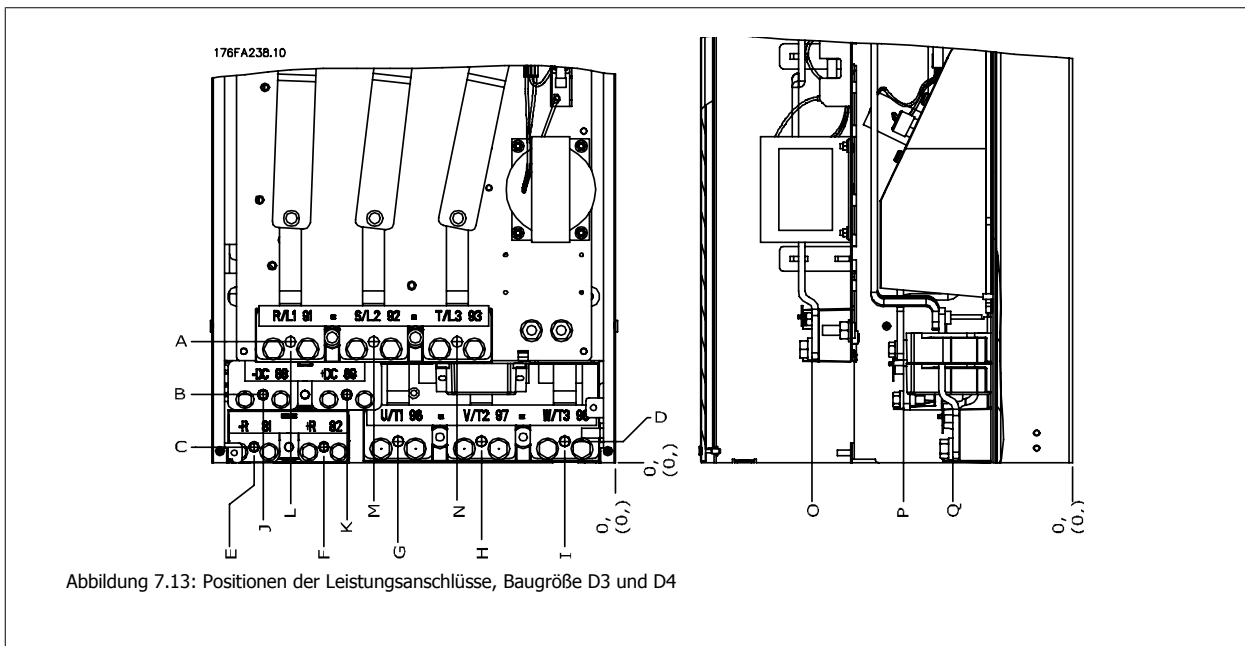


Abbildung 7.13: Positionen der Leistungsanschlüsse, Baugröße D3 und D4

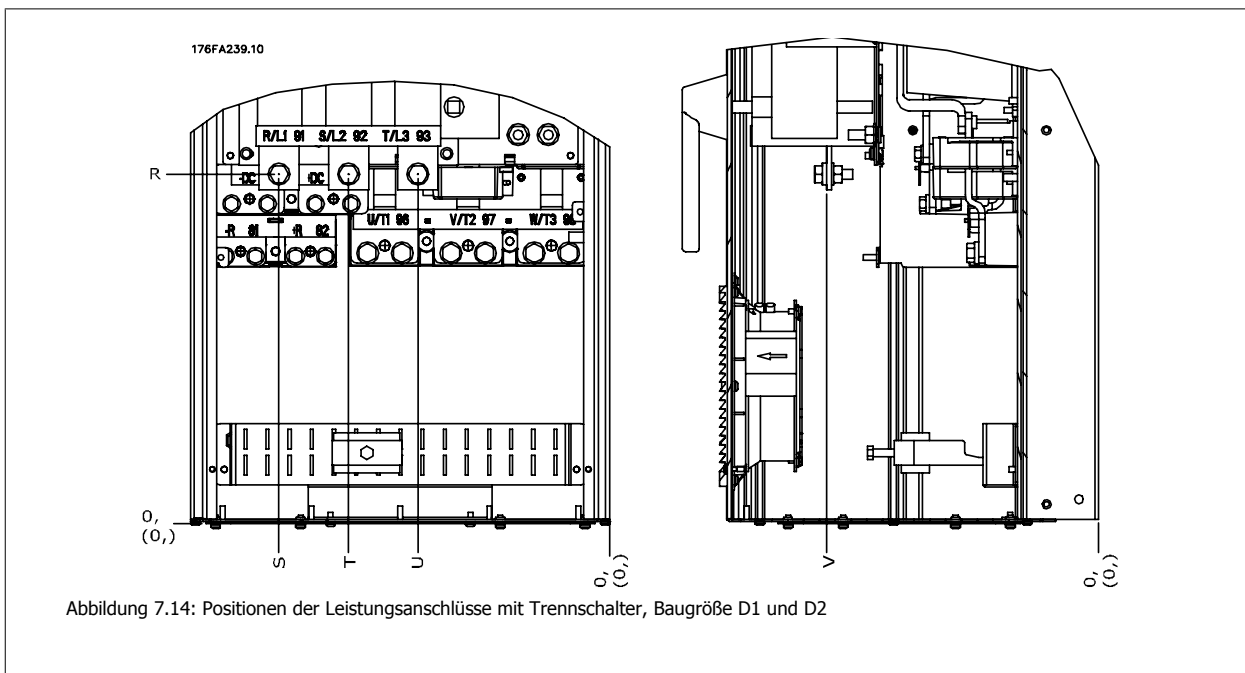



Abbildung 7.14: Positionen der Leistungsanschlüsse mit Trennschalter, Baugröße D1 und D2

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

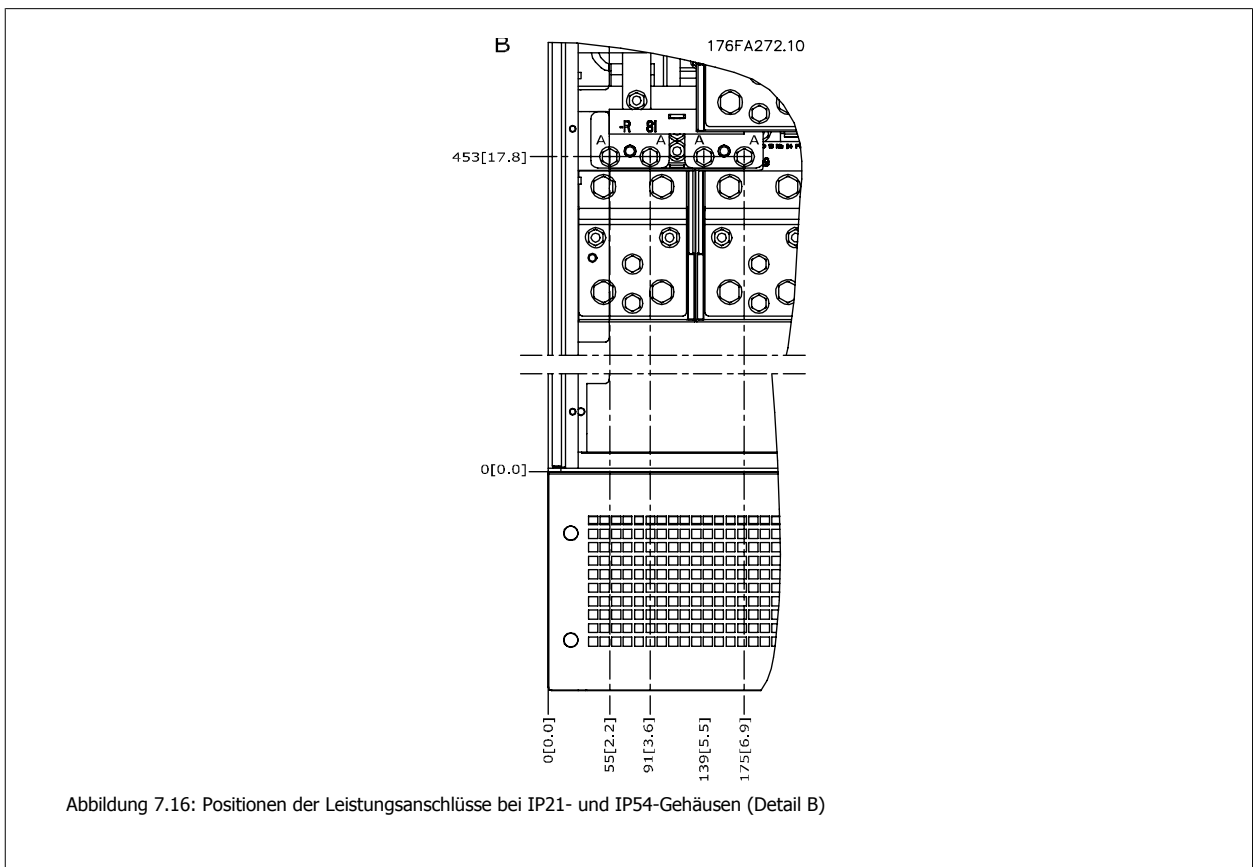
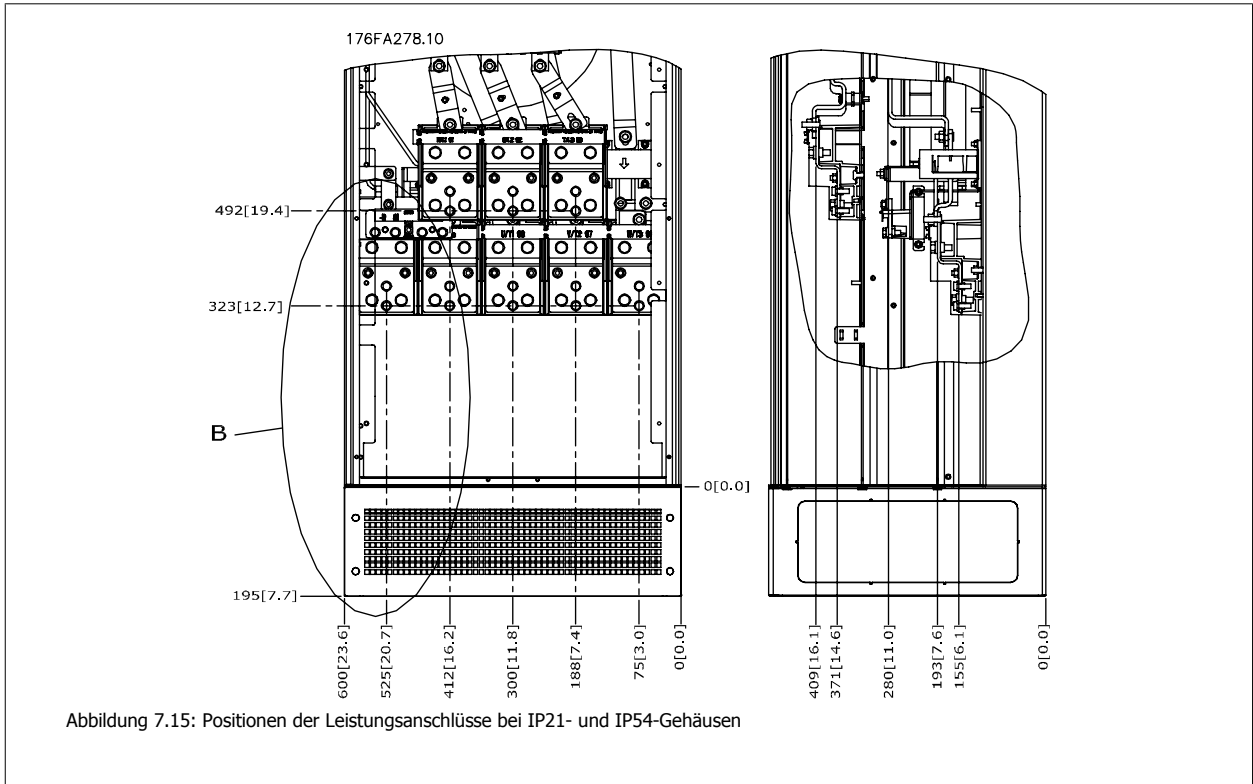
	IP21 (NEMA 1) / IP54 (NEMA 12)		IP00/Chassis	
	Baugröße D1	Baugröße D2	Baugröße D3	Baugröße D4
A	277	379	119	122
B	227	326	68	68
C	173	273	15	16
D	179	279	20,7	22
E	370	370	363	363
F	300	300	293	293
G	222	226	215	218
H	139	142	131	135
I	55	59	48	51
J	354	361	347	354
K	284	277	277	270
L	334	334	326	326
M	250	250	243	243
N	167	167	159	159
O	261	260	261	261
P	170	169	170	170
Q	120	120	120	120
R	256	350	98	93
S	308	332	301	324
T	252	262	245	255
U	196	192	189	185
V	260	273	260	273

Tabelle 7.1: Kabelpositionen entsprechen den obigen Zeichnungen: Abmessungen in mm

7.2.4 Klemmenpositionen - Baugröße E

Klemmenpositionen - E1

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



7

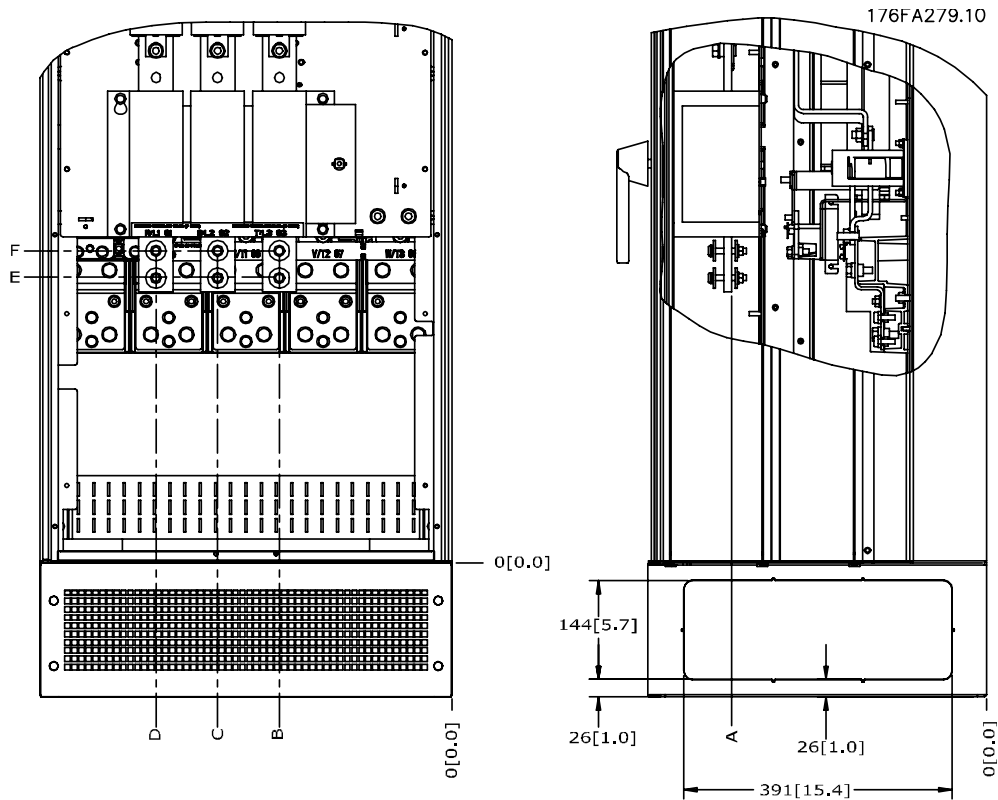
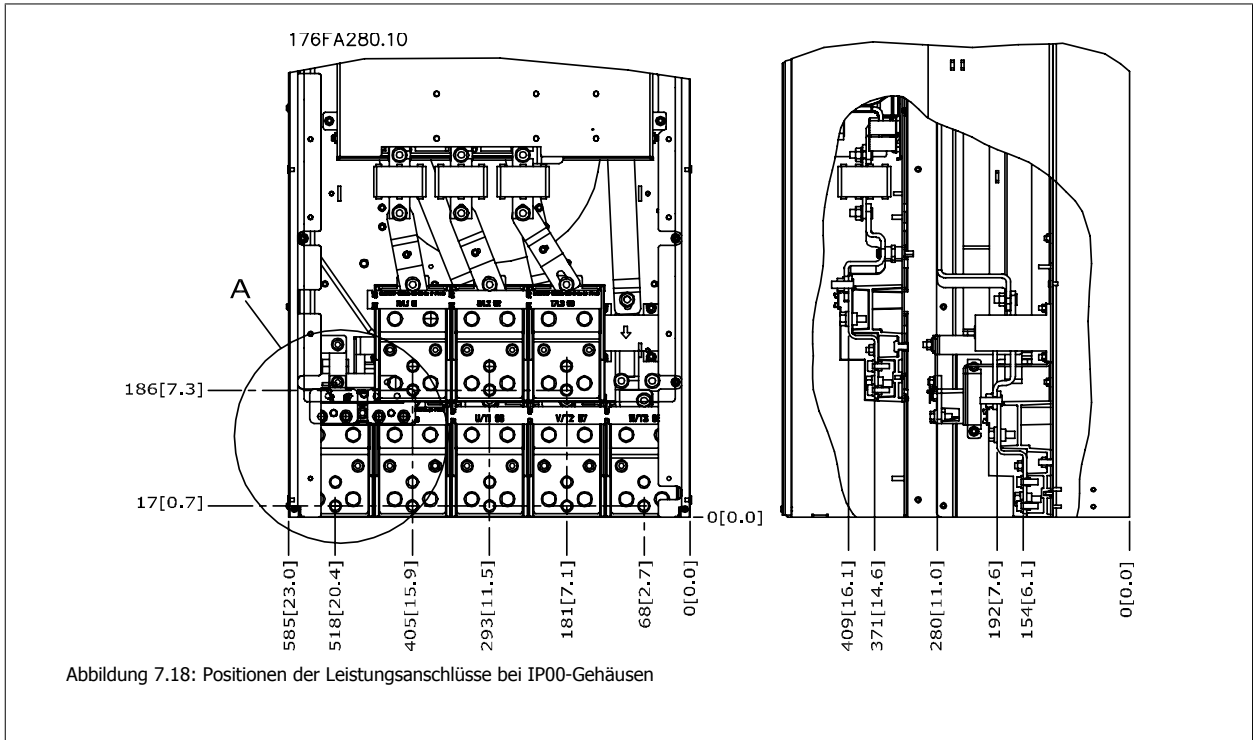


Abbildung 7.17: Positionen der Leistungsanschlüsse für Trennschalter bei IP21- und IP54-Gehäusen

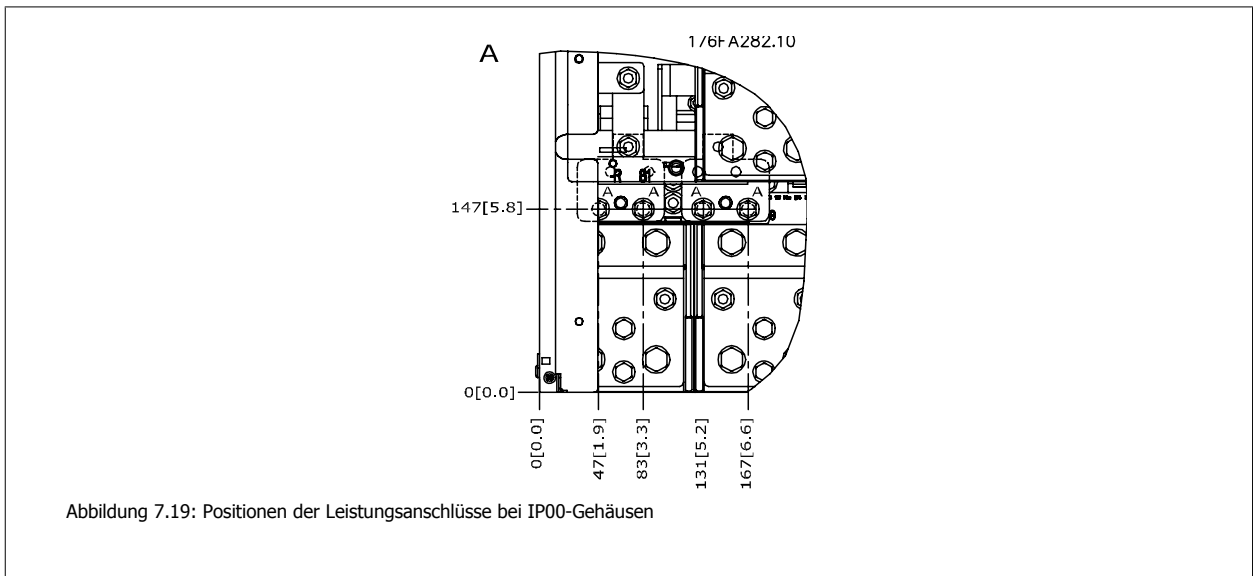
Baugröße	GERÄTETYP	ABMESSUNG FÜR TRENNSCHALTERKLEMME					
E1	IP54/IP21 UL UND NEMA1/NEMA12						
	250/315 kW (400 V) UND 355/450-500/630 kW (690 V)	381	253	253	431	562	-
	315/355-400/450 kW (400 V)	371	371	341	431	431	455

Klemmenpositionen - E2

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



7



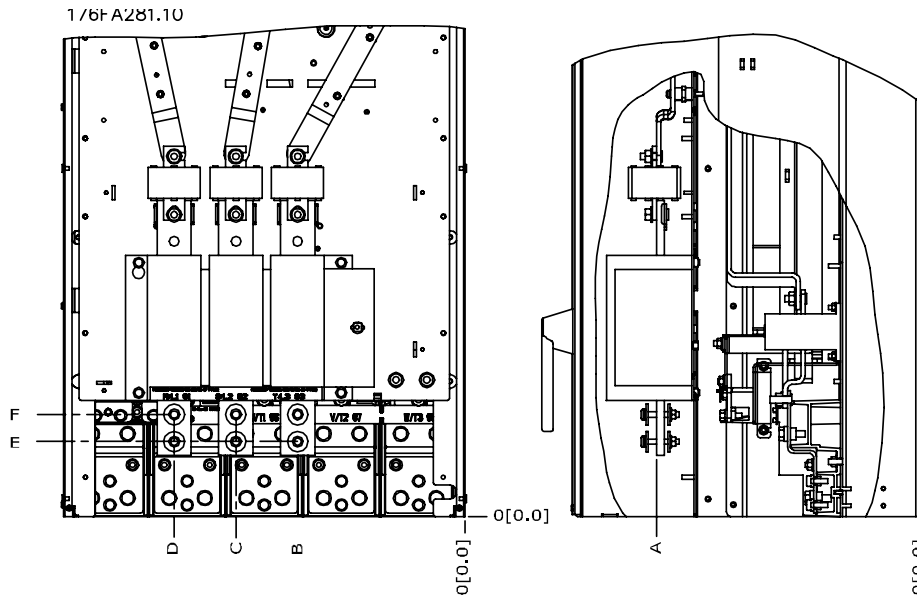


Abbildung 7.20: Positionen der Leistungsanschlüsse für Trennschalter bei IP00-Gehäusen

7

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 Standardkastenklemme angeschlossen werden. Erde wird an den entsprechenden Terminierungsanschluss im Frequenzumrichter angeschlossen.

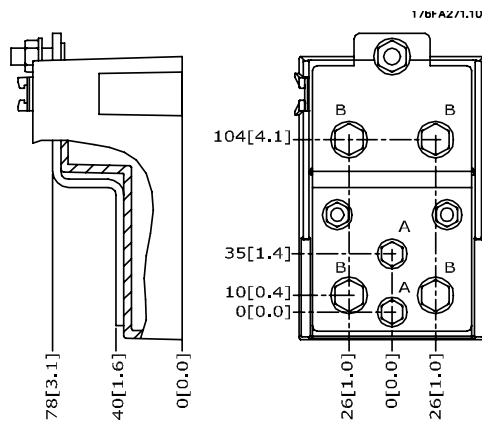


Abbildung 7.21: Detailansicht einer Klemme



ACHTUNG!

Leistungsanschlüsse sind an Position A oder B möglich.

Baugröße	GERÄTETYP	ABMESSUNG FÜR TRENN SCHALTERKLEMME					
	IP00/CHASSIS	A	B	C	D	E	F
E2	250/315 kW (400 V) UND 355/450-500/630 kW (690 V)	381	245	334	423	256	-
	315/355-400/450 kW (400 V)	383	244	334	424	109	149

7.2.5 Klemmenpositionen - Baugröße F



ACHTUNG!

Die Gehäuse F sind in vier verschiedenen Größen erhältlich: F1, F2, F3 und F4. Die Gehäuse F1 und F2 verfügen auf der rechten Seite über einen Wechselrichter- und auf der linken Seite über einen Gleichrichterschrank. Die Gehäuse F3 und F4 verfügen links vom Gleichrichterschrank zusätzlich über einen Optionsschrank. Bei Gehäuse F3 handelt es sich um ein Gehäuse F1 mit einem zusätzlichen Optionsschrank. Bei Gehäuse F4 handelt es sich um ein Gehäuse F2Gerät 62 mit einem zusätzlichen Optionsschrank.

Klemmenpositionen - Baugröße F1 und F3

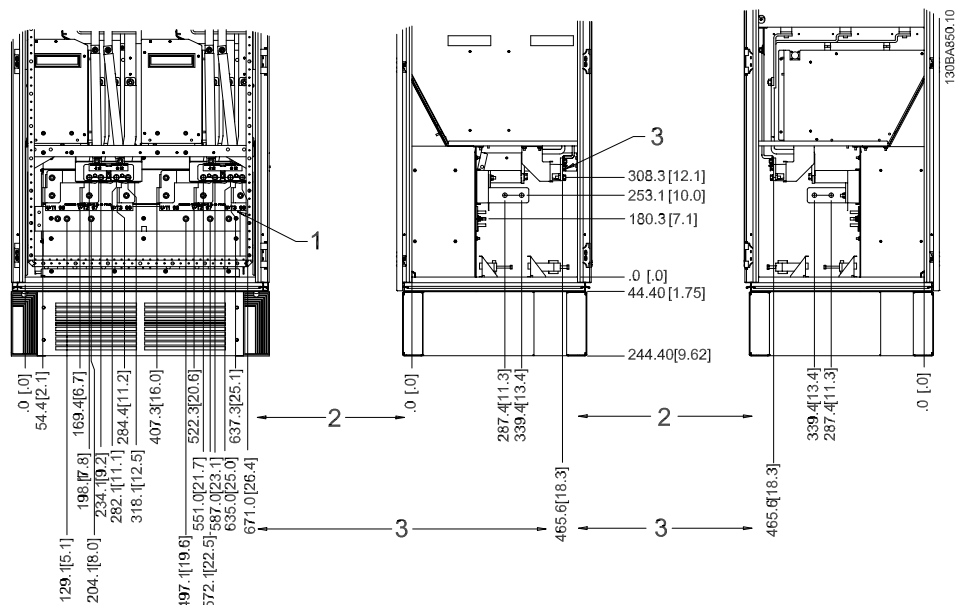
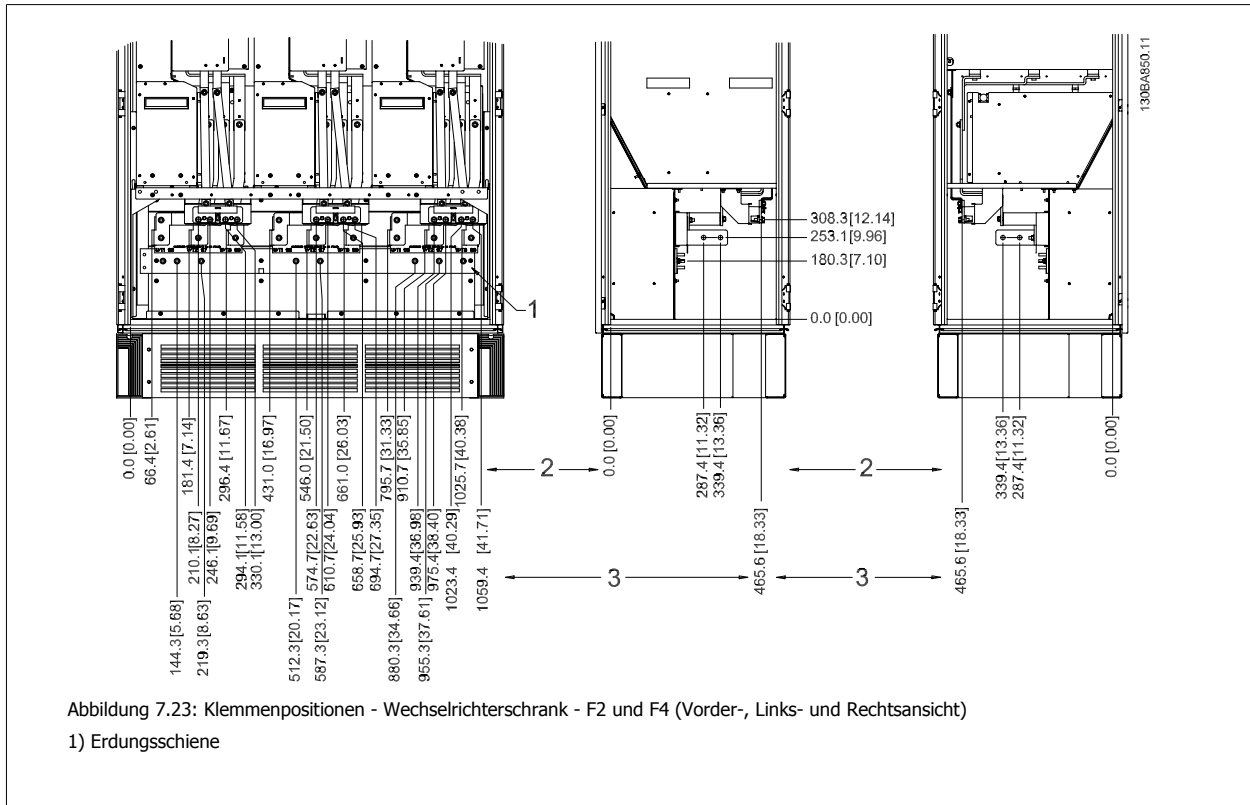


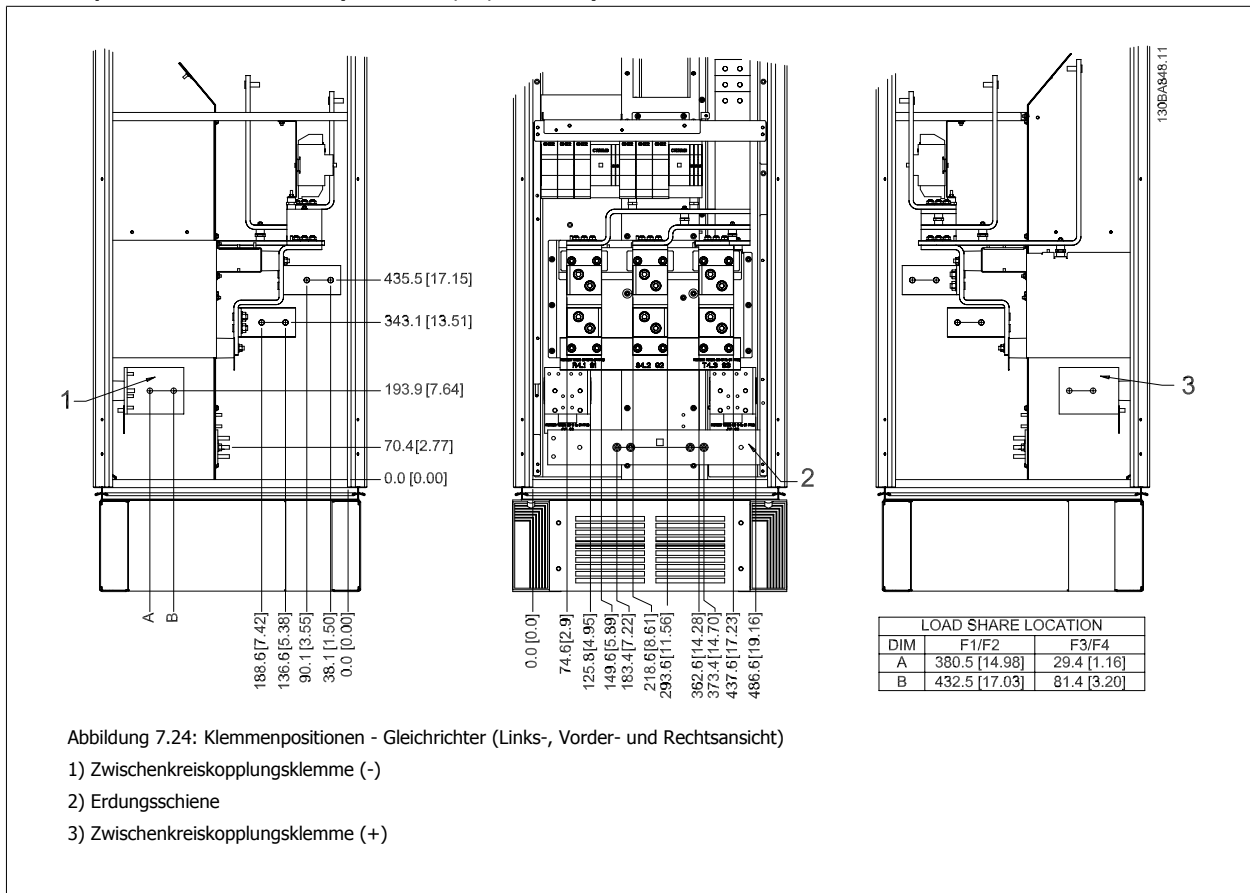
Abbildung 7.22: Klemmenpositionen - Wechselrichterschrank - F1 und F3 (Vorder-, Links- und Rechtsansicht)

- 1) Erdungsschiene
- 2) Motorklemmen
- 3) Bremsklemmen

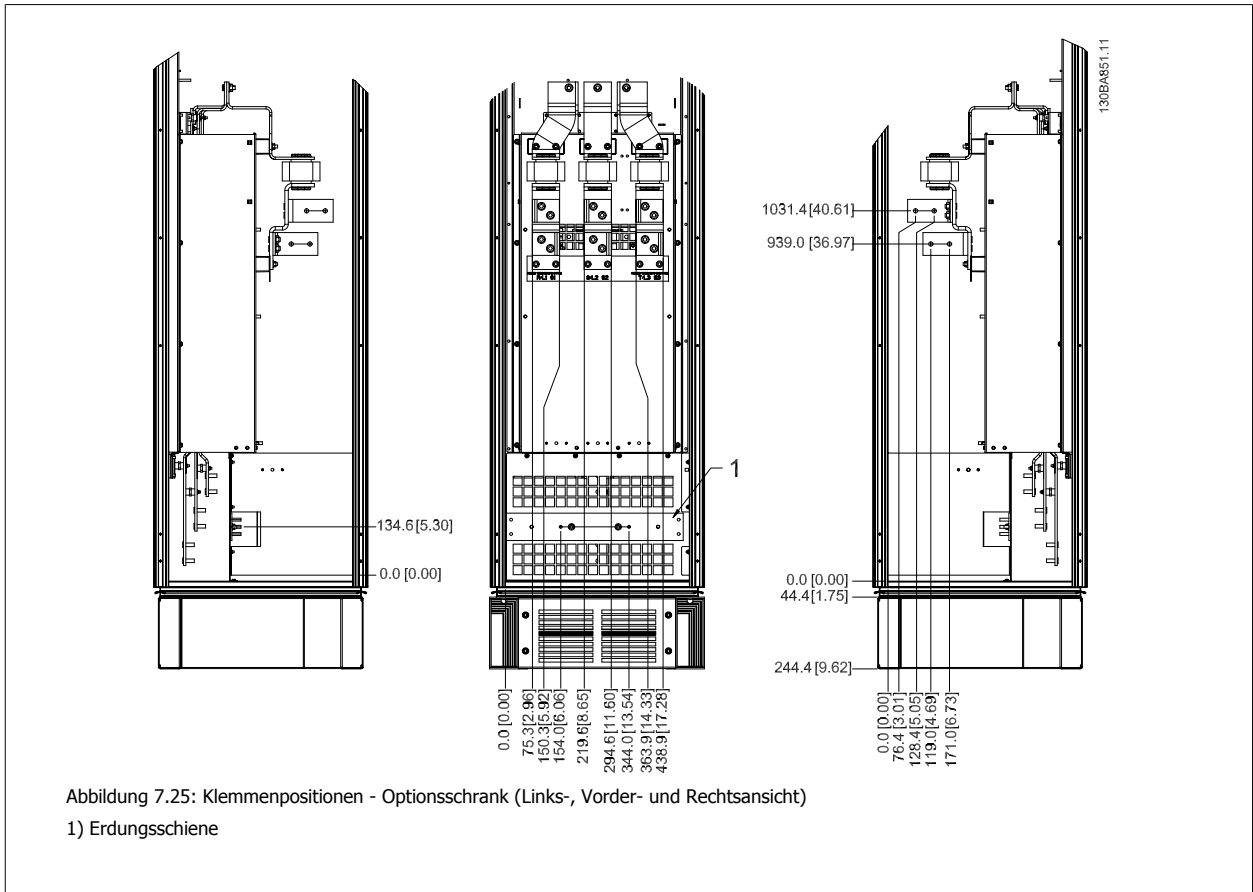
Klemmenpositionen - Baugröße F2 und F4



Klemmenpositionen - Gleichrichter (Gehäuse F1, F2, F3 und F4)

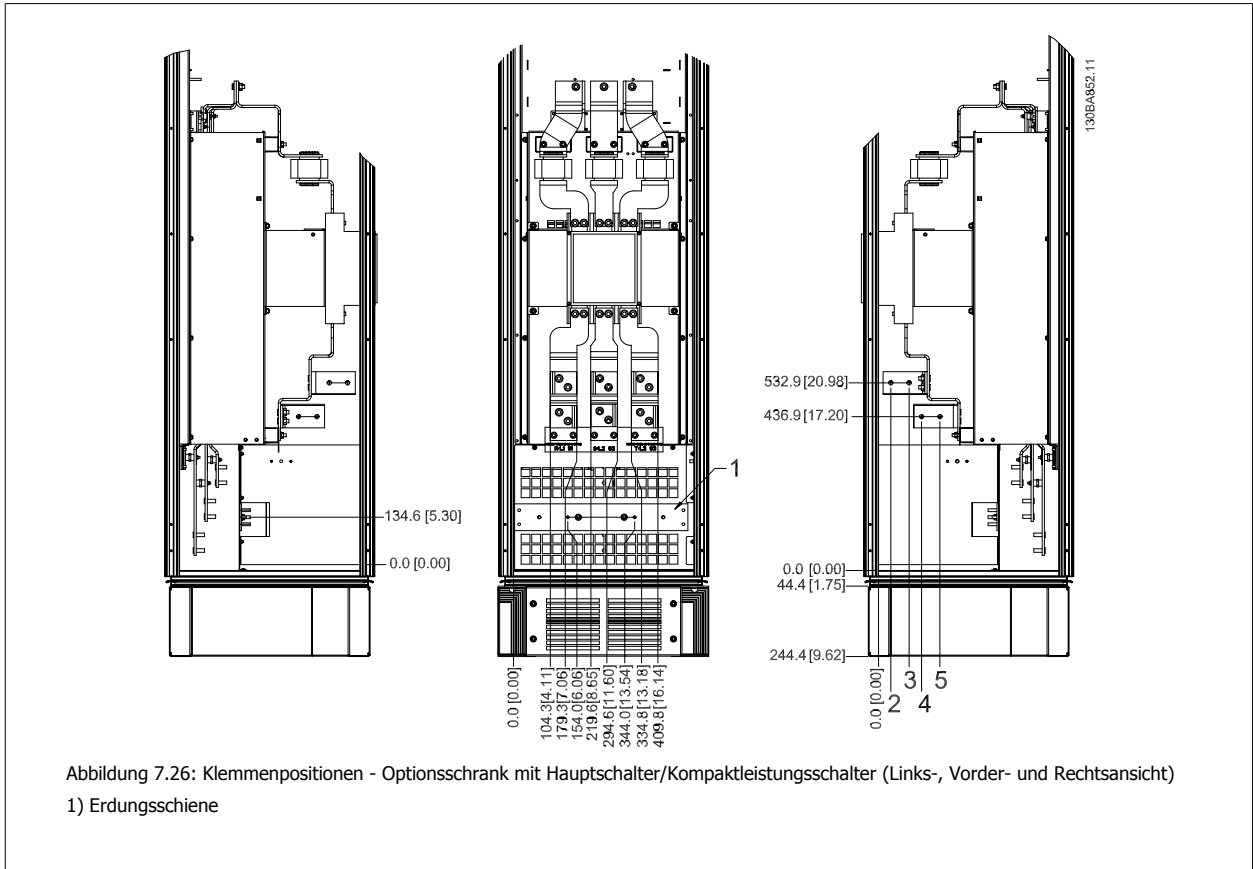


Klemmenpositionen - Optionsschrank (Gehäuse F3 und F4)



7

Klemmenpositionen - Optionsschrank mit Hauptschalter/Kompaktleistungsschalter (Gehäuse F3 und F4)



7.2.6 Kühlung und Luftströmung

Kühlung

Für Kühlung kann auf unterschiedliche Weise gesorgt werden: Über die Kühlkanäle unten und oben im Gerät, über Luftein- und -auslass hinten im Gerät oder durch Kombination der 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 des rückseitigen Kühlkanals zu optimieren. Die Luft aus dem oberen Bereich des Gehäuses kann nach außen geleitet werden, sodass die ausgetretene Wärme aus dem rückseitigen Kanal nicht in die Schaltzentrale gelangt und eine geringere Klimaanlageleistung erforderlich ist.

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

Rückseitige Kühlung

Die Luft aus dem rückseitigen Kanal kann auch über die Rückseite eines Rittal TS8-Schaltschranks entlüftet werden. In diesem Fall kann über den rückseitigen Kanal Luft aus dem Außenbereich transportiert und die ausgetretene Wärme nach außen abgegeben werden, sodass eine geringere Klimaanlageleistung erforderlich ist.



ACHTUNG!

Im Rittal-Schaltschrank ist ein Türlüfter erforderlich, um die ausgetretene Wärme außerhalb des rückseitigen Kanals abzuleiten. Der Mindestluftstrom durch den Türlüfter liegt bei den Gehäusen D3 und D4 bei 391 m³/h. Für das Gehäuse E2 liegt der Mindestluftstrom bei 782 m³/h. Wenn die Umgebungstemperatur unter dem Maximum liegt oder zusätzliche Komponenten mit Wärmeaustritt in das Gehäuse integriert werden, muss der für die Kühlung des Rittal-Schaltschranks erforderliche Luftstrom berechnet werden.

7

Luftströmung

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

Schutzart	Baugröße	Luftströmung Türlüfter/oberer Lüfter	Luftströmung über Kühlkörper
IP21 / NEMA 1	D1 und D2	170 m ³ /h	765 m ³ /h
IP54/NEMA 12	E1	340 m ³ /h	1444 m ³ /h
IP21 / NEMA 1	F1, F2, F3 und F4	700 m ³ /h*	985 m ³ /h
IP54/NEMA 12	F1, F2, F3 und F4	525 m ³ /h*	985 m ³ /h
IP00/Chassis	D3 und D4	255 m ³ /h	765 m ³ /h
	E2	255 m ³ /h	1444 m ³ /h

* Luftstrom pro Lüfter. Baugrößen F enthalten mehrere Lüfter.

Tabelle 7.2: Luftströmung über Kühlkörper



ACHTUNG!

Ursachen für Lüfteraktivierung:

1. AMA
2. DC-Halten
3. Vormagnetis.
4. DC-Bremse
5. Überschreitung von 60 % des Nennstroms
6. Spezifische Kühlkörpertemperatur überschritten (leistungsgrößenabhängig).

Sobald der Lüfter aktiviert wurde, läuft er mindestens 10 Minuten lang.

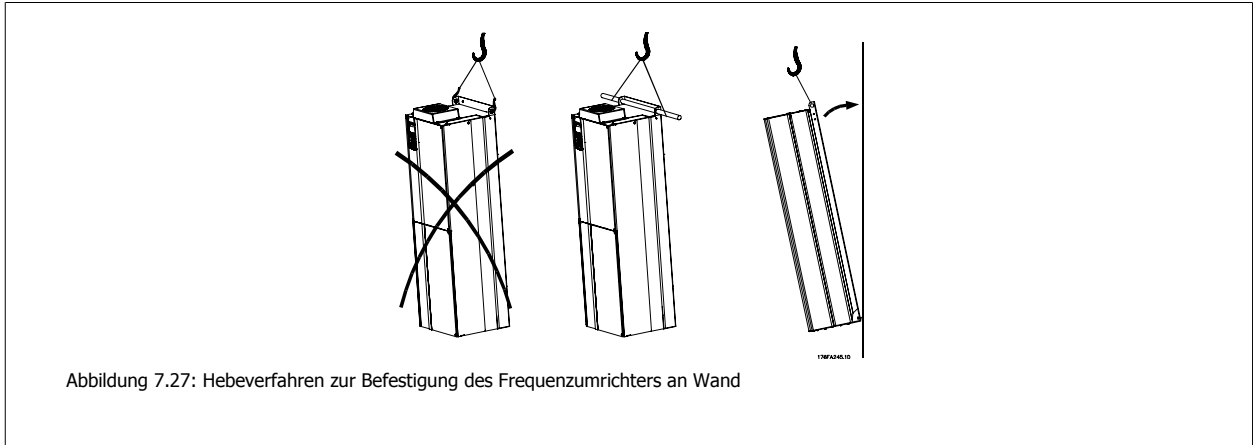
7.2.7 Wandmontage - Geräte mit Schutzart IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Dies gilt nur für Baugrößen D1 und D2 . Der Aufstellungsort des Geräts muss sorgfältig überlegt werden.

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

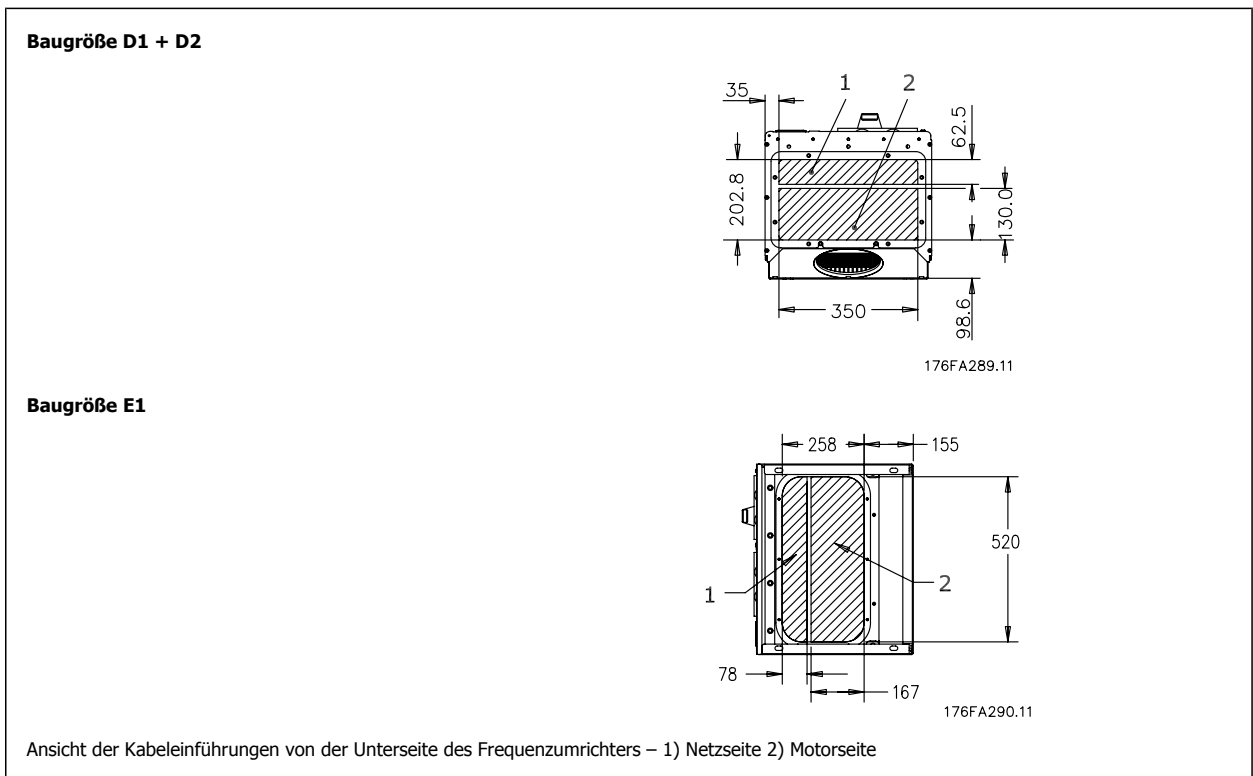
- Freier Platz für Kühlung
- Zugang zum Öffnen der Tür
- Kabeleinführung von unten

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.

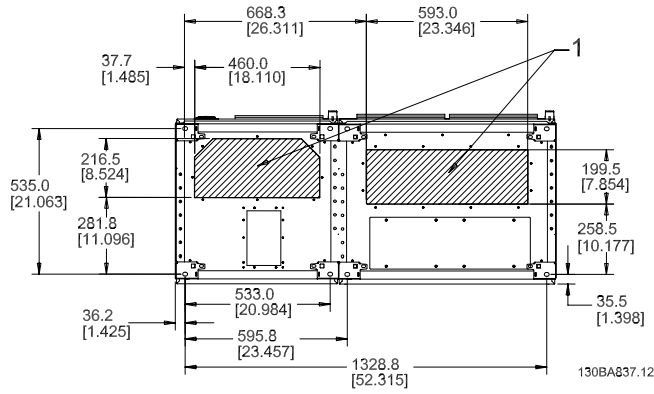


7.2.8 Verschraubung/Kabeleinführung - IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

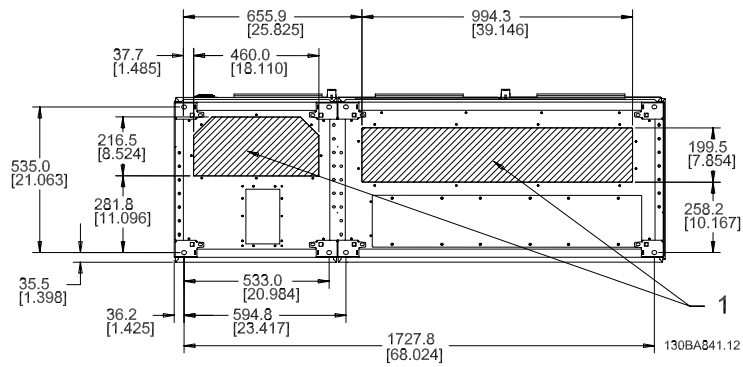
Kabel werden über das Bodenblech angeschlossen. Das Blech abnehmen und die Anbringungen der Einführung der Verschraubungen oder Kabeldurchführungen planen. Löcher im markierten Bereich auf der Zeichnung vorsehen. Das Bodenblech für Kabeleinführung muss am Frequenzumrichter befestigt werden, um den angegebenen Schutzgrad einzuhalten und richtige Kühlung des Geräts sicherzustellen. Wird das Bodenblech nicht befestigt, kann das Gerät abschalten.



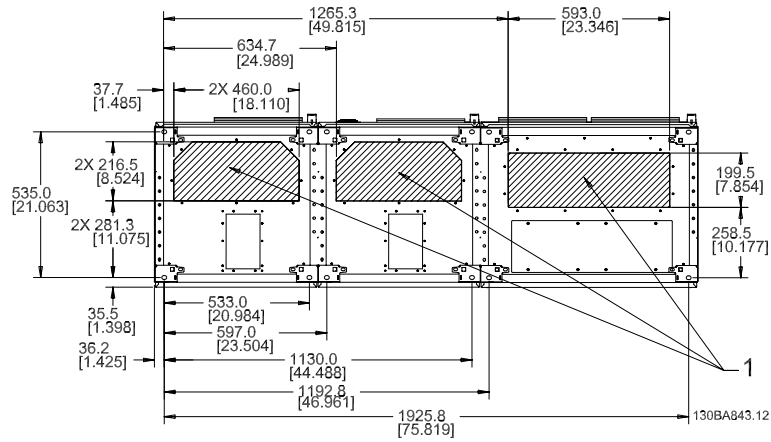
Baugröße F1



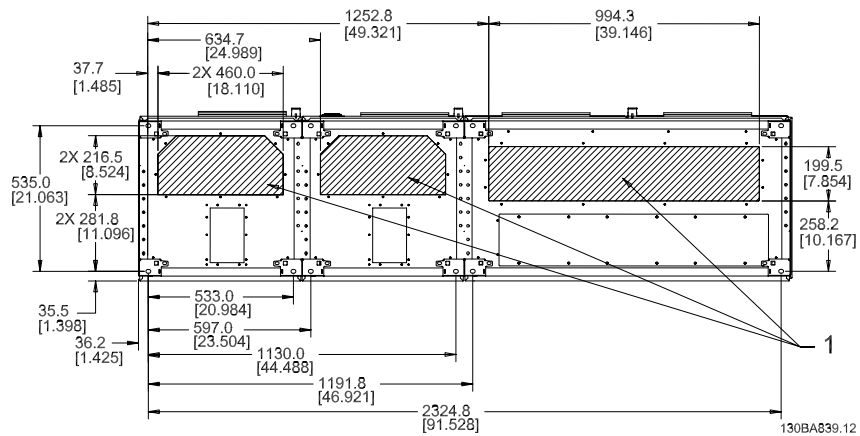
Baugröße F2



Baugröße F3



Baugröße F4



F1-F4: Ansicht der Kabeleinführungen von der Unterseite des Frequenzumrichters – 1) Kabelkanäle in markierten Bereichen platzieren

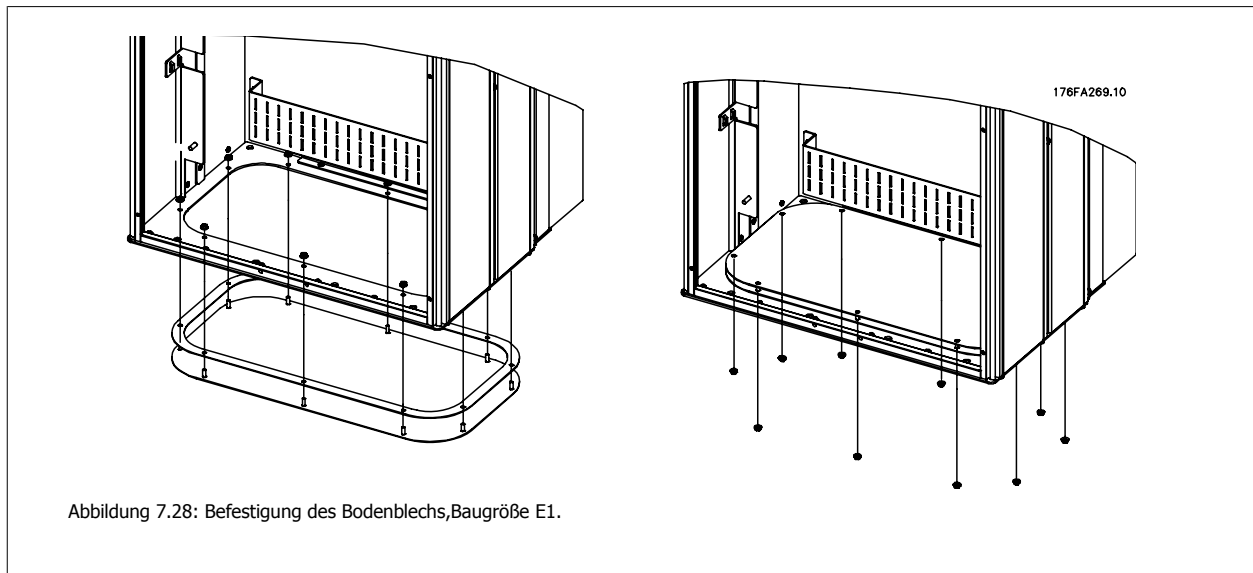


Abbildung 7.28: Befestigung des Bodenblechs, Baugröße E1.

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.

7

7.2.9 IP21-Tropfschutzinstallation (Baugröße D1 und D2)

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.

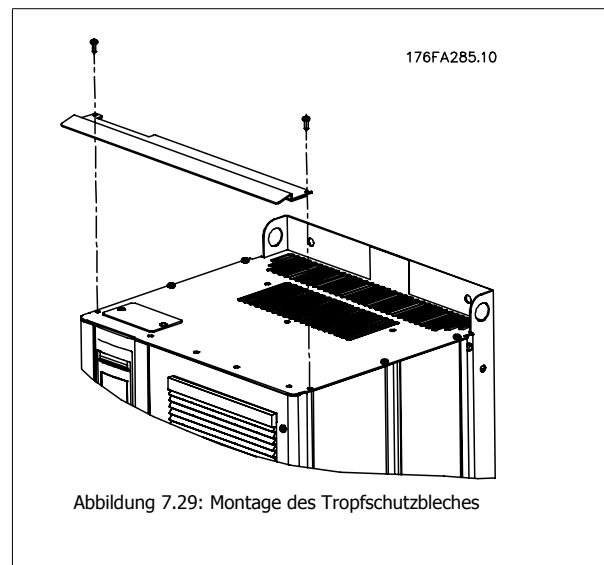


Abbildung 7.29: Montage des Tropfschutzbleches

8 Elektrische Installation

8.1 Anschlüsse - Baugrößen A, B und C



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 Vaselinefett beseitigt und die Verbindung abgedichtet werden.

Außerdem muss die Klemmschraube nach zwei Tagen angezogen werden. Es ist wichtig, dass der Anschluss gasdicht eingefettet ist, um erneute Oxidation zu verhindern.

Anzugsdrehmoment					
Baugröße	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	-		
B2	11 kW	18,5-22 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	1,8 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Masse	2-3 Nm
				Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	4,5 Nm
B3	5,5-7,5 kW	11-15 kW	-	Relais	4,5 Nm
				Masse	0,5-0,6 Nm
				Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	1,8 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
B4	11-15 kW	18,5-30 kW	-	Masse	2-3 Nm
				Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	4,5 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
C1	15-22 kW	30-45 kW	-	Masse	2-3 Nm
				Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	10 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Masse	2-3 Nm
C2	30-37 kW	55-75 kW	-	Netz, Motorkabel	14 Nm (bis 95 mm ²) 24 Nm (über 95 mm ²)
				Zwischenkreiskopplung, Bremskabel	14 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Masse	2-3 Nm
C3	18,5-22 kW	30-37 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	10 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Masse	2-3 Nm
C4	37-45 kW	55-75 kW	-	Netz, Motorkabel	14 Nm (bis 95 mm ²) 24 Nm (über 95 mm ²)
				Zwischenkreiskopplung, Bremskabel	14 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Masse	2-3 Nm

8.1.1 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.

8.1.2 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 PE-Leiter an Klemme 95 an. 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 Netzdrähte an den mitgelieferten Netzanschlusstecker an.
5. Befestigen Sie das Kabel mit den mitgelieferten Halterungen.

8



ACHTUNG!

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



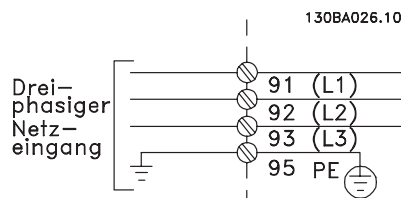
IT-Netz

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.

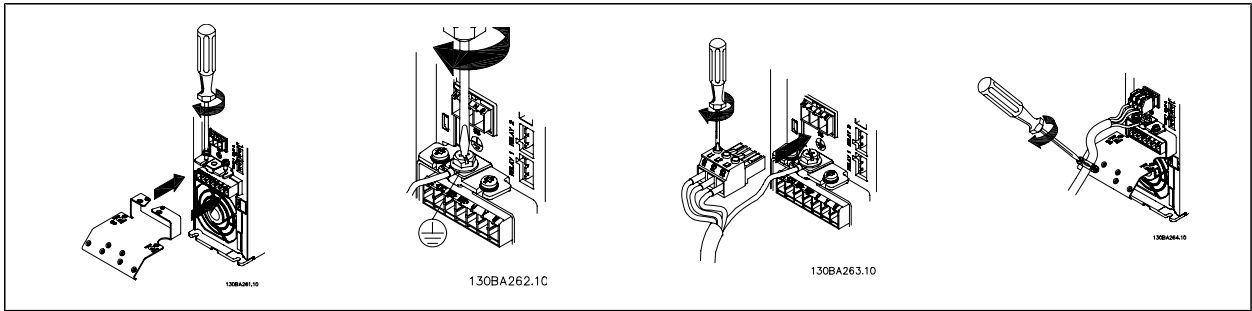


Der Querschnitt des Erdungskabels muss mindestens 10 mm² betragen, oder es müssen zwei getrennt verlegte und gemäß EN 50178 angeschlossene Erdleitungen verwendet werden.

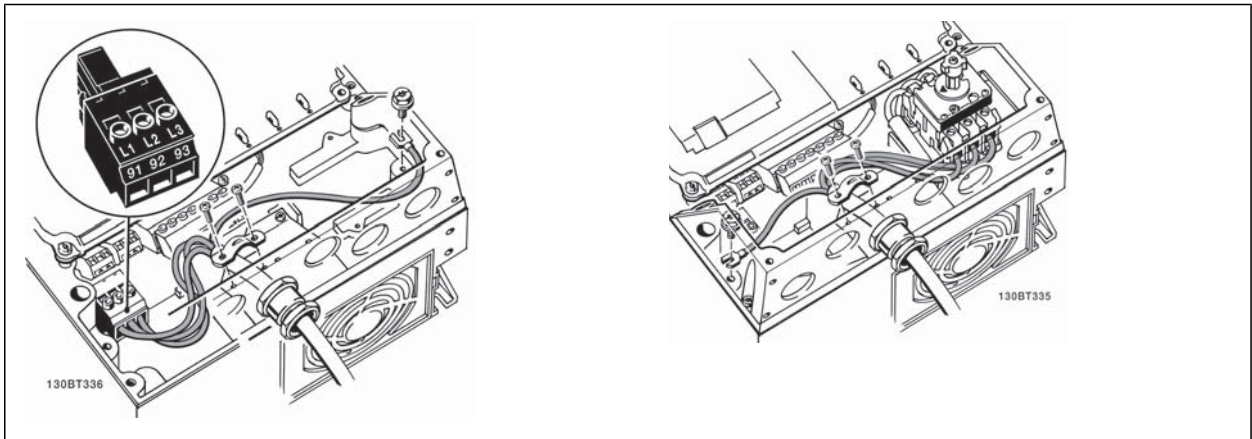
Bei Varianten mit Hauptschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.



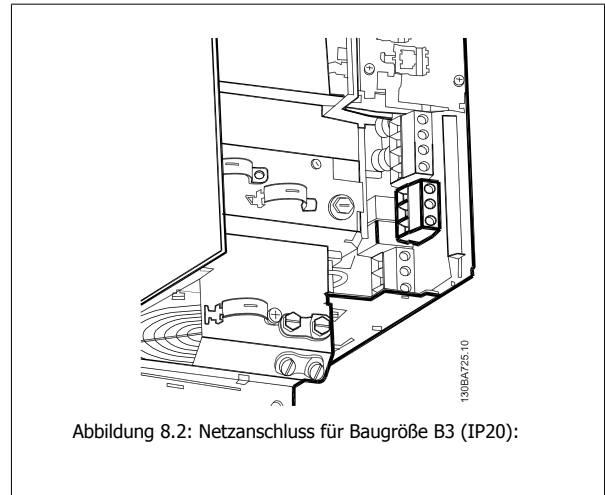
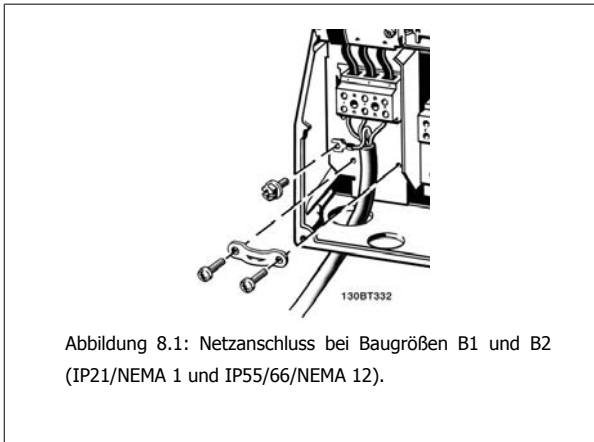
Netzanschluss für Baugrößen A1, A2 und A3:



Netzanschlussstecker Baugröße A5 (IP 55/66)



Bei Verwendung eines Trennschalters (Baugröße A5) muss der Erdungsanschluss links im Frequenzumrichter erfolgen.



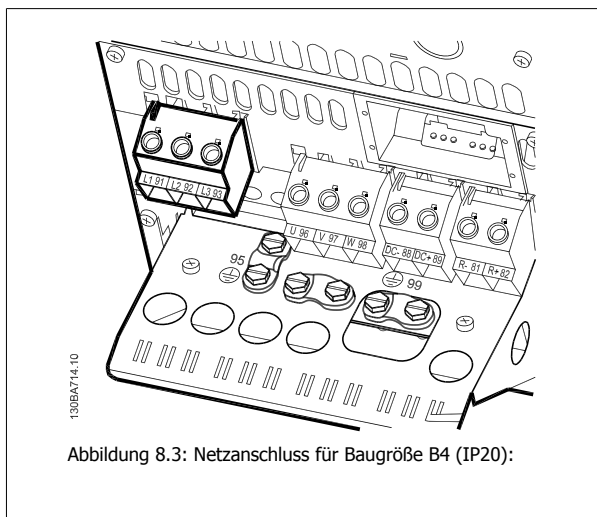


Abbildung 8.3: Netzanschluss für Baugröße B4 (IP20):

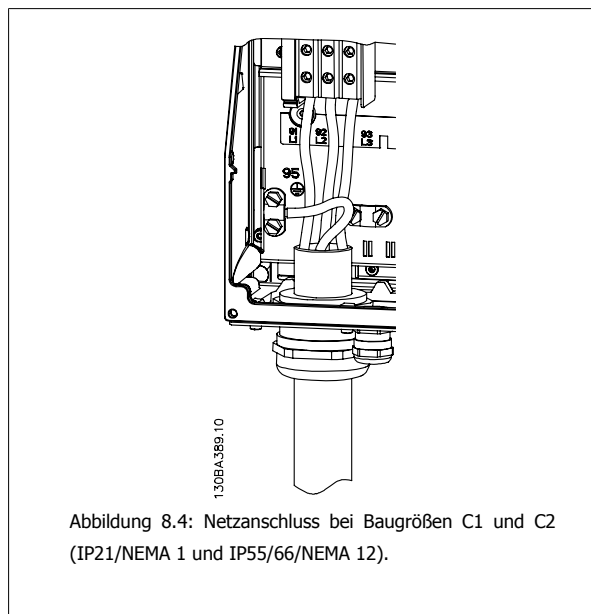


Abbildung 8.4: Netzanschluss bei Baugrößen C1 und C2 (IP21/NEMA 1 und IP55/66/NEMA 12).

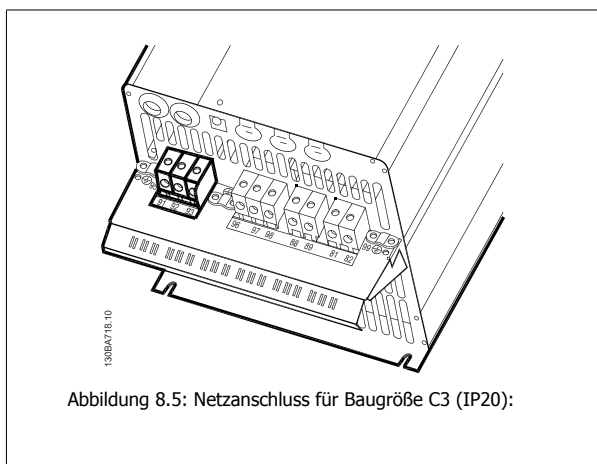


Abbildung 8.5: Netzanschluss für Baugröße C3 (IP20):

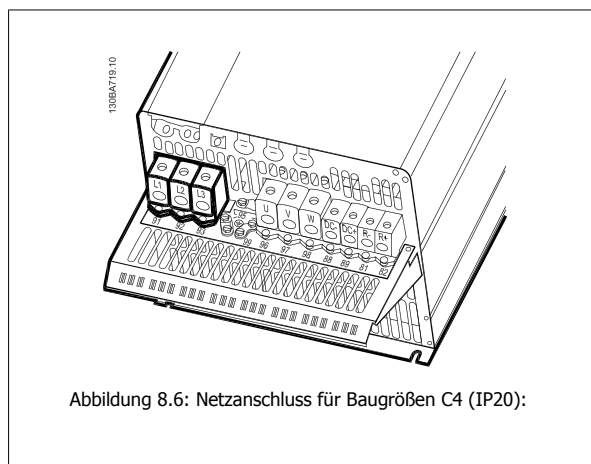


Abbildung 8.6: Netzanschluss für Baugrößen C4 (IP20):

In der Regel werden ungeschirmte Kabel als Leistungskabel verwendet.

8.1.3 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 die Installation mit verdrehten 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.

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 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 Par. 14-01 *Taktfrequenz* 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, Δ). Schaltungsart (Stern/Dreieck) und Anschlussspannung sind auf dem Motor-Typenschild angegeben.

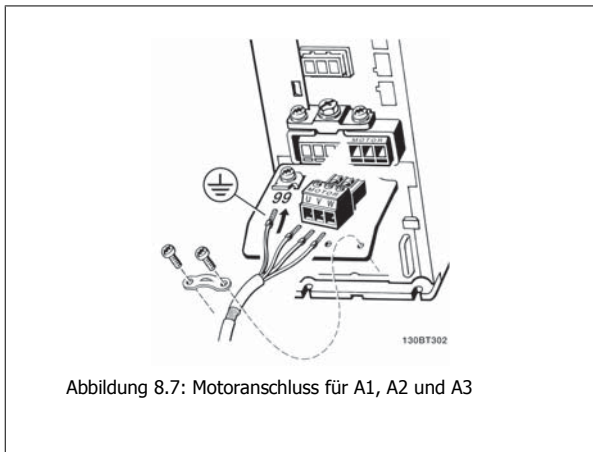


Abbildung 8.7: Motoranschluss für A1, A2 und A3

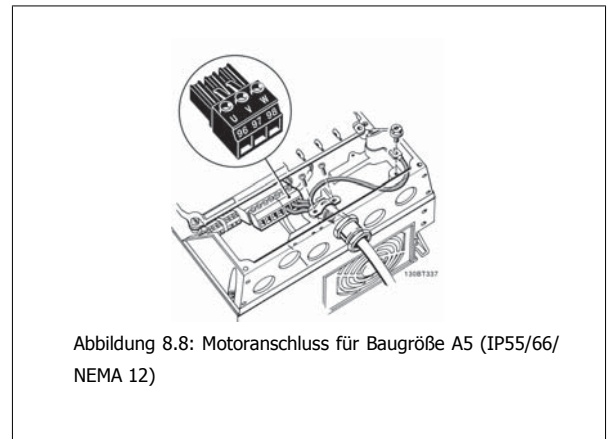


Abbildung 8.8: Motoranschluss für Baugröße A5 (IP55/66/NEMA 12)

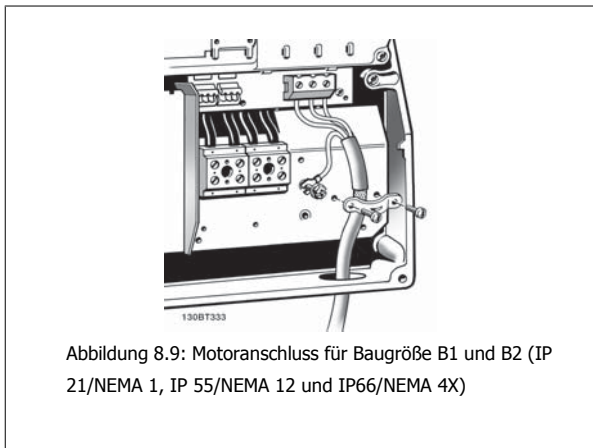


Abbildung 8.9: Motoranschluss für Baugröße B1 und B2 (IP 21/NEMA 1, IP 55/NEMA 12 und IP 66/NEMA 4X)

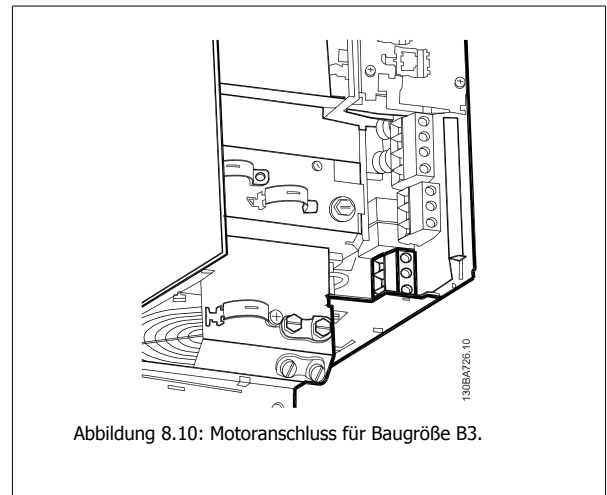


Abbildung 8.10: Motoranschluss für Baugröße B3.

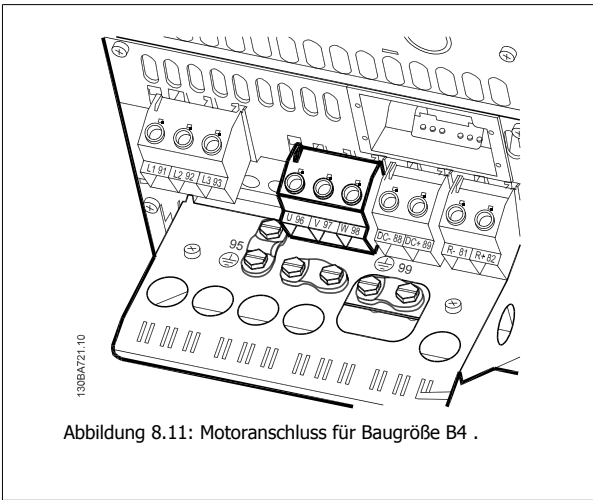


Abbildung 8.11: Motoranschluss für Baugröße B4 .

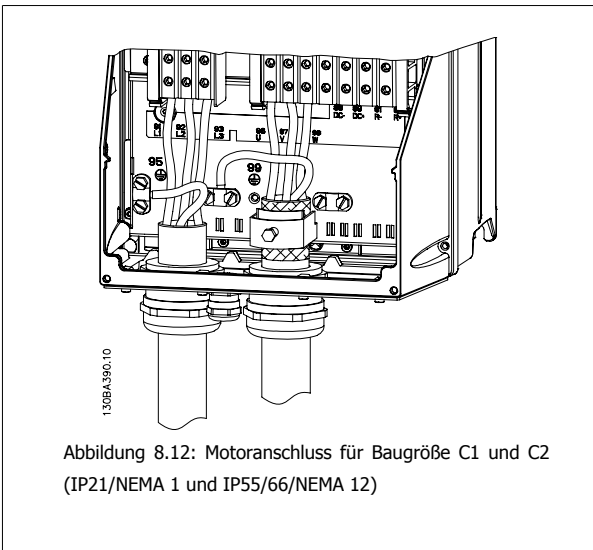


Abbildung 8.12: Motoranschluss für Baugröße C1 und C2 (IP21/NEMA 1 und IP55/66/NEMA 12)

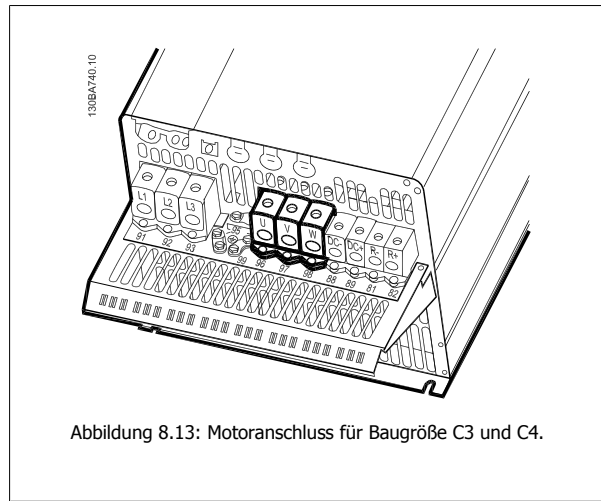


Abbildung 8.13: Motoranschluss für Baugröße C3 und C4.

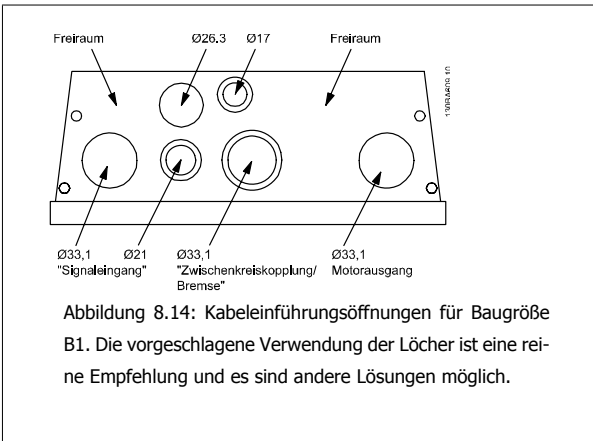


Abbildung 8.14: Kabeleinführungsöffnungen für Baugröße B1. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung und es sind andere Lösungen möglich.

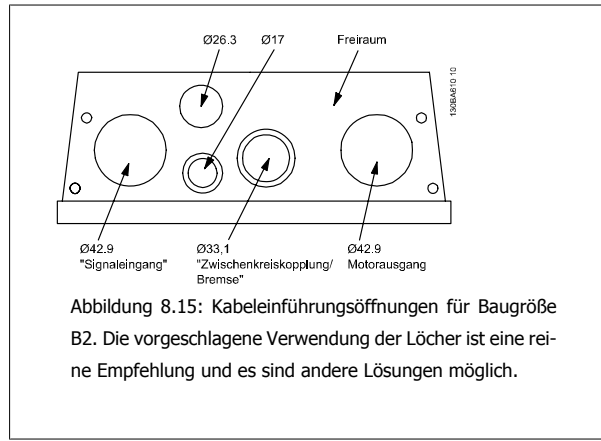
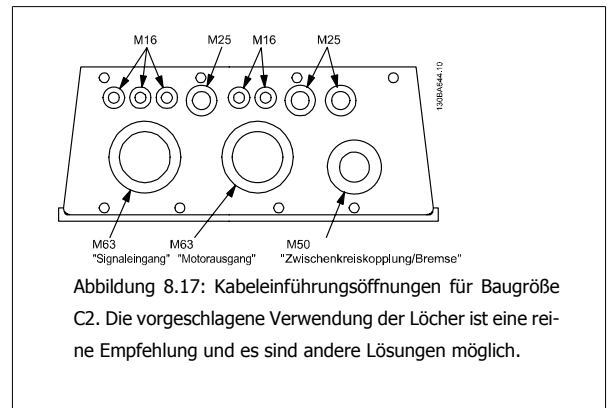
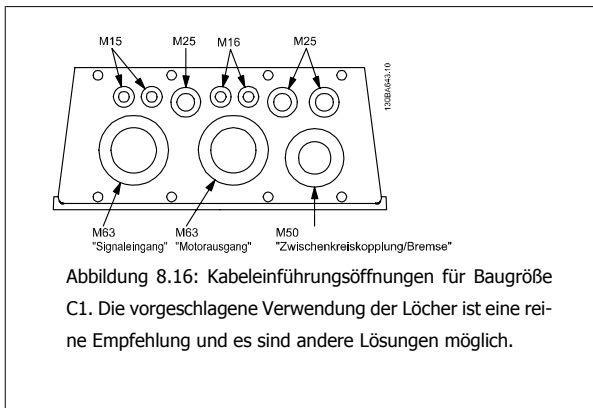
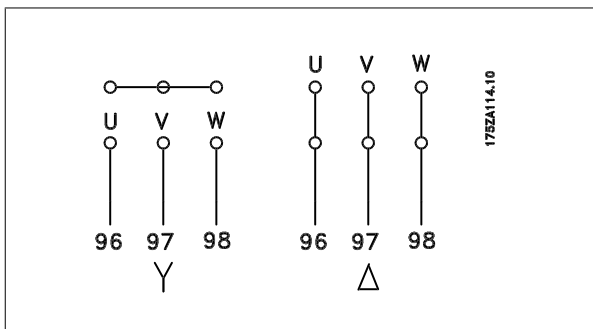


Abbildung 8.15: Kabeleinführungsöffnungen für Baugröße B2. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung und es sind andere Lösungen möglich.



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

¹⁾Schutzleiteranschluss

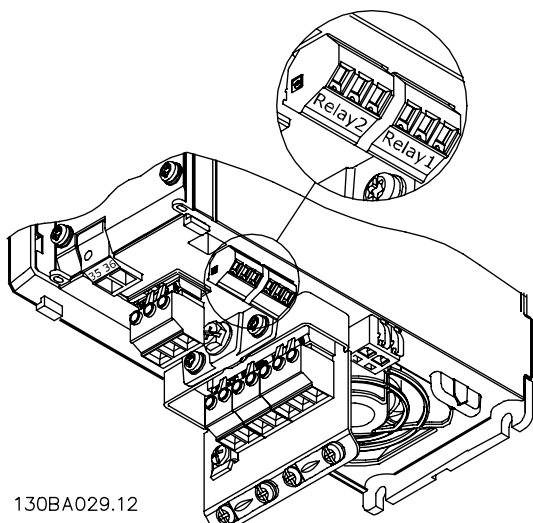


ACHTUNG!
Bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder eine geeignete Isolation, welche für den Betrieb an einem Zwischenkreisumrichter benötigt wird, muss ein LC-Filter am Ausgang des Frequenzumrichters vorgesehen werden.

8.1.4 Relaisanschluss

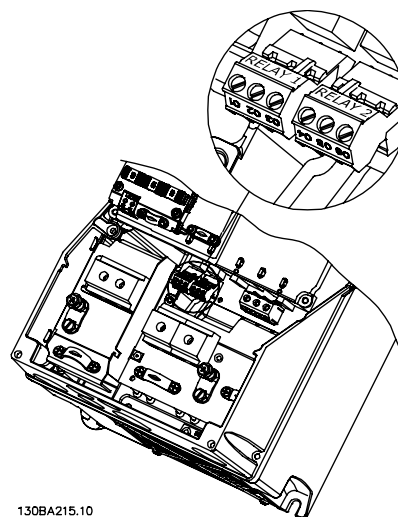
Zum Einstellen der Relaisausgänge siehe Parametergruppe 5-4* Relais.

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



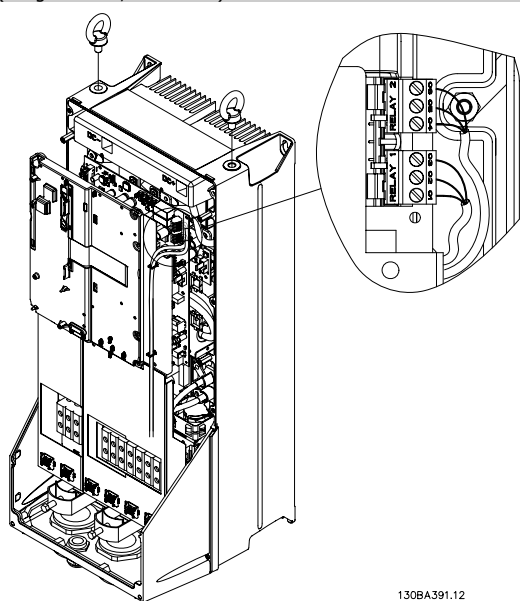
130BA029.12

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



130BA215.10

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



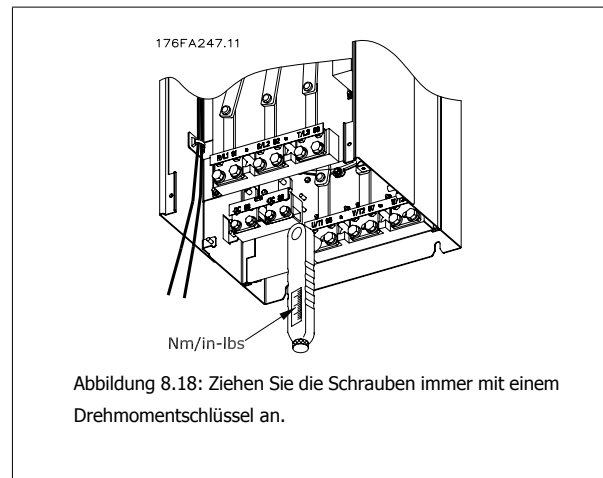
130BA391.12

Klemmen für Relaisanschluss
(Baugrößen C1 und C2).

8.2 Anschlüsse - Baugrößen D, E und F

8.2.1 Drehmoment

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



Baugröße	Klemme	Drehmoment	Schraubengröße
D1, D2, D3 und D4	Netz	19 Nm	M10
	Motor		
	Zwischenkreiskopplung	9,5 Nm	M8
Bremse			
E1 und E2	Netz	19 Nm	M10
	Motor		
	Zwischenkreiskopplung	9,5 Nm	M8
Bremse			
F1, F2, F3 und F4	Netz	19 Nm	M10
	Motor		
	Zwischenkreiskopplung	19 Nm	M10
	Bremse	9,5 Nm	M8
	Gener.	19 Nm	M10

Tabelle 8.1: Anzugsmoment für Klemmen

8.2.2 Leistungsanschlüsse

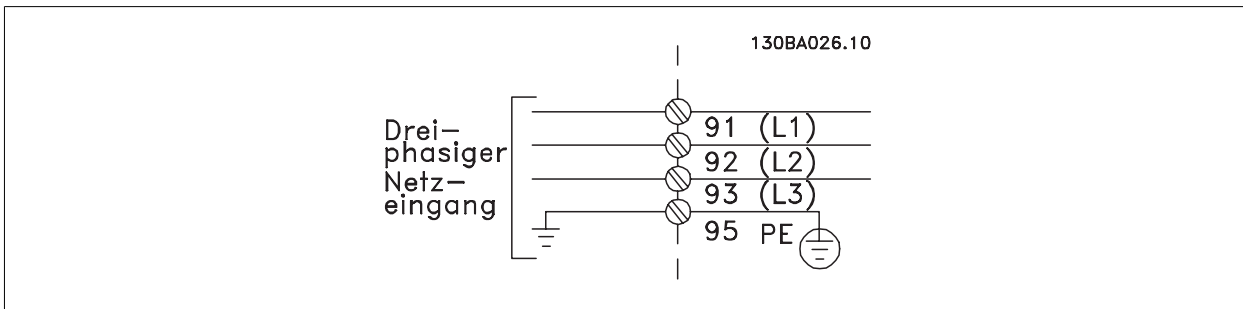
Kabel und Sicherungen

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 Frequenzumrichters 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 sind 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:

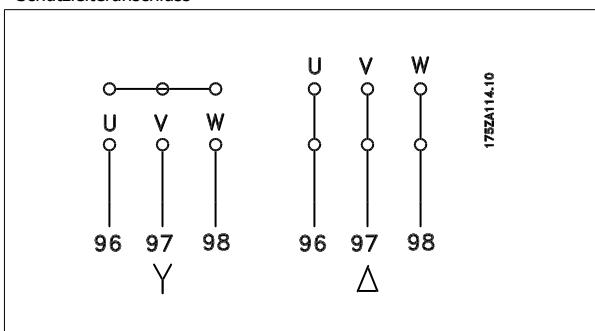
Der Frequenzumrichter ist mit einer bestimmten Kabellänge auf EMV getestet worden. Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.

Taktfrequenz:

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

Klemme Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Motorspannung 0-100 % der Netzspannung
					5434 Anschlussklemmen am FU
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Dreieckschaltung
	W2	U2	V2		Anschlussklemmen am Motor
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Sternschaltung (U2, V2, W2)
					U2, V2, W2 sind miteinander zu verbinden.

¹⁾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.

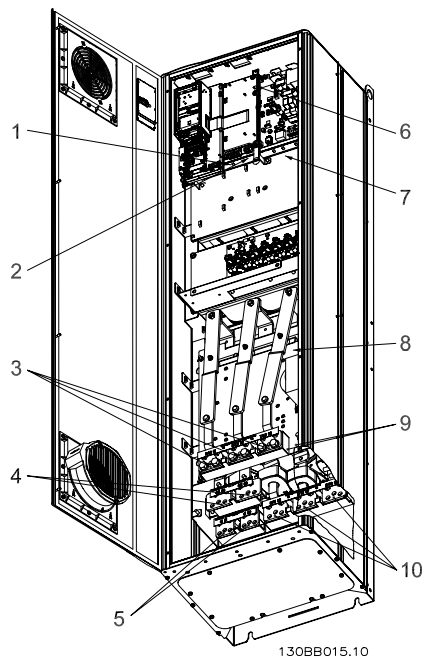


Abbildung 8.19: Kompaktgeräte IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12), Baugröße D1

8

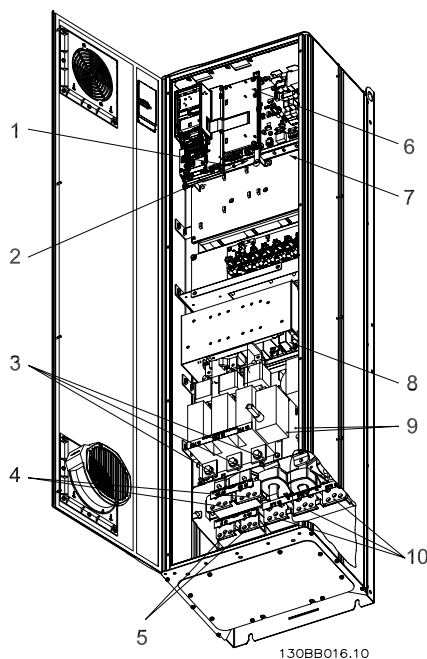
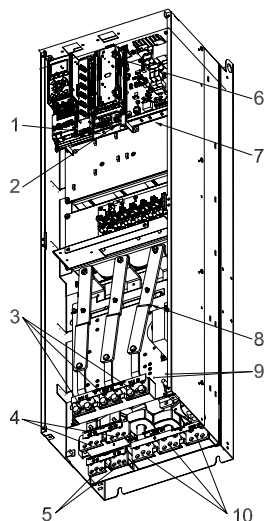


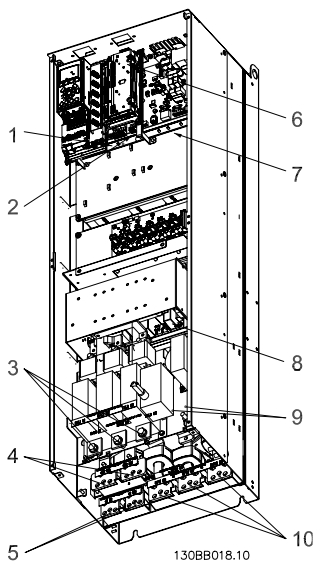
Abbildung 8.20: Kompaktgeräte IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) mit Trennschalter, Sicherung und EMV-Filter, Baugröße D2



130BB017.10

Abbildung 8.21: Kompaktgeräte IP00 (Chassis), Baugröße D3

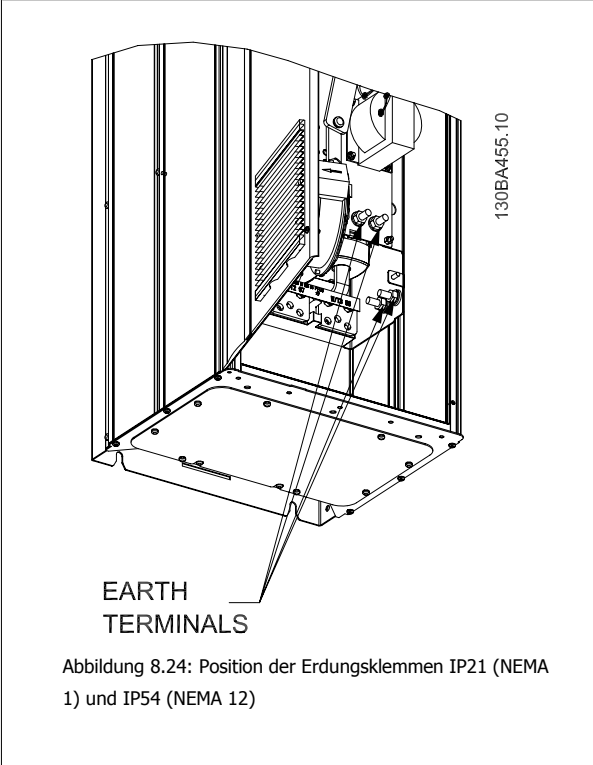
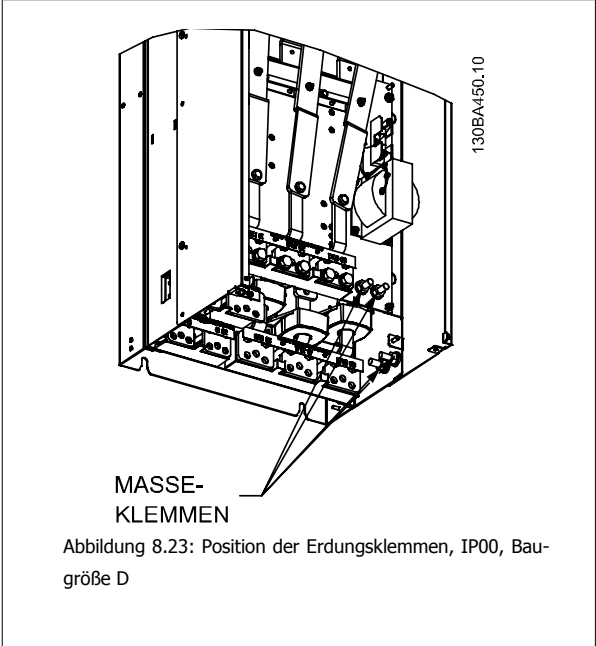
8



130BB018.10

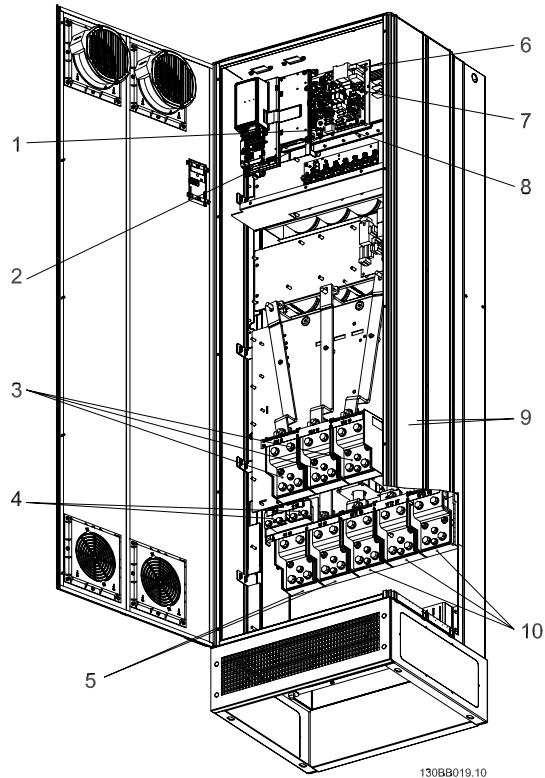
Abbildung 8.22: Kompaktgeräte IP00 (Chassis) mit Trennschalter, Sicherung und EMV-Filter, Baugröße D4

1) AUX-Relais	01	02	03	04	05	06
2) Temp.-Schalter	106	104	105			
3) Netz	R	S	T			
	91	92	93			
	L1	L2	L3			
4) Zwischenkreis- kopplung	-DC	+DC				
	88	89				
5) Bremse	-R	+R				
	81	82				
6) Schaltnetzteil-Sicherung (Teilenummer siehe Sicherungstabellen)						
7) AUX-Lüfter	100	101	102	103		
	L1	L2	L1	L2		
8) Lüftersicherung (Teilenummer siehe Sicherungstabellen)						
9) Schutzleiter						
10) Motor	U	V	W			
	96	97	98			
	T1	T2	T3			



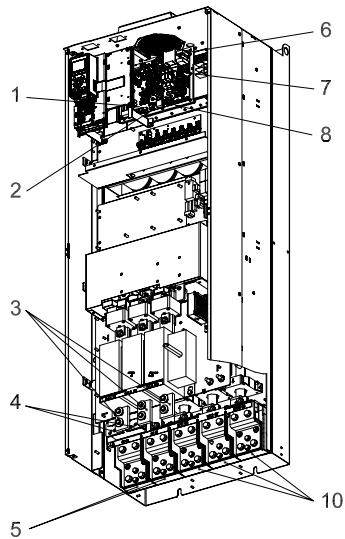
ACHTUNG!
 D2 und D4 sind als Beispiel dargestellt. D1 und D3 sind gleichwertig.

8



130BB019.10

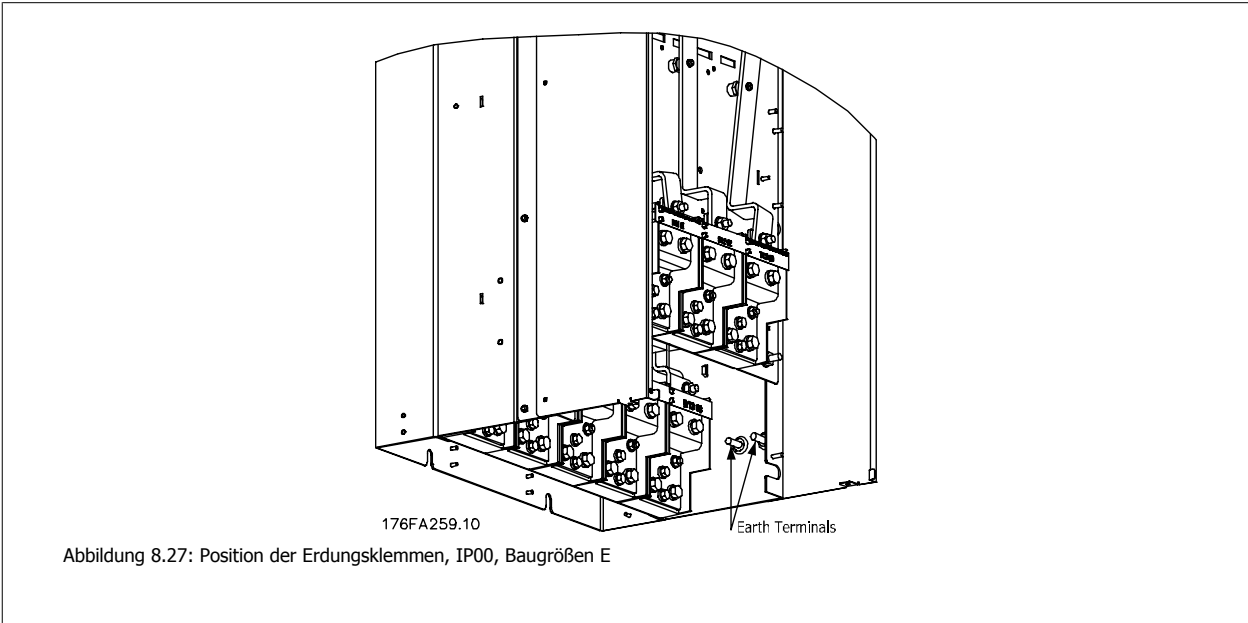
Abbildung 8.25: Kompaktgeräte IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12), Baugröße E1



130BB020.10

Abbildung 8.26: Kompaktgeräte IP00 (Chassis) mit Trennschalter, Sicherung und EMV-Filter, Baugröße E2

1) AUX-Relais				5) Zwischenkreis-kopplung			
01	02	03		-DC	+DC		
04	05	06		88	89		
2) Temp.-Schalter				6) Schaltnetzteil-Sicherung (Teilenummer siehe Sicherungstabellen)			
106	104	105		7) Lüftersicherung (Teilenummer siehe Sicherungstabellen)			
3) Netz				8) AUX-Lüfter			
R	S	T		100	101	102	103
91	92	93		L1	L2	L1	L2
L1	L2	L3		9) Schutzleiter			
4) Bremse				10) Motor			
-R	+R			U	V	W	
81	82			96	97	98	
				T1	T2	T3	



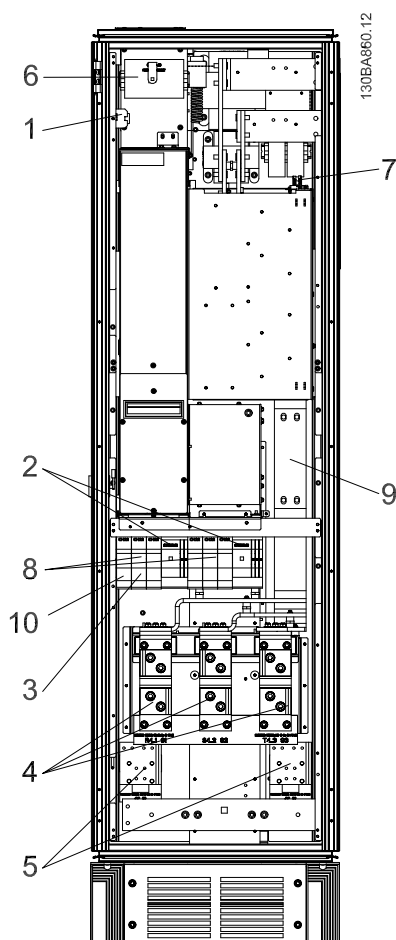


Abbildung 8.28: Gleichrichtergehäuse, Baugröße F1, F2, F3 und F4

8

- | | |
|---|---|
| 1) 24 V DC, 5 A
T1 Ausgangsanschlüsse
Temp.-Schalter
106 104 105 | 5) Zwischenkreis­kopplung
-DC +DC
88 89 |
| 2) Manuelle Motorstarter | 6) Steuertrafosicherungen (x2 oder x4). Teilenummern siehe Sicherungstabellen. |
| 3) 30 A Leistungsklemmen mit Sicherungen | 7) Schalt­netz­teil-Sicherung. Teilenummern siehe Sicherungstabellen. |
| 4) Netz
R S T
L1 L2 L3 | 8) Sicherungen für manuellen Motorregler (x3 oder x6). Teilenummern siehe Sicherungstabellen. |
| | 9) Netz­sicherungen, Gehäuse F1 und F2 (x3). Teilenummern siehe Sicherungstabellen. |
| | 10) 30-A-Sicherung, Leistungsklemmen mit Sicherungen |

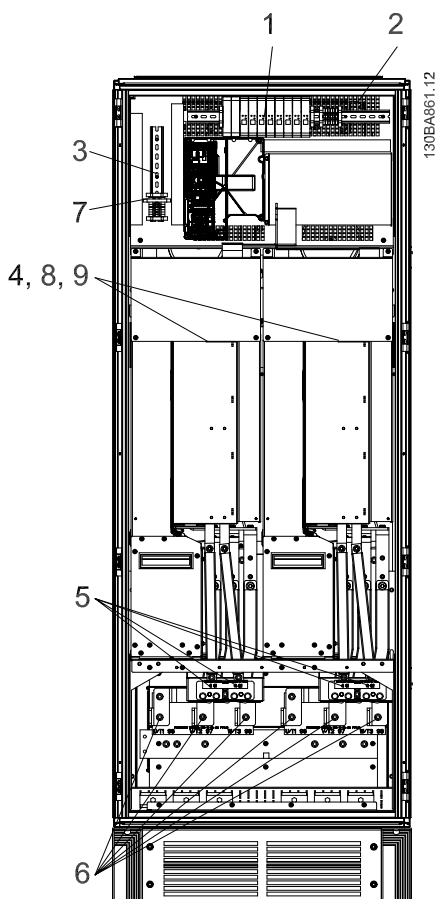


Abbildung 8.29: Wechselrichtergerätee, Baugröße F1 und F3

- 1) Externe Temperaturüberwachung
- 2) AUX-Relais
 - 01 02 03
 - 04 05 06
- 3) NAMUR
- 4) AUX-Lüfter
 - 100 101 102 103
 - L1 L2 L1 L2
- 5) Bremse
 - R +R
 - 81 82

- 6) Motor

U	V	W
96	97	98
T1	T2	T3
- 7) NAMUR-Sicherung. Teilenummern siehe Sicherungstabellen.
- 8) Lüftersicherungen. Teilenummern siehe Sicherungstabellen.
- 9) Schaltnetzteil-Sicherungen. Teilenummern siehe Sicherungstabellen.

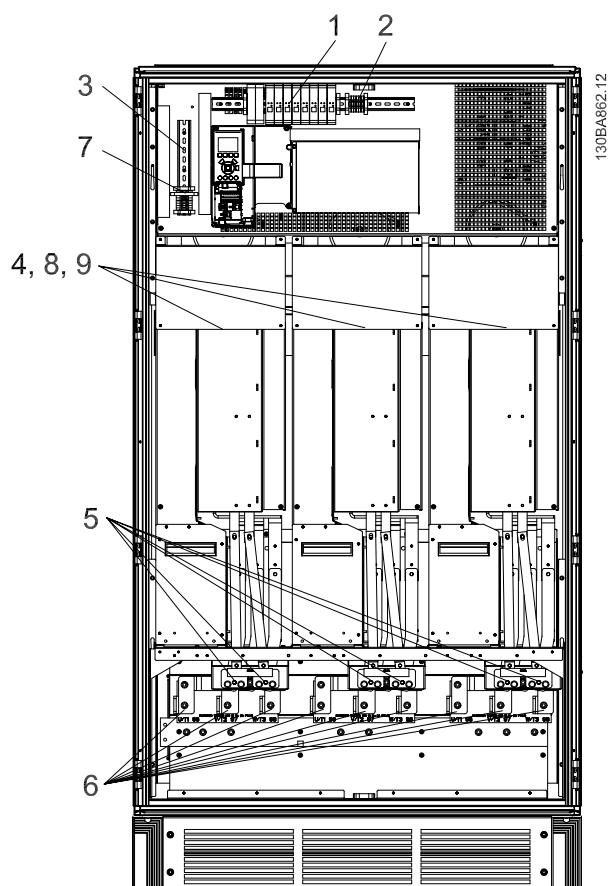


Abbildung 8.30: Wechselrichtergeräteeinheit, Baugröße F2 und F4

8

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1) Externe Temperaturüberwachung | 6) Motor |
| 2) AUX-Relais | U V W |
| 01 02 03 | 96 97 98 |
| 04 05 06 | T1 T2 T3 |
| 3) NAMUR | 7) NAMUR-Sicherung. Teilenummern siehe Sicherungstabellen. |
| 4) AUX-Lüfter | 8) Lüftersicherungen. Teilenummern siehe Sicherungstabellen. |
| 100 101 102 103 | 9) Schaltnetzteil-Sicherungen. Teilenummern siehe Sicherungstabellen. |
| L1 L2 L1 L2 | |
| 5) Bremse | |
| -R +R | |
| 81 82 | |

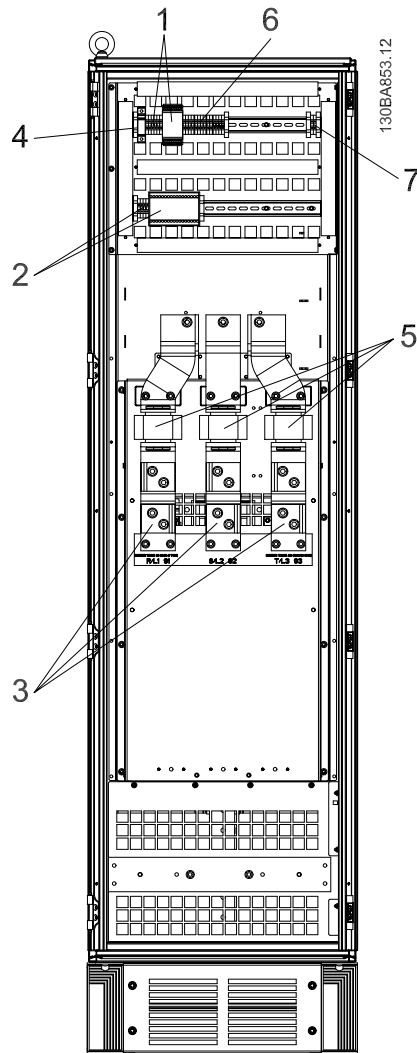


Abbildung 8.31: Optionsgehäuse, Baugröße F3 und F4

- | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|---|----|----|----|----|----|----|---|
| <p>1) Pilz-Relaisklemme</p> <p>2) RCD- oder IRM-Klemme</p> <p>3) Netz</p> <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>R</td> <td>S</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>91</td> <td>92</td> <td>93</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>L2</td> <td>L3</td> </tr> </table> | R | S | T | 91 | 92 | 93 | L1 | L2 | L3 | <p>4) Schutzrelaisspulisicherung mit PILZ-Relais
Teilenummern siehe Sicherungstabellen.</p> <p>5) Netzsicherungen, F3 und F4 (x3)
Teilenummern siehe Sicherungstabellen.</p> <p>6) Schützrelaisspule (230 VAC). Hilfs-, Öffnungs- und Schließkontakte</p> <p>7) Steuerklemmen Trennschalter-Spannungsauslösung (230 VAC oder 230 VDC)</p> |
| R | S | T | | | | | | | | |
| 91 | 92 | 93 | | | | | | | | |
| L1 | L2 | L3 | | | | | | | | |

8.2.3 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.

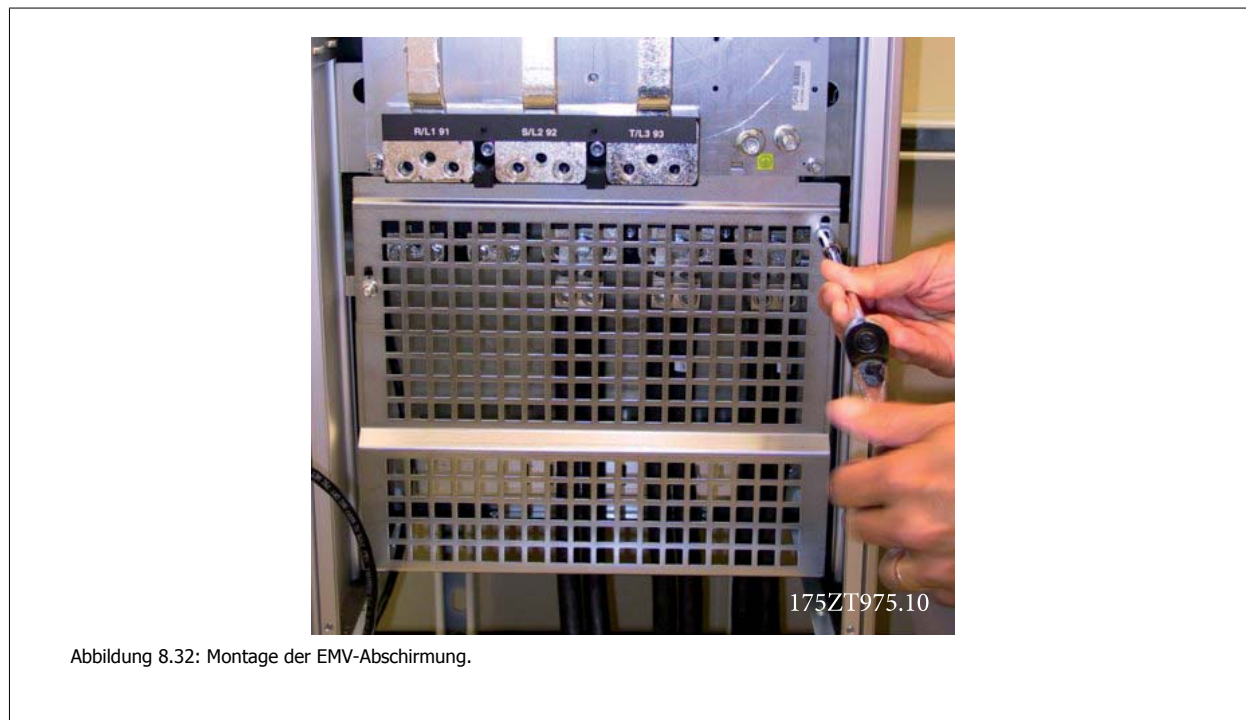


Abbildung 8.32: Montage der EMV-Abschirmung.

8.2.4 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 am Leistungsteil.

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 LittleFuse KLK-5 oder eine vergleichbare Sicherung sein.

8.3 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 unten 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 *Stromgrenze*. Darüber hinaus können Sicherungen oder Trennschalter als Überstromschutz in der Anlage verwendet werden. Überstromschutz muss stets gemäß den nationalen Vorschriften ausgeführt werden.

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

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

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

P90 - P200	380 - 500 V	Typ gG
P250 - P400	380 - 500 V	Typ gR

UL-Konformität

Die nachstehenden Sicherungen sind für die Verwendung in einer Schaltung geeignet, die maximal 100.000 Aeff (symmetrisch) bei 240 V, 480 V, 500 V oder 600 V (abhängig von der Nennspannung des Frequenzumrichters) liefern können. Bei Verwendung der richtigen Sicherungen ist das Short Circuit Current Rating (SCCR) des Frequenzumrichters 100.000 Aeff.

200-240 V

	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ CC	Typ CC	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	-	-	-

	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
kW	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	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

	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut
kW	Typ JFHR2	Typ RK1	JFHR2	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, Baugrößen A, B und C

	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ CC	Typ CC	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	-	-	-

	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

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

*Abgebildete 170M-Sicherungen von Bussmann verwenden den optischen Kennmelder -/80, Sicherungen -TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ mit Kennmelder der gleichen Nenngröße und -leistung können ersetzt werden.

525 - 600 V, Baugrößen A, B und C

	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

380-500 V, Baugrößen D, E und F

Größe/Typ	Bussmann E1958 JFHR2**	Bussmann E4273 T/JDDZ**	SIBA E180276 RKI/JDDZ	LittelFuse E71611 JFHR2**	Ferraz-Shawmut E60314 JFHR2**	Bussmann E4274 H/JDDZ**	Bussmann E125085 JFHR2*	Interne Option Bussmann
P90K	FWH-300	JJS-300	2028220-315	L50S-300	A50-P300	NOS-300	170M3017	170M3018
P110	FWH-350	JJS-350	2028220-315	L50S-350	A50-P350	NOS-350	170M3018	170M3018
P132	FWH-400	JJS-400	206xx32-400	L50S-400	A50-P400	NOS-400	170M4012	170M4016
P160	FWH-500	JJS-500	206xx32-500	L50S-500	A50-P500	NOS-500	170M4014	170M4016
P200	FWH-600	JJS-600	206xx32-600	L50S-600	A50-P600	NOS-600	170M4016	170M4016

Tabelle 8.2: Baugröße D, Netzsicherungen, 380-500 V

Größe/Typ	Bussmann Teiln.*	Nennleistung	Ferraz	Siba
P250	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
P315	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900
P355	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900
P400	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabelle 8.3: Baugröße E, Netzsicherungen, 380-500 V

Größe/Typ	Bussmann Teiln.*	Nennleistung	Siba	Interne Bussmann-Option
P450	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P500	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P560	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082
P630	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082
P710	170M7083	2500 A, 700 V	20 695 32.2500	170M7083
P800	170M7083	2500 A, 700 V	20 695 32.2500	170M7083

Tabelle 8.4: Baugröße F, Netzsicherungen, 380-500 V

Größe/Typ	Bussmann Teiln.*	Nennleistung	Siba
P450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabelle 8.5: Baugröße F, DC-Zwischenkreissicherungen für Wechselrichtermodul, 380-500 V

*Abgebildete 170M-Sicherungen von Bussmann verwenden den optischen Kennmelder -/80, Sicherungen -TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ mit Kennmelder der gleichen Nenngröße und -leistung können zur externen Verwendung ersetzt werden.

**Jede mindest 500 V UL-approbierte Sicherung mit zugehöriger Nennleistung kann verwendet werden, um UL-Anforderungen zu erfüllen.

525-690 V, Baugrößen D, E und F

Größe/Typ	Bussmann E125085 JFHR2	Ampere	SIBA E180276 JFHR2	Ferraz-Shawmut E76491 JFHR2	Interne Option Bussmann
P37K	170M3013	125	2061032.125	6.6URD30D08A0125	170M3015
P45K	170M3014	160	2061032.16	6.6URD30D08A0160	170M3015
P55K	170M3015	200	2061032.2	6.6URD30D08A0200	170M3015
P75K	170M3015	200	2061032.2	6.6URD30D08A0200	170M3015
P90K	170M3016	250	2061032.25	6.6URD30D08A0250	170M3018
P110	170M3017	315	2061032.315	6.6URD30D08A0315	170M3018
P132	170M3018	350	2061032.35	6.6URD30D08A0350	170M3018
P160	170M4011	350	2061032.35	6.6URD30D08A0350	170M5011
P200	170M4012	400	2061032.4	6.6URD30D08A0400	170M5011
P250	170M4014	500	2061032.5	6.6URD30D08A0500	170M5011
P315	170M5011	550	2062032.55	6.6URD32D08A550	170M5011

Tabelle 8.6: Baugröße D, 525-690 V

Größe/Typ	Bussmann Teilern.*	Nennleistung	Ferraz	Siba
P355	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
P400	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
P500	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900
P560	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabelle 8.7: Baugröße E, 525-690 V

Größe/Typ	Bussmann Teilern.*	Nennleistung	Siba	Interne Bussmann-Option
P630	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P710	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P800	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P900	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P1M0	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082

Tabelle 8.8: Baugröße F, Netzsicherungen, 525-690 V

Größe/Typ	Bussmann Teilern.*	Nennleistung	Siba
P630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P1M0	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000

Tabelle 8.9: Baugröße F, DC-Zwischenkreissicherungen für Wechselrichtermodul, 525 - 690 V

*Abgebildete 170M-Sicherungen von Bussmann verwenden den optischen Kennmelder -/80, Sicherungen -TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ mit Kennmelder der gleichen Nenngröße und -leistung können zur externen Verwendung ersetzt werden.

Für Netzversorgungen geeignet, die bei Absicherung durch die obigen Sicherungen maximal 100.000 Aeff (symmetrisch) bei maximal je 500/600/690 V liefern können.

Zusatzsicherungen

Baugröße	Bussmann Teilern.*	Nennleistung
D, E und F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabelle 8.10: Schaltnetzteil-Sicherung

Größe/Typ	Bussmann Teilern.*	Littelfuse	Nennleistung
P90K-P250, 380-500 V	KTK-4		4 A, 600 V
P37K-P400, 525-690 V	KTK-4		4 A, 600 V
P315-P800, 380-500 V		KLK-15	15 A, 600 V
P500-P1M0, 525-690 V		KLK-15	15 A, 600 V

Tabelle 8.11: Lüftersicherungen

	Größe/Typ	Bussmann Teilnr.*	Nennleistung	Alternative Sicherungen
2,5-4,0-A-Sicherung	P450-P800, 380-500 V	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 6 A
	P630-P1M0, 525-690 V	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 10 A
4,0-6,3-A-Sicherung	P450-P800, 380-500 V	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 10 A
	P630-P1M0, 525-690 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 15 A
6,3-10-A-Sicherung	P450-P800, 380-500 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 15 A
	P630-P1M0, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 20 A
10-16-A-Sicherung	P450-P800, 380-500 V	LPJ-25 SP oder SPI	25 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 25 A
	P630-P1M0, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 20 A

Tabelle 8.12: Sicherungen für manuelle Motorregler

Baugröße	Bussmann Teilnr.*	Nennleistung	Alternative Sicherungen
F	LPJ-30 SP oder SPI	30 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 30 A

Tabelle 8.13: 30 A-Sicherung für Leistungsklemmen mit Sicherungen

Baugröße	Bussmann Teilnr.*	Nennleistung	Alternative Sicherungen
F	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 6 A

Tabelle 8.14: Steuertrafosicherung

Baugröße	Bussmann Teilnr.*	Nennleistung
F	GMC-800MA	800 mA, 250 V

Tabelle 8.15: NAMUR-Sicherung

Baugröße	Bussmann Teilnr.*	Nennleistung	Alternative Sicherungen
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse CC, 6 A

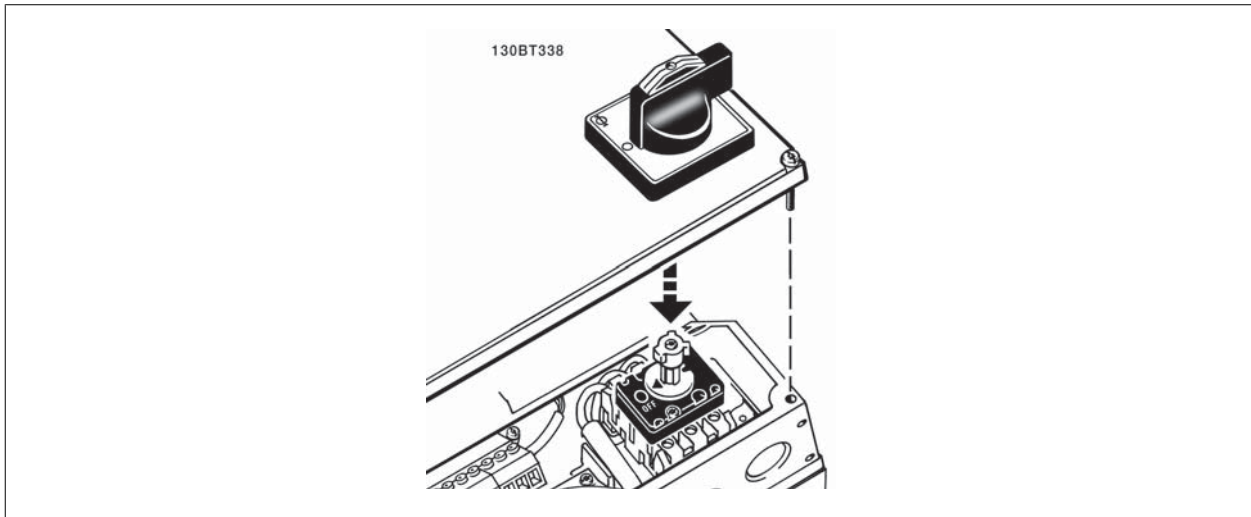
Tabelle 8.16: Schutzrelaispulensicherung mit PILZ-Relais

8.4 Trennschalter, Hauptschalter und Schütze

8.4.1 Netztrennschalter

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

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



Baugröße:	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

8.4.2 Netztrennschalter - Baugröße D, E und F

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ
D1/D3	P90K-P110 380-500 V & P90K-P132 525-690 V	ABB OETL-NF200A
D2/D4	P132-P200 380-500 V & P160-P315 525-690 V	ABB OETL-NF400A
E1/E2	P250 380-500 V & P355-P560 525-690 V	ABB OETL-NF600A
E1/E2	P315-P400 380-500 V	ABB OETL-NF800A
F3	P450 380-500 V & P630-P710 525-690 V	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP*
F4	P500-P630 380-500 V & P800 525-690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP*
F4	P710-P800 380-500 V & P900-P1M0 525-690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP*

* SCCR des Frequenzumrichters kann bei Ergänzung dieser Option unter 100 kA liegen. Zum SCCR siehe das Typenschild des Frequenzumrichters.

8.4.3 Hauptschalter für Baugröße F

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ
F3	P450 380-500 V & P630-P710 525-690 V	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP*
F4	P500-P630 380-500 V & P800 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP*
F4	P710 380-500 V & P900-P1M0 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP*
F4	P800 380-500 V	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP*

* SCCR des Frequenzumrichters kann bei Ergänzung dieser Option unter 100 kA liegen. Zum SCCR siehe das Typenschild des Frequenzumrichters.

8.4.4 Netzschütze Baugröße F

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ
F3	P450-P500 380-500 V & P630-P800 525-690 V	Eaton XTCE650N22A*
F3	P560 380-500 V	Eaton XTCE820N22A*
F3	P630 380-500 V	Eaton XTCEC14P22B*
F4	P900 525-690 V	Eaton XTCE820N22A*
F4	P710-P800 380-500 V & P1M0 525-690 V	Eaton XTCEC14P22B*

* SCCR des Frequenzumrichters kann bei Ergänzung dieser Option unter 100 kA liegen. Zum SCCR siehe das Typenschild des Frequenzumrichters.

8

8.5 Zusätzliche Motorinformationen

8.5.1 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 Frequenzumrichters folgendermaßen geschaltet ist:

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

- Klemme U/T1/96 an U-Phase
- Klemme V/T2/97 an V-Phase
- Klemme W/T3/98 an W-Phase

U V W
96 97 98

U V W
96 97 98

175H436.00

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

Die Motordrehrichtungsprüfung wird mithilfe von Par. 1-28 *Motordrehrichtungsprüfung* durchgeführt. Die jeweiligen Schritte im Display sind zu befolgen.

Anforderungen bei F-Gehäuse

Anforderungen bei F1/F3: 2, 4, 6 oder 8 (Vielfache von 2) Motorkabel verwenden, damit an beiden Klemmen des Wechselrichtermoduls die gleiche Anzahl an Kabeln angeschlossen ist. Die Kabel zwischen den Klemmen des Wechselrichtermoduls und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase müssen die gleiche Länge haben (mit einer Toleranz von 10 %). Als gemeinsamer Punkt werden dabei die Motorklemmen empfohlen.

Anforderungen bei F2/F4: 3, 6, 9 oder 12 (Vielfache von 3) Motorkabel verwenden, damit an jeder Klemme des Wechselrichtermoduls die gleiche Anzahl an Kabeln angeschlossen ist. Die Kabel zwischen den Klemmen des Wechselrichtermoduls und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase müssen die gleiche Länge haben (mit einer Toleranz von 10 %). Als gemeinsamer Punkt werden dabei die Motorklemmen empfohlen.

Anforderungen an Klemmendose für abgehende Kabel: Von jedem Wechselrichtermodul muss die gleiche Anzahl an gleichlangen Kabeln (mindestens 2,5 Meter) zur gemeinsamen Klemme in der Klemmendose verlaufen.

ACHTUNG!
Wenn im Zuge der Nachrüstung einer Anwendung eine ungleiche Anzahl an Kabeln pro Phase erforderlich ist, die Anforderungen vom Hersteller erfragen.

8.5.2 Thermischer Motorschutz

Das elektronisch thermische Relais im Frequenzrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* auf ETR-Alarm und Par. 1-24 *Motornennstrom* 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*.

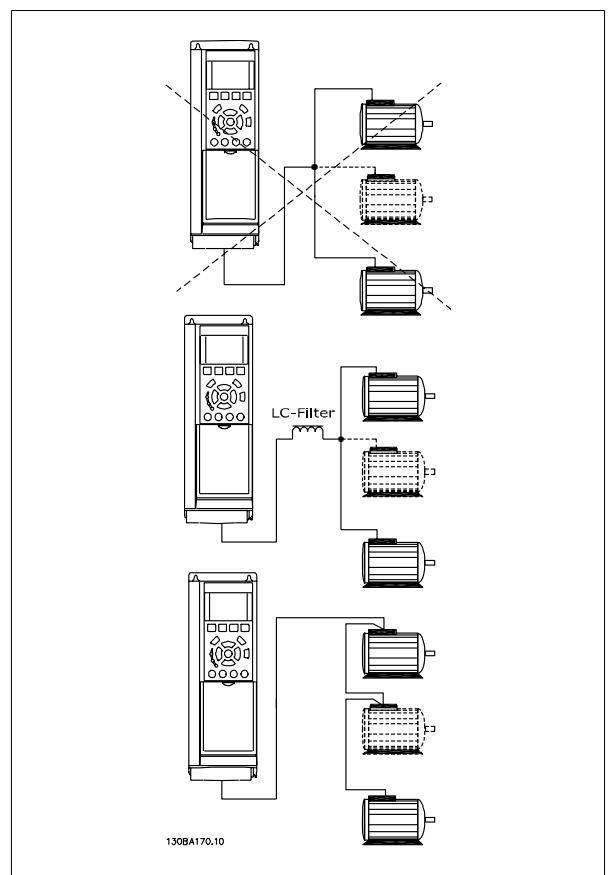
8.5.3 Parallelschaltung von Motoren

Der Frequenzrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern. Der Gesamtstrom der Motoren darf den maximalen Ausgangsstrom I_{NW} des Frequenzrichters nicht übersteigen.

Dies wird nur empfohlen, wenn U/f in Par. 1-01 *Steuerprinzip* 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 *Drehgeber Anschluss* 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).

8.5.4 Motorisolation

Bei Motorkabellängen \leq der maximalen Kabellänge laut Angabe in den Tabellen mit allgemeinen technischen Daten werden die folgenden Motorisolationswerte empfohlen, da die Spitzenspannung aufgrund von Übertragungsleitungswirkungen im Motorkabel bis zu maximal das Doppelte der DC-Zwischenkreisspannung, das 2,8-Fache der Netzspannung, betragen kann. Bei einem geringeren Isolationswert eines Motors wird die Verwendung eines dU/dt- oder Sinusfilters empfohlen.

Nennnetzspannung	Motorisolation
$U_N \leq 420 \text{ V}$	Standard $U_{LL} = 1300 \text{ V}$
$420 \text{ V} < U_N \leq 500 \text{ V}$	Verstärkte $U_{LL} = 1600 \text{ V}$
$500 \text{ V} < U_N \leq 600 \text{ V}$	Verstärkte $U_{LL} = 1800 \text{ V}$
$600 \text{ V} < U_N \leq 690 \text{ V}$	Verstärkte $U_{LL} = 2000 \text{ V}$

8

8.5.5 Motorlagerströme

Bei allen mit Frequenzumrichtern der Baureihe FC 302 mit 90 kW oder höheren Leistungen installierten Motoren müssen B-seitig (gegenantriebsseitig) isolierte Lager eingebaut werden, um Lagerströme zu beseitigen. Um A-seitige (antriebsseitige) Lager- und Wellenströme auf ein Minimum zu beschränken, ist richtige Erdung von Frequenzumrichter, Motor, angetriebener Maschine und Motor zur angetriebenen Maschine erforderlich.

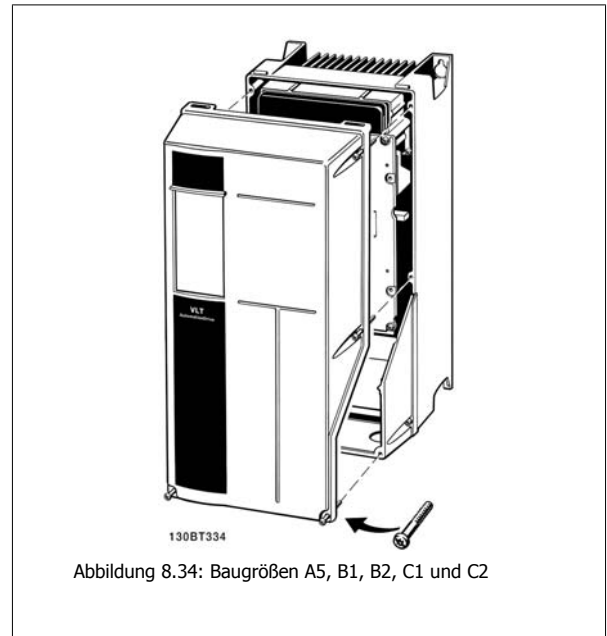
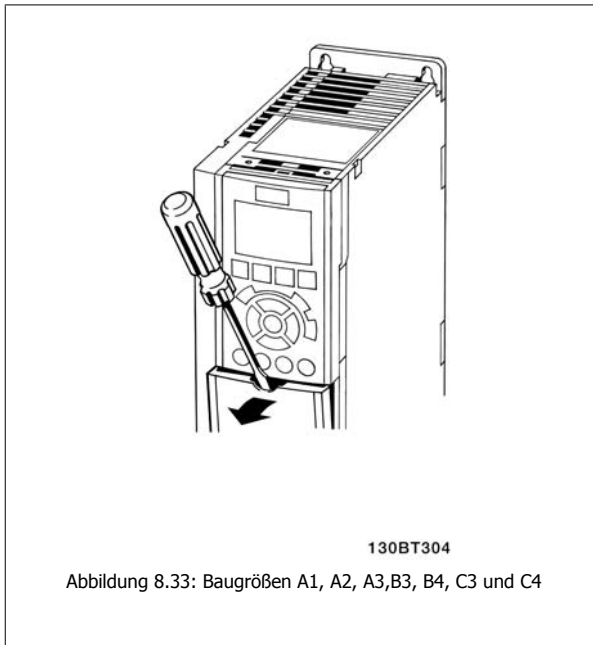
Standardstrategien zur Minimierung:

- Strenge Installationsverfahren anwenden
- IGBT-Taktfrequenz absenken
- Isoliertes Lager verwenden
- Wechselrichtersignalform ändern, 60 AVM gegenüber SFAVM
- Wellenerdungssystem installieren
- Leitfähiges Schmierfett auftragen

8.6 Steuerkabel und -klemmen

8.6.1 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).



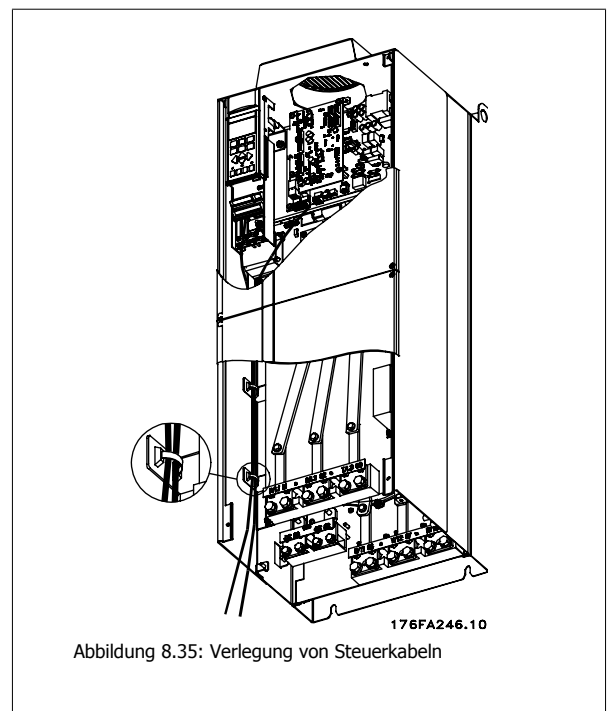
8

8.6.2 Steuerkabelführung

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

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 (siehe Abbildung).



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

Nummer des Einbausatzes für Feldbus-Anschluss von oben: 176F1742



Abbildung 8.36: Anschluss von oben für Feldbus

Installation der externen 24 V 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 Betrieb der LCP Bedieneinheit (einschließlich Parametereinstellung) ohne Netzanschluss. Beachten Sie, dass eine Spannungswarnung erfolgt, wenn die 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.

8

8.6.3 Steuerklemmen

Steuerklemmen, FC 301

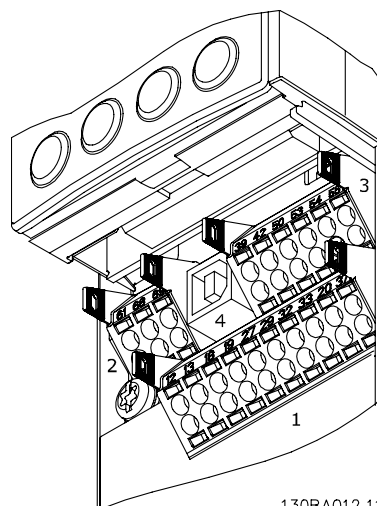
Logische Aufteilung der Klemmen:

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.



130BA012.11

Abbildung 8.37: Steuerklemmen (alle Baugrößen)

8.6.4 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:

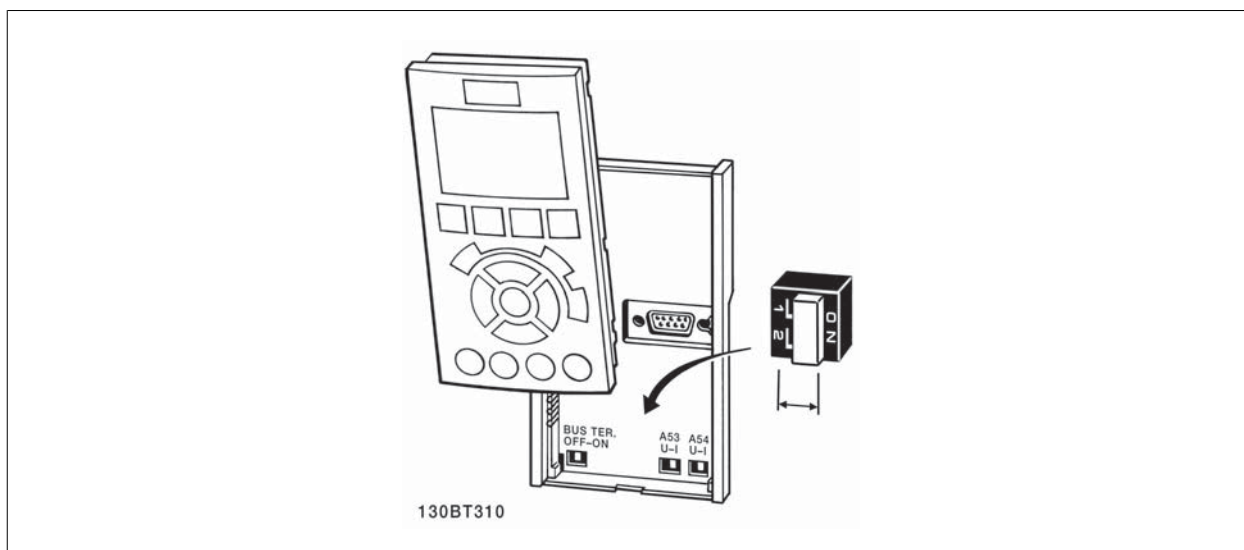
S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

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.



8.6.5 Elektrische Installation, Steueranschlüsse

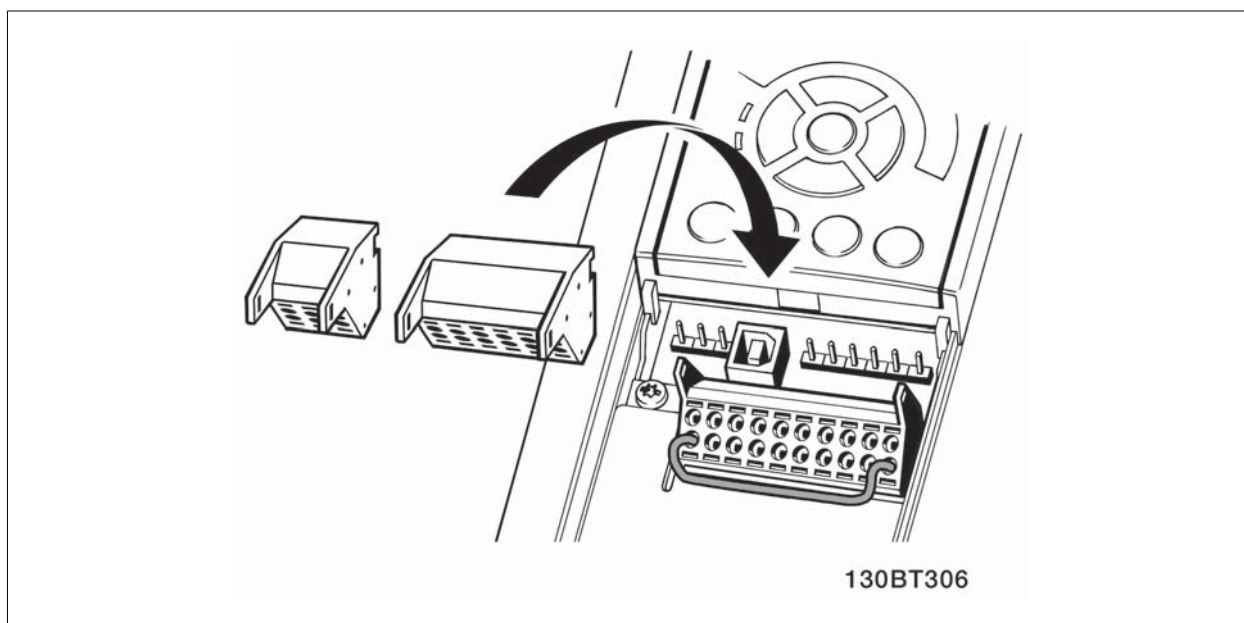
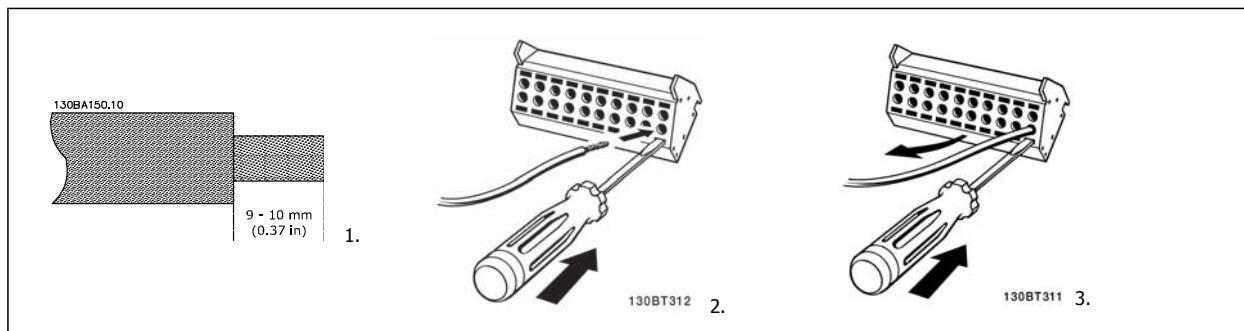
Befestigen des Kabels in der Federzugklemme:

1. Kabel 9-10 mm abisolieren.
2. Führen Sie einen Schraubendreher¹⁾ in die rechteckige Öffnung ein.
3. Führen Sie das Kabel in die runde Klemmöffnung ein.
4. Schraubendreher herausziehen. Das Kabel ist nun an der Klemme befestigt.

Kabel aus der Federzugklemme entfernen:

1. Führen Sie einen Schraubendreher¹⁾ in die rechteckige Öffnung ein.
2. Ziehen Sie das Kabel heraus.

¹⁾ Max. 0,4 x 2,5 mm



8.6.6 Einfaches Anschlussbeispiel

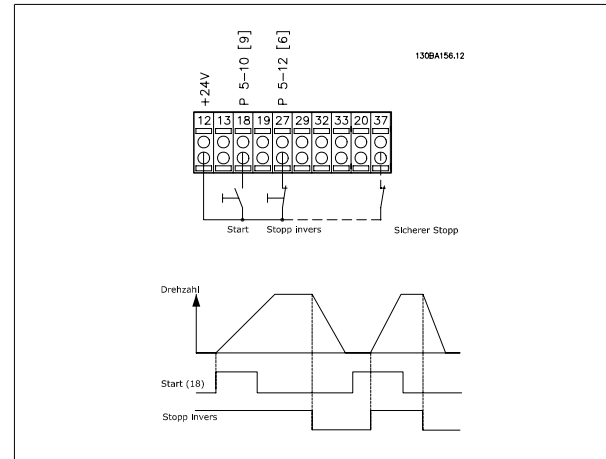
1. Stecken Sie die Klemmblöcke aus dem mitgelieferten Montagezubehör auf die zugehörige Stiftleiste des Frequenzumrichters.
2. Verbinden Sie für eine Startfreigabe die Klemmen 18, 27 und 37 (nur FC 302) mit Klemmen 12/13 (+24 V).

Werkseinstellungen:

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

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

37 = Sicherer Stopp invers



8.6.7 Elektrische Installation, Steuerkabel

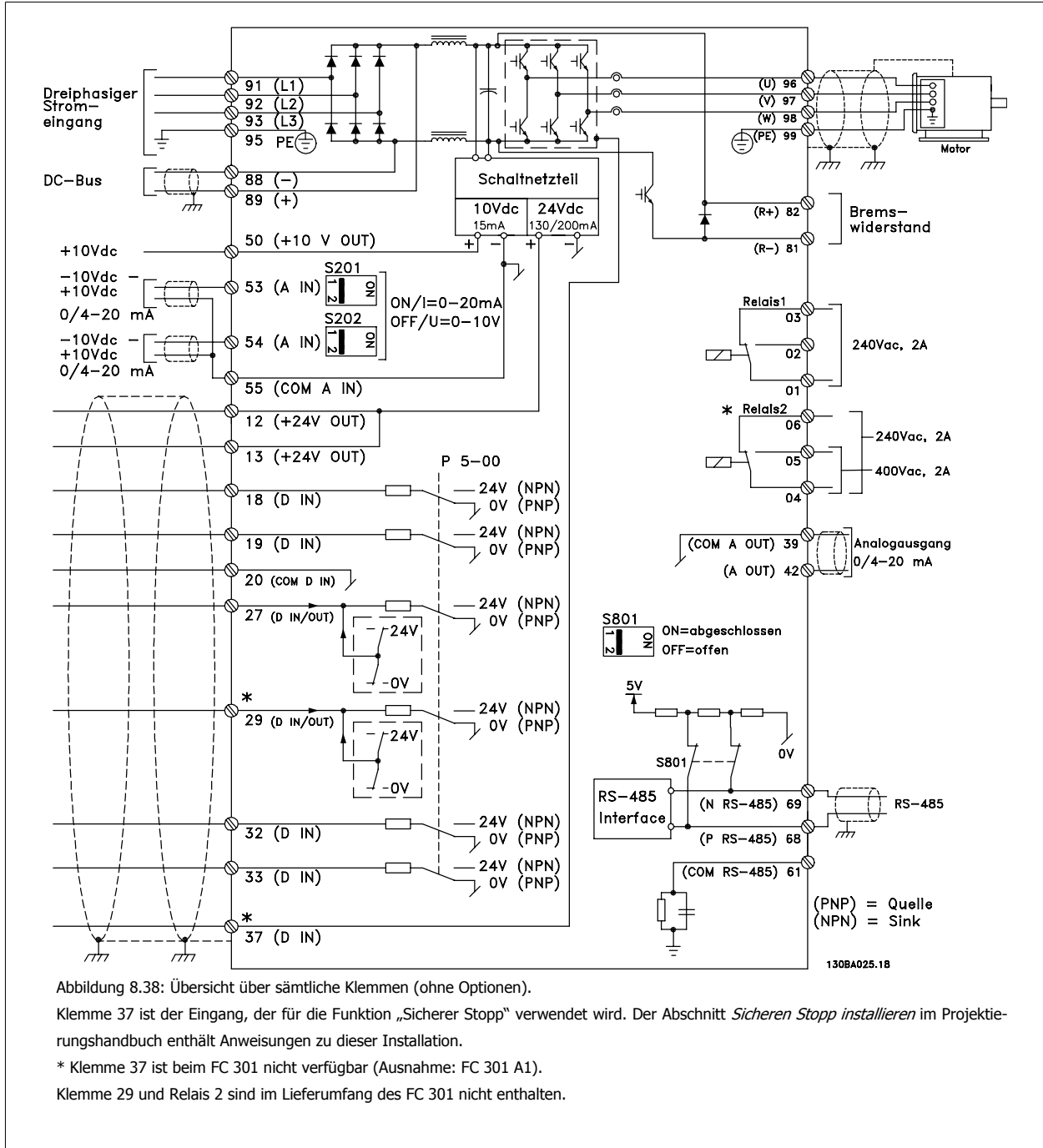


Abbildung 8.38: Übersicht über sämtliche Klemmen (ohne Optionen).

Klemme 37 ist der Eingang, der für die Funktion „Sicherer Stopp“ verwendet wird. Der Abschnitt *Sicheren Stopp installieren* im Projektierungshandbuch enthält Anweisungen zu dieser Installation.

* Klemme 37 ist beim FC 301 nicht verfügbar (Ausnahme: FC 301 A1).

Klemme 29 und Relais 2 sind im Lieferumfang des FC 301 nicht enthalten.

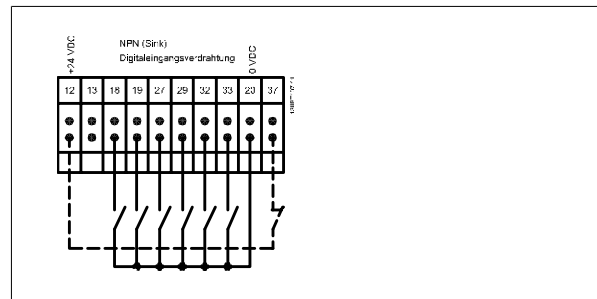
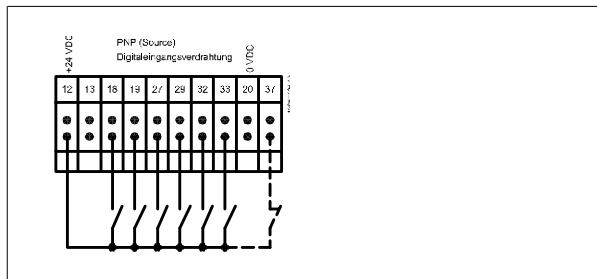
8

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 kann versucht werden, durch einseitiges Auflegen des Kabelschirms bzw. durch Verbinden des Kabelschirms über einen 100-nF-Kondensator mit Masse eine Besserung herbeizuführen.

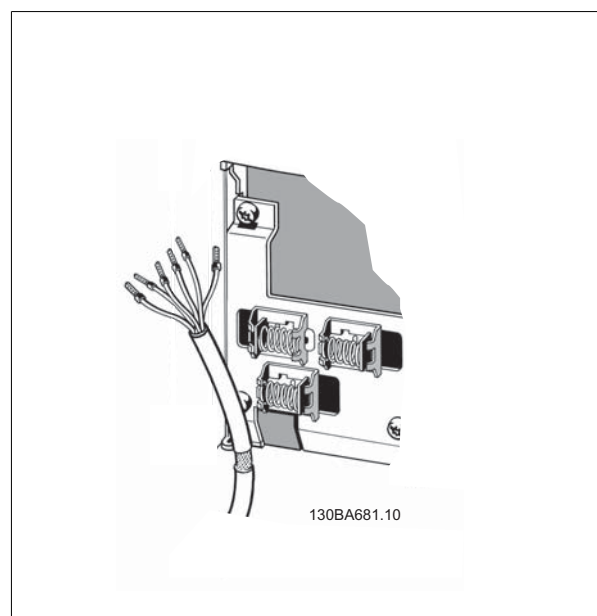
Die Digital- und Analogein- und -gänge müssen getrennt an die Gleichtaktingänge des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55, 39) angeschlossen werden, damit Erdströme von beiden Gruppen die anderen Gruppen nicht beeinträchtigen. Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

Eingangspolarität der Steuerklemmen



ACHTUNG!
Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

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



8.6.8 Relaisausgänge

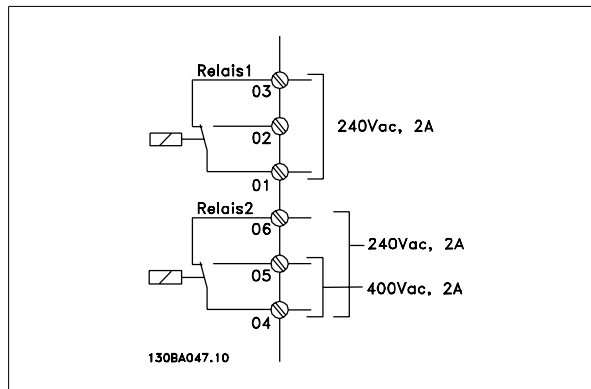
Relais 1

- 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 *Relaisfunktion*, Par. 5-41 *Ein Verzög., Relais* und Par. 5-42 *Aus Verzög., Relais* programmiert.



Zusätzliche Relaisausgänge bietet Optionsmodul MCB 105.

8.6.9 Temperaturschalter Bremswiderstand

Drehmoment: 0,5-0,6 Nm

Schraubengröße: M3



Über diesen Eingang lässt sich die Temperatur eines extern angeschlossenen Bremswiderstands überwachen. Wenn der Eingang zwischen 104 und 106 hergestellt wird, schaltet der Frequenzumrichter mit Warnung/Alarm 27, „Bremse IGBT“, ab. Wenn der Anschluss zwischen 104 und 105 geschlossen wird, schaltet der Frequenzumrichter mit Warnung/Alarm 27, „Bremse IGBT“, ab.

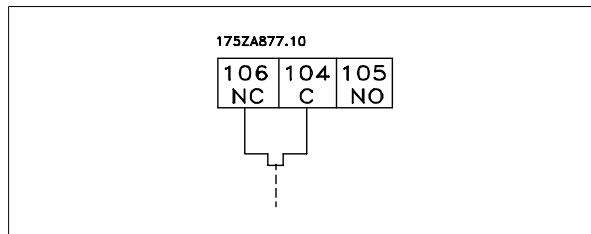
Normalerweise geschlossen: 104-106 (werksseitig eingebaute Brücke)

Normalerweise offen: 104-105

Klemmennummer	Funktion
106, 104, 105	Temperaturschalter Bremswiderstand

Wenn die Temperatur im Bremswiderstand zu hoch wird und der Thermo-Schalter trennt, bremst der Frequenzumrichter nicht mehr. Anschließend läuft der Motor im Freilauf aus.

Ein KLIXON-Schalter muss installiert werden, der „normal geschlossen“ ist. Wenn die Funktion nicht benutzt wird, müssen 106 und 104 miteinander kurzgeschlossen werden.



8.7 Zusätzliche Verbindungen

8.7.1 Zwischenkreiskopplung

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


Nummern verwendeter Klemmen: 88, 89

Weitere Informationen erhalten Sie bei Danfoss.


8.7.2 Zwischenkreiskopplung

Klemmennummer	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 und erfordert besondere Sicherheitsüberlegungen. Nähere Informationen finden Sie in der Anleitung zur Zwischenkreiskopplung MI.50.NX.YY.



Beachten Sie, dass Netzunterbrechung den Frequenzrichter aufgrund der DC-Zwischenkreisverbindung ggf. nicht spannungslos schaltet.


8.7.3 Installation des Bremskabels

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


1. Die Abschirmung ist beidseitig mittels Schirmbügeln am Frequenzrichter und dem Metallgehäuse des Bremswiderstandes aufzulegen.
2. Die Größe des Kabelquerschnitts muss dem Bremsmoment entsprechen.

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



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

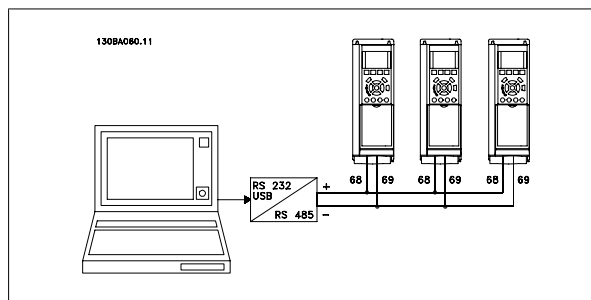
Anforderungen bei Baugröße F

Der Bremswiderstand muss mit den Bremsklemmen in den einzelnen Wechselrichtermodulen verbunden werden.

8.7.4 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).

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*.

8

**ACHTUNG!**

Das Kommunikationsprotokoll muss in Par. 8-30 auf FC/MC-Profil eingestellt werden.

8.7.5 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.

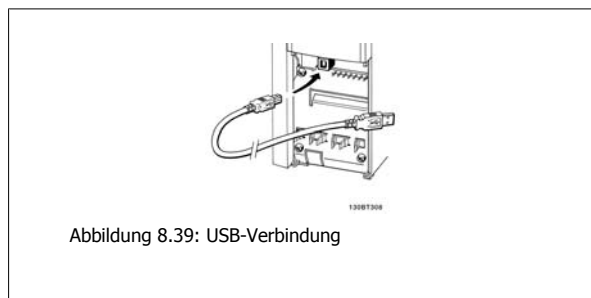


Abbildung 8.39: USB-Verbindung

**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.

8.7.6 Die 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.

8.8.1 Isolationsprüfung

Eine Isolationsprüfung darf nur nach Kurzschließen der Anschlüsse U, V, W, L1, L2 und L3 für maximal 1 Sekunde langes Anlegen von max. 2,15 kV DC bei 380-500 V Frequenzumrichtern und 2,525 kV DC für 525-690 V Frequenzumrichtern zwischen dieser Verbindung und der Masse erfolgen.



ACHTUNG!

Wird ein Hochspannungstest mit einer höheren Spannung als den oben angegebenen 2,15 kV DC bzw. 2,525 kV DC durchgeführt (beispielsweise Test der gesamten Anlage), so sind Netz- und Motoranschluss vom Frequenzumrichter abzuklemmen!

8

8.8.2 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 vor-schriftsmäßig 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.

8.8.3 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 mm² betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

8.9 EMV-gerechte Installation

8.9.1 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*.

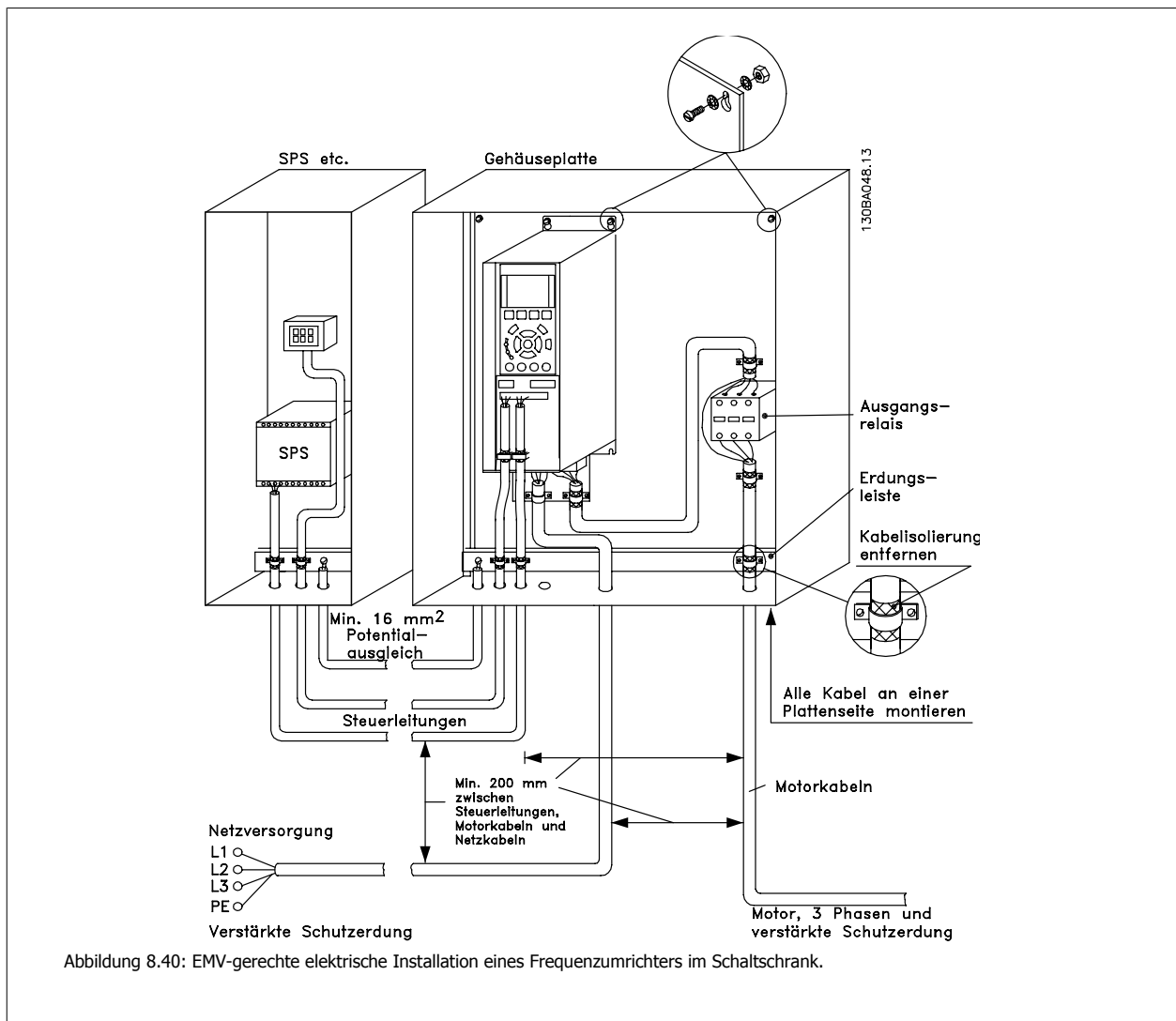
EMV-gerechte elektrische Installation:

- 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*.
- Verdrillte 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*.



8.9.2 Verwendung EMV-gemäßer Kabel

Um die EMV-Immunität der Steuerkabel zu optimieren und die EMV-Emission von den Motorkabeln zu minimieren, empfiehlt Danfoss die Verwendung geflochtener abgeschirmter Kabel.

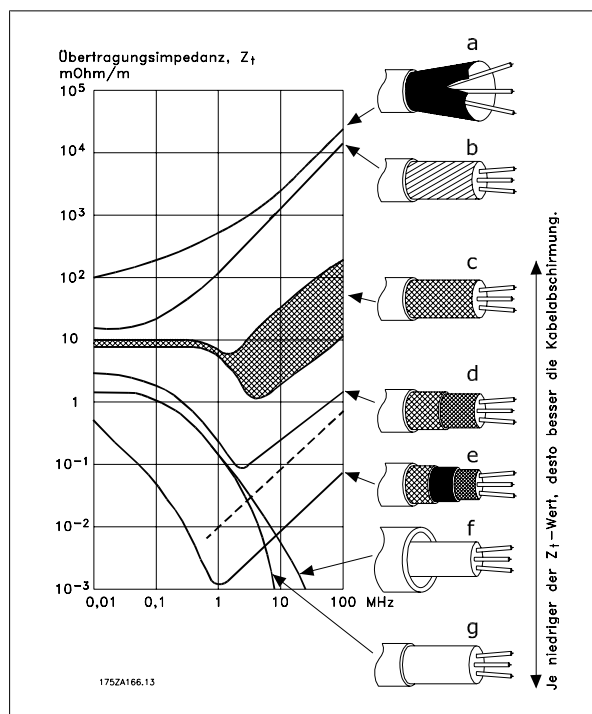
Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störgeräusche zu reduzieren, richtet sich nach der Übertragungsimpedanz (Z_T). Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störungen zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerem 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
Dies ist das typische Danfoss-Referenzkabel.
- d. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht
- e. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht mit magnetischer, abgeschirmter Zwischenlage
- f. In Kupfer- oder Stahlrohr geführtes Kabel
- g. Bleikabel mit 1,1 mm Wandstärke

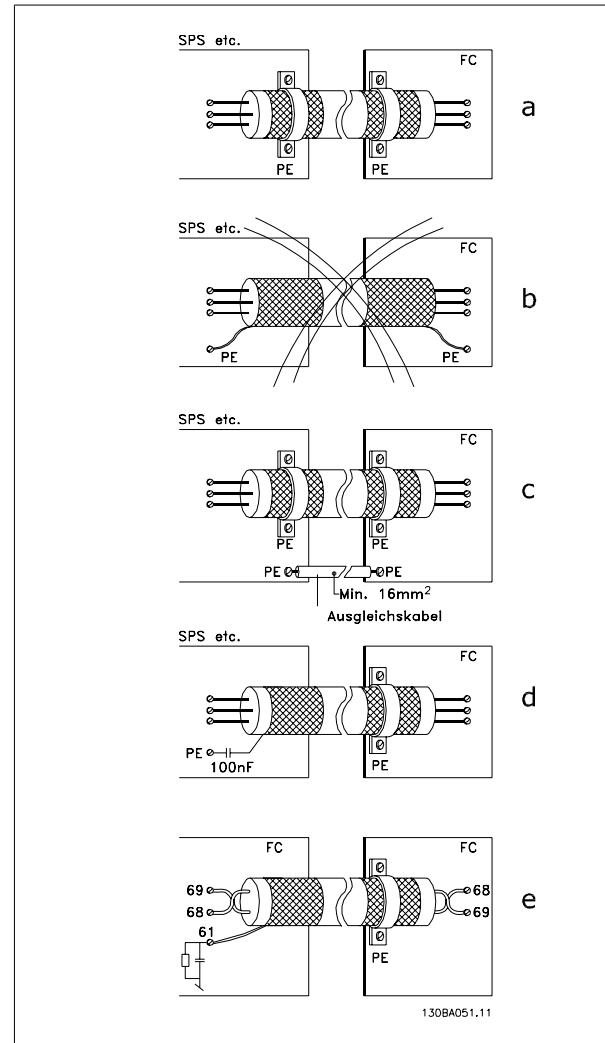


8.9.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel

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. **Richtige Erdung**
Steuerkabel und Kabel der seriellen Kommunikationsschnittstelle beidseitig mit Kabelbügeln montieren, um bestmöglichen elektrischen Kontakt zu gewährleisten (FC und SPS haben das selbe 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. Mindestkabelquerschnitt: 16 mm².
- 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.



8.9.4 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 *EMV-Filter* auf OFF (AUS) zu stellen¹⁾. 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 *EMV-Filter* auf [EIN] zu stellen.

¹⁾ Nicht für Frequenzumrichter 525-600/690 V 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.

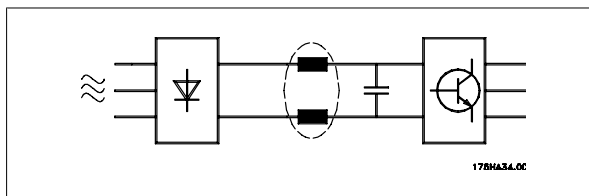
Beachten Sie bitte auch den Anwendungshinweis *VLT im IT-Netz, MN.90.CX.02*. Es ist wichtig, Isolationsmonitore zu verwenden, die zusammen mit der Leistungselektronik einsetzbar sind (IEC 61557-8).

8.10.1 Netzurückwirkungen/Netzoberwellen

Frequenzumrichter nehmen vom Netz einen nicht sinusförmigen Strom auf, der den Eingangsstrom I_{eff} 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:

Oberwellenströme	I_1	I_5	I_7
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

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.



8



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_{eff}	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 Frequenzumrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet. Diese reduzieren normalerweise den Eingangsstrom I_{eff} 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)

8.11.1 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*.

8.12 Erste Inbetriebnahme und Test

8.12.1 Erste Inbetriebnahme und Test

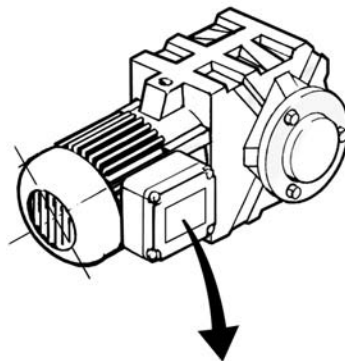
Um die Konfiguration zu testen und sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter funktioniert, kann folgendermaßen vorgegangen werden (Beispiel Asynchronmotor):

1. Schritt: Überprüfen Sie das Motor-Typenschild.



ACHTUNG!

Der Motor hat entweder Sternschaltung (Y) oder Dreieckschaltung (Δ). Diese Informationen befinden sich auf dem Motor-Typenschild.



BAUER		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

2. Schritt: Geben Sie die Daten vom Motor-Typenschild in diese Parameterliste ein.

Um diese Liste aufzurufen, drücken Sie erst die Taste [QUICK MENUS] und wählen Sie dann „Q2 Inbetriebnahme-Menü“.

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

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

Ausführen einer AMA stellt die optimale Motorleistung sicher. Die AMA misst exakt die elektrischen Ersatzschaltbilddaten des Motors und optimiert dadurch die interne Regelung.

- Schließen Sie Klemme 37 an Klemme 12 an (falls Klemme 37 verfügbar ist).
- Schließen Sie Klemme 27 an Klemme 12 an, oder stellen Sie Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang* auf Ohne Funktion [0].
- Aktivieren Sie die AMA in Par. 1-29 *Autom. Motoranpassung*.
- Sie können zwischen reduzierter und kompletter AMA wählen. 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, und am Display wird gemeldet, dass die AMA durch den Benutzer abgebrochen wurde.

Erfolgreiche AMA

- Im Display erscheint „AMA mit [OK]-Taste beenden“.
- Drücken Sie die [OK]-Taste, um die AMA abzuschließen.

Fehlgeschlagene AMA

- Der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm an. Eine Beschreibung des Alarms finden Sie im Abschnitt *Warnungen und Alarme*.
- „Wert“ in [Alarm Log] zeigt die zuletzt vor dem Übergang in den Alarmzustand von der AMA ausgeführte Messequenz. 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 Motortypenschilddaten oder auch eine zu große Differenz zwischen Umrichter-/Motor-Nennleistung.

4. Schritt: Drehzahlgrenze und Rampenzeit einstellen

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

Tabelle 8.17: Stellen Sie die Grenzwerte für Drehzahl und Rampenzeit gemäß den Anforderungen der Anwendung ein.

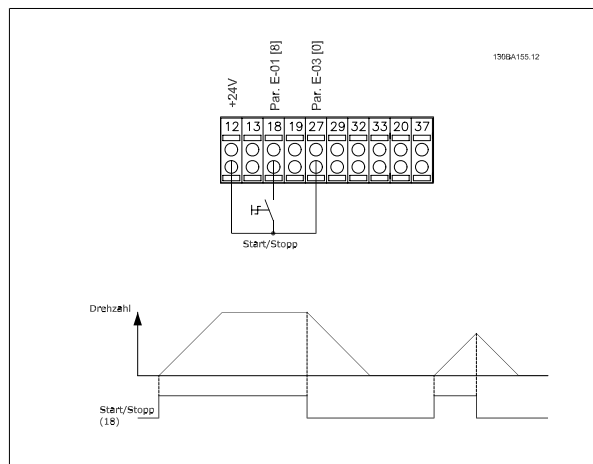
Par. 4-11 *Min. Drehzahl [UPM]* oder Par. 4-12 *Min. Frequenz [Hz]*
Par. 4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* oder Par. 4-14 *Max Frequenz [Hz]*

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

9 Anwendungsbeispiele

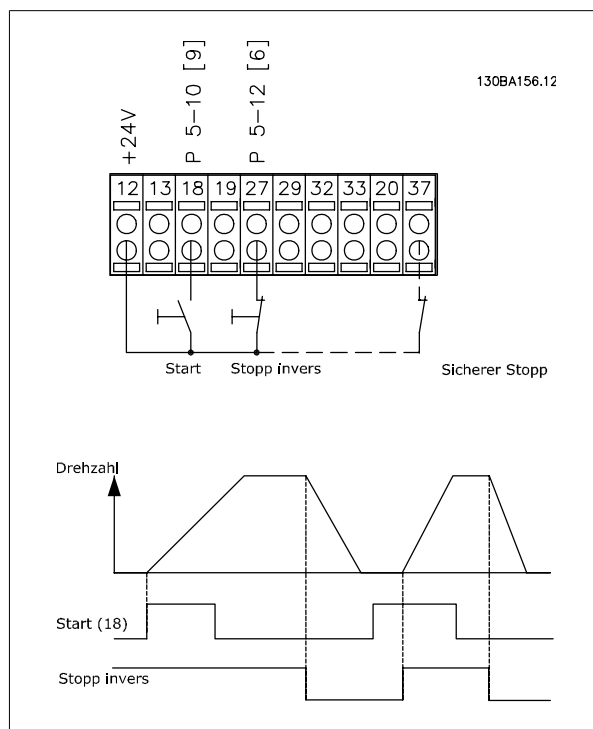
9.1.1 Start/Stop

- Klemme 18 = Par. 5-10 *Klemme 18 Digitaleingang* [8] *Start*
- Klemme 27 = Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang* [0] *Ohne Funktion*
(Werkseinstellung *Motorfreilauf (inv.)*)
- Klemme 37 = Sicherer Stopp (wenn verfügbar!)



9.1.2 Puls-Start/Stop

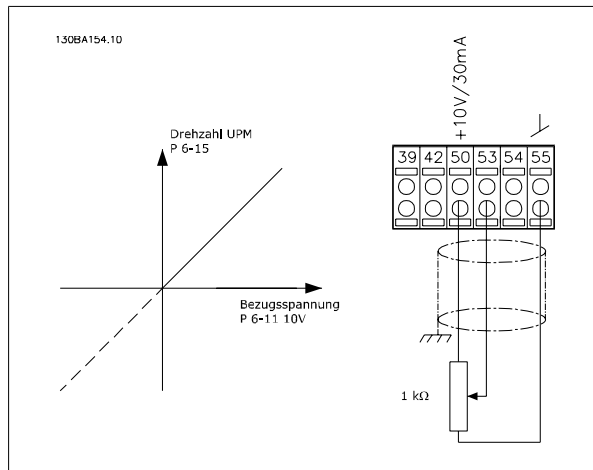
- Klemme 18 = Par. 5-10 *Klemme 18 Digitaleingang* Puls-Start, [9]
- Klemme 27 = Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang* Stopp invers, [6]
- Klemme 37 = Sicherer Stopp (wenn verfügbar!)



9.1.3 Potentiometer-Sollwert

Spannungssollwert über Potentiometer:

- Variabler Sollwert 1 = [1] *Analogeingang 53* (Werkseinstellung)
- 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)

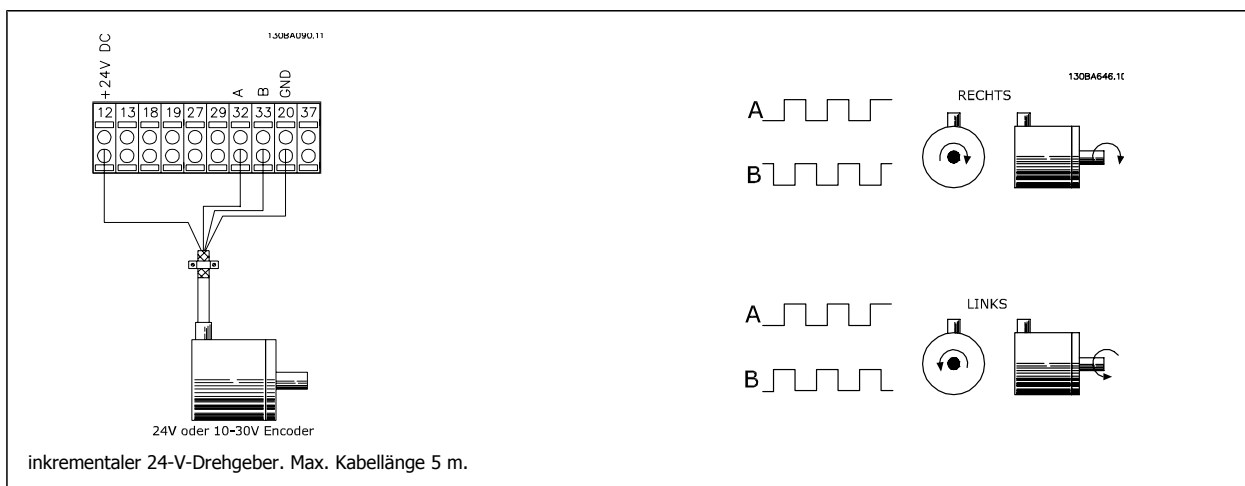


9.1.4 Drehgeberanschluss

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

9



9.1.5 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.
 Linksdrehend bedeutet, Kanal B eilt Kanal A um 90 Grad vor.
 Die Drehrichtung bezieht sich auf den Blick von vorne auf das Wellenende.

9.1.6 Frequenzumrichter mit Drehzahl-Istwertrückführung

Das System kann aus folgenden Elementen bestehen:

- Motor
- Zusatz (Getriebe) (Mechanische Bremse)
- FC 302 AutomationDrive
- Drehgeber als Rückführung
- Bremswiderstand für dynamisches Bremsen
- Kupplungen
- Last

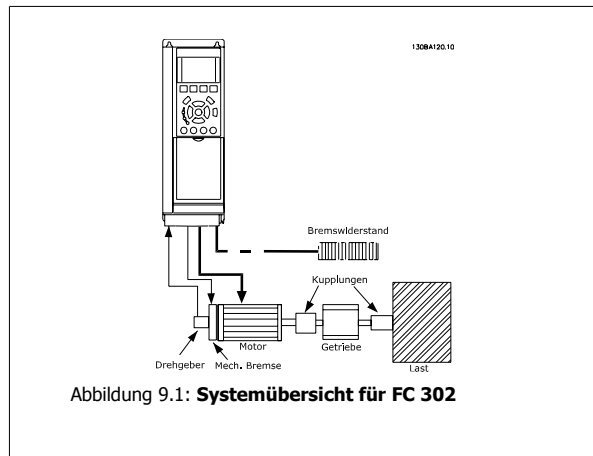


Abbildung 9.1: Systemübersicht für FC 302

Anwendungen mit mechanischer Bremsansteuerung erfordern häufig auch einen Bremswiderstand für generatorisches Bremsen.

9.1.7 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.

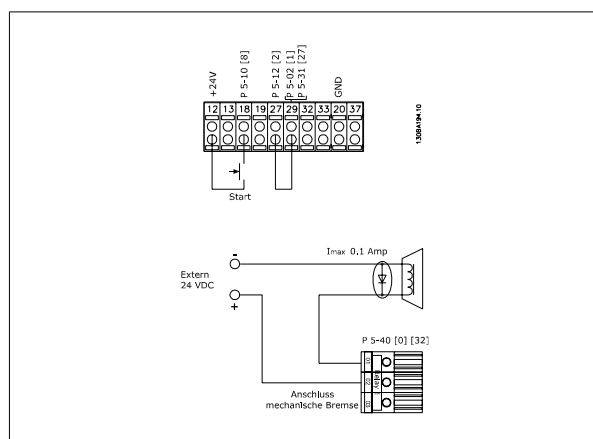
Die mechanische Bremse kann wahlweise an Relais 1 oder 2 angeschlossen werden, siehe *Steuerung der mechanischen Bremse*. Klemme 27 ist auf Motorfreilauf (inv.) [2] oder Motorfreilauf/Reset [3] und Klemme 29 Funktion auf Ausgang [1] und Momentengrenze und Stopp [27] zu programmieren.

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* Klemme 29 Funktion = Ausgang [1]
Par. 5-31 *Klemme 29 Digitalausgang* Momentengrenze u. Stopp [27]
- Relaisausgang [0] (Relais 1)
Par. 5-40 *Relaisfunktion* Mechanische Bremse [32]



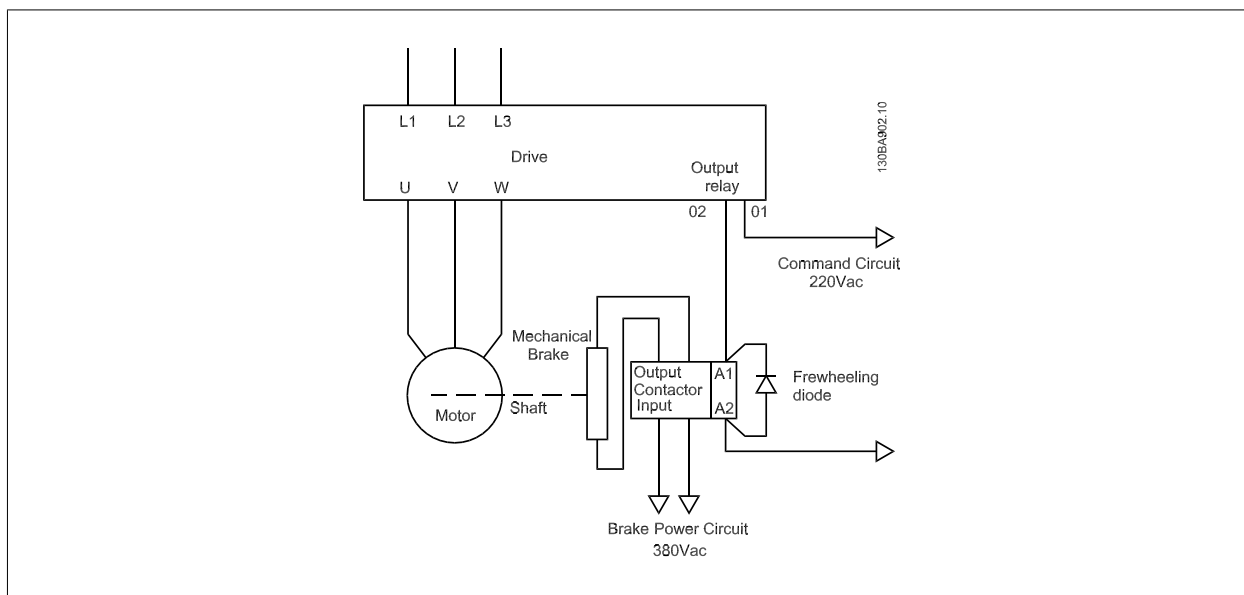
9.1.8 Erweiterte mechanische Bremssteuerung für Hub- und Vertikalförderanwendungen

1. Die Vertikalförderbewegung

Bei der Vertikalförderbewegung ist es maßgeblich, dass die Last während des gesamten Vorgangs vollkommen sicher gehalten, gestoppt und geregelt (angehoben, abgesenkt) werden muss.

Da der Frequenzumrichter kein Sicherheitsgerät ist, muss der Kran-/Hebezeugkonstrukteur (OEM) über die Art und Zahl von Sicherheitsvorrichtungen (z. B. Drehzahlshalter, Notbremsen usw.) entscheiden, die eingesetzt werden, um die Last im Notfall oder bei einer Funktionsstörung im System in Übereinstimmung mit einschlägigen nationalen Kran-/Hebezeugvorschriften anhalten zu können.

2. Anschluss der mechanischen Bremse an den Frequenzumrichter



- Die elektromagnetische Lamellenbremse arbeitet durch Wirkung einer Reihe von Federn und wird gelüftet (gelöst), wenn Spannung an die Bremsspule angelegt wird.
- Dies heißt, dass der Motor bei einem Spannungsausfall als signifikante Sicherheitsfunktion automatisch bremsst.
- Wenn eine mechanische Bremse vorhanden ist, wird dringend angeraten, ein externes Schütz zu verwenden, um das Ein-/Ausschalten der Bremse zu übernehmen.
- Aufgrund von inversen Spannungsspitzen beim Ein- und Ausschalten wird empfohlen, einen Diodenblock zu verwenden, der an der Spule des Schützes befestigt wird, um den Frequenzumrichter zu schützen.
- Kontakt 01-02 im Frequenzumrichter bleibt normalerweise geöffnet, daher wird der Ausgang nicht eingeschaltet.
- Wenn die START-Bedingung von der Befehlsschaltung kommt, schließt der Frequenzumrichter Kontakt 01-02 entsprechend der programmierten Bremsenlogik. Der Ausgang bleibt jetzt eingeschaltet, bis eine STOPP-Bedingung auftritt.
- Tritt am Frequenzumrichter ein Alarm- oder Fehlerzustand ein, so schaltet sich automatisch das Ausgangsrelais zu.

3. Die Steuerparameter

Bei Regelung ohne Rückführung sind die entsprechenden (aktiven) Parameter, die das Ausgangsrelais der mechanischen Bremse ansteuern, wie folgt:

- Par. 5-40 *Relaisfunktion* oder Par. 5-41 *Ein Verzög., Relais*. Mechanische Bremse: aktiviert die Funktion des Bremsrelais.
- Par. 2-20 *Bremse öffnen bei Motorstrom*. Wenn die START-Bedingung vorliegt, wird der Motorstrom auf den Sollwert (nahe dem Motornennstrom) erhöht, um ein ausreichend großes Drehmoment zu erzeugen, um die Last während des Lüftens der Bremse zu halten.
- Par. 2-21 *Bremse schliessen bei Motordrehzahl*. Durch Einstellung dieses Parameters wird die mechanische Bremse über einer drehenden Welle angelegt. Der empfohlene Wert ist $\frac{1}{2}$ des Schlupfes. Ist der Wert zu hoch, wird das mechanische System bei jedem Stopp Erschütterungen ausgesetzt. Ist der Wert zu klein, reicht das Drehmoment (der Strom) ggf. nicht aus, um die Last bei Drehzahl 0 zu halten. Wenn eine STOPP-Bedingung vorliegt, fährt der Motor über Rampe zur Drehzahl 0 (mechanische Bremse ist immer noch geöffnet) und schließt beim Sollwert (UPM) die mechanische Bremse.

- Par. 2-22 *Bremse schließen bei Motorfrequenz*. Verknüpft mit Par. 2-21. Automatische Anpassung gemäß des Werts in Par. 2-21.
- Par. 2-23 *Mech. Bremse Verzögerungszeit*. Die Welle wird bei Drehzahl 0 mit vollem Haltemoment gehalten. Diese Funktion stellt sicher, dass die mechanische Bremse die Last verriegelt hat, bevor der Motor in den Freilaufmodus geht.
- Par. 2-24 *Stop Delay*. Ermöglicht Folgeanläufe ohne Anlegen der mechanischen Bremse (z. B. Reversierung).
- Par. 2-25 *Brake Release Time*. Die Zeitdauer bis zum Öffnen/Schließen der mechanischen Bremse.

Bei Prozessregelung hängen die Parameter wie folgt voneinander ab:

- Par. 5-40 *Relaisfunktion* oder Par. 5-41 *Ein Verzög., Relais*
- Par. 1-72 *Startfunktion*: Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen
- Par. 2-25 *Brake Release Time*
- Par. 2-26 *Torque Ref.* Definiert das vor dem Lüften gegen die geschlossene mechanische Bremse aufgewendete Drehmoment.
- Par. 2-27 *Torque Ramp Time*
- Par. 2-28 *Gain Boost Factor*. Gleich das „Zurückschieben“ aus, wenn der Drehzahlregler vom Drehmomentregler übernimmt.

9.1.9 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 *Autom. Motoranpassung* bietet die Wahl zwischen einer kompletten AMA mit Ermittlung aller elektrischen Motorparameter und reduzierter AMA, wobei 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 *Motornennleistung [kW]* bis Par. 1-28 *Motordrehrichtungsprüfung* 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. AMA kann für einen einzelnen überdimensionierten Motor durchgeführt werden.
- 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.

9.1.10 Programmierung des Smart Logic Controller

Smart Logic Control (SLC) ist eine neue praktische Funktion beim FC 300.

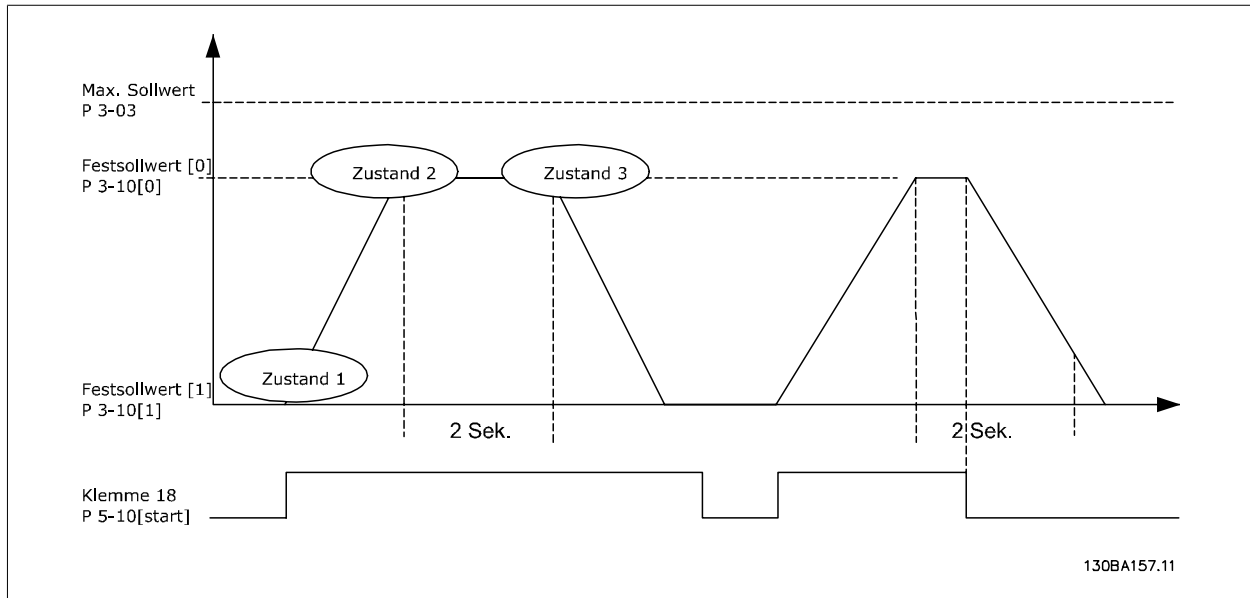
In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Sequenz generiert, kann der SLC von der Hauptsteuerung elementare Aufgaben übernehmen.

SLC reagiert auf Ereignisse, die an den Frequenzumrichter gesendet oder darin generiert wurden. Der Frequenzumrichter führt anschließend die voreingestellte Aktion aus.

9.1.11 SLC - Anwendungsbeispiel

Einfache Sequenz:

Start – Rampe auf – 2 Sek. Sollwertdrehzahl fahren – Rampe ab und Nullzahl bis zum Stoppsignal.



9

Rampenzeiten in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* und Par. 3-42 *Rampenzeit Ab 1* auf die gewünschten Zeiten einstellen

$$t_{\text{Rampe}} = \frac{t_{\text{Beschl.}} \times n_{\text{Norm}} (\text{Par. 1 - 25})}{\text{Sollw. [UPM]}}$$

Klemme 27 auf *Ohne Funktion* (Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang*) einstellen

Festsollwert 0 auf gewünschte Sollwertdrehzahl (Par. 3-10 *Festsollwert [0]*) in Prozent von max. Sollwertdrehzahl (Par. 3-03 *Max. Sollwert*) einstellen.

Beispiel: 60 %

Festsollwert 1 auf zweite Festdrehzahl einstellen (Par. 3-10 *Festsollwert [1]* Beispiel: 0 % (Null).

Timer 0 für konstante Drehzahl in Par. 13-20 *SL-Timer [0]* einstellen. Beispiel: 2 s.

Ereignis 1 in Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis [1]* auf *True (Wahr) [1]* einstellen.

Ereignis 2 in Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis [2]* auf *Ist=Sollwert [4]* einstellen.

Ereignis 3 in Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis* auf *Timeout 0 [30]* einstellen.

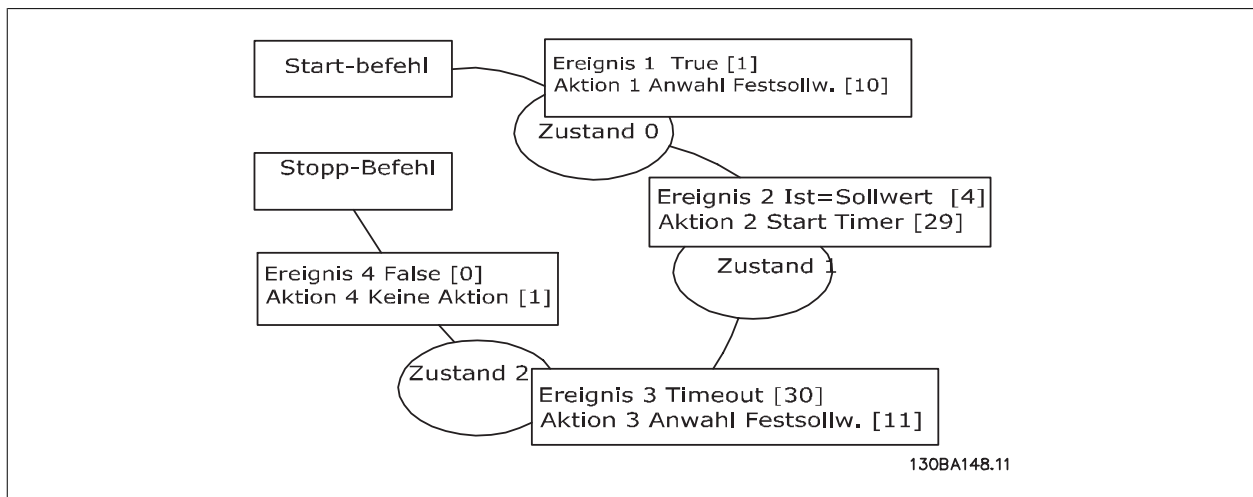
Ereignis 4 in Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis [1]* auf *False (Falsch) [0]* einstellen.

Aktion 1 in Par. 13-52 *SL-Controller Aktion [1]* auf *Anwahl Festsollw. 0 [10]* einstellen.

Aktion 2 in Par. 13-52 *SL-Controller Aktion [2]* auf *Start Timer 0 [29]* einstellen.

Aktion 3 in Par. 13-52 *SL-Controller Aktion [3]* auf *Anwahl Festsollw. 1 [11]* einstellen.

Aktion 4 in Par. 13-52 *SL-Controller Aktion [4]* auf *Keine Aktion [1]* einstellen.



Smart Logic Control in Par. 13-00 *Smart Logic Controller* auf EIN stellen.

Start-/Stopp-Befehl wird auf Klemme 18 angewendet. Mit dem Stoppsignal wird die Rampe im Frequenzumrichter verringert und der Leerlauf aktiviert.

9.1.12 MCB 112 PTC-Thermistorkarte

Die folgenden beiden Beispiel zeigen die Optionen bei Verwendung der VLT® PTC-Thermistorkarte MCB 112.

Anschluss von MCB 112

Über Klemmen X44/1 und X44/2 (T1 und T2) werden die Kaltleiter des Motors mit der Optionskarte verbunden. X44/12 wird mit Klemme 37 (Sicherer Stopp) des FC 302 verbunden. Die Masseklemme X44/11 wird mit der Bezugssignalklemme 20 des FC 302 verbunden.

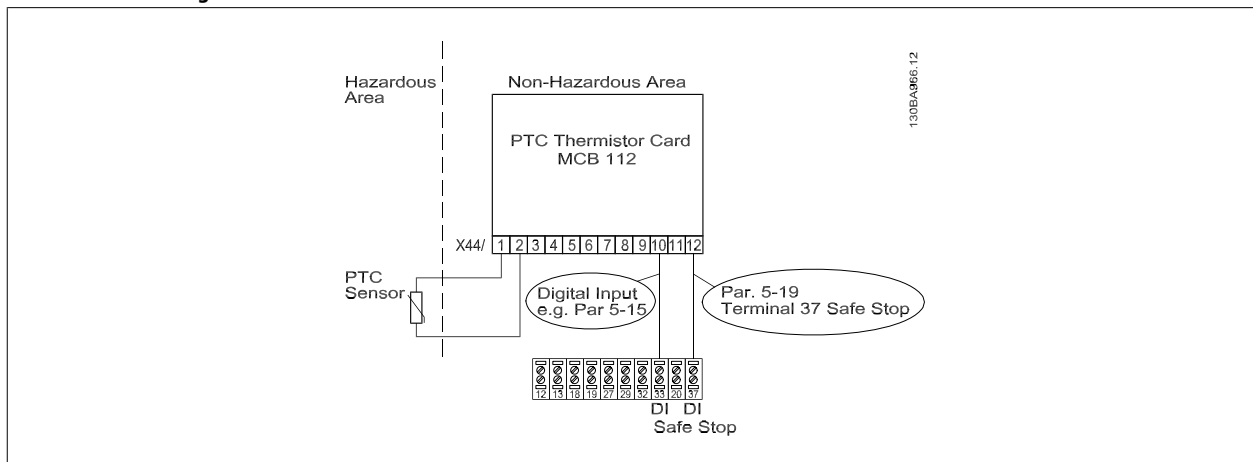
Außerdem wird X44/10 mit einem Digitaleingang des FC 302 verbunden. Dieser Digitaleingang kann Klemme 33 sein, dies ist allerdings nur ein Beispiel: jeder beliebige andere Digitaleingang kann stattdessen verwendet werden. Durch Verwendung dieses Signals kann der Frequenzumrichter bestimmen, welche Quelle den sicheren Stopp aktiviert hat, da andere Komponenten gleichzeitig an die Klemme 37 für sicheren Stopp des FC 302 angeschlossen sein können.



ACHTUNG!

Wird X44/10 nicht mit einem Digitaleingang des FC 302 verbunden, führt dies nicht zu einer Fehlfunktion. Der Frequenzumrichter fährt immer noch im Freilauf aus, die LCP Bedieneinheit kann jedoch nur „Sicherer Stopp [A68]“ anzeigen, d. h. es ist nicht klar, wo ein sicherer Stopp aktiviert worden ist. Um die Fehlersuche und -behebung einfacher und schneller zu machen, wird daher empfohlen, X44/10 mit einem Digitaleingang des FC 302 zu verbinden.

Standardverwendung



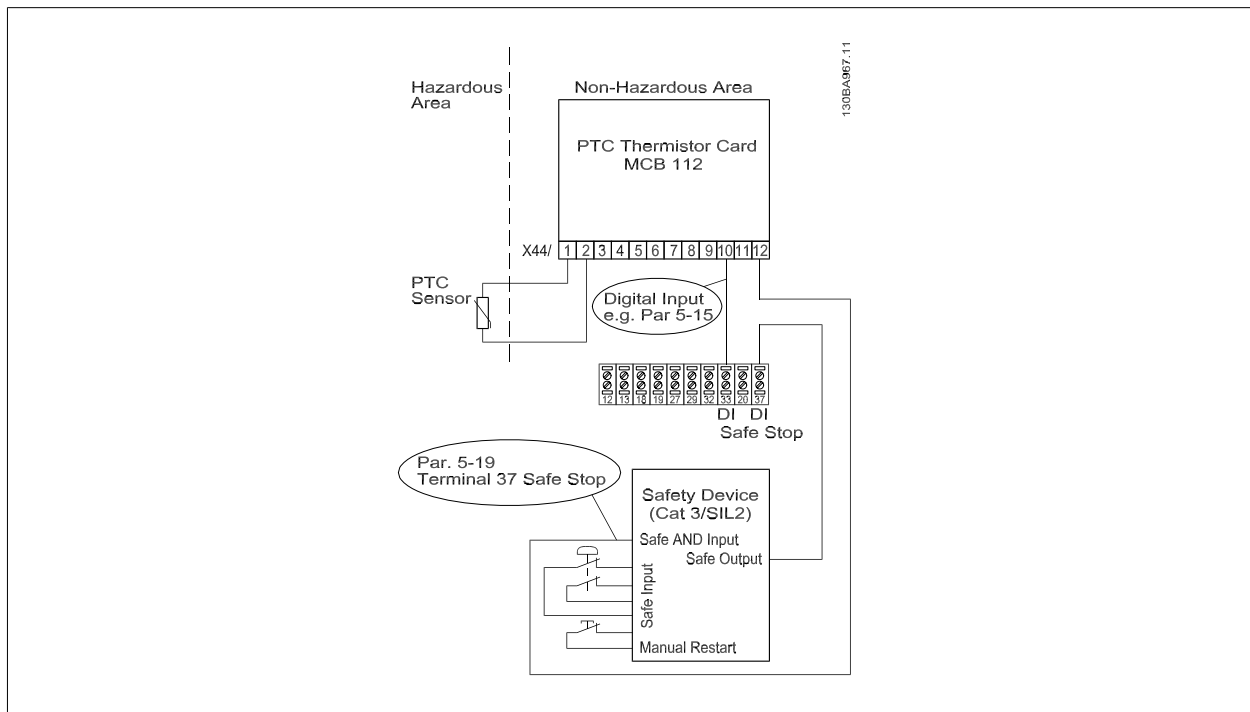
Programmierbeispiel 1**Par. 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp**

[4] PTC 1 Alarm Falls die Motortemperatur zu hoch ist oder ein PTC ausfällt, aktiviert die MCB 112 den sicheren Stopp des FC 302 (Sicherer Stopp Klemme 37 schaltet auf LOW (aktiv) und Digitaleingang 33 schaltet auf HIGH (aktiv)). Dieser Parameter bestimmt die Konsequenz des sicheren Stopps. Bei dieser Wahl läuft der FC 302 im Freilauf aus und im LCP wird „PTC 1 Sicherer Stopp [A71]“ angezeigt. Der Frequenzumrichter muss von Hand über LCP, Klemme oder Feldbus quitiert werden, wenn die Bedingungen des PTC wieder akzeptabel sind (Motortemperatur ist gesunken).

Par. 5-15 Klemme 33 Digitaleingang

[80] PTC-Karte 1 Verbindet den Digitaleingang von Klemme 33 im FC 302 mit MCB 112, sodass MCB 112 anzeigen kann, wenn von hier ein sicherer Stopp aktiviert worden ist.

Alternativ kann Par. 5-19 auf Option [5] (PTC 1 Warnung) eingestellt werden. Dies bedeutet einen automatischen Wiederanlauf, wenn die Bedingungen der PTC-Schaltung wieder auf akzeptable Werte zurückgekehrt sind. Die Wahl hängt von den Anforderungen des Kunden ab.

Kombination mit anderen Komponenten über Funktion „Sicherer Stopp“

9

Programmierbeispiel 2**Par. 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp**

[6] PTC 1 & Relais Alarm Falls die Motortemperatur zu hoch ist oder ein PTC ausfällt, aktiviert die MCB 112 den sicheren Stopp des FC 302 (Sicherer Stopp Klemme 37 schaltet auf LOW (aktiv) und Digitaleingang 33 schaltet auf HIGH (aktiv)). Dieser Parameter bestimmt die Konsequenz des sicheren Stopps. Bei dieser Wahl läuft der FC 302 im Freilauf aus und im LCP wird „PTC 1 Sicherer Stopp [A71]“ angezeigt. Der Frequenzumrichter muss von Hand über LCP, Klemme oder Feldbus quitiert werden, wenn die Bedingungen des PTC wieder akzeptabel sind (Motortemperatur ist gesunken). Ein Not-Aus kann ebenfalls den sicheren Stopp des FC 302 auslösen (Sicherer Stopp Klemme 37 geht LOW (aktiv)), Digitaleingang 33 wird jedoch nicht von MCB 112 X44/10 ausgelöst, da MCB 112 den sicheren Stopp nicht aktivieren musste. Daher bleibt Digitaleingang 33 HIGH (inaktiv).

Par. 5-15 Klemme 33 Digitaleingang

[80] PTC-Karte 1 Verbindet den Digitaleingang von Klemme 33 im FC 302 mit MCB 112, sodass MCB 112 anzeigen kann, wenn von hier ein sicherer Stopp aktiviert worden ist.

Alternativ kann Par. 5-19 auf [7] (PTC 1 + Relais Warnung) eingestellt werden. Dies bedeutet einen automatischen Wiederanlauf, wenn die Bedingungen der PTC-Schaltung und/oder der Not-Aus-Schaltung wieder normal sind. Die Wahl hängt von den Anforderungen des Kunden ab. Eine andere Einstellung von Par. 5-19 könnte [8] (PTC 1 + Relais A/W) oder [9] (PTC 1 + Relais W/A) sein, Kombinationen aus Alarm und Warnung. Die Wahl hängt von den Anforderungen des Kunden ab.

**ACHTUNG!**

Optionen [4] - [9] in Par. 5-19 werden nur eingeblendet, wenn MCB 112 in den Steckplatz für B-Optionen eingesteckt ist.

Nähere Informationen zur Kombination finden Sie unter *Parametereinstellungen für externe Sicherheitsvorrichtung in Kombination mit MCB 112* im Kapitel *Einführung zum FC 300*.

10

10 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet für VLT AutomationDrive umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an.

10.1.1 Installation von Optionsmodulen in Steckplatz A

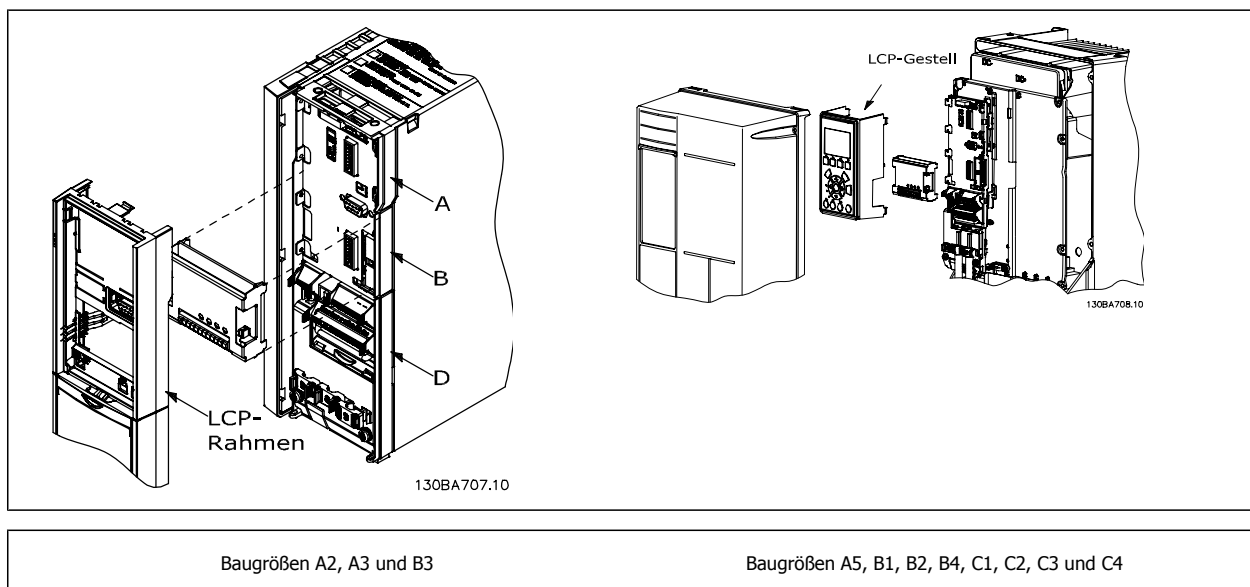
Steckplatz A ist Feldbus-Optionen vorbehalten. Nähere Informationen finden Sie im getrennten Produkthandbuch.

10.1.2 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(LCP 101 oder 102), 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*.

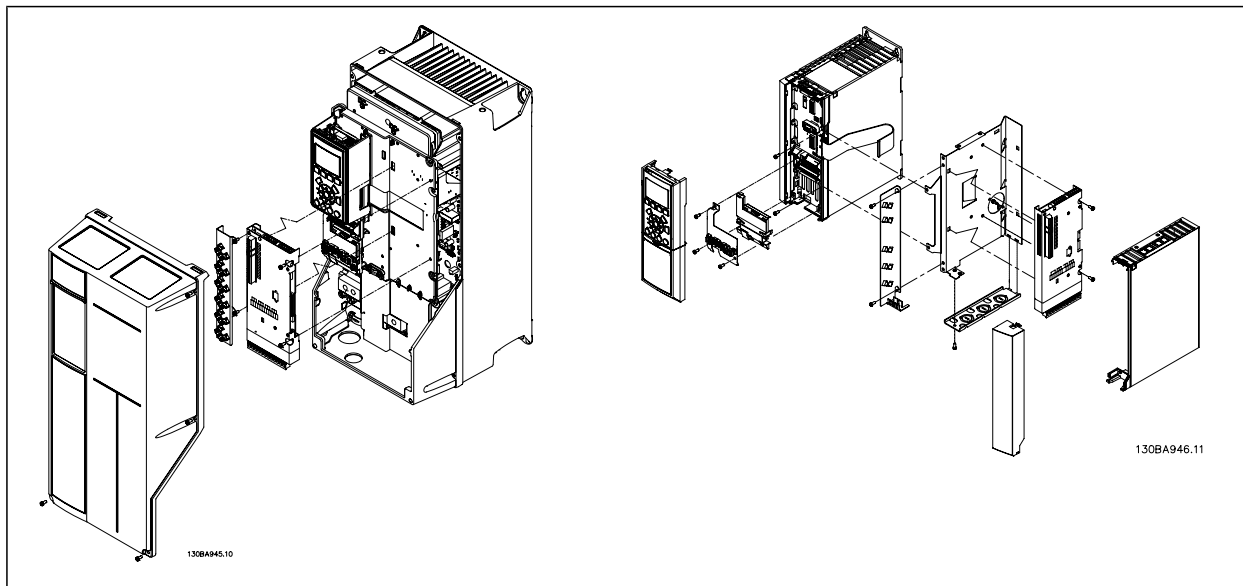

10

10.1.3 Installation von Optionsmodulen in Steckplatz C

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.

Bei Installation einer C-Option wird ein Einbausatz benötigt. Eine Liste der Bestellnummern finden Sie im Kapitel *Bestellen*. Die Abbildung zeigt die beispielhafte Installation einer MCB 112. Nähere Informationen zur Installation von MCO 305 finden Sie im getrennten Produkthandbuch.



Baugrößen A2, A3 und B3

Baugrößen A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 und C4

10

Wenn C0- und C1-Optionen installiert werden sollen, erfolgt die Installation wie nachstehend gezeigt. Zur Beachtung: Dies ist nur bei Baugrößen A2, A3 und B3 möglich.

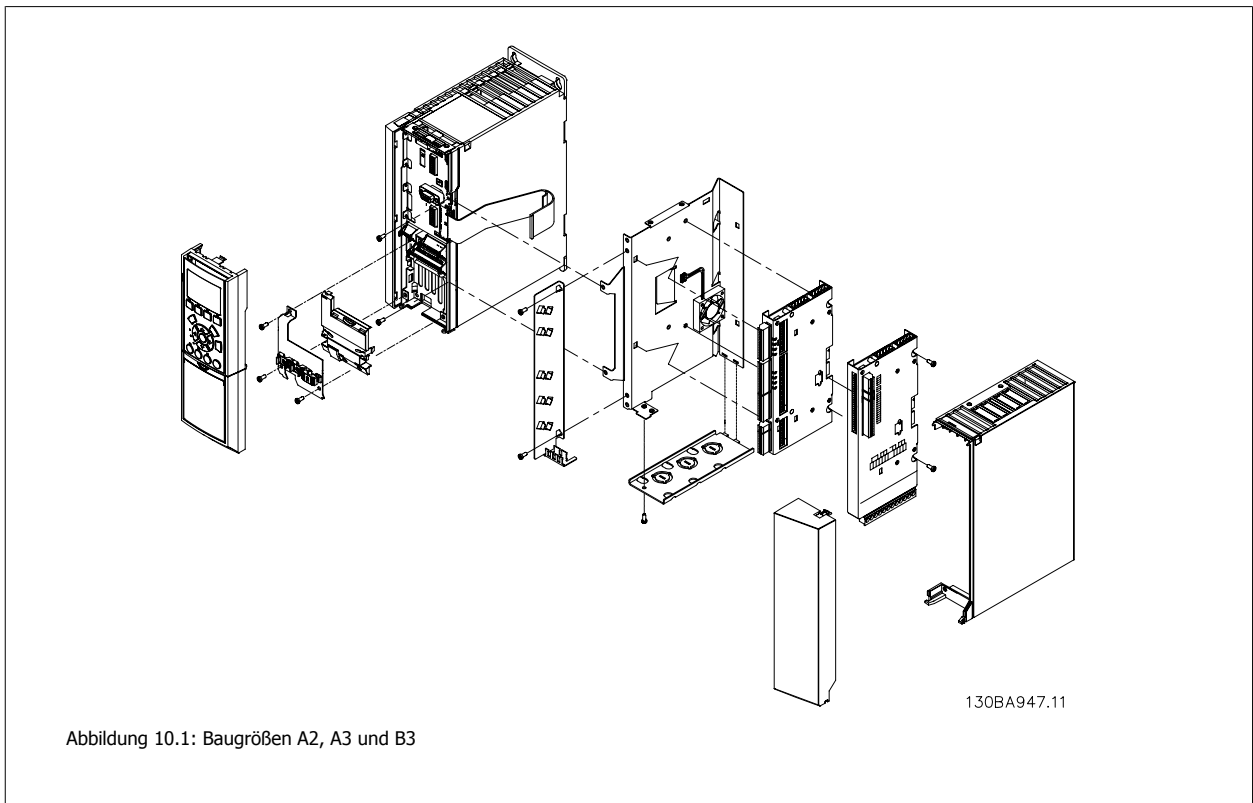


Abbildung 10.1: Baugrößen A2, A3 und B3

10.2 Universal-Ein-/Ausgangsmodul MCB 101

Die Option MCB 101 wird zur Erweiterung von Digital- und Analogeingängen und -ausgängen des AutomationDrive FC 301 und FC 302 verwendet.

Inhalt: MCB 101 muss in Steckplatz B im VLT AutomationDrive installiert werden.

- Optionsmodul MCB 101
- Vordere Gehäuseabdeckung für LCP
- Klemmenabdeckung

10

130BA208.10	Option MCB 101						FC-Serie					
	Universal-E/A						B-Option					
	SW,-Ver. XX.XX						Bestellnr. 130BXXXX					
	COM	DIN7	DIN8	DIN9	GND(1)	DOJT3	DOJT4	AOUT2	24V	GND(2)	AIN3	AIN4
X30/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

10.2.1 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.

10

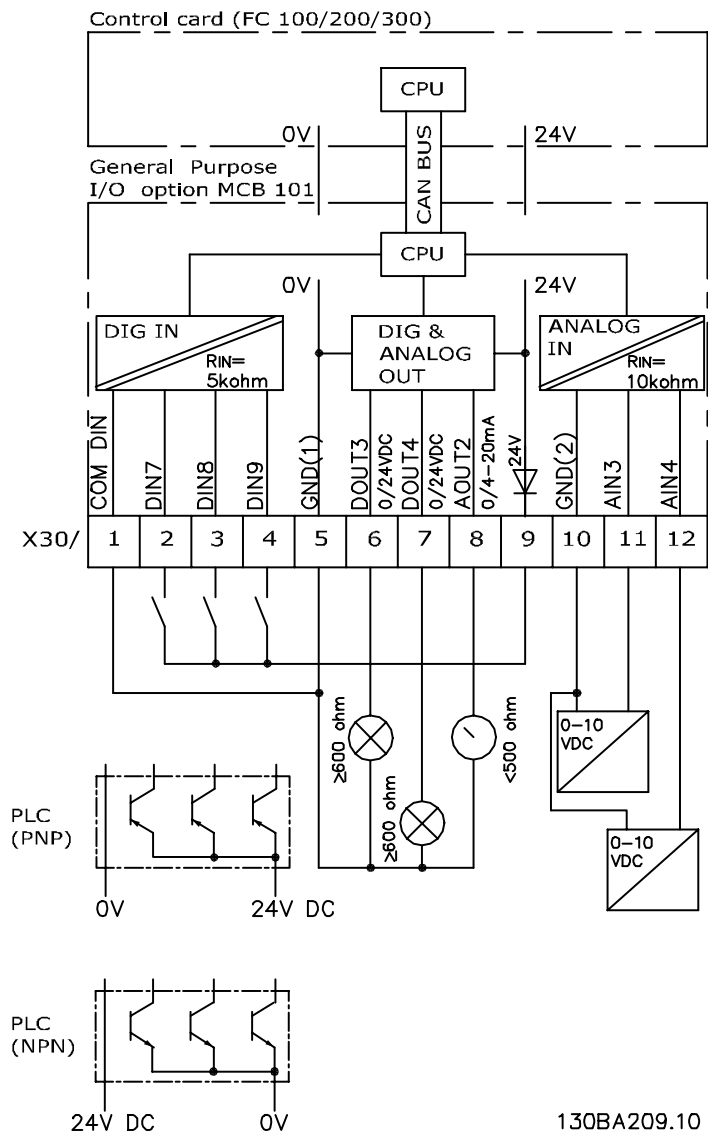


Abbildung 10.2: Prinzipschaubild

10.2.2 Digitaleingänge - Klemme X30/1-4

Digitaleingang:

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 k Ω

10.2.3 Analogausgänge - Klemme X30/11, 12:

Analogeingang:

Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	X30,11, X30,12
Betriebsart	Spannung
Spannungsbereich	0 - 10 V
Eingangsimpedanz	> 10 k Ω
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

10.2.4 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	\geq 600 Ω
Max. kapazitive Last	< 10 nF
Minimale Ausgangsfrequenz	0 Hz
Maximale Ausgangsfrequenz	\leq 32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala

10.2.5 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

10.3 Drehgeberoption MCB 102

Das Drehgebermodul wird zur Anschließung einer Drehzahlstwrückführung verwendet (Par. 1-02 *Drehgeber Anschluss*, Par. 7-00 *Drehgeberrückführung*). Die Drehgeberoption wird in Parametergruppe 17-xx konfiguriert.

Funktionalität:

- VVC^{plus} mit Rückführung
- Flux-Vektor Drehzahlregelung mit Rückführung
- Flux-Vektor Drehmomentregelung mit Rückführung
- Permanentenerregter Synchronmotor

Unterstützte Drehgebertypen:

Inkrementalgeber: 5 V TTL-Typ, RS422, max. Frequenz: 410 kHz

Inkrementalgeber: 1 V_{pp}, Sinus/Cosinus

Hiperface®-Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Stegmann/SICK)

EnDat-Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Heidenhain), unterstützt Version 2.1

SSI-Drehgeber: Absolut

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 bei einem Drehgeberfehler kann in Par. 17-61 *Drehgeber Überwachung* ausgewählt werden: Deaktiviert, Warnung oder Alarm.

Wenn die Drehgeber-Option separat bestellt wird, umfasst der Lieferumfang:

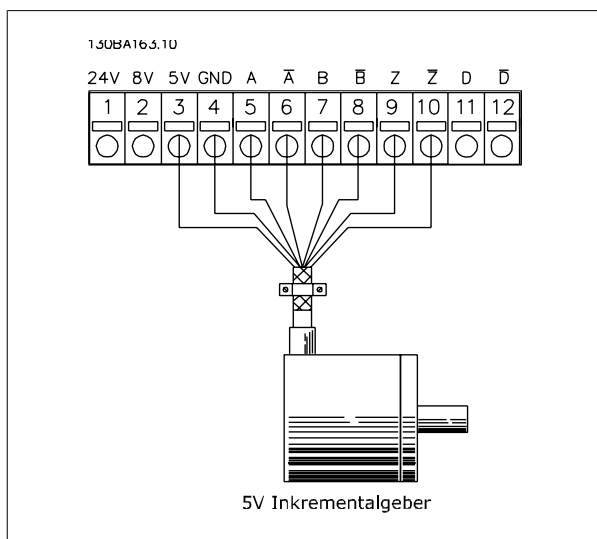
- Drehgebermodul MCB 102
- Vordere LCP Gehäuseabdeckungen für Installation von A- oder B-Optionen

Die Drehgeberoption wird nicht von FC 302-Frequenzumrichtern, die vor Kalenderwoche 50/2004 hergestellt wurden, unterstützt.

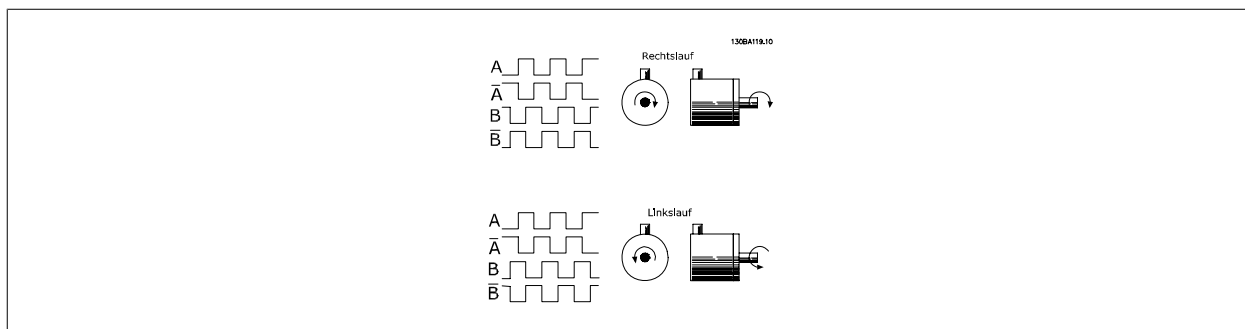
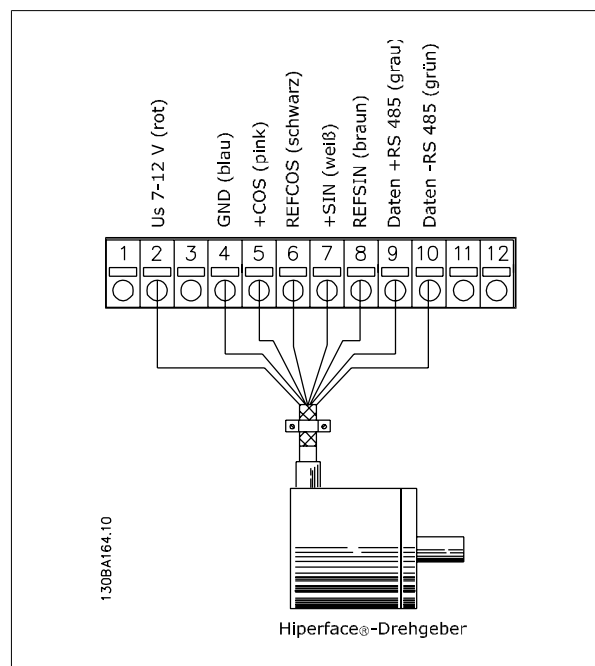
Mindestens Software-Version: 2.03 (Par. 15-43 *Softwareversion*)

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 _{max} :125 mA)
2	NC	8 VCC			8 V Ausgang (7-12 V, I _{max} : 200 mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V	5 V Ausgang (5 V ± 5 %, I _{max} : 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 X31.5-12



Max. Kabellänge 150 m.



10.4 Resolver-Option MCB 103

Die Resolver-Option MCB 103 dient zur Rückführung des Resolverwert-signals vom Motor zum VLT AutomationDrive. Resolver werden häufig als Drehzahlrückführung bei permanentenerregten, bürstenlosen Synchronmotoren verwendet.

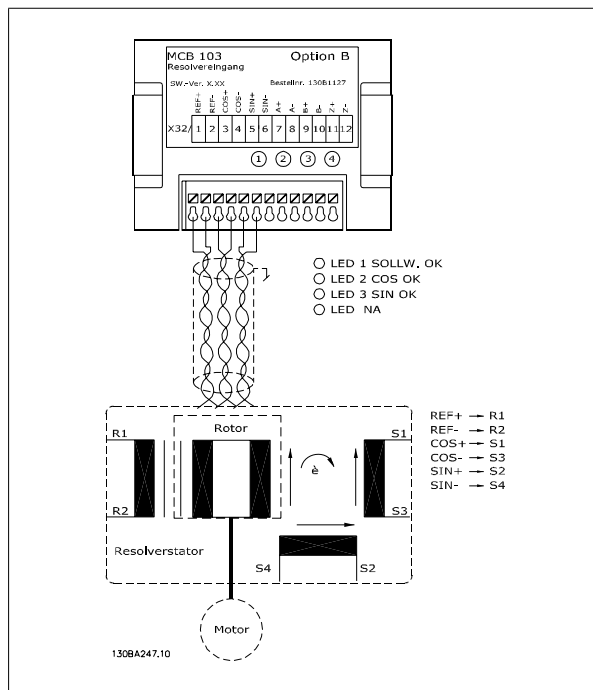
Bei separater Bestellung der Resolver-Option MCB 103 umfasst der Lieferumfang:

- Resolver-Option MCB 103
- Vordere LCP Gehäuseabdeckungen für Installation von A- oder B-Optionen

Parameterauswahl: 17-5x Resolver

Die Resolver-Option MCB 103 unterstützt eine vielfältige Zahl von Resolverarten:

Resolver-Spezifikationen:	
Resolver-Pole	Par. 17-50 <i>Resolver Pole</i> . 2 *2
Resolver-Eingangsspannung	Par. 17-51 <i>Resolver Eingangsspannung</i> . 2,0-8,0 Veff *7,0 Veff
Resolver-Eingangsfrequenz	Par. 17-52 <i>Resolver Eingangsfrequenz</i> . 2-15 kHz *10,0 kHz
Übersetzungsverhältnis	Par. 17-53 <i>Übersetzungsverhältnis</i> . 0,1-1,1 *0,5
Sekundäreingangsspannung	Max. 4 Veff
Sekundärlast	Ca. 10 kΩ



ACHTUNG!

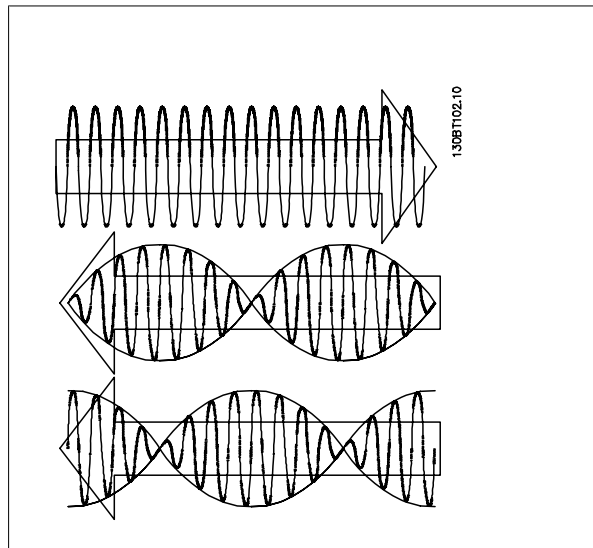
Die Resolveroption MCB 103 kann nur mit Resolverarten mit Rotorversorgung verwendet werden. Resolver mit Statorversorgung können nicht benutzt werden.

10

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 *Drehgeber Überwachung* auf *Warnung* oder *Alarm* programmiert ist.



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!
Resolver-Kabel 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.

Folgende Parameter einstellen:	
Par. 1-00 <i>Regelverfahren</i>	Mit Drehgeber [1]
Par. 1-01 <i>Steuerprinzip</i>	Fluxvektor mit Geber [3]
Par. 1-10 <i>Motorart</i>	PM, Vollpol [1]
Par. 1-24 <i>Motornennstrom</i>	Typenschild
Par. 1-25 <i>Motornendrehzahl</i>	Typenschild
Par. 1-26 <i>Dauer-Nennrehmoment</i>	Typenschild
AMA ist bei PM-Motoren nicht möglich.	
Par. 1-30 <i>Statorwiderstand (Rs)</i>	Motordatenblatt
Par. 1-37 <i>Indukt. D-Achse (Ld)</i>	Motordatenblatt (mH)
Par. 1-39 <i>Motorpolzahl</i>	Motordatenblatt
Par. 1-40 <i>Gegen-EMK bei 1000 UPM</i>	Motordatenblatt
Par. 1-41 <i>Geber-Offset</i>	Motordatenblatt (normalerweise Null)
Par. 17-50 <i>Resolver Pole</i>	Resolver-Datenblatt
Par. 17-51 <i>Resolver Eingangsspannung</i>	Resolver-Datenblatt
Par. 17-52 <i>Resolver Eingangsfrequenz</i>	Resolver-Datenblatt
Par. 17-53 <i>Übersetzungsverhältnis</i>	Resolver-Datenblatt
Par. 17-59 <i>Resolver aktivieren</i>	Aktiviert [1]

10

10.5 Relaisoption MCB 105

Die Option MCB 105 bietet 3 einpolige Lastrelais (Wechslerkontakte) und kann in Optionssteckplatz B gesteckt werden.

Elektrische Daten:

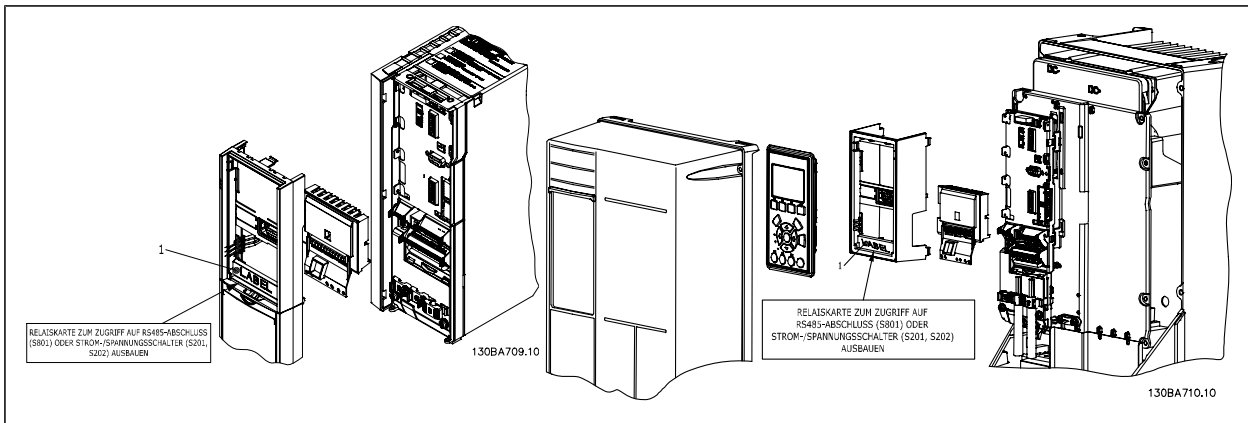
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ (ohmsche Last)	240 V AC 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ (induktive Last mit cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ (ohmsche Last)	24 V DC 1 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ (induktive Last)	24 V DC 0,1 A
Min. Klemmenleistung (DC)	5 V, 10 mA
Max. Taktfrequenz bei Nennlast/min. Last	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹

1) IEC 947 Teil 4 und 5

Wenn die Relaisoption MCB 105 separat bestellt wird, umfasst der Lieferumfang:

- Relaismodul MCB 105
- Vordere LCP 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-Frequenzumrichter, die vor Kalenderwoche 50/2004 hergestellt wurden.
 Mindestens Software-Version: 2.03 (Par. 15-43 *Softwareversion*)



A2-A3-B3

A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

¹⁾ **WICHTIG!** Der Aufkleber MUSS wie gezeigt an der oberen LCP Frontabdeckung angebracht werden (UL-Zulassung).



Warnung - Doppelte Stromversorgung

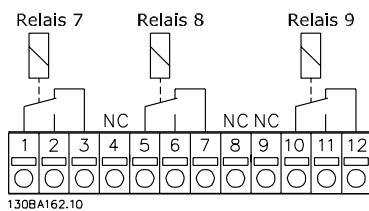
Installation der Relaisoption MCB 105:

- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter unterbrechen.
- Die Energiezufuhr zu den spannungsführenden Teilen der Relaisklemmen muss unterbrochen sein.
- LCP Bedieneinheit, Klemmenabdeckung und LCP Frontabdeckungen vom Frequenzumrichter 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 LCP Frontabdeckungen für A-/B-Optionen anbringen.
- Die LCP Bedieneinheit wieder aufstecken.
- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter wieder herstellen.
- Relais 1 und Relais 2 werden in Par. 5-40 *Relaisfunktion* [6-8], Par. 5-41 *Ein Verzög., Relais* [6-8] und Par. 5-42 *Aus Verzög., Relais* [6-8] programmiert.

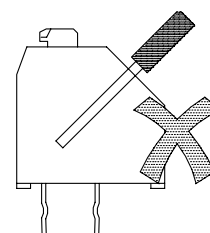
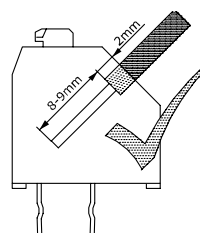


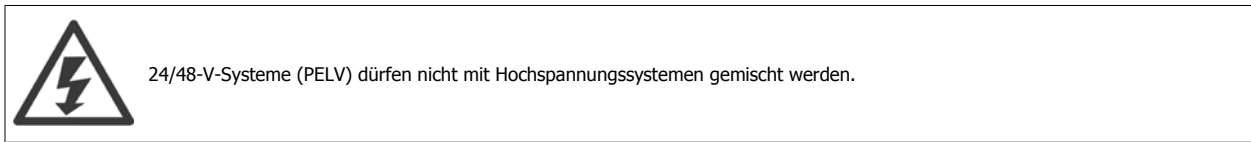
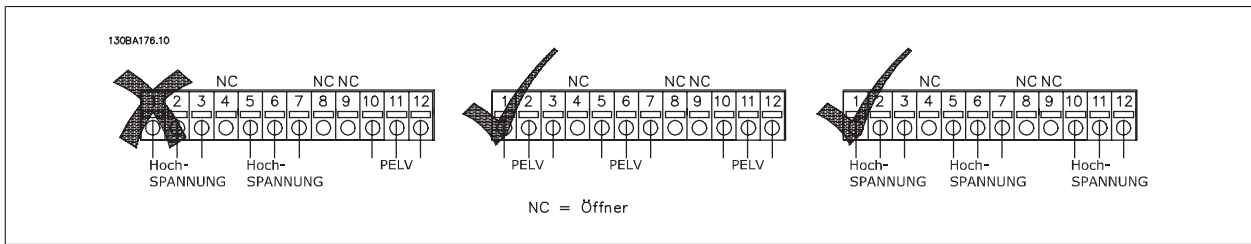
ACHTUNG!

Array [6] ist Relais 7, Array [7] ist Relais 8 und Array [8] ist Relais 9



NC = Öffner





10.6 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 ±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 µF
Einschaltverzögerung	< 0,6 s

Der Eingang ist schutzbeschaltet.

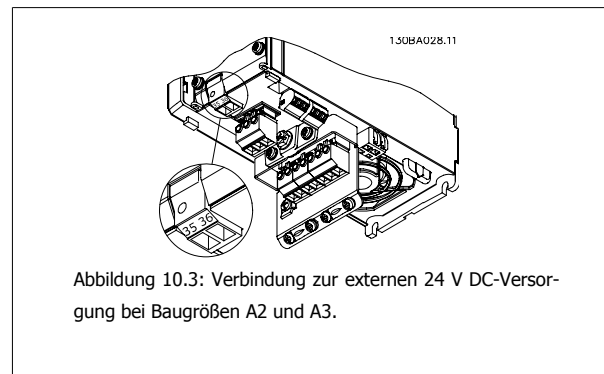
Klemmennummern:

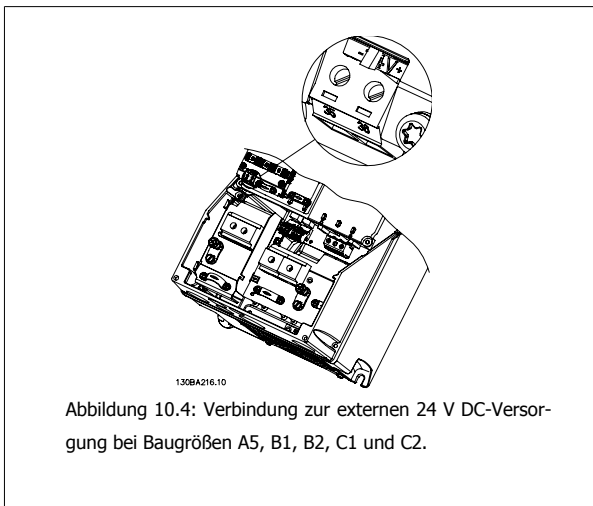
- Klemme 35: - externe 24 V DC-Versorgung.
- Klemme 36: + externe 24V DC-Notstromversorgung

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.





130BA216.10
Abbildung 10.4: Verbindung zur externen 24 V DC-Versorgung bei Baugrößen A5, B1, B2, C1 und C2.

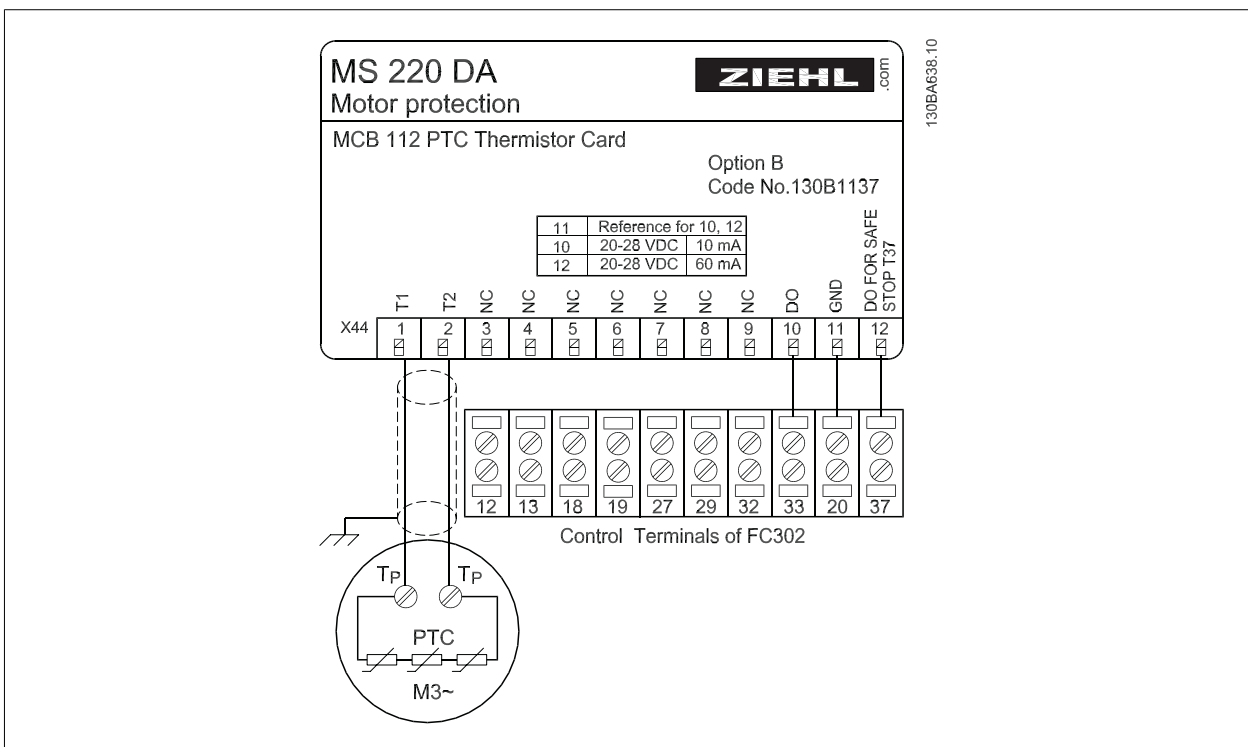
10.7 MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte

Über die Option MCB 112 kann die Temperatur eines Elektromotors über einen PTC-Thermistoreingang überwacht werden. Es ist eine B-Option für 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. Verschiedene Anwendungsmöglichkeiten zeigt außerdem das Kapitel *Anwendungsbeispiele*.

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) muss auf PCT-Karte 1 [80] eingestellt werden, um die Informationen von X44/10 zu nutzen. Par. 5-19 *Terminal 37 Safe Stop* Klemme 37 Sicherer Stopp muss auf die gewünschte Funktionalität für sicheren Stopp eingestellt werden (Werkseinstellung ist Sicherer Stopp Alarm).

10



ATEX-Zertifizierung bei FC 302

Die Option MCB 112 ist ATEX-zertifiziert. Dies bedeutet, dass der 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.



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 60947-8	
Bemessungsstoßspannungsfestigkeit	6000 V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Bemessungsisolationsspannung U _{bis}	690 V
Sichere Trennung bis U _i	500 V
Dauerumgebungstemperatur	-20 °C bis +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 _u = 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 ⁻³
SFF	90%
λ _s + λ _{DD}	8515 FIT
λ _{DU}	932 FIT
Bestellnummer 130B1137	

10.8 Erweiterte Relaiskarte MCB 113

Die MCB 113 fügt 7 Digitaleingänge, 2 Analogausgänge und 4 SPDT-Relais zu den Standard-E/A des Frequenzumrichters hinzu, wodurch seine Flexibilität erhöht und dieser mit den deutschen NAMUR NE37-Empfehlungen kompatibel wird.

Die MCB 113 ist eine Standard C1-Option für den Danfoss VLT® AutomationDrive und wird automatisch nach dem Einbau erkannt.

Informationen über den Einbau und die Installation der Option entnehmen Sie bitte dem Abschnitt *Installation von Optionsmodulen in Steckplatz C1* weiter vorne.



ACHTUNG!

MCB 113 kann in allen Baugrößen verwendet werden. Sie kann gleichzeitig mit einer MCO 305 (+ Lüfter) in Baugröße A2, A3 und B3 (Buchformat) installiert werden, jedoch nicht in den anderen Baugrößen. Zur Beachtung: MCO 305 kann die MCCB 113 nicht steuern!

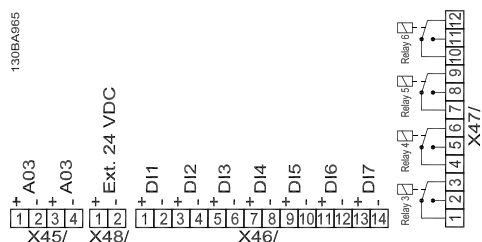


Abbildung 10.5: Elektrische Anschlüsse der MCB 113

MCB 113 kann am X58/ an eine externe 24 V-Stromversorgung angeschlossen werden, um die galvanische Trennung zwischen dem VLT® AutomationDrive und der Optionskarte zu gewährleisten. Ist keine galvanische Trennung erforderlich, so kann die Optionskarte durch die interne 24 V-Versorgung des Frequenzumrichters gespeist werden.



ACHTUNG!

24 V-Signale können mit Hochspannungssignalen in den Relais kombiniert werden, sofern ein nicht verwendetes Relais zwischen sie geschaltet wird.

Verwenden Sie zur Konfiguration von MCB 113 die Parametergruppen 5-1* (Digitaleingänge), 6-7* (Analogausgang 3), 6-8* (Analogausgang 4), 14-8* (Optionen), 5-4* (Relais) und 16-6* (Anzeigen Ein-/Ausgänge).



ACHTUNG!

In Par. 5-4* ist Array [2] Relais 3, Array [3] ist Relais 4, Array [4] ist Relais 5 und Array [5] ist Relais 6

Elektrische Daten

Relais:

Nummern	4 SPDT
Last bei 250 VAC/30 VDC	8 A
Last bei 250 VAC/30 VDC mit $\cos\phi = 0,4$	3,5 A
Überspannungskategorie (Kontakt-Erde)	III
Überspannungskategorie (Kontakt-Kontakt)	II
Kombination aus 250 V und 24-V-Signalen	Möglich mit einem zwischengeschalteten, nicht verwendeten Relais.
Maximale Durchsatzverzögerung	10 ms
Isoliert von Masse/Gehäuse zur Verwendung in IT-Netzsystemen	

Digitaleingänge:

Nummern	7
Bereich	0/24V
Modus	PNP oder NPN
Eingangsimpedanz	4 kW
Niedriger Triggerpegel	6,4 V
Hoher Triggerpegel	17 V
Maximale Durchsatzverzögerung	10 ms

Analogausgänge:

Nummern	2
Bereich	0/4 -20mA
Auflösung	11 Bit
Linearität	<0,2%

Analogausgänge:

Nummern	2
Bereich	0/4 -20mA
Auflösung	11 Bit
Linearität	<0,2%

EMV:

EMV	IEC 61000-6-2 und IEC 61800-3 hinsichtlich der Störfestigkeit gegen schnelle transiente Störgrößen/Burst, Entladung statischer Elektrizität, Stoßspannungen und Störfestigkeit gegen leitungsführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Feder (Conducted Immunity).
-----	---

10.9 Bremswiderstände

10.9.1 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. Siehe Abschnitt *Steuerung mit Bremsfunktion* für die Abmessungen der Bremswiderstände. Die Artikelnummern finden Sie im Abschnitt *Bestellen*.

10.10 Fern-Einbausatz für LCP

10.10.1 Fern-Einbausatz für LCP

Die LCP Bedieneinheit kann durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite einer Schaltschranktür o. Ä. integriert werden. Die Schutzart ist 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

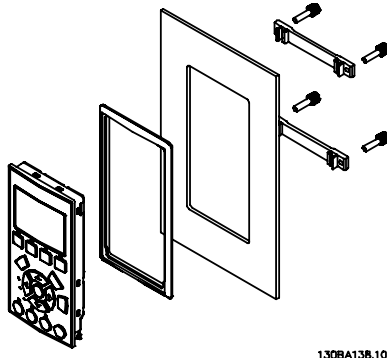


Abbildung 10.6: LCP Einbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung

Bestellnummer 130B1114

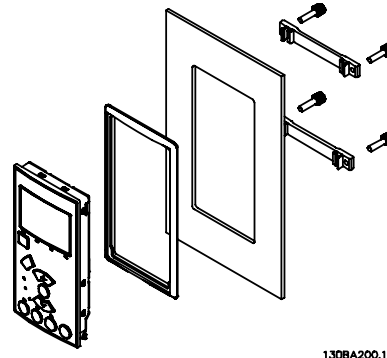
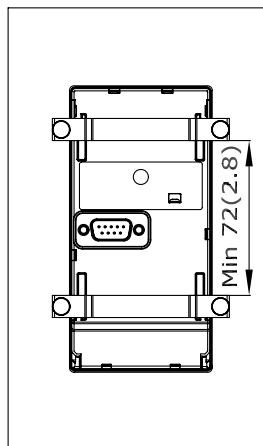
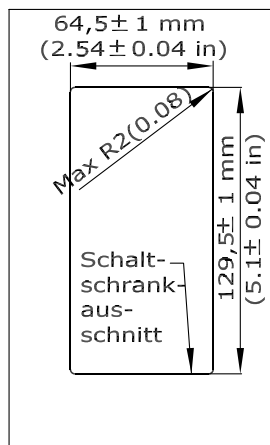


Abbildung 10.7: LCP Einbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung

LCP Einbausatz ohne LCP ist ebenfalls erhältlich. Bestellnummer: 130B1117

10



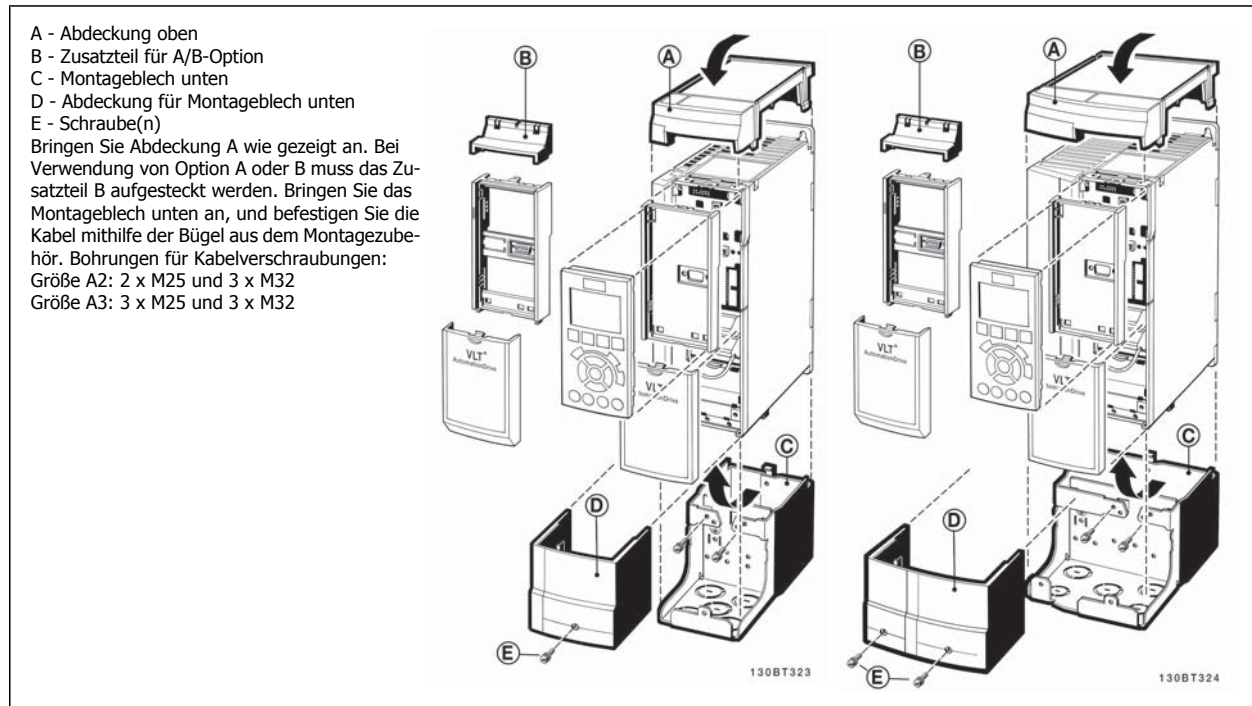
130BA139.11

10.11 IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckungen

Die IP21/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 IP4X-Abdeckung kann für alle IP20 FC 30X-Standardvarianten eingesetzt werden.



10.12 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 den FC 300 kann Danfoss ein Sinusfilter liefern, das die Motorstörgeräusche dämpft.

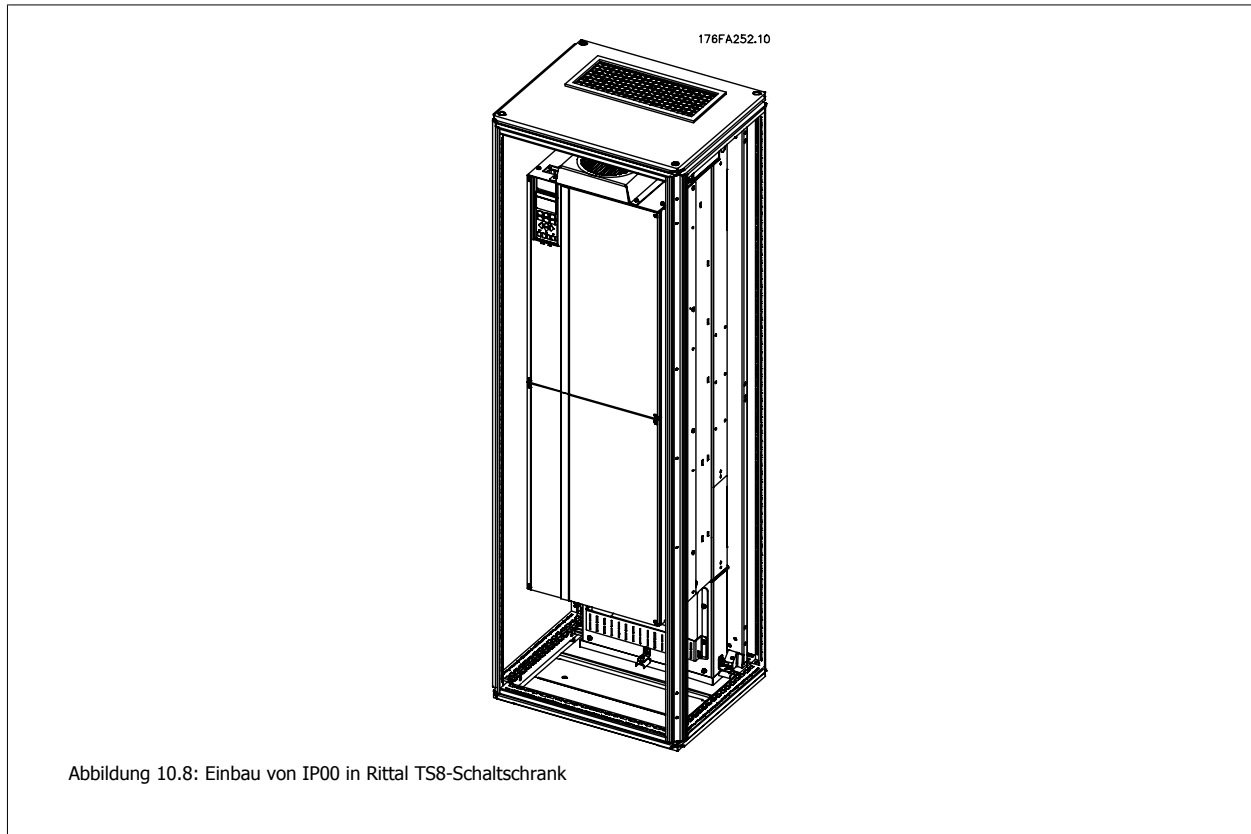
Das Filter reduziert die Anstiegszeit der Spannung, die Spitzenspannung U_{SPITZE} und den auf den Motor geleiteten Rippel-Strom ΔI , sodass Strom und Spannung nahezu sinusförmig werden. Das Motorstörgeräusch wird so auf ein Minimum gesenkt.

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.

10.13 High Power-Optionen

10.13.1 Installation von Lüftungsbaugruppen in Rittal-Schaltschränken

Dieser Abschnitt befasst sich mit der Installation von Frequenzumrichtern mit IP00/Chassis-Gehäuse mit Lüftungs-Einbausätzen in Rittal-Schaltschränken. Zusätzlich zum Schaltschrank ist ein 200-mm-Sockel erforderlich.



Die minimalen Abmessungen der Schaltschränke sind:

- Gehäuse D3 und D4: Tiefe 500 mm und Breite 600 mm.
- Gehäuse E2: Tiefe 600 mm und Breite 800 mm.

Die maximale Tiefe und Breite entsprechen den Anforderungen der Installation. Bei Verwendung mehrerer Frequenzumrichter in einem Schaltschrank wird empfohlen, jeden Frequenzumrichter an seiner eigenen Rückwand zu befestigen und im mittleren Bereich der Wand zu lagern. Diese Lüftungs-Einbausätze unterstützen nicht die Einbaumontage (nähere Informationen siehe Rittal TS8-Katalog). Die Lüftungs-Einbausätze in der nachstehenden Tabelle sind nur zur Verwendung mit IP00/Chassis-Frequenzumrichtern in den Rittal TS8-Schaltschränken mit IP20 und UL sowie NEMA 1 und IP54 und UL sowie NEMA 12 geeignet.



Bei den Baugrößen E2 ist es wichtig, aufgrund des Gewichts des Frequenzumrichters die Platte ganz hinten im Rittal-Schaltschrank zu befestigen.



ACHTUNG!

Im Rittal-Schaltschrank ist ein Türlüfter erforderlich, um die ausgetretene Wärme außerhalb des rückseitigen Kanals abzuleiten. Der Mindestluftstrom durch den Türlüfter liegt bei D3 und D4 bei 391 m³/h. Für E2 liegt der Mindestluftstrom bei 782 m³/h. Wenn zusätzliche Komponenten mit Wärmeaustritt in das Gehäuse integriert werden, muss der für die Kühlung des Rittal-Schaltschranks erforderliche Luftstrom berechnet werden.

Bestellinformationen

Rittal TS8-Schaltschrank	Einbausatz-Teilenr. Baugröße D3	Einbausatz-Teilenr. Baugröße D4	Teilenr. Baugröße E2
1800 mm	176F1824	176F1823	Nicht möglich
2000 mm	176F1826	176F1825	176F1850
2200 mm			176F0299

Lieferumfang des Bausatzes

- Bauteile der Lüftungsbaugruppe
- Befestigungselemente
- Dichtungsmaterial
- Im Lieferumfang von Einbausätzen für Baugröße D3 und D4
 - 175R5639 - Bohrschablonen und Ausschnitt oben/unten für Rittal-Schaltschrank.
- Im Lieferumfang von Einbausätzen für Baugröße E2
 - 175R1036 - Bohrschablonen und Ausschnitt oben/unten für Rittal-Schaltschrank.

Alle Befestigungselemente sind:

- 10 mm M5-Muttern, Drehmoment 2,3 Nm
- T25 Torxschrauben, Drehmoment bis 2,3 Nm



ACHTUNG!

Nähere Informationen finden Sie in der *Anleitung für die Lüftungsbaugruppe*, 175R5640.

Externe Lüftungskanäle

Wenn zusätzliche Lüftungskanäle extern zum Rittal-Schaltschrank angebracht werden, muss der Druckabfall in den Kanälen berechnet werden. Nehmen Sie eine Leistungsreduzierung des Frequenzumrichters anhand der nachstehenden Tabellen entsprechend dem Druckabfall vor.

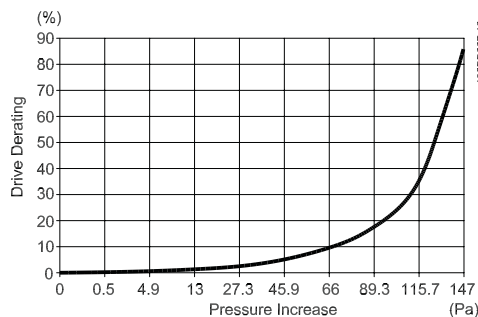


Abbildung 10.9: Leistungsreduzierung bei Baugröße D gegenüber Druckänderung
 Frequenzrichterluftströmung: 765 m³/h

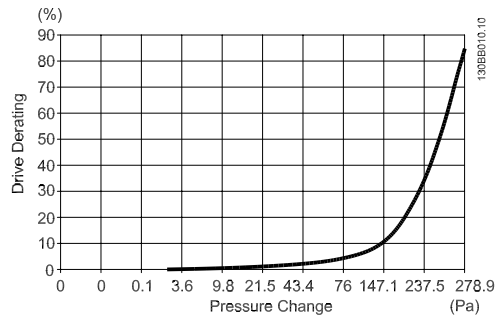


Abbildung 10.10: Leistungsreduzierung bei Baugröße E gegenüber Druckänderung (kleiner Lüfter), P250T5 und P355T7-P400T7
Frequenzrichterluftströmung: 1105 m³/h

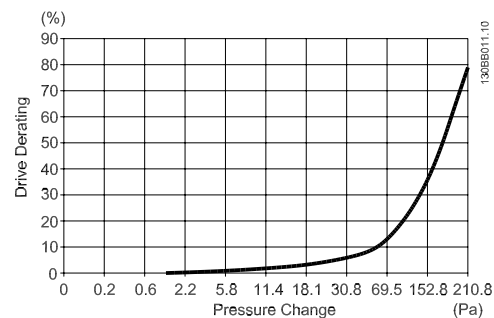


Abbildung 10.11: Leistungsreduzierung bei Baugröße E gegenüber Druckänderung (großer Lüfter), P315T5-P400T5 und P500T7-P560T7
Frequenzrichterluftströmung: 1445 m³/h


10


10.13.2 Außeninstallation / NEMA 3R-Einbausatz für Rittal-Schaltschränke



Dieser Abschnitt beschreibt die Installation von NEMA 3R-Einbausätzen für Frequenzrichter mit den Baugrößen D3, D4 und E2. Diese Einbausätze sind für die Installation mit IP00/Chassis-Versionen dieser Baugrößen in Rittal TS8 NEMA 3R- oder NEMA 4-Gehäusen ausgelegt und getestet. NEMA 3R-Gehäuse sind staubdichte wasserdichtes und eisbeständige Gehäuse für die Aufstellung im Freien. Die NEMA 4-Gehäuse sind staubdichte und wasserdichte Gehäuse .

Die Mindestgehäusetiefe beträgt 500 mm (600 mm für Baugröße E2). Der Einbausatz ist für ein 600 mm breites Gehäuse (800 mm für Baugröße E2) ausgelegt. Weitere Gehäusebreiten sind möglich, dafür ist jedoch zusätzliche Rittal-Hardware erforderlich. Die maximale Tiefe und Breite entsprechen den Anforderungen der Installation.

 **ACHTUNG!**
Bei Verwendung des NEMA 3R-Einbausatzes wird die Nennleistung der Frequenzumrichter in den Gehäusen D3 und D4 um 3 % reduziert. Für Frequenzumrichter in E2-Gehäusen ist keine Reduzierung der Nennleistung erforderlich.

 **ACHTUNG!**
Im Rittal-Schaltschrank ist ein Türlüfter erforderlich, um die ausgetretene Wärme außerhalb des rückseitigen Kanals abzuleiten. Der Mindestluftstrom durch den Türlüfter liegt bei maximaler Umgebungstemperatur des Frequenzumrichters für D3 und D4 bei 391 m³/h. Für E2 liegt der Mindestluftstrom bei maximaler Umgebungstemperatur des Frequenzumrichters bei 782 m³/h. Wenn die Umgebungstemperatur unter dem Maximum liegt und zusätzliche Komponenten mit Wärmeaustritt in das Gehäuse integriert werden, muss der für die Kühlung des Rittal-Schaltschranks erforderliche Luftstrom berechnet werden.

Bestellinformationen

Baugröße D3: 176F4600

Baugröße D4: 176F4601


Baugröße E2: 176F1852

Lieferumfang des Einbausatzes:

- Bauteile der Lüftungsbaugruppe
- Befestigungselemente
- 16 mm, M5 Torx-Schrauben für obere Gitterabdeckung
- 10 mm, M5 zum Befestigen der Montageplatte des Frequenzumrichters am Gehäuse
- M10-Muttern zum Befestigen des Frequenzumrichters auf der Montageplatte
- Dichtungsmaterial

Anzugsmomente:

1. M5-Schrauben/Muttern, Anzugsmoment 2,3 Nm
2. M6-Schrauben/Muttern, Anzugsmoment 3.9 Nm
3. M10-Muttern, Drehmoment 20 Nm
4. T25 Torx-Schrauben, Drehmoment 2,3 Nm

 **ACHTUNG!**
Weitere Informationen finden Sie in der Anleitung 175R5922.

10.13.3 Montage auf Sockel

Dieser Abschnitt beschreibt die Montage einer Sockeleinheit, die für die Frequenzumrichter in Baugrößen D1 und D2 erhältlich ist. Dies ist ein 200 mm hoher Sockel, mit dem diese Gehäuse am Boden montiert werden können. Die Vorderseite des Sockels hat Öffnungen für Luftzuführung zu den Leistungsbauteilen.

Das Bodenblech zur Kabeleinführung des Frequenzumrichters muss montiert werden, um die Steuerbauteile des Frequenzumrichters über den Türlüfter mit ausreichend Kühlluft zu versorgen und die Schutzart IP21/NEMA 1 oder IP54/NEMA 12 des Gehäuses beizubehalten.



Abbildung 10.12: Frequenzumrichter auf Sockel

Es gibt einen Sockel passend für Baugrößen D1 und D2. Seine Bestellnummer ist 176F1827. Der Sockel ist für die Baugröße E1 Standard.

Benötigte Werkzeuge:

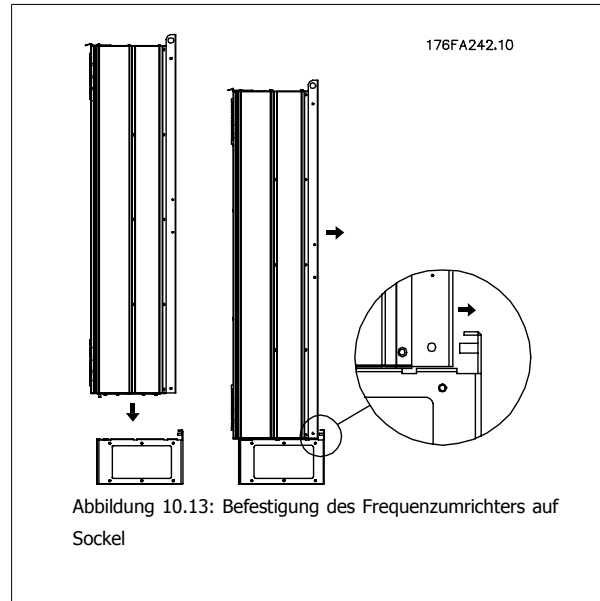
- Steckschlüssel mit 7-17 mm Stecknüssen
- T30-Torxschraubendreher

Drehmomente:

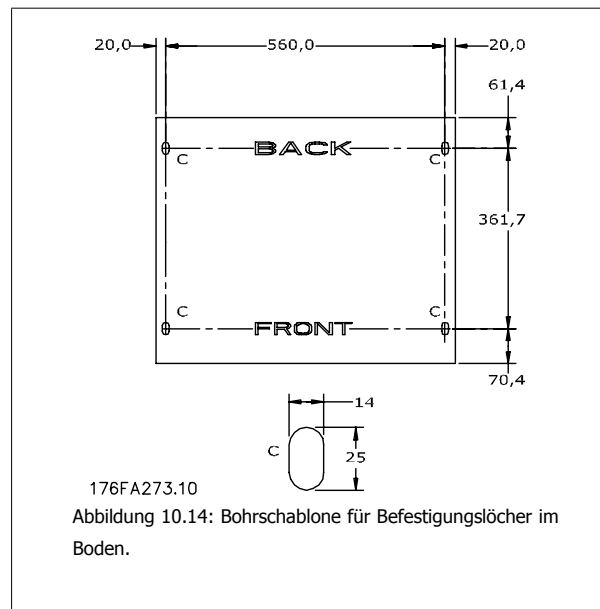
- M6 - 4,0 Nm
- M8 - 9,8 Nm
- M10 - 19,6 Nm

Lieferumfang des Bausatzes:

- Sockelteile
- Anleitung



Den Sockel am Boden befestigen. Befestigungslöcher sind gemäß der Abbildung vorzusehen:



Setzen Sie den Frequenzumrichter auf den Sockel, und befestigen Sie ihn mit den mitgelieferten Schrauben laut Abbildung am Sockel.

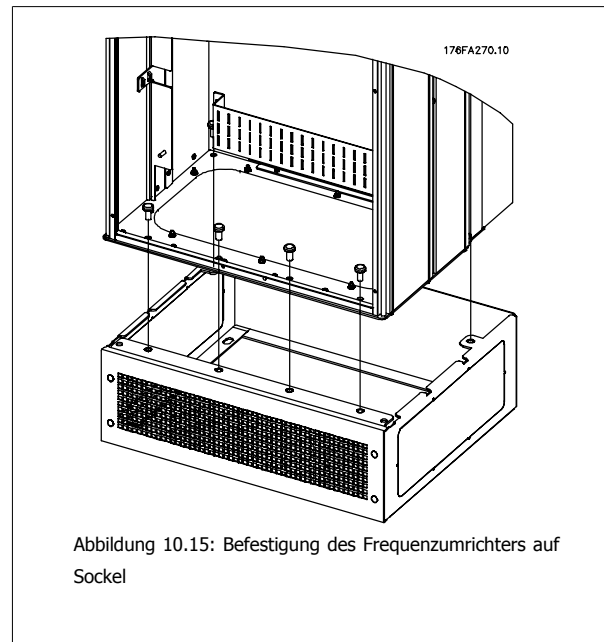


Abbildung 10.15: Befestigung des Frequenzumrichters auf Sockel



ACHTUNG!

Nähere Informationen finden Sie in der *Anleitung für den Sockeleinbausatz, 175R5642*.

10.13.4 Eingangsplattenoption

Dieser Abschnitt beschreibt die Installation (vor Ort) von Eingangsoptionssätzen, die für Frequenzumrichter in allen Baugrößen D und E erhältlich sind. Versuchen Sie nicht, EMV-Filter von den Eingangsplatten zu entfernen. Die EMV-Filter können dabei beschädigt werden.

10



ACHTUNG!

Wenn EMV-Filter verfügbar sind, gibt es abhängig von der Eingangsplattenkombination zwei verschiedene EMV-Filter. Diese sind austauschbar. In bestimmten Fällen sind die Optionssätze für die Installation vor Ort für alle Spannungen gleich.

	380 - 480 V 380 - 500 V	Sicherungen	Trennsicherungen	EMV	EMV-Sicherungen	EMV-Trennsicherungen
D1	Alle Leistungsgrößen D1	176F8442	176F8450	176F8444	176F8448	176F8446
D2	Alle Leistungsgrößen D2	176F8443	176F8441	176F8445	176F8449	176F8447
E1	/ 202: 315 kW FC 302: 250 kW	176F0253	176F0255	176F0257	176F0258	176F0260
	/ 202: 355 - 450 kW FC 302: 315 - 400 kW	176F0254	176F0256	176F0257	176F0259	176F0262

	525 - 600 V 525 - 690 V	Sicherungen	Trennsicherungen	EMV	EMV-Sicherungen	EMV-Trennsicherungen
D1	: 75 kW FC202: 45-90 kW FC302: 37-75 kW	175L8829	175L8828	175L8777	NA	NA
	/ 302: 90-132 kW FC202: 110-160 kW	175L8442	175L8445	175L8777	NA	NA
D2	Alle Leistungsgrößen D2	175L8827	175L8826	175L8825	NA	NA
E1	/ 302: 355-400 kW FC202: 450-500 kW	176F0253	176F0255	NA	NA	NA
	: 450-500 kW FC202: 560-630 kW FC302: 500-560 kW	176F0254	176F0258	NA	NA	NA

Lieferumfang des Bausatzes

- Montierte Eingangsplatte
- Montageanleitung 175R5795
- Änderungsschild
- Bedienschablone für Trennschalter (Geräte mit Netztrennschalter)



Warnhinweise

- Der Frequenzumrichter steht bei Netzanschluss unter gefährlicher Spannung. Den Frequenzumrichter bei Netzversorgung nicht demontieren.
- Die elektrischen Teile des Frequenzumrichters stehen möglicherweise auch nach der Trennung vom Netz noch unter gefährlicher Spannung. Nach der Netztrennung noch mindestens 15 Minuten warten, bis die Kondensatoren vollständig entladen sind. Erst dann dürfen interne Komponenten berührt werden.
- Die Eingangsplatten verfügen über Metallteile mit scharfen Kanten. Zum Entfernen und erneuten Installieren Schutzhandschuhe tragen.
- Die Eingangsplatten für Baugröße E1 sind sehr schwer (je nach Konfiguration 20 - 35 kg). Es wird empfohlen den Trennschalter zur einfacheren Installation von der Eingangsplatte zu entfernen und nach der Installation der Eingangsplatte wieder anzubringen.



ACHTUNG!

Weitere Informationen siehe Montageanleitung 175R5795.

10.13.5 Montage einer Netzabschirmung für Frequenzumrichter

Dieser Abschnitt beschreibt die Montage einer Netzabschirmung für die Frequenzumrichter in Baugrößen D1, D2 und E1. Bei den IP00/Chassis-Versionen ist die Montage einer Netzabschirmung nicht möglich, da diese Versionen standardmäßig über eine Metallabdeckung verfügen. Diese Abschirmungen entsprechen den Unfallverhütungsvorschriften VBG-4.

Bestellnummern:

Baugrößen D1 und D2: 176F0799

Baugröße E1: 176F1851

Anzugsmomente:

M6 - 35 4,0 Nm

M8 - 85 9,8 Nm

M10 - 170 19,6 Nm

ACHTUNG!
Weitere Informationen siehe Montageanleitung 175R5923.

10.13.6 Schaltschranks Optionen für Baugröße F

Heizgeräte und Thermostat

Heizgeräte werden im Inneren der Baugröße F montiert und über ein automatisches Thermostat geregelt. Damit kann die Feuchtigkeit im Gehäuseinneren besser kontrolliert werden, sodass die Lebensdauer von Frequenzumrichterkomponenten in feuchten Umgebungsbedingungen verlängert wird.

Gehäusebeleuchtung mit Verbraucheranschluss

Dank einer Beleuchtung im Inneren des Schaltschranks von Baugröße F werden die Sichtverhältnisse bei Wartung und Instandhaltung verbessert. Die Beleuchtung verfügt über einen Verbraucheranschluss für die kurzzeitige Versorgung von Werkzeugen und anderen Geräten. Dieser verfügt über zwei Spannungen:

- 230 V, 50 Hz, 2,5 A, CE/ENEC
- 120 V, 60 Hz, 5 A, UL/cUL

Konfiguration Transformatorstufe

Wenn Gehäusebeleuchtung und Verbraucheranschluss und/oder Heizgeräte und Thermostat installiert wurden, muss die Stufe des Transformators T1 auf die richtige Eingangsspannung eingestellt werden. Ein Frequenzumrichter mit dem Spannungsbereich 380 - 500 V wird zunächst auf die Stufe 525 V und ein Frequenzumrichter mit dem Spannungsbereich 525-690 V auf die Stufe 690 V gestellt. So wird sichergestellt, dass in Sekundärgeräten keine Überspannung auftritt, wenn vor Einschalten der Netzversorgung die Stufe nicht geändert wird. Die richtige Stufeneinstellung an Klemme T1 im Gleichrichterschrank können Sie nachstehender Tabelle entnehmen. Die Position im Frequenzumrichter finden Sie in der Gleichrichterabbildung im Abschnitt *Leistungsanschlüsse*.

Eingangsspannungsbereich	Einstellbare Stufe
380 V - 440 V	400 V
441 V - 490 V	460 V
491 V - 550 V	525 V
551 V - 625 V	575 V
626 V - 660 V	660 V
661 V - 690 V	690 V

NAMUR-Klemmen

NAMUR ist ein internationaler Zusammenschluss der Anwender von Automatisierungstechnik der Prozessindustrie (hauptsächlich chemische und Pharmaindustrie) mit Sitz in Deutschland. Mit Auswahl dieser Option stehen Klemmen zur Verfügung, die dem NAMUR-Standard für Eingangs- und Ausgangsklemmen für Frequenzumrichter entsprechen. Hierzu ist die PTC-Thermistorkarte MCB 112 und die erweiterte Relaiskarte MCB 113 erforderlich.

Fehlerstromüberwachungsgerät

Das Fehlerstromüberwachungsgerät überwacht den Fehlerableitstrom zur Erde im Versorgungsnetz (TN- und TT-Systeme) und erfordert einen externen Messtransformator (kundenseitige Lieferung und Installation). Zwei Relais (Schließer oder Öffner) ermöglichen getrennte Sollwerte für Vorwarnung (50 % der Alarmgrenze) und Alarmbedingungen.

- In die sichere Stoppschaltung des Frequenzumrichters integriert.
- LED-Balkenanzeige des Fehlerableitstroms
- Fehlerspeicher
- TEST/RESET-Taste

Isolationswiderstand-Überwachungsgerät

Dieses Gerät überwacht den Isolationswiderstand zwischen Systemleitern und Erde in nicht geerdeten Versorgungsnetzen oder in Netzen mit Erdung durch hohe Impedanz (z. B. IT-Systeme). Zwei individuell einstellbare Relais (Öffner oder Schließer) ermöglichen zwei getrennte Sollwerte für Vorwarnung und Alarmbedingungen.

- In die sichere Stoppschaltung des Frequenzumrichters integriert.
- LC-Anzeige des Isolationswiderstands
- Fehlerspeicher
- INFO-, TEST-, und RESET-Tasten

IEC Not-Aus mit Pilz-Sicherheitsrelais

Redundanter 4-Draht-Not-Aus-Taster für Montage an Gehäusefront und Pilz-Relais zur Überwachung des Drucktasters in Verbindung mit der sicheren Stoppschaltung des Frequenzumrichters und dem Netzschütz im Optionsschrank.

Manuelle Motorstarter

Liefere Dreiphasenstrom für elektrische Gebläse, die häufig für größere Motoren erforderlich sind. Die Versorgung der Starter erfolgt über die Lastseite des mitgelieferten Schützes, Unterbrechers oder Trennschalters. Der Strom wird vor jedem Motorstarter abgesichert und wird zusammen mit dem Eingangsstrom des Frequenzumrichters abgeschaltet. Es sind maximal zwei Starter zulässig (einer, wenn eine abgesicherte 30 A-Schaltung bestellt wird). In die sichere Stoppschaltung des Frequenzumrichters integriert.

Gerätfunktionen:

- Betriebsschalter (an/aus)
- Kurzschluss- und Überlastschutz mit Prüffunktion
- Manuelle Quittierfunktion

Abgesicherte 30 A-Klemmen

- Dreiphasenstrom entsprechend der Eingangnetzspannung zur Versorgung zusätzlicher Kundengeräte
- Bei Auswahl von zwei manuellen Motorstartern nicht verfügbar
- Klemmen werden deaktiviert, wenn der Eingangsstrom des Frequenzumrichters ausgeschaltet wird
- Die Versorgung der abgesicherten Klemmen erfolgt über die Lastseite des mitgelieferten Schützes, Unterbrechers oder Trennschalters.

24 V DC-Spannungsversorgung

- 5 A, 120 W, 24 V DC
- Ausgangsseitiger Schutz gegen Überstrom, Überlast, Kurzschlüsse und Übertemperatur
- Zur Versorgung kundenseitiger Zusatzgeräte, wie Sensoren, SPS E/A, Schütze, Temperaturfühler, Zustandsanzeigen und/oder weitere elektronische Hardware
- Zu den Diagnosefunktionen zählen ein DC-ok-Trockenkontakt, eine grüne DC-ok-LED und eine rote Überlast-LED.

Externe Temperaturüberwachung

Zur Temperaturüberwachung von externen Systemkomponenten, wie Motorwicklungen und/oder Lager. Acht Signaleingänge werden den einzelnen Modulen zugewiesen. Es kann jeweils ein individueller Signaltyp eingestellt werden. Die Module können untereinander kommunizieren und über ein Feldbus-Netzwerk überwacht werden (separater Modul-/Buskoppler erforderlich). In die sichere Stoppschaltung des Frequenzumrichters integriert.

Mögliche Eingangssignaltypen:

- RTD-Eingänge (einschließlich Pt100) drei- oder vieradrig
- Thermoelement

Zusätzliche Merkmale:

- Ein Universalausgang, Konfiguration für Analogspannung oder Analogstrom möglich
- Zwei Ausgangsrelais (Schließer)
- Zweizeilige LC-Anzeige und LED-Diagnoseanzeige
- Erkennung von Leitungsbruch, Kurzschluss und falscher Polarität in Sensorkabel

Zusätzlich zu den acht oben beschriebenen Universaleingängen sind zwei spezielle Motorthermistorschutzmodule enthalten. Merkmale:

- Ein PTC-Thermistoreingang (Typ A) pro Modul (insgesamt zwei Module*)
- Fehlerdiagnose bei Leitungsbruch oder Kurzschluss in Sensorkabeln
- ATEX/UL/CSA-Zertifizierung

* Hinweis: Mit der PTC-Thermistorkartenoption MCB 112 kann ggf. ein dritter Thermistoreingang bereitgestellt werden.

11 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle

11.1 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle

11.1.1 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 Abzweigleitungen)
Max. 500 m zwischen Stationen

11.1.2 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 eingestrahlenen Störungen zu reduzieren.

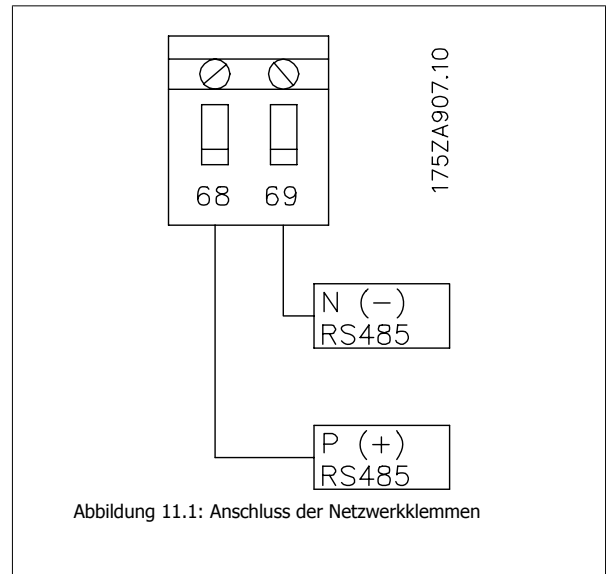



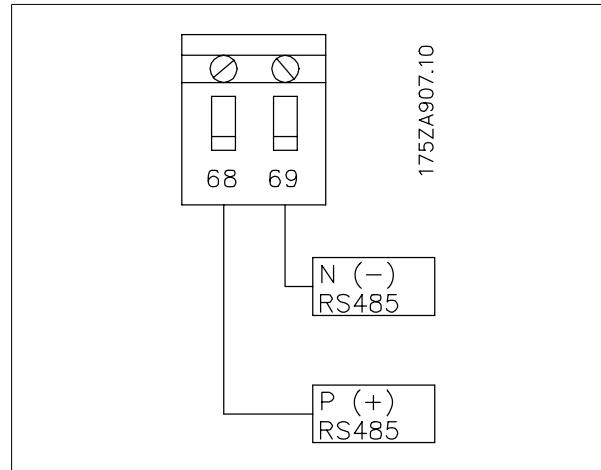
Abbildung 11.1: Anschluss der Netzwerkklemmen

11.1.3 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

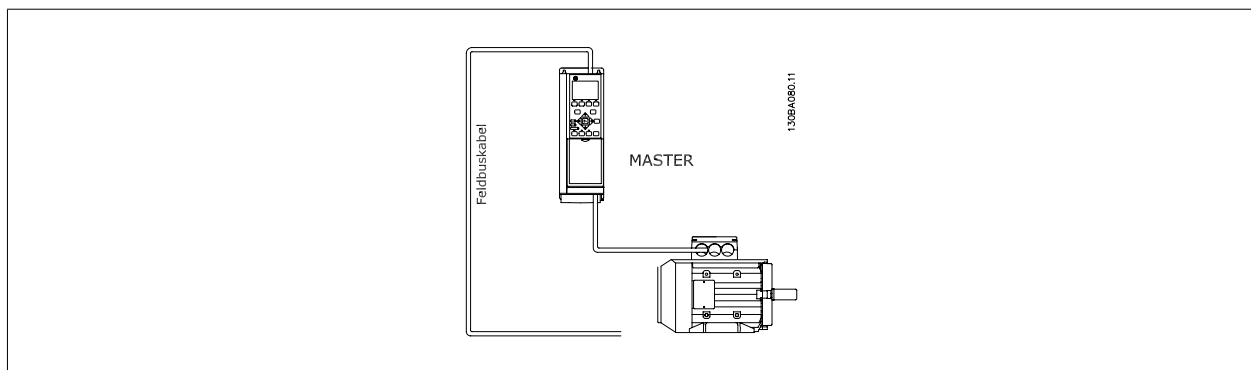
11.1.4 EMV-Schutzmaßnahmen

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.

11



Das FC-Protokoll, das auch als FC-Bus oder Standardbus bezeichnet wird, ist der Standardfeldbus von Danfoss. 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.

11.3 Netzwerkkonfiguration

11.3.1 FC 300 Frequenzumrichter-Konfiguration

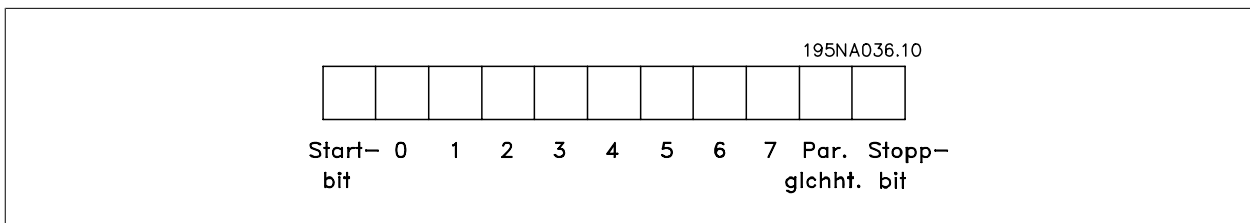
Programmieren Sie die folgenden Parameter, um das FC-Protokoll für den Frequenzumrichter zu aktivieren.

Parameternummer	Einstellung
Par. 8-30 <i>FC-Protokoll</i>	FC
Par. 8-31 <i>Adresse</i>	1 - 126
Par. 8-32 <i>FC-Baudrate</i>	2400 - 115200
Par. 8-33 <i>FC-Parität</i>	Ungerade Parität, 1 Stoppbit (Werkseinstellung)

11.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll - FC 300

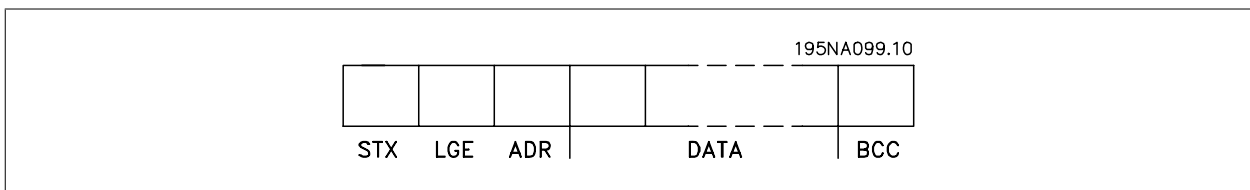
11.4.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)

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 Stoppbit und besteht somit insgesamt aus 11 Bits.



11.4.2 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 Frequenzumrichters (ADR) angibt. Danach folgen die Nutzdaten (variabel, abhängig vom Telegrammtyp). Das Telegramm schließt mit einem Datensteuerbyte (BCC).



11.4.3 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: 10¹⁾+n Byte

¹⁾ 10 stellen die festen Zeichen dar, während das „n“ variabel ist (je nach Textlänge).

11.4.4 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

Der Slave sendet das Adressbyte in seinem Antworttelegramm an den Master unverändert zurück.

11.4.5 Datensteuerbyte (BCC)

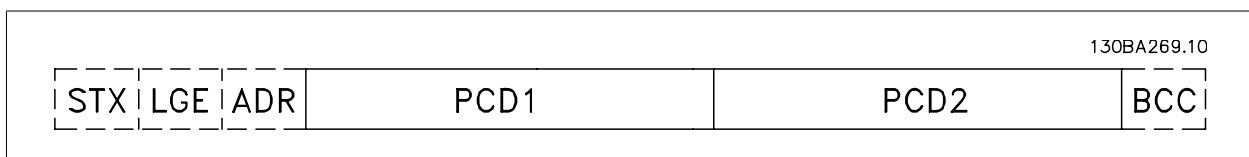
Die Prüfsumme wird als eine XOR-Funktion berechnet. Bevor das erste Byte im Telegramm empfangen wird, beträgt die errechnete Prüfsumme 0.

11.4.6 Das Datenfeld

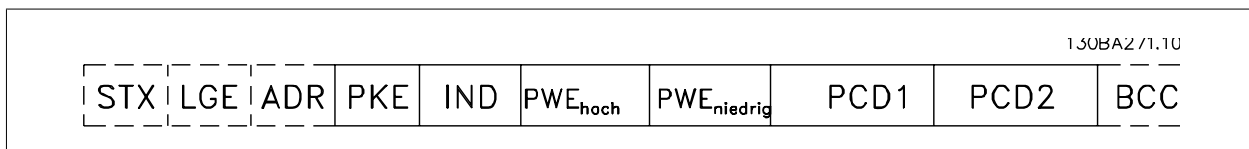
Die Struktur der Nutzdaten hängt vom Telegrammtyp ab. Es gibt drei Telegrammtypen, die sowohl für Steuertelegamme (Master=>Slave) als auch Antworttelegramme (Slave=>Master) gelten.

Die drei Telegrammarten sind:

- Prozessblock (PCD):
Der Prozessdatenteil besteht aus vier Byte (2 Wörtern) und enthält:
- Steuerwort und Sollwert (Master -> Slave)
 - Zustandswort und aktuelle Ausgangsfrequenz (Slave -> Master)

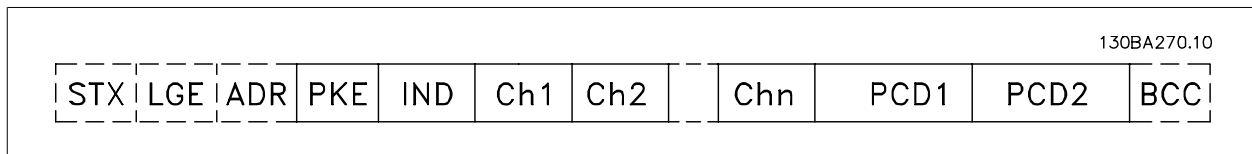


Parameterblock:
Der Parameterblock dient zur Übertragung von Parametern zwischen Master und Slave. Der Datenblock besteht aus 12 Bytes (6 Wörtern) und enthält zudem den Prozessblock.



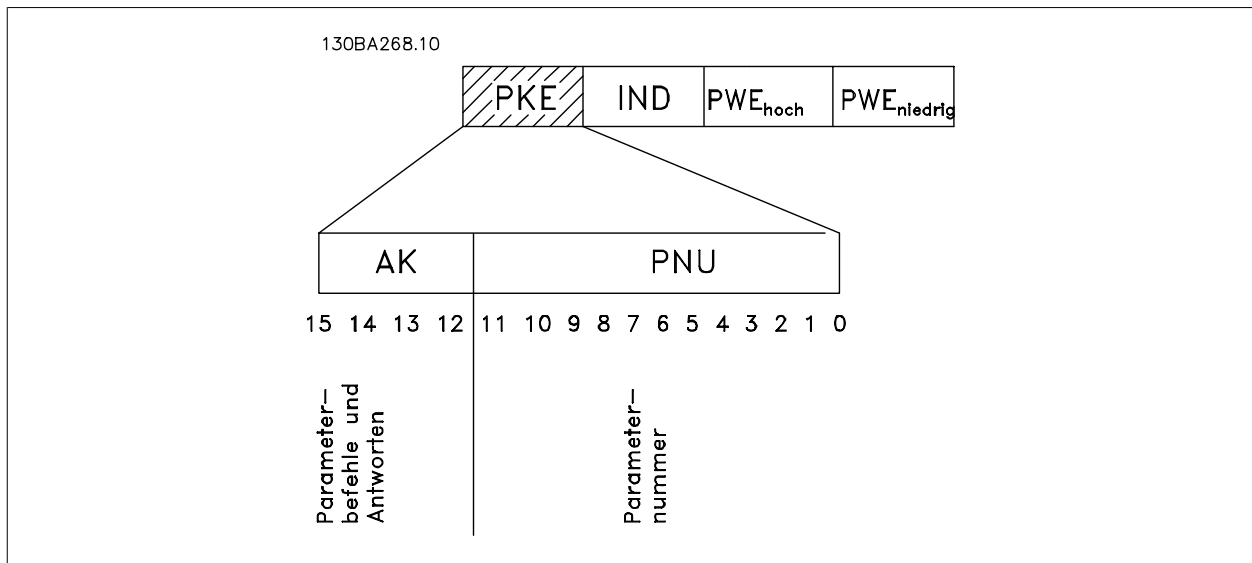
Textblock:

Der Textblock dient zum Lesen oder Schreiben von Texten über den Datenblock.



11.4.7 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.

Parameternauftrag Master -> Slave				
Bit Nr.	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.	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

11.4.8 Parameternummer (PNU)

Die Bits Nr. 0-11 dienen zur Übertragung der Parameternummer. Die Funktion des betreffenden Parameters ist der Parameterbeschreibung im Programmierhandbuch zu entnehmen.

11.4.9 Index (IND)

Der Index wird zusammen mit der Parameternummer für den Lese-/Schreibzugriff auf Parameter mit einem Index verwendet, z. B. Par. 15-30 *Fehlerpeicher: Fehlercode*. Der Index besteht aus 2 Byte, einem Lowbyte und einem Highbyte.



ACHTUNG!

Nur das Lowbyte wird als Index benutzt.

11.4.10 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.

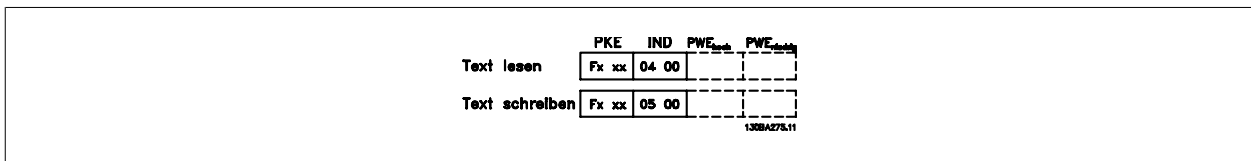
Antwortet der Slave auf eine Parameteranfrage (Lesebefehl), so wird der aktuelle Parameterwert im PWE an den Master übertragen. Wenn ein Parameter keinen numerischen Wert enthält, sondern mehrere Datenoptionen, z. B. Par. 0-01 *Sprache*, wobei [0] Englisch und [4] Dänisch entspricht, wird der Datenwert 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.

Par. 15-40 *FC-Typ* bis Par. 15-53 *Leistungsteil Seriennummer* enthalten Datentyp 9.

Zum Beispiel kann in Par. 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.



11.4.11 Unterstützte Datentypen vom FC 300

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

11.4.12 Umrechnung

Die verschiedenen Attribute jedes Parameters sind im Abschnitt Werks-einstellungen aufgeführt. Parameterwerte werden nur als ganze Zahlen übertragen. Daher werden Umrechnungsfaktoren verwendet, um Dezimale zu übertragen.

Par. 4-12 *Min. Frequenz [Hz]* hat den Umrechnungsfaktor 0,1. Soll die Mindestfrequenz auf 10 Hz eingestellt werden, übertragen Sie den Wert 100. Der Umrechnungsfaktor 0,1 bedeutet, dass der übertragene Wert mit 0,1 multipliziert wird. Der Wert 100 wird somit als 10,0 erkannt.

Konvertierungsindex	Umrechnungsfaktor
74	0,1
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001

11.4.13 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

11.5 Beispiele

11.5.1 Schreiben eines Parameterwerts

Änderung von Par. 4-14 *Max Frequenz [Hz]* auf 100 Hz.
Daten in EEPROM schreiben.

PKE = E19E Hex - Einzelwort schreiben in Par. 4-14 *Max Frequenz [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEMAX = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex - Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe Umrechnung.

Das Telegramm sieht wie folgt aus:

130BAU92.1U			
E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

Hinweis: Par. 4-14 *Max Frequenz [Hz]* ist ein Einzelwort und der Parameterbefehl zum Schreiben in das EEPROM ist „E“. Parameternummer 4-14 ist als Hexadezimalwert 19E.

Die Antwort des Slave an den Master lautet:

130BAU93.1U			
119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

11.5.2 Lesen eines Parameterwertes

Lesen des Parameterwerts 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

130BAU94.1U			
1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

Wenn der Wert in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* 10 s ist, ist die Antwort des Slave an den Master:

130BA267.10			
1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}



ACHTUNG!

3E8 Hex entspricht 1000 dezimal. Der Konvertierungsindex für Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* ist -2, d. h. 0,01.

11.6 Übersicht zu Modbus RTU

11.6.1 Voraussetzungen

In diesem Produkthandbuch wird davon ausgegangen, dass der installierte Regler die in diesem Dokument aufgeführten Schnittstellen unterstützt, und dass alle Anforderungen an den Regler und auch den Frequenzumrichter sowie sämtliche entsprechenden Einschränkungen unbedingt erfüllt werden.

11.6.2 Was der Anwender bereits wissen sollte

Das Modbus RTU-Protokoll (Remote Terminal Unit) ist für die Kommunikation mit sämtlichen Reglern ausgelegt, die die in diesem Dokument definierten Schnittstellen unterstützen. Voraussetzung ist, dass der Anwender vollständig über die Funktionen und Einschränkungen des Reglers informiert ist.

11.6.3 Übersicht zu Modbus RTU

Unabhängig von der Art des eigentlichen Kommunikationsnetzwerks beschreibt der Modbus RTU Überblick das Vorgehen des Reglers, um Zugriff auf ein anderes Gerät anzufordern. Es beschreibt u. a. wie es auf Anfragen von anderen Geräten antwortet und wie Fehler erfasst und gemeldet werden. Es stellt ebenfalls ein gemeinsames Format für den Aufbau und Inhalt von Telegrammfeldern auf.

Während der Kommunikation über ein Modbus RTU-Netzwerk bestimmt das Protokoll, wie jeder Regler seine Geräteadresse lernt, ein Telegramm erkennt, das an ihn adressiert ist, die Art der auszuführenden Aktion bestimmt und Daten oder andere Informationen im Telegramm ausliest. Falls eine Antwort gefordert ist, erstellt der Regler die Antwort und sendet sie.

Regler kommunizieren über ein Master-Slave-Verfahren, in dem nur ein Gerät (der Master) Transaktionen (Abfragen) einleiten kann. Die anderen Geräte (Slaves) antworten, indem sie dem Master die angeforderten Daten senden oder die in der Abfrage enthaltene Aktion ausführen.

Der Master kann einzelne Slaves adressieren oder ein allgemeines Broadcast-Telegramm an alle Slaves senden. Slaves senden ein Telegramm (Antwort) auf Abfragen zurück, die einzeln an sie adressiert wurden. Auf allgemeine Abfragen, die vom Master übertragen wurden, werden keine Antworten zurückgesandt. Das Modbus-Protokoll definiert das Format für die Abfragen vom Master, indem die Geräteadresse (oder Sendeadresse), ein Funktionscode zur Bestimmung der verlangten Aktion, alle zu übertragenden Daten und ein Fehlerprüffeld in das Protokoll eingetragen werden. Das Antworttelegramm der Slaves wird auch mithilfe des Modbus-Protokolls festgelegt. Es enthält Felder für die Bestätigung der ausgeführten Aktion, alle zurück zu sendenden Daten und ein Fehlerprüffeld. Falls beim Empfang des Telegramms ein Fehler auftritt oder falls der Slave die angeforderte Aktion nicht ausführen kann, wird vom Slave ein Fehlertelegramm zurückgeschickt.

11.6.4 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Der Frequenzumrichter kommuniziert über die integrierte RS-485-Schnittstelle im Modbus RTU-Format. Modbus RTU bietet Zugriff auf das Steuerwort und den Bussollwert des Frequenzumrichters.

Mit dem Steuerwort kann der Modbus-Master mehrere wichtige Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

- Start
- Stopp des Frequenzumrichters auf verschiedene Weisen:
 - Freilaufstopp
 - Schnellstopp
 - DC-Bremsstopp
 - Normaler Stopp (Rampenstopp)
- Reset nach Fehlerabschaltung
- Betrieb mit einer Vielzahl von Festdrehzahlen
- Start mit Reversierung
- Ändern des aktiven Parametersatzes
- Steuerung des integrierten Relais im Frequenzumrichter

Der Bussollwert wird in der Regel zur Drehzahlsteuerung verwendet. Es ist ebenfalls möglich, auf die Parameter zuzugreifen, ihre Werte zu lesen und, wo möglich, Werte an sie zu schreiben. Dies bietet eine Reihe von Steuerungsoptionen wie die Regelung des Sollwerts des Frequenzumrichters, wenn sein interner PI-Regler verwendet wird.

11.7 Netzwerkkonfiguration

Die folgenden Parameter sind zu programmieren, um Modbus RTU beim Frequenzumrichter zu aktivieren:

Parameternummer	Parametername	Einstellung
8-30	FC-Protokoll	Modbus RTU
8-31	Adresse	1 - 247
8-32	Baudrate	2400 - 115200
8-33	Parität/Stopbits	Ungerade Parität, 1 Stoppbit (Werkseinstellung)

11.8 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke

11.8.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Die Regler sind für die Kommunikation über RTU-Modus (Remote Terminal Unit) am Modbus-Netz eingerichtet, wobei jedes 8-Bit-Byte eines Telegramms zwei hexadezimale 4-Bit-Zeichen enthält. Das Format für jedes Byte ist wie nachstehend gezeigt.

Startbit	Datenbit								Stopp/ Parität	Stopp

Codiersystem	8 Bit binär, hexadezimal 0-9, A-F. Zwei hexadezimale Zeichen in jedem 8-Bit-Feld des Telegramms.
Bits pro Byte	1 Startbit 8 Datenbits, Bit mit der niedrigsten Wertigkeit wird zuerst gesendet 1 Bit für gerade/ungerade Parität; kein Bit ohne Parität 1 Stoppbit bei Parität; 2 Bit ohne Parität
Fehlerprüffeld	Zyklische Blockprüfung (CRC)

11

11.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau

Ein Modbus RTU-Telegramm wird vom sendenden Gerät in einen Block gepackt, der einen bekannten Anfangs- und Endpunkt besitzt. Dadurch ist es dem empfangenden Gerät möglich, am Anfang des Telegramms zu beginnen, den Adressenabschnitt zu lesen, festzustellen, welches Gerät adressiert ist (oder alle Geräte, im Fall eines Broadcast-Telegramms) und festzustellen, wann das Telegramm beendet ist. Unvollständige Telegramme werden ermittelt und als Konsequenz Fehler gesetzt. Die für alle Felder zulässigen Zeichen sind im Hexadezimalformat 00 bis FF. Der Frequenzumrichter überwacht kontinuierlich den Netzwerkbus, auch während des „Silent“-Intervalls. Wenn das erste Feld (das Adressfeld) empfangen wird, wird es von jedem Frequenzumrichter oder jedem einzelnen Gerät entschlüsselt, um zu ermitteln, welches Gerät adressiert ist. Modbus RTU-Telegramme mit Adresse 0 sind Broadcast-Telegramme. Auf Broadcast-Telegramme ist keine Antwort erlaubt. Ein typischer Telegrammblock wird nachstehend gezeigt.

Typischer Modbus RTU-Telegrammaufbau

Start	Adresse	Funktion	Daten	CRC-Prüfung	Ende
T1-T2-T3-T4	8 Bit	8 Bit	N x 8 Bit	16 Bit	T1-T2-T3-T4

11.8.3 Start-/Stoppfeld

Telegramme beginnen mit einer Sendepause von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit. Dies entspricht einem Vielfachen der Baudrate, mit der im Netzwerk die Datenübertragung stattfindet (in der Abbildung als Start T1-T2-T3-T4 angegeben). Das erste übertragene Feld ist die Geräteadresse. Nach dem letzten übertragenen Intervall markiert ein identisches Intervall von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit das Ende des Telegramms. Nach diesem Intervall kann ein neues Telegramm beginnen. Der gesamte Telegrammblock muss als kontinuierlicher Datenstrom übertragen werden. Falls eine Sen-

depause von mehr als 1,5 Zeichen pro Zeiteinheit vor dem Abschluss des Blocks auftritt, löscht das empfangende Gerät die Daten und nimmt an, dass es sich beim nächsten Byte um das Adressfeld eines neuen Telegramms handelt. Beginnt ein neues Telegramm früher als 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit nach einem vorangegangenen Telegramm, interpretiert es das empfangende Gerät als Fortsetzung des vorangegangenen Telegramms. Dies führt zu einem Timeout (einer Zeitüberschreitung und damit keiner Antwort vom Slave), da der Wert im letzten CRC-Feld für die kombinierten Telegramme nicht gültig ist.

11.8.4 Adressfeld

Das Adressfeld eines Telegrammblocks enthält acht Bits. Gültige Adressen von Slave-Geräten liegen im Bereich von 0 bis 247 dezimal. Die einzelnen Slave-Geräte entsprechen zugewiesenen Adressen im Bereich von 1 bis 247. (0 ist für den Broadcast-Modus reserviert, den alle Slaves erkennen.) Ein Master adressiert ein Slave-Gerät, indem er die Slave-Adresse in das Adressfeld des Telegramms einträgt. Wenn das Slave-Gerät seine Antwort sendet, trägt es seine eigene Adresse in das Adressfeld der Antwort ein, um den Master zu informieren, welches der Slave-Geräte antwortet.

11.8.5 Funktionsfeld

Das Feld für den Funktionscode eines Telegrammblocks enthält acht Bits. Gültige Codes liegen im Bereich von 1 bis FF. Funktionsfelder dienen zum Senden von Telegrammen zwischen Master und Slave. Wenn ein Telegramm vom Master zu einem Slave-Gerät übertragen wird, teilt das Funktionscodefeld dem Slave mit, welche Aktion durchzuführen ist. Wenn der Slave dem Master antwortet, nutzt er das Funktionscodefeld, um entweder eine normale (fehlerfreie) Antwort anzuzeigen oder um anzuzeigen, dass ein Fehler aufgetreten ist (Ausnahmeantwort). Im Fall einer normalen Antwort wiederholt der Slave den ursprünglichen Funktionscode. Im Fall einer Ausnahmeantwort sendet der Slave einen Code, der dem ursprünglichen Funktionscode entspricht, dessen wichtigstes Bit allerdings auf eine logische 1 gesetzt wurde. Neben der Modifizierung des Funktionscodes zur Erzeugung einer Ausnahmeantwort stellt der Slave einen individuellen Code in das Datenfeld des Antworttelegramms. Dadurch wird der Master über die Art des Fehlers oder den Grund der Ausnahme informiert. Näheres dazu finden Sie im Abschnitt *Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes und Ausnahmecodes*.

11.8.6 Datenfeld

Das Datenfeld setzt sich aus Sätzen von je zwei hexadezimalen Zeichen im Bereich von 00 bis FF (hexadezimal) zusammen. Diese bestehen aus einem RTU-Zeichen. Das Datenfeld des von einem Master zu Slave-Geräten gesendeten Telegramms enthält zusätzliche Informationen, die der Slave verwenden muss, um die vom Funktionscode festgelegte Aktion durchführen zu können. Dazu gehören z. B. Einzel- und Registeradressen, die Anzahl der zu bearbeitenden Punkte oder die Zählung der Istwert-Datenbytes im Feld.

11.8.7 CRC-Prüffeld

Telegramme enthalten ein Fehlerprüffeld, das auf der zyklischen Blockprüfung (CRC) basiert. Das CRC-Feld prüft den Inhalt des gesamten Telegramms. Die Prüfung wird in jedem Fall durchgeführt, unabhängig vom Paritätsprüfverfahren für die einzelnen Zeichen des Telegramms. Der CRC-Ergebnis wird vom sendenden Gerät errechnet, das den CRC-Wert an das Telegramm anhängt. Das empfangende Gerät führt während des Erhalts des Telegramms eine Neuberechnung der CRC durch und vergleicht den errechneten Wert mit dem tatsächlichen Wert im CRC-Feld. Sind die beiden Werte nicht identisch, wird ein Fehler gesetzt. Das CRC-Feld enthält einen binären 16-Bit-Wert, der in Form von zwei 8-Bit-Bytes implementiert wird. Wenn dieser Schritt abgeschlossen ist, wird das niederwertige Byte im Feld zuerst angehängt und anschließend das höherwertige Byte. Das höherwertige CRC-Byte ist das letzte im Rahmen des Telegramms übertragene Byte.

11.8.8 Adressieren von Einzelregistern

Im Modbus-Protokoll sind alle Daten in Einzelregistern (Spulen) und Halteregistern organisiert. Einzelregister enthalten ein einzelnes Bit, während Halteregister ein 2-Byte-Wort (d. h. 16 Bit) enthalten. Alle Datenadressen in Modbus-Telegrammen werden als Null referenziert. Das erste Auftreten eines Datenelements wird als Element Nr. 0 adressiert. Beispiel: Die als „Spule 1“ in einem programmierbaren Controller eingetragene Spule wird im Datenadressfeld eines Modbus-Telegramms als 0000 adressiert. Spule 127 (dezimal) wird als Spule 007E hexadezimal (126 dezimal) adressiert. Halteregister 40001 wird im Datenadressfeld des Telegramms als 0000 adressiert. Im Funktionscodefeld ist bereits eine „Halteregister“-Operation spezifiziert. Daher ist die Referenz „4XXXX“ implizit. Halteregister 40108 wird als Register 006B hexadezimal (107 dezimal) adressiert.

Spulennr.	Beschreibung	Signalrichtung
1-16	Frequenzumrichter-Steuerwort (siehe Tabelle unten)	Master → Slave
17-32	Drehzahl- oder Sollwert des Frequenzumrichters Bereich 0x0 – 0xFFFF (-200 % ... ~200 %)	Master → Slave
33-48	Zustandswort des Frequenzumrichters (siehe Tabelle unten)	Slave → Master
49-64	Regelung ohne Rückführung: Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters Rückführung: Istwertsignal des Frequenzumrichters	Slave → Master
65	Parameterschreibsteuerung (Master → Slave)	Master → Slave
	0 = Parameteränderungen werden zum RAM des Frequenzumrichters geschrieben.	
	1 = Parameteränderungen werden zum RAM und EEPROM des Frequenzumrichters geschrieben.	
66-65536	Reserviert	

Spule	0	1
01	Festsollwertanwahl, LSB	
02	Festsollwertanwahl, MSB	
03	DC-Bremse	Keine DC-Bremse
04	Freilaufstopp	Kein Freilaufstopp
05	Schnellstopp	Kein Schnellstopp
06	Freq. speichern	Keine Freq. speichern
07	Rampenstopp	Start
08	Kein Reset	Reset
09	Keine Festdrehzahl JOG	Festdrehzahl JOG
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Daten ungültig	Daten gültig
12	Relais 1 Aus	Relais 1 Ein
13	Relais 2 Aus	Relais 2 Ein
14	Parametersatzwahl LSB	
15	Parametersatzwahl MSB	
16	Keine Reversierung	Reversierung
Steuerwort des Frequenzumrichters (FC-Profil)		

Spule	0	1
33	Regler nicht bereit	Regler bereit
34	Frequenzumrichter nicht betriebsbereit	Frequenzumrichter betriebsbereit
35	Motorfreilaufstopp	Sicherheitsverriegelung
36	Kein Alarm	Alarm
37	Unbenutzt	Unbenutzt
38	Unbenutzt	Unbenutzt
39	Unbenutzt	Unbenutzt
40	Keine Warnung	Warnung
41	Istwert+Sollwert	Istwert=Sollwert
42	Handbetrieb	Autobetrieb
43	Außerh. Freq.-Ber.	In Freq.-Bereich
44	Gestoppt	In Betrieb
45	Unbenutzt	Unbenutzt
46	Keine Spannungswarnung	Spannungswarnung
47	Nicht in Stromgrenze	Stromgrenze
48	Keine Temp.-Warnung	Warnung Übertemp.
Zustandswort des Frequenzumrichters (FC-Profil)		

Halteregister	
Registernummer	Beschreibung
00001-00006	Reserviert
00007	Letzter Fehlercode von einer FC-Datenobjektschnittstelle
00008	Reserviert
00009	Parameterindex*
00100-00999	Parametergruppe 000 (Parameter 001 bis 099)
01000-01999	Parametergruppe 100 (Parameter 100 bis 199)
02000-02999	Parametergruppe 200 (Parameter 200 bis 299)
03000-03999	Parametergruppe 300 (Parameter 300 bis 399)
04000-04999	Parametergruppe 400 (Parameter 400 bis 499)
...	...
49000-49999	Parametergruppe 4900 (Parameter 4900 bis 4999)
500000	Eingangsdaten: FU-Steuerwortregister (STW)
50010	Eingangsdaten: Bussollwertregister (REF)
...	...
50200	Ausgangsdaten: FU-Zustandswortregister (ZSW)
50210	Ausgangsdaten: FU-Hauptistwertregister (HIW)

*Zur Angabe der beim Zugriff auf Indexparameter zu verwendenden Indexnummer.

11.8.9 Frequenzumrichter steuern

Dieses Kapitel beschreibt die Codes, die in den Funktions- und Datenfeldern eines Modbus RTU-Telegramms verwendet werden können. Eine vollständige Beschreibung aller Telegrammfelder entnehmen Sie bitte dem Kapitel *Aufbau eines Modbus RTU Telegrammblocks*.

11.8.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes

Modbus RTU unterstützt die folgenden Funktionscodes im Funktionsfeld eines Telegramms:

Funktion	Funktionscode
Spulen lesen (Read coils)	1 hex
Halteregister lesen (Read holding registers)	3 hex
Einzelspule schreiben (Write single coil)	5 hex
Einzelregister schreiben (Write single register)	6 hex
Mehrere Spulen schreiben (Write multiple coils)	F hex
Mehrere Register schreiben (Write multiple registers)	10 hex
Komm.-Ereigniszähler abrufen (Get comm. event counter)	B hex
Slave-ID melden (Report slave ID)	11 hex

Funktion	Funktionscode	Subfunktionscode	Subfunktion
Diagnose	8	1	Kommunikation neustarten (Restart communication)
		2	Diagnoseregister angeben (Return diagnostic register)
		10	Zähler und Diagnoseregister löschen (Clear counters and diagnostic register)
		11	Zahl Bustelegramme angeben (Return bus message count)
		12	Zahl Buskomm.-Fehler angeben (Return bus communication error count)
		13	Zahl Busausnahmefehler angeben (Return bus exception error count)
		14	Zahl Slavetelegramme angeben (Return slave message count)



11.8.11 Modbus-Ausnahmecodes

Eine vollständige Erklärung des Aufbaus einer Ausnahmeantwort entnehmen Sie bitte dem Kapitel *Aufbau eines Modbus RTU-Telegrammblocks*, Funktionsfeld.

Modbus-Ausnahmecodes		
Code	Bezeichnung	Bedeutung
1	Unzulässige Funktion	Der von der Abfrage empfangene Funktionscode enthält eine nicht erlaubte Server (oder Slave)-Funktion. Ein möglicher Grund dafür ist, dass der Funktionscode nur auf neuere Geräte anwendbar ist und im ausgewählten Gerät nicht implementiert wurde. Möglicherweise befindet sich der Server (oder Slave) auch in einem Zustand, der die Verarbeitung einer solchen Abfrage nicht erlaubt. Dies kann der Fall sein, wenn der Server (Slave) nicht konfiguriert wurde und Registerwerte zurückgeben soll.
2	Unzulässige Datenadresse	Die von der Abfrage empfangene Datenadresse ist keine zulässige Adresse für den Server (oder Slave). Genauer gesagt ist die Kombination aus Sollwertnummer und Übertragungslänge ungültig. Bei einem Regler mit 100 Registern ist eine Abfrage mit Abweichung 96 und Länge 4 erfolgreich, eine Abfrage mit Abweichung 96 und Länge 5 erzeugt Ausnahme 02.
3	Unzulässiger Datenwert	Ein Wert im Abfragedatenfeld ist ein unzulässiger Wert für den Server (oder Slave). Das ist ein Anzeichen für einen Fehler im restlichen Aufbau einer komplexen Anfrage, wie beispielsweise eine ungültige Länge. Es bedeutet NICHT, dass ein in einem Register zu speicherndes Datenelement einen Wert außerhalb des von der Anwendung erwarteten Bereichs enthält, da das Modbus-Protokoll die Bedeutung der Werte in den jeweiligen Registern nicht erkennen kann.
4	Slave-Fehler	Beim Versuch des Servers (Slaves), die abgefragte Aktion auszuführen, ist ein nicht zu behebender Fehler aufgetreten.

11.9 Zugriff auf Parameter

11.9.1 Parameterverarbeitung

Die PNU (Parameternummer) wird aus der Registeradresse übersetzt, die im Modbus-Lese- oder Schreibetelegramm enthalten ist. Die Parameternummer wird als (10 x Parameternummer) DEZIMAL für Modbus übersetzt.

11.9.2 Datenspeicherung

Die Spule 65 (dezimal) bestimmt, ob an den Frequenzumrichter geschriebene Daten im EEPROM und RAM (Spule 65 = 1) oder nur im RAM (Spule 65 = 0) gespeichert werden.

11.9.3 IND

Der Arrayindex wird in Halteregeister 9 gesetzt und beim Zugriff auf Arrayparameter verwendet.

11.9.4 Textblöcke

Der Zugriff auf als Textblöcke gespeicherte Parameter erfolgt auf gleiche Weise wie für die anderen Parameter. Die maximale Textblockgröße ist 20 Zeichen. Gilt die Leseanfrage für einen Parameter für mehr Zeichen, als der Parameter speichert, wird die Antwort verkürzt. Gilt die Leseanfrage für einen Parameter für weniger Zeichen, als der Parameter speichert, wird die Antwort mit Leerzeichen gefüllt.

11.9.5 Umwandlungsfaktor

Im Abschnitt Werkseinstellungen finden sich die verschiedenen Attribute jedes Parameters. Da ein Parameterwert nur als ganze Zahl übertragen werden kann, muss zur Übertragung von Dezimalzahlen ein Umwandlungsfaktor benutzt werden. Entnehmen Sie diesen bitte dem Abschnitt *Parameter*.

11

11.9.6 Parameterwerte

Standarddatentypen

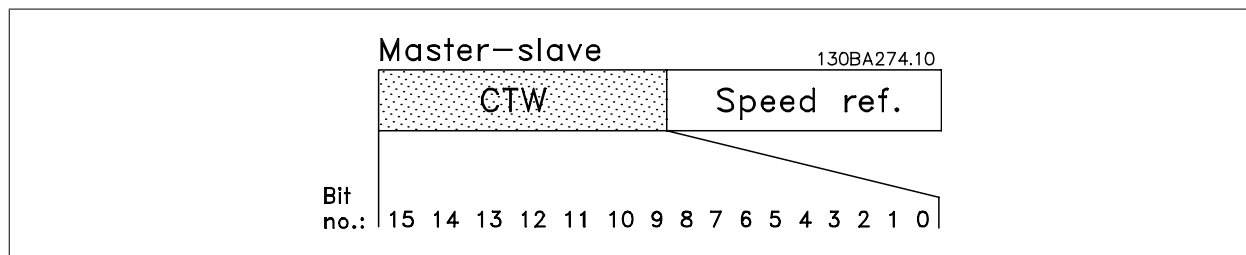
Standarddatentypen sind int16, int32, uint8, uint16 und uint32. Sie werden als 4x-Register gespeichert (40001 – 4FFFF). Die Parameter werden über Funktion 03HEX „Halteregeister lesen“ gelesen. Parameter werden über die Funktion 6HEX „Einzelregister voreinstellen“ für 1 Register (16 Bit) und die Funktion 10HEX „Mehrere Register voreinstellen“ für 2 Register (32 Bit) geschrieben. Lesbare Längen reichen von 1 Register (16 Bit) bis zu 10 Registern (20 Zeichen).

Nichtstandarddatentypen

Nichtstandarddatentypen sind Textblöcke und werden als 4x-Register gespeichert (40001 – 4FFFF). Die Parameter werden über Funktion 03HEX „Halteregeister lesen“ gelesen und über die Funktion 10HEX „Mehrere Register voreinstellen“ geschrieben. Lesbare Längen reichen von 1 Register (2 Zeichen) bis zu 10 Registern (20 Zeichen).

11.10 Danfoss FC-Steuerprofil

11.10.1 Steuerwort gemäß FC-Profil(Par. 8-10 *Steuerprofil* = 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	Par. 3-10 <i>Festsollwert</i> [0]	0	0
2	Par. 3-10 <i>Festsollwert</i> [1]	0	1
3	Par. 3-10 <i>Festsollwert</i> [2]	1	0
4	Par. 3-10 <i>Festsollwert</i> [3]	1	1



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 Par. 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 *Klemme 18 Digitaleingang* bis Par. 5-15 *Klemme 33 Digitaleingang*), 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 *Klemme 18 Digitaleingang* bis Par. 5-15 *Klemme 33 Digitaleingang*) 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, Jog:

Bei Bit 08 = „1“ wird die Ausgangsfrequenz durch Par. 3-19 *Festdrehzahl Jog [UPM]* bestimmt.

Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2:

Bit 09 = „0“ Ramp 1 ist aktiv (Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* bis Par. 3-42 *Rampenzeit Ab 1*). Bei Bit 09 = „1“ ist Rampe 2 (Par. 3-51 *Rampenzeit Auf 2* bis Par. 3-52 *Rampenzeit Ab 2*) aktiv.

Bit 10, Daten nicht gültig/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 Par. 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 Par. 5-40 *Relaisfunktion* wurde *Steuerwort Bit 12* gewählt.

Bit 13/14, Parametersatzwahl:

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

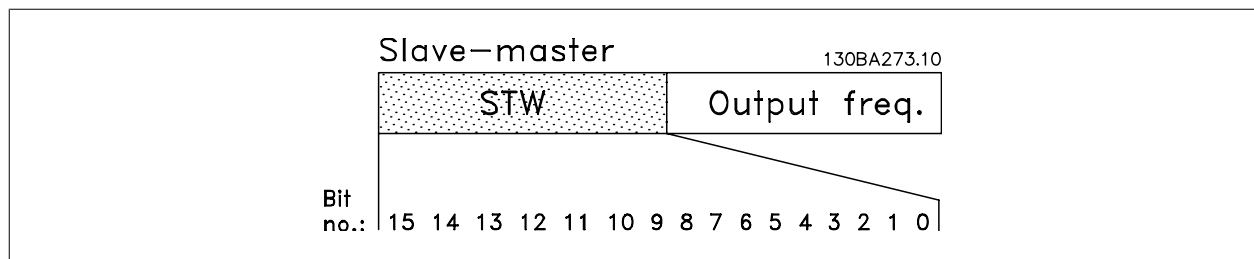
Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in Par. 0-10 *Aktiver Satz* gewählt ist.

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 Par. 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.

11.10.2 Zustandswort gemäß FC-Profil (ZSW) (Par. 8-10 *Steuerprofil* = 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 ist nicht bereit. Bit 00 = „1“: Regler des Frequenzumrichters bereit, aber möglicherweise keine Versorgung zum Leistungsteil (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

Bit 01, FU bereit:

Bei Bit 01 = „1“ ist der Frequenzumrichter betriebsbereit, es ist aber ein aktiver Freilaufbefehl über die digitalen Klemmen oder die serielle Schnittstelle vorhanden.

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 aktuelle Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ortbetrieb/Bussteuerung:

Bit 09 = „0“: Es wurde die [STOP/RESET]-Taste an der Bedieneinheit betätigt oder auf *Ort-Betrieb* in Par. 3-13 *Sollwertvorgabe* 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. Par. 4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* eingestellten Wert erreicht. Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz befindet sich innerhalb der festgelegten Grenzwerte.

Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb:

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft nicht. Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal bzw. 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:

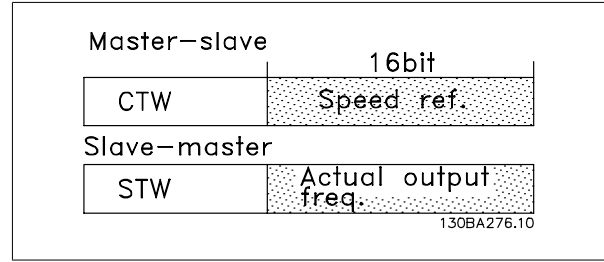
Bit 15 = „0“: Die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen VLT-Schutz sind nicht 100 % überschritten. Bit 15 = „1“: Einer der Timer überschreitet 100 %.

**ACHTUNG!**

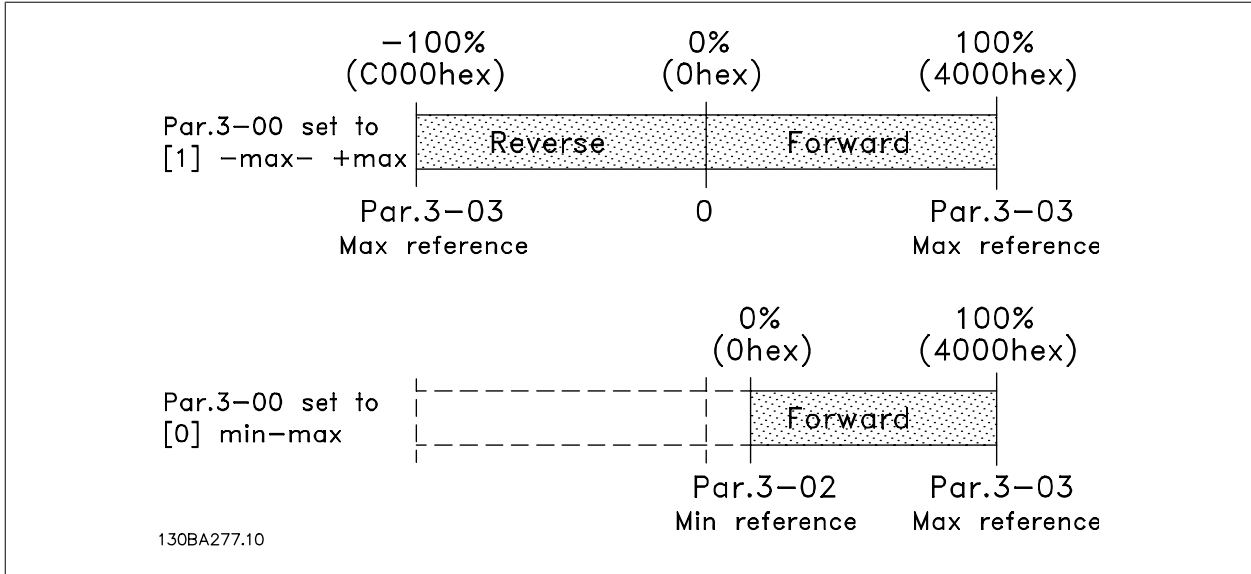
Alle Bit im ZSW werden auf „0“ gesetzt, wenn die Verbindung zwischen der Interbus-Option und dem Frequenzumrichter verloren geht oder ein internes Kommunikationsproblem auftritt.

11.10.3 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:



11.10.4 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 .

11.10.5 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 Auswahl* in Par. 0-10 Aktiver Satz gewählt ist. Die Auswahl in Par. 8-55 *Satzwahl* 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.

11.10.6 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, Ortsbetrieb/Bussteuerung

Bit 09 = „0“: Es wurde die Stop-Taste am LCP betätigt oder in Parameter 3-13 *Sollwertvorgabe* auf Ortsbetrieb 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

2

24 V Dc-spannungsversorgung	218
-----------------------------	-----

A

Abgeschirmt	171
Abgesicherte 30 A-klemmen	218
Abgestrahlte Störaussendung	38
Abkürzungen	6
Abmessungen	103, 112, 118
Abschirmblech	139
Abschirmung Von Kabeln:	144
Aggressive Umgebungen	14
Allgemeine Aspekte	119
Allgemeine Aspekte Von Emv-emissionen	37
Allgemeine Warnung	5
Analogausgang - Klemme X30/8	197
Analogausgänge	73
Analogausgänge - Klemme X30/11, 12	197
Analogeingänge	72
Analogeingängen	8
Anstiegszeit	77
Anwendungen Mit Konstantem Drehmoment (ct-modus)	87
Anwendungen Mit Variablem (quadratischem) Drehmoment	87
Anzugsmoment Für Klemmen	143
Ausbrechen Von Zusätzlichen Öffnungen Für Kabeldurchführungen	136
Ausgangsfrequenz Speichern	236
Ausgangsleistung (u, V, W)	71
Ausgleichskabels	179
Auspacken	109
Automatische Anpassungen Zur Sicherstellung Der Leistung	88
Automatische Motoranpassung	187

B

Begriffsdefinitionen	6
Benötigte Werkzeuge:	214
Bestellnummern	89
Bestellnummern: Bremswiderstände	94
Bestellnummern: Du/dt-filter, 380-480/500 Vac	101
Bestellnummern: Du/dt-filter, 525-690 Vac	101
Bestellnummern: Oberwellenfilter	98
Bestellnummern: Optionen Und Zubehör	93
Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 Vac	100
Bestellnummern: Sinusfiltermodule, 525-690 Vac	100
Bodenmontage	214
Bremsfunktion	44
Bremsleistung	8, 44
Bremswiderstand	41
Bremswiderstände	207

C

Ce-kennzeichnung	13
------------------	----

D

Dc-bremse	235
Devicenet	5, 93
Die Ama	187
Die Automatische Motoranpassung (ama)	182
Die Emv-richtlinie (89/336/ewg)	13
Digitalausgang	73
Digitalausgänge - Klemme X30/6, 7	197
Digitaleingänge - Klemme X30/1-4	197
Digitaleingänge:	72

Drahtzugang	120
Drehmoment	143
Drehmomentkennlinie	71
Drehmomentregelung	19
Drehzahl Speichern	6
Drehzahl-pid	19, 20
Drive-konfigurator	89

E

Einfaches Anschlussbeispiel	169
Elektrische Installation	168, 170
Elektrische Installation - Emv-schutzmaßnahmen	176
Elektromechanischer Bremse	185
Empfang Des Frequenzumrichters	109
Emv-prüfergebnisse	38
Emv-richtlinie 89/336/ewg	14
Emv-schalter	180
Entsorgungshinweise	12
Erdableitstrom	175
Erdung	175, 179
Erdung Abgeschirmter Steuerkabel	179
Erhöhter Erdableitstrom	41
Etr	164
Externe 24 V Dc-versorgung	203
Externe Lüfterversorgung	154
Externe Temperaturüberwachung	219
Extreme Betriebsbedingungen	47

F

Fc-profil	235
Fehlerstromschutzschalter	41, 181
Fehlerstromüberwachungsgerät	218
Feldbus-anschluss	165
Festfrequenz „jog“	6
Fluxvektor	21
Freilaufbefehl	237
Freiraum	119
Frequenzkorrektur Auf/ab	24
Frequenzumrichter Mit Modbus Rtu	229
Frequenzumrichter Steuern	233

G

Geber	19, 21
Gefahren Durch Elektrischen Schlag	40
Generatorisch Erzeugte Überspannung	47

H

Hand-steuerung (hand On) Und Fern-betrieb (auto On)	1
Heben	110
Heizgeräte Und Thermostat	217

I

Iec Not-aus Mit Pilz-sicherheitsrelais	218
Index (ind)	226
Installation Der Externen 24 V Dc-versorgung	166
Installation Nebeneinander	106
Interner Stromgrenzenregler In Betriebsart Vvplus	22
Ip21/nema 1-gehäuseabdeckungen	209
Isolationsprüfung	175
Isolationswiderstand-überwachungsgerät	218
It-netz	180

J

Jog	236
-----	-----

K

Kabel	143
Kabelbügel	179
Kabellänge Und -querschnitt:	144
Kabellängen Und -querschnitte	71
Kabelpositionen	122
Keine UI-konformität	155
Klemmen	170
Klemmenpositionen	123
Klemmenpositionen - Baugröße D	2
Kühlbedingungen	106
Kühlung	87, 130
Kurzschluss (motorphase – Phase)	47

L

Lc-filter	141, 144
Leistungsanschlüsse	143
Leistungsreduzierung Beim Betrieb Mit Niedriger Drehzahl	87
Leistungsreduzierung Wegen Erhöhter Umgebungstemperatur Und IGBT-taktfrequenz	81
Leistungsreduzierung Wegen Niedrigem Luftdruck	86
Leitungsgebundene Störaussendung	38
Lieferumfang Des Bausatzes	211
Losbrechmoment	7
Luftfeuchtigkeit	14
Luftströmung	130
Lüftungsbaugruppe	130
Lüftungs-einbausätze	210

M

Manuelle Motorstarter	218
Maschinenrichtlinie (98/37/ewg)	13
Mechanische Bremse In Hub- Und Vertikalförderanwendungen	45
Mechanische Installation	106, 119
Mechanischen Bremse	44
Modbus-ausnahmecodes	233
Montage Auf Sockel	213
Montagezubehör	94
Motoranschluss	138
Motorausgang	71
Motorfreilauf	6, 236
Motorkabel	162, 176
Motornenn Drehzahl	7
Motorparameter	187
Motorphasen	47
Motorschutz	72
Motorspannung	77
Motor-typenschild	181
Motor-überlastschutz	164

N

Namur	217
Netzanschluss	136
Netzausfall	48
Netzurückwirkungen	180
Netztrennschalter	161
Netzversorgung	10, 55, 63, 64, 65
Netzversorgung (I1, L2, L3)	71
Neutralen Bereich	26
Neutraler Bereich Um Null	26
Niederspannungsrichtlinie (73/23/ewg)	13

O

Oberwellenfilter	98
------------------	----

P

Parameterwerte	234
Pelv - Protective Extra Low Voltage (schutzkleinspannung)	40
Pid-drehzahlregler	29
Pid-prozessregler	32
Planung Des Installationsortes	109
Potentiometer-sollwert	184
Profibus	5, 93
Programmieren Von Momentengrenze Und Stopp	185
Protection Mode	12

-

-protokoll	222
------------	-----

P

Puls/drehgeber-eingänge	73
Puls-start/stopp	183

R

Rcd	9, 41
Reduzierter Und Kompletter Ama	182
Relaisanschluss	141
Relaisausgänge	74
Rs 485-busanschluss	174
Rs485	221
Rückseitige Kühlung	130

S

Schalten Am Ausgang	47
Schalter S201, S202 Und S801	167
Schirmbügel	176
Schutz	14, 40, 41, 155
Schutz Und Funktionen	72
Schutzerdung	175
Serielle Kommunikation	75, 179
Serielle Schnittstelle	8
Sicherer Stopp	49
Sicherheitshinweise	11
Sicherheitshinweise Für Mechanische Installation	107
Sicherungen	143
Sicherungen - Keine Ul-konformität	155
Sicherungstabellen	157
Sinusfilter	209
Skalieren Von Analogen Und Puls-sollwerten/istwerten	26
Skalieren Von Fest- Und Bussollwerten	25
Smart Logic Control	47
Sockelaufstellung	214
Software-versionen	93
Sollwert Speichern	24
Sollwertgrenzen	25
Spannungsbereich	72
Spannungssollwert Über Potentiometer	184
Sps	179
Start/stopp	183
Statische Überlast Im Vvplus-betrieb	48
Steueranschlüsse	168
Steuerkabel	170, 171, 176
Steuerkarte, +10 V Dc-ausgang	74
Steuerkarte, 24 V Dc-ausgang	74
Steuerkarte, Rs 485 Serielle Schnittstelle	73
Steuerkarte, Usb Serielle Kommunikation	75
Steuerkartenleistung	74
Steuerklemmen	166

Steuerungseigenschaften	74
Steuerwort	235
Steuerwort Gemäß Profidrive-profil (stw)	240
Störfestigkeitsanforderungen	39
Störgeräusche	76
Synchronmotordrehzahl	7

T

Taktfrequenz:	144
Temperaturschalter Bremswiderstand	172
Thermischen Motorschutz	238
Thermischer Motorschutz	48, 163
Thermistor	9
Trägheitsmoment	47
Tropfschutzinstallation	133
Typenschild	181, 182

Ü

Übersicht Typencode	90
---------------------	----

U

Umgebung	74
Usb-anschluss	166

V

Verkabelung Des Bremswiderstands	46
Verschraubung/kabeleinführung - Ip21 (nema 1) Und Ip54 (nema 12)	131
Verwendung Emv-gemäßer Kabel	178
Vibrationen Und Erschütterungen	15
Von Modbus Rtu Unterstützte Funktionscodes	233
Vvcplus	9, 20

W

Wandmontage - Geräte Mit Schutzart Ip21 (nema 1) Und Ip54 (nema 12)	130
Was Ist Unter Dem Ce-zeichen Zu Verstehen?	13
Was Unter Die Richtlinien Fällt	13
Wirkungsgrad	76

Z

Zugang Zu Den Steuerklemmen	165
Zustandswort	237
Zustandswort Gemäß Profidrive-profil (zsw)	242
Zwischenkreis	44, 47, 76, 77
Zwischenkreiskopplung	173