

Inhaltsverzeichnis

1 Lesen des Projektierungshandbuchs	7
1.1.1 Symbole	7
1.1.2 Abkürzungen	8
1.1.3 Begriffsdefinitionen	8
2 Sicherheit und Konformität	12
2.1 Sicherheitsmaßnahmen	12
3 Einführung zum FC 300	17
3.1 Produktübersicht	17
3.2.1 Regelungsverfahren	19
3.2.2 FC 300-Regler	19
3.2.3 FC 301 vs. FC 302 Regelungsverfahren	20
3.2.4 Regelungsstruktur in VVC ^{plus} Advanced Vector Control	21
3.2.5 Regelungsstruktur in Flux ohne Geber (nur FC 302)	22
3.2.6 Regelungsstruktur in Flux mit Motor-Istwert	23
3.2.7 Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC ^{plus}	24
3.2.8 Handsteuerung (Hand On / Hand ein) und Fernsteuerung (Auto On / Auto ein)	24
3.3 Sollwertverarbeitung	25
3.3.1 Sollwertgrenzen	26
3.3.2 Skalieren von Festsollwerten und Bussollwerten	27
3.3.3 Skalieren von Soll- und Istwerten (analog und Puls)	27
3.3.4 Totzone um Null	28
3.4 PID-Regler	32
3.4.1 PID-Drehzahlregler	32
3.4.2 Einstellung der PID-Drehzahlregelung	34
3.4.3 PID-Prozessregelung	35
3.4.4 Beispiel für die PID-Prozessregelung	37
3.4.5 Ziegler-Nichols-Verfahren	39
3.5 Allgemeine EMV-Aspekte	40
3.5.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen	40
3.5.2 EMV-Prüfergebnisse	41
3.5.3 Anforderungen an die Störfestigkeit	42
3.5.4 Anforderungen an die Störfestigkeit	43
3.6.1 PELV – Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)	44
3.8 Bremsfunktionen beim FC 300	45
3.8.1 Mechanische Haltebremse	45
3.8.2 Dynamische Bremse	46
3.8.3 Auswahl des Bremswiderstands	46

3.9.1 Mechanische Bremssteuerung	48
3.9.2 Mechanische Bremse	49
3.9.3 Verkabelung von Bremswiderständen	50
3.10 Smart Logic Controller	50
3.11 Extreme Betriebsbedingungen	52
3.11.1 Thermischer Motorschutz	53
3.12 Sicherer Stopp des FC 300	54
3.12.2 Installation einer externen Sicherheitsvorrichtung in Kombination mit MCB 112	59
3.12.3 Inbetriebnahmeprüfung des sicheren Stopps	60
3.13 Zertifikate	62
4 FC 300 auswählen	64
4.1 Elektrische Daten – 200-240 V	64
4.2 Elektrische Daten - 380-500 V	67
4.3 Elektrische Daten - 525-600 V	75
4.4 Elektrische Daten - 525-690 V	78
4.5 Allgemeine technische Daten:	90
4.7.1 Störgeräusche	95
4.8.1 du/dt-Bedingungen	96
4.9 Besondere Betriebsbedingungen	99
4.9.1 Manuelle Leistungsreduzierung	99
4.9.1.1 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl	99
4.9.2 Automatische Leistungsreduzierung	99
5 Bestellen	100
5.1.1 Bestellung über Typencode	100
5.1.2 Drive-Konfigurator	100
5.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör	104
5.2.2 Bestellnummern: Ersatzteile	105
5.2.3 Bestellnummern: Montagezubehör	106
5.2.4 Bestellnummern: Hochleistungssätze	106
5.2.5 Bestellnummern: Bremswiderstände 10 %	107
5.2.6 Bestellnummern: Bremswiderstände 40 %	111
5.2.7 Flatpacks	116
5.2.8 Bestellnummern: Oberwellenfilter	118
5.2.9 Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 V AC	120
5.2.10 Bestellnummern: Sinusfilter, 525-690 V AC	121
5.2.11 Bestellnummern: du/dt-Filter, 380-480/500 V AC	121
5.2.12 Bestellnummern: du/dt-Filter, 525-690 V AC	122
6 Mechanische Installation - Baugröße A, B und C	123

6.1.1 Sicherheitsanforderungen für die mechanische Installation	123
6.1.2 Mechanische Montage	126
7 Mechanische Installation - Baugrößen D, E und F	127
7.1 Vor der Installation	127
7.1.1 Planung des Aufstellungsorts	127
7.1.2 Empfang des Frequenzumrichters	127
7.1.3 Transport und Auspacken	127
7.1.4 Heben	127
7.1.5 Abmessungen	129
7.1.6 Mechanische Abmessungen, 12-Puls-Einheiten	136
7.2 Mechanische Installation	139
7.2.1 Benötigtes Werkzeug	139
7.2.2 Allgemeine Aspekte	139
7.2.3 Klemmenpositionen – Baugröße D	141
7.2.4 Klemmenpositionen - Baugröße E	143
7.2.5 Klemmenpositionen – Baugröße F	149
7.2.6 Klemmenpositionen, F8-F13 – 12 Puls	154
7.2.7 Kühlung und Luftzirkulation	159
7.2.8 Wandmontage – Geräte mit Schutzart IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)	161
7.2.9 Kabeldurchlass/Kabelkanaleingang – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA12)	161
7.2.10 Stopfbuchsen-/Kabelkanaleinführung, 12-Puls - IP21 (NEMA1) und IP54 (NEMA2)	163
7.2.11 IP21-Tropfschutzinstallation (Baugröße D1 und D2)	165
8 Elektrische Installation	166
8.1 Anschlüsse- Baugrößen A, B und C	166
8.1.1 Ausbrechen von zusätzlichen Öffnungen für Kabeldurchführungen	167
8.1.2 Netz- und Erdanschluss	167
8.1.3 Motoranschluss	169
8.1.4 Relaisanschluss	177
8.2 Anschlüsse – Baugröße D, E und F	178
8.2.1 Drehmoment	178
8.2.2 Leistungsanschlüsse	178
8.2.3 Netzanschlüsse 12-Puls-Frequenzumrichter	189
8.2.4 Abschirmung gegen elektrisches Rauschen	198
8.2.5 Externe Lüfterversorgung	198
8.3 Sicherungen	198
8.3.1 Empfehlungen	199
8.3.2 CE-Konformität	200
8.4 Trennschalter, Hauptschalter und Schütze	213

8.4.1	Netztrennschalter	213
8.4.4	F-Frame-Netzschütze	215
8.5	Zusätzliche Motorinformationen	216
8.5.1	Motorkabel	216
8.5.2	Thermischer Motorschutz	216
8.5.3	Parallelanschluss von Motoren	216
8.5.5	Motorlagerströme	218
8.6	Steuerkabel und -klemmen	219
8.6.1	Zugang zu den Steuerklemmen	219
8.6.2	Steuerkabelführung	219
8.6.3	Steuerklemmen	221
8.6.4	Schalter S201, S202 und S801	221
8.6.5	Elektrische Installation, Steueranschlüsse	221
8.6.6	Beispiel für grundlegende Verkabelung	222
8.6.7	Elektrische Installation, Steuerkabel	223
8.6.8	12-Pulss- Steuerkabel	225
8.6.9	Relaisausgang	228
8.6.10	Temperaturschalter Bremswiderstand	228
8.7	Zusätzliche Verbindungen	228
8.7.1	DC-Busanschluss	228
8.7.2	Zwischenkreiskopplung	228
8.7.3	Installation des Bremskabels	229
8.7.4	Anschließen eines PCs an einen Frequenzumrichter	229
8.7.5	Die FC 300 PC-Software	229
8.8.1	Hochspannungsprüfung	230
8.8.2	Erdung	230
8.8.3	Schutzerdung	230
8.9	EMV-gerechte Installation	230
8.9.1	Elektrische Installation - EMV-Schutzmaßnahmen	230
8.9.2	Verwendung EMV-gerechter Kabel	232
8.9.3	Erdung abgeschirmter Steuerkabel	234
8.9.4	EMV-Schalter	234
8.10.1	Netzversorgungsstörungen/-oberwellen	235
8.10.2	Die Auswirkungen von Oberwellen in einem Energieverteilungssystem	235
8.10.3	Normen und Vorschriften zur Begrenzung von Oberwellen	236
8.10.4	Oberwellenreduzierung	236
8.10.5	Berechnung von Oberwellen	236
8.11	Fehlerstromschutzschalter - FC 300 Projektierungshandbuch	236
8.12	Erste Inbetriebnahme und Test	237
9	Anwendungsbeispiele	239

9.1.1 Drehgeberanschluss	244
9.1.2 Drehgeberrichtung	244
9.1.3 Frequenzumrichter mit Rückführung	244
9.1.4 Programmieren von Momentgrenze und Stopp	244
10 Optionen und Zubehör	246
10.1.1 Einbau von Optionsmodulen in Steckplatz A	246
10.1.2 Einbau von Optionsmodulen in Steckplatz B	246
10.1.3 Einbau von Optionsmodulen in Steckplatz C	247
10.2 Universal-Eingangs-/Ausgangsmodul MCB 101	247
10.2.1 Galvanische Trennung im MCB 101	248
10.2.2 Digitaleingänge – Klemme X30/1-4:	249
10.2.3 Analogeingänge – Klemme X30/11, 12:	249
10.2.4 Digitalausgänge - Klemme X30/6, 7:	249
10.2.5 Analogausgang – Klemme X30/8:	249
10.3 Drehgeber-Option MCB 102	250
10.4 Resolver-Option MCB 103	251
10.5 Relaisoption MCB 105	253
10.6 24V Backup-Option MCB 107	255
10.7 PTC-Thermistorkarte	255
10.8 Erweiterte Relaiskarte MCB 113	258
10.9 Bremswiderstände	259
10.10 Einbausatz für LCP-Bedieneinheit	259
10.11 IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckungen	260
10.12 Montagehalterungen für Baugröße A5, B1, B2, C1 und C2	262
10.13 Sinusfilter	264
10.14 Hochleistungsoptionen	264
10.14.1 Baugröße F – Optionen	264
11 RS-485 Installation und Konfiguration	266
11.1 Übersicht	266
11.2 Netzwerkanschluss	266
11.3 -Busabschluss	266
11.4.1 EMV-Schutzmaßnahmen	267
11.5 Netzwerkkonfiguration	267
11.5.1 Konfiguration FC 300-Frequenzumrichter	267
11.6 Aufbau der Telegrammblocke für FC-Protokoll - FC 300	267
11.6.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)	267
11.6.2 Telegrammstruktur	268
11.6.3 -Länge (LGE)	268

11.6.4 Frequenzumrichter-Adresse (ADR)	268
11.6.5 Datensteuerbyte (BCC)	268
11.6.6 Das Datenfeld	268
11.6.7 Das PKE-Feld	269
11.6.8 Parameternummer (PNU)	270
11.6.9 Index (IND)	270
11.6.10 Parameterwert (PWE)	270
11.6.11 Von FC 300 unterstützte Datentypen	271
11.6.12 Umrechnung	271
11.6.13 Prozesswörter (PCD)	272
11.7 Beispiele	272
11.7.1 Parameterwert schreiben	272
11.7.2 Parameterwert lesen	272
11.8 Übersicht zu Modbus RTU	273
11.8.1 Voraussetzungen	273
11.8.2 Was der Anwender bereits wissen sollte	273
11.8.3 Überblick über Modbus RTU	273
11.8.4 Frequenzumrichter mit Modbus RTU	273
11.9.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU	274
11.10 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke	274
11.10.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU	274
11.10.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau	274
11.10.3 Start-/Stoppfeld	274
11.10.4 Adressfeld	274
11.10.5 Funktionsfeld	275
11.10.6 Datenfeld	275
11.10.7 CRC-Prüffeld	275
11.10.8 Spulenregisteradressierung	275
11.10.9 Regelung des Frequenzumrichters	277
11.10.10 Durch Modbus RTU unterstützte Funktionscodes	277
11.10.11 Modbus-Ausnahmecodes	277
11.11 Zugriff auf Parameter	278
11.11.1 Parameterverarbeitung	278
11.11.2 Datenspeicherung	278
11.11.3 IND	278
11.11.4 Textblöcke	278
11.11.5 Umrechnungsfaktor	278
11.11.6 Parameterwerte	278
11.12 Danfoss FC-Steuerprofil	278
Index	285

1 Lesen des Projektierungshandbuchs

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

Verfügbare Literatur für FC 300

- Das VLT AutomationDrive-Produktshandbuch MG.33.AX.YY enthält die erforderlichen Informationen für die Inbetriebnahme des Frequenzumrichters.
- Das VLT AutomationDrive Produktshandbuch Hochleistungsanwendungen 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 VLT AutomationDrive Programmierungshandbuch MG.33.MX.YY liefert Informationen zum Programmieren und enthält komplette Parameterbeschreibungen.
- Das VLT AutomationDrive Profibus-Produktshandbuch MG.33.CX.YY liefert die erforderlichen Informationen zum Steuern, Überwachen und Programmieren des Frequenzumrichters über die Profibus Feldbus-Schnittstelle.
- Das VLT AutomationDrive DeviceNet Produktshandbuch MG.33.DX.YY liefert erforderliche Informationen zum Steuern, Überwachen und Programmieren des Frequenzumrichters über die DeviceNet Feldbus-Schnittstelle.

X = Versionsnummer

YY = Sprachcode

Technische Literatur von Danfoss Drives ist ebenfalls verfügbar unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.

1.1.1 Symbole

In diesem Handbuch verwendete Symbole.

HINWEIS

Hinweis für den Leser.

VORSICHT

Kennzeichnet eine potenziell gefährliche Situation, die, wenn nicht vermieden, zu kleineren oder mittelschweren Verletzungen oder Geräteschäden führen kann.

WARNUNG

Kennzeichnet eine potenziell gefährliche Situation, die, wenn nicht vermieden, zum Tod oder schweren Verletzungen führen könnte.

* Kennzeichnet die Werkseinstellung.

Tabelle 1.1

1.1.2 Abkürzungen

Wechselstrom	AC
American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß	AWG
Ampere	A
Automatische Motoranpassung	AMA
Stromgrenze	I_{LIM}
Grad Celsius	°C
Gleichstrom	DC
Abhängig vom Frequenzumrichter	D-TYPE
Elektromagnetische Verträglichkeit	EMV
Elektronisches Thermorelais	ETR
Frequenzumrichter	FC
Gramm	g
Hertz	Hz
Horsepower	HP
Kilohertz	kHz
LCP Bedieneinheit	LCP
Meter	m
Millihenry (Induktivität)	mH
Milliampere	mA
Millisekunden	ms
Minute	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 - Protective Extra Low Voltage	PELV
Leiterplatte	PCB
Wechselrichter-Ausgangsnennstrom	I_{INV}
Umdrehungen pro Minute	UPM
Generatorische Klemmen	Regen.
Sekunde	s
Synchrone Motordrehzahl	n_s
Drehmomentgrenze	T_{LIM}
Volt	V
Der maximale Ausgangsstrom des Frequenzumrichters.	$I_{VLT,MAX}$
Der Ausgangsnennstrom, der vom Frequenzumrichter geliefert wird.	$I_{VLT,N}$

Tabelle 1.2

1.1.3 Begriffsdefinitionen

Frequenzumrichter:
Motorfreilauf

Die Motorwelle dreht im Leerlauf. Kein Drehmoment am Motor.

 I_{MAX}

Der maximale Ausgangsstrom des Frequenzumrichters.

 I_N

Der vom Frequenzumrichter gelieferte Nennausgangsstrom.

 U_{MAX}

Die maximale Ausgangsspannung des Frequenzumrichters.

Eingang:
Steuerbefehl

Starten und Stoppen des Motors über das LCP und die Digitaleingänge.

Die Funktionen sind in zwei Gruppen unterteilt.

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

Gruppe 1	Reset, Motorfreilauf, Quittieren und Freilaufstopp, Schnellstopp, DC-Bremse, Stopp und "Off"-Taste am LCP.
Gruppe 2	Start, Pulsstart, Reversierung, Start + Reversierung, Festdrehzahl JOG und Ausgangsfrequenz speichern

Tabelle 1.3

Motor:
 f_{JOG}

Die Motorfrequenz, wenn die Festdrehzahl JOG-Funktion (über Digitaleingang) aktiviert ist.

 f_M

Motorfrequenz. Ausgang des Frequenzumrichters. Die Ausgangsfrequenz hängt mit der Wellendrehzahl am Motor zusammen, die von der Anzahl der Pole und der Schlupffrequenz abhängt.

 f_{MAX}

Die maximale Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters ist an seinem Ausgang vorhanden. Die maximale Ausgangsfrequenz wird im Grenzwert von Par. 4-12, 4-13 und 4-19 eingestellt.

 f_{MIN}

Die Mindestmotorfrequenz des Frequenzumrichters. Standardwert 0 Hz.

 $f_{M,N}$

Die Motornennfrequenz (Typenschilddaten).

 I_M

Der Motorstrom.

 $I_{M,N}$

Der Motornennstrom (Typenschilddaten).

 $n_{M,N}$

Die Motornenndrehzahl (Typenschilddaten).

n_s

Synchrone Motordrehzahl

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

 $P_{M,N}$

Die Motornennleistung (Typenschilddaten).

 $T_{M,N}$

Das Nenndrehmoment (Motor).

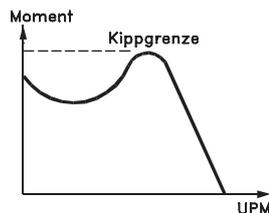
 U_M

Die Momentspannung des Motors.

 $U_{M,N}$

Die Motornennspannung (Typenschilddaten).

Kippmoment



175ZA078.10

Abbildung 1.1

 η

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

Einschaltsperrbefehl

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

Stoppbefehl

Siehe Steuerbefehle.

Sollwerte:

Analog Sollwert

An Eingang 53 oder 54 wird ein Analogsignal angelegt. Dieses Signal kann entweder ein Spannungssignal von 0-10 V (FC 301 und FC 302) oder von -10 +10 V (FC 302) sein. Stromsignal 0-20 mA oder 4-20 mA.

Binärsollwert

Ein an die serielle Kommunikationsschnittstelle (RS-485 Klemme 68 – 69) angelegtes Sollwertsignal.

Festsollwert

Ein definierter Festsollwert, einstellbar zwischen -100 % und +100 % des Sollwertbereichs. Es können bis zu acht Festsollwerte über die Digitaleingänge ausgewählt werden.

Pulssollwert

Ein Pulssollwert, der an Klemme 29 oder 33 angelegt wird, ausgewählt durch Par. 5-13 oder 5-15 [32]. Skalierung in Parametergruppe 5-5*.

Ref_{MAX}

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 100 % des Gesamtskalierwerts (in der Regel 10 V, 20 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in 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 3-02 *Minimaler Sollwert* eingestellte minimale Sollwert.

Verschiedenes:

Analogeingänge

Die Analogeingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

Es gibt zwei Arten von Analogeingängen:

Stromeingang, 0-20 mA und 4-20 mA

Spannungseingang, 0-10 V DC (FC 301)

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

Analogausgänge

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

Automatische Motoranpassung, AMA

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

Bremswiderstand

Der Bremswiderstand kann die durch generatorisches Bremsen erzeugte Bremsleistung aufnehmen. Während generatorischer Bremsung erhöht sich die Zwischenkreis-Spannung. Ein Bremschopper stellt sicher, dass die generatorische Energie an den Bremswiderstand übertragen wird.

CT-Kennlinie

Konstante Drehmomentkennlinie; typisch für Anwendungen wie Förderbänder, Verdrängungspumpen und Krane.

Digitaleingänge

Die Digitaleingänge werden zur Regelung verschiedener Funktionen im Frequenzumrichter verwendet.

Digitalausgänge

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

DSP

Digitaler Signalprozessor.

ETR

Das elektronische Thermorelais stellt eine Berechnung der thermischen Belastung auf Grundlage der aktuellen Belastung und Zeit dar. Hiermit soll die Motortemperatur geschätzt werden.

Hiperface®

Hiperface® ist eine eingetragene Marke von Stegmann.

Initialisieren

Beim Initialisieren (14-22 Betriebsart) wird der Frequenzumrichter auf die Werkseinstellung zurückgesetzt.

Überlastarbeitszyklus

Ein Nennwert für einen Überlastarbeitszyklus bezieht sich auf eine Abfolge von Arbeitszyklen. Jeder Zyklus besteht aus einem Belastungs- und einem Entlastungszeitraum. Der Betrieb kann periodisch oder aperiodisch erfolgen.

LCP

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

NLCP

Schnittstelle Numerical Local Control Panel zur Regelung und Programmierung des Frequenzumrichters. Die Anzeige erfolgt numerisch, und das Bedienteil wird grundsätzlich zur Anzeige von Prozesswerten verwendet. Das LCP 101 verfügt weder über eine Speicher- noch über eine Kopierfunktion.

lsb

Niedrigstwertiges Bit.

msb

Höchstwertiges Bit.

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 wird.

PID-Prozess

Der PID-Regler sorgt durch Anpassung der Ausgangsfrequenz an die wechselnde Last dafür, dass die Sollwerte von Drehzahl, Druck, Temperatur usw. konstant gehalten werden.

PCD

Prozessdaten

Pulseingang/Inkrementalgeber

Ein externer digitaler Sensor, der zur Rückführung von Informationen zur Motordrehzahl und -richtung dient. Drehgeber werden für sehr schnelle Genauigkeitsrückführung sowie in sehr dynamischen Anwendungen eingesetzt. Der Drehgeber wird entweder über Klemme 32 und 32 oder den optionalen Drehgeber MCB 102 angeschlossen.

RCD

Steht für "Residual Current Device"; englische Bezeichnung für Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter).

Parametersatz

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

SFAVM

Schaltmodus Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation (14-00 Schaltmuster).

Schlupfausgleich

Der Frequenzumrichter gleicht den belastungsabhängigen Motorschlupf aus, indem er unter Berücksichtigung der gemessenen Motorbelastung die Ausgangsfrequenz anpasst, um die Motordrehzahl nahezu konstant zu halten.

Smart Logic Control (SLC)

Die SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die ausgeführt werden, wenn die zugehörigen benutzerdefinierten Ereignisse durch den Smart Logic Controller. (Parametergruppe 13-** die *Smart Logic Control (SLC)* als wahr bewertet werden.

STW

Zustandswort

FC-Standardbus

Schließt RS -485-Bus mit FC -Protokoll oder MC-Protokoll ein. Siehe 8-30 FC-Protokoll.

Thermistor:

Ein temperaturabhängiger Widerstand, mit dem die Temperatur des Frequenzumrichters oder des Motors überwacht wird.

THD

Total Harmonic Distortion gibt das Gesamt-Oberschwingungsverhältnis an.

Alarm

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, z. B. bei einer Übertemperatur des Frequenzumrichters oder wenn der Frequenzumrichter den Motor, Prozess oder Mechanismus schützt. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und der Fehlerzustand über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. In einigen Fällen erfolgt die Aufhebung automatisch (durch vorherige Programmierung). Die Abschaltung darf nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwendet werden.

Abschaltblockierung

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, wenn sich der Frequenzumrichter selbst schützt und ein Eingriff erforderlich ist, 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 der Fehlerzustand über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. In einigen Fällen erfolgt die Aufhebung

automatisch (durch vorherige Programmierung). Die Abschaltung darf nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwendet werden.

VT-Kennlinie

Variable Drehmomentkennlinie; wird für Pumpen- und Lüfteranwendungen verwendet.

VVC^{plus}

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet Voltage Vector Control (VVC^{plus}) eine verbesserte Dynamik und Stabilität sowohl bei Änderung der Motordrehzahl als auch in Bezug auf das Last-Drehmoment.

60° AVM

Schaltmodus 60° Asynchronous Vector Modulation (14-00 Schaltmuster).

Leistungsfaktor

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

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

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

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

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

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

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

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

Alle Frequenzumrichter von Danfoss verfügen über integrierte Zwischenkreisspulen im Zwischenkreis, was einen hohen Leistungsfaktor und einen geringeren THD-Wert an der Netzversorgung zur Folge hat.

2 Sicherheit und Konformität

2.1 Sicherheitsmaßnahmen

⚠️ WARNUNG

Der Frequenzumrichter steht bei Anschluss an die Netzspannung immer unter gefährlicher Spannung. Eine unsachgemäße Installation des Motors, Frequenzumrichters oder des Feldbusses kann zum Tod, schweren Verletzungen oder Schäden am Gerät führen. Daher müssen die Anweisungen in diesem Handbuch sowie nationale und lokale Sicherheitsvorschriften eingehalten werden.

Sicherheitsvorschriften

1. Bei Reparaturarbeiten muss die Netzversorgung 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 oder betrachtet werden.
3. Achten Sie auf eine korrekte Schutzerdung des Geräts, den Schutz von Benutzern vor Versorgungsspannung und den Schutz des Motors vor Überlast unter Beachtung geltender Vorschriften und Bestimmungen.
4. Der Erdableitstrom des Frequenzumrichters übersteigt 3,5 mA.
5. Ein Überlastungsschutz des Motors ist nicht Teil der Werkseinstellung. Wenn diese Funktion erforderlich ist, stellen Sie *1-90 Thermischer Motorschutz* auf den Datenwert ETR Alarm 1 [4] oder den Datenwert ETR Warnung 1 [3] ein.
6. Die Stecker für die Motor- und Netzversorgung dürfen nicht entfernt werden, während 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 Frequenzumrichter hat außer den Spannungseingängen L1, L2 und L3 noch weitere Spannungseingänge, wenn DC-Zwischenkreis-kopplung bzw. externe 24 V DC-Versorgung installiert sind. Prüfen Sie, dass vor Beginn der Reparaturarbeiten alle Spannungsquellen 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 *Sicherer 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 *Sicherer Stopp* oder durch sichere Trennung des Motoranschlusses zu verhindern.
3. Ist der Motor abgeschaltet, jedoch weiterhin an die Netzversorgung angeschlossen, so kann er von selbst wieder anlaufen, wenn die Elektronik des Frequenzumrichters defekt ist, oder falls eine kurzfristige Überlastung oder ein Fehler in der Versorgungsspannung bzw. am Motoranschluss beseitigt wird. 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 des Frequenzumrichters nicht ausreichend. In diesem Fall muss der Frequenzumrichter vom Netz getrennt oder die Funktion *Sicherer Stopp* aktiviert werden.

HINWEIS

Befolgen Sie bei Verwendung der Funktion *Sicherer Stopp* immer die entsprechenden Anweisungen im Abschnitt *Sicherer Stopp* des VLT AutomationDrive Projektierungshandbuchs.

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 Ansteuerung der elektromagnetischen Bremse einer Hubvorrichtung, darf die Steuerung nicht ausschließlich über die Steuersignale erfolgen.

⚠️ WARNUNG

Hochspannung

Das Berühren spannungsführender Teile - auch nach der Trennung vom Netz - ist lebensgefährlich. 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. Anlagen, in denen Frequenzrichter installiert sind, müssen gemäß den gültigen Sicherheitsvorschriften (z. B. Bestimmungen für technische Anlagen, Unfallverhütungsvorschriften, etc.) mit zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen versehen werden. Mithilfe der Betriebssoftware dürfen Änderungen an den Frequenzrichtern vorgenommen werden.

HINWEIS

Gefährliche Situationen sind vom Maschinenbauer/Integrator zu identifizieren, der dann dafür verantwortlich ist, notwendige Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Zusätzliche Überwachungs- und Schutzvorrichtungen können vorgesehen werden. Dabei sind immer geltende Sicherheitsvorschriften zu beachten, z. B. Bestimmungen für technische Anlagen, Unfallverhütungsvorschriften, etc.

HINWEIS

Krane, Aufzüge und Hebezeuge:
Die Steuerung externer Bremsen muss immer als System mit integrierter Redundanz ausgebildet sein. Der Frequenzrichter darf unter keinen Umständen als primäre Sicherheitsschaltung dienen. Es sind relevante Normen einzuhalten, z. B. Hebezeuge und Krane: IEC 60204-32
Aufzüge: EN 81

Protection Mode

Wenn ein Hardwaregrenzwert des Motorstroms oder der DC-Zwischenkreisspannung überschritten wird, geht der Frequenzrichter in den „Protection mode“. „Protection mode“ bedeutet eine Änderung der PWM-Modulationsstrategie und eine niedrige Taktfrequenz, um Verluste auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Dies wird nach dem letzten Fehler 10 s fortgesetzt und erhöht die Zuverlässigkeit und die Robustheit des Frequenzrichters, während die vollständige Regelung des Motors wiederhergestellt wird. In Hub- und Vertikalförderanwendungen kann der „Protection mode“ nicht eingesetzt werden, da der Frequenzrichter diese Betriebsart in der Regel nicht wieder verlassen kann und daher die Zeit vor Aktivieren der Bremse verlängert wird. Letzteres ist nicht empfehlenswert. Der „Protection mode“ kann durch Einstellung von 14-26 WR-Fehler Abschaltverzögerung auf 0 deaktiviert werden. Dies bedeutet, dass der Frequenzrichter sofort

abschaltet, wenn einer der Hardwaregrenzwerte überschritten wird.

HINWEIS

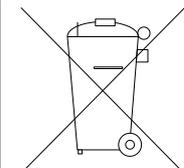
Es wird empfohlen, den „Protection Mode“ in Hubanwendungen zu deaktivieren (14-26 WR-Fehler Abschaltverzögerung = 0).

Die Zwischenkreiskondensatoren bleiben nach der Trennung vom Stromkreis geladen. Beachten Sie, dass in der DC-Verbindung auch dann Hochspannung vorhanden sein kann, wenn die LEDs der Steuerkarte erloschen sind. Eine rote LED an einer Platine im Frequenzrichter weist auf Spannungen im DC-Bus hin. Die rote LED leuchtet, bis die Spannung in der DC-Verbindung 50 V DC oder weniger beträgt. Zum Schutz vor elektrischem Schlag ist der Frequenzrichter vor allen Wartungsarbeiten vom Netz zu trennen. Stellen Sie bei Verwendung eines PM-Motors sicher, dass dieser getrennt ist. Vor der Durchführung von Wartungsarbeiten am Frequenzrichter müssen unbedingt die folgenden Wartezeiten eingehalten werden:

Spannung	Leistung	Wartezeit
380 - 500 V	0,25 - 7,5 kW	4 Minuten
	11 - 75 kW	15 Minuten
	90 - 200 kW	20 Minuten
	250 - 800 kW	40 Minuten
525 - 690 V	11-75 kW (Baugrößen B und C)	15 Minuten
	37 - 315 kW (Baugröße D)	20 Minuten
	355 - 1000 kW	30 Minuten

Tabelle 2.1

2.2.1 Entsorgungshinweise



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

Tabelle 2.2

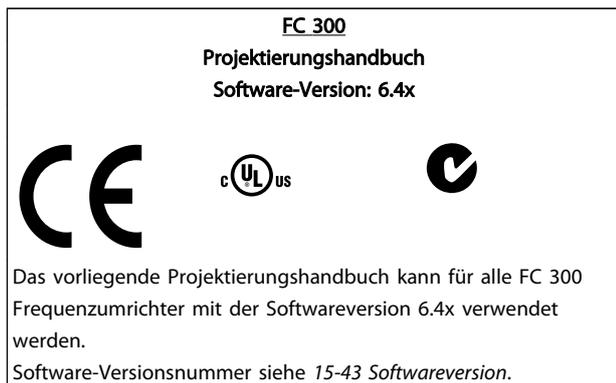


Tabelle 2.3

2.3.1 CE-Konformität und CE-Kennzeichnung

Die Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Frequenzumrichter fallen 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.

Was ist unter CE-Konformität und dem CE-Zeichen zu verstehen?

Sinn und Zweck des CE-Zeichens ist ein Abbau technischer 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 Produktes sagt das CE-Zeichen nichts aus. Frequenzumrichter fallen unter zwei EU-Richtlinien:

Die Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG)

Frequenzumrichter müssen seit 1. Januar 1997 die CE-Kennzeichnung in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie erfüllen. Die Richtlinie gilt für alle elektrischen Betriebsmittel, 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 (2004/108/EG)

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

Die EMV-Richtlinie trat am 1. Januar 1996 in Kraft. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung. Wie eine EMV-gerechte Installation auszuführen ist, wird in diesem Projektierungshandbuch im entsprechenden Abschnitt erklärt. Wir geben außerdem die Normen an, denen unsere diversen Produkte entsprechen. Wir bieten die in den technischen Daten 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 oder Systems oder einer größeren Anlage ist. Es ist zu beachten, dass die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage oder der Installation beim Installateur liegt.

2.3.2 Was unter die Richtlinien fällt

In dem in der EU geltenden "Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 2004/108/EG des Rates" werden für den Einsatz von Frequenzumrichtern drei theoretische Situationen genannt. Darin sind auch Anforderungen zu EMV und CE-Kennzeichnung enthalten.

1. Der Frequenzumrichter wird direkt im freien Handel an den Endkunden verkauft. Der Frequenzumrichter wird zum Beispiel in einem Heimwerkermarkt verkauft. Der Endkunde ist nicht sachkundig. Er installiert den Frequenzumrichter selbst, 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 dabei z. B. um eine Produktionsanlage oder um eine von Fachleuchten 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 den grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen. 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 die CE-Kennzeichnung tragen. Dies kann der Hersteller entweder durch den Einsatz CE-gekennzeichneter Bauteile gemäß EMV-Richtlinie oder durch Überprüfung der EMV-Eigenschaften des Systems gewährleisten. Entscheidet er sich dafür, nur CE-gekennzeichnete Bauteile einzusetzen, so braucht das Gesamtsystem nicht getestet zu werden.

2.3.3 Danfoss Frequenzumrichter und das CE-Zeichen

Das CE-Zeichen ist eine gute Sache, wenn es seinem eigentlichen Zweck entsprechend eingesetzt wird: der Vereinfachung des Handelsverkehrs innerhalb von EU und EFTA.

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

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

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

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

Das Projektierungshandbuch bietet detaillierte Anweisungen für eine EMV-gerechte 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.

2.3.4 Übereinstimmung mit der EMV-Richtlinie 2004/108/EG

Wie vorstehend erläutert wird der Frequenzumrichter meistens von Fachleuten als komplexes Bauteil eingesetzt, das Teil eines größeren Geräts, Systems bzw. einer Anlage ist. Es ist zu beachten, dass die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage oder der Installation beim Installateur liegt. Als Hilfe für den Installateur hat Danfoss EMV-Installationsrichtlinien für das Power-Drive-System erstellt. Die für Power-Drive-Systeme angegebenen Normen und Prüfniveaus werden unter der Voraussetzung eingehalten, dass die Hinweise

zur EMV-gerechten Installation befolgt wurden (siehe Abschnitt *EMV-Störfestigkeit*).

Der Frequenzumrichter wurde gemäß den Anforderungen der Normen IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 Pkt. 9.4.2.2 bei 50 °C konstruiert.

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

▲ VORSICHT

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

Schutzart gemäß IEC 60529

Die Funktion „Sicherer Stopp“ kann nur in Regel-Schalt-schranken mit Schutzgrad IP54 oder höher (bzw. entsprechender Umgebung) installiert und verwendet werden. Dies ist zur Vermeidung von Mehrfacherschlüssen und Kurzschlüssen zwischen Klemmen, Steckern, Spulen und sicherheitsbezogenen Schaltkreisen durch fremde Gegenstände erforderlich.

Flüssigkeiten können sich schwebend in der Luft befinden und im Frequenzumrichter kondensieren. Dadurch können Bauteile und Metallteile korrodieren. Dampf, Öl und Salzwasser können ebenfalls zur Korrosion von Bauteilen und Metallteilen führen. Für solche Umgebungen empfehlen sich Geräte gemäß Schutzart IP54/55. Als zusätzlicher Schutz kann ebenfalls eine Beschichtung der Platinen als Option bestellt werden.

Schwebende Partikel, wie z. B. Staub, können zu mechanisch, elektrisch oder thermisch bedingten Ausfällen des Frequenzumrichters führen. Eine Staubschicht auf dem Ventilator des Frequenzumrichters 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 Frequenzumrichters auswirken.

Derartige Prozesse ziehen die elektronischen Bauteile sehr schnell in Mitleidenschaft. In solchen Umgebungen

empfiehlt es sich, die Geräte in einen extern belüfteten Schrank einzubauen, sodass die aggressiven Gase vom Frequenzumrichter ferngehalten werden.

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

HINWEIS

Die Aufstellung eines Frequenzumrichters in aggressiven Umgebungsbedingungen 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 Installationen. Ein Anzeichen für aggressive Schwebegase sind Schwarzverfärbungen von Kupferstäben und Kabelenden in vorhandenen Installationen.

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

Der Frequenzumrichter wurde Prüfverfahren gemäß den folgenden Normen unterzogen:

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

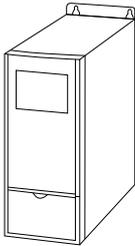
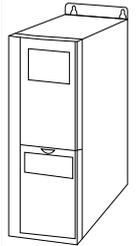
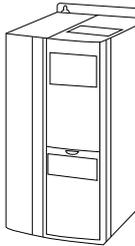
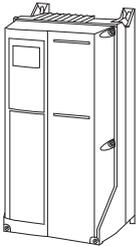
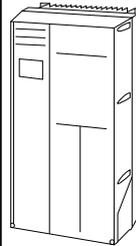
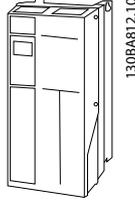
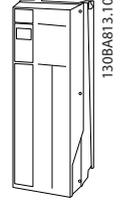
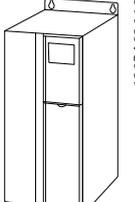
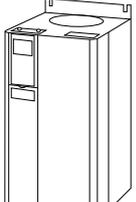
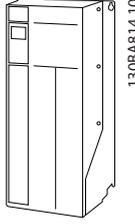
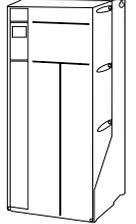
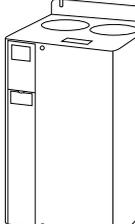
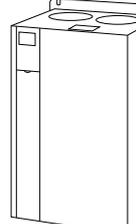
- IEC/EN 60068-2-6: Schwingen (sinusförmig) - 1970
- IEC/EN 60068-2-64: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt)

Die Baugrößen D und E verfügen über einen optionalen Edelstahlkanal auf der Rückseite für zusätzlichen Schutz in aggressiven Umgebungsbedingungen. Richtige Entlüftung ist dennoch für die Innenteile des Frequenzumrichters erforderlich. Wenden Sie sich für weitere Informationen an das Werk.

3 Einführung zum FC 300

3.1 Produktübersicht

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

Baugröße		A1*	A2*	A3*	A4	A5
		 130BA870.10	 130BA809.10	 130BA810.10	 130BA458.10	 130BA811.10
Schutzart	IP	20/21	20/21	20/21	55/66	55/66
	NEMA	Gehäuse/Typ 1	Gehäuse/Typ 1	Gehäuse/Typ 1	Typ 12	Typ 12
Hohe Überlast Nennleistung - Überlastmoment 160 %		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 kW (200–240 V) 0,37-4,0 kW (380-480/500 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)
Baugröße		B1	B2	B3	B4	
		 130BA812.10	 130BA813.10	 130BA826.10	 130BA827.10	
Schutzart	IP	21/55/66	21/55/66	20	20	
	NEMA	Typ 1/Typ 12	Typ 1/Typ 12	Chassis	Chassis	
Hohe Überlast Nennleistung - Überlastmoment 160 %		5,5-7,5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/500 V) 11-15 kW (525-600 V)	11 kW (200-250 V) 18,5-22 kW (380-480/500 V) 18,5-22 kW (525-600 V) 11-22 kW (525-690 V)	5,5-7,5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/500 V) 11-15 kW (525-600 V)	11-15 kW (200-240 V) 18,5-30 kW (380-480/500 V) 18,5-30 kW (525-600 V)	
Baugröße		C1	C2	C3	C4	
		 130BA814.10	 130BA815.10	 130BA828.10	 130BA829.10	
Schutzart	IP	21/55/66	21/55/66	20	20	
	NEMA	Typ 1/Typ 12	Typ 1/Typ 12	Chassis	Chassis	
Hohe Überlast Nennleistung - Überlastmoment 160 %		15-22 kW (200-240 V) 30-45 kW (380-480/500 V) 30-45 kW (525-600 V)	30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/500 V) 55-90 kW (525-600 V) 30-75 kW (525-690 V)	18,5-22 kW (200-240 V) 37-45 kW (380-480/500 V) 37-45 kW (525-600 V)	30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/500 V) 55-90 kW (525-600 V)	

* A1, A2 und A3 sind Buchformat-Gehäuse. Alle anderen Bauformen sind kompakte Gehäuse.

Tabelle 3.1

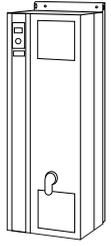
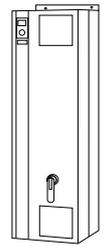
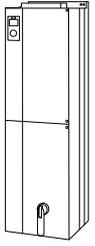
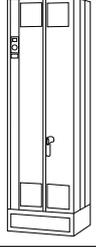
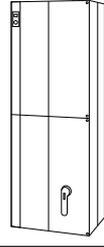
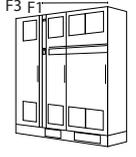
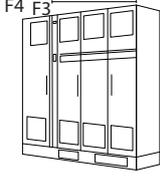
Baugröße		D1  130BA816.10	D2  130BA817.10	D3 	D4  130BA820.10
Schutzart	IP	21/54	21/54	00	00
	NEMA	Typ 1/Typ 12	Typ 1/Typ 12	Chassis	Chassis
Hohe Überlast Nennleistung - Überlastmoment 160 %		90-110 kW bei 400 V (380-/ 500 V) 37-132 kW bei 690 V (525-690 V)	132-200 kW bei 400 V (380-/ 500 V) 160-315 kW bei 690 V (525-690 V)	90-110 kW bei 400 V (380-/500 V) 37-132 kW bei 690 V (525-690 V)	132-200 kW bei 400 V (380-/ 500 V) 160-315 kW bei 690 V (525-690 V)
	Baugröße	E1  130BA818.10	E2  130BA821.10	F1/F3  130BA959.10	F2/ F4  130BB092.10
Schutzart	IP	21/54	00	21/54	21/54
	NEMA	Typ 1/Typ 12	Chassis	Typ 1/Typ 12	Typ 1/Typ 12
Hohe Überlast Nennleistung - Überlastmoment 160 %		250-400 kW bei 400 V (380-/500 V) 355-560 kW bei 690 V (525-690 V)	250-400 kW bei 400 V (380-/500 V) 355-560 kW bei 690 V (525-690 V)	450 - 630 kW bei 400 V (380 - /500 V) 630 - 800 kW bei 690 V (525-690 V)	710 - 800 kW bei 400 V (380 - / 500 V) 900 - 1000 kW bei 690 V (525-690 V)

Tabelle 3.2

HINWEIS

Die F-Rahmen sind mit und ohne Optionsschrank erhältlich. F1 und F2 bestehen aus einem Wechselrichterschrank rechts und einem Gleichrichterschrank links. F3 und F4 verfügen über einen zusätzlichen Optionsschrank links neben dem Gleichrichterschrank. Der F3 entspricht dem F1 mit zusätzlichem Optionsschrank. Der F4 entspricht dem F2 mit zusätzlichem Optionsschrank.

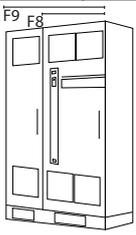
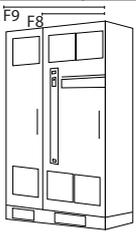
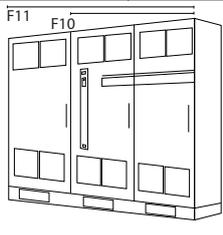
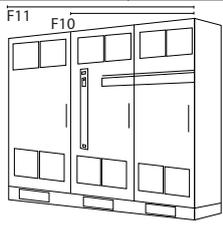
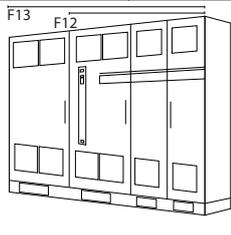
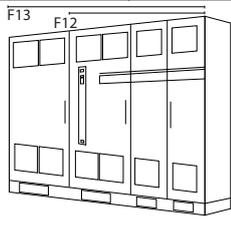
12-Puls-Einheiten						
Baugröße	F8	F9	F10	F11	F12	F13
IP	21, 54	21, 54	21, 54	21, 54	21, 54	21, 54
NEMA	Typ 1/Type 12	Typ 1/Type 12				
	 130BB690.10	 130BB690.10	 130BB691.10	 130BB691.10	 130BB692.10	 130BB692.10
Hohe Überlast - Überlastmoment 160 %	250-400 kW (380-500 V) 355-560 kW (525-690 V)	250-400 kW (380-500 V) 355-56 kW (525-690 V)	450-630 kW (380-500 V) 630-800 kW (525-690 V)	450-630 kW (380-500 V) 630-800 kW (525-690 V)	710-800 kW (380-500 V) 900-1200 kW (525-690 V)	710-800 kW (380-500 V) 900-1200 kW (525-690 V)

Tabelle 3.3

HINWEIS

Die F-Rahmen sind mit und ohne Optionsschrank erhältlich. Die F-Rahmen F8, F10 und F12 haben rechts einen Wechselrichterschrank und links einen Gleichrichterschrank. Die Baugrößen F9, F11 und F13 haben einen zusätzlichen Optionsschrank links vom Gleichrichterschrank. Die Baugröße F9 ist ein F8 mit zusätzlichem Optionsschrank. Die Baugröße F11 ist ein F10 mit zusätzlichem Optionsschrank. Die Baugröße F13 ist ein F12 mit zusätzlichem Optionsschrank.

3.2.1 Regelungsverfahren

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

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-Regler

Mit dem Frequenzumrichter können Drehzahl oder Drehmoment der Motorwelle geregelt werden. Mit der Einstellung 1-00 *Regelverfahren* wird der Regeltyp festgelegt.

Drehzahlregelung:

Es gibt zwei Arten der Drehzahlregelung:

- Drehzahlregelung ohne Rückführung, wobei keine Istwertrückführung vom Motor erforderlich ist (ohne Geber).
- Bei der PID-Drehzahlregelung mit Rückführung ist die Rückführung eines Drehzahlwertes zu einem Eingang erforderlich. Eine optimierte Drehzahlregelung mit Rückführung bietet eine höhere Genauigkeit als eine Drehzahlregelung ohne Rückführung.

Wählt aus, welcher Eingang als PID-Drehzahlwert in 7-00 *Drehgeberrückführung* verwendet wird.

Drehmomentregelung (nur FC 302):

Die Funktion zur Drehmomentregelung wird in Anwendungen verwendet, bei denen der Drehmoment an der Motorwelle die Anwendung per Spannungsregelung regelt. Die Drehmomentregelung kann in Par. 1-00 unter VVC+ ohne Rückführung [4] oder unter Flux-Regelung mit Rückführung der Motordrehzahl [2] ausgewählt werden. Die Einstellung des Drehmoments wird durch Festlegung eines analogen, digitalen oder busgesteuerten Sollwerts vorgenommen. Die variable Drehzahlgrenze wird in Par. 4-21 festgelegt. Es wird empfohlen, bei Durchführung der Drehmomentregelung einen kompletten AMA-Vorgang auszuführen, da korrekte Motordaten für eine optimale Leistung ausschlaggebend sind.

- Eine Regelung mit Rückführung im Flux-Modus mit Geberrückführung bietet ein überragendes

Verhalten in allen vier Quadranten und bei allen Motordrehzahlen.

- Regelung ohne Rückführung im VVC+-Modus. Die Funktion wird in robusten mechanischen Anwendungen verwendet, jedoch ist die Genauigkeit eingeschränkt. Die Drehmomentregelung ohne Rückführung funktioniert grundsätzlich nur in eine Drehzahlrichtung. Das Drehmoment wird auf Basis der aktuellen Innenmessung im Frequenzumrichter berechnet. Siehe Anwendungsbeispiel Drehmomentregelung ohne Rückführung

Drehzahl-/Drehmoment-Sollwert:

Bei dem Sollwert für diese Regler kann es sich um einen einzelnen Wert oder um die Summe mehrerer Werte einschließlich relativ skalierten Sollwerte handeln. Der Umgang mit diesen Sollwerten wird später in diesem Abschnitt beschrieben.

3.2.3 FC 301 vs. FC 302 Regelungsverfahren

Der FC 301 ist ein Frequenzumrichter für allgemeine Zwecke bei Anwendungen mit variabler Drehzahl. Das Steuerverfahren basiert auf Voltage Vector Control (VVC^{plus}).

Der FC 301 kann nur die Steuerung von Asynchronmotoren übernehmen.

Das Strommessprinzip im FC 301 wird mit einer Strommessung im DC-Zwischenkreis oder in der Motorphase realisiert. Der Erdschlussschutz auf Motorseite wird durch eine Schutzbeschriftung 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.

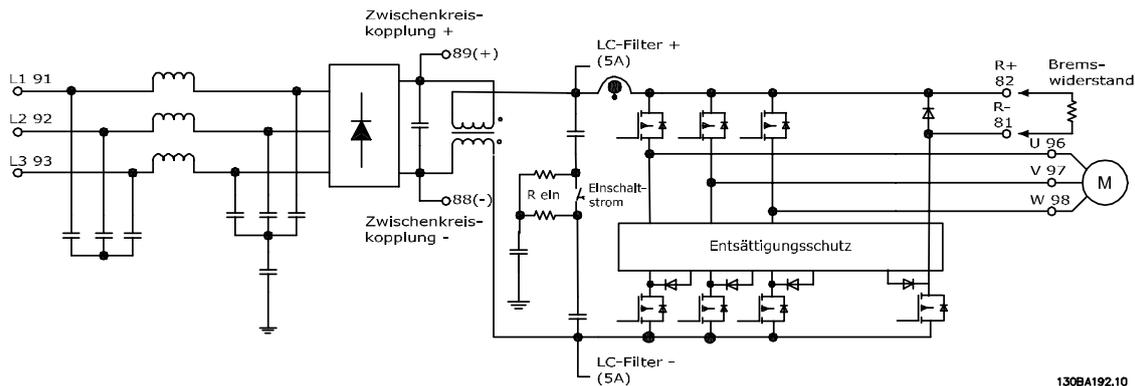


Abbildung 3.1 FC 301

Der FC 302 ist ein Hochleistungs-Frequenzumrichter für anspruchsvolle Anwendungen. Der Frequenzumrichter kann mit verschiedenen Motorsteuerungsarten wie z. B. dem U/f-Sondermotor-Modus, VVC^{plus} oder Flux-Vektor-Motorsteuerung arbeiten.

Der FC 302 ist zudem in der Lage, Permanentmagnet-Synchronmotoren (bürstenlose Servomotoren) sowie normale Käfigläufer-Asynchronmotoren zu steuern.

Das Kurzschlussverhalten beim FC 302 hängt von den 3 Stromwandlern in den Motorphasen und dem Entsättigungsschutz mit Istwert von der Bremse ab.

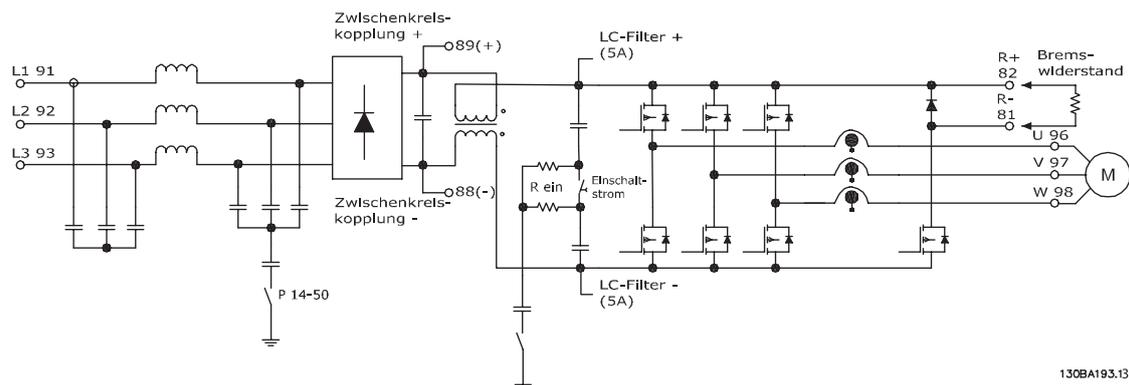
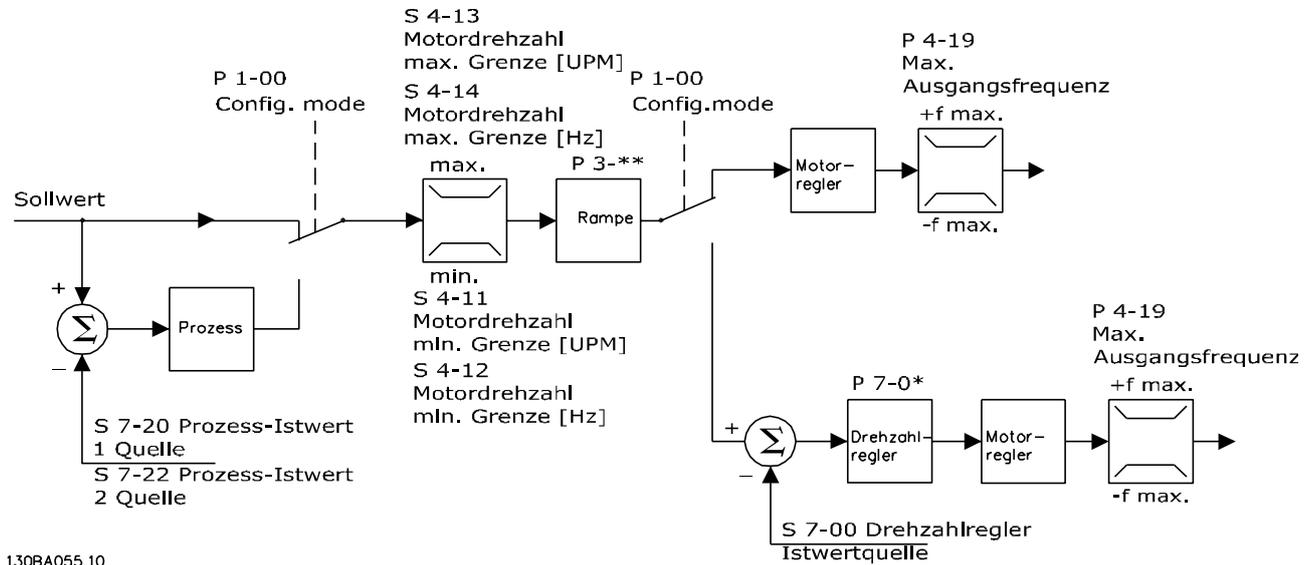


Abbildung 3.2 FC 302

3.2.4 Regelungsstruktur in VVC^{plus} Advanced Vector Control

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



130BA055.10

Abbildung 3.3

In der in *Abbildung 3.3* gezeigten Konfiguration ist *1-01 Steuerprinzip* auf „VVC^{plus} [1]“ und *1-00 Regelverfahren* auf „Drehzahlregelung ohne Rückführung [0]“ eingestellt. Der Sollwert, der sich aus dem Sollwertsystem ergibt, wird durch die Rampen- und Drehzahlgrenze empfangen und versorgt, bevor er an die Motorsteuerung gesendet wird. Der Ausgang der Motorsteuerung wird dann durch die maximale Frequenzgrenze beschränkt.

Wenn *1-00 Regelverfahren* auf „Drehzahlregelung mit Rückführung [1]“ eingestellt ist, wird der resultierende Sollwert durch die Rampen- und Drehzahlgrenze zu einem PID-Drehzahlregler übertragen. Die Parameter des PID-Drehzahlreglers befinden sich in der Parametergruppe 7-0*. Der resultierende Sollwert vom PID-Drehzahlregler wird an die Motorsteuerung gesendet, die durch die Frequenzgrenze begrenzt ist.

Wählen Sie "PID-Prozess [3]" in *1-00 Regelverfahren* aus, um den PID-Prozessregler zur Regelung mit Rückführung, z. B. von Drehzahl oder Druck in der geregelten Anwendung, zu verwenden. Die PID-Prozessparameter befinden sich in den Parametergruppen 7-2* und 7-3*.

3

3.2.5 Regelungsstruktur in Flux ohne Geber (nur FC 302)

Regelungsstruktur in Konfigurationen mit Fluxvektor ohne Geber mit und ohne Rückführung.

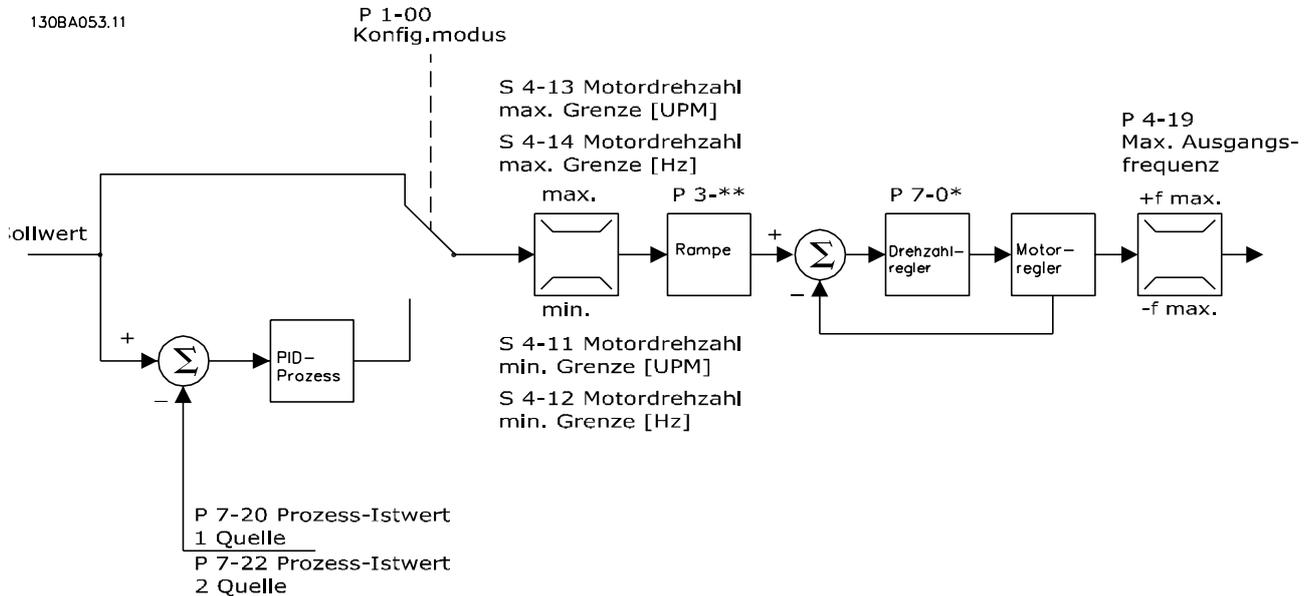


Abbildung 3.4

In der abgebildeten Konfiguration ist *1-01 Steuerprinzip* auf "Fluxvektor ohne Geber [2]" und *1-00 Regelverfahren* auf "Ohne Rückführung [0]" eingestellt. Der Sollwert, der sich aus dem Sollwertsystem ergibt, wird durch die Rampen- und Drehzahl-grenze versorgt, wie durch die Parametereinstellungen angezeigt.

Eine geschätzte Drehzahlrückführung wird gemäß der Drehzahl-PID zur Steuerung der Ausgangsfrequenz generiert. Die Drehzahl-PID muss anhand der Parameter P, I und D eingestellt werden (Parametergruppe 7-0*).

Wählen Sie "PID-Prozess [3]" in *1-00 Regelverfahren* aus, um den PID-Prozessregler für eine Regelung mit Rückführung in der geregelten Anwendung zu verwenden, z. B. von Drehzahl oder Druck. Die PID-Prozessparameter finden Sie in den Parametergruppen 7-2* und 7-3*.

3.2.6 Regelungsstruktur in Flux mit Motor-Istwert

Regelungsstruktur in der Konfiguration Flux mit Motor-Istwert (nur verfügbar in FC 302):

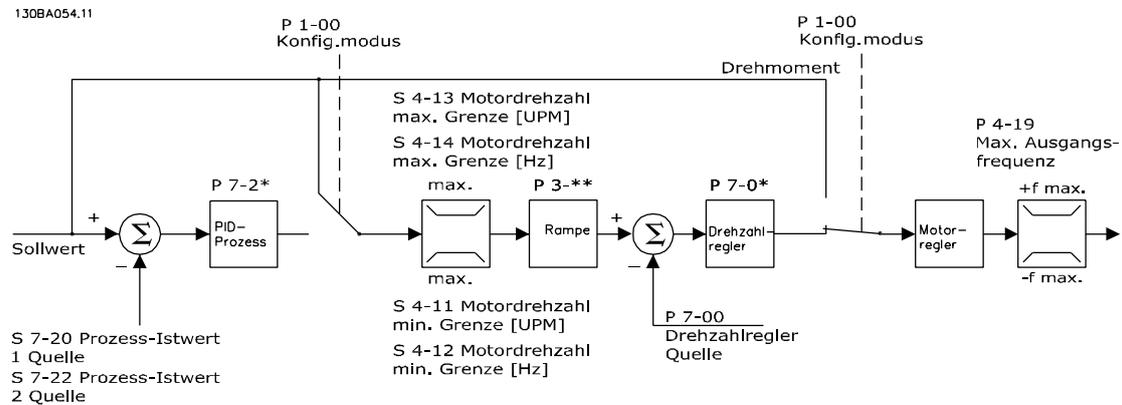


Abbildung 3.5

In der gezeigten Konfiguration ist *1-01 Steuerprinzip* auf "Fluxvektor mit Geber [3]" und *1-00 Regelverfahren* auf "Drehzahl mit Rückf. [1]" eingestellt.

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

Wählen Sie "Drehzahl mit Rückf. [1]" in *1-00 Regelverfahren*, um den resultierenden Sollwert als Eingang für den PID-Drehzahlregler zu verwenden. Die Parameter für den PID-Drehzahlregler befinden sich in Parametergruppe 7-0*.

Wählen Sie "Drehmomentregler [2]" in *1-00 Regelverfahren*, um den resultierenden Sollwert direkt als Drehmomentsollwert zu benutzen. Drehmomentregelung ist nur in der Konfiguration *Fluxvektor mit Motor-Istwert (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 *1-00 Regelverfahren*, um den PID-Prozessregler zur Regelung mit Rückführung zu verwenden, z. B. der Drehzahl oder einer Prozessvariablen in der geregelten Anwendung.

3

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 4-16 *Momentengrenze motorisch*, 4-17 *Momentengrenze generatorisch* und 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 Handsteuerung (Hand On / Hand ein) und Fernsteuerung (Auto On / Auto ein)

Der Frequenzumrichter kann manuell über das LCP-Bedienteil (LCP) oder aus der Ferne über Analog-/Digitaleingänge oder serielle Schnittstellen betrieben werden. Sofern in 0-40 [Hand On]-LCP Taste, 0-41 [Off]-LCP Taste, 0-42 [Auto On]-LCP Taste und 0-43 [Reset]-LCP Taste zulässig, kann der Frequenzumrichter über das LCP mit den Tasten [Hand ON] (Hand ein) und [Off] (Aus) gestartet und gestoppt werden. Alarmer können mithilfe der [RESET]-Taste quitiert werden. Nach dem Drücken der Taste [Hand ON] (Hand ein) wechselt der Frequenzumrichter in den Hand-Betrieb und folgt (standardmäßig) dem Ortsollwert, der mithilfe der LCP-Pfeiltasten eingestellt wurde.

Nach dem Drücken der Taste [Auto On] (Auto ein) wechselt der Frequenzumrichter in den Auto-Betrieb und folgt (standardmäßig) dem Fernsollwert. In diesem Modus kann der Frequenzumrichter über die Digitaleingänge und verschiedene serielle Schnittstellen (RS-485, USB oder einen optionalen Feldbus) gesteuert werden. Weitere Informationen zum Starten, Stoppen und Ändern von Rampen, Parametereinstellungen usw. in Parametergruppe 5-1* (Digitaleingänge) oder Parametergruppe 8-5* (serielle Kommunikation).

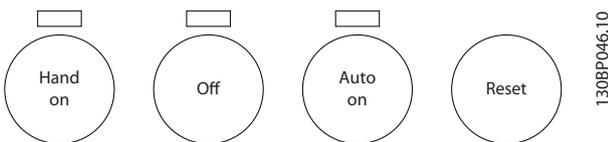


Abbildung 3.6

Aktiver Sollwert und Regelverfahren

Bei dem aktiven Sollwert kann es sich um den Ortsollwert oder den Fernsollwert handeln.

In 3-13 *Sollwertvorgabe* kann der Ortsollwert durch Auswahl von *Hand* [2] dauerhaft festgelegt werden. Wählen Sie zur dauerhaften Festlegung des Fernsollwerts *Fern* [1] aus. Durch Auswahl von *Umschalt. Hand/Auto* [0] (Werkseinstellung) hängt die Sollwertquelle von der aktiven Betriebsart ab (Hand- oder Auto-Betrieb).

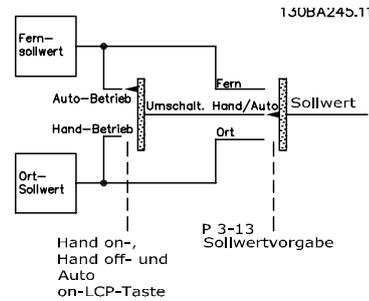


Abbildung 3.7

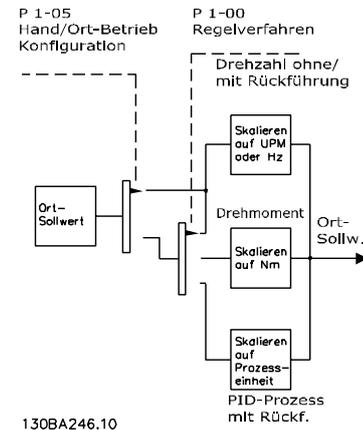


Abbildung 3.8

Tasten Hand OnAutoLCP	3-13 Sollwertvorgabe	Aktiver Sollwert
Hand	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Hand -> Aus	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Auto	Umschalt. Hand/Auto	Remote
Auto -> Aus	Umschalt. Hand/Auto	Remote
Alle Tasten	Ort	Ort
Alle Tasten	Remote	Remote

Tabelle 3.4 Bedingungen für die Aktivierung von Ort-/Fernsollwert.

1-00 *Regelverfahren* definiert, welches Regelverfahren (d. h. Drehzahl, Drehmoment oder Prozessregelung) bei aktivem Fernsollwert angewendet werden soll. 1-05 *Hand/Ort-Betrieb Konfiguration* definiert, welches Regelverfahren bei aktivem Ortsollwert angewendet werden soll. Einer der beiden ist immer aktiv, aber es können nicht beide gleichzeitig aktiv sein.

3.3 Sollwertverarbeitung

Ortsollwert

Der Ortsollwert ist aktiv, wenn der Frequenzrichter mit der „Hand On“-Taste betrieben wird. Stellen Sie den Sollwert mithilfe der Pfeiltasten nach oben/nach unten bzw. links/rechts ein.

Fernsollwert

In *Abbildung 3.9* ist das System zur Berechnung des Fernsollwerts dargestellt.

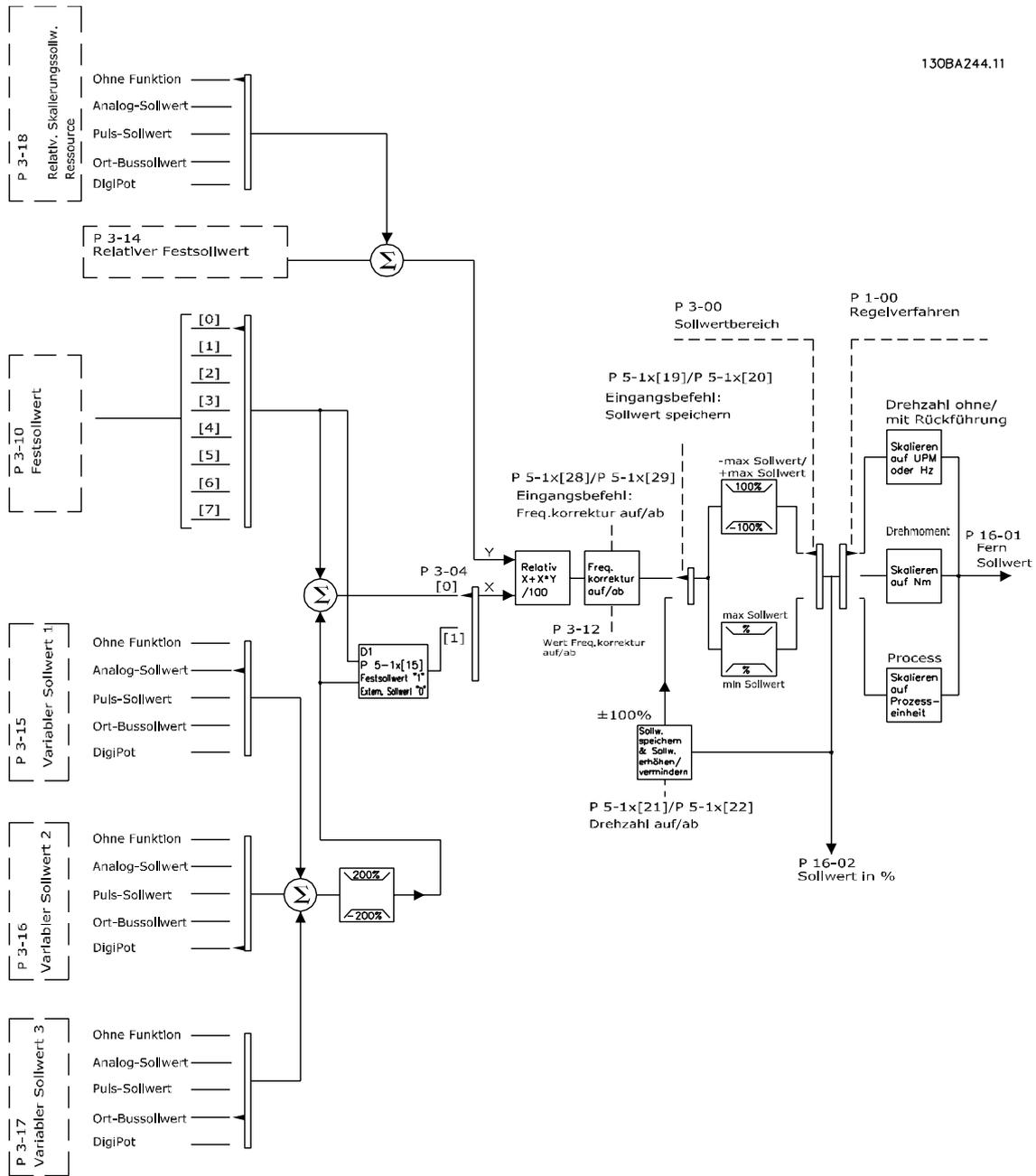


Abbildung 3.9 Fernsollwert

3

Der Fernsollwert wird einmal pro Abtastintervall berechnet und besteht zunächst aus zwei Arten von Sollwerteingaben:

1. X (externer Sollwert): Eine Summe (siehe 3-04 Sollwertfunktion) von bis zu vier extern ausgewählten Sollwerten, bestehend aus einer beliebigen Kombination (bestimmt durch die Einstellung von 3-15 Variabler Sollwert 1, 3-16 Variabler Sollwert 2 und 3-17 Variabler Sollwert 3) eines Festsollwerts (3-10 Festsollwert), variabler Analoogsollwerte, variabler Digital-sollwerte und verschiedener serieller Bussollwerte in einer beliebigen Einheit, in der der Frequenzumrichter geregelt wird ([Hz], [UPM], [Nm] usw.).
2. Y (der relative Sollwert): Eine Summe eines relativen Festsollwerts (3-14 Relativer Festsollwert) und eines variablen Analoogsollwerts (3-18 Relativ. Skalierungssollw. Ressource) in [%].

Die beiden Arten von Sollwerteingaben werden in folgender Formel kombiniert: Fernsollwert = $X + X * Y / 100 \%$. Wenn der relative Sollwert nicht verwendet wird, muss Par. 3-18 auf *Deaktiviert* und Par. 3-14 auf *0.00 %* eingestellt werden. Die Funktionen *Freq.korr. Auf / Ab* sowie *Sollw. speich.* können beide durch Digitaleingänge am Frequenzumrichter aktiviert werden. Die Funktionen und Parameter werden im Programmierungshandbuch, MG33MXYY erläutert.

Die Skalierung von Analoogsollwerten wird in den Parametergruppen 6-1* und 6-2* beschrieben und die Skalierung digitaler Puls-Sollwerte in Parametergruppe 5-5*. Sollwertgrenzen und -bereiche werden in Parametergruppe 3-0* eingestellt.

3.3.1 Sollwertgrenzen

3-00 Sollwertbereich, 3-02 Minimaler Sollwert und 3-03 Max. Sollwert definieren zusammen den zulässigen Bereich der Summe aller Sollwerte. Die Summe aller Sollwerte wird bei Bedarf geklammert. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (nach der Klammerung) und der Summe aller Sollwerte wird nachfolgend gezeigt.

P 3-00 Sollwertbereich = [0] Min-Max

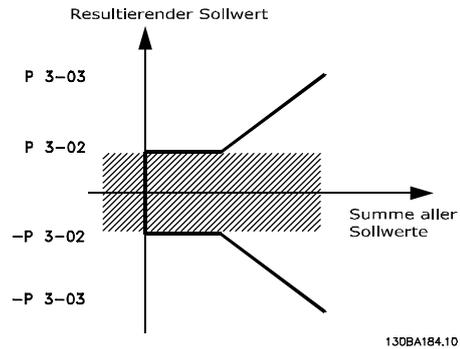


Abbildung 3.10

P 3-00 Sollwertbereich = [1] -Max-Max

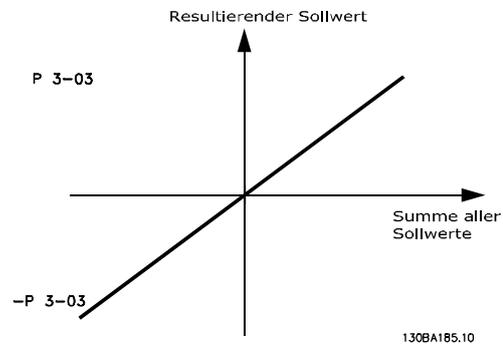


Abbildung 3.11

Der Wert von 3-02 Minimaler Sollwert kann nicht unter 0 eingestellt werden, sofern 1-00 Regelverfahren nicht auf [3] PID-Prozess eingestellt ist. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (nach der Klammerung) und der Summe aller Sollwerte wird in Abbildung 3.12 gezeigt.

P 3-00 Sollwertbereich = [0] Min-Max

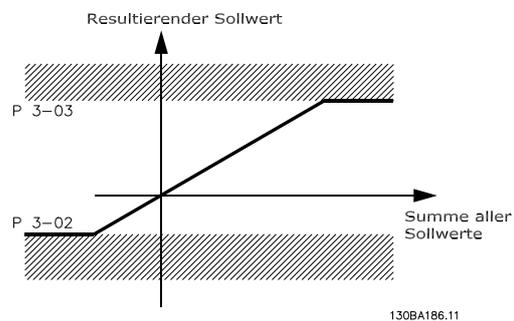


Abbildung 3.12 Summe aller Sollwerte

3.3.2 Skalieren von Festsollwerten und Bussollwerten

Festsollwerte werden gemäß den folgenden Regeln skaliert:

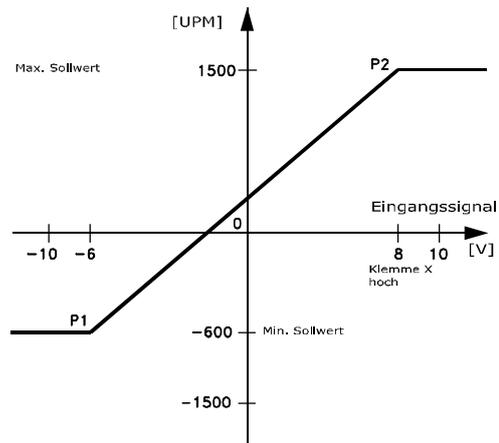
- Wenn 3-00 Sollwertbereich : [0] Min. bis Max. ist, entspricht ein Sollwert von 0 % dem Wert 0 [Einheit], wobei eine beliebige Einheit (UPM, m/s, bar usw.) zulässig ist, und ein Sollwert von 100 % entspricht dem Maximum ((3-03 Max. Sollwert), (3-02 Minimaler Sollwert)).
- Wenn 3-00 Sollwertbereich : [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 3-00 Sollwertbereich: auf [0] Min. bis Max. eingestellt ist, gilt für eine maximale Auflösung des Bussollwerts folgende Busskalierung: der Sollwert 0 % entspricht dem min. Sollwert und der Sollwert 100 % entspricht dem max. Sollwert.
- Wenn 3-00 Sollwertbereich: [1] -Max. bis +Max., entspricht der Sollwert -100 % dem Sollwert -Max. und der Sollwert 100 % entspricht dem Sollwert Max.

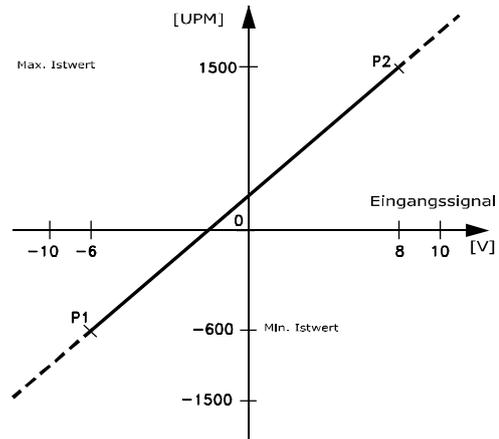
3.3.3 Skalieren von Soll- und Istwerten (analog und Puls)

Soll- und Istwerte werden auf gleiche Weise von Analog- und Pulseingängen skaliert. Einziger Unterschied ist, dass Sollwerte, die über oder unter den angegebenen "Endpunkten" liegen (P1 und P2 in *Abbildung 3.13*), geklammert werden, während dies bei Istwerten nicht der Fall ist.



130BA181.10

Abbildung 3.13 Skalieren von Soll- und Istwerten (analog und Puls)



130BA182.10

Abbildung 3.14

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

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

Tabelle 3.5

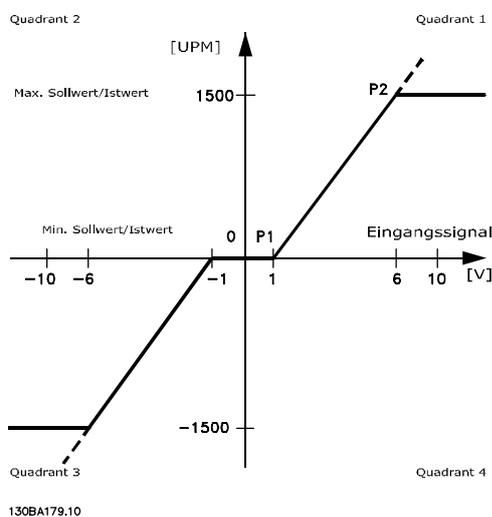
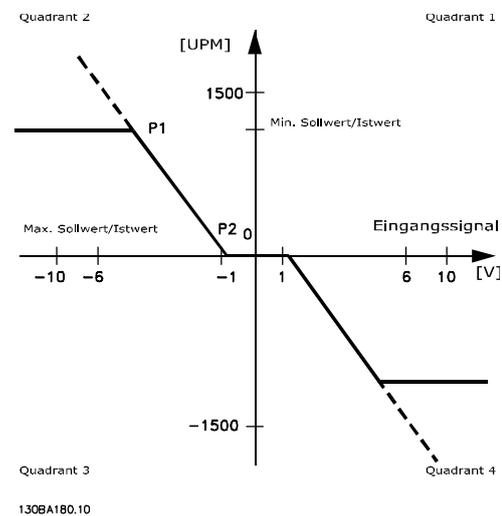
3.3.4 Totzone um Null

In einigen Fällen sollte der Sollwert (gelegentlich auch der Istwert) eine Totzone um Null haben. Dies stellt sicher, dass die Maschine gestoppt wird, wenn der Sollwert "nahe Null" liegt.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Totzone zu aktivieren und deren Umfang zu definieren:

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

Die Größe der Totzone wird von P1 oder P2 wie in *Abbildung 3.15* definiert.


 130BA179.10
Abbildung 3.15

 130BA180.10
Abbildung 3.16

Somit ergibt sich bei einem Sollwertendpunkt von P1 = (0 V, 0 UPM) keine Totzone. Ein Sollwertendpunkt von beispielsweise P1 = (1 V, 0 UPM) führt in diesem Fall zu einer Totzone von -1 V bis +1 V, sofern Endpunkt P2 in Quadrant 1 oder Quadrant 4 gelegt wird.

Fall 1: Positiver Sollwert mit Totzone, Digitaleingang zum Auslösen der Reversierung

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

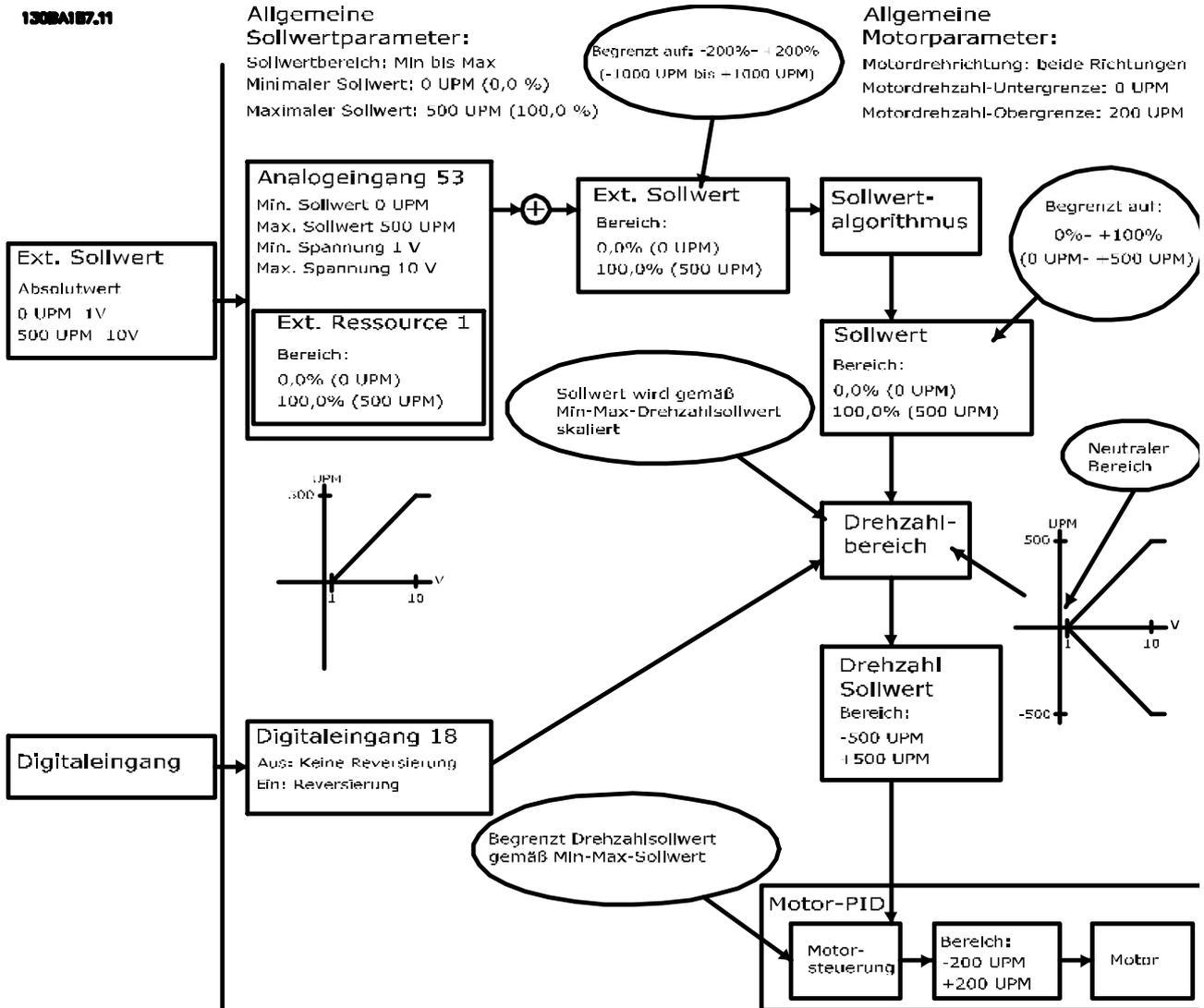


Abbildung 3.17

Fall 2: Positiver Sollwert mit Totzone, Digitaleingang zum Auslösen der Reversierung. Klammernregeln.

Dieser Fall zeigt, wie der Sollwerteingang mit Werten, die außerhalb der Grenzen für -Max und +Max- liegen, Klammern auf die Unter- und Obergrenzen der Eingänge begrenzt, bevor der externe Sollwert hinzu kommt. Außerdem sehen Sie, wie der externe Sollwert durch den Sollwertalgorithmus an -Max bis +Max geklammert wird.

3

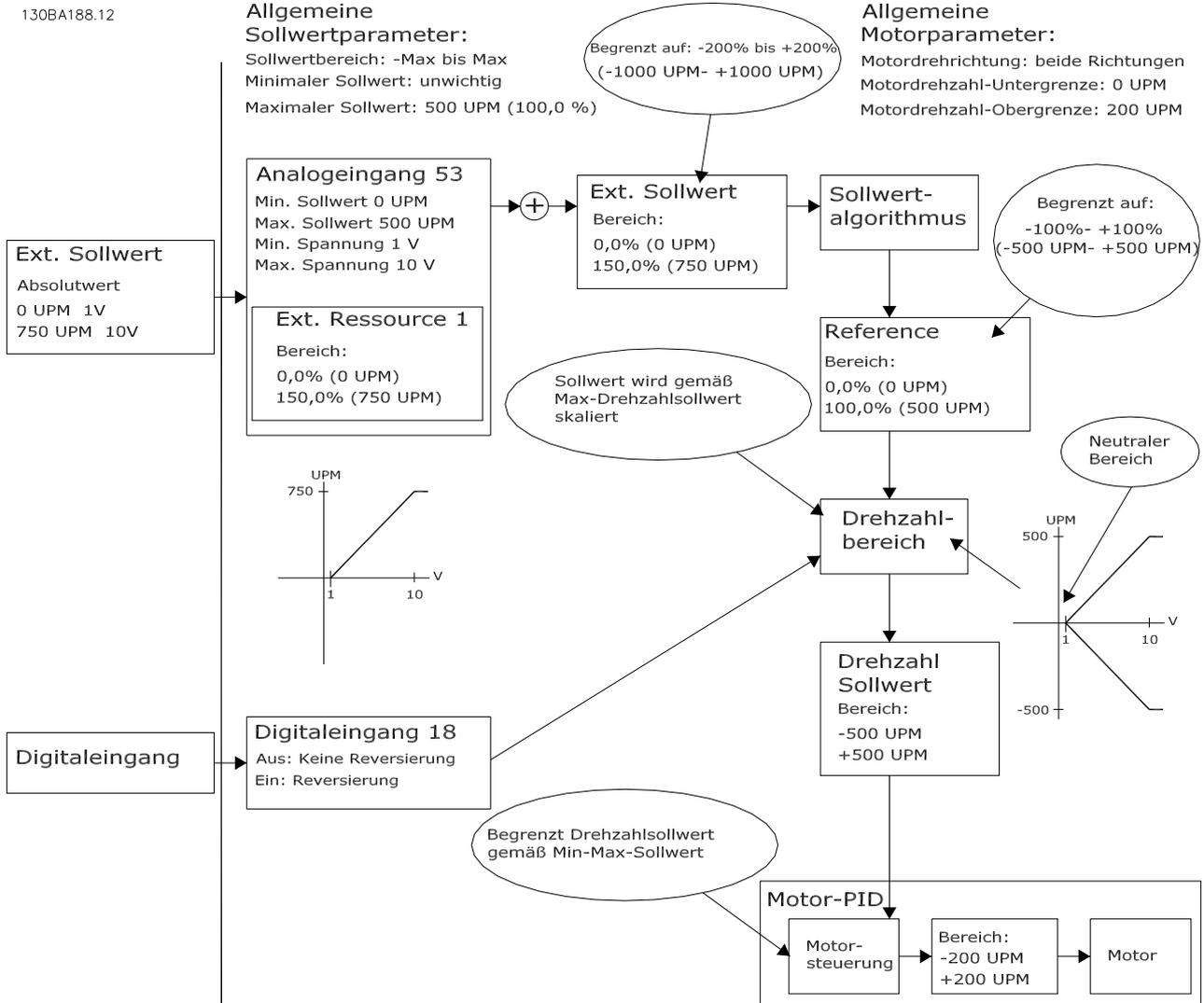


Abbildung 3.18

Fall 3: Negativer zu positiver Sollwert mit Totzone. Das Zeichen gibt die Richtung an, -Max bis +Max

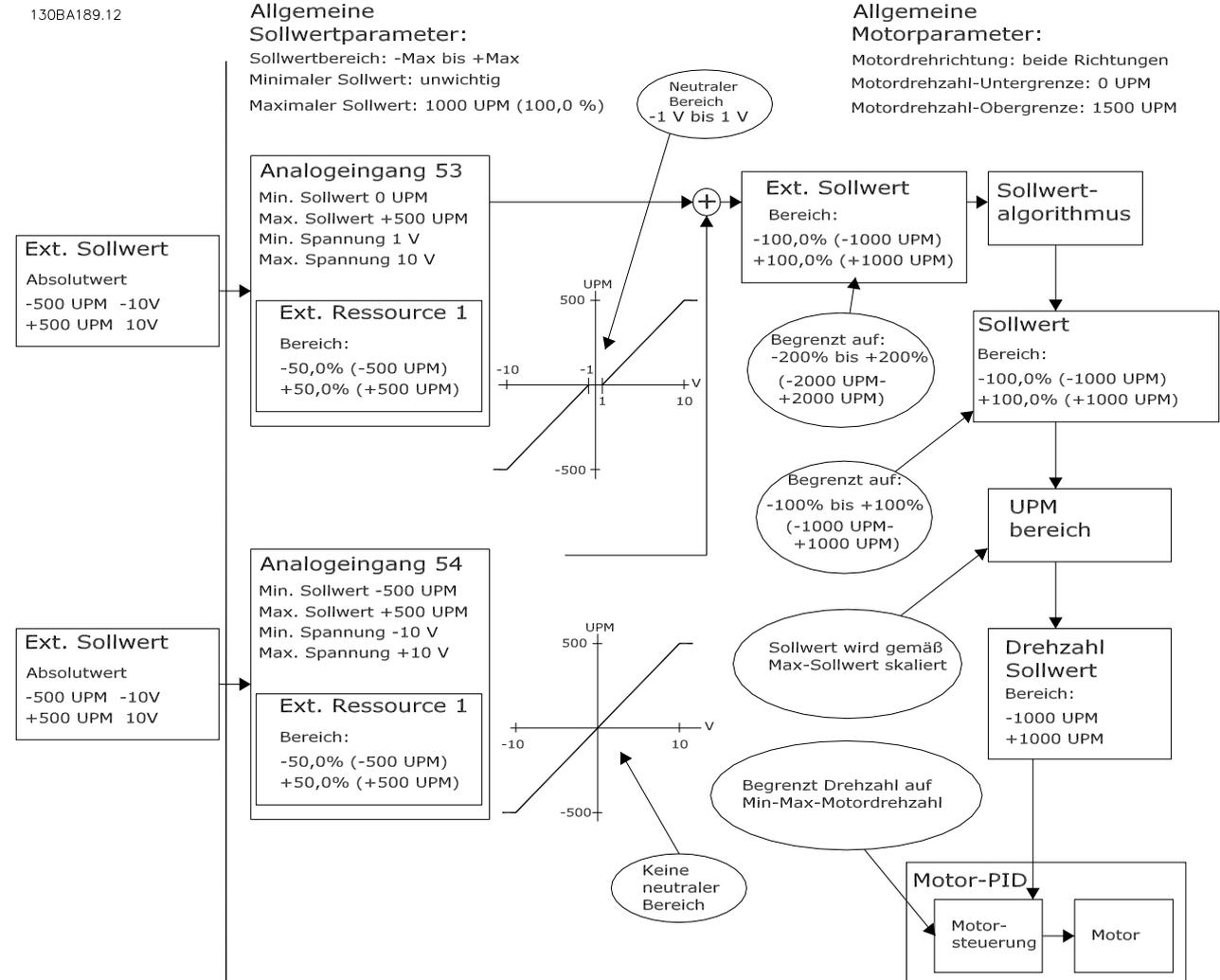


Abbildung 3.19

3.4 PID-Regler

3.4.1 PID-Drehzahlregler

3

1-00 Regelverfahren	1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC ^{plus}	Fluxvektor ohne Geber	Fluxvektor mit Geber
[0] Drehzahlsteuerung	Nicht aktiv	Nicht aktiv	AKTIV	n.v.
[1] Regelung mit Rückführung	n.v.	AKTIV	n.v.	AKTIV
[2] Drehmoment	n.v.	n.v.	n.v.	Nicht aktiv
[3] Prozess		Nicht aktiv	AKTIV	AKTIV

Tabelle 3.6 Regelkonfigurationen bei aktiver Drehzahlregelung

"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 mit der Standard-Parametereinstellung, sollte jedoch zur Optimierung der Motorsteuerung angepasst werden. Speziell das Potenzial der beiden Verfahren zur Flux-Motorsteuerung hängt stark von der richtigen Einstellung ab.

Die folgenden Parameter sind für die Drehzahlregelung relevant:

Parameter	Funktionsbeschreibung	
7-00 Drehgeberrückführung	Legt den Eingang fest, von der der PID-Drehzahlregler den Istwert erhalten soll	
30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.	
7-03 Drehzahlregler I-Zeit	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.	
7-04 Drehzahlregler D-Zeit	Liefert Zuwachs proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.	
7-05 Drehzahlregler D-Verstärk./Grenze	Kommt es in einer Anwendung zu sehr schnellen Änderungen des Soll- oder Istwertes, so kann der Differentiator schnell zum Überschwingen neigen. Er reagiert auf Änderungen der Regelabweichung. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die Differentiationsverstärkung aus. Die Differentiationsverstärkung kann daher begrenzt werden, sodass sowohl eine vernünftige Differentiationszeit bei langsamen Änderungen als auch eine angemessene Verstärkung bei schnellen Änderungen eingestellt werden kann.	
7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit	Ein Tiefpassfilter, der Schwingungen auf dem Istwertsignal dämpft und die stationäre Leistung verbessert. Bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Drehzahlregelung ab. Einstellungen von Parameter 7-06 aus der Praxis anhand der Anzahl von Impulsen pro Umdrehung am Drehgeber (PPR):	
	Drehgeber-PPR	7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
4096	1 ms	

Tabelle 3.7

Beispiel für die Programmierung der Drehzahlregelung

In diesem Fall wird die PID-Drehzahlregelung verwendet, um ungeachtet der sich ändernden Motorbelastung 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 Impulse pro Umdrehung) ist mit den Klemmen 32 und 33 verbunden.

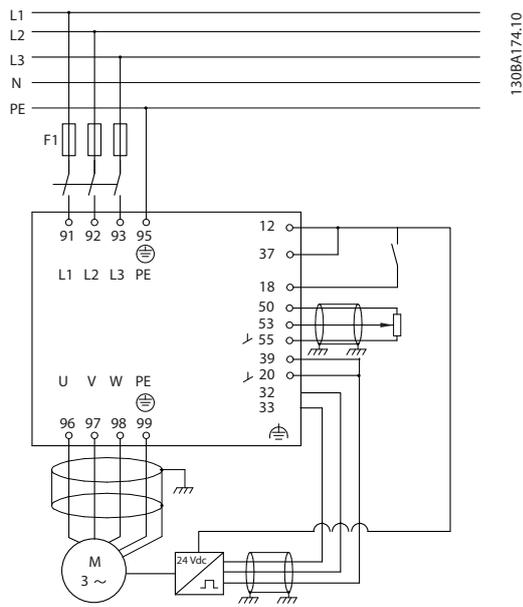


Abbildung 3.20

3

Folgendes ist in der genannten Reihenfolge zu programmieren (siehe Erläuterung der Einstellungen im Programmierungshandbuch)

In der Liste wird davon ausgegangen, dass für alle anderen Parameter und Schalter die Werkseinstellung verwendet wird.

Funktion	Parameternr.	Einstellung
1) Stellen Sie sicher, dass der Motor korrekt läuft. Gehen Sie wie folgt vor:		
Stellen Sie die Motorparameter mithilfe der Typenschilddaten ein	1-2*	Wie durch das Motor-Typenschild vorgegeben
Lassen Sie den Frequenzumrichter eine automatische Motoranpassung durchführen	1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Aktivieren Sie eine aktuelle AMA
2) Prüfen Sie, ob der Motor läuft und der Drehgeber ordnungsgemäß angeschlossen ist. Gehen Sie wie folgt vor:		
Drücken Sie die "Hand On" LCP-Taste. Prüfen Sie, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht (nachfolgend "positive Richtung" genannt).		Stellen Sie einen positiven Sollwert ein.
Gehen Sie zu 16-20 Rotor-Winkel. Drehen Sie den Motor langsam in die positive Richtung. Der Motor muss so langsam gedreht werden (nur wenige UPM), dass festgestellt werden kann, ob der Wert in 16-20 Rotor-Winkel steigt oder sinkt.	16-20 Rotor-Winkel	N.v. (Nur-Lesen-Parameter) Hinweis: Ein ansteigender Wert läuft bei 65535 über und startet erneut bei 0.
Wenn 16-20 Rotor-Winkel abnimmt, so ändern Sie die Drehgeber-Richtung in 5-71 Kl. 32/33 Drehgeber Richtung.	5-71 Kl. 32/33 Drehgeber Richtung	[1] Linkslauf (wenn 16-20 Rotor-Winkel sinkt)
3) Stellen Sie sicher, dass die Frequenzumrichter-Grenzen auf sichere Werte eingestellt sind		
Stellen Sie zulässige Grenzwerte für die Sollwerte ein.	3-02 Minimaler Sollwert 3-03 Max. Sollwert	0 UPM (Standard) 1500 UPM (Standard)
Überprüfen Sie, ob die Rampeneinstellungen innerhalb der Kapazität des Frequenzumrichters und innerhalb der zulässigen Betriebsspezifikationen für die Anwendung liegen.	3-41 Rampenzeit Auf 1 3-42 Rampenzeit Ab 1	Werkseinstellung Werkseinstellung
Stellen Sie die zulässigen Grenzen für die Motordrehzahl und die Frequenz ein.	4-11 Min. Drehzahl [UPM] 4-13 Max. Drehzahl [UPM] 4-19 Max. Ausgangsfrequenz	0 UPM (Standard) 1500 UPM (Standard) 60 Hz (Standard 132 Hz)
4) Konfigurieren Sie den Drehzahlregler und wählen Sie das Verfahren für die Motorsteuerung aus		
Aktivierung der Prozessregelung	1-00 Regelverfahren	[1] Regelung mit Rückführung
Auswahl des Motorsteuerverfahrens	1-01 Steuerprinzip	[3] Fluxvektor mit Geber
5) Konfigurieren und skalieren Sie den Sollwert und für Drehzahlregler		
Stellen Sie den Analogeingang 53 als variablen Sollwert ein	3-15 Variabler Sollwert 1	Nicht erforderlich (Standard)
Skalieren Sie den Analogeingang 53 0 UPM (0 V) auf 1500 UPM (10 V)	6-1*	Nicht erforderlich (Standard)
6) Konfigurieren Sie das Signal des 24V/HTL-Drehgebers als Istwert für die Motorsteuerung und die Drehzahlregelung		
Stellen Sie die Digitaleingänge 32 und 33 als Drehgebereingänge ein	5-14 Klemme 32 Digitaleingang 5-15 Klemme 33 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion (Standard)
Wählen Sie Klemme 32/33 als Motor-Istwert aus	1-02 Drehgeber Anschluss	Nicht erforderlich (Standard)
Wählen Sie Klemme 32/33 als PID-Drehzahlrückführung aus	7-00 Drehgeberrückführung	Nicht erforderlich (Standard)
7) Stellen Sie den Parameter für die PID-Drehzahlregelung ein		
Verwenden Sie ggf. die Einstellungsanweisungen oder nehmen Sie die Einstellungen manuell vor	7-0*	Siehe nachfolgende Anweisungen
8) Fertig!		
Speichern Sie die Parametereinstellungen in das LCP.	0-50 LCP-Kopie	[1] Speichern in LCP

Tabelle 3.8

3.4.2 Einstellung der PID-Drehzahlregelung

Die folgenden Einstellungsanweisungen sind relevant, wenn in Anwendungen mit überwiegend träger Last (mit geringer Reibung) eines der Verfahren zur Flux-Motorsteuerung verwendet wird.

Der Wert von 30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung hängt von der kombinierten Trägheit von Motor und Last ab. Die ausgewählte Bandbreite kann anhand der folgenden Formel berechnet werden:

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

HINWEIS

1-20 Motornennleistung [kW] ist die Motorleistung in [kW] (geben Sie daher für die Berechnung "4" kW anstatt "4000" W ein).

Ein praktischer Wert für die Bandbreite ist 20 rad/s. Prüfen Sie das Ergebnis der Berechnung von 30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung mit der folgenden Formel (nicht erforderlich bei einem hochauflösenden Istwert wie z. B. einem SinCos-Istwert):

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

Ein guter Ausgangswert für 7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit ist 5 ms (eine niedrigere Drehgeberauflösung erfordert einen höheren Filterwert). In der Regel ist ein max. Drehmoment-Rippel von 3 % zulässig. Für Inkrementalgeber finden Sie die Drehgeberauflösung in 5-70 Kl. 32/33 Drehgeber Aufl. [Pulse/U] (24V HTL auf Standard-Frequenzumrichter) oder 17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U] (5V TTL für Option MCB102).

Generell wird die passende Obergrenze von 30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung anhand der Drehgeberauflösung und der Istwert-Filterzeit ermittelt. Andere Faktoren in der Anwendung können den 30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung jedoch auf einen niedrigeren Wert begrenzen.

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

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.

3.4.3 PID-Prozessregelung

Mit der PID-Prozessregelung lassen sich Anwendungsparameter steuern, die mit einem Sensor messbar sind (Druck, Temperatur, Fluss) und vom angeschlossenen

Motor über eine Pumpe, einen Lüfter oder ein anderes Gerät beeinflusst werden können.

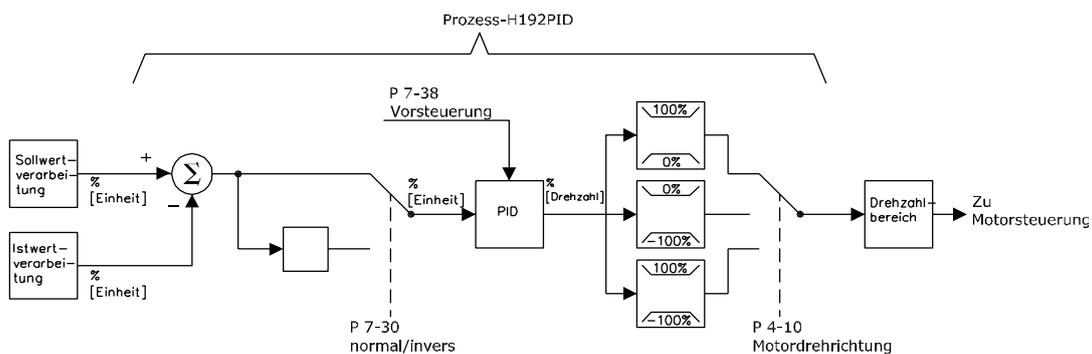
Die Tabelle zeigt die Konfigurationen, bei denen die Prozessregelung möglich ist. Wenn ein Verfahren der Flux-Vektorsteuerung verwendet wird, ist zu beachten, dass auch die Parameter für den PID-Drehzahlregler eingestellt werden müssen. Lesen Sie den Abschnitt über die Regelungsstruktur, um zu sehen,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

1-00 Regelverfahren	1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC ^{plus}	Fluxvektor ohne Geber	Fluxvektor mit Geber
[3] Prozess	n.v.	Prozess	Prozess u. Drehzahl	Prozess u. Drehzahl

Tabelle 3.9

HINWEIS

Die PID-Prozessregelung funktioniert mit der Standard-Parametereinstellung, sollte jedoch zur Optimierung der Anwendungssteuerung angepasst werden. Speziell das Potenzial der beiden Verfahren zur Flux-Motorsteuerung hängt stark von der richtigen Einstellung der PID-Drehzahlregelung (vor dem Einstellen der PID-Prozessregelung) ab.



130BA178.10

Abbildung 3.21 PID-Prozessregelungsdiagramm

Folgende Parameter sind für die Prozessregelung relevant

3

Parameter	Funktionsbeschreibung
7-20 PID-Prozess Istwert 1	Legt den Eingang (Analog oder Puls) fest, von dem die PID-Prozessregelung den Istwert erhalten soll.
7-22 PID-Prozess Istwert 2	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.
7-30 Auswahl Normal-/Invers-Regelung	Im Betriebsmodus [0] Normal reagiert die Prozessregelung mit einer Erhöhung der Motordrehzahl, wenn der Istwert den Sollwert unterschreitet. In der gleichen Situation, jedoch im Betriebsmodus [1] Invers reagiert die Prozessregelung stattdessen mit einer abnehmenden Motordrehzahl.
7-31 PID-Prozess Anti-Windup	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.
7-32 PID-Prozess Reglerstart bei	In einigen Anwendungen kann das Erreichen der gewünschten Drehzahl bzw. des Sollwerts sehr lange dauern. Bei solchen Anwendungen kann es von Vorteil sein, am Frequenzumrichter eine Motordrehzahl festzulegen, bevor die Prozessregelung aktiviert wird. Dies erfolgt durch Festlegen eines Werts für PID-Prozess Reglerstart in 7-32 PID-Prozess Reglerstart bei.
7-33 PID-Prozess P-Verstärkung	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
7-34 PID-Prozess I-Zeit	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
7-35 PID-Prozess D-Zeit	Liefert Zuwachs proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.
7-36 PID-Prozess D-Verstärkung/Grenze	Kommt es in einer Anwendung zu sehr schnellen Änderungen des Soll- oder Istwertes, so kann der Differentiator schnell zum Überspringen neigen. Er reagiert auf Änderungen der Regelabweichung. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die Differentiationsverstärkung aus. Die Differentiationsverstärkung kann daher begrenzt werden, um eine vernünftige Differentiationszeit für langsame Änderungen einzustellen.
7-38 PID-Prozess Vorsteuerung	In Anwendungen mit einer ausgeglichenen (und in etwa linearen) Wechselbeziehung zwischen dem Prozessollwert und der erforderlichen Motordrehzahl zum Erreichen dieses Sollwerts kann die dynamische Leistung der PID-Prozessregelung mithilfe des Vorwärtsschubfaktors gesteigert werden.
5-54 Pulseingang 29 Filterzeit (Pulskl. 29), 5-59 Pulseingang 33 Filterzeit (Pulskl. 33), 6-16 Klemme 53 Filterzeit (Analogkl. 53), 6-26 Klemme 54 Filterzeit (Analogkl. 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 auftritt. 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. Das Tiefpassfilter verbessert die stationäre Leistung, bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Prozessregelung ab.

Tabelle 3.10

3.4.4 Beispiel für die PID-Prozessregelung

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

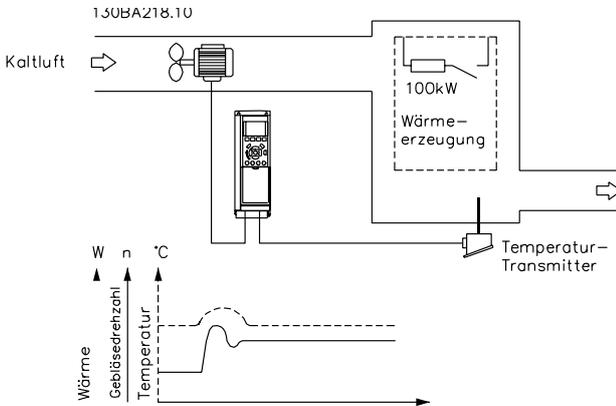


Abbildung 3.22

In einer Lüftungsanlage soll mithilfe eines 0-10-V-Potentiometers die Temperatur von -5 bis +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 die Drehzahl des Lüfters erhöht, um einen stärkeren Luftstrom zu erzeugen. Sinkt die Temperatur, verringert sich die Drehzahl. Der Sender wird als Temperatursensor mit einem Funktionsbereich von -10 bis 40 °C, 4 bis 20 mA verwendet. Min./Max. Drehzahl 300/1500 UPM.

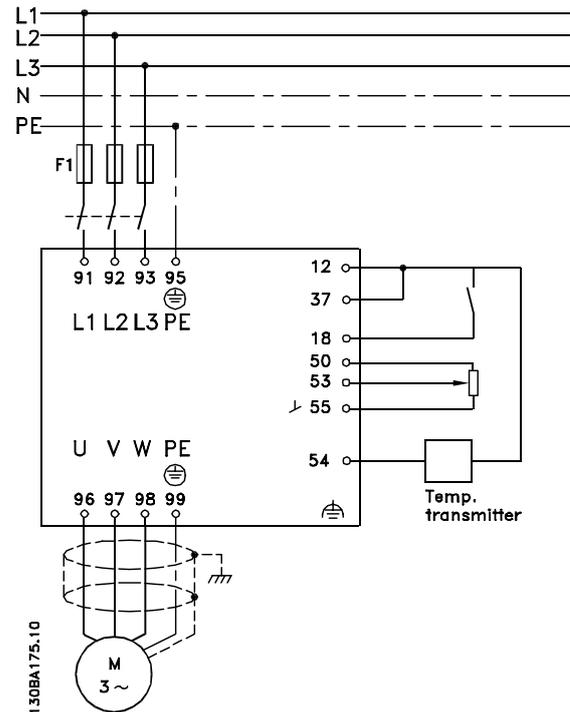


Abbildung 3.23 Zweidrahtiger Transmitter

1. Start/Stopp über einen mit Klemme 18 verbundenen Schalter.
2. Temperatursollwert über Potentiometer (-5 bis +35 °C, 0 bis 10 V) 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.

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
Initialisieren des Frequenzumrichters	14-22	[2] Initialisierung - Gerät aus- und einschalten - Reset drücken
1) Einstellen der Motorparameter:		
Die Motorparameter anhand der Typenschilddaten einstellen	1-2*	Wie auf dem Motor-Typenschild angegeben
Eine komplette Automatischen Motor-Anpassung durchführen	1-29	[1] Komplette Anpassung
2) Prüfen, ob der Motor in der richtigen Richtung läuft. Bei Anschluss des Motors an einen Frequenzumrichter mit einfacher Phasenreihenfolge wie U - U, V- V, oder W - W dreht sich die Motorwelle bei Sicht auf das Wellenende im Rechtslauf.		
Die "Hand On" LCP-Taste drücken. Die Drehrichtung durch Verwendung eines manuellen Sollwerts überprüfen.		
Falls sich der Motor in die falsche Richtung dreht: 1. Die Motordrehrichtung in 4-10 Motor Drehrichtung ändern 2. Netz ausschalten - auf Entladen der Zwischenkreis-spannung warten - zwei der Motorphasen tauschen	4-10	Die richtige Drehrichtung der Motorwelle wählen.
Einstellen des Regelverfahrens	1-00	[3] Prozess
Einstellen der Hand/Ort-Betrieb-Konfiguration	1-05	[0] Drehzahl ohne Rückf.
3) Den Sollwert konfigurieren, d. h. den Bereich der Sollwertverarbeitung, Skalierung des Analogausgangs in Par. 6-xx einstellen		
Soll-/Istwert-Einheiten einstellen	3-01	Displaeinheit [60] °C
Min. Sollwert (10 °C) einstellen	3-02	-5 °C
Max. Sollwert einstellen (80 °C)	3-03	35 °C
Wird der Einstellwert durch einen Festwert (Arrayparameter) bestimmt, so stellen Sie andere Sollwertvorgaben auf Keine Funktion ein.	3-10	[0] 35 % $\text{Sollw.} = \frac{\text{Par. 3} - 10_{(0)}}{100} \times ((\text{Par. 3} - 03) - (\text{par. 3} - 02)) = 24, 5^\circ \text{C}$ 3-14 Relativer Festsollwert bis 3-18 Relativ. Skalierungssollw. Ressource [0] = Keine Funktion
4) Grenzen für den Frequenzumrichter einstellen:		
Rampenzeiten auf einen entsprechenden Wert einstellen, z. B. 20 s.	3-41 3-42	20 Sek. 20 Sek.
Min. Drehzahlgrenzen festlegen	4-11	300 UPM
Max. Drehzahlgrenze festlegen	4-13	1500 UPM
Max. Ausgangsfrequenz festlegen	4-19	60 Hz
S201 oder S202 auf die gewünschte Analogeingangsfunktion (Volt (V) oder Milliampere (I)) einstellen HINWEIS! 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
Istwertanschluss einstellen	7-20	[2] Analogeingang 54
6) PID-Grundeinstell.		
Auswahl Normal-/Invers-Regelung	7-30	[0] Normal
PID-Prozess Anti-Windup	7-31	[1] Ein
PID-Prozess Reglerstart	7-32	300 UPM
Parameter in LCP speichern	0-50	[1] Speichern in LCP

Tabelle 3.11 Beispiel für PID-Prozessregler-Parametersatz

Optimierung des Prozessreglers

Die Grundeinstellungen wurden nun vorgenommen, sodass jetzt nur noch eine Optimierung der Proportionalverstärkung, der Integrationszeit und der Differentiationszeit (7-33 PID-Prozess P-Verstärkung, 7-34 PID-Prozess I-Zeit, 7-35 PID-Prozess D-Zeit) aussteht. Dies kann bei den meisten Prozessen durch Befolgen der nachstehenden Anweisungen geschehen.

1. Starten Sie den Motor.
2. Stellen Sie 7-33 PID-Prozess P-Verstärkung auf 0,3 ein und erhöhen Sie den Wert anschließend, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Verringern Sie hiernach den Wert, bis das Istwertsignal stabilisiert ist. Senken Sie nun die Proportionalverstärkung um 40 bis 60 %.

3. Stellen Sie 7-34 PID-Prozess I-Zeit auf 20 Sek. ein und reduzieren Sie anschließend den Wert, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Erhöhen Sie die Integrationszeit, bis sich das Istwertsignal stabilisiert und erhöhen Sie den Wert anschließend um 15 bis 50 %.
4. Der 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.

Bei Bedarf kann Start/Stopp mehrfach aktiviert werden, um eine konstante Schwankung des Istwertsignals zu erzielen.

3.4.5 Ziegler-Nichols-Verfahren

Zum Einstellen der PID-Regler des Frequenzumrichters stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Eine Möglichkeit ist die Verwendung eines 1950 entwickelten Verfahrens, das sich bis heute bewährt hat. Dieses zeichnet sich durch seine schnelle und einfache Durchführung aus.

Das beschriebene Verfahren muss für Anwendungen verwendet werden, die durch die Schwingungen von nicht vollkommen stabilen Steuerungseinstellungen Schaden nehmen können.

Die Kriterien zum Einstellen der Parameter basieren auf der Auswertung des Systems an der Stabilitätsgrenze anstelle der Ermittlung einer Schrittreaktion. Die Proportionalverstärkung wird erhöht, bis sich eine kontinuierliche Schwingung (gemessen am Istwert) einstellt, d. h., bis das System annähernd stabil ist. Die entsprechende Verstärkung (K_u) wird als kritische Verstärkung bezeichnet. Die Schwingperiode (P_u) (auch als kritische Periodendauer bezeichnet) wird wie in der Abbildung gezeigt festgelegt.

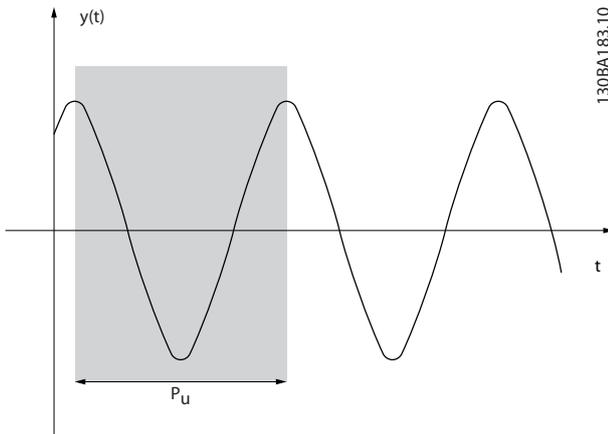


Abbildung 3.24 Annähernd stabiles System

P_u sollte an einer Stelle gemessen werden, an der die Schwingungsamplitude relativ klein ist. Anschließend wird die Verstärkung rückgängig gemacht (siehe Tabelle 1).

K_u ist die Verstärkung, bei der die Schwingung erreicht wird.

Regeltyp	Proportionalverstärkung	Integrationszeit	Differentiationszeit
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 3.12 Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols für Regler, basierend auf der Stabilitätsgrenze.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Reglereinstellung nach Ziegler-Nichols bei vielen Systemen eine gute Rückführung bietet. Der Prozessbediener kann die abschließende Einstellung der Steuerung wiederholt durchführen, um eine zufriedenstellende Steuerung zu erzielen.

Schrittweise Beschreibung:

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

2. Schritt: Erhöhen Sie den Wert der Proportionalverstärkung, bis der Punkt der Instabilität (kontinuierliche Schwingungen) und somit der kritische Verstärkungswert K_u erreicht ist.

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

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

3.5 Allgemeine EMV-Aspekte

3.5.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

3

Elektromagnetische Störungen sind leitungsgeführt im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz und als Luftstrahlung im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz zu betrachten. Störungen vom Frequenzumrichtersystem 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 (siehe Abbildung unten), 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 folgenden Zeichnung im Prinzip nur ein kleines elektromagnetisches Feld (I_4), das vom abgeschirmten Motorkabel über die Erde zurückfließen kann.

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

Wenn abgeschirmte Kabel für Feldbus, Relais, Steuerkabel, serielle Schnittstelle und Bremse verwendet werden, ist die Abschirmung an beiden Enden mit dem Gehäuse zu verbinden. In gewissen Fällen ist jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung erforderlich, um Stromschleifen zu vermeiden.

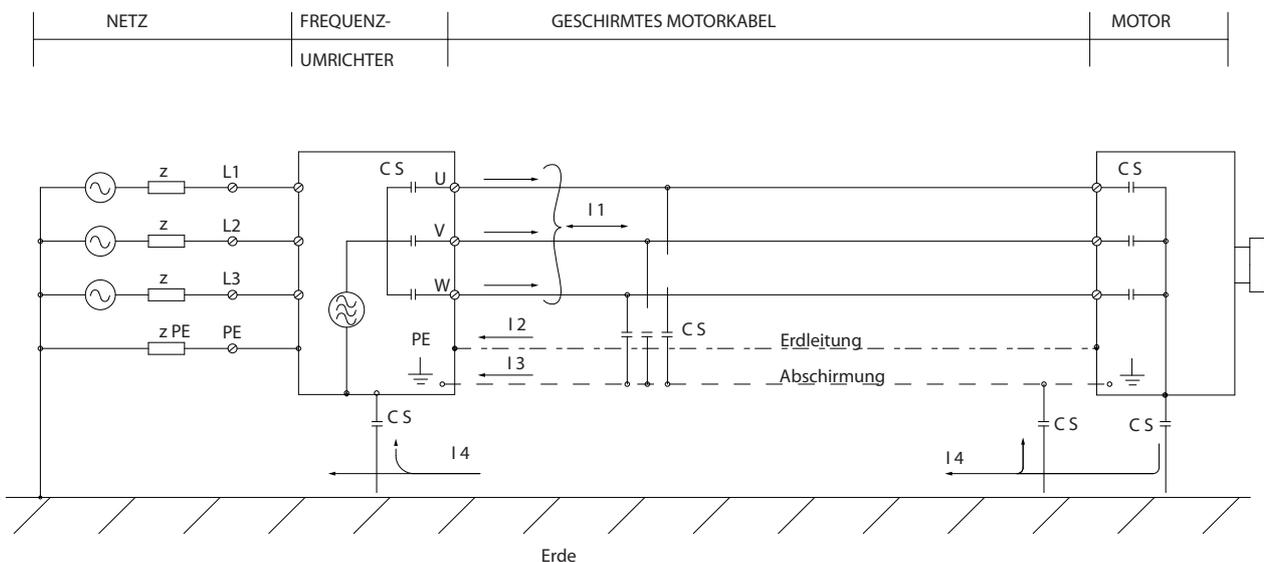


Abbildung 3.25

Wenn 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. Außerdem muss stets ein guter elektrischer Kontakt von der Montageplatte durch die Montageschrauben zur Masse des Frequenzumrichters gewährleistet sein.

Bei Verwendung nicht abgeschirmter Kabel sind bestimmte Anforderungen im Hinblick auf die Störaussendung nicht erfüllt. Es müssen gegebenenfalls zusätzliche EMV-Maßnahmen vorgesehen werden. Die Anforderungen im Hinblick auf die Störfestigkeit sind jedoch erfüllt.

Um das Störniveau des gesamten Systems (Frequenzumrichter + Anlage) weitestgehend zu reduzieren, ist es wichtig, Motor- und Bremskabel so kurz wie möglich zu halten. Verlegen Sie Kabel mit empfindlichem Signalpegel (Steuer- und Buskabel)

nicht gemeinsam mit Motor- und Bremskabeln. Funkstörungen über 50 MHz (Luftstrahlung) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt. Weitere Informationen zu EMV finden Sie unter .

3.5.2 EMV-Prüfergebnisse

Die folgenden Ergebnisse wurden unter Verwendung eines Systems mit einem Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant), mit abgeschirmtem Steuerkabel, eines Steuerkastens mit Potentiometer sowie eines Motors und eines geschirmten Motorkabels erzielt.

EMV-Filtertyp		Leitungsführte Störaussendung			Abgestrahlte Störaussendung	
Standards und Anforderungen		Klasse B Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbe- bereich sowie Kleinbetriebe	Klasse A Gruppe 1 Industrie- bereich	Klasse A Gruppe 2 Industriebereich	Klasse B Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbe- triebe	Klasse A Gruppe 1 Industriebereich
EN 55011		Kategorie C1 Erste Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbe- bereich sowie Kleinbetriebe)	Kategorie C2 Erste Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbe- bereich sowie Kleinbetriebe)	Kategorie C3 Zweite Umgebung (Industrie- bereich)	Kategorie C1 Erste Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbe- triebe)	Kategorie C2 Erste Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe)
EN/IEC 61800-3						
H1						
FC 301:	0-37 kW 200-240 V	10 m	50 m	75 m	Nein	Ja
	0-75 kW 380-480 V	10 m	50 m	75 m	Nein	Ja
FC 302:	0-37 kW 200-240 V	50 m	150 m	150 m	Nein	Ja
	0-75 kW 380-480 V	50 m	150 m	150 m	Nein	Ja
H2						
FC 301/ FC 302:	0-3,7 kW 200-240 V	Nein	Nein	5 m	Nein	Nein
	5,5-37 kW 200-240 V	Nein	Nein	25 m	Nein	Nein
	0-7,5 kW 380-480 V	Nein	Nein	5 m	Nein	Nein
	11-75 kW 380-480 V	Nein	Nein	25 m	Nein	Nein
	90-800 kW 380-500 V	Nein	Nein	150 m	Nein	Nein
	11-22 kW 525-690 V ¹⁾	Nein	Nein	25 m	Nein	Nein
	30-75 kW 525-690 V ²⁾	Nein	Nein	25 m	Nein	Nein
	37-1200 kW 525-690 V ³⁾	Nein	Nein	150 m	Nein	Nein
H3						
FC 301:	0-1,5 kW 200-240 V	2,5 m	25 m	50 m	Nein	Ja
	0-1,5 kW 380-480 V	2,5 m	25 m	50 m	Nein	Ja
H4						
FC 302	90-800 kW 380-500 V	Nein	150 m	150 m	Nein	Ja
	11-22 kW 525-690 V ¹⁾	Nein	100 m	100 m	Nein	Ja
	30-75 kW 525-690 V ²⁾	Nein	150 m	150 m	Nein	Ja
	37-315 kW 525-690 V ³⁾	Nein	30 m	150 m	Nein	Nein
Hx						
FC 302	0,75-75 kW 525-600 V	-	-	-	-	-

Tabelle 3.13 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung, Immunität)

1) Baugröße B

2) Baugröße C

3) Baugrößen D, E und F

HX, H1, H2 oder H3 wird im Typencode, Pos. 16-17, für EMV-Filter definiert:

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

H1 - Integriertes EMV-Filter. Erfüllt EN 55011 Klasse A1/B und EN/IEC 61800-3 Kategorie 1/2

H2 - Kein zusätzliches EMV-Filter. Erfüllt EN 55011 Klasse A2 und EN/IEC 61800-3 Kategorie 3

H3 - Integriertes EMV-Filter. Erfüllt EN 55011 Klasse A1/B und EN/IEC 61800-3 Kategorie 1/2 (Nur Baugröße A1)

H4 - Integriertes EMV-Filter. Erfüllt EN 55011 Klasse A1 und EN/IEC 61800-3 Kategorie 2

3.5.3 Anforderungen an die Störfestigkeit

Gemäß der EM-Produktnorm für drehzahlveränderbare elektrische Antriebe DIN EN 61800-3 hängen die EMV-Anforderungen vom Bestimmungszweck des Frequenzumrichters ab. In der EMV-Produktnorm werden vier Kategorien definiert. Die Definitionen der 4 Kategorien zusammen mit den Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen der Netzversorgungsspannung zeigt *Tabelle 3.14*.

Kategorie	Definition	Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen gemäß Grenzwerten in EN 55011
C1	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse B
C2	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) 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 (Industriebereich) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse A Gruppe 2
C4	In der zweiten Umgebung (Industriebereich) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung gleich oder über 1000 V oder einem Nennstrom gleich oder über 400 A oder die für den Einsatz in komplexen Systemen vorgesehen sind.	Keine Grenzlinie. Es sollte ein EMV-Plan erstellt werden.

Tabelle 3.14 Anforderungen an die Störfestigkeit

Wenn die Fachgrundnorm Störungsaussendung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzumrichter folgende Grenzwerte einhalten.

Umgebung	Fachgrundnorm	Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen gemäß Grenzwerten in EN 55011
Erste Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe)	Fachgrundnorm EN/IEC 61000-6-3 für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe.	Klasse B
Zweite Umgebung (Industriebereich)	Fachgrundnorm EN/IEC61000-6-4 für Industriebereiche.	Klasse A Gruppe 1

Tabelle 3.15

3.5.4 Anforderungen an die Störfestigkeit

Die Störfestigkeitsanforderungen an Frequenzumrichter hängen von dem Umfeld ab, in dem sie installiert sind. Die Anforderungen für den Industriebereich sind höher als die für den Wohnungs-, Geschäfts- und Gewerbebereich. Alle Danfoss Frequenzumrichter erfüllen die Anforderungen für den Industriebereich und somit auch die geringeren Anforderungen für den Wohnungs-, Geschäfts- und Gewerbebereich mit einem größeren Sicherheitsfaktor.

Um die Störfestigkeit gegenüber elektrischen Störungen durch elektrische Phänomene zu dokumentieren, wurden die nachfolgenden Prüfungen zur Störfestigkeit durchgeführt, und zwar mit einem System bestehend aus einem Frequenzumrichter (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):** Prüfung der Störfestigkeit gegen elektrostatische Entladungen (ESD): Simulation elektrostatische Entladungen von Menschen
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder: Amplitudenmodulierte Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie mobiler Kommunikation
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente Störgrößen/Burst: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen: Simulation von Spannungsstößen, z. B. herbeigeführt durch Blitzschlag in der Nähe der Anlage
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder: Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind

Siehe *Tabelle 3.16*.

Spannungsbereich: 200-240 V, 380-480 V					
Fachgrundnorm	Schnelle transiente Störgrößen/Burst IEC 61000-4-4	Stoßspannungen IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Abgestrahlte elektromagnetische Felder IEC 61000-4-3	Leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder IEC 61000-4-6
Abnahmekriterium	B	B	B	A	A
Leitung	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10V _{RMS}
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10V _{RMS}
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10V _{RMS}
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10V _{RMS}
Steuerkabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10V _{RMS}
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10V _{RMS}
Relaiskabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10V _{RMS}
Anwendungs- und Feldbusoptionen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10V _{RMS}
LCP-Kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10V _{RMS}
Externe 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/2 Ω CM	—	—	10V _{RMS}
Gehäuse	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabelle 3.16 EMV-Störfestigkeitstabelle

1) Einkopplung auf Kabelschirm

AD: Luftentladung

CD: Kontaktentladung

CM: Gleichtakt

DM: Differenzbetrieb

3.6.1 PELV – Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)

Protective Extra Low Voltage (PELV) bietet Schutz durch Schutzkleinspannung nach EN 50178. Ein Schutz gegen elektrischen Schlag gilt als gewährleistet, wenn die Stromversorgung vom Typ PELV (Protective Extra Low Voltage / Schutzkleinspannung) 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 / Schutzkleinspannung) (gilt nicht bei geerdetem Dreiecknetz größer 400 V).

Die galvanische (sichere) Trennung wird erreicht, indem die Anforderungen für höhere Isolierung erfüllt und die entsprechenden Kriech-Luftabstände beachtet werden. Diese 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 3.26*).

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

1. Schaltnetzteil (SMPS) einschl. Trennung der Messung der Zwischenkreisspannung U_{DC} .
2. Gate-Treiber zur Ansteuerung der IGBTs (Triggertrennschaltungen/Optokoppler)
3. Stromwandler
4. Optokoppler, Bremsmodul
5. Einschaltstrombegrenzung, EMV und Temperaturmesskreise
6. Ausgangsrelais

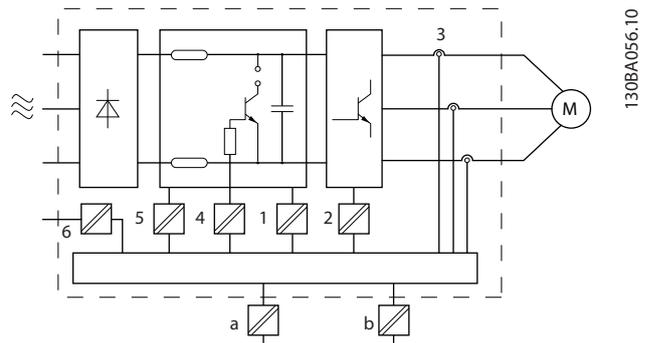


Abbildung 3.26 Galvanische Trennung

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

⚠️ WARNUNG

Installation in großer Höhenlage:

380-500 V, Gehäuse A, B und C: Wenden Sie sich bei einer Installation in einer Höhe von mehr als 2 km hinsichtlich PELV (Protective extra low voltage / Schutzkleinspannung) an Danfoss.

380-500 V, Gehäuse D, E und F: Wenden Sie sich bei einer Installation in einer Höhe von mehr als 3 km Danfoss hinsichtlich PELV (Protective extra low voltage / Schutzkleinspannung) an.

525 - 690 V: Wenden Sie sich bei einer Installation in einer Höhe von mehr als 2 km hinsichtlich PELV (Protective extra low voltage / Schutzkleinspannung) an Danfoss.

⚠️ WARNUNG

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

Stellen Sie ebenfalls sicher, dass andere Spannungseingänge, wie DC-Zwischenkreiskopplung, sowie der Motoranschluss für kinetischen Speicher getrennt worden sind.

Lassen Sie vor dem Berühren elektrischer Bauteile mindestens die im Abschnitt *Sicherheitshinweise* angegebene Zeit verstreichen.

Eine kürzere Wartezeit ist nur zulässig, wenn auf dem Typenschild für das jeweilige Gerät angegeben.

3.7.1 Erdableitstrom

Befolgen Sie im Hinblick auf die Schutzerdung von Geräten mit einem Ableitstrom gegen Erde von $> 3,5$ mA alle nationalen und lokalen Vorschriften.

In der Frequenzumrichtertechnik werden hohe Frequenzen mit hoher Leistung geschaltet. Hierdurch entsteht ein Ableitstrom in der Erdverbindung. Ein Fehlerstrom im Frequenzumrichter an den Ausgangsleistungsklemmen kann eine Gleichstromkomponente enthalten, die die

Filterkondensatoren laden und einen transienten Erdstrom verursachen kann.

Der Erdableitstrom hat verschiedene Beitragsfaktoren und hängt von verschiedenen Systemkonfigurationen ab, darunter EMV-Filter, abgeschirmte Motorkabel und Frequenzrichterleistung.

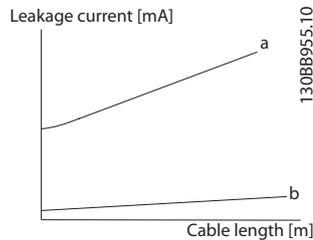


Abbildung 3.27 Beeinflussung des Erdableitstroms durch die Kabellänge und Leistungsgröße. $P_a > P_b$.

Der Ableitstrom hängt auch von der Netzverzerrung ab.

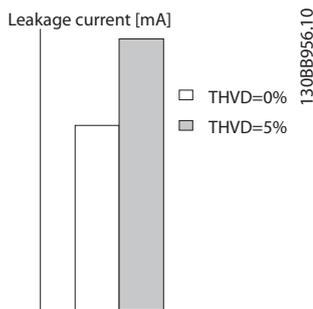


Abbildung 3.28 Beeinflussung des Erdableitstroms durch die Netzverzerrung.

HINWEIS

Schalten Sie bei Verwendung eines Filters beim Laden des Filters 14-50 EMV-Filter aus, um Auslösen des Fehlerstromschutzschalters durch einen hohen Ableitstrom zu verhindern.

EN 61800-5-1 (Produktnorm für Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl) stellt besondere Anforderungen, wenn der Erdableitstrom 3,5 mA übersteigt. Die Erdverbindung muss auf eine der folgenden Arten verstärkt werden:

- Kabelquerschnitt des Erdungskabels (Klemme 95) mindestens 10 mm²
- zwei getrennt verlegte Erdungskabel, die die vorgeschriebenen Maße einhalten

Weitere Informationen finden Sie in EN 61800-5-1 und EN 50178.

Fehlerstromschutzschalter

Wenn Fehlerstromschutzschalter (RCDs), auch als Erdschlusstrennschalter bezeichnet, zum Einsatz kommen, sind die folgenden Anforderungen einzuhalten:

Verwenden Sie netzseitig nur allstromsensitive Fehlerschutzschalter (Typ B)

Verwenden Sie Fehlerstromschutzeinrichtungen mit Einschaltverzögerung, um Fehler durch transiente Erdströme zu vermeiden

Bemessen Sie Fehlerstromschutzeinrichtungen in Bezug auf Systemkonfiguration und Umgebungsbedingungen

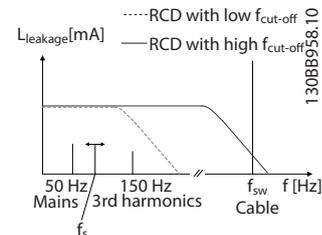


Abbildung 3.29 Hauptbeitragsfaktoren zum Erdableitstrom.

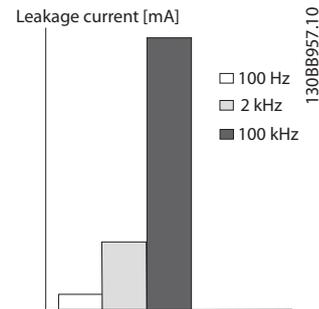


Abbildung 3.30 Die Beeinflussung der Ansprech-/Messgrößen durch die Trennfrequenz des Fehlerstromschutzschalters.

Siehe auch RCD-Anwendungshinweis, MN.90.GX.02.

3.8 Bremsfunktionen beim FC 300

Die Bremsfunktion wird zum Abbremsen der Last an der Motorwelle als dynamische oder statische Bremse eingesetzt.

3.8.1 Mechanische Haltebremse

Eine direkt an der Motorwelle verbaute mechanische Haltebremse führt in der Regel einen statischen Bremsvorgang aus. In bestimmten Anwendungen wirkt das statische Haltemoment als statisches Halten der Motorwelle (in der Regel permanenterregte Synchronmotoren). Eine Haltebremse wird über eine SPS oder direkt

über einen Digitalausgang des Frequenzumrichters (Relais oder Halbleiter) geregelt.

Wenn die Haltebremse in eine Sicherheitskette inbegriffen ist:

Mit einem Frequenzumrichter kann keine sichere Regelung der mechanischen Bremse gewährleistet werden. Die Gesamtinstallation muss eine Redundanzschaltung für die Bremsansteuerung enthalten.

3.8.2 Dynamische Bremse

Dynamische Bremse hergestellt durch:

- Bremswiderstand: Eine Bremse IGBT hält die Überspannung unter einem bestimmten Schwellwert, indem die Bremskraft vom Motor zum angeschlossenen Bremswiderstand übertragen wird (Par. 2-10 = [1]).
- AC-Bremse: Die Bremskraft wird im Motor verteilt, indem die Verlustbedingungen im Motor geändert werden. Die AC-Bremsfunktion kann nicht in Anwendungen mit hoher Zyklusfrequenz verwendet werden, da sich der Motor hierdurch überhitzt (Par. 2-10 = [2]).
- DC-Bremse: Ein dem Wechselstrom zugespeister übermodulierter Gleichstrom erfüllt die Funktion einer Wirbelstrombremse (Par. 2-02 ≠ 0 Sek.).

3.8.3 Auswahl des Bremswiderstands

Bei erhöhten Anforderungen an das generatorische Bremsen kann der Einsatz eines Bremswiderstands notwendig sein. Ein Bremswiderstand stellt sicher, dass die Energie vom Widerstand und nicht im Frequenzumrichter aufgenommen wird. Weitere Informationen finden Sie im Projektierungshandbuch Bremswiderstand, MG.90.OX.YY.

Ist die Größe der kinetischen Energie, die in jeder Bremsperiode zum Widerstand übertragen wird, nicht bekannt, kann die mittlere Leistung auf Basis der Zykluszeit und Bremszeit berechnet werden. Dies wird auch als Aussetzbetrieb bezeichnet. Der periodische Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, bei dem der Widerstand aktiv ist. Die folgende Abbildung zeigt einen typischen Bremszyklus.

Der von den Motorlieferanten bei der Angabe der zulässigen Belastung häufig benutzte Betrieb S5 des Widerstands gibt den Aussetzbetrieb an.

Der periodische Aussetzbetrieb für den Bremswiderstand wird wie folgt berechnet:

$$\text{Arbeitszyklus} = t_b/T$$

T = Zykluszeit in Sekunden

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

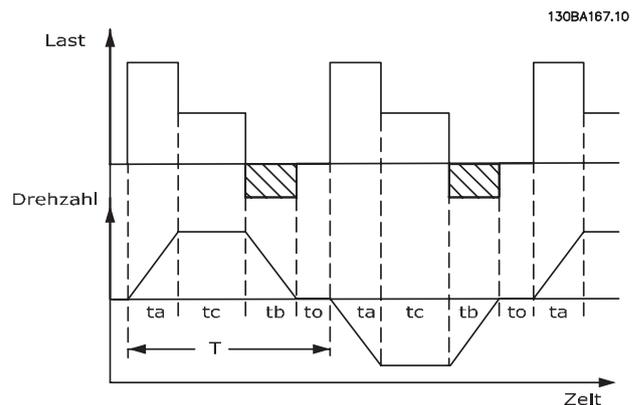


Abbildung 3.31

	Zykluszeit (s)	Bremsarbeitszyklus bei 100 % Drehmoment	Bremsarbeitszyklus bei Überdrehmoment (150/160 %)
200-240 V			
PK25-P11K	120	Dauerleistung	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
380-500 V			
PK37-P75K	120	Dauerleistung	40%
P90K-P160	600	Dauerleistung	10%
P200-P800	600	40%	10%
525-600 V			
PK75-P75K	120	Dauerleistung	40%
525-690 V			
P37K-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40% ¹⁾	10% ²⁾
P630-P1M0	600	40%	10%

Tabelle 3.17 Bremsen bei hohem Übermoment

1) 500 kW bei 86 % Bremsmoment

560 kW bei 76 % Bremsmoment

2) 500 kW bei 130 % Bremsmoment
560 kW bei 115 % Bremsmoment

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.

Vergewissern Sie sich, dass der Widerstand für die erforderliche Bremszeit geeignet ist.

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

Der Bremswiderstand wird wie folgt berechnet:

$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}}$
wobei gilt:
$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br} [\%] \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT} [W]$

Tabelle 3.18

Wie ersichtlich, ist der Bremswiderstand von der Zwischenkreisspannung (U_{dc}) abhängig. Die FC 301 and FC 302 Bremsfunktion ist in vier Bereichen der Netzstromversorgung angesiedelt.

Größe	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Abschaltung (Alarm)
FC301/302 3 x 200-240 V	390 V (UDC)	405V	410V
FC301 3 x 380-480 V	778V	810V	820V
FC302 3 x 380-500 V*	810 V/ 795 V	840 V/ 828 V	850 V/ 855 V
FC302 3 x 525-600 V	943V	965V	975V
FC302 3 x 525-690 V	1084V	1109V	1130V

* Leistungsgrößenabhängig

Tabelle 3.19

Stellen Sie sicher, dass der Bremswiderstand für Spannungen von 410 V, 820 V, 850 V, 975 V oder 1130 V ausgelegt ist - es sei denn es werden Danfoss Bremswiderstände verwendet.

Danfoss empfiehlt den Bremswiderstand R_{rec} , also einen Bremswiderstand, der dem Frequenzumrichter eine Bremsung beim größtmöglichen Bremsmoment ($M_{br(\%)}$) von 160 % ermöglicht. Die Formel kann wie folgt geschrieben werden:

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

η_{motor} liegt in der Regel bei 0,90
 η_{VLT} liegt in der Regel bei 0,98

Für Frequenzumrichter für 200 V, 480 V, 500 V und 600 V wird R_{rec} bei einem Bremsmoment von 160 % folgendermaßen geschrieben:

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

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

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

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

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

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

- 1) Frequenzumrichter mit einer Wellenleistung $\leq 7,5$ kW
- 2) Frequenzumrichter mit einer Wellenleistung von 11 bis 75 kW

HINWEIS

Der ausgewählte Widerstand des Bremswiderstandskreises darf den von Danfoss empfohlenen Wert nicht übersteigen. Die Auswahl eines Bremswiderstandes mit höherem Widerstandswert führt möglicherweise dazu, dass das Bremsmoment von 160 % nicht erreicht wird, weil der Frequenzumrichter vorher aus Sicherheitsgründen ausgeschaltet wird.

HINWEIS

Bei Auftreten eines Kurzschlusses im Bremstransistor kann ein Leistungsverlust im Bremswiderstand nur dann verhindert werden, wenn mit einem Netzschalter oder -schütz der Frequenzumrichter vom Netz getrennt wird. (Der Schütz kann über den Frequenzumrichter geregelt werden).

HINWEIS

Den Bremswiderstand nicht berühren, da er während/nach einem Bremsvorgang sehr warm sein kann. Der Bremswiderstand muss zur Vermeidung der Brandgefahr in einer sicheren Umgebung platziert werden.

Frequenzumrichter der Größen D-F enthalten mehr als einen Bremschopper. Folglich muss bei diesen Baugrößen ein Bremswiderstand pro Bremschopper verwendet werden.

3.8.4 Steuerung mit Bremsfunktion

Die Bremse ist gegen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt, und der Bremstransistor wird überwacht, um einen Kurzschluss des Transistors zu erfassen. Zum Schutz des Bremswiderstands gegen Überlast in Verbindung mit

einem Fehler im Frequenzumrichter kann ein Relais-/ Digitalausgang verwendet werden. Zudem ermöglicht die Bremse das Auslesen der aktuellen Leistung und der mittleren Bremsleistung der letzten 120 Sekunden. Die Bremse kann auch die übertragene Leistung überwachen und sicherstellen, dass sie die in 2-12 *Bremswiderstand Leistung (kW)* gewählte Grenze nicht überschreitet. In 2-13 *Bremswiderst. Leistungsüberwachung* wählen Sie, welche Funktion auszuführen ist, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung die in 2-12 *Bremswiderstand Leistung (kW)* eingestellte Grenze überschreitet.

HINWEIS

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

Überspannungssteuerung (OVC) (ohne Bremswiderstand) kann als eine alternative Bremsfunktion in 2-17 *Überspannungssteuerung* gewählt werden. Diese Funktion ist für alle Geräte aktiv. Sie stellt sicher, dass bei Anstieg der DC-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 verlängert.

3.9.1 Mechanische Bremssteuerung

Bei Hub- und Senkanwendungen muss eine steuerbare elektromagnetische Bremse vorhanden sein. Zur Ansteuerung der Bremse kann ein Relaisausgang (1 oder 2) oder ein programmierter Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) dienen. Dieser Ausgang muss normalerweise geschlossen sein, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht 'halten' kann, z. B. aufgrund einer zu hohen Last. Wählen Sie in 5-40 *Relaisfunktion (Matrixparameter)*, 5-30 *Klemme 27 Digitalausgang* oder 5-31 *Klemme 29 Digitalausgang* für Anwendungen mit einer elektromechanischen Bremse *Mechanische Bremssteuerung* [32] aus.

Wenn *Mechanische Bremssteuerung* [32] ausgewählt ist, bleibt das Relais der mechanischen Bremse während dem Start geschlossen, bis der Ausgangsstrom über dem in 2-20 *Bremse öffnen bei Motorstrom* ausgewählten Niveau liegt. Beim Stopp wird die mechanische Bremse geschlossen, bis die Drehzahl unter den in 2-21 *Bremse schliessen bei Motordrehzahl* ausgewählten Wert sinkt. Tritt am Frequenzumrichter ein Alarmzustand ein (z. B. ein Überstrom, eine Überspannung usw.), so wird umgehend die mechanische Bremse geschlossen. Dies ist auch während eines Sicheren Stopps der Fall.

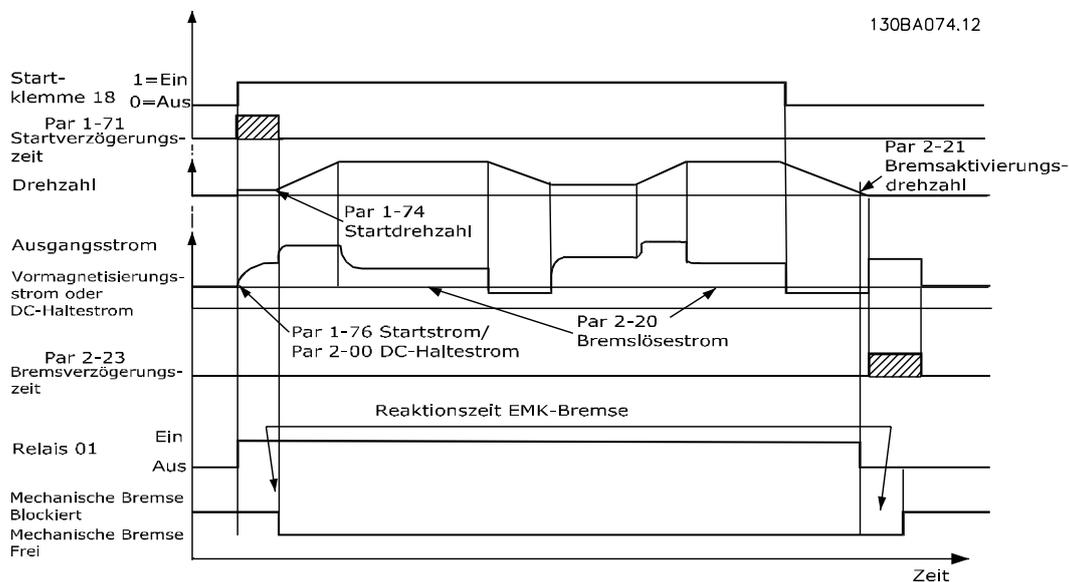


Abbildung 3.32

In Hebe-/Senkanwendungen muss die Steuerung einer elektromechanischen Bremse möglich sein.

Schrittweise Beschreibung

- Zur Ansteuerung der mechanischen Bremse kann jeder Relais- oder Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) verwendet werden, falls notwendig mit einem geeigneten Schütz.
- Der Ausgang muss ausgeschaltet sein, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht halten kann, weil z. B. die Last zu schwer ist oder der Motor noch nicht montiert wurde.
- Wählen Sie in Parametergruppe 5-4* (oder in Gruppe 5-3*) *Mechanische Bremssteuerung* [32] aus, bevor Sie die mechanische Bremse anschließen.
- Die Bremse wird gelöst, wenn der Motorstrom den eingestellten Wert in *2-20 Bremse öffnen bei Motorstrom* überschreitet.
- Die Bremse wird eingeschaltet, wenn die Ausgangsfrequenz unter der in *2-21 Bremse schliessen bei Motordrehzahl* oder *2-22 Bremse schließen bei Motorfrequenz* eingestellten Frequenz liegt, und nur, wenn der Frequenzumrichter einen Stoppbefehl ausführt.

HINWEIS

Für Vertikalförder- oder Hubanwendungen wird dringend empfohlen, sicherzustellen, dass die Last im Notfall oder aufgrund einer Fehlfunktion eines einzelnen Bauteils wie einem Schütz usw. gestoppt werden kann. Befindet sich der Frequenzumrichter im Alarmmodus oder besteht eine Überspannungssituation, greift die mechanische Bremse ein.

HINWEIS

Für Vertikalförder- und Hubanwendungen ist sicherzustellen, dass die Drehmomentgrenzen in *4-16 Momentengrenze motorisch* und *4-17 Momentengrenze generatorisch* niedriger als die Stromgrenze in *4-18 Stromgrenze* eingestellt sind. Zudem wird empfohlen, *14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* auf "0", *14-26 WR-Fehler Abschaltverzögerung* auf "0" und *14-10 Netzausfall-Funktion* auf "[3], *Motorfreilauf*" zu stellen.

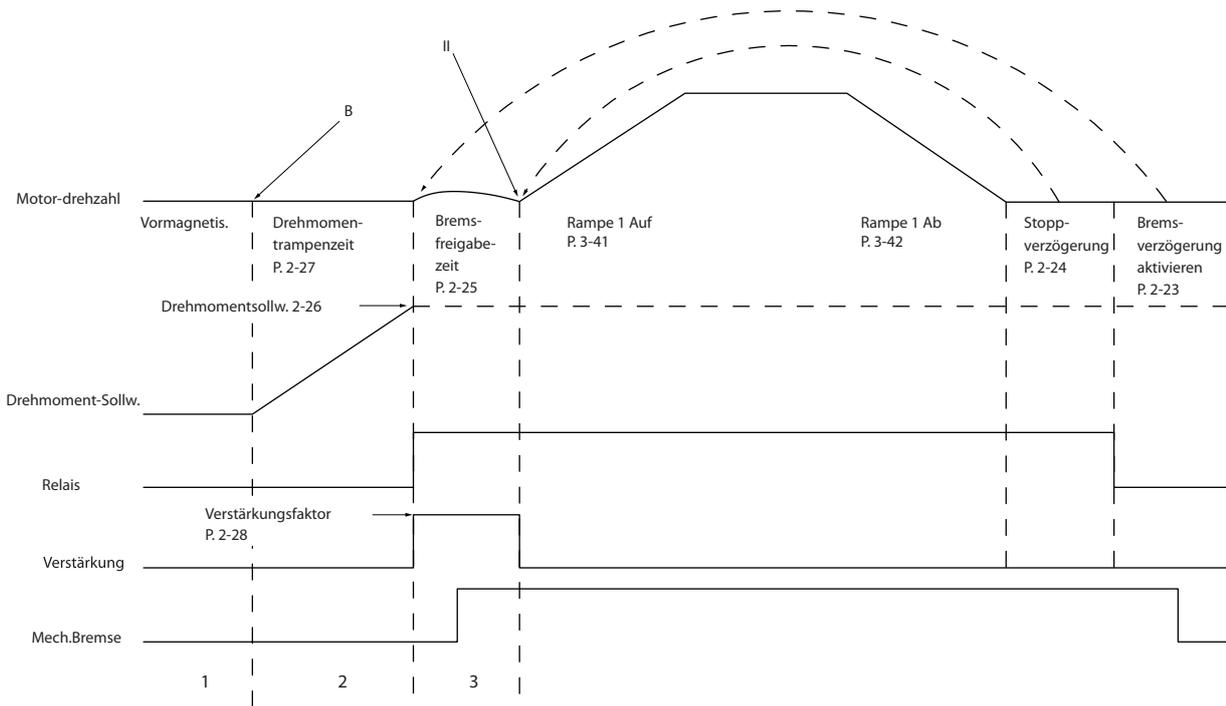
3.9.2 Mechanische Bremse

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 *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 *2-28 Verstärkungsfaktor* 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, damit ein möglichst reibungsloses Öffnen der Bremse erreicht wird.

3-stufiger Prozess

1. **Den Motor vormagnetisieren**
Zur Überprüfung, ob der Motor gehalten wird und richtig befestigt ist, wird der Motor zuerst vormagnetisiert.
2. **Drehmoment auf geschlossene Bremse ausüben**
Wenn die Last von der mechanischen Bremse gehalten wird, kann nicht ihre Größe, sondern nur ihre Richtung ermittelt werden. 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 (*2-26 Drehmomentsollw.*) 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 lüften**
Wenn der Drehmoment den Wert erreicht hat, der in *2-26 Drehmomentsollw.* festgesetzt ist, wird die Bremse gelüftet. Der in *2-25 Bremse lüften Zeit* 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.



130BAG42.12

Abbildung 3.33 Ablauf bei Bremse lüften für mechanische Bremssteuerung für Hubanwendungen

- I) *Mech. Bremse Verzögerungszeit*: Der Frequenzrichter startet neu aus der Position *mechanische Bremse betätigt*.
- II) *Stopp-Verzögerung*: Wenn die Zeit zwischen aufeinander folgenden Starts kürzer ist als die Einstellung in 2-24 *Stopp-Verzögerung*, startet der Frequenzrichter ohne Betätigung der mechanischen Bremse (z. B. Reversierung).

HINWEIS

Ein Beispiel für die erweiterte mechanische Bremssteuerung für Hubanwendungen ist im Abschnitt *Anwendungsbeispiele* zu finden.

3.9.3 Verkabelung von Bremswiderständen

EMV (verdillte Kabel/Abschirmung)
Verwenden Sie verdillte Leiter, um die zwischen den Leitern von Bremswiderstand und Frequenzrichter eingestrahnten Störungen zu reduzieren.

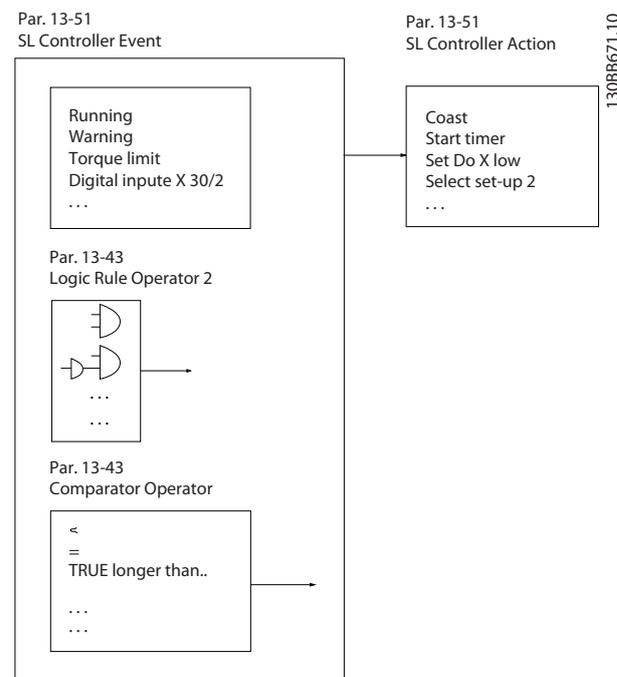
Zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften ist eine Metallabschirmung vorteilhaft.

3.10 Smart Logic Controller

Das Element Smart Logic Control (SLC) ist im Wesentlichen eine Sequenz benutzerdefinierter Aktionen (siehe 13-52 *SL-Controller Aktion* [x]), die vom SLC ausgeführt wird, wenn das dazugehörige benutzerdefinierte *Ereignis* (siehe 13-51 *SL-Controller Ereignis* [x]) vom SLC als WAHR bewertet wird..

Die Bedingung für ein Ereignis kann ein bestimmter Zustand oder eine Situation sein, in der der Ausgang einer Logikregel oder eines Vergleichers WAHR wird.

Dies führt zu einer entsprechenden Aktion, wie hier dargestellt:



130B671.10

Abbildung 3.34

Alle Ereignisse und Aktionen werden nummeriert und in Paaren zusammengefasst, die als Zustände bezeichnet werden. Wenn also Ereignis [0] stattfindet (d. h. den Wert WAHR erreicht), wird Aktion [0] ausgeführt. Danach werden die Bedingungen von Ereignis [1] bewertet, und wenn das Ergebnis WAHR lautet, wird Aktion [1] ausgeführt usw. Zu einem bestimmten Zeitpunkt wird jeweils nur ein Ereignis bewertet. Wenn ein Ereignis als FALSCH bewertet wird, passiert während des aktuellen Abtastintervall nichts (im SLC), und keine anderen Ereignisse werden bewertet. Wenn der SLC also startet, bewertet er ausschließlich Ereignis [0] in jedem Abtastintervall. Nur wenn Ereignis [1] als WAHR bewertet wird, führt der SLC Aktion [0] durch und beginnt mit der Bewertung von Ereignis [1]. Es können 1 bis 20 Ereignisse und Aktionen programmiert werden. Wenn das letzte Ereignis / die letzte Aktion durchgeführt wurde, startet die Sequenz ausgehend von Ereignis [1] / Aktion [1] erneut. Die Abbildung zeigt ein Beispiel mit drei Ereignissen / Aktionen:

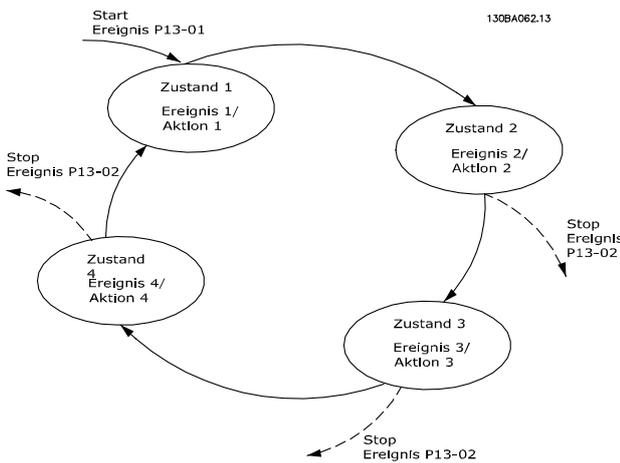


Abbildung 3.35

Vergleicher

Vergleicher dienen zum Vergleichen von Betriebsvariablen (z. B. Ausgangsfrequenz, Ausgangsstrom, Analogeingang usw.) mit festen Sollwerten.

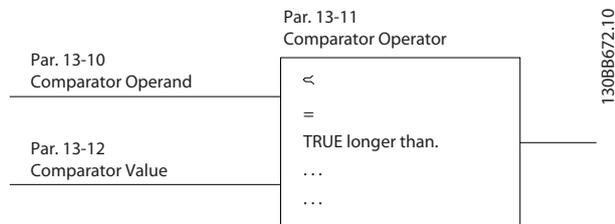


Abbildung 3.36

Logikregeln

Es ist möglich, bis zu 3 boolesche Zustände (Eingänge WAHR / FALSCH) von Timern, Vergleichern, Digitaleingängen, Statusbits und Ereignissen über die logischen Operatoren UND, ODER, NICHT miteinander zu verknüpfen.

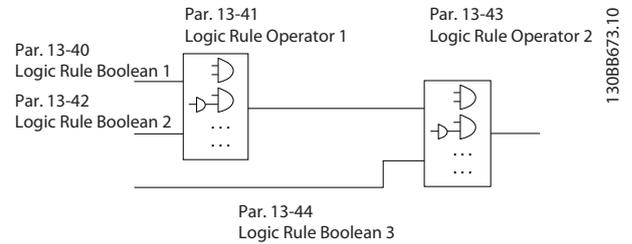


Abbildung 3.37

Anwendungsbeispiel

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	4-30 Drehgeberüberwachung	[1] Warnung
+24 V	13		
D IN	18	4-31 Drehgeber max. Fehlabweichung	100RPM
D IN	19		
COM	20	4-32 Drehgeber Timeout-Zeit	5 Sek.
D IN	27		
D IN	29	7-00 Drehgeber-rückführung	[2] Option MCB 102
D IN	32		
D IN	33	17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U]	1024*
D IN	37		
+10 V	50	13-00 Smart Logic Controller	[1] Ein
A IN	53		
A IN	54	13-01 SL-Controller Start	[19] Warnung
COM	55		
A OUT	42	13-02 SL-Controller Stopp	[44] [Reset]-Taste
COM	39		
RI	01	13-10 Vergleichier-Operand	[21] Warnnummer
RI	02		
RI	03		
RZ	04	13-11 Vergleichier-Funktion	[1] ≈*
RZ	05		
	06	13-12 Vergleichier-Wert	90

Tabelle 3.20 Verwendung von SLC zur Einstellung eines Relais

Parameter	
13-51 SL- Controller Ereignis	[22] Vergleicher 0
13-52 SL- Controller Aktion	[32] Digital- ausgang A- AUS
5-40 Relais- funktion	[80] SL- Digitalausgan g A
* = Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen: Wenn die Grenze in der Rückführungsüberwachung überschritten wird, wird Warnung 90 ausgegeben. Der SLC überwacht Warnung 90, und wenn Warnung 90 WAHR wird, wird Relais 1 ausgelöst. Externe Geräte können dann anzeigen, dass ggf. eine Wartung erforderlich ist. Wenn der Rückführungsfehler innerhalb von 5 Sek. wieder unter diese Grenze fällt, läuft der Frequenzumrichter weiter, und die Warnung verschwindet. Relais 1 bleibt hingegen ausgelöst, bis [Reset] auf dem LCP gedrückt wird.	

Tabelle 3.21 Verwendung von SLC zur Einstellung eines Relais

3.11 Extreme Betriebsbedingungen

Kurzschluss (zwischen Motorphasen und Ausgangsphasen)

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

Um den Frequenzumrichter gegen Kurzschluss bei Zwischenkreiskopplung und an den Bremswiderstandsklemmen zu schützen, siehe die jeweiligen Projektierungshinweise.

Siehe Zertifikat in 3.9 Zertifikate.

Schalten am Ausgang

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

Generatorisch erzeugte Überspannung

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

1. Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h. die Last „erzeugt“ Energie.
2. Während der Verzögerung ("Rampe ab"), bei hohem Trägheitsmoment, niedriger Reibung oder zu kurzer Rampenzeit, um die Energie als Verlust im Frequenzumrichter, Motor und der Installation abzugeben.
3. Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung hervorrufen.
4. Gegen-EMK vom Betrieb des PM-Motors. Bei einem Freilauf bei hoher Drehzahl übersteigt die Gegen-EMK möglicherweise die maximale Spannungstoleranz des Frequenzumrichters und kann zu Schäden führen. Um dies zu vermeiden, wird der Wert von 4-19 Max. Ausgangsfrequenz anhand einer internen Berechnung, die auf den Werten von 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM, 1-25 Motornendrehzahl und 1-39 Motorpolzahl basiert, automatisch begrenzt. Wenn eine überhöhte Drehzahl im Motor möglich ist (z. B. aufgrund von übermäßigem Leerlauf), wird die Installation eines Bremswiderstands empfohlen. Hinweis: der Frequenzumrichter muss mit einem Bremschopper ausgestattet sein.

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

Der Wechselrichter wird nach Erreichen eines bestimmten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen. Siehe 2-10 Bremsfunktion und 2-17 Überspannungssteuerung bezüglich der Möglichkeiten zur Regelung des Zwischenkreis-Spannungsniveaus.

HINWEIS

OVC kann beim Betrieb eines PM-Motors nicht aktiviert werden (wenn 1-10 Motorart auf [1] PM, Vollpol eingestellt ist).

Netzausfall

Bei Netzausfall arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Spannung des Zwischenkreises unter den Mindestgrenzwert abfällt. Dieser liegt 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 läuft.

Statische Überlast im VVC^{plus}-Betrieb

Wird der Frequenzumrichter überlastet (Momentengrenze in 4-16 *Momentengrenze motorisch*/4-17 *Momentengrenze generatorisch* erreicht), so reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um 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 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit* zeitlich begrenzt werden (0-60 s).

3.11.1 Thermischer Motorschutz

Um die Anwendung vor ernsthaften Beschädigungen zu schützen, bietet VLT AutomationDrive mehrere spezielle Funktionen.

Drehmomentgrenze: Die Drehmomentgrenzenfunktion schützt den Motor unabhängig von seiner Drehzahl vor Überlast. Die Drehmomentgrenze wird in 4-16 *Momentengrenze motorisch* und/oder 4-17 *Momentengrenze generatorisch* geregelt, und die Zeit bis zur Abschaltung durch die Drehmomentgrenzenwarnung wird in 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit* eingestellt.

Stromgrenze: Die Stromgrenze wird in 4-18 *Stromgrenze* geregelt, und die Zeit bis zur Abschaltung durch die Stromgrenzenwarnung wird in 14-24 *Stromgrenze Verzögerungszeit* eingestellt.

Min. Drehzahlgrenze: (4-11 *Min. Drehzahl [UPM]* oder 4-12 *Min. Frequenz [Hz]*) begrenzen den Betriebsdrehzahlbereich auf z. B. 30 bis 50/60 Hz. Max. Drehzahlgrenze: (4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* oder 4-19 *Max. Ausgangsfrequenz*) begrenzen die max. Ausgangsdrehzahl des Frequenzumrichters

ETR (Elektronisches Thermorelais): Die Funktion ETR des Frequenzumrichters misst die aktuellen Werte von Strom, Drehzahl und Zeit zur Berechnung der Motortemperatur und zum Schutz des Motors vor Überhitzung (Warnung oder Abschaltung). Des Weiteren ist ein externer Thermistoreingang verfügbar. ETR ist eine elektronische Funktion, die auf der Basis interner Messungen ein Bimetall-Relais simuliert. Die Kennlinie wird in der folgenden Abbildung dargestellt:

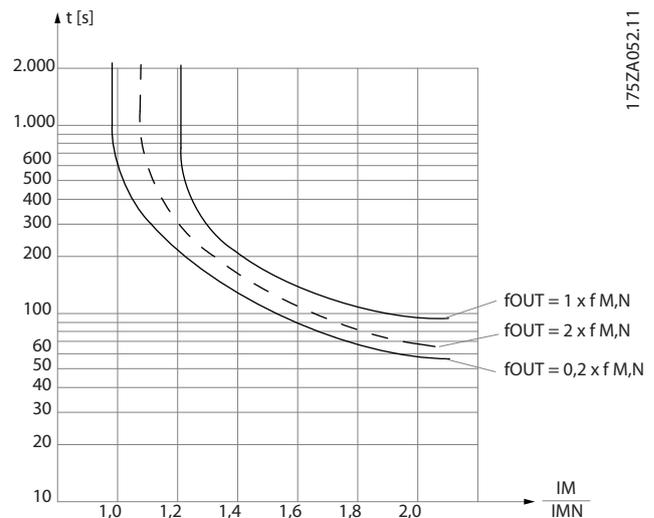


Abbildung 3.38 Abbildung ETR: Auf der X-Achse ist das Verhältnis zwischen dem Motorstrom I_{motor} und dem Nennmotorstrom I_{MN} angegeben. Auf der Y-Achse wird die Zeit in Sekunden vor der Abschaltung des Frequenzumrichters durch die Funktion ETR dargestellt. Die Kennlinien zeigen das Verhalten der Nenndrehzahl bei Nenndrehzahl $\times 0,2$ und Nenndrehzahl $\times 2$.

Bei niedriger Drehzahl sorgt die Funktion ETR bei niedrigerer Wärmeentwicklung durch geringere Kühlung des Motors für eine Abschaltung. So wird der Motor auch bei niedriger Drehzahl vor Überhitzung geschützt. Die Funktion ETR berechnet die aktuelle Motortemperatur laufend auf Basis des aktuellen Motorstroms und der aktuellen Motordrehzahl. Die berechnete Temperatur wird als Anzeigeparameter in 16-18 *Therm. Motorschutz* im FC 300 ausgelesen.

175ZA052.11

3.12 Sicherer Stopp des FC 300

Der FC 302, und der FC 301 mit A1-Gehäuse, sind für Installationen mit der Sicherheitsfunktion *Sichere Abschaltung Motormoment* (nach IEC 61800-5-2¹) oder *Stoppkategorie 0* (nach EN 60204-1²) geeignet.). Diese Funktion wird von Danfoss als *Sicherer Stopp* bezeichnet. Vor der Integration und Benutzung der Funktion "Sicherer Stopp" in einer Anlage, muss eine gründliche Risikoanalyse der Anlage erfolgen, um zu ermitteln, ob die Funktion "Sicherer Stopp" sowie die Sicherheitsstufen angemessen und ausreichend sind. Er ist für folgende Anforderungen ausgelegt und als dafür geeignet zugelassen:

- Sicherheitskategorie 3 in EN 954-1 (und EN ISO 13849-1)
- Leistungsstufe "d" in EN ISO 13849-1:2008
- SIL 2-Fähigkeit in IEC 61508 und EN 61800-5-2
- SILCL 2 in EN 62061

1) Siehe EN IEC 61800-5-2 für detaillierte Informationen zur Sicherheitsfunktion „Sichere Abschaltung Motormoment“.

2) Siehe EN IEC 60204-1 für detaillierte Informationen zu den Stoppkategorien 0 und 1.

Aktivierung und Deaktivierung des sicheren Stopps

Die Funktion Sicherer Stopp wird durch das Trennen der Spannung an Klemme 37 aktiviert. Durch Anschließen von externen Sicherheitsbausteinen, die wiederum eine sichere Verzögerung bieten, kann in der Installation auch Stoppkategorie 1 erzielt werden. Die Funktion "Sicherer Stopp" des FC 302 kann für Asynchron- und Synchronmotoren verwendet werden. Siehe Beispiele in 3.12.1 *Klemme 37 – Funktion „Sicherer Stopp“*.

HINWEIS

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

Beispiel:

Typencode für FC 301 A1 mit sicherem Stopp:
FC-301PK75T4Z20H4TGXXXXXXA0BXCXXXXD0

! WARNUNG

Nach der Installation der Funktion "Sicherer Stopp" muss wie in Abschnitt *Abnahmeprüfung des Sicheren Stopps* des Projektierungshandbuchs beschrieben eine Inbetriebnahmeprüfung der Anlage durchgeführt werden. Eine bestandene Inbetriebnahmeprüfung ist nach der erstmaligen Installation und nach jeder Änderung an der Sicherheitsinstallation unabdingbar.

Sicherer Stopp – Technische Daten

Die folgenden Werte stehen im Verhältnis zu den unterschiedlichen Typen der Sicherheitsstufen:

Reaktionszeit für T37

- Typische Reaktionszeit: 10 ms

Reaktionszeit = Verzögerung zwischen dem Ausschalten des STO-Eingangs und dem Ausschalten der Brücke des Frequenzumrichterausgangs.

Daten für EN ISO 13849-1

- Leistungsstufe "d"
- $MTTF_d$ (Mean Time To Dangerous Failure): 24816 Jahre
- DC (Diagnostic Coverage): 99 %
- Kategorie 3
- Lebensdauer 20 Jahre

Daten für EN IEC 62061, EN IEC 61508, EN IEC 61800-5-2

- SIL 2-Fähigkeit, SILCL 2
- PFH (Probability of Dangerous failure per Hour) = $7e-10FIT = 7e-19/h$
- SFF (Safe Failure Fraction) > 99 %
- HFT (Hardware Fault Tolerance) = 0 (1oo1-Architektur)
- Lebensdauer 20 Jahre

Daten für EN IEC 61508 geringe Anforderungen

- PFDavg für 1 Jahr Proof-Test: $3,07E-14$
- PFDavg für 3 Jahre Proof-Test: $9,20E-14$
- PFDavg für 5 Jahre Proof-Test: $1,53E-13$

SISTEMA-Daten

Bei Danfoss sind über eine Datenbibliothek Daten zur funktionalen Sicherheit, die in Verbindung mit dem SISTEMA-Berechnungstool vom IFA (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung) verwendet werden können, sowie Daten zur manuellen Berechnung erhältlich. Die Bibliothek wird ständig vervollständigt und erweitert.

Abkürzungen zur funktionalen Sicherheit

Abk.	Ref.	Beschreibung
Kat.	EN 954-1	Kategorie, Stufe "B, 1-4"
FIT		Failure In Time: 1E-9 Stunden
HFT	IEC 61508	Hardware Fault Tolerance: HFT = n bedeutet, dass n+1 Fehler einen Verlust der Sicherheitsfunktion verursachen können
MTTFd	EN ISO 13849 -1	Mean Time To Failure - dangerous. Einheit: Jahre
PFH	IEC 61508	Probability of Dangerous Failures per Hour. Dieser Wert wird berücksichtigt, wenn die Sicherheitsvorrichtung unter hohen Anforderungen (öfter als einmal jährlich) oder im kontinuierlichen Betriebsmodus betrieben wird, bei dem die Häufigkeit der Betriebsanforderungen an ein sicherheitsbezogenes System größer als einmal jährlich ist
PL	EN ISO 13849 -1	Diskrete Stufe zur Bestimmung der Fähigkeit sicherheitsbezogener Teile eines Regelsystems zur Ausführung einer Sicherheitsfunktion unter absehbaren Bedingungen. Stufen a-e
SFF	IEC 61508	Safe Failure Fraction [%] ; Prozentualer Anteil der Sicherheitsfehler und gefährlichen erkannten Fehler an einer Sicherheitsfunktion oder an einem Subsystem, das mit allen Fehlern in Verbindung steht.
SIL	IEC 61508	Safety Integrity Level
STO	EN 61800 -5-2	Safe Torque Off
SS1	EN 61800 -5-2	Sicherer Stopp 1

Tabelle 3.22

Der PFDavg-Wert (Probability of Failure on Demand) Fehlerwahrscheinlichkeit im Falle einer Anforderung der Sicherheitsfunktion.

3.12.1 Klemme 37 – Funktion „Sicherer Stopp“

Der FC 302 und der FC 301 (optional für A1-Gehäuse) sind mit Sicherer-Stopp-Funktion über Steuerklemme 37 verfügbar. Der sichere Stopp deaktiviert die Spannung des Leistungshalbleiters der Ausgangsstufe des Frequenzumrichters, der wiederum die Erzeugung der Spannung verhindert, mit der der Motor sich dreht. Wenn der sichere Stopp (T37) aktiviert wird, gibt der Frequenzumrichter einen Alarm aus, schaltet die Einheit ab und versetzt den Motor in den Freilauf, bis er anhält. Der

Neustart muss manuell erfolgen. Die Sicherer-Stopp-Funktion kann zum Stoppen des Frequenzumrichters in Notfallsituationen verwendet werden. Verwenden Sie dagegen im normalen Betriebsmodus, wenn kein sicherer Stopp erforderlich ist, die reguläre Stoppfunktion des Frequenzumrichters. Wenn der automatische Wiederanlauf verwendet wird, müssen die Anforderungen nach ISO 12100-2, Paragraph 5.3.2.5 erfüllt werden.

Haftungsbedingungen

Der Anwender ist dafür verantwortlich sicherzustellen, dass das Personal, das die Funktion „Sicherer Stopp“ installiert und bedient:

- über die Sicherheitsvorschriften im Hinblick auf Arbeitsschutz und Unfallverhütung in Kenntnis gesetzt wurde
- die allgemeinen und Sicherheitsrichtlinien in der vorliegenden Beschreibung sowie der erweiterten Beschreibung im Projektierungshandbuch versteht
- gute Kenntnisse über die allgemeinen und Sicherheitsnormen der jeweiligen Anwendung besitzt

Ein Anwender ist dabei definiert als: Integrator, Bediener, Wartungspersonal.

Normen

Zur Verwendung des sicheren Stopps an Klemme 37 muss der Anwender alle Sicherheitsbestimmungen in einschlägigen Gesetzen, Vorschriften und Richtlinien erfüllen. Die optionale Funktion „Sicherer Stopp“ erfüllt die folgenden Normen:

EN 954-1: 1996 Kategorie 3

IEC 60204-1: 2005 Kategorie 0 – unkontrollierter Stopp

IEC 61508: 1998 SIL2

IEC 61800-5-2: 2007 – Funktionale Sicherheit (Funktion zur sicheren Abschaltung des Motormoments)

IEC 62061: 2005 SIL CL2

ISO 13849-1: 2006 Kategorie 3 PL d

ISO 14118: 2000 (EN 1037) – Vermeidung von unerwartetem Anlauf

Die Informationen und Anweisungen des Produkthandbuchs reichen zur sicheren und einwandfreien Verwendung der Funktion „Sicherer Stopp“ nicht aus. Es müssen die zugehörigen Informationen und Anweisungen des jeweiligen *Projektierungshandbuchs* befolgt werden.

Schutzmaßnahmen

- Sicherheitstechnische Systeme dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal installiert und in Betrieb genommen werden.
- Die Einheit muss in einem IP54-Gehäuse oder einer entsprechenden Umgebung installiert werden. In speziellen Anwendungen ist möglicherweise ein höherer IP-Schutzgrad erforderlich.
- Das Kabel zwischen Klemme 37 und der externen Sicherheitsvorrichtung muss gemäß ISO 13849-2 Tabelle D.4 gegen Kurzschluss geschützt werden.
- Falls externe Kräfte auf die Motorachse wirken (z. B. hängende Lasten), sind zur Vermeidung von Gefahren zusätzliche Maßnahmen (z. B. eine sichere Haltebremse) erforderlich.

Installation und Einrichtung Sicherer Stopp

⚠️ WARNUNG

SICHERER-STOPP-FUNKTION!

Die Sicherer-Stopp-Funktion isoliert den Frequenzumrichter oder weitere Schaltungen NICHT gegen die Netzspannung. Führen Sie Arbeiten an stromführenden Teilen des Frequenzumrichters oder des Motors erst nach Isolierung der Netzspannungsversorgung und Abwarten der unter „Sicherheit“ in diesem Handbuch angegebenen Dauer durch. Wird die Einheit nicht gegen die Netzspannungsversorgung isoliert und die vorgegebene Wartezeit nicht beachtet, kann dies zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

- Es wird nicht empfohlen, den Frequenzumrichter anhand der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ zu stoppen. Wenn ein laufender Frequenzumrichter durch diese Funktion gestoppt wird, wird die Einheit durch Freilauf abgeschaltet und angehalten. Ist dies nicht möglich (weil es z. B. Gefahr verursacht), müssen der Frequenzumrichter und die Ausrüstung vor dem Gebrauch dieser Funktion mithilfe des passenden Stoppmodus angehalten werden. Je nach Anwendung kann eine mechanische Bremse erforderlich sein.
- Bei einem Ausfall mehrerer IGBT-Leistungshalbleiter bei Frequenzumrichtern für Synchron- und Permanentmagnet-Motoren: Trotz Aktivierung der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ kann das Frequenzumrichtersystem ein Abgleichdrehmoment erzeugen, das die Motorwelle um maximal $180/p$ Grad dreht. p steht für die Polpaarzahl.
- Diese Funktion ist zur Durchführung mechanischer Arbeiten am Frequenzumrichtersystem oder nur am betroffenen Bereich einer Maschine geeignet.

Dadurch entsteht keine elektrische Sicherheit. Diese Funktion darf nicht als Steuerung zum Starten und/oder Stoppen des Frequenzumrichters verwendet werden.

Zur sicheren Installation des Frequenzumrichters müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Entfernen Sie die Drahtbrücke zwischen den Steuerklemmen 37 und 12 oder 13. Ein Durchschneiden oder Brechen der Drahtbrücke reicht zur Vermeidung von Kurzschlüssen nicht aus. (Siehe Drahtbrücke in *Abbildung 3.39*.)
2. Schließen Sie ein externes Sicherheitsüberwachungsrelais über eine stromlos geöffnete Sicherheitsfunktion an Klemme 37 (Sicherer Stopp) und entweder Klemme 12 oder 13 (24 V DC) an (hierbei muss die Anleitung der Sicherheitsvorrichtung genau beachtet werden). Das Sicherheitsrelais muss Kategorie 3 (EN 954-1) / PL „d“ (ISO 13849-1) oder SIL 2 (EN 62061) erfüllen.

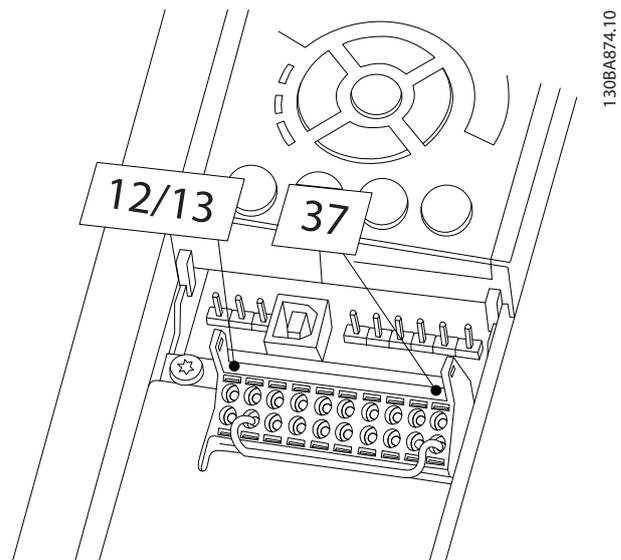


Abbildung 3.39 Jumper zwischen Klemme 12/13 (24 V) und 37

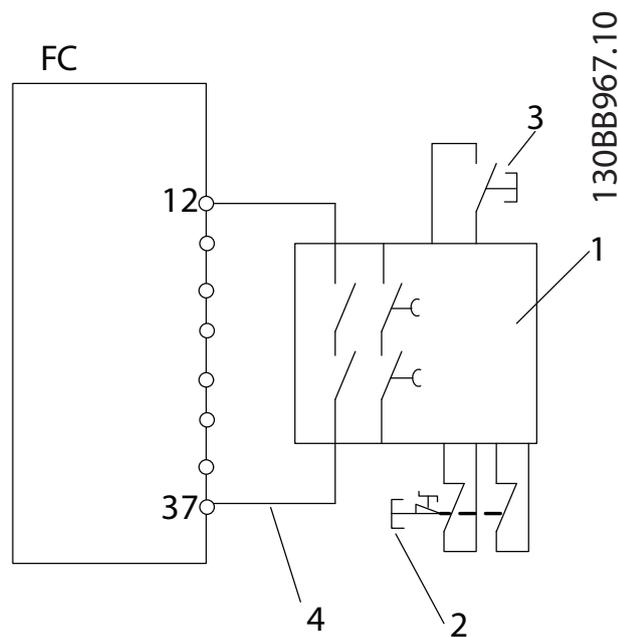


Abbildung 3.40 Installation zum Erreichen einer Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) mit Sicherheitskat. 3 (EN 954-1) / PL „d“ (ISO 13849-1) oder SIL 2 (EN 62061).

1	Sicherheitsrelais (Kat. 3, PL d oder SIL2)
2	Not-Aus-Taster
3	Reset-Taste
4	Gegen Kurzschluss geschütztes Kabel (wenn nicht im IP54-Installationsgehäuse)

Tabelle 3.23

Inbetriebnahmetest sicherer Stopp

Führen Sie nach der Installation und vor erstmaligem Betrieb eine Inbetriebnahmeprüfung der Anlage oder der Anwendung, die vom sicheren Stopp Gebrauch macht, durch. Wiederholen Sie diese Prüfung nach jeder Änderung der Anlage oder Anwendung.

Beispiel mit STO

Ein Sicherheitsrelais bewertet die Signale des Not-Aus-Tasters und löst eine STO-Funktion am Frequenzumrichter aus, wenn der Not-Aus-Taster aktiviert wird (siehe *Abbildung 3.41*). Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem Stopp der Kategorie 0 (unkontrollierter Stopp) gemäß IEC 60204-1. Wenn die Funktion im Betrieb ausgelöst wird, läuft der Motor unkontrolliert aus. Der Motor wird sicher von der Versorgung getrennt, sodass keine weitere Bewegung möglich ist. Die Anlage muss bei einem Stillstand nicht überwacht werden. Wenn die Einwirkung einer externen Kraft vorherzusehen ist, müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, die jede potentielle Bewegung sicher vermeiden (z. B. mechanische Bremsen).

HINWEIS

Für alle Anwendungen mit Sicherem Stopp ist es wichtig, dass ein Kurzschluss in der Verkabelung zu T37 ausgeschlossen werden kann. Dies kann durch die Verwendung geschützter Kabel (abgeschirmt oder getrennt) erfolgen, wie in EN ISO 13849-2 D4 erläutert.

Beispiel mit SS1

SS1 entspricht einem kontrollierten Stopp der Kategorie 1 gemäß IEC 60204-1 (siehe *Abbildung 3.42*). Bei Aktivierung der Sicherheitsfunktion erfolgt ein normaler kontrollierter Stopp. Dieser kann durch Klemme 27 aktiviert werden. Nach Verstreichen der sicheren Verzögerungsdauer auf einem externen Sicherheitsmodul wird STO ausgelöst und Klemme 37 wird niedrig eingestellt. Rampe ab wird so durchgeführt, wie im Frequenzumrichter konfiguriert. Wenn der Frequenzumrichter nach der sicheren Verzögerungsdauer nicht angehalten wird, versetzt die Aktivierung von STO den Frequenzumrichter in einen Freilauf.

HINWEIS

Bei Verwendung der SS1-Funktion wird die Bremsrampe des Frequenzumrichters nicht bezüglich Sicherheit überwacht.

Beispiel mit Anwendung Kategorie 4/PL e

Wenn es die Auslegung des Sicherheitsregelungssystems erfordert, dass die STO-Funktion Kategorie 4 / PL e erreicht, kann ein Kanal durch Sicherer Stopp T37 (STO) implementiert werden und der andere durch ein Schütz, das entweder im Eingangs- oder im Ausgangskreis des Frequenzumrichters angeschlossen und vom Sicherheitsrelais geregelt werden kann (siehe *Abbildung 3.43*). Das Schütz muss durch einen geführten Hilfskontakt überwacht und an den Reset-Eingang des Sicherheitsrelais angeschlossen werden.

Parallelschaltung des Sicherer Stopp-Eingangs über ein Sicherheitsrelais

Sicherer Stopp-Eingänge T37 (STO) können direkt zusammengeschlossen werden, wenn mehrere Frequenzumrichter über dieselbe Steuerleitung über ein einziges Sicherheitsrelais geregelt werden sollen (siehe *Abbildung 3.44*). Durch den Zusammenschluss von Eingängen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers in der unsicheren Richtung, da ein Fehler in einem Frequenzumrichter zu einer Aktivierung aller Frequenzumrichter führen kann. Die Wahrscheinlichkeit eines T37-Fehlers ist so gering, dass die daraus resultierende Wahrscheinlichkeit dennoch die SIL2-Anforderungen erfüllt.

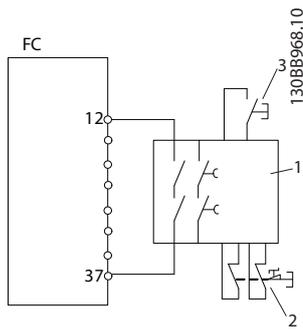


Abbildung 3.41 Beispiel STO

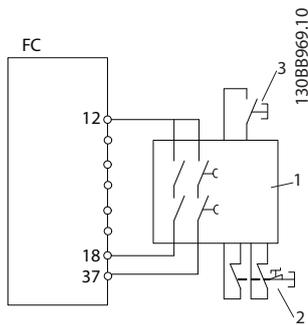


Abbildung 3.42 Beispiel SS1

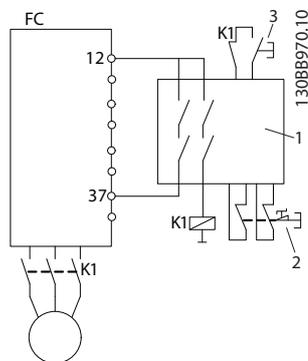


Abbildung 3.43 Beispiel STO Kategorie 4

1	Sicherheitsrelais
2	Not-Aus-Taster
3	Reset-Taste

Tabelle 3.24

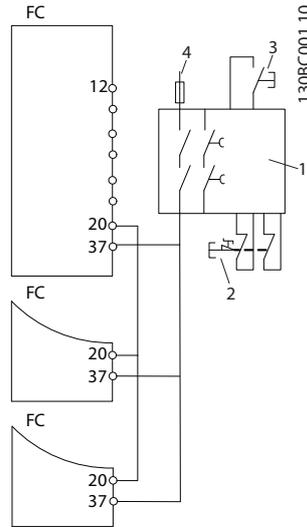


Abbildung 3.44 Beispiel Parallelschaltung mehrerer Frequenzumrichter

1	Sicherheitsrelais
2	Not-Aus-Taster
3	Reset-Taste
4	24 V DC

Tabelle 3.25

⚠️ WARNUNG

Die Aktivierung des Sicherer Stopps (d. h. die Trennung von Klemme 37 von der 24-V-Gleichspannungsversorgung) führt nicht zu elektrischer Sicherheit. Die Sicherer Stopp-Funktion selbst reicht deshalb nicht zur Implementierung der Not Aus-Funktion aus, wie in EN 60204-1 vorgegeben. Not Aus erfordert Maßnahmen zur elektrischen Isolierung, z. B. durch Netzabschaltung über ein zusätzliches Schütz.

1. Aktivieren Sie die Sicherer Stopp-Funktion durch Trennen der 24-V-DC-Versorgungsspannung von Klemme 37.
2. Nach Aktivierung des Sicherer Stopps (d. h. nach der Antwortzeit) wird der Frequenzumrichter in den Freilauf versetzt (erzeugt also kein Drehfeld im Motor mehr). Die Antwortzeit ist normalerweise im gesamten Leistungsbereich des FC 302 kürzer als 10 ms.

Der Frequenzumrichter kann die Erzeugung eines Drehfelds durch einen internen Fehler nicht neu starten (gemäß Kat. 3 of EN 954-1, PL d gem. EN ISO 13849-1 und SIL 2 gem. EN 62061). Nach Aktivierung des Sicherer Stopps zeigt das Display des FC 302 den Text "Sicherer Stopp aktiviert" an. Der dazugehörige Text lautet: "Sicherer Stopp wurde aktiviert." Das heißt, dass der Sichere Stopp aktiviert wurde, oder dass der Normalbetrieb nach der

Aktivierung des Sicheren Stopps noch nicht wiederaufgenommen wurde.

HINWEIS

Die Anforderungen von Kat. 3 (EN 954-1)/PL "d" (ISO 13849-1) werden nur erfüllt, wenn die 24-V-DC-Versorgung von Klemme 37 durch eine Sicherheitsvorrichtung, die ihrerseits Kat. 3 (EN 954-1) / PL "d" (ISO 13849-1) erfüllt, getrennt oder niedrig bleibt. Wenn externe Kräfte auf einen Motor ausgeübt werden, z. B. bei einer vertikalen Achse (schwebende Lasten), und eine unerwünschte Bewegung (z. B. durch Schwerkraft) Gefahr hervorrufen können, darf der Motor nicht ohne zusätzliche Fallschutzmaßnahmen betrieben werden. In diesem Fall müssen z. B. zusätzliche mechanische Bremsen montiert werden.

Damit der Betrieb nach der Aktivierung des Sicheren Stopps wiederaufgenommen werden kann, muss zunächst wieder die 24-V-Gleichspannung an Klemme 37 angelegt werden (der Text "Sicherer Stopp aktiviert" wird weiterhin angezeigt), dann muss ein Reset-Signal erzeugt werden (über Bus, digitalen I/O oder [Reset]-Taste am Wechselrichter).

Standardmäßig sind die Sicherer Stopp-Funktionen auf den Schutz vor unerwartetem Wiederanlauf eingestellt. Das heißt, damit der sichere Stopp beendet und der Normalbetrieb wiederaufgenommen wird, müssen zuerst die 24 V DC wieder an Klemme 37 angelegt werden. Folglich muss ein Reset-Signal ausgegeben werden (über Bus, digitalen I/O oder [Reset]-Taste).

Die Sicherer Stopp-Funktion kann durch Einstellung von *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* von der Werkseinstellung [1] auf Wert [3] für automatischen Wiederanlauf eingestellt werden. Ist eine MCB112-Option an den Frequenzumrichter angeschlossen, wird der automatische Wiederanlauf über die Werte [7] und [8] eingestellt.

Automatischer Wiederanlauf heißt, dass der Sichere Stopp beendet und der Normalbetrieb wiederaufgenommen wird, sobald die 24 V DC an Klemme 37 angelegt werden. Ein Reset-Signal ist nicht erforderlich.

! WARNUNG

Ein automatischer Wiederanlauf ist nur in zwei Situationen erlaubt:

1. **Der Schutz vor unerwartetem Anlauf wird über andere Teile der Sicherer Stopp-Installation implementiert.**
2. **Ein Aufenthalt in der Gefahrenzone kann mechanisch ausgeschlossen werden, wenn die Sicherer Stopp-Funktion nicht aktiviert ist. Insbesondere muss Paragraph 5.3.2.5 von ISO 12100-2 2003 beachtet werden.**

3.12.2 Installation einer externen Sicherheitsvorrichtung in Kombination mit MCB 112

Ist das für explosionsgefährdete Bereiche zertifizierte Thermistormodul MCB 112 angeschlossen, das Klemme 37 als sicherheitsbezogenen Abschaltkanal verwendet, muss der Ausgang X44/12 von MCB 112 über logisches UND mit dem sicherheitsbezogenen Sensor (wie ein Not-Aus-Taster, Schutzeinrichtungsschalter usw.) verknüpft werden, der die Funktion "Sicherer Stopp" aktiviert. Dies bedeutet, dass der Ausgang zu Klemme 37 für sicheren Stopp nur HOCH ist (24 V), wenn sowohl das Signal von Ausgang X44/12 des MCB 112 als auch das Signal vom sicherheitsbezogenen Sensor HOCH sind. Wenn eines der beiden Signale NIEDRIG ist, muss der Ausgang zu Klemme 37 ebenfalls NIEDRIG sein. Die Sicherheitsvorrichtung dieser UND-Logik muss IEC 61508, SIL 2 erfüllen. Der Anschluss vom Ausgang zur sicheren UND-Logik der Klemme 37 für sicheren Stopp muss vor Kurzschlüssen geschützt sein. Siehe *Abbildung 3.45*.

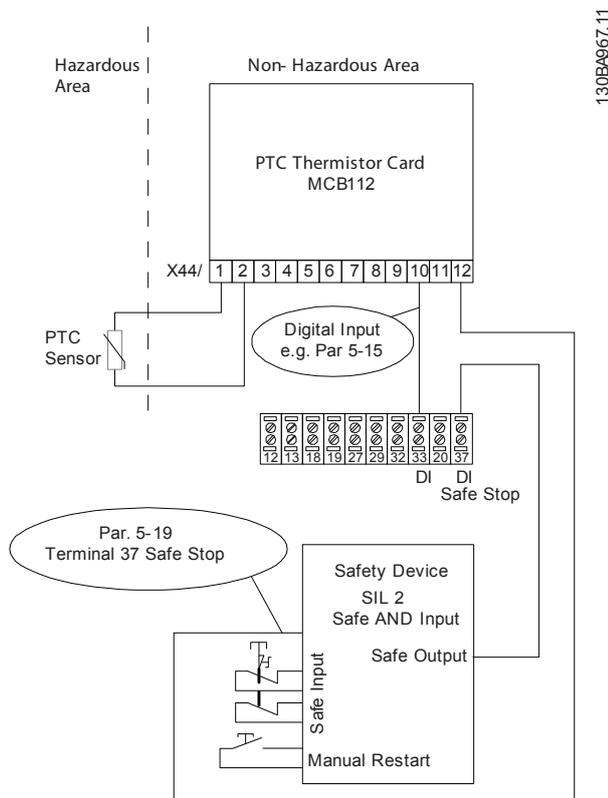


Abbildung 3.45 Abbildung der wesentlichen Aspekte bei der Installation einer Kombination für eine Anwendung der Funktion "Sicherer Stopp" und eine MCB 112-Anwendung. Die Abbildung zeigt einen Wiederanlauf-Eingang für die externe Sicherheitsvorrichtung. Dies bedeutet, dass 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp in dieser Installation ggf. auf Wert [7] oder [8] eingestellt ist. Siehe MCB 112-Betriebsanweisungen, MG.33.VX.YY für detaillierte Informationen.

Parametereinstellungen für externe Sicherheitsvorrichtung in Kombination mit MCB112

Ist MCB 112 angeschlossen, sind zusätzliche Einstellungen ([4] – [9]) für Par. 5-19 möglich (Klemme 37 für sicheren Stopp). Die Einstellungen [1]* und [3] sind weiterhin verfügbar, werden jedoch nicht verwendet, da diese für Installationen ohne MCB 112 oder für externe Sicherheitsvorrichtungen bestimmt sind. Werden [1]* oder [3] unbeabsichtigt gewählt und wird MCB 112 ausgelöst, reagiert der Frequenzumrichter mit dem Alarm "Gefährlicher Fehler [A72]" und stoppt den Frequenzumrichter sicher ohne automatischen Wiederanlauf. Die Einstellungen [4] und [5] werden nicht ausgewählt, wenn eine externe Sicherheitsvorrichtung verwendet wird. Diese Einstellungen sollten ausschließlich ausgewählt werden, wenn MCB 112 den sicheren Stopp verwendet. Werden [4] oder [5] unbeabsichtigt gewählt und löst die externe Sicherheitsvorrichtung die Funktion "Sicherer Stopp" aus, reagiert der Frequenzumrichter mit einem Alarm "Gefährlicher Fehler [A72]" und stoppt den Frequenzumrichter sicher ohne automatischen Wiederanlauf.

Die Einstellungen [6] bis [9] müssen für die Kombination der externen Sicherheitsvorrichtung und MCB 112 gewählt werden.

HINWEIS

Beachten Sie, dass die Einstellungen [7] und [8] für einen automatischen Wiederanlauf öffnen, wenn die externe Sicherheitsvorrichtung erneut deaktiviert wird.

Dies ist nur in folgenden Fällen zulässig:

1. Der Schutz vor unerwartetem Anlauf wird über andere Teile der Installation des sicheren Stopps implementiert.
2. Ein Aufenthalt in der Gefahrenzone kann mechanisch ausgeschlossen werden, wenn die Funktion "Sicherer Stopp" nicht aktiviert ist. Insbesondere Abschnitt 5.3.2.5 der Norm ISO 12100-2 2003 muss berücksichtigt werden.

Siehe 10.6 PTC-Thermistorkarte und Produkthandbuch des MCB 112 für weitere Informationen.

3.12.3 Inbetriebnahmeprüfung des sicheren Stopps

Führen Sie nach der Installation und vor dem erstmaligen Betrieb eine Inbetriebnahmeprüfung der Anlage oder der Anwendung mit FC 300 sicherem Stopp durch. Wiederholen Sie diese Prüfung zudem nach jeder Änderung der Anlage oder Anwendung, zu der die Funktion "Sicherer Stopp" des FC 300 gehört.

HINWEIS

Eine bestandene Inbetriebnahmeprüfung ist nach der erstmaligen Installation und nach jeder Änderung an der Sicherheitsinstallation unabdingbar.

Die Inbetriebnahmeprüfung (wählen Sie je nach Eignung Fall 1 oder 2 aus):

Fall 1: Schutz vor Wiederanlauf bei sicherem Stopp erforderlich (d. h. Sicherer Stopp nur, wenn 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp auf die Werkseinstellung [1] eingestellt ist, oder kombinierter Sicherer Stopp und MCB112, wenn 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp auf [6] oder [9] eingestellt ist):

- 1.1 Entfernen Sie die 24-V-Gleichspannung an Klemme 37 über die Trennvorrichtung, während der Motor vom FC 302 angetrieben wird (d. h. Netzversorgung wird nicht unterbrochen). Der Prüfungsschritt 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.

1.2 Aktivieren Sie ein Reset-Signal (über Bus, digitale Steuerklemmen oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Sicheren Stopp verbleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) aktiviert bleibt.

1.3 Legen Sie die 24-V-Gleichspannung wieder an Klemme 37 an. Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Freilauf verbleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) aktiviert bleibt.

1.4 Aktivieren Sie ein Reset-Signal (über Bus, digitale Steuerklemmen oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor wieder anläuft.

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

Fall 2: Automatischer Wiederanlauf nach sicherem Stopp ist erwünscht und zulässig (d. h. nur Sicherer Stopp, wenn 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp auf [3] eingestellt ist, oder kombinierter Sicherer Stopp und MCB 112, wenn 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp auf [7] oder [8] eingestellt ist:

2.1 Trennen Sie die 24-V-Gleichspannungsversorgung an Klemme 37 über die Trennvorrichtung, während der Motor vom FC 302 angetrieben wird (d. h. Netzversorgung wird nicht getrennt). 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 [W68]" angezeigt wird.

2.2 Legen Sie die 24-V-Gleichspannung wieder an Klemme 37 an.

Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor wieder anläuft. Die Inbetriebnahmeprüfung ist bestanden, wenn die zwei Prüfungsschritte 2.1 und 2.2 erfolgreich absolviert wurden.

HINWEIS

Siehe Warnung zum Wiederanlauf unter 3.12.1 Klemme 37 – Funktion „Sicherer Stopp“

HINWEIS

Die Funktion "Sicherer Stopp" des FC 302 kann für Asynchron-, Synchron- und Permanentmagnet-Motoren verwendet werden. Es könnten zwei Fehler im Leistungshalbleiter des Frequenzumrichters auftreten. Bei Verwendung von Synchron- oder Permanentmagnet-Motoren kann dies zu einer Restdrehung führen. Die Drehung kann mit $\text{Winkel} = 360 / (\text{Polzahl})$ berechnet werden. Bei Anwendungen, in denen Synchronmotoren eingesetzt werden, muss dies berücksichtigt und sichergestellt werden, dass dies kein sicherheitskritisches Problem darstellt. Dies trifft nicht auf Asynchronmotoren zu.

3.13 Zertifikate

3



Abbildung 3.46

**Danfoss Drives A/S**Ulsnæs 1
DK-6300 Graasten Denmark
Reg.No.: 233981Telephone: +45 7488 2222
Telefax: +45 7465 2580E-mail: led@Danfoss.com
Homepage: www.danfoss.com

13088837.10

3

Your ref.

Our ref.
501G1225en01Date
2009-05-26Direct dialling
+45 7488 4615

MANUFACTURE'S DECLARATION

Danfoss Drives A/S
DK-6300 Graasten Denmark

declares on our responsibility that below products including all available power and control options:

VLT® HVAC Drive series FC-102 (FC-102P1K1T2 - FC-102P45KT2)
VLT® HVAC Drive series FC-102 (FC-102P1K1T4 - FC-102P450T4)
VLT® HVAC Drive series FC-102 (FC-102P1K1T6 - FC-102P90KT6)
VLT® HVAC Drive series FC-102 (FC-102P75KT6 - FC-102P500T6)
VLT® AQUA Drive series FC-202 (FC-202PK25T2 - FC-202P45KT2)
VLT® AQUA Drive series FC-202 (FC-202PK37T4 - FC-202P1M0T4)
VLT® AQUA Drive series FC-202 (FC-202PK75T6 - FC-202P90KT6)
VLT® AQUA Drive series FC-202 (FC-202P45KT7 - FC-202P1M2T7)
VLT® AutomationDrive series FC-301 (FC-301PK25T2 - FC-301P37KT2)
VLT® AutomationDrive series FC-301 (FC-301PK37T4 - FC-301P75KT4)
VLT® AutomationDrive series FC-302 (FC-302PK25T2 - FC-302P37KT2)
VLT® AutomationDrive series FC-302 (FC-302PK37T5 - FC-302P800T5)
VLT® AutomationDrive series FC-302 (FC-302PK75T6 - FC-302P75KT6)
VLT® AutomationDrive series FC-302 (FC-302P37KT7 - FC-302P1M0T7)

covered by this certificate are short circuit protected and meets the requirements in IEC61800-5-1 2nd edition clause 5.2.3.6.3, if the product is used and installed according to our instructions. The short circuit protection will operate within 20µs in case of a full short circuit from motor output terminal to protective earth.

Issued by:



Lars Erik Donau
Quality Systems Manager

4 FC 300 auswählen

4.1 Elektrische Daten – 200-240 V

4

Netzversorgung 3 x 200 – 240 V AC										
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	
Schutzart IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3	
Schutzart IP 20 (nur FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	
Schutzart IP55, 66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/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 (3 x 200-240 V) [A]	2,9	3,8	5,6	7,4	10,6	12,0	17,0	20,0	26,7	
Dauerleistung kVA (208 V AC) [kVA]	0,65	0,86	1,26	1,66	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00	
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 (3 x 200-240 V) [A]	2,6	3,5	5,1	6,6	9,4	10,9	15,2	18,1	24,0	
Zusätzliche technische Daten										
IP20, 21 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm ² (AWG)] ²⁾	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2(24))									
IP55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm ² (AWG)]	4,4,4 (12,12,12)									
Max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ mit Trennschalter	6,4,4 (10,12,12)									
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	21	29	42	54	63	82	116	155	185	
Gewicht, Schutzart 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 nur als hohe Überlast 160 % verfügbar.

Tabelle 4.1

Netzversorgung 3 x 200-240 V AC								
FC 301/FC 302		P5K5		P7K5		P11K		
Hohe / normale Last ¹⁾		HO	NO	HO	NO	HO	NO	
	Typische Wellenleistung [kW]	5,5	7,5	7,5	11	11	15	
	Gehäuse IP20	B3		B3		B4		
	Schutzart IP21	B1		B1		B2		
	Schutzart 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	
	Dauerleistung 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	
Zusätzliche technische Daten								
	IP21 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Bremse, Zwischenkreiskopplung) [mm ² (AWG)] ²⁾	16,10, 16 (6,8,6)		16,10, 16 (6,8,6)		35,-,- (2,-,-)		
	IP21 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Motor) [mm ² (AWG)] ²⁾	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,25,25 (2,4,4)		
	IP20 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Bremse, Motor und Zwischenkreiskopplung)	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,-,- (2,-,-)		
	Max. Kabelquerschnitt mit Trennschalter [mm ² (AWG)] ²⁾	16,10,10 (6,8,8)						
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	239	310	371	514	463	602	
	Gewicht, Schutzart IP21, IP55, 66 [kg]	23		23		27		
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,964		0,959		0,964		

Tabelle 4.2

Netzversorgung 3 x 200-240 V AC											
FC 301/FC 302		P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
Hohe / normale Last ¹⁾		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
Schutzart IP20		B4		C3		C3		C4		C4	
Schutzart IP21		C1		C1		C1		C1		C1	
Schutzart 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
Dauerleistung 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
Zusätzliche technische Daten											
IP20 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Bremse, Motor und Zwischenkreis-kopplung)		35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Motor) [mm ² (AWG)] ²⁾		50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Bremse, Zwischenkreis-kopplung) [mm ² (AWG)] ²⁾		50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Max. Kabelquerschnitt mit Netztrennschalter [mm ² (AWG)] ²⁾		50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾		624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Gewicht, Gehäuse IP21, 55/66 [kg]		45		45		45		65		65	
Wirkungsgrad ⁴⁾		0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabelle 4.3

Nennwerte der Sicherung siehe 8.3.1 Sicherungen

1) Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, Normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s

2) American Wire Gauge.

3) Gemessen mit abgeschirmten 5-m-Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.

4) Die typische Verlustleistung gilt für Nennlastbedingungen und sollte innerhalb von +/-15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf variierende Spannungs- und Kabelbedingungen).

Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkgrad2/Wirkgrad3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zum Leistungsverlust im Frequenzrichter bei und umgekehrt.

Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen.

Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind enthalten. Weitere Optionen und Verbraucherlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen. (Typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich für eine vollständig geladene Steuerkarte oder jeweils Option A oder B).

Obwohl die Messungen mit aktuellsten Geräten vorgenommen werden, muss eine gewisse Messungenauigkeit toleriert werden (+/-5 %).

5) Die drei Werte für den max. Kabelquerschnitt gelten für einadrige Kabel, flexible Kabel und flexible Kabel mit Aderendhülse.

4.2 Elektrische Daten - 380-500 V

Netzversorgung 3 x 380-500 V AC (FC 302), 3 x 380-480 V AC (FC 301)										
	PK 37	PK 55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
FC 301/FC 302										
Typische Wellenleistung [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Schutzart IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Schutzart IP20 (nur FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1					
Schutzart IP55, 66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Ausgangsstrom										
Hohe Überlast 160 % für 1 Min.										
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 (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 (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. 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 (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 (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
Zusätzliche technische Daten										
IP20, 21 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm ² (AWG)] ²⁾	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2(24))									
IP55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm ² (AWG)]	4,4,4 (12,12,12)									
Max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ mit Trennschalter	6,4,4 (10,12,12)									
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Gewicht, Schutzart IP20	4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
Schutzart 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 nur als hohe Überlast 160 % verfügbar.

Tabelle 4.4

Netzversorgung 3 x 380-500V AC (FC 302), 3 x 380-480 V AC (FC 301)									
FC 301/FC 302		P11K		P15K		P18K		P22K	
Hohe/Normale Last1)		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]		11	15	15	18,5	18,5	22,0	22,0	30,0
Schutzart IP20		B3		B3		B4		B4	
Schutzart IP21		B1		B1		B2		B2	
Schutzart 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
Zusätzliche technische Daten									
IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Bremse, Zwischenkreis Kopplung) [mm ² (AWG)] ²⁾		16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Motor) [mm ² (AWG)] ²⁾		10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
IP20 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Bremse, Motor und Zwischenkreis Kopplung)		10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Max. Kabelquerschnitt mit Trennschalter [mm ² (AWG)] ²⁾		16, 10, 10 (6, 8, 8)							
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾		291	392	379	465	444	525	547	739
Gewicht, Schutzart IP20 [kg]		12		12		23,5		23,5	
Gewicht, Schutzart IP21, IP55, 66 [kg]		23		23		27		27	
Wirkungsgrad ⁴⁾		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabelle 4.5

Netzversorgung 3 x 380-500V AC (FC 302), 3 x 380-480 V AC (FC 301)											
FC 301/FC 302		P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Hohe/Normale Last1)		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]	Typische Wellenleistung [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
	Schutzart IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
	Schutzart IP21	C1		C1		C1		C2		C2	
	Schutzart IP55, 66	C1		C1		C1		C2		C2	
Ausgangsstrom											
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	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]	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
Zusätzliche technische Daten											
IP20 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz und Motor)	IP20 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz und Motor)	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
	IP20 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Bremsen und Zwischenkreiskopplung)	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
	IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Motor) [mm ² (AWG)] ²⁾	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300MCM)		150 (300MCM)	
	IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Bremse, Zwischenkreiskopplung) [mm ² (AWG)] ²⁾	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
	Max. Kabelquerschnitt mit Netztrennschalter [mm ² (AWG)] ²⁾			50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350MCM, 300MCM, 4/0)	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
	Gewicht, Schutzart IP21, IP55, 66 [kg]	45		45		45		65		65	
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99		

Tabelle 4.6

Nennwerte der Sicherung siehe 8.3.1 Sicherungen

1) Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, Normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s

2) American Wire Gauge.

3) Gemessen mit 5 m langen abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.

4) Die typische Verlustleistung gilt für Nennlastbedingungen und sollte innerhalb von +/-15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf variierende Spannungs- und Kabelbedingungen).

Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkgrad2/Wirkgrad3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen auch zur Verlustleistung des Frequenzumrichters bei und umgekehrt.

Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen.

Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind enthalten. Weitere Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen. (Obwohl dies typischerweise nur zusätzliche 4 W bei einer vollbelasteten Steuerkarte oder bei Optionsmodulen für Steckplatz A bzw. Steckplatz B.)

Obwohl Messungen mit Geräten nach dem neuesten Stand der Technik erfolgen, müssen geringe Messungenauigkeiten berücksichtigt werden (+/-5 %).

5) Die drei Werte für den max. Kabelquerschnitt gelten für einadrige Kabel, flexible Kabel und flexible Kabel mit Aderendhülse.

4

Netzversorgung 3 x 380 - 500 V AC												
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 [HP]	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 kVa (bei 460 V) [kVa]	127	151	151	191	191	241	241	288	288	353	
	Dauerleistung kVa (bei 500 V) [kVa]	139	165	165	208	208	262	262	313	313	384	
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, Netzmotor, Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG ²)]	2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 150 (2 x 300 MCM)		2 x 150 (2 x 300 MCM)		2 x 150 (2 x 300 MCM)		
	Max. externe Netzsicherungen [A] ¹	300		350		400		500		630		
	Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] ⁴⁾	2369	2907	2634	3357	3117	3914	3640	4812	4288	5517	
	Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W]	2162	2599	2350	3078	2886	3781	3629	4535	3624	5025	
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	96		104		125		136		151		
	Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	82		91		112		123		138		
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98										
	Ausgangsfrequenz	0 – 800 Hz										
	Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	90 °C		110 °C		110 °C		110 °C		110 °C		
	Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C										

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment 60 s lang, Normale Überlast = 110 % Drehmoment 60 s lang.

Tabelle 4.7

Netzversorgung 3 x 380 - 500 V AC										
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 [HP]	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 kVa (bei 460 V) [kVa]	353	430	430	470	470	540	540	582	
	Dauerleistung kVa (bei 500 V) [kVa]	384	468	468	511	511	587	587	632	
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 Zwischenkreis-kopplung [mm ² (AWG ²)]	4x240 (4x500 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 Netzsicherungen [A] ¹	700		900		900		900		
	Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] ⁴⁾	5059	6705	6794	7532	7498	8677	7976	9473	
	Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W]	4822	6082	6345	6953	6944	8089	8085	7814	
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	263		270		272		313		
	Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	221		234		236		277		
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98								
	Ausgangsfrequenz	0-600 Hz								
	Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	110 °C								
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C									

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment 60 s lang, Normale Überlast = 110 % Drehmoment 60 s lang.

Tabelle 4.8

Netzversorgung 3 x 380 - 500 V AC													
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 [HP]		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 kVa (bei 460 V) [kVa]		582	621	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
Dauerleistung kVa (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 (AWG ²)]		8x150 (8x300 MCM)						12x150 (12x300 MCM)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F1/F2 [mm ² (AWG ²)]		8x240 (8x500 MCM)											
Max. Kabelquerschnitt, Netz F3/F4 [mm ² (AWG ²)]		8x456 (8x900 MCM)											
Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreis- kopplung [mm ² (AWG ²)]		4x120 (4x250 MCM)											
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]		4x185 (4x350 MCM)						6x185 (6x350 MCM)					
Max. externe Netzsi- cherungen [A] ¹		1600				2000				2500			
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] ⁴⁾		9031	10162	10146	11822	10649	12512	12490	14674	14244	17293	15466	19278
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W]		8212	8876	8860	10424	9414	11595	11581	13213	13005	16229	14556	16624
F3/F4 max. addierte Verluste A1 EMV, CB oder Trennung und Schutz F3/F4		893	963	951	1054	978	1093	1092	1230	2067	2280	2236	2541
Max. Schaltschrankoptio- nsverluste		400											
Gewicht, Gehäuse IP21, IP 54 [kg]		1004/ 1299		1004/ 1299		1004/ 1299		1004/ 1299		1246/ 1541		1246/ 1541	
Gewicht Gleichrich- termodul [kg]		102		102		102		102		136		136	
Gewicht Wechselrich- termodul [kg]		102		102		102		136		102		102	
Wirkungsgrad ⁴⁾		0,98											
Ausgangsfrequenz		0 – 600 Hz											
Kühlkör. Übertemp. Abschaltung		95 °C											
Abschaltung Umgebung Leistungskarte		75 °C											

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment 60 s lang, Normale Überlast = 110 % Drehmoment 60 s lang.

Tabelle 4.9

Netzversorgung 6 x 380 – 500 V AC, 12-Puls								
FC 302	P250		P315		P355		P400	
	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 [HP]	350	450	450	500	500	600	550	600
Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530
Gehäuse IP21	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
Gehäuse IP54	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
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
Dauerbetrieb kVa (bei 400 V) [kVa]	333	416	416	456	456	516	482	554
Dauerbetrieb kVa (bei 460 V) [kVa]	353	430	430	470	470	540	540	582
Dauerbetrieb kVa (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. Leitungsgröße, Netz [mm ² (AWG ²)]	4x90 (3/0)		4x90 (3/0)		4x240 (500 MCM)		4x240 (500 MCM)	
Max. Leitungsgröße, Motor [mm ² (AWG ²)]	4x240 (4x500 MCM)							
Max. Leitungsgröße, 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 Netzsicherungen [A] 1	700							
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] ⁴⁾	5164	6790	6960	7701	7691	8879	8178	9670
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W]	4822	6082	6345	6953	6944	8089	8085	8803
Gewicht, Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	440/656							
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98							
Ausgangsfrequenz	0 – 600 Hz							
Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	95 °C							
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C							

* Hohe Überlast = 160 % Moment für 60 s, Normale Überlast = 110 % Moment für 60 s.

Tabelle 4.10

Netzversorgung 6 x 380 – 500 V AC, 12-Puls												
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 [HP]	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	F10/F11		F10/F11		F10/F11		F10/F11		F12/F13		F12/F13	
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
Dauerbetrieb kVa (bei 400 V) [kVa]	554	610	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192
Dauerbetrieb kVa (bei 460 V) [kVa]	582	621	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
Dauerbetrieb kVa (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 (AWG ²)]	8x150 (8x300 MCM)						12x150 (12x300 MCM)					
Max. Leitungsgröße, Netz [mm ² (AWG ²)]	6x120 (6x250 MCM)						6x120 (6x250 MCM)					
Max. Leitungsgröße, Bremse [mm ² (AWG ²)]	4x185 (4x350 MCM)						6x185 (6x350 MCM)					
Max. externe Netzsicherungen [A] 1	900						1500					
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] ⁴⁾	9492	10647	10631	12338	11263	13201	13172	15436	14967	18084	16392	20358
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W]	8730	9414	9398	11006	10063	12353	12332	14041	13819	17137	15577	17752
F9/F11/F13 max. addierte Verluste A1 EMV, CB oder Trennung und Schütz F9/F11/F13	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230	2067	2280	2236	2541
Max. Verluste Bedienteiloptionen	400											
Gewicht, Gehäuse IP21, IP 54 [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	
Effizienz ⁴⁾	0,98											
Ausgangsfrequenz	0-600 Hz											
Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	95 °C											
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	85 °C											

* Hohe Überlast = 160 % Moment für 60 s, Normale Überlast = 110 % Moment für 60 s.

Tabelle 4.11

4.3 Elektrische Daten - 525-600 V

Netzversorgung 3 x 525 – 600 V AC (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
	Kontinuierlich (3 x 551 – 600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
	Periodisch (3 x 551 – 600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
	Kontinuierlich kVa (525 V AC) [kVa]	1,7	2,5	2,8	3,9	5,0	6,1	9,0	11,0
	Kontinuierlich kVa (575 V AC) [kVa]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Max. Eingangsstrom									
	Kontinuierlich (3 x 525 – 600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	4,1	5,2	5,8	8,6	10,4
	Periodisch (3 x 525 – 600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,6	8,3	9,3	13,8	16,6
Zusätzliche Spezifikationen									
	IP55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreis-kopplung) [mm ² (AWG)]	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2(24))							
	IP55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreis-kopplung) [mm ² (AWG)]	4,4,4 (12,12,12)							
	Max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ mit Trennschalter	6,4,4 (10,12,12)							
	Geschätzte 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

Tabelle 4.12

Netzversorgung 3 x 525 – 600 V AC											
FC 302		P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Hohe/Normale Last1)		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	
Schutzart 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
Dauerbetrieb 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
Dauerbetrieb 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. Eingangsstrom											
Kontinuierlich bei 550 V [A]		17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Periodisch bei 550 V [A]		28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Kontinuierlich bei 575 V [A]		16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Periodisch bei 575 V [A]		26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Zusätzliche technische Daten											
IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Bremse, Zwischenkreisopplung) [mm ² (AWG)] ²⁾		16, 10, 10 (6, 8, 8)		16, 10, 10 (6, 8, 8)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		50,-,- (1,-,-)	
IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Motor) [mm ² (AWG)] ²⁾		10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		50,-,- (1,-,-)	
IP20 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Bremse, Motor und Zwischenkreisopplung)		10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Max. Kabelquerschnitt mit Trennschalter [mm ² (AWG)] ²⁾		16, 10, 10 (6, 8, 8)						50, 35, 35 (1,2, 2)			
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾		225		285		329		700		700	
Gewicht, Gehäuse IP21, [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	

Tabelle 4.13

Netzversorgung 3 x 525 – 600 V AC									
FC 302		P37K		P45K		P55K		P75K	
Hohe / normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	Typische Wellenleistung [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
	Gehäuse IP21, 55, 66	C1	C1	C1		C2		C2	
	Schutzart IP20	C3	C3	C3		C4		C4	
Ausgangsstrom									
	Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
	Überlastbetrieb (3 x 525 – 550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
	Kontinuierlich (3 x 525 – 600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
	Periodisch (3 x 525 – 600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
	Dauerbetrieb kVa (550 V AC) [kVa]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100,0	100,0	130,5
	Dauerbetrieb kVa (575 V AC) [kVa]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
Max. Eingangsstrom									
	Kontinuierlich bei 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
	Periodisch bei 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
	Kontinuierlich bei 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
	Periodisch bei 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Zusätzliche technische Daten									
	IP20 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz und Motor)	50 (1)				150 (300MCM)			
	IP20 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Bremsen und Zwischenkreis-kopplung)	50 (1)				95 (4/0)			
	IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Motor) [mm ² (AWG)] ²⁾	50 (1)				150 (300MCM)			
	IP21, 55, 66 max. Kabelquerschnitt ⁵⁾ (Netz, Bremsen, Zwischenkreis-kopplung) [mm ² (AWG)] ²⁾	50 (1)				95 (4/0)			
	Max. Kabelquerschnitt mit Netztrennschalter [mm ² (AWG)] ²⁾	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350MCM, 300MCM, 4/0)	
	Geschätzte 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	

Tabelle 4.14

4.4 Elektrische Daten - 525-690 V

4

Netzversorgung 3 x 525-690 V AC									
FC 302		P11K		P15K		P18K		P22K	
Hohe / normale Last ¹⁾		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
	Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	11	15	15	20	20	25	25	30
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
	Schutzart IP21, 55	B2		B2		B2		B2	
Ausgangsstrom									
	Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	14	19	19	23	23	28	28	36
	Überlast (60 s) (3 x 525-550 V) [A]	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
	Dauerbetrieb (3 x 551-690 V) [A]	13	18	18	22	22	27	27	34
	Überlast (60 s) (3 x 551-690 V) [A]	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
	Dauerleistung kVa (bei 550 V) [kVa]	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
	Dauerleistung kVa (bei 575 V) [kVa]	12,9	17,9	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9
	Dauerleistung kVa (bei 690 V) [kVa]	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
Max. Eingangsstrom									
	Dauerbetrieb (3 x 525-690 V) [A]	15	19,5	19,5	24	24	29	29	36
	Überlast (60 s) (3 x 525-690 V) [A]	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Zusätzliche technische Daten									
	Max. Kabelquerschnitt (Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse) [mm ² (AWG)]	35,-,- (2,-,-)							
	Max. Kabelquerschnitt (Motor) [mm ² (AWG)]	35, 25, 25 (2, 4, 4)							
	Max. Kabelquerschnitt mit Netztrennschalter [mm ² (AWG)] ²⁾	16,10,10 (6,8, 8)							
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	228		285		335		375	
	Gewicht, Schutzart IP21, IP55 [kg]	27							
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabelle 4.15

Netzversorgung 3 x 525-690 V AC											
FC 302		P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	22	30	30	37	37	45	45	55	55	75
	Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	30	40	40	50	50	60	60	75	75	100
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
	Schutzart IP21, 55	C2		C2		C2		C2		C2	
Ausgangsstrom											
	Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	36	43	43	54	54	65	65	87	87	105
	Überlast (60 s) (3 x 525-550 V) [A]	54	47,3	64,5	59,4	81	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
	Dauerbetrieb (3 x 551-690 V) [A]	34	41	41	52	52	62	62	83	83	100
	Überlast (60 s) (3 x 551-690 V) [A]	51	45,1	61,5	57,2	78	68,2	93	91,3	124,5	110
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100,0
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	33,9	40,8	40,8	51,8	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
Max. Eingangsstrom											
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	36	49	49	59	59	71	71	87	87	99
	Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	54	53,9	72	64,9	87	78,1	105	95,7	129	108,9
Zusätzliche technische Daten											
	Max. Kabelquerschnitt (Netz und Motor) [mm ² (AWG)]	150 (300 MCM)									
	Max. Kabelquerschnitt (Zwischenkreiskopplung und Bremse) [mm ² (AWG)]	95 (3/0)									
	Max. Kabelquerschnitt bei Netztrennung [mm ² (AWG)] ²⁾	95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)					185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)			-	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	480		592		720		880		1200	
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP55 [kg]	65									
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabelle 4.16

Nennwerte der Sicherung siehe 8.3.1 Sicherungen

1) Hohe Überlast = 160 % Drehmoment 60 s lang, Normale Überlast = 110 % Drehmoment 60 s lang

2) American Wire Gauge.

3) Gemessen mit 5 m langen abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.

4) Der typische Leistungsverlust erfolgt bei Nennlast und sollte zwischen +/-15 % liegen (Toleranz aufgrund verschiedener Spannungen und Kabelzustände).

Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkungsgrad2/Wirkungsgrad3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zum Leistungsverlust im Frequenzumrichter bei und umgekehrt.

Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen.

Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind enthalten. Weitere Optionen und Verbraucherlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen. (Typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich für eine vollständig geladene Steuerkarte oder jeweils Option A oder B).

Obwohl die Messungen mit aktuellsten Geräten vorgenommen werden, muss eine gewisse Messungenauigkeit toleriert werden (+/-5 %).

5) Die drei Werte für den max. Kabelquerschnitt gelten für einadrige Kabel, flexible Kabel und flexible Kabel mit Aderendhülse.

Netzversorgung 3 x 525-690 V AC											
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 690 V [kW]	40	50	50	60	60	75	75	100	100	125
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90	90	110
	Schutzart IP21	D1		D1		D1		D1		D1	
	Gehäuse IP54	D1		D1		D1		D1		D1	
Gehäuse IP00	D3		D3		D3		D3		D3		
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 kVA (bei 550 V) [kVA]	46	53	53	72	72	86	86	108	108	131
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	46	54	54	73	73	86	86	108	108	130
	Dauerleistung kVA (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 Netzsicherungen [A] 1	125		160		200		200		250	
	Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ⁴⁾	1299	1398	1459	1645	1643	1827	1350	1599	1597	1891
	Geschätzte Verlustleistung bei 690V [W] ⁴⁾	1002	1071	1071	1251	1251	1392	1392	1648	1650	1951
	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									
	Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	90 °C									
	Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C									

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, Normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s.

Tabelle 4.17

Netzversorgung 3 x 525- 690 V AC										
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	
		125	150	150	200	200	250	250	300	
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	110	132	132	160	160	200	200	250	
	Schutzart 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 kVA (bei 550 V) [kVA]	131	154	154	191	191	241	241	289	
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	130	154	154	191	191	241	241	289	
	Dauerleistung kVA (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, Zwischenkreis-kopplung und Bremse [mm ² (AWG)]	2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 150 (2 x 300 MCM)		2 x 150 (2 x 300 MCM)		
	Max. externe Netzsicherungen [A] ¹	315		350		350		400		
	Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ⁴⁾	1890	2230	2101	2617	2491	3197	3063	3757	
	Geschätzte Verlustleistung bei 690V [W] ⁴⁾	1953	2303	2185	2707	2606	3320	3192	3899	
	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								
	Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	90 °C		110°C		110°C		110°C		
	Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C								

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment 60 s lang, Normale Überlast = 110 % Drehmoment 60 s lang.

Tabelle 4.18

Netzversorgung 3 x 525- 690 V AC							
FC 302		P250		P315		P355	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	200	250	250	315	315	355
	Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	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 kVa (bei 550 V) [kVa]	289	343	343	398	376	448
	Dauerleistung kVa (bei 575 V) [kVa]	289	343	343	398	378	448
	Dauerleistung kVa (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 Zwischenkreis-kopplung [mm ² (AWG)]	2 x 150 (2 x 300 MCM)		2 x 150 (2 x 300 MCM)		4 x 240 (4 x 500 MCM)	
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG)]	2 x 150 (2 x 300 MCM)		2 x 150 (2 x 300 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)	
	Max. externe Netzsicherungen [A] ₁	500		550		700	
	Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ⁴⁾	3552	4307	3971	4756	4130	4974
	Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ⁴⁾	3704	4485	4103	4924	4240	5128
	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	
	Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	110 °C		110 °C		110 °C	
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C		75 °C		75 °C		

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment 60 s lang, Normale Überlast = 110 % Drehmoment 60 s lang.

Tabelle 4.19

Netzversorgung 3 x 525-690 V AC							
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 [HP]	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	
sc							
	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 kVa (bei 550 V) [kVa]	409	498	498	568	568	600
	Dauerleistung kVa (bei 575 V) [kVa]	408	498	498	568	568	627
	Dauerleistung kVa (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 Netzsicherungen [A]	700		900		900	
	Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ⁴⁾	4478	5623	6153	7018	7007	7793
	Geschätzte Verlustleistung bei 690V [W] ⁴⁾	4605	5794	6328	7221	7201	8017
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	263		272		313	
	Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	221		236		277	
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98					
	Ausgangsfrequenz	0-500 Hz					
	Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	110°C					
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C						

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment 60 s lang, Normale Überlast = 110 % 60 s lang.

Tabelle 4.20

Netzversorgung 3 x 525-690 V AC							
FC 302		P630		P710		P800	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	500	560	560	670	670	750
	Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	650	750	750	950	950	1050
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900
	Gehäuse IP21, 54 ohne/mit Optionsschrank	F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3	
Ausgangsstrom							
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	659	763	763	889	889	988
	Überlast / 60 s (bei 550 V) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	630	730	730	850	850	945
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	945	803	1095	935	1275	1040
	Dauerleistung kVa (bei 550 V) [kVa]	628	727	727	847	847	941
	Dauerleistung kVa (bei 575 V) [kVa]	627	727	727	847	847	941
	Dauerleistung kVa (bei 690 V) [kVa]	753	872	872	1016	1016	1129
	Max. Eingangsstrom						
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	642	743	743	866	866	962
	Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	613	711	711	828	828	920
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	613	711	711	828	828	920
	Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm ² (AWG ²)]	8x150 (8x300 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Netz F161 [mm ² (AWG ²)]	8x240 (8x500 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Netz F363 [mm ² (AWG ²)]	8x456 (8x900 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG ²)]	4x120 (4x250 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]	4x185 (4x350 MCM)					
	Max. externe Netzsicherungen [A] ₁	1600					
	Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ⁴⁾	7586	8933	8683	10310	10298	11692
	Geschätzte Verlustleistung bei 690V [W] ⁴⁾	7826	9212	8983	10659	10646	12080
	F3/F4 Max. addierte Verluste CB oder Trennung und Schütz	342	427	419	532	519	615
	Max. Verluste Bedienteiloptionen	400					
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	1004/ 1299		1004/ 1299		1004/ 1299	
	Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	102		102		102	
	Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102		102		136	
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98						
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz						
Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	95 °C		105 °C		95 °C		
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C						

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment 60 s lang, Normale Überlast = 110 % Drehmoment 60 s lang.

Tabelle 4.21

Netzversorgung 3 x 525-690 V AC							
FC 302		P900		P1M0		P1M2	
Hohe / normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	750	850	850	1000	1000	1100
	Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	1050	1150	1150	1350	1350	1550
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	900	1000	1000	1200	1200	1400
	Gehäuse IP21, 54 ohne/mit Optionsschrank	F2/ F4		F2/ F4		F2/ F4	
Ausgangsstrom							
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
	Überlast / 60 s (bei 550 V) [A]	1482	1219	1662	1449	1976	1627
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
	Dauerleistung kVa (bei 550 V) [kVa]	941	1056	1056	1255	1255	1409
	Dauerleistung kVa (bei 575 V) [kVa]	941	1056	1056	1255	1255	1409
	Dauerleistung kVa (bei 690 V) [kVa]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
	Max. Eingangsstrom						
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	962	1079	1079	1282	1282	1440
	Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	920	1032	1032	1227	1227	1378
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	920	1032	1032	1227	1227	1378
	Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm ² (AWG ²)]	12x150 (12x300 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Netz F2 [mm ² (AWG ²)]	8x240 (8x500 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Netz F4 [mm ² (AWG ²)]	8x456 (8x900 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG ²)]	4x120 (4x250 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]	6x185 (6x350 MCM)					
	Max. externe Netzsicherungen [A]	1600		2000		2500	
	Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ⁴⁾	11329	12909	12570	15358	15258	17602
	Geschätzte Verlustleistung bei 690V [W] ⁴⁾	11681	13305	12997	15865	15763	18173
	F3/F4 Max. addierte Verluste CB oder Trennung und Schütz	556	665	634	863	861	1044
	Max. Verluste Bedienteiloptionen	400					
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1246/ 1541		1246/ 1541		1280/1575	
	Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	136		136		136	
	Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102		102		136	
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98					
	Ausgangsfrequenz	0-500 Hz					
Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	105 °C		105 °C		95 °C		
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C						

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment 60 s lang, Normale Überlast = 110 % Drehmoment 60 s lang

Tabelle 4.22

- 1) Für Sicherungstyp siehe Abschnitt *Sicherungen*.
- 2) American Wire Gauge.
- 3) Gemessen mit 5 m langen abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.
- 4) Der typische Leistungsverlust erfolgt bei Nennlast und sollte zwischen +/-15 % liegen (Toleranz aufgrund verschiedener Spannungen und Kabelzustände).

Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkungsgrad2/Wirkungsgrad3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zum Leistungsverlust im Frequenzumrichter 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 Verbraucherlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen. (Typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich für eine vollständig geladene Steuerkarte oder jeweils Option A oder B). Obwohl die Messungen mit aktuellsten Geräten vorgenommen werden, muss eine gewisse Messungenauigkeit toleriert werden (+/-5 %).

Netzversorgung 6 x 525- 690 V AC, 12-Puls								
FC 302	P355		P400		P500		P560	
Hohe/Normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	315	355	315	400	400	450	450	500
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	400	450	400	500	500	600	600	650
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	355	450	400	500	500	560	560	630
Gehäuse IP21	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
Gehäuse IP54	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
Ausgangsstrom								
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630
Überlast / 60 s (bei 550 V) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630
Überlast / 60 s (bei 575/690 V) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693
Dauerbetrieb kVa (bei 550 V) [kVa]	376	448	409	498	498	568	568	600
Dauerbetrieb kVa (bei 575 V) [kVa]	378	448	408	498	498	568	568	627
Dauerbetrieb kVa (bei 690 V) [kVa]	454	538	490	598	598	681	681	753
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
Max. Leitungsgröße, Netz [mm ² (AWG)]	4x85 (3/0)							
Max. Leitungsgröße, Netz [mm ² (AWG)]	4 x 250 (500 MCM)							
Max. Leitungsgröße, Netz [mm ² (AWG)]	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 Netzsicherungen [A]	630							
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ⁴⁾	5107	6132	5538	6903	7336	8343	8331	9244
Geschätzte Verlustleistung bei 690V [W] ⁴⁾	5383	6449	5818	7249	7671	8727	8715	9673
Gewicht, Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	440/656							
Effizienz ⁴⁾	0,98							
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz							
Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	85 °C							
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C							

* Hohe Überlast = 160 % Moment für 60 s, Normale Überlast = 110 % Moment für 60 s.

Tabelle 4.23

Netzversorgung 6 x 525- 690 V AC, 12-Puls						
FC 302	P630		P710		P800	
Hohe/Normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	500	560	560	670	670	750
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	650	750	750	950	950	1050
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900
Gehäuse IP21, 54 ohne/mit Optionsschrank	F10/F11		F10/F11		F10/F11	
Ausgangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	659	763	763	889	889	988
Überlast / 60 s (bei 550 V) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	630	730	730	850	850	945
Überlast / 60 s (bei 575/690 V) [A]	945	803	1095	935	1275	1040
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129
Max. Eingangstrom						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	642	743	743	866	866	962
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	613	711	711	828	828	920
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	613	711	711	828	828	920
Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm ² (AWG ²)]	8x150 (8x300 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz [mm ² (AWG ²)]	6x120 (6x250 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]	4x185 (4x350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A] 1	900					
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ⁴⁾	9201	10771	10416	12272	12260	13835
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ⁴⁾	9674	11315	10965	12903	12890	14533
F3/F4 Max. addierte Verluste CB oder Trennung und Schütz	342	427	419	532	519	615
Max. Verluste Bedienteiloptionen	400					
Gewicht, Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	1004/ 1299		1004/ 1299		1004/ 1299	
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	102		102		102	
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102		102		136	
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98					
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz					
Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	85 °C					
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	75 °C					

* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, Normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s

Tabelle 4.24

Netzversorgung 6 x 525-690 V AC, 12-Puls						
FC 302	P900		P1M0		P1M2	
Hohe/Normale Last*	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	750	850	850	1000	1000	1100
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	1050	1150	1150	1350	1350	1550
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	900	1000	1000	1200	1200	1400
Gehäuse IP21, 54 ohne/mit Optionsschrank	F12/F13		F12/F13		F12/F13	
Ausgangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
Überlast / 60 s (bei 550 V) [A]	1482	1219	1662	1449	1976	1627
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
Überlast / 60 s (bei 575/690 V) [A]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	962	1079	1079	1282	1282	1440
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	920	1032	1032	1227	1227	1378
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	920	1032	1032	1227	1227	1378
Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm ² (AWG ²)]	12x150 (12x300 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F12 [mm ² (AWG ²)]	8x240 (8x500 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F13 [mm ² (AWG ²)]	8x400 (8x900 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]	6x185 (6x350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A] 1	1600		2000		2500	
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ⁴⁾	13755	15592	15107	18281	18181	20825
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ⁴⁾	14457	16375	15899	19207	19105	21857
F3/F4 Max. addierte Verluste CB oder Trennung und Schütz	556	665	634	863	861	1044
Max. Verluste Bedienteiloptionen	400					
Gewicht, Gehäuse IP21, IP 54 [kg]	1246/ 1541		1246/ 1541		1280/1575	
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	136		136		136	
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102		102		136	
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98					
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz					
Kühlkör. Übertemp. Abschaltung	85 °C					
Abschaltung Umgebung Leistungskarte	85 °C					

* Hohe Überlast = 160 % Moment für 60 s, Normale Überlast = 110 % Moment für 60 s.

Tabelle 4.25

1) Für Sicherungstyp siehe Abschnitt *Sicherungen*.

2) American Wire Gauge.

3) Gemessen mit 5 m langen abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.

4) Der typische Leistungsverlust erfolgt bei Nennlast und sollte zwischen +/-15 % liegen (Toleranz aufgrund verschiedener Spannungen und Kabelzustände).

Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkungsgrad2/Wirkungsgrad3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zum Leistungsverlust im Frequenzumrichter 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 Verbraucherlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen. (Typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich für eine vollständig geladene Steuerkarte oder jeweils Option A oder B).

Obwohl die Messungen mit aktuellsten Geräten vorgenommen werden, muss eine gewisse Messungenauigkeit toleriert werden (+/-5 %).

4.5 Allgemeine technische Daten:

Netzversorgung:

Netzanschlussklemmen (6-pulsig)	L1, L2, L3
Netzanschlussklemmen (12-pulsig)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
Versorgungsspannung	200-240 V \pm 10 %
Versorgungsspannung	FC 301: 380-480 V / FC 302: 380-500 V \pm 10 %
	FC 302: 525-600 V \pm 10 %
Versorgungsspannung	FC 302: 525-690 V \pm 10 %

Netzspannung gering/Netzausfall:

Während einer niedrigen Netzspannung oder eines Netzausfalls arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Spannung des Zwischenkreises unter den minimalen Stoppepegel abfällt - normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters. Bei einer Netzspannung von weniger als 10 % unterhalb der geringsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters kann keine Einschaltung mit vollem Drehmoment erwartet werden.

Netzfrequenz	50/60 Hz \pm 5 %
Max. temporäres Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor (λ)	\geq 0,9 bei Nennlast
Leistungsfaktor Bewegungslänge ($\cos \phi$)	nahe Eins ($>$ 0,98)
Schalten am Versorgungseingang L1, L2, L3 (Einschaltvorgänge) \leq 7,5 kW	max. 2 x/Min.
Schalten am Versorgungseingang L1, L2, L3 (Einschaltvorgänge) 11-75 kW	max. 1 x/Min.
Schalten am Versorgungseingang L1, L2, L3 (Einschaltvorgänge) \geq 90 kW	max. 1 x/2 Min.
Umgebung nach EN60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Das Gerät ist geeignet für einen Stromkreis, der nicht mehr als 100.000 RMS symmetrische Ampere, maximal 240/500/600/ 690 V liefert.

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 ¹⁾ Hz
Ausgangsfrequenz im Fluxvektorbetrieb (nur FC 302)	0 – 300 Hz
Ausgang einschalten	Unbegrenzt
Rampenzeiten	0,01 – 3600 Sek.

¹⁾ Spannungs- und leistungsabhängig

Drehmomentverhalten der Last:

Startdrehmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 160 % für 60 Sek. ¹⁾
Startdrehmoment	maximal 180 % bis zu 0,5 Sek. ¹⁾
Überlastmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 160 % für 60 Sek. ¹⁾
Startdrehmoment (variables Drehmoment)	maximal 160 % für 60 Sek. ¹⁾
Überlastmoment (variables Drehmoment)	maximal 110 % für 60 Sek.

Puls	Pause
160 %/1 min	91,8 %/10 min
150 %/1 min	93,5 %/10 min
110 %/1 min	98,9 %/10 min

Puls	Pause
160 %/60 s	0 %/94 s
150 %/60 s	0 %/75 s
110 %/60 s	0 %/60 s

Tabelle 4.26 Überlastbarkeit

Tabelle 4.27 Überlastbarkeit

Drehmomentanstiegzeit in VVC+ (unabhängig von fsw)	10 ms
Drehmomentanstiegzeit in FLUX (für 5 kHz fsw)	1 ms

1) Prozentwert bezieht sich auf das Nenndrehmoment.

2) Die Drehmomentantwortzeit hängt von der Anwendung und der Last ab, aber als allgemeine Regel gilt, dass der Drehmomentschritt von 0 bis zum Referenzwert das Vier- bis Fünffache der Drehmomentanstiegzeit beträgt.

Kabellängen und Querschnitte für Steuerkabel¹⁾:

Max. Motorkabellänge, abgeschirmt	FC 301: 50 m/FC 301 (A1): 25m/ FC 302: 150 m
Max. Motorkabellänge, abgeschirmt	FC 301: 75 m/FC 301 (A1): 50 m/ FC 302: 300 m
Maximaler Querschnitt zu Steuerklemmen, flexibler / starrer Draht ohne Kabelendhülsen	1,5 mm ² /16 AWG

Maximaler Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel mit Aderendhülsen	1 mm ² /18 AWG
Maximaler Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel mit Aderendhülsen mit Bund	0,5 mm ² /20 AWG
Mindestquerschnitt zu Steuerklemmen	0,25 mm ² / 24 AWG

¹⁾Leistungskabel, siehe Tabellen mit elektrischen Daten.

Schutz und Merkmale:

- Ein elektronischer thermischer Motorschutz bewahrt den Motor vor Überlastung.
- Die Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, wenn die Temperatur einen vordefinierten 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 Kurzschlüsse an den Motorklemmen U, V, W geschützt.
- Bei fehlender Netzphase schaltet der Frequenzumrichter ab oder gibt eine Warnung aus (je nach Last).
- Die Überwachung der Zwischenkreisspannung stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, wenn die Zwischenkreisspannung zu gering oder zu hoch ist.
- Der Frequenzumrichter überprüft ständig, ob kritische Werte bei Innentemperatur, 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 zu sichern.

Digitaleingänge:

Programmierbare Digitaleingänge	FC 301: 4 (5) ¹⁾ / FC 302: 4 (6) ¹⁾
Klemmennummer	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32, 33,
Logik	PNP oder NPN
Spannungsniveau	0-24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP	< 5 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP	> 10 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ NPN2)	> 19 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN2)	< 14 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Pulsfrequenzbereich	0-110 kHz
(Arbeitszyklus) Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangswiderstand, Ri	ca. 4 kΩ

Sicherer Stopp Klemme 37^{3, 4)} (Klemme 37 hat festgelegte PNP-Logik):

Spannungsniveau	0-24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP	< 4 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP	> 20 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Typische Eingangsspannung bei 24 V	50 mA Eff.
Typische Eingangsspannung bei 20 V	60 mA Eff.
Eingangskapazität	400 nF

Alle Digitaleingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

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

²⁾ Außer Eingang Sicherer Stopp, Klemme 37.

³⁾ Zu weiteren Informationen über Klemme 37 und Sicherer Stopp siehe 3.8 Sicherer Stopp des FC 300.

⁴⁾ Bei Verwendung eines Schützes mit DC-Drossel in Kombination mit Sicherer Stopp ist es wichtig, beim Ausschalten einen Rücklaufpfad für den Strom der Drossel zu schaffen. Dies kann durch eine Freilaufdiode (oder alternativ eine 30- oder 50-V-MOV für schnellere Ansprechzeiten) an der Drossel umgesetzt werden. Typische Schütze können zusammen mit dieser Diode erworben werden.

Analogeingänge:

Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	53, 54
Betriebsarten	Spannung oder Strom
Betriebsartwahl	Schalter S201 und Schalter S202
Einstellung Spannung	Schalter S201/Schalter S202 = AUS (U)
Spannungsniveau	FC 301: 0 bis + 10/ FC 302: -10 bis +10 V DC (skalierbar)
Eingangswiderstand, R_i	ca. 10 k Ω
Max. Spannung	± 20 V
Einstellung 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. Abweichung 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.

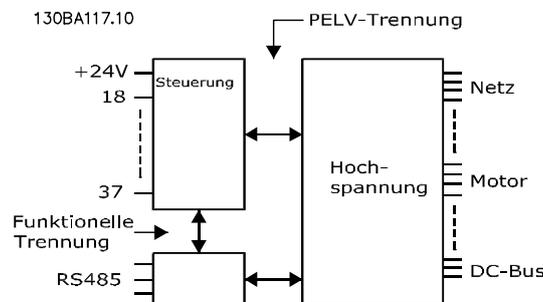


Abbildung 4.1

Puls/Drehgeber-Eingänge:

Programmierbare Puls/Drehgeber-Eingänge	2/1
Klemmennummer Puls/Drehgeber	29 ¹⁾ , 33 ²⁾ / 32 ³⁾ , 33 ³⁾
Max. Frequenz an Klemme 29, 32, 33	110 kHz (Gegentaktantrieb)
Max. Frequenz an Klemme 29, 32, 33	5 kHz (offener Kollektor)
Min. Frequenz an Klemme 29, 32, 33	4 Hz
Spannungsniveau	siehe Abschnitt über Digitaleingang
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R_i	ca. 4 k Ω
Genauigkeit des Pulseingangs (0,1 – 1 kHz)	Max. Fehler: 0,1 % des vollen Umfangs
Genauigkeit des Drehgebereingangs (1 – 11 kHz)	Max. Fehler: 0,05 % des vollen Umfangs

Die Puls- und Drehgebereingänge (Klemmen 29, 32, 33) sind galvanisch von der Versorgungsspannung PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

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⁾
Spannungsniveau bei Digital-/Frequenzausgang	0 – 24 V
Max. Ausgangsstrom (Senke oder Quelle)	40 mA
Max. Last am Frequenzausgang	1 kΩ
Max. kapazitive Last am Frequenzausgang	10 nF
Minimale Ausgangsfrequenz am Frequenzausgang	0 Hz
Maximale Ausgangsfrequenz am Frequenzausgang	32 kHz
Genauigkeit des Frequenzausgangs	Max. Fehler: 0,1 % des vollen Umfangs
Auflösung der Frequenzausgänge	12 Bit

¹⁾ Klemme 27 und 29 können auch als Eingang programmiert werden.

Der Digitalausgang ist galvanisch von der Versorgungsspannung PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) 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 galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) getrennt, hat jedoch das gleiche Potential wie die Analog- und Digitalein- und -ausgänge.

Relaisausgänge:

Programmierbare Relaisausgänge	FC 301 Gesamt-kW: 1 / FC 302 Gesamt-kW: 2
Relais 01 Klemmennummer	1-3 (unterbrechen), 1-2 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ auf 1-3 (NC/Öffner), 1-2 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ auf 1-2 (NO/Schließer), 1-3 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	60 V DC, 1 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Relais 02 (nur FC 302) Klemmennummer	4-6 (unterbrechen), 4-5 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ auf 4-5 (NO) (ohmsche Last) ²⁾³⁾ Überspannung Kat. II	400 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ auf 4-6 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ auf 4-6 (NC/Öffner) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ auf 4-6 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ auf 4-6 (NC/Öffner) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Min. Klemmenleistung auf 1-3 (NC/Öffner), 1-2 (NO/Schließer), 4-6 (NC/Öffner), 4-5 (NO/Schließer)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Umgebung gemäß EN 60664-1	Überspannungskategorie III / Verschmutzungsgrad 2

¹⁾ IEC 60947 Teil 4 und 5

Die Relaiskontakte sind durch verstärkte Isolierung (PELV – Protective extra low voltage/Schutzkleinspannung) vom Rest der Schaltung galvanisch getrennt.

²⁾ Überspannungskategorie II

³⁾ UL-Anwendungen 300 V AC 2 A

Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang:

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

Die 10-V-DC-Versorgung ist von der Versorgungsspannung (PELV (Schutzkleinspannung - Protective extra low voltage)) und anderen Hochspannungsklemmen galvanisch getrennt.

Steuerungseigenschaften:

Auflösung der Ausgangsfrequenz bei 0-1000 Hz	\pm 0,003 Hz
Wiederholgenauigkeit für Präz. Start/Stopp (Klemmen 18, 19)	\leq \pm 0,1 ms
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	\leq 2 ms
Drehzahlregelbereich (ohne Rückführung)	1:100 der Synchrondrehzahl
Drehzahlregelbereich (mit Rückführung)	1:1000 der Synchrondrehzahl
Drehzahlgenauigkeit (ohne Rückführung)	30 - 4000 UPM: Abweichung \pm 8 UPM
Drehzahlgenauigkeit (mit Rückführung), je nach Auflösung des Istwertgebers	0 - 6000 UPM: Abweichung \pm 0,15 UPM
Drehmomentregelgenauigkeit (Drehzahlrückführung)	max. Abweichung \pm 5 % der Gesamtskala

Alle Angaben zu Steuerungseigenschaften basieren auf einem 4-poligen Asynchronmotor

Steuerkartenleistung:

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

Umgebung:

Baugröße A1A2, A3 und A5 (siehe 3.1 Produktübersicht für Nennleistungen)	IP 20, IP 55, IP 66
Baugröße B1, B2, C1 und C2	IP 21, IP 55, IP 66
Baugröße B3, B4, C3 und C4	IP 20
Baugröße D1, D2, E1, F1, F2, F3 und F4	IP 21, IP 54
Baugröße D3, D4 und E2	IP 00
Verfügbarer Gehäusesatz \leq 7,5 kW	IP21/TYP 1/IP 4X top
Schwingungstest, Baugröße A, B und C	1,0 g RMS
Schwingungstest, Baugröße D, E und F	1 g
Max. relative Feuchtigkeit	5 % - 95 % (IEC 60 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb)
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60068-2-43) H ₂ S-Test	Prüfung kD
Prüfverfahren nach IEC 60068-2-43 Hydrogensulfid (10 Tage)	
Umgebungstemperatur, Baugröße A, B und C	Max. 50 °C
Umgebungstemperatur, Baugröße D, E und F	Max. 45 °C

Zur Leistungsreduzierung aufgrund von hoher Umgebungstemperatur siehe Abschnitt zu besonderen Bedingungen

Min. Umgebungstemperatur bei Vollast	0 °C
Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	- 10 °C
Temperatur bei Lagerung/Transport	-25 - +65/70 °C
Max. Höhe über dem Meeresspiegel	1000 m

Zur Leistungsreduzierung aufgrund von hohem Luftdruck siehe Abschnitt zu besonderen Bedingungen

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 zu besonderen Bedingungen

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 Last des Frequenzumrichters hat geringe Auswirkungen auf seinen Wirkungsgrad. Allgemein ist der Wirkungsgrad bei Motornennfrequenz $f_{M,N}$ gleich groß, unabhängig davon, ob der Motor 100 % des Nennwellendrehmoments oder – z. B. bei Teillasten – nur 75 % davon liefert.

Dies bedeutet auch, dass sich der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters selbst bei Auswahl anderer U/f-Kennlinien nicht ändert.

Allerdings wird der Wirkungsgrad des Motors durch die U/f-Kennlinien beeinflusst.

Der Wirkungsgrad sinkt leicht, wenn die Taktfrequenz auf einen Wert von über 5 kHz eingestellt wird. Der Wirkungsgrad wird auch dann geringfügig kleiner, wenn die Netzspannung 480 V beträgt oder das Motorkabel länger ist als 30 m.

Berechnung des Wirkungsgrads des Frequenzumrichters

Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Frequenzumrichter bei verschiedenen Lasten auf der Grundlage von *Abbildung 4.2*. Der Faktor in diesem Diagramm muss mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor aus den Spezifikationsstabellen multipliziert werden:

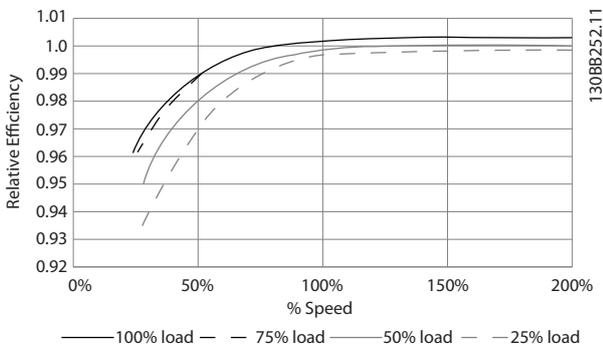


Abbildung 4.2 Typische Wirkungsgradkurven

Beispiel: Ein Frequenzumrichter mit 55 kW, 380-480 V AC bei 25 % Last und einer Drehzahl von 50 %. Das Diagramm zeigt 0,97 – der Nennwirkungsgrad für einen FC beträgt 0,98. Also beträgt der tatsächliche Wirkungsgrad: $0,97 \times 0,98 = 0,95$.

Wirkungsgrad des Motors (η_{MOTOR})

Der Wirkungsgrad eines an den Frequenzumrichter angeschlossenen Motors hängt vom Magnetisierungsgrad ab. Im Allgemeinen ist der Wirkungsgrad genauso hoch wie beim Netzbetrieb. Der Wirkungsgrad des Motors hängt von der Art des Motors ab.

Im Bereich von 75 – 100 % des Nenndrehmoments bleibt der Wirkungsgrad des Motors praktisch konstant, sowohl bei Regelung durch den Frequenzumrichter als auch bei direktem Netzbetrieb.

Bei kleinen Motoren ist der Einfluss der U/f-Kennlinie auf den Wirkungsgrad zu vernachlässigen. Bei Motoren ab 11 kW sind die Vorteile allerdings groß.

Im Allgemeinen hat die Taktfrequenz keine Auswirkungen auf den Wirkungsgrad kleiner Motoren. Bei Motoren ab 11 kW wird der Wirkungsgrad um 1 bis 2 % verbessert. Der Grund dafür ist, dass die Sinusform des Motorstroms bei einer hohen Taktfrequenz fast optimal ist.

Wirkungsgrad des Systems (η_{SYSTEM})

Zur Berechnung des Wirkungsgrads des Systems 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. Zwischenkreisdrosseln
2. Eingebaute Kühllüfter
3. EMV-Bauteile

Die typischen, im Abstand von 1 m zum Frequenzumrichter gemessenen Werte sind:

Baugröße	Bei reduzierter Lüfterdrehzahl (50 %) [dBA] ***	Volle Lüfterdrehzahl [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
C4	56	71
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 V AC und 355-400 kW, 525-690 V AC
 ** Verbleibende Leistungsgrößen E1+E2.
 *** Bei den Baugrößen D und E liegt die reduzierte Lüfterdrehzahl bei 87 %.

Tabelle 4.28

4.8.1 du/dt-Bedingungen

HINWEIS

380-690 V

Zur Vermeidung eines vorzeitigen Alterns von Motoren (ohne Phasentrennpapier oder eine geeignete Isolierung), die nicht für den Frequenzumrichterbetrieb bestimmt sind, empfiehlt Danfoss dringend den Einbau eines du/dt-Filters oder eines Sinusfilters am Ausgang des Frequenzumrichters. Nähere Informationen zu du/dt- und Sinusfiltern finden Sie im Ausgangsfilter-Projektierungshandbuch - MG.90.NY.XX.

Wenn ein Transistor in der Wechselrichterbrücke umschaltet, erhöht sich die Spannung des Motors um ein du/dt-Verhältnis in Abhängigkeit von:

- dem Motorkabel (Art, Querschnitt, Länge, abgeschirmt oder nicht)
- der Induktanz

Die natürliche Induktion führt zu einer Übersteuerung U_{PEAK} der Motorspannung, bevor sie sich selbst auf einem von der Spannung im Zwischenkreis abhängigen Niveau einpendelt. Die Anstiegszeit und die Spitzenspannung U_{PEAK} wirken sich auf die Betriebsdauer des Motors aus. Wenn die Spitzenspannung zu hoch ist, sind besonders Motoren ohne Phasentrennpapier betroffen. Wenn das Motorkabel kurz ist (wenige Meter), sind die Anstiegszeit und die Spitzenspannung niedriger.

Wenn das Motorkabel lang ist (100 m), werden die Anstiegszeit und die Spitzenspannung erhöht.

Die 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]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Upeak [kV]	du/dt [kV/ μ Sek.]
5	240	0,13	0,510	3,090
50	240	0,23		2,034
100	240	0,54	0,580	0,865
150	240	0,66	0,560	0,674

Tabelle 4.29

FC 300, P7K5T2				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ Sek.]	Upeak [kV]	du/dt [kV/ μ Sek.]
36	240	0,264	0,624	1,890
136	240	0,536	0,596	0,889
150	240	0,568	0,568	0,800

Tabelle 4.30

FC 300, P11KT2				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Upeak [kV]	du/dt [kV/ μ Sek.]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,802
150	240	0,708	0,587	0,663

Tabelle 4.31

FC 300, P15KT2				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Upeak [kV]	du/dt [kV/ μ Sek.]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabelle 4.32

FC 300, P18KT2				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Upeak [kV]	du/dt [kV/ μ Sek.]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabelle 4.33

FC 300, P22KT2				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Upeak [kV]	du/dt [kV/ μ Sek.]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,822
150	240	0,488	0,538	0,882

Tabelle 4.34

FC 300, P30KT2				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabelle 4.35

FC 300, P37KT2				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabelle 4.36

FC 300, P1K5T4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
5	480	0,640	0,690	0,862
50	480	0,470	0,985	0,985
150	480	0,760	1,045	0,947

Tabelle 4.37

FC 300, P4K0T4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
5	480	0,172	0,890	4,156
50	480	0,310		2,564
150	480	0,370	1,190	1,770

Tabelle 4.38

FC 300, P7K5T4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
5	480	0,04755	0,739	8,035
50	480	0,207		4,548
150	480	0,6742	1,030	2,828

Tabelle 4.39

FC 300, P11KT4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabelle 4.40

FC 300, P15KT4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabelle 4.41

FC 300, P18KT4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
36	480	0,312		2,846
100	480	0,556	1,250	1,798
150	480	0,608	1,230	1,618

Tabelle 4.42

FC 300, P22KT4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
15	480	0,288		3,083
100	480	0,492	1,230	2,000
150	480	0,468	1,190	2,034

Tabelle 4.43

FC 300, P30KT4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/μSek.]
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

Tabelle 4.44

FC 300, P37KT4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/µSek.]
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

Tabelle 4.45

FC 300, P45KT4				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/µSek.]
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

Tabelle 4.46

FC 300, P55KT5				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/µSek.]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabelle 4.47

FC 300, P75KT5				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Upeak [kV]	du/dt [kV/µSek.]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabelle 4.48

Hochleistungskarte:

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

90 - 200 kW / 380-500 V				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Spitzen-spannung [V]	du/dt [V/µs]
30 Meter	400	0,34	1040	2447

Tabelle 4.49

250 - 800 kW / 380-500 V				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Spitzen-spannung [V]	du/dt [V/µs]
30	500	0,71	1165	1389
30	500 ¹⁾	0,80	906	904
30	400	0,61	942	1233
30	400 ¹⁾	0,82	760	743

1) Mit Danfoss du/dt-Filter

Tabelle 4.50

90 - 315 kW / 525-690 V				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Spitzen-spannung [V]	du/dt [V/µs]
30	690	0,38	1573	3309
30	690 ¹⁾	1,72	1329	640
30	575	0,23	1314	2750
30	575 ²⁾	0,72	1061	857

1) Mit Danfoss du/dt-Filter
2) Mit du/dt-Filter

Tabelle 4.51

355 - 1200 kW / 525-690 V				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Spitzen-spannung [V]	du/dt [V/µs]
30	690	0,57	1611	2261
30	575	0,25		2510
30	690 ¹⁾	1,13	1629	1150

1) Mit Danfoss du/dt-Filter.

Tabelle 4.52

4.9 Besondere Betriebsbedingungen

Unter bestimmten Umständen, bei denen der Betrieb des Frequenzumrichters beeinträchtigt wird, muss eine Leistungsreduzierung in Betracht gezogen werden. Unter bestimmten Bedingungen muss die Leistungsreduzierung manuell erfolgen.

Unter anderen Bedingungen führt der Frequenzumrichter bei Bedarf automatisch eine Leistungsreduzierung durch. Dies wird zur Sicherstellung der Leistung des Frequenzumrichters unter kritischen Bedingungen vorgenommen, wenn die Alternative eine Abschaltung sein könnte.

4.9.1 Manuelle Leistungsreduzierung

Eine manuelle Leistungsreduzierung muss in Erwägung gezogen werden für:

- Luftdruck – relevant für Installation in Höhen über 1 km
- Motordrehzahl – bei kontinuierlichem Betrieb von Anwendungen mit konstantem Drehmoment im niedrigen Drehzahlbereich
- Umgebungstemperatur – relevant für Umgebungstemperaturen über 50 °C

Siehe Anwendungshinweis MN.33.FX.YY für Tabellen und Abbildungen. Hier wird nur der Fall eines Betriebs bei niedriger Motordrehzahl behandelt.

4.9.1.1 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

Wenn ein Motor an einen Frequenzumrichter angeschlossen wird, muss überprüft werden, dass die Kühlung des Motors ausreicht.

Der Grad der Erhitzung hängt von der Last am Motor sowie Betriebsdrehzahl und -zeit ab.

Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)

Ein Problem kann bei niedrigen Drehzahlwerten in Anwendungen mit konstantem Drehmoment auftreten. Bei einer Anwendung mit konstantem Drehmoment kann ein Motor bei niedrigen Drehzahlen überhitzen, da weniger Kühlluft vom Eigenlüfter des Motors zur Verfügung steht. Daher muss der Motor, wenn er kontinuierlich mit einem niedrigerem Drehzahlwert unter der Hälfte des Nennwerts betrieben wird, mit zusätzlicher Luftkühlung versorgt werden (oder es muss vielleicht ein Motor verwendet werden, der für diese Betriebsart ausgelegt ist).

Eine Alternative ist die Reduzierung des Lastgrads des Motors durch Wahl eines größeren Motors. Die Konstruktion des Frequenzumrichters begrenzt jedoch die Motorgröße.

Anwendungen mit quadratischem Drehmoment (VT)

In Anwendungen mit quadratischem Drehmoment, wie Kreisellüfter und -pumpen, bei denen das Drehmoment proportional zum Quadrat der Drehzahl ist und die Leistung proportional zur Drehzahl hoch drei ist, ist keine zusätzliche Kühlung oder Leistungsreduzierung des Motors notwendig.

In den nachstehenden Diagrammen liegt die typische VT-Kurve unter dem maximalen Drehmoment bei Leistungsreduzierung und maximalem Drehmoment bei Zwangskühlung bei allen Drehzahlen.

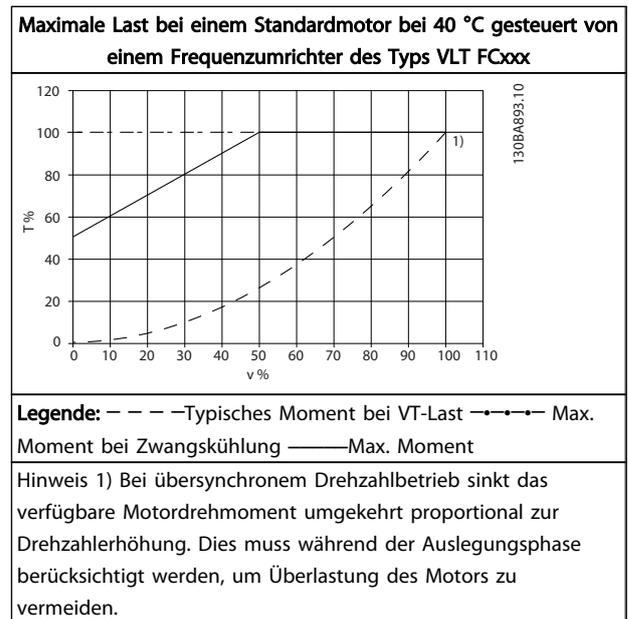


Tabelle 4.53

4.9.2 Automatische Leistungsreduzierung

Der Frequenzumrichter prüft ständig, ob kritische Werte erreicht werden:

- Kritisch hohe Temperatur an Steuerkarte oder Kühlkörper
- Hohe Motorbelastung
- Hohe DC-Zwischenkreisspannung
- Niedrige Motordrehzahl

Als Reaktion auf einen kritischen Wert passt der Frequenzumrichter die Taktfrequenz an. Bei kritisch hohen Innentemperaturen und niedriger Motordrehzahl kann der Frequenzumrichter einen Wechsel des PWM-Modus zu SFAVM erzwingen.

HINWEIS

Die automatische Leistungsreduzierung ist unterschiedlich, wenn Par. 14-55 Ausgangsfilter auf [2] Sine-Wave Filter Fixed eingestellt ist.

5 Bestellen

5.1.1 Bestellung über 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	
F	C	-				P				T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C							D

130B836.10

Tabelle 5.1

Produktgruppen	1-3	☐
Serie des Frequenzumrichters	4-6	☐
Nennleistung	8-10	☐
Phasen	11	☐
Netzspannung	12	☐
Gehäuse Gehäuse Typ Gehäuse Klasse Versorgungsspannung der Steuerung	13-15	☐
Hardware-Konfiguration	16-23	☐
EMV-Filter/Frequenzumrichter mit niedrigen Oberwellen/12-Puls	16-17	☐
Brake	18	☐
Anzeige (LCP)	19	☐
Beschichtung der Platine	20	☐
Netzoption	21	☐
Anpassung A	22	☐
Anpassung B	23	☐
Softwareversion	24-27	☐
Softwaresprache	28	☐
A-Optionen	29-30	☐
B-Optionen	31-32	☐
C0-Optionen, MCO	33-34	☐
C1-Optionen	35	☐
Software C-Option	36-37	☐
D-Optionen	38-39	☐

Tabelle 5.2

Nicht alle Optionen sind für die einzelnen FC 301/FC 302-Varianten verfügbar. Verwenden Sie zur Prüfung der Verfügbarkeit der richtigen Version den Drive-Konfigurator im Internet.

5.1.2 Drive-Konfigurator

Sie können einen FC 300-Frequenzumrichter entsprechend den Anwendungsanforderungen entwerfen, indem Sie das Bestellnummersystem verwenden.

Für die FC 300-Serie können Sie Frequenzumrichter serienmäßig oder mit eingebauten Optionen bestellen, indem Sie den Typencode , der das Produkt beschreibt, zusammenstellen und an eine lokale Danfoss-Vertretung senden, z. B.:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXX0

Die Bedeutung der Zeichen in diesem Code können Sie den Seiten mit den Bestellnummern in diesem Kapitel entnehmen. Im obigen Beispiel verfügt der Frequenzumrichter über ein Profibus DP V1 und eine externe 24-V-DC-Versorgung.

Mit dem Drive-Konfigurator können Sie ebenfalls vom Internet aus den geeigneten Frequenzumrichter für Ihre Anwendung konfigurieren und den Typencode erzeugen. Der Drive-Konfigurator erzeugt automatisch eine achtstellige Bestellnummer, mit der Sie den Frequenzumrichter von Ihrer lokalen Vertretung bestellen können. Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten erstellen und ggf. zur Bestellung bei Danfoss verwenden.

Den Drive-Konfigurator ist auf der globalen Internetseite www.danfoss.com/drives.

Frequenzumrichter werden automatisch mit einem Sprachpaket für die Region ausgeliefert, aus der die Bestellung stammt. Vier regionale Sprachpakete decken die folgenden Sprachen ab:

Sprachpaket 1

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

Sprachpaket 2

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

Sprachpaket 3

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

Sprachpaket 4

Englisch, Deutsch, Spanisch, amerikanisches Englisch, Griechisch, brasilianisches Portugiesisch, Türkisch und Polnisch.

Wenn Sie einen Frequenzumrichter mit einem anderen Sprachpaket bestellen möchten, wenden Sie sich bitte an Ihre lokale Vertriebsniederlassung.

BestelltypencodeModellnummer Baugrößen A, B und C		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC 30x
Frequenzumrichter-Serie	4-6	301:FC 301 302: FC 302
Nennleistung	8-10	0,25-75 kW
Phasen	11	Drei Phasen (T)
Netzspannung	11-12	T 2: 200-240V 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: IP 55/NEMA Typ 12 P20: IP20 (mit Rückwand) P21: IP21/ NEMA Typ 1 (mit Rückwand) P55: IP55/ NEMA Typ 12 (mit Rückwand) Z20: IP 20 ¹⁾ E66: IP66
EMV-Filter	16-17	H1: EMV-Filter, Klasse A1/B1 H2: EMV-Filter, erfüllt Klasse A2 H3: EMV-Filter, Klasse A1/B1 ¹⁾ H6: EMV-Filter, Schiffsanwendungen ¹⁾ HX: Kein Filter (nur 600 V)
Bremse	18	B: Mit Bremschopper X: Kein Bremschopper integriert T: Sicherer Stopp, keine Bremse ¹⁾ U: Sicherer Stopp, Bremschopper ¹⁾
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil (LCP) N: Numerisches LCP-Bedienteil (LCP) X: Kein LCP Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine X: Keine beschichtete Platine
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 1: Netztrennschalter 3: Netztrennschalter und Sicherung ²⁾ 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreis-kopplung ^{2, 3)} 7: Sicherung ²⁾ 8: Netztrennschalter und Zwischenkreis-kopplung ³⁾ A: Sicherung und Zwischenkreis-kopplung ^{2, 3)} D: Zwischenkreis-kopplung ³⁾
Anpassung	22	X: Standard-Kabeleingänge O: Europäisches metrisches Gewinde in Kabeleinführungen (nur A5, B1, B2, C1, C2)
Anpassung	23	X: Keine Anpassung
Softwareversion	24-27	SXXX: Neueste Version - Standardsoftware
Softwaresprache	28	X: Nicht verwendet

1): FC 301/ nur BaugrößeA1
2) Nur US-Markt
3): Die Baugrößen A und B verfügen standardmäßig über eine Zwischenkreis-kopplung

Tabelle 5.3

BestelltypencodeModellnummer Baugrößen D und E		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	301: FC 302
Frequenzumrichter-Serie	4-6	302: FC 302
Nennleistung	8-10	37-560 kW
Phasen	11	Drei Phasen (T)
Netzspannung	11-12	T 5: 380-500 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13-15	E00: IP00 C00: IP00 mit Edelstahlkühlkanal E0D: IP00, D3 P37K-P75K, T7 C0D: IP00 mit Edelstahlkühlkanal, D3 P37K-P75K, T7 E21: IP21 E54: IP54 E2D: IP21, D1 P37K-P75K, T7 E5D: IP54, D1 P37K-P75K, T7 E2M: IP21 mit Netzabschirmung E5M: IP54 mit Netzabschirmung
EMV-Filter	16-17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter, Klasse A11) H6: EMV-Filter, Schiffsanwendungen ²⁾ L2: Frequenzumrichter mit geringen Oberwellen mit EMV-Filter, Klasse A2 L4: Frequenzumrichter mit geringen Oberwellen mit EMV-Filter, Klasse A1 B2: 12-Puls-Frequenzumrichter mit EMV-Filter, Klasse A2 B4: 12-Puls-Frequenzumrichter mit EMV-Filter, Klasse A1
Brake	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT R: Regenerationsklemmen (nur Baugröße E)
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil LCP N: Numerisches LCP-Bedienteil X: Kein LCP-Bedienteil (nur Baugrößen D IP00 und IP 21)
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine X: Keine beschichtete Platine (nur Baugrößen D 380-480/500 V)
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreis-kopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreis-kopplung D: Zwischenkreis-kopplung
Anpassung	22	X: Standard-Kabeleingänge
Anpassung	23	X: Keine Anpassung
Softwareversion	24-27	Tatsächliche Software
Softwaresprache	28	

1): Verfügbar für alle Baugrößen D. nur Baugrößen E 380-480/500 V
2) Ziehen Sie den Service zurate, wenn Ihre Anwendungen Schiffsanwendungen erfordern

Tabelle 5.4

Bestelltyp	code	Modellnummer	Baugröße	F
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl		
Produktgruppe	1-3	FC 302		
Frequenzumrichter-Serie	4-6	FC 302		
Nennleistung	8-10	450-1200 kW		
Phasen	11	Drei Phasen (T)		
Netzspannung	11-12	T 5: 380 bis 500 V AC T 7: 525-690 V AC		
Gehäuse	13-15	C21: IP21 mit Edelstahlkühlkanal C54: IP54 Edelstahlkühlkanal E21: IP21 E54: IP54 L2X: IP21 mit Schaltschrankleuchte und IEC 230-V-Steckdose L5X: IP54 mit Schaltschrankleuchte und IEC 230-V-Steckdose L2A: IP21 mit Schaltschrankleuchte und NAM 115-V-Steckdose L5A: IP54 mit Schaltschrankleuchte und NAM 115-V-Steckdose H21: IP21 mit Raumheizung und Thermostat H54: IP54 mit Raumheizung und Thermostat R2X: IP21 mit Raumheizung, Thermostat, Leuchte und IEC 230-V-Steckdose R5X: IP54 mit Raumheizung, Thermostat, Leuchte und IEC 230-V-Steckdose R2A: IP21 mit Raumheizung, Thermostat, Leuchte und NAM 115-V-Steckdose R5A: IP54 mit Raumheizung, Thermostat, Leuchte und NAM 115-V-Steckdose		
EMV-Filter	16-17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter, Klasse A12, 3) HE: Fehlerstromschutzschalter mit EMV-Filter, Klasse A22) HF: Fehlerstromschutzschalter mit EMV-Filter, Klasse A12, 3) HG: IRM mit EMV-Filter, Klasse A22) HH: IRM mit EMV-Filter, Klasse A12, 3) HJ: NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A21) HK: NAMUR-Klemmen mit EMV-Filter, Klasse A11, 2, 3) HL: Fehlerstromschutzschalter mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A21, 2) HM: Fehlerstromschutzschalter mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A11, 2, 3) HN: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A21, 2) HP: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A11, 2, 3) N2: EMV-Filter, Klasse A2 N4: EMV-Filter, Klasse A2 B2: EMV-Filter, Klasse A2 B4: EMV-Filter, Klasse A2 BE: 12-Puls + RCD für TN/TT-Netz + EMV Klasse A2 BF: 12-Puls + RCD für TN/TT-Netz + EMV Klasse A1 BG: 12-Puls + IRM für IT-Netz + EMV Klasse A2 BH: 12-Puls + IRM für IT-Netz + EMV Klasse A1 BM: 12-Puls + RCD für TN/TT-Netz + NAMUR-Klemmen + EMV Klasse A1*		
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT C: Sicherer Stopp mit Pilz-Relais D: Sicherer Stopp mit Pilz-Sicherheitsrelais und Bremse IGBT R: Regenerationsklemmen M: IEC-Not-Aus-Drucktaster (mit Pilz-Sicherheitsrelais) ⁴⁾ N: IEC-Not-Aus-Drucktaster mit Bremse IGBT und Bremsanschlüssen ⁴⁾ P: IEC-Not-Aus-Drucktaster mit Regenerationsklemmen ⁴⁾		
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil LCP		

Bestelltyp	code	Modellnummer	Baugröße	F
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl		
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine		
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 und Sicherung ²⁾ F: Netztrennschalter, Schütz und Sicherungen ²⁾ G: Netztrennschaltung, Schütz, Zwischenkreiskopplungsklemmen und Sicherungen ²⁾ H: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreiskopplungsklemmen und Sicherungen ²⁾ J: Netztrennschalter und Sicherungen ²⁾ K: Netztrennschalter, Zwischenkreiskopplungsklemmen und Sicherungen ²⁾		
* Erfordert MCB 112 und MCB 113				

Tabelle 5.5

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Leistungsklemmen und Motorstarter	22	X: Keine Option E: 30 A, geschützte Leistungsklemmen F: 30 A, geschützte Leistungsklemmen und handbetätigter Motorstarter 2,5-4 A G: 30 A, geschützte Leistungsklemmen und handbetätigter Motorstarter 4-6,3 A H: 30 A, geschützte Leistungsklemmen und handbetätigter Motorstarter 6,3-10 A J: 30 A, geschützte Leistungsklemmen und handbetätigter Motorstarter 10-16 A K: Zwei handbetätigte Motorstarter 2,5-4 A L: Zwei handbetätigte Motorstarter 4-6,3 A M: Zwei handbetätigte Motorstarter 6,3-10 A N: Zwei handbetätigte Motorstarter 10-16 A
24-V-Zusatzversorgung und Außentemperaturüberwachung	23	X: Keine Option H: 5 A, 24-V-Stromversorgung (Kundenverwendung) J: Außentemperaturüberwachung G: 5 A, 24-V-Stromversorgung (Kundenverwendung) und Außentemperaturüberwachung
Softwareversion	24-27	Tatsächliche Software
	24-28	S023: 316 Edelstahlkühlkanal – nur Frequenzumrichter mit hoher Leistung
Softwaresprache	28	
1) MCB 113 Erweiterte Relaiskarte und MCB 112 PTC-Thermistorkarte für NAMUR-Klemmen erforderlich 2) Nur Baugrößen F3 und F4 3) Nur 380-480/500 V 4) Schütz erforderlich		

Tabelle 5.6

BestelltypencodeModellnummer, Optionen (alle Baugrößen)		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
A-Optionen	29- 30	AX: Keine A-Option A0: MCA 101 Profibus DP V1 (Standard) A4: MCA 104 DeviceNet (Standard) A6: MCA 105 CANOpen (Standard) AN: MCA 121 Ethernet IP AL: MCA-120 ProfiNet AQ: MCA-122 Modbus TCP AT: MCA 113 Profibus-Umrichter VLT3000 AU: MCA-114 Profibus-Umrichter VLT5000
B-Optionen	31- 32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BR: MCB 102 Drehgeberoption BU: MCB 103 Resolveroption BP: MCB 105 Relaisoption BZ: MCB 108 Sicherheits-SPS B2: MCB 112 PTC-Thermistorkarte B4: MCB-114 VLT-Sensoreingang
C0/ E0-Optionen	33- 34	CX: Keine Option C4: MCO 305, Programmierbarer Motion Controller BK: MCB 101 Universal-E/A in E0 BZ: MCB 108 Sicherheits-SPS in E0
C1-Optionen/ A/B in Adapter C-Option	35	X: Keine Option R: MCB 113 Ext. Relaiskarte Z: MCA 140 Modbus RTU OEM-Option E: MCF 106 A/B in Adapter C-Option
Software C- Option/ E1- Optionen	36- 37	XX: Standardregler 10: MCO 350 Synchronisierungssteuerung 11: MCO 351 Positioniersteuerung 12: MCO 352 Zentrumswickler AN: MCA 121 Ethernet IP in E1 BK: MCB 101 Universal-E/A in E1 BZ: MCB 108 Sicherheits-SPS in E1
D-Optionen	38- 39	DX: Keine Option D0: MCB 107 Ext. 24-V-DC-Versorgung

Tabelle 5.7

5.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör
5

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
Sonstige Hardware			
A5-Schaltschrank	Schaltschrank für die Baugröße A5	130B1028	
B1-Schaltschrank	Schaltschrank für die Baugröße B1	130B1046	
B2-Schaltschrank	Schaltschrank für die Baugröße B2	130B1047	
C1-Schaltschrank	Schaltschrank für die Baugröße C1	130B1048	
C2-Schaltschrank	Schaltschrank für die Baugröße C2	130B1049	
MCF 1xx-Satz	Befestigungskonsolen Baugröße A5	130B1080	
MCF 1xx-Satz	Befestigungskonsolen Baugröße B1	130B1081	
MCF 1xx-Satz	Befestigungskonsolen Baugröße B2	130B1082	
MCF 1xx-Satz	Befestigungskonsolen Baugröße C1	130B1083	
MCF 1xx-Satz	Befestigungskonsolen Baugröße C2	130B1084	
IP21/4X-Option	Gehäuse, Baugröße A1: IP21/IP 4X Top/TYP 1	130B1121	
IP21/4X-Option	Gehäuse, Baugröße A2: IP21/IP 4X Top/TYP 1	130B1122	
IP21/4X-Option	Gehäuse, Baugröße A3: IP21/IP 4X Top/TYP 1	130B1123	
MCF 101 IP21-Satz	IP21/NEMA 1 Gehäuseabdeckung A2	130B1132	
MCF 101 IP21-Satz	IP21/NEMA 1 Gehäuseabdeckung A3	130B1133	
MCF 108-Rückwand	A5 IP55/ NEMA 12	130B1098	
MCF 108-Rückwand	B11 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3383	
MCF 108-Rückwand	B2 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3397	
MCF 108-Rückwand	B4 IP20/Chassis	130B4172	
MCF 108-Rückwand	C1 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3910	
MCF 108-Rückwand	C2 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3911	
MCF 108-Rückwand	C3 IP20/Chassis	130B4170	
MCF 108-Rückwand	C4 IP20/Chassis	130B4171	
MCF 108-Rückwand	A5 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3242	
MCF 108-Rückwand	B1 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3434	
MCF 108-Rückwand	B2 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3465	
MCF 108-Rückwand	C1 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3468	
MCF 108-Rückwand	C2 IP66/ NEMA 4x Edelstahl	130B3491	
Profibus-Montage	Montage für Bauform D und E, Schutzart IP 00 und IP21	176F1742	
Profibus Sub-D 9	Sub-D-Adapter für Profibus IP20, Baugrößen A1, A2 und A3	130B1112	
Profibus-Montagezubehör	Profibus-Montagezubehörsatz für IP20, Baugrößen A1, A2 und A3	130B0524	
Zwischenkreisanschluss	Klemmenblock für Zwischenkreisanschluss bei Baugröße A2/A3	130B1064	
Klemmenblöcke	Steckbare Schraubklemmen als Austausch für Federzugklemmen 1 x 10-pol., 1 x 6-pol. und 1 x 3-pol.	130B1116	
USB-Kabelverlängerung für A5/ B1		130B1155	
USB-Kabelverlängerung für B2/ C1/ C2		130B1156	
Fußgestell für Flatpack-Widerstände, Baugröße A2		175U0085	
Fußgestell für Flatpack-Widerstände, Baugröße A3		175U0088	
Fußgestell für 2 Flatpack-Widerstände, Baugröße A2		175U0087	
Fußgestell für 2 Flatpack-Widerstände, Baugröße A3		175U0086	
Bestellnummern für Leitungskühlungssätze, NEMA 3R-Sätze, Sockeleinbausätze, Eingangsplatten-Optionssätze und Netzabschirmung finden Sie im Abschnitt <i>Hochleistungsoptionen</i>			
LCP			
LCP 101	Numerisches LCP Bedienteil 101	130B1124	
LCP 102	Grafische LCP-Bedieneinheit	130B1107	
LCP-Kabel	Separates LCP-Anschlusskabel, 3 m	175Z0929	
LCP-Satz, IP21	Ferneinbausatz mit grafischem LCP Bedienteil 102, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1113	
LCP-Satz, IP21	Ferneinbausatz mit numerischem LCP Bedienteil 101, Befestigungselementen und Dichtung	130B1114	
LCP-Satz, IP21	Ferneinbausatz für alle LCP Bedienteile (101 und 102) mit Befestigungselementen, 3-m-Kable und Dichtung	130B1117	
Option A		Unbeschichtet	Beschichtet
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-/Ausgangsoption	130B1125	130B1212
MCB 102	Drehgeberoption	130B1115	130B1203
MCB 103	Resolver-Option	130B1127	130B1227
MCB 105	Relaisoption	130B1110	130B1210
MCB 108	DC-DC-Konverter für Sicherheits-SPS	130B1120	130B1220
MCB 112	ATEX PTC-Thermistorkarte		130B1137
Einbausätze			
Einbausatz für Baugröße A2 und A3 (40 mm für eine C-Option)		130B7530	
Einbausatz für Baugröße A2 und A3 (60 mm für Option C0 + C1)		130B7531	
Einbausatz für Baugröße A5		130B7532	
Einbausatz für Baugröße B, C, D, E und F (außer B3)		130B7533	
Einbausatz für Baugröße B3 (40 mm für eine C-Option)		130B1413	
Einbausatz für Baugröße B3 (60 mm für Option C0 + C1)		130B1414	

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
Sonstige Hardware			
Optionen für Steckplatz C			
MCO 305	Programmierbarer Motion Controller	130B1134	130B1234
MCO 350	Synchronisierungs-Regler	130B1152	130B1252
MCO 351	Positionierungsregler	130B1153	120B1253
MCO 352	Regler für Zentrumschwinger	130B1165	130B1166
MCB 113	Erweiterte Relaiskarte	130B1164	130B1264

Tabelle 5.8

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
Option D			
MCB 107	Externe 24-V-DC-Versorgung	130B1108	130B1208
Externe Optionen			
	Ethernet-Master	175N2584	
PC-Software			
MCT 10	MCT 10-Konfigurationssoftware – 1 Benutzer	130B1000	
MCT 10	MCT 10-Konfigurationssoftware – 5 Benutzer	130B1001	
MCT 10	MCT 10-Konfigurationssoftware – 10 Benutzer	130B1002	
MCT 10	MCT 10-Konfigurationssoftware – 25 Benutzer	130B1003	
MCT 10	MCT 10-Konfigurationssoftware – 50 Benutzer	130B1004	
MCT 10	MCT 10-Konfigurationssoftware – 100 Benutzer	130B1005	
MCT 10	MCT 10-Konfigurationssoftware – unbegrenzte Benutzerzahl	130B1006	

Optionsmodule können als Einbauoptionen ab Werk bestellt werden, siehe Bestellangaben. Informationen zur Kompatibilität von Feldbussen und Anwendungsoptionen mit älteren Softwareversionen erhalten Sie bei Ihrem Danfoss-Händler.

Tabelle 5.9

5.2.2 Bestellnummern: Ersatzteile

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
Ersatzteile			
Steuerkarte FC 302	Beschichtete Ausführung	-	130B1109
Steuerkarte FC 301	Beschichtete Ausführung	-	130B1126
Lüfter A2	Lüfter, Baugröße A2	130B1009	-
Lüfter A3	Lüfter, Baugröße A3	130B1010	-
Lüfter A5	Kühl Lüfter, Baugröße A5	130B1017	
Lüfter B1	Externer Kühl Lüfter, Baugröße B1	130B1013	
Lüfteroption C		130B7534	-
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, 6-polig	10 Stecker in Federstecktechnik, 6-polig	130B1071	
Stecker FC 300 RS-485	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	
Montagezubehör MCO 305		130B7535	

Tabelle 5.10

5.2.3 Bestellnummern: Montagezubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnummer
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 Stecker Bremse und Zwischenkreiskopplung	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, Baugröße 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

Tabelle 5.11

5.2.4 Bestellnummern: Hochleistungsätze

Satz	Beschreibung	Bestellnummer	Anweisungsnummer
NEMA-3R (Rittal-Gehäuse)	Baugröße D3	176F4600	175R5922
	Baugröße D4	176F4601	
	Baugröße E2	176F1852	
NEMA-3R (Geschweißte Gehäuse)	Baugröße D3	176F0296	175R1068
	Baugröße D4	176F0295	
	Baugröße E2	176F0298	
Pedestal	Baugrößen D	176F1827	175R5642
Einbausatz rückseitiger Lüftungskanal (oben und unten)	D3 1800 mm	176F1824	175R5640
	D4 1800 mm	176F1823	
	D3 2000 mm	176F1826	
	D4 2000 mm	176F1825	
	E2 2000 mm	176F1850	
Einbausatz rückseitiger Lüftungskanal (nur oben)	E2 2200 mm	176F0299	175R1107
	Baugrößen D3/D4	176F1775	
	Baugröße E2	176F1776	
Obere Abdeckung und Bodenabdeckung IP00 (Geschweißte Gehäuse)	Baugrößen D3/D4	176F1862	175R1106
	Baugröße E2	176F1861	
Obere Abdeckung und Bodenabdeckung IP00 (Rittal-Gehäuse)	Baugrößen D3	176F1781	177R0076
	Baugrößen D4	176F1782	
	Baugröße E2	176F1783	
Motorkabelschelle IP00	Baugröße D3	176F1774	175R1109
	Baugröße D4	176F1746	
	Baugröße E2	176F1745	
Klemmenabdeckung IP00	Baugröße D3/D4	176F1779	175R1108
Netzabschirmung	Baugrößen D1/D2	176F0799	175R5923
	Baugröße E1	176F1851	
Eingangsbleche	Siehe Handbuch		175R5795
Zwischenkreiskopplung	Baugröße D1/D3	176F8456	175R5637
	Baugröße D2/D4	176F8455	
	Baugrößen D3/D4/E2	176F1884	
Sub-D- oder Schirmabschluss Einführung von oben	Baugrößen D3/D4/E2	176F1884	175R5964
IP00/IP20-Bausätze	Baugrößen D3/D4	176F1779	175R1108
	Baugrößen E2	176F1884	
USB-Erweiterungssatz	Baugrößen D	130B1155	177R0091
	Baugrößen E	130B1156	
	Baugrößen F	176F1784	

Tabelle 5.12

5.2.5 Bestellnummern: Bremswiderstände 10 %

FC 301 – Netz: 200-240 V (T2) - 10 % Arbeitszyklus

FC 301	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquerschnitt ^{2*}	Thermorelais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK25	0,25	368	408	425	0,095	1841	120	1,5	0,5	154 (160)
PK37	0,37	248	276	310	0,25	1842	120	1,5	0,9	142 (160)
PK55	0,55	166	185	210	0,285	1843	120	1,5	1,2	141 (160)
PK75	0,75	121	135	145	0,065	1820	120	1,5	0,7	149 (160)
P1K1	1,1	81	91,4	90	0,095	1821	120	1,5	1	160 (160)
P1K5	1,5	58,5	66,2	65	0,25	1822	120	1,5	2	160 (160)
P2K2	2,2	40,2	44,6	50	0,285	1823	120	1,5	2,4	143 (160)
P3K0	3	29,1	32,4	35	0,43	1824	120	1,5	2,5	148 (160)
P3K7	3,7	22,5	25,9	25	0,8	1825	120	1,5	5,7	160 (160)

Tabelle 5.13

FC 302 – Netz: 200-240 V (T2) - 10 % Arbeitszyklus

FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquerschnitt ^{2*}	Thermorelais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK25	0,25	382	467	425	0,095	1841	120	1,5	0,5	160 (160)
PK37	0,37	279	315	310	0,25	1842	120	1,5	0,9	160 (160)
PK55	0,55	189	211	210	0,285	1843	120	1,5	1,2	160 (160)
PK75	0,75	130	154	145	0,065	1820	120	1,5	0,7	160 (160)
P1K1	1,1	81	104	90	0,095	1821	120	1,5	1	160 (160)
P1K5	1,5	58,5	75,7	65	0,25	1822	120	1,5	2	160 (160)
P2K2	2,2	45	51	50	0,285	1823	120	1,5	2,4	160 (160)
P3K0	3	31,5	37	35	0,43	1824	120	1,5	2,5	160 (160)
P3K7	3,7	22,5	29,6	25	0,8	1825	120	1,5	5,7	160 (160)

Tabelle 5.14

FC 301/FC 302 – Netz: 200-240 V (T2) - 10 % Arbeitszyklus

AutomationDrive FC 301/FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquerschnitt ^{2*}	Thermorelais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
P5K5	5,5	18	20	20	1	1826	120	1,5	7,1	158 (160)
P7K5	7,5	13	14	15	2	1827	120	1,5	11	153 (160)
P11K	11	9	10	10	2,8	1828	120	2,5	17	154 (160)
P15K	15	6	7	7	4	1829	120	4	24	150 (150)
P18K	18,5	5,1	6	6	4,8	1830	120	4	28	150 (150)
P22K	22	4,2	5	4,7	6	1954	300	10	36	150 (150)
P30K	30	3	3,7	3,3	8	1955	300	10	49	150 (150)
P37K	37	2,4	3	2,7	10	1956	300	16	61	150 (150)

Tabelle 5.15

FC 301 – Netz: 380-480 V (T4) - 10 % Arbeitszyklus

FC 301	P _m (H0)	R _{min}	R _{br. nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr	Dauer	Kabelquer- schnitt ^{2*}	Thermo- relais	Max. Bremsmome nt mit R _{rec} *
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK37	0,37	620	1098	620	0,065	1840	120	1,5	0,3	160 (160)
PK55	0,55	620	739	620	0,065	1840	120	1,5	0,3	160 (160)
PK75	0,75	485	539	620	0,065	1840	120	1,5	0,3	139 (160)
P1K1	1,1	329	366	425	0,095	1841	120	1,5	0,5	138 (160)
P1K5	1,5	240	266	310	0,25	1842	120	1,5	0,9	138 (160)
P2K2	2,2	161	179	210	0,285	1843	120	1,5	1,2	137 (160)
P3K0	3	117	130	150	0,43	1844	120	1,5	1,7	139 (160)
P4K0	4	87	97	110	0,6	1845	120	1,5	2,3	140 (160)
P5K5	5,5	63	69	80	0,85	1846	120	1,5	3,3	139 (160)
P7K5	7,5	45	50	65	1	1847	120	1,5	3,9	124 (160)
P11K	11	34,9	38,8	40	1,8	1848	120	1,5	7,1	155 (160)
P15K	15	25,3	28,1	30	2,8	1849	120	1,5	9,7	150 (160)
P18K	18,5	20,3	22,6	25	3,5	1850	120	1,5	12	144 (160)
P22K	22	16,9	18,8	20	4	1851	120	1,5	14	150 (160)
P30K	30	13,2	14,7	15	4,8	1852	120	2,5	18	147 (150)
P37K	37	11	12	12	5,5	1853	120	2,5	21	147 (150)
P45K	45	9	10	9,8	15	2008	120	10	39	148 (150)
P55K	55	7	8	7,3	13	0069	120	10	42	150 (150)
P55K	55	6,6	7,9	5,7	14	1958	300	10	50	150 (150)
P75K	75	6,6	5,7	6,3	15	0067	120	10	49	150 (150)
P75K	75	4,2	5,7	4,7	18	1959	300	16	62	150 (150)
P75K	75	4,2	5,7	4,7	29	0077	600	16	79	150 (150)

Tabelle 5.16

FC 302 – Netz: 380-500 V (T5) - 10 % Arbeitszyklus

FC 302	P _m (H0)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquer- schnitt ^{2*}	Thermo- relais	Max. Bremsm oment mit R _{rec} *
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK37	0,37	620	1360	620	0,065	1840	120	1,5	0,3	160 (160)
PK55	0,55	620	915	620	0,065	1840	120	1,5	0,3	160 (160)
PK75	0,75	620	668	620	0,065	1840	120	1,5	0,3	160 (160)
P1K1	1,1	425	453	425	0,095	1841	120	1,5	0,5	160 (160)
P1K5	1,5	310	330	310	0,25	1842	120	1,5	0,9	160 (160)
P2K2	2,2	210	222	210	0,285	1843	120	1,5	1,2	160 (160)
P3K0	3	150	161	150	0,43	1844	120	1,5	1,7	160 (160)
P4K0	4	110	120	110	0,6	1845	120	1,5	2,3	160 (160)
P5K5	5,5	80	86	80	0,85	1846	120	1,5	3,3	160 (160)
P7K5	7,5	65	62	65	1	1847	120	1,5	3,9	160 (160)
P11K	11	40	42,1	40	1,8	1848	120	1,5	7,1	160 (160)
P15K	15	30	30,5	30	2,8	1849	120	1,5	9,7	160 (160)
P18K	18,5	25	24,5	25	3,5	1850	120	1,5	12	160 (160)
P22K	22	20	20,3	20	4	1851	120	1,5	14	150 (160)
P30K	30	15	15,9	15	4,8	1852	120	2,5	18	150 (150)
P37K	37	12	13	12	5,5	1853	120	2,5	21	150 (150)
P45K	45	10	10	9,8	15	2008	120	10	39	150 (150)

FC 302	P _m (H0)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquer-schnitt ^{2*}	Thermo-relais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} [*]
P55K	55	7	9	7,3	13	0069	120	10	42	150 (150)
P55K	55	7,3	8,6	7,3	14	1958	300	10	50	150 (150)
P75K	75	4,7	6,2	4,7	15	0067	120	10	49	150 (150)
P75K	75	4,7	6,2	4,7	18	1959	300	16	62	150 (150)
P75K	75	4,7	6,2	4,7	29	0077	600	16	79	150 (150)
P90K	90	3,8	5,2	3,8	22	1960	300	25	76	150 (150)
P90K	90	3,8	5,2	3,8	36	0078	600	35	97	150 (150)
P110	110	3,2	4,2	3,2	27	1961	300	35	92	150 (150)
P110	110	3	4	3,2	42	0079	600	50	115	150 (150)
P132	132	3	3,5	2,6	32	1962	300	50	111	150 (150)
P160	160	2	2,9	2,1	39	1963	300	70	136	150 (150)
P200	200	2	3	6,6 / 2 = 3,3	28 x 2 = 56	2 x 1061 ^{3*}	300	2 x 50 ^{5*}	130 ^{4*}	106 (150)
P200	200	1,6	2,3	6,6 / 3 = 2,2	28 x 3 = 84	3 x 1061 ^{3*}	300	3 x 50 ^{5*}	130 ^{4*}	150 (150)
P250	250	2,6	1,9	5,2 / 2 = 2,6	36 x 2 = 72	3 x 1062 ^{3*}	300	3 x 70 ^{5*}	166 ^{4*}	108 (150)
P250	250	2,6	1,9	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	150 (150)
P315	315	2,3	1,5	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	97 (150)
P315	315	2,3	1,5	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	150 (150)
P355	355	2,1	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	94 (150)
P355	355	2,1	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	150 (150)
P400	400	1,2	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	135 (135)
P450	450	1,2	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	120 (120)
P500	500	1,2	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	108 (108)
P560	560	1,2	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	96 (96)
P630	630	1,2	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	85 (85)
P710	710	1,2	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	76 (76)
P800	800	1,2	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	67 (67)
P1M0	1000	1,2	1,3	4,2 / 3 = 1,4	50 x 3 = 150	3 x 1064 ^{3*}	300	3 x 120 ^{5*}	218 ^{4*}	54 (54)

Tabelle 5.17

FC 302 – Netz: 525-600 V (T6) - 10 % Arbeitszyklus

FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Zeitrau m	Kabel- querschnitt 2*	Thermo relais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T6	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK75	0,75	620	904	620	0,1	1840	120	1,5	0,3	160 (160)
P1K1	1,1	550	613	620	0,1	1840	120	1,5	0,3	160 (160)
P1K5	1,5	380	447	425	0,1	1841	120	1,5	0,5	160 (160)
P2K2	2,2	270	301	310	0,3	1842	120	1,5	0,9	160 (160)
P3K0	3	189	218	210	0,3	1843	120	1,5	1,2	160 (160)
P4K0	4	135	162	150	0,4	1844	120	1,5	1,7	160 (160)
P5K5	5,5	99	116	110	0,6	1845	120	1,5	2,3	160 (160)
P7K5	7,5	72	84,5	80	0,9	1846	120	1,5	3,3	160 (160)
P11K	11	40	57	40	2	1848	120	1,5	3,9	160 (160)
P15K	15	36	41,3	40	2	1848	120	1,5	7,1	160 (160)
P18K	18,5	27	33,2	30	2,8	1849	120	1,5	9,7	160 (160)
P22K	22	22,5	27,6	25	3,5	1850	120	1,5	12	150 (150)
P30K	30	18	21,6	20	4	1851	120	1,5	14	150 (150)
P37K	37	13,5	17,3	15	4,8	1852	120	2,5	18	150 (150)
P45K	45	10,8	14,2	12	5,5	1853	120	2,5	21	150 (150)
P55K	55	8,8	11,6	9,8	15	2008	120	10	39	150 (150)
P75K	75	6,6	8,4	7,3	13	0069	120	10	42	150 (150)
P90K	90	4,7	7	4,7	18	1959	300	16	62	150 (150)
P110	110	4,7	5,8	4,7	18	1959	300	16	62	150 (150)
P132	132	4,2	4,8	4,7	18	1959	300	16	62	150 (150)
P160	160	3,4	4	3,8	22	1960	300	25	76	150 (150)
P200	200	2,7	3,2	5,2 / 2 = 2,6	36 x 2 = 72	2 x 1062	300	2 x 70 ^{5*}	166	150 (150)
P250	250	2,2	2,5	5,2 / 2 = 2,6	36 x 2 = 72	2 x 1062	300	2 x 70 ^{5*}	166	146 (150)
P315	315	1,7	2							(150)
P355	355	1,6	1,8							(150)
P400	400	1,4	1,6							(150)
P450	450	1,2	1,3							(150)
P500	500	1,2	1,3							(150)
P560	560	1,2	1,3							(130)
P670	670	1,2	1,3							(116)
P750	750	1,2	1,3							(103)
P850	850	1,2	1,3							(91)
P1M0	1000	1,2	1,3							(73)
P1M1	1100	1,2	1,3							

Tabelle 5.18

FC 302 – Netz: 525-690 V (T7) - 10 % Arbeitszyklus

FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Zeitraum	Kabelquerschnitt	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T7	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[%]
P400	400	1,9	2,2	4,2 / 2 = 2,1	50 x 2 = 100	2 x 1064	300	2 x 120	150 (150)
P500	500	1,5	1,7	4,2 / 2 = 2,1	50 x 2 = 100	2 x 1064	300	2 x 120	123 (150)
P560	560	1,4	1,5	4,2 / 2 = 2,1	50 x 2 = 100	2 x 1064	300	2 x 120	118 (150)
P630	630	1,2	1,4	4,2 / 2 = 2,1	50 x 2 = 100	2 x 1064	300	2 x 120	98 (150)
P710	710	1,2	1,3	4,2 / 2 = 2,1	50 x 2 = 100	2 x 1064	300	2 x 120	87 (140)
P800	800	1,2	1,3	4,2 / 2 = 2,1	50 x 2 = 100	2 x 1064	300	2 x 120	77 (124)
P900	900	1,2	1,3	4,2 / 2 = 2,1	50 x 2 = 100	2 x 1064	300	2 x 120	68 (110)
P1M1	1000	1,2	1,3	4,2 / 2 = 2,1	50 x 2 = 100	2 x 1064	300	2 x 120	61 (99)
P1M2	1200	1,2	1,3	4,2 / 2 = 2,1	50 x 2 = 100	2 x 1064	300	2 x 120	51 (83)

Tabelle 5.19

5.2.6 Bestellnummern: Bremswiderstände 40 %
FC 301 - Netz: 200-240 V (T2) - 40 % Arbeitszyklus

FC 301	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquerschnitt 2*	Thermorelais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK25	0,25	368	408	425	0,43	1941	120	1,5	1	154 (160)
PK37	0,37	248	276	310	0,80	1942	120	1,5	1,6	142 (160)
PK55	0,55	166	185	210	1,35	1943	120	1,5	2,5	141 (160)
PK75	0,75	121	135	145	0,26	1920	120	1,5	1,3	149 (160)
P1K1	1,1	81	91,4	90	0,43	1921	120	1,5	2,2	160 (160)
P1K5	1,5	58,5	66,2	65	0,80	1922	120	1,5	3,5	160 (160)
P2K2	2,2	40,2	44,6	50	1,00	1923	120	1,5	4,5	143 (160)
P3K0	3	29,1	32,4	35	1,35	1924	120	1,5	6,2	148 (160)
P3K7	3,7	22,5	25,9	25	3,00	1925	120	1,5	11	160 (160)

Tabelle 5.20

FC 302 - Netz: 200-240 V (T2) - 40 % Arbeitszyklus

FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquerschnitt 2*	Thermorelais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK25	0,25	382	467	425	0,43	1941	120	1,5	1,0	160 (160)
PK37	0,37	279	315	310	0,80	1942	120	1,5	1,6	160 (160)
PK55	0,55	189	211	210	1,35	1943	120	1,5	2,5	160 (160)
PK75	0,75	130	154	145	0,26	1920	120	1,5	1,3	160 (160)
P1K1	1,1	81	104	90	0,43	1921	120	1,5	2,2	160 (160)
P1K5	1,5	58,5	75,7	65	0,80	1922	120	1,5	3,5	160 (160)
P2K2	2,2	45	51	50	1,00	1923	120	1,5	4,5	160 (160)
P3K0	3	31,5	37	35	1,35	1924	120	1,5	6,2	160 (160)
P3K7	3,7	22,5	29,6	25	3,00	1925	120	1,5	11	160 (160)

Tabelle 5.21

AutomationDrive FC 301/FC 302 – Netz: 200-240 V (T2) - 40 % Arbeitszyklus

AutomationDrive FC 301/FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquerschnitt	Thermo-relais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
P5K5	5,5	18	20	20	3,5	1926	120	1,5	13	(160)
P7K5	7,5	13	14	15	5	1927	120	2,5	18	(160)
P11K	11	9	10	10	9	1928	120	10	30	(160)
P15K	15	6	7	7	10	1929	120	16	38	(150)
P18K	18,5	5,1	6	6	12,7	1930	120	16	46	(150)
P22K	22	4,2	5							(150)
P30K	30	3	3,7							(150)
P37K	37	2,4	3							(150)

Tabelle 5.22

FC 301 – Netz: 380-480 V (T5) - 40 % Arbeitszyklus

FC 301	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquerschnitt ² *	Thermo-relais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK37	0,37	620	1098	620	0,26	1940	120	1,5	0,6	160 (160)
PK55	0,55	620	739	620	0,26	1940	120	1,5	0,6	160 (160)
PK75	0,75	485	539	620	0,26	1940	120	1,5	0,6	139 (160)
P1K1	1,1	329	366	425	0,43	1941	120	1,5	1	138 (160)
P1K5	1,5	240	267	310	0,80	1942	120	1,5	1,6	138 (160)
P2K2	2,2	161	179	210	1,35	1943	120	1,5	2,5	137 (160)
P3K0	3	117	130	150	2,00	1944	120	1,5	3,7	139 (160)
P4K0	4	87	97	110	2,40	1945	120	1,5	4,7	140 (160)
P5K5	5,5	63	69	80	3,00	1946	120	1,5	6,1	139 (160)
P7K5	7,5	45	50	65	4,50	1947	120	1,5	8,3	124 (160)
P11K	11	34,9	38,8	40	5,00	1948	120	1,5	11	155 (160)
P15K	15	25,3	28,1	30	9,30	1949	120	2,5	18	150 (160)
P18K	18,5	20,3	22,6	25	12,70	1950	120	4	23	144 (160)
P22K	22	16,9	18,8	20	13,00	1951	120	4	25	150 (160)
P30K	30	13,2	14,7	15	15,60	1952	120	10	32	147 (150)
P37K	37	10,6	12	12	19,00	1953	120	10	40	147 (150)
P45K	45	8,7	10	9,8	38,00	2007	120	16	62	148 (150)
P55K	55	6,6	8	7,3	38,00	0068	120	25	72	150 (150)
P55K	55	6,6	7,9	5,7						150 (150)
P75K	75	6,6	5,7	6,3	45,00	0066	120	25	87	150 (150)
P75K	75	4,2	5,7	4,7						150 (150)
P75K	75	4,2	5,7	4,7						150 (150)

Tabelle 5.23

FC 302 – Netz: 380-500 V (T5) - 40 % Arbeitszyklus

FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquerschnitt ² *	Thermo- relais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK37	0,37	620	1360	620	0,26	1940	120	1,5	0,6	160 (160)
PK55	0,55	620	915	620	0,26	1940	120	1,5	0,6	160 (160)
PK75	0,75	620	668	620	0,26	1940	120	1,5	0,6	160 (160)
P1K1	1,1	425	453	425	0,43	1941	120	1,5	1	160 (160)
P1K5	1,5	310	330	310	0,80	1942	120	1,5	1,6	160 (160)
P2K2	2,2	210	222	210	1,35	1943	120	1,5	2,5	160 (160)
P3K0	3	150	161	150	2	1944	120	1,5	3,7	160 (160)
P4K0	4	110	120	110	2,4	1945	120	1,5	4,7	160 (160)
P5K5	5,5	80	86	80	3	1946	120	1,5	6,1	160 (160)
P7K5	7,5	65	62	65	4,5	1947	120	1,5	8,3	160 (160)
P11K	11	40	42,1	40	5	1948	120	1,5	11	160 (160)
P15K	15	30	30,5	30	9,3	1949	120	2,5	18	160 (160)
P18K	18,5	25	24,5	25	12,7	1950	120	4	23	160 (160)
P22K	22	20	20,3	20	13	1951	120	4	25	150 (160)
P30K	30	15	15,9	15	15,6	1952	120	10	32	150 (150)
P37K	37	12	13	12	19	1953	120	10	40	150 (150)
P45K	45	10	10	9,8	38	2007	120	16	62	150 (150)
P55K	55	7	9	7,3	38	0068	120	25	72	150 (150)
P55K	55	7,3	8,6							150 (150)
P75K	75	4,7	6,2	4,7	45	0066	120	25	87	150 (150)
P75K	75	4,7	6,2							150 (150)
P75K	75	4,7	6,2							150 (150)
P90K	90	3,8	5,2	7,6 / 2 = 3,8	38 x 2 = 75	2 x 0072 ^{3*}	600	2 x 70 ^{5*}	140 ^{4*}	150 (150)
P90K	90	3,8	5,2							150 (150)
P110	110	3,2	4,2	6,4 / 2 = 3,2	45 x 2 = 90	2 x 0073 ^{3*}	600	2 x 70 ^{5*}	168 ^{4*}	150 (150)
P110	110	3	4							150 (150)
P132	132	3	4	5,8 / 2 = 2,6	56 x 2 = 112	2 x 0074 ^{3*}	600	2 x 25 ⁵	186 ⁴	150 (150)
P160	160	2	3	6,3 / 3 = 2,1	45 x 3 = 135	3 x 0075 ^{3*}	600	3 x 25 ⁵	252 ⁴	150 (150)
P200	200	2	3							106 (150)
P200	200	1,6	2,3							150 (150)
P250	250	2,6	1,9							108 (150)
P250	250	2,6	1,9							150 (150)
P315	315	2,3	1,5							97 (150)
P315	315	2,3	1,5							150 (150)
P355	355	2,1	1,3							94 (150)
P355	355	2,1	1,3							150 (150)
P400	400	1,2	1,3							135 (135)
P450	450	1,2	1,3							120 (120)
P500	500	1,2	1,3							108 (108)
P560	560	1,2	1,3							96 (96)
P630	630	1,2	1,3							85 (85)
P710	710	1,2	1,3							76 (76)
P800	800	1,2	1,3							67 (67)
P1M0	1000	1,2	1,3							54 (54)

Tabelle 5.24

FC 302 - Netz: 525-600 V (T6) - 40 % Arbeitszyklus

FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquerschnitt ^{2*}	Thermorelais	Max. Bremsmoment mit R _{rec} *
T6	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK75	0,75	620	905	620	0,26	1940	120	1,5	0,6	160 (160)
P1K1	1,1	550	614	620	0,26	1940	120	1,5	0,6	160 (160)
P1K5	1,5	380	448	425	1	1941	120	1,5	1	160 (160)
P2K2	2,2	270	302	310	1,6	1942	120	1,5	1,6	160 (160)
P3K0	3	189	219	210	2,5	1943	120	1,5	2,5	160 (160)
P4K0	4	135	162	150	3,7	1944	120	1,5	3,7	160 (160)
P5K5	5,5	99	117	110	4,7	1945	120	1,5	4,7	160 (160)
P7K5	7,5	72	84,5	80	6,1	1946	120	1,5	6,1	160 (160)
P11K	11	40	57	40	11	1948	120	1,5	8,3	160 (160)
P15K	15	36	41,3	40	11	1948	120	1,5	11	160 (160)
P18K	18,5	27	33,2	30	18	1949	120	2,5	18	160 (160)
P22K	22	22,5	27,6	25	23	1950	120	4	23	150 (150)
P30K	30	18	21,6	20	25	1951	120	4	25	150 (150)
P37K	37	13,5	17,3	15	32	1952	120	10	32	150 (150)
P45K	45	10,8	14,2	12	40	1953	120	10	40	150 (150)
P55K	55	8,8	11,6	9,8	62	2007	120	16	62	150 (150)
P75K	75	6,6	8,4	7,3	72	0068	120	25	72	150 (150)
P90K	90	4,7	7							150 (150)
P110	110	4,7	5,8							150 (150)
P132	132	4,2	4,8							150 (150)
P160	160	3,4	4							150 (150)
P200	200	2,7	3,2							150 (150)
P250	250	2,2	2,5							146 (150)
P315	315	1,7	2							(150)
P355	355	1,6	1,8							(150)
P400	400	1,4	1,6							(150)
P450	450	1,2	1,3							(150)
P500	500	1,2	1,3							(150)
P560	560	1,2	1,3							(130)
P670	670	1,2	1,3							(116)
P750	750	1,2	1,3							(103)
P850	850	1,2	1,3							(91)
P1M0	1000	1,2	1,3							(73)
P1M1	1100	1,2	1,3							

Tabelle 5.25

FC 302 - Netz: 525-690 V (T7) - 40 % Arbeitszyklus

FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br. nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnr.	Dauer	Kabelquer- schnitt	Thermo - relais	Max. Bremsmom ent mit R _{rec} *
T7	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	130Bxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
P37K	37	18	23,5	22	28	2118	600	6	35	150 (150)
P45K	45	13,5	19,3	18	33	2119	600	10	42	150 (150)
P55K	55	13,5	15,8	15	42	2120	600	16	52	150 (150)
P75K	75	8,8	11,5	11	56	2121	600	25	71	150 (150)
P90K	90	8,8	9,6	9,1	66	2122	600	35	85	146 (150)
P110	110	6,6	7,8	7,5	78	2123	600	50	102	150 (150)
P132	132	4,2	6,5	6,2	96	2124	600	50	124	150 (150)
P160	160	4,2	5,4	5,1	120	2125	600	70	198	150 (150)
P200	200	3,4	4,3	7,8 / 2 = 3,9	2 x 78	2 x 2126 ^{3*}	600	2 x 25	200	150 (150)
P250	250	2,3	3,4	6,6 / 2 = 3,3	2 x 90	2 x 2127 ^{3*}	600	2 x 35	234	150 (150)
P315	315	2,3	2,7	5,4 / 2 = 2,7	2 x 112	2 x 2128 ^{3*}	600	2 x 50	288	150 (150)

Tabelle 5.26

Abkürzungen in den Tabellen

*) Entstehendes max. Bremsmoment bei Verwendung von R_{rec}. Verwendung von R_{br,nom} führt zu maximalem Bremsmoment, z. B. 160 %. Der Wert in Klammern gibt das max. Bremsmoment des Frequenzumrichters an.

2*) Alle Kabel müssen den einschlägigen Vorschriften zu Kabelquerschnitten und Umgebungstemperatur entsprechen. Der Einsatz von Kupferleitern (60/75°C) wird empfohlen.

3*) Die angegebene Anzahl an Bremswiderständen bestellen (z. B. 2 x 1062 = 2 Stück 175U1062). Die ersten vier Zeichen sind in der Tabellenüberschrift zu finden (175U oder 130B).

4*) Nennwert für jedes Thermistorrelais (ein Thermistorrelais pro Widerstand).

5*) Parallele Sternschaltung (siehe Kapitel *Installation*).

6*) Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen an Danfoss.

7*) Mit Klixon-Schalter

P _m	: Motornenngroße für VLT-Typ
R _{min}	: Zulässiger Mindestbremswiderstand – nach Frequenzumrichter
R _{rec}	: Empfohlener Bremswiderstand (Danfoss)
P _{b, max}	: Nennleistung Bremswiderstand wie vom Lieferanten angegeben
Thermorelais	: Bremsstrom Einstellung Thermorelais
Codenummer	: Bestellnummern für Bremswiderstände von Danfoss
Kabelquerschnitt	: Empfohlener <u>Mindestwert</u> bei PVC-isoliertem Kupferkabel, 30 °C Umgebungstemperatur und normaler Wärmeab- leitung
P _{pbr,avg}	: Durchschnittliche Nennleistung des Bremswiderstands durch Stufen von
R _{br,avg}	: Der (empfohlene) Nennwiderstandswert zur Sicherstellung der Bremsleistung an der Motorwelle von 160 % / 110 % für 1 min

Tabelle 5.27

5.2.7 Flatpacks

FC 301 – Netz: 200-240 V (T2)

FC 301	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	Flatpack IP65 für Horizontalförderer		
				Rrec pro Stück	Arbeitszyklus	Bestellnr.
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω / W]	%	175Uxxxx
PK25	0,25	368	408	430/100	40	1002
PK37	0,37	248	276	330/100 oder 310/200	27 oder 55	1003 oder 0984
PK55	0,55	166	185	220/100 oder 210/200	20 oder 37	1004 oder 0987
PK75	0,75	121	135	150/100 oder 150/200	14 oder 27	1005 oder 0989
P1K1	1,1	81,0	91,4	100/100 oder 100/200	10 oder 19	1006 oder 0991
P1K5	1,5	58,5	66,2	72/200	14	0992
P2K2	2,2	40,2	44,6	50/200	10	0993
P3K0	3	29,1	32,4	35/200 oder 72/200	7 14	0994 oder 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	25,9	60/200	11	2 x 0996

Tabelle 5.28

FC 302 Netz: 200-240 V (T2)

FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	Flatpack IP65 für Horizontalförderer		
				Rrec pro Stück	Arbeitszyklus	Bestellnr.
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω / W]	%	175Uxxxx
PK25	0,25	382	467	430/100	40	1002
PK37	0,37	279	315	330/100 oder 310/200	27 oder 55	1003 oder 0984
PK55	0,55	189	211	220/100 oder 210/200	20 oder 37	1004 oder 0987
PK75	0,75	130	154	150/100 oder 150/200	14 oder 27	1005 oder 0989
P1K1	1,1	81,0	104,4	100/100 oder 100/200	10 oder 19	1006 oder 0991
P1K5	1,5	58,5	75,7	72/200	14	0992
P2K2	2,2	45,0	51,0	50/200	10	0993
P3K0	3	31,5	37,0	35/200 oder 72/200	7 oder 14	0994 oder 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	29,6	60/200	11	2 x 0996

Tabelle 5.29

FC 301 Netz: 380-480 V (T4)

FC 301	P _m (HO)	R _{min}	R _{br, nom}	Flatpack IP65 für Horizontalförderer		
				Rrec pro Stück	Arbeitszyklus	Bestellnr.
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω / W]	%	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1098	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	739	830/100	20	1000
PK75	0,75	485	539	620/100 oder 620/200	14 oder 27	1001 oder 0982
P1K1	1,1	329	366	430/100 oder 430/200	10 oder 20	1002 oder 0983
P1K5	1,5	240,0	266,7	310/200	14	0984
P2K2	2,2	161,0	179,7	210/200	10	0987
P3K0	3	117,0	130,3	150/200 oder 300/200	7 oder 14	0989 oder 2 x 0985
P4K0	4	87	97	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	63	69	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	45	50	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	34,9	38,8	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	25,3	28,1	72/240	4	2 x 0091

Tabelle 5.30

FC 302 Netz: 380-500 V (T5)

FC 302	P _m (HO)	R _{min}	R _{br. nom}	Flatpack IP65 für Horizontalförderer		
				R _{ec} pro Stück	Arbeitszyklus	Bestellnr.
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω / W]	%	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1360	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	915	830/100	20	1000
PK75	0,75	620	668	620/100 oder 620/200	14 oder 27	1001 oder 0982
P1K1	1,1	425	453	430/100 oder 430/200	10 oder 20	1002 oder 0983
P1K5	1,5	310,0	330,4	310/200	14	0984
P2K2	2,2	210,0	222,6	210/200	10	0987
P3K0	3	150,0	161,4	150/200 oder 300/200	7 14	0989 oder 2 x 0985
P4K0	4	110	120	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	80	86	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	65	62	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	40,0	42,1	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	30,0	30,5	72/240	4	2 x 0091

5

Tabelle 5.31

5.2.8 Bestellnummern: Oberwellenfilter

Oberwellenfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberwellen.

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

IAHF,N	Typischer verwendeter Motor [kW]	Danfoss AHF 005	Danfoss AHF 010	Größe des Frequenzumrichters
10	0,37 - 4	175G6600	175G6622	PK37 - 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
578	315	2X 175G6610	2X 175G6632	P315
648	355	2X 175G6611	2X 175G6633	P355
694	400	175G6611 + 175G6688	175G6633 + 175G6691	P400
740	450	2X 175G6688	2X 175G6691	P450

Tabelle 5.32 380-415 V, 50 Hz

IAHF,N	Typischer verwendeter Motor [kW]	Danfoss AHF 005	Danfoss AHF 010	Größe des Frequenzumrichters
10	0,37 - 4	130B2540	130B2541	PK37 - P4K0
19	5,5 - 7,5	130B2460	130B2472	P5K5 - P7K5
26	11	130B2461	130B2473	P11K
35	15 - 18,5	130B2462	130B2474	P15K - P18K
43	22	130B2463	130B2475	P22K
72	30 - 37	130B2464	130B2476	P30K - P37K
101	45 - 55	130B2465	130B2477	P45K - P55K
144	75	130B2466	130B2478	P75K
180	90	130B2467	130B2479	P90K
217	110	130B2468	130B2480	P110
289	132	130B2469	130B2481	P132
324	160	130B2470	130B2482	P160
370	200	130B2471	130B2483	P200
506	250	130B2468 + 130B2469	130B2480 + 130B2481	P250
578	315	2X 130B2469	2X 130B2481	P315
648	355	2X 130B2470	2X 130B2482	P355
694	400	130B2470 + 130B2471	130B2482 + 130B2483	P400
740	450	2X 130B2471	2X 130B2483	P450

Tabelle 5.33 380-415 V, 60 Hz

IAHF,N	Typischer verwendeter Motor [kW]	Danfoss AHF 005	Danfoss AHF 010	Größe des Frequenzumrichters
10	6	130B2538	130B2539	PK37-P7K5
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
370	300	175G6690	175G6693	P200
434	350	175G6620 + 175G6620	175G6642 + 175G6642	P250
506	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578	500	175G6621 + 175G6621	175G6643 + 175G6643	P355
659	550/600	175G6621 + 175G6690	175G6643 + 175G6693	P400
694	600	175G6689 + 175G6690	175G6692 + 175G6693	P450
740	650	175G6690 + 175G6690	175G6693 + 175G6693	P500

Tabelle 5.34 440-480 V, 60 Hz

IAHF	Typischer verwendeter Motor 500 V [kW]	Danfoss AHF 005	Danfoss AHF 010	Größe des Frequenzumrichters
10	0,75 - 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
101	75	175G6650	175G6662	P55K
144	90 - 110	175G6651	175G6663	P75K - P90K
180	132	175G6652	175G6664	P110
217	160	175G6653	175G6665	P132
289	200	175G6654	175G6666	P160
324	250	175G6655	175G6667	P200
434	315	175G6653 + 175G6653	175G6665 + 175G6665	P250
506	355	175G6653 + 175G6654	175G6665 + 175G6666	P315
578	400	175G6654 + 175G6654	175G6666 + 175G6666	P355
648	500	175G6655 + 175G6655	175G66967 + 175G6667	P400

Tabelle 5.35 500 V, 50 Hz

Die Zuordnung von Frequenzumrichter und Filter wird auf der Basis von 400/480 V sowie einer typischen Motorbelastung (4-polig) und 160 % Drehmoment vorberechnet.

IAHF	Typischer verwendeter Motor 525 V [kW]	Danfoss AHF 005	Danfoss AHF 010	Größe des Frequenzumrichters, 525-600 V	Größe des Frequenzumrichters, 525-690 V
10	0,75 - 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	30 - 45	175G6649	175G6661	P37K - P45K	P37K - P55K
101	55	175G6650	175G6662	P55K - P75K	P75K
144	75 - 90	175G6651	175G6663		P90K - P110
180	110	175G6652	175G6664		P132
217	132	175G6653	175G6665		P160
289	160 - 200	175G6654	175G6666		P200 - P250
360	250	175G6652 + 175G6652	175G6664 + 175G6664		P315
397	300	175G6652 + 175G6653	175G6664 + 175G6665		P355
434	315	175G6653 + 175G6653	175G6665 + 175G6665		P400
506	400	175G6653 + 175G6654	175G6665 + 175G6666		P500
578	450	175G6654 + 175G6654	175G6666 + 175G6666		P560
648	500	175G6655 + 175G6655	175G66967 + 175G6667		P630

Tabelle 5.36

IAHF	Typischer verwendeter Motor 690 V [kW]	Danfoss AHF 005	Danfoss AHF 010	Größe des Frequenzum- richters, 525-690 V
43	37	130B2328	130B2293	P37K
72	45 - 55	130B2330	130B2295	P45K - P55K
101	75 - 90	130B2331	130B2296	P75K - P90K
144	110	130B2333	130B2298	P110
180	132	130B2334	130B2299	P132
217	160	130B2335	130B2300	P160
288	200 - 250	130B2333 + 130B2333	130B2301	P200 - P250
324	315	130B2333 + 130B2334	130B2302	P315
365	355	130B2334 + 130B2334	130B2304	P355
397	400	130B2334 + 130B2335	130B2299 + 130B2300	P400
505	500		130B2300 + 130B2301	P500
576	560		130B2301 + 130B2301	P560
612	630		130B2301 + 130B2302	P630
730	710		130B2304 + 130B2304	P710

Tabelle 5.37

Die Zuordnung von Frequenzrichter und Filter wird auf der Basis von 525V/690 V sowie einer typischen Motorbelastung (4-polig) und 160 % Drehmoment vorberechnet.

5.2.9 Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 V AC

3 x 240-500 V					Größe des Frequenzrichters		
Nennfilterstrom bei 50 Hz	Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangs- frequenz [Hz] mit Leistungsredu- zierung	Danfoss IP20	Danfoss IP00	200-240V	380-440V	441-500V
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	100	130B2447	130B2412	P5K5	P11K	P11K
38	4	100	130B2448	130B2413	P7K5	P15K - P18K	P15K - P18K
48	4	100	130B2307	130B2281	P11K	P22K	P22K
62	3	100	130B2308	130B2282	P15K	P30K	P30K
75	3	100	130B2309	130B2283	P18K	P37K	P37K
115	3	100	130B2310	130B2284	P22K - P30K	P45K - P55K	P55K - P75K
180	3	100	130B2311	130B2285	P37K - P45K	P75K - P90K	P90K - P110
260	3	100	130B2312	130B2286		P110 - P132	P132
410	3	100	130B2313	130B2287		P160 - P200	P160 - P200
480	3	100	130B2314	130B2288		P250	P250
660	2	100	130B2315	130B2289		P315 - P355	P315 - P355
750	2	100	130B2316	130B2290		P400	P400 - P450
880	2	100	130B2317	130B2291		P450 - P500	P500 - P560
1200	2	100	130B2318	130B2292		P560 - P630	P630 - P710
1500	2	100	2X 130B2317	2X 130B2291		P710 - P800	P800

Tabelle 5.38

Die Zuordnung von Frequenzrichter und Filter wird auf der Basis von 400/480 V sowie einer typischen Motorbelastung (4-polig) und 160 % Drehmoment vorberechnet.

HINWEIS

Bei Verwendung von Sinusfiltern muss die Taktfrequenz mit den technischen Daten für den Filter in *14-01 Taktfrequenz* übereinstimmen.

5.2.10 Bestellnummern: Sinusfilter, 525-690 V AC

3 x 525-600/690 V			Größe des Frequenzumrichters			
Nennfilterstrom bei 50 Hz	Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangsfrequenz [Hz] mit Leistungsreduzierung	Danfoss IP20	Danfoss IP00	525-600V	525-690V
13	2	100	130B2341	130B2321	PK75 - P7K5	
28	2	100	130B2342	130B2322	P11K - P18K	
45	2	100	130B2343	130B2323	P22K - P30K	P37K
76	2	100	130B2344	130B2324	P37K - P45K	P45K - P55K
115	2	100	130B2345	130B2325	P55K - P75K	P75K - P90K
165	2	100	130B2346	130B2326		P110 - P132
260	2	100	130B2347	130B2327		P160 - P200
303	2	100	130B2348	130B2329		P250
430	1,5	100	130B2270	130B2241		P315 - P400
530	1,5	100	130B2271	130B2242		P500
660	1,5	100	130B2381	130B2337		P560 - P630
765	1,5	100	130B2382	130B2338		P710
940	1,5	100	130B2383	130B2339		P800 - P900
1320	1,5	100	130B2384	130B2340		P1M0

Tabelle 5.39

Die Zuordnung von Frequenzrichter und Filter wird auf der Basis von 525V/690 V sowie einer typischen Motorbelastung (4-polig) und 160 % Drehmoment vorberechnet.

HINWEIS

Bei Verwendung von Sinusfiltern muss die Taktfrequenz mit den technischen Daten für den Filter in *14-01 Taktfrequenz* übereinstimmen.

5.2.11 Bestellnummern: du/dt-Filter, 380-480/500 V AC

Netzversorgung 3x380-500 V

3 x 380-500 V			Größe des Frequenzumrichters			
Nennfilterstrom bei 50 Hz	Minimale Taktfrequenz [kHz]	Maximale Ausgangsfrequenz [Hz] mit Leistungsreduzierung	Danfoss IP20	Danfoss IP00	380-440V	441-500V
24	4	100	130B2396	130B2385	P11K	P11K
45	4	100	130B2397	130B2386	P15K - P22K	P15K - P22K
75	3	100	130B2398	130B2387	P30K - P37K	P30K - P37K
110	3	100	130B2399	130B2388	P45K - P55K	P45K - P55K
182	3	100	130B2400	130B2389	P75K - P90K	P75K - P90K
280	3	100	130B2401	130B2390	P110 - P132	P110 - P132
400	3	100	130B2402	130B2391	P160 - P200	P160 - P200
500	3	100	130B2277	130B2275	P250	P250
750	2	100	130B2278	130B2276	P315 - P400	P315 - P450
910	2	100	130B2405	130B2393	P450 - P500	P500 - P560
1500	2	100	130B2407	130B2394	P560 - P800	P630 - P800

Tabelle 5.40

5.2.12 Bestellnummern: du/dt-Filter, 525-690 V AC

Netzversorgung 3 x 525-690 V

3 x 525-690 V			Größe des Frequenzumrichters			
Nennfilterstrom bei 50 Hz	Minimale Taktfrequenz [kHz]	Maximale Ausgangsfrequenz [Hz] mit Leistungsreduzierung	Danfoss IP20	Danfoss IP00	525-600V	525-690V
28	3	100	130B2423	130B2414	P11K - P18K	
45	2	100	130B2424	130B2415	P22K - P30K	P37K
75	2	100	130B2425	130B2416	P37K - P45K	P45K - P55K
115	2	100	130B2426	130B2417	P55K - P75K	P75K - P90K
165	2	100	130B2427	130B2418		P110 - P132
260	2	100	130B2428	130B2419		P160 - P200
310	2	100	130B2429	130B2420		P250
430	1,5	100	130B2238	130B2235		P315 - P400
530	1,5	100	130B2239	130B2236		P500
630	1,5	100	130B2274	130B2280		P560 - P630
765	1,5	100	130B2430	130B2421		P710
1350	1,5	100	130B2431	130B2422		P800 - P1M0

Tabelle 5.41

6 Mechanische Installation - Baugröße A, B und C

6.1.1 Sicherheitsanforderungen für die mechanische Installation

⚠️ WARNUNG

Beachten Sie die für Einbau und Türeinbau geltenden Anforderungen. Halten Sie die Anforderungen in der Liste an, um schwere Personen- oder Sachschäden zu vermeiden, insbesondere bei Installation großer Geräte.

VORSICHT

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 Umgebungstemperatur im Bereich von 45 °C bis 55 °C muss eine Leistungsreduzierung für den Betriebs des Frequenzumrichters vorgesehen werden (siehe *Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur*). Die Lebensdauer eines Frequenzumrichters ist deutlich geringer, wenn dieser bei hohen Umgebungstemperaturen betrieben wird.

Modell	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP																					
A1	IP20	130BA70.10	A2	IP20/21	130BA05.10	A3	IP20/21	130BA10.10	A4	IP55/66	130BA38.10	A5	IP55/66	130BA11.10	B1	IP21/55/66	130BA12.10	B2	IP21/55/66	130BA13.10	B3	IP20	130BA26.10	B4	IP20	130BA27.10	C1	IP21/55/66	130BA14.10	C2	IP21/55/66	130BA15.10	C3	IP20	130BA28.10	C4	IP20	130BA29.10
												Das Montagezubehör inklusive der notwendigen Bügel, Schrauben und Anschlüsse wird mit den Frequenzumrichtern mitgeliefert.				Bohrungen oben und unten (nur B4, C3 und C4)																						
														Alle Messungen in mm. * A5 nur in IP55/66																								

Tabelle 6.1

Baugröße	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
Nennleistung [kW]	200-240V	0,25-2,2	3-3,7	0,25-2,2	0,25-3,7	5,5-7,5	11	5,5-7,5	11-15	15-22	30-37	18,5-22	30-37
	380-480/500V	0,37-4,0	5,5-7,5	0,37-4	0,37-7,5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30	30-45	55-75	37-45	55-75
	525-600V		0,75-7,5		0,75-7,5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30	30-45	55-90	37-45	55-90
IP NEMA	20 Chassis	20 Chassis Typ 1	20 Chassis Typ 1	55/66 Typ 12	55/66 Typ 12	21/ 55/66 Typ 1/Typ 12	21/55/66 Typ 1/Typ 12	20 Chassis	20 Chassis	21/55/66 Typ 1/Typ 12	21/55/66 Typ 1/Typ 12	20 Chassis	20 Chassis
Höhe													
Höhe der Rückwand	A 200 mm	268 mm	268 m m	390 mm	420 mm	480 mm	650 mm	399 mm	520 mm	680 mm	770 mm	550 mm	660 mm
Abstand zwischen Montage- löchern	a 190 mm	257 mm	257 m m	401 mm	402 mm	454 mm	624 mm	380 mm	495 mm	648 mm	739 mm	521 mm	631 mm
Breite													
Breite der Rückwand	B 75 mm	90 mm	130 m m	200 mm	242 mm	242 mm	242 mm	165 mm	230 mm	308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
Breite der Rückwand mit einer C-Option	B 130 mm	130 mm	170 m m	242 mm	242 mm	242 mm	242 mm	205 mm	230 mm	308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
Breite der Rückwand mit zwei C-Optionen	B 150 mm	150 mm	190 m m	242 mm	242 mm	242 mm	242 mm	225 mm	230 mm	308 mm	370 mm	308 mm	370 mm
Abstand zwischen Montage- löchern	b 60 mm	70 mm	110 m m	175 mm	215 mm	210 mm	210 mm	140 mm	200 mm	272 mm	334 mm	270 mm	330 mm
Tiefe													
Tiefe ohne Option A/B	C 207 mm	205 mm	205 m m	175 mm	195 mm	260 mm	260 mm	249 mm	242 mm	310 mm	335 mm	333 mm	333 mm
Mit Option A/B	C 222 mm	220 mm	220 m m	175 mm	195 mm	260 mm	260 mm	262 mm	242 mm	310 mm	335 mm	333 mm	333 mm
Montagelöcher													
	c 6,0 mm	8,0 mm	8,0 mm	8,25 mm	8,25 mm	12 mm	12 mm	8 mm		12,5 mm	12,5 mm		
	d ø8 mm	ø11 mm	ø11 m m	ø12 mm	ø12 mm	ø19 mm	ø19 mm	12 mm		ø19 mm	ø19 mm		
	e ø5 mm	ø5,5 mm	ø5,5 m m	ø6,5 mm	ø6,5 mm	ø9 mm	ø9 mm	6,8 mm	8,5 mm	ø9 mm	ø9 mm	8,5 mm	8,5 mm
	f 5 mm	9 mm	9 mm	6 mm	9 mm	9 mm	9 mm	7,9 mm	15 mm	9,8 mm	9,8 mm	17 mm	17 mm
Max. Gewicht	2,7 kg	4,9 kg	6,6 kg	9,7 kg	13,5/14,2 kg	23 kg	27 kg	12 kg	23,5 kg	45 kg	65 kg	35 kg	50 kg
Anzugsdrehmoment Frontabdeckung	Klick	Klick	Klick	-	-	Klick	Klick	Klick	Klick	Klick	Klick	2,0 Nm	2,0 Nm
Plastikabdeckung (geringe IP)	-	-	-	1,5 Nm	1,5 Nm	2,2 Nm	2,2 Nm	-	-	2,2 Nm	2,2 Nm	2,0 Nm	2,0 Nm
Metallabdeckung (IP 55/66)	-	-	-	1,5 Nm	1,5 Nm	2,2 Nm	2,2 Nm	-	-	2,2 Nm	2,2 Nm	2,0 Nm	2,0 Nm

Tabelle 6.2

6.1.2 Mechanische Montage

Alle Baugrößen ermöglichen eine Installation nebeneinander, es sei denn ein *Gehäusesatz IP21/IP4X/ TYP 1* wird verwendet (siehe Abschnitt *Optionen und Zubehör* im Projektierungshandbuch).

Wenn der IP21-Gehäusesatz für die Baugrößen A1, A2 oder A3 verwendet wird, muss zwischen den Frequenzumrichtern ein Mindestabstand von 50 mm vorhanden sein.

Für optimale Kühlbedingungen muss die Luft über- und unterhalb des Frequenzumrichters ungehindert strömen können. Siehe nachstehende Tabelle.

6

Luftdurchlass für verschiedene Baugrößen		
Baugröße:	a (mm):	b (mm):
A1*/A2/A3/A4/A5/B1	100	100
B2/B3/B4/C1/C3	200	200
C2/C4	225	225

Tabelle 6.3

* nur FC 301

1. Führen Sie entsprechend den vorgegebenen Maßen Bohrungen durch.
2. Verwenden Sie Schrauben, die für die Oberfläche geeignet sind, auf der der Frequenzumrichter montiert werden soll. Ziehen Sie alle vier Schrauben nach.

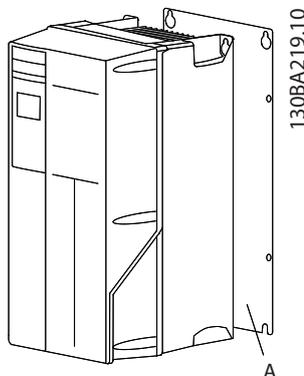


Abbildung 6.1

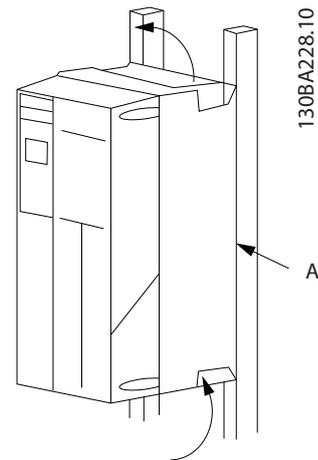


Abbildung 6.2

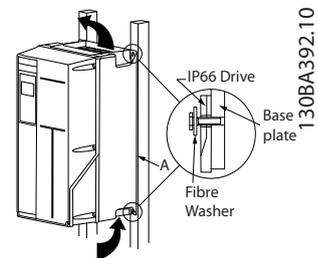


Abbildung 6.3

Wenn die Baugrößen A4, A5, B1, B2, C1 und C2 an einer instabilen Rückwand montiert werden sollen, muss der Frequenzumrichter wegen unzureichender Kühlungsluft über dem Kühlkörper mit einer Rückwand A montiert werden.

Baugröße	Anzugsdrehmomente für Abdeckungen (Nm)			
	IP20	IP21	IP55	IP66
A1	*	-	-	-
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2,2	2,2
B2	-	*	2,2	2,2
B3	*	-	-	-
B4	2	-	-	-
C1	-	*	2,2	2,2
C2	-	*	2,2	2,2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-

* = Keine anzuziehenden Schrauben
- = Nicht vorhanden

Tabelle 6.4

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 - Baugrößen D, E und F

7.1 Vor der Installation

7.1.1 Planung des Aufstellungsorts

VORSICHT

Bevor Sie die Installation durchführen, ist es wichtig, die Installation des Frequenzumrichters zu planen. Geschieht dies nicht, kann während und nach der Installation zusätzlicher Arbeitsaufwand entstehen.

Wählen Sie den bestmöglichen Standort, indem Sie die folgenden Aspekte berücksichtigen (siehe Details auf den folgenden Seiten und die jeweiligen Projektierungshandbücher):

- Umgebungstemperatur am Betriebsort
- Installationsmethode
- Verfahren zur Kühlung des Frequenzumrichters
- Position des Frequenzumrichters
- Kabelführung
- Stellen Sie sicher, dass die Stromquelle die richtige Spannung und den notwendigen Strom liefert
- Stellen Sie sicher, dass der Motornennstrom innerhalb des maximalen Stroms des Frequenzumrichters liegt
- Wenn der Frequenzumrichter keine eingebauten Sicherungen hat, stellen Sie sicher, dass die externen Sicherungen die korrekten Nennwerte haben

7.1.2 Empfang des Frequenzumrichters

Stellen Sie bei Empfang des Frequenzumrichters bitte sicher, dass die Verpackung intakt ist, und informieren Sie sich über Schäden, die eventuell während des Transports am Gerät aufgetreten sein können. Setzen Sie sich bei Beschädigung sofort mit dem Transportunternehmen in Verbindung, um Schadensersatz anzufordern.

7.1.3 Transport und Auspacken

Vor dem Auspacken des Frequenzumrichters wird empfohlen, ihn so nah wie möglich am endgültigen Aufstellungsort zu platzieren.

Entfernen Sie den Karton und belassen Sie den Frequenzumrichter so lange wie möglich auf der Palette.

7.1.4 Heben

Geben Sie den Frequenzumrichter nur an den dafür vorgesehenen Ösen an. Bei allen D- und E2-Gehäusen (IP00) muss ein Balken verwendet werden, damit die Hebelöcher des Frequenzumrichters nicht verbogen werden.

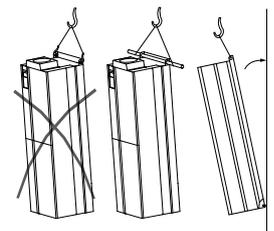


Abbildung 7.1 Empfohlene Hubmethode, Baugrößen D und E.

⚠️ WARNUNG

Der Balken muss das Gewicht des Frequenzumrichters tragen können. Informationen zum Gewicht der verschiedenen Baugrößen finden Sie unter *Abmessungen*. Der Maximaldurchmesser des Balkens beträgt 2,5 cm. Der Winkel von der Oberkante der Einheit bis zum Hubseil beträgt 60° oder mehr.

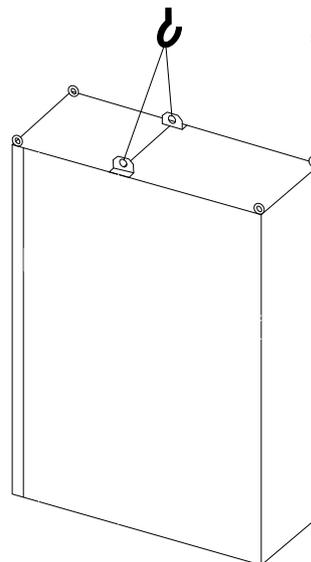


Abbildung 7.2 Empfohlene Hubmethode, Baugrößen F1, F2, F9 und F10

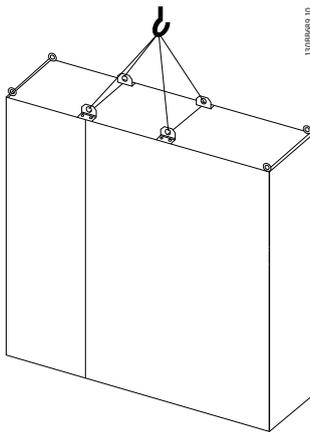


Abbildung 7.3 Empfohlene Hubmethode, Baugrößen F3, F4, F11, F12 und F13

7

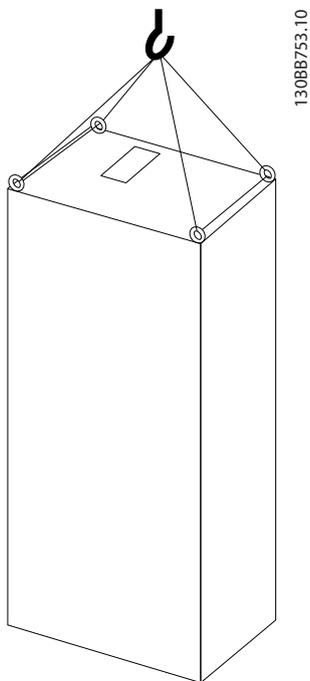


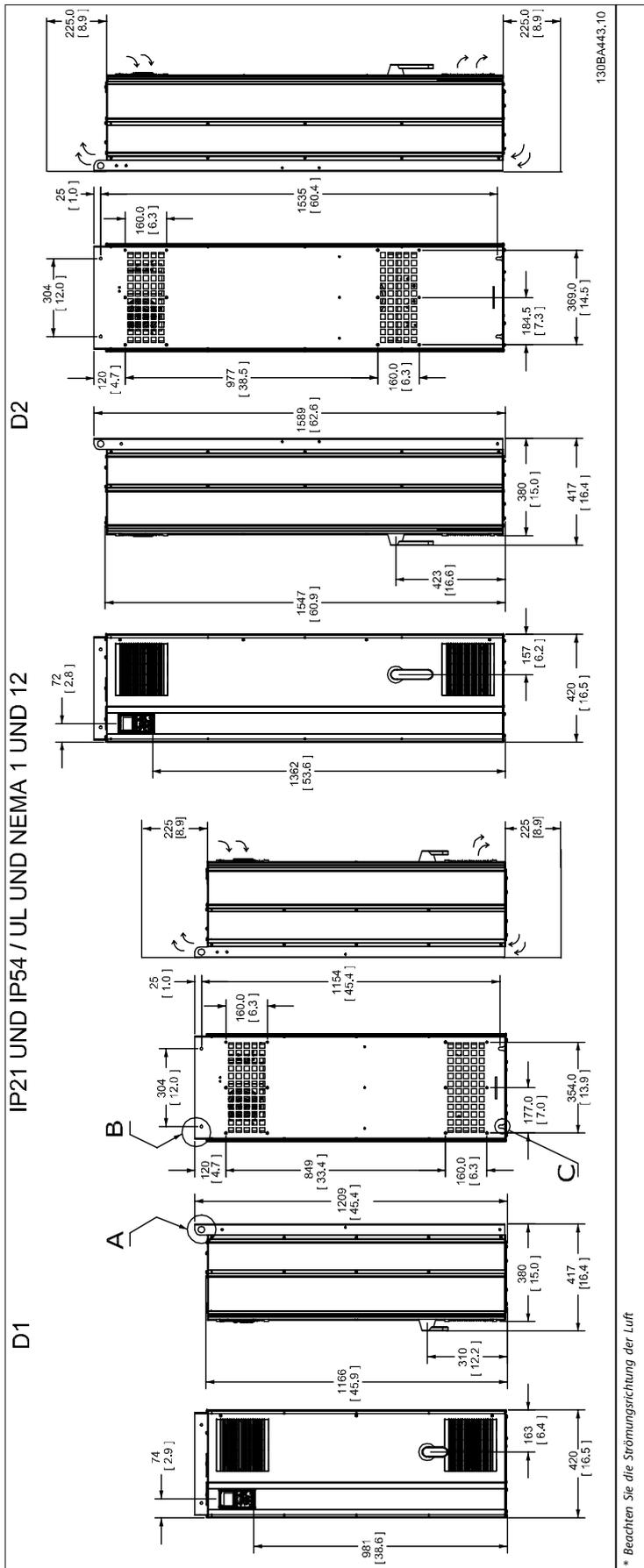
Abbildung 7.4 Empfohlene Hubmethode, Baugrößen F8

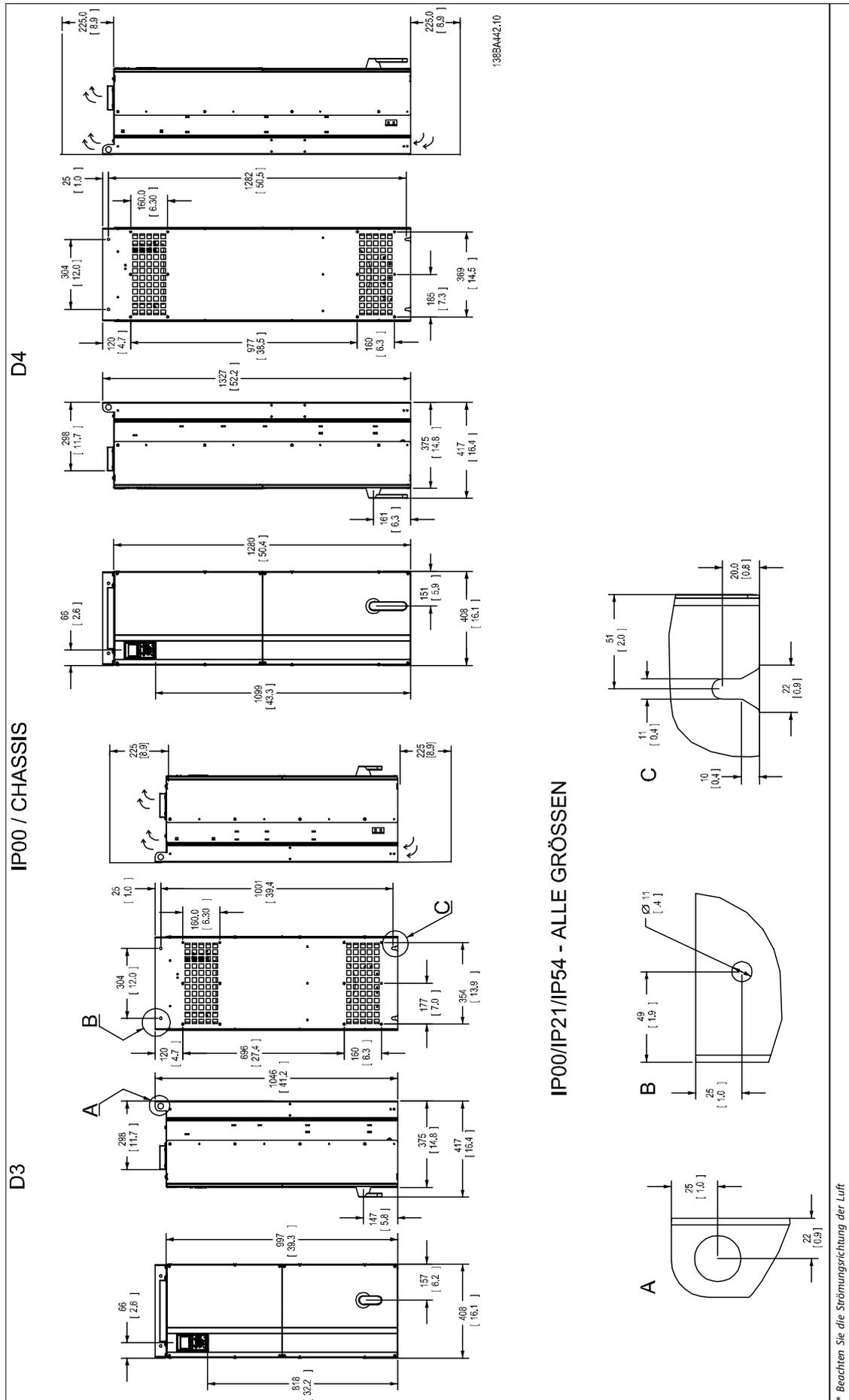
HINWEIS

Bitte beachten Sie, dass der Sockel in der gleichen Verpackung wie der Frequenzrichter enthalten ist. Der Sockel ist bei Auslieferung jedoch nicht an den Baugrößen F1-F4 befestigt. Der Sockel ist erforderlich, um den Frequenzrichter durch einen Luftstrom angemessen zu kühlen. Die F-Frames sollten am endgültigen Einbauort oben auf dem Sockel angebracht werden. Der Winkel von der Oberkante der Einheit bis zum Hubseil beträgt 60°C oder mehr.

Ergänzend zu den obigen Zeichnungen kann auch eine Traverse zum Anheben des F-Frames verwendet werden.

7.1.5 Abmessungen





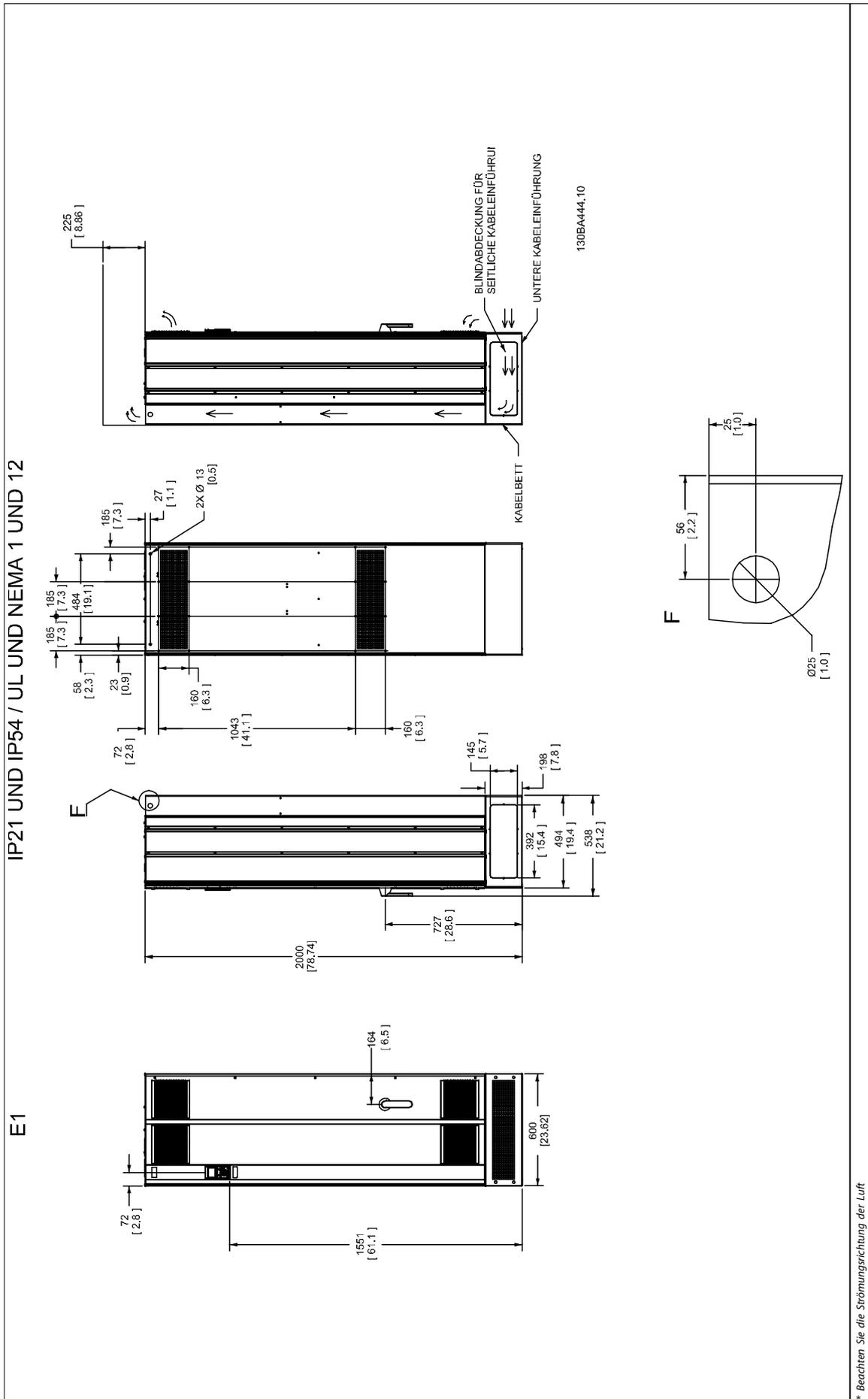
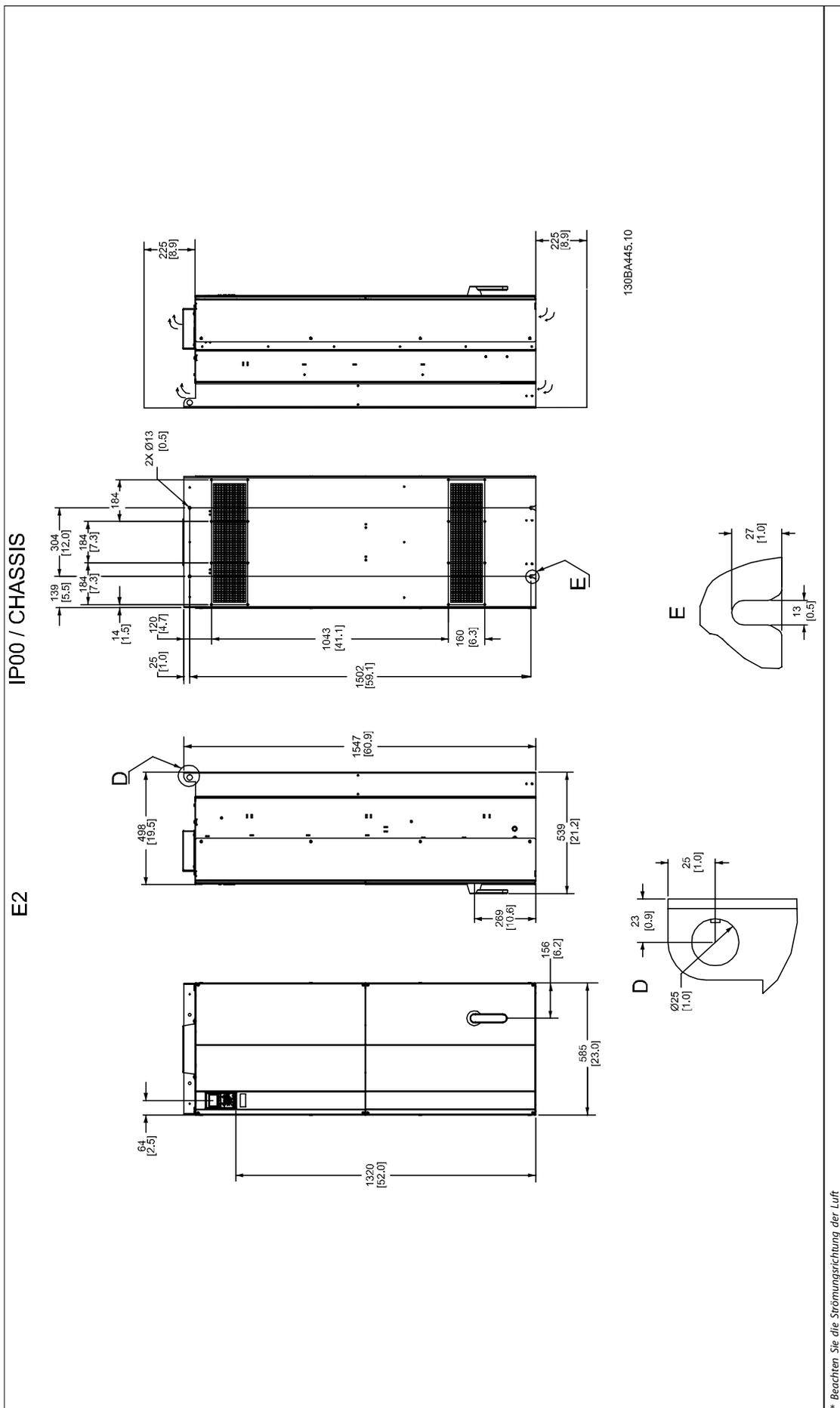
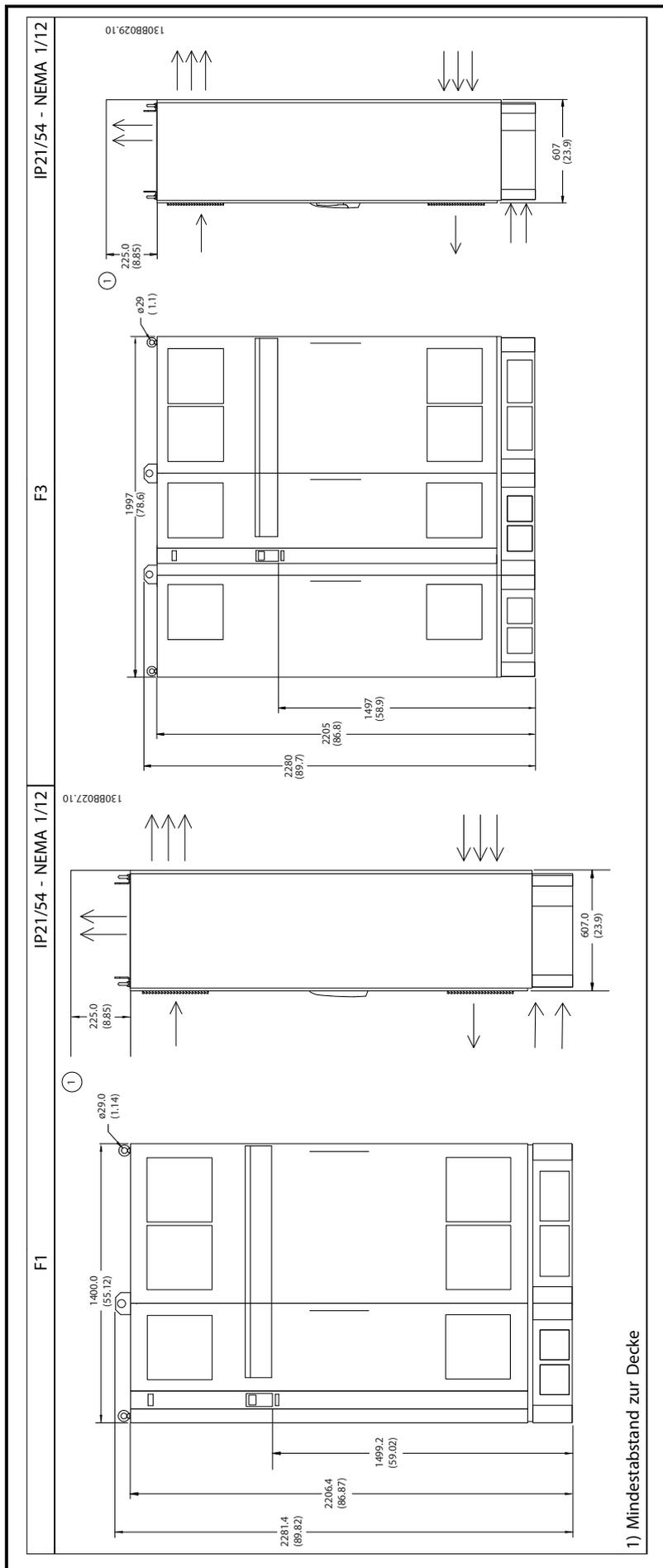


Tabelle 7.3

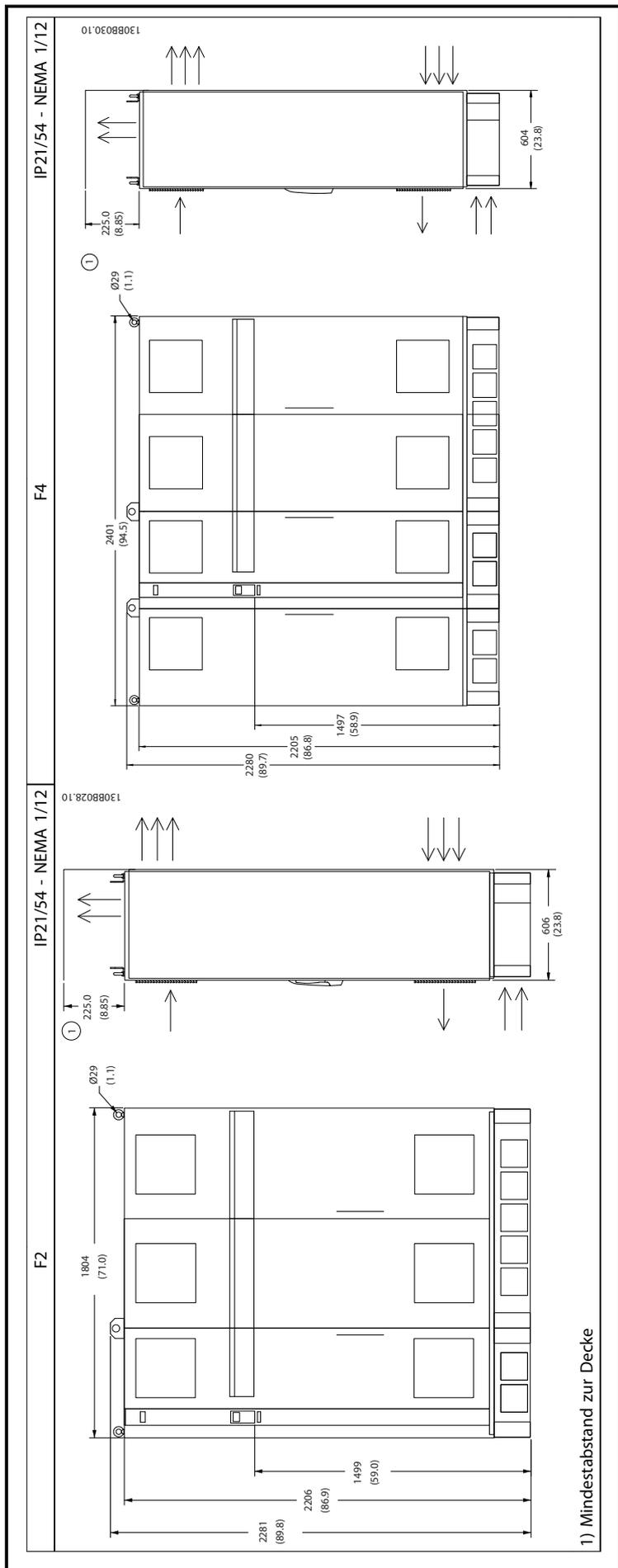
7





7

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 Typ 1	54 Typ 12	21 Typ 1	54 Typ 12	00 Chassis	00 Chassis
Transportmaße		Höhe	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm
		Breite	1730 mm	1730 mm	1730 mm	1220 mm	1490 mm
		Tiefe	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm
Abmessungen Frequenzumrichter		Höhe	1209 mm	1209 mm	1589 mm	1589 mm	1046 mm
		Breite	420 mm	420 mm	420 mm	420 mm	408 mm
		Tiefe	380 mm	380 mm	380 mm	380 mm	375 mm
		Max. Gewicht	104 kg	104 kg	151 kg	151 kg	91 kg
							138 kg

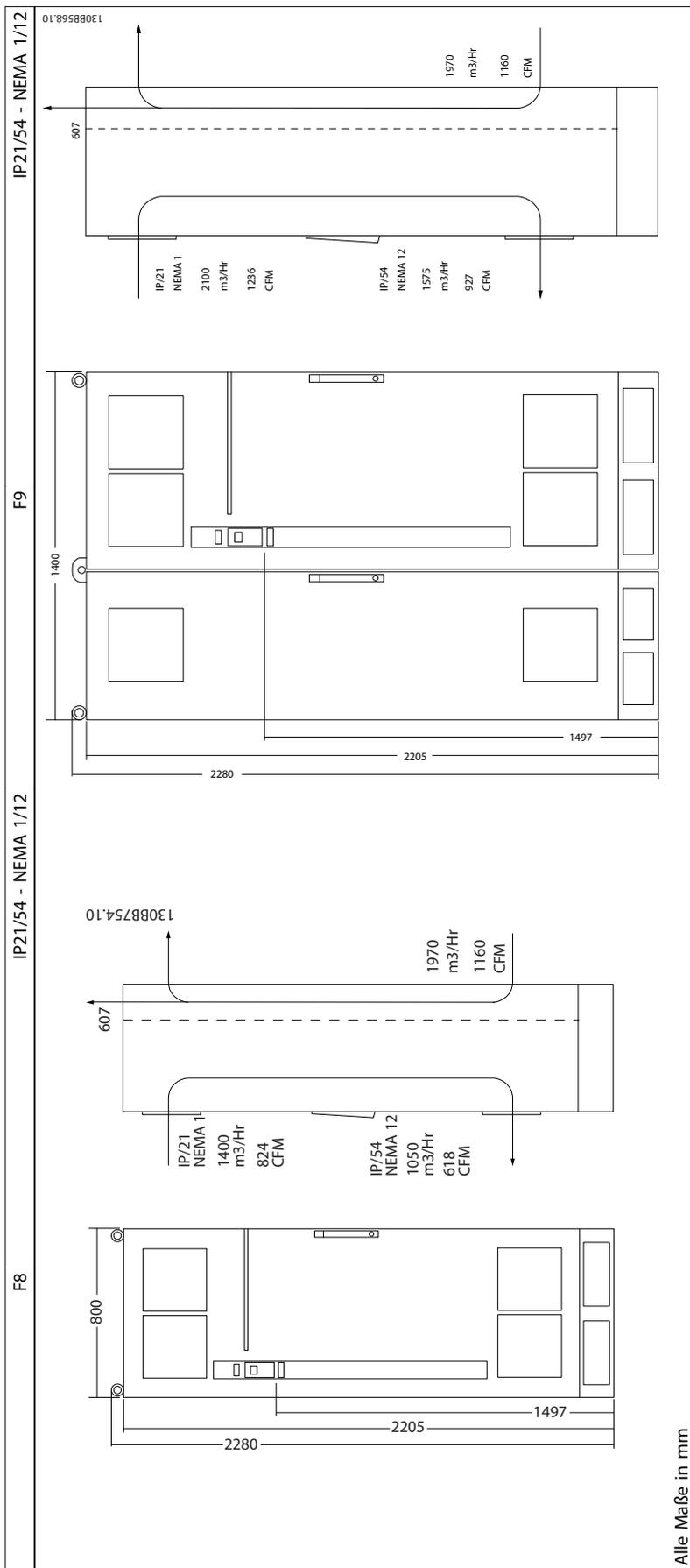
Tabelle 7.7

Abmessungen, Baugröße 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) 900-1200 kW (525-690 V)	450-630 kW (380-500 V) 630-800 kW (525-690 V)	710-800 kW (380-500 V) 900-1200 kW (525-690 V)
IP NEMA		21, 54 Typ 12		00 Chassis		21, 54 Typ 12	21, 54 Typ 12	21, 54 Typ 12	21, 54 Typ 12
Transportmaße		Höhe	840 mm	831 mm	2324 mm	2324 mm	2324 mm	2324 mm	2324 mm
		Breite	2197 mm	1705 mm	1569 mm	1962 mm	2159 mm	2559 mm	2559 mm
		Tiefe	736 mm	736 mm	1130 mm	1130 mm	1130 mm	1130 mm	1130 mm
Abmessungen Frequenzumrichter		Höhe	2000 mm	1547 mm	2204	2204	2204	2204	2204
		Breite	600 mm	585 mm	1400	1800	2000	2400	2400
		Tiefe	494 mm	498 mm	606	606	606	606	606
		Max. Gewicht	313 kg	277 kg	1004	1246	1299	1541	1541

Tabelle 7.8

7.1.6 Mechanische Abmessungen, 12-Puls-Einheiten

7



Alle Maße in mm

Tabelle 7.9

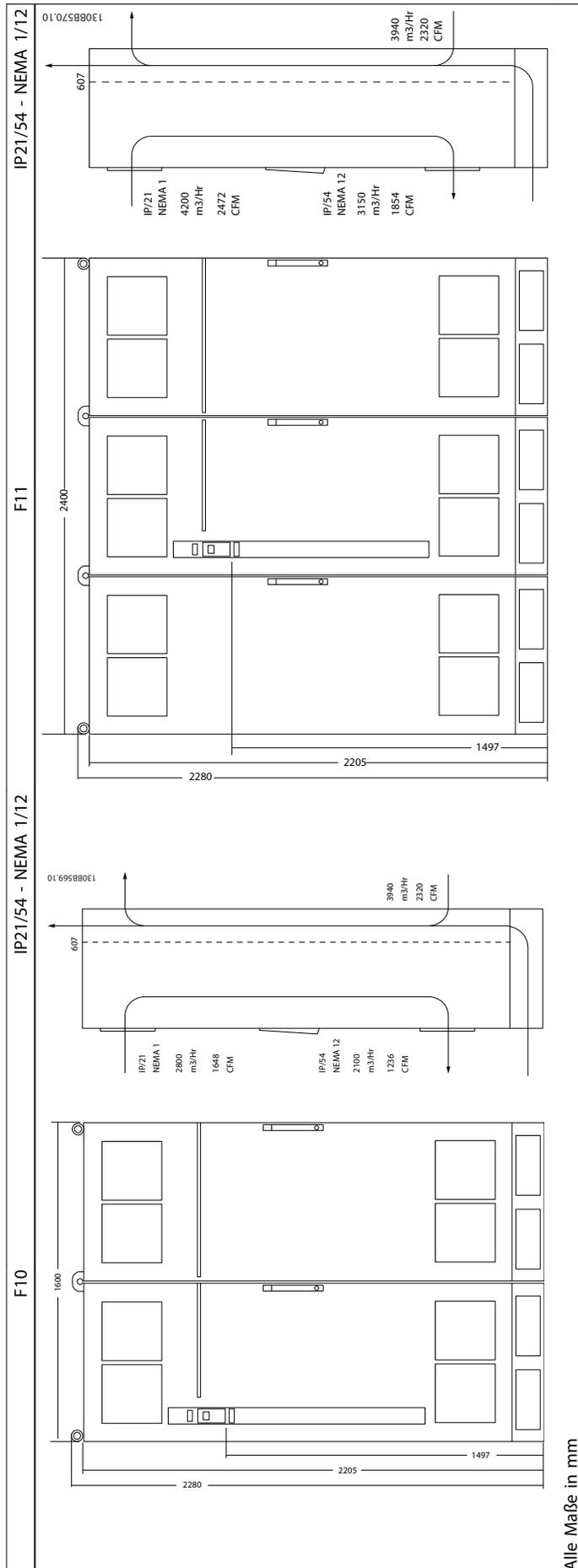
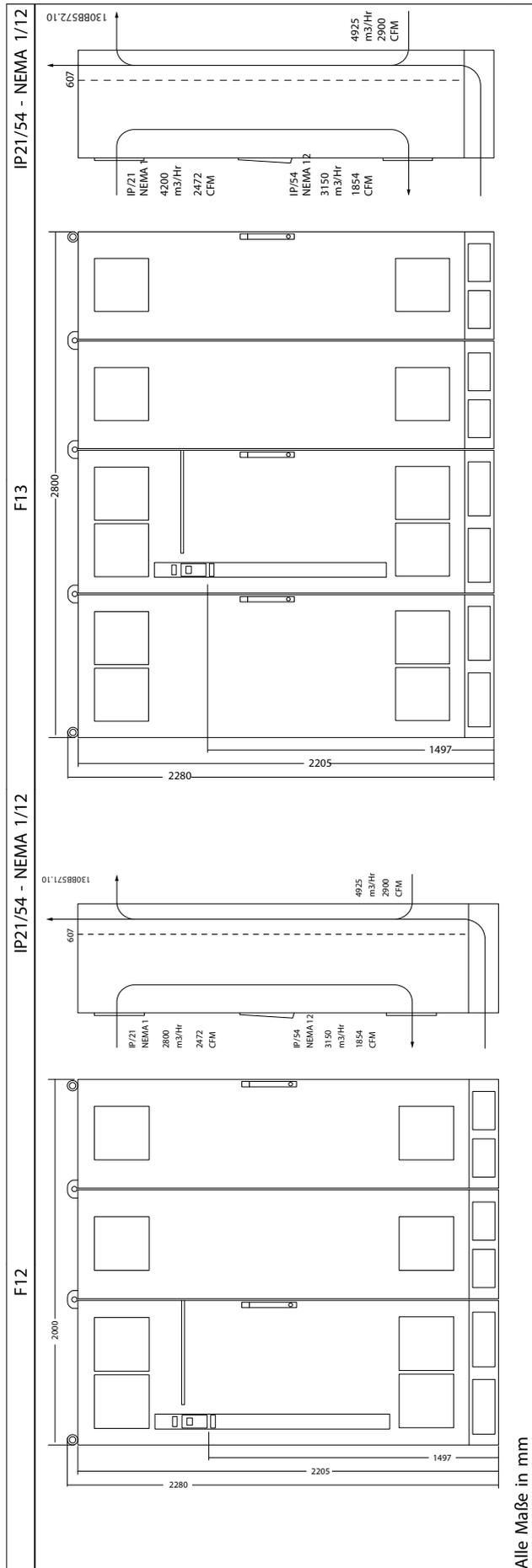


Tabelle 7.10

7



Alle Maße in mm

Tabelle 7.11

Mechanische Abmessungen, 12-Puls-Einheiten, Baugrößen F8-F13								
Baugröße		F8	F9	F10	F11	F12	F13	
Hohe Überlast Nennleistung – Überlast- moment 160 %		250-400 kW (380-500 V) 355-560 kW (525-690 V)	250-400 kW (380-500 V) 355-56 kW (525-690 V)	450-630 kW (380-500 V) 630-800 kW (525-690 V)	450-630 kW (380-500 V) 630-800 kW (525-690 V)	710-800 kW (380-500 V) 900-1200 kW (525-690 V)	710-800 kW (380-500 V) 900-1200 kW (525-690 V)	
IP NEMA		21, 54 Typ 1/Typ 12	21, 54 Typ 1/Typ 12	21, 54 Typ 1/Typ 12	21, 54 Typ 1/Typ 12	21, 54 Typ 1/Typ 12	21, 54 Typ 1/Typ 12	
Transportmaße [mm]		Höhe	2324	2324	2324	2324	2324	
		Breite	970	1568	1760	2559	2160	2960
		Tiefe	1130	1130	1130	1130	1130	1130
FU- Abmessungen [mm]		Höhe	2204	2204	2204	2204	2204	
		Breite	800	1400	1600	2200	2000	2600
		Tiefe	606	606	606	606	606	606
Max. Gewicht [kg]		440	656	880	1096	1022	1238	

Tabelle 7.12

7.2 Mechanische Installation

Die Vorbereitung auf die mechanische Installation des Frequenzumrichters muss sorgfältig erfolgen, um ein einwandfreies Ergebnis sicherzustellen und zusätzliche Arbeit während der Installation zu vermeiden. Beginnen Sie, indem Sie sich die Zeichnungen am Ende dieses Handbuchs sorgfältig ansehen, um sich mit den Platzanforderungen vertraut zu machen.

7.2.1 Benötigtes Werkzeug

Für die mechanische Installation benötigen Sie die folgenden Werkzeuge

- Bohrmaschine mit Bohrer 10 mm oder 12 mm
- Maßband
- Schraubenschlüssel mit entsprechendem metrischem Einsatz (7 – 17 mm)
- Schraubenschlüsselverlängerungen
- Blechstanze für Kabelkanäle oder Kabelanschlüsse in IP21- und IP54-Geräten
- Hebestange zum Heben des Geräts (Stange oder Rohr mit max. Ø 25 mm und einer Hebekapazität von mind. 400 kg).
- Kran oder ein anderes Hebezeug, um den Frequenzumrichter an seine Position zu stellen
- Ein Torxschraubendreher T50 zum Einbau der Baugröße E1 in Ausführungen mit Schutzart IP21 und IP54

7.2.2 Allgemeine Aspekte

Zugang für Kabel

Stellen Sie sicher, dass richtiger Kabelzugang vorhanden ist, darunter 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.

VORSICHT

Alle Kabelösen/-schuhe müssen innerhalb der Breite der Klemmensammelschiene befestigt werden.

Freiraum

Sorgen Sie für ausreichend Freiraum über und unter dem Frequenzumrichter zur Luftzirkulation und zum Zugang für Kabel. Außerdem muss Freiraum vor dem Frequenzumrichter berücksichtigt werden, um Öffnen der Schaltschranktür zuzulassen.

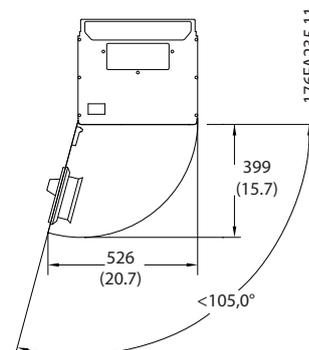


Abbildung 7.5 Freiraum vor Baugrößen D1 und D2, Schutzart IP21/IP54 .

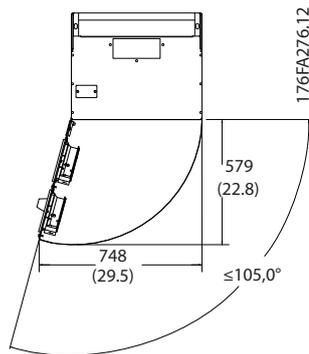


Abbildung 7.6 Freiraum vor Baugröße E1, Schutzart IP21/IP54.

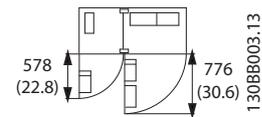


Abbildung 7.12 Freiraum vor Baugröße F9, Schutzart IP21/IP54

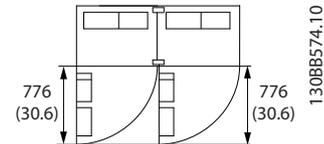


Abbildung 7.13 Freiraum vor Baugröße F10, Schutzart IP21/IP54

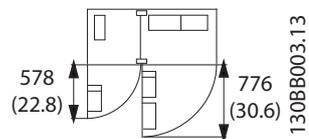


Abbildung 7.7 Freiraum vor Baugröße F1, Schutzart IP21/IP54

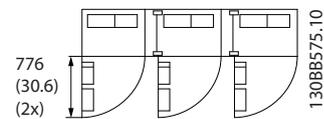


Abbildung 7.14 Freiraum vor Baugröße F11, Schutzart IP21/IP54

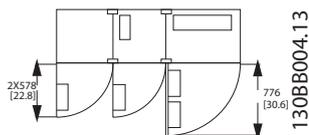


Abbildung 7.8 Freiraum vor Baugröße F3, Schutzart IP21/IP54

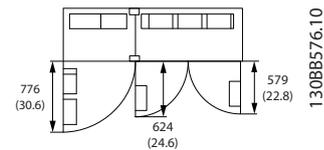


Abbildung 7.15 Freiraum vor Baugröße F12, Schutzart IP21/IP54

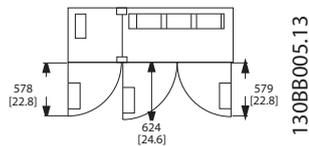


Abbildung 7.9 Freiraum vor Baugröße F2, Schutzart IP21/IP54

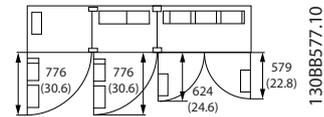


Abbildung 7.16 Freiraum vor Baugröße F13, Schutzart IP21/IP54

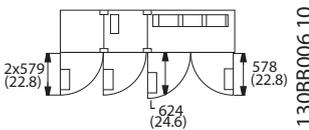


Abbildung 7.10 Freiraum vor Baugröße F4, Schutzart IP21/IP54

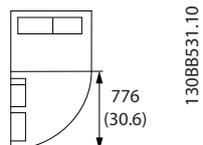


Abbildung 7.11 Freiraum vor Baugröße F8, Schutzart IP21/IP54

7.2.3 Klemmenpositionen – Baugröße D

Berücksichtigen Sie bei der Planung des Kabelzugriffs die folgende Klemmenposition.

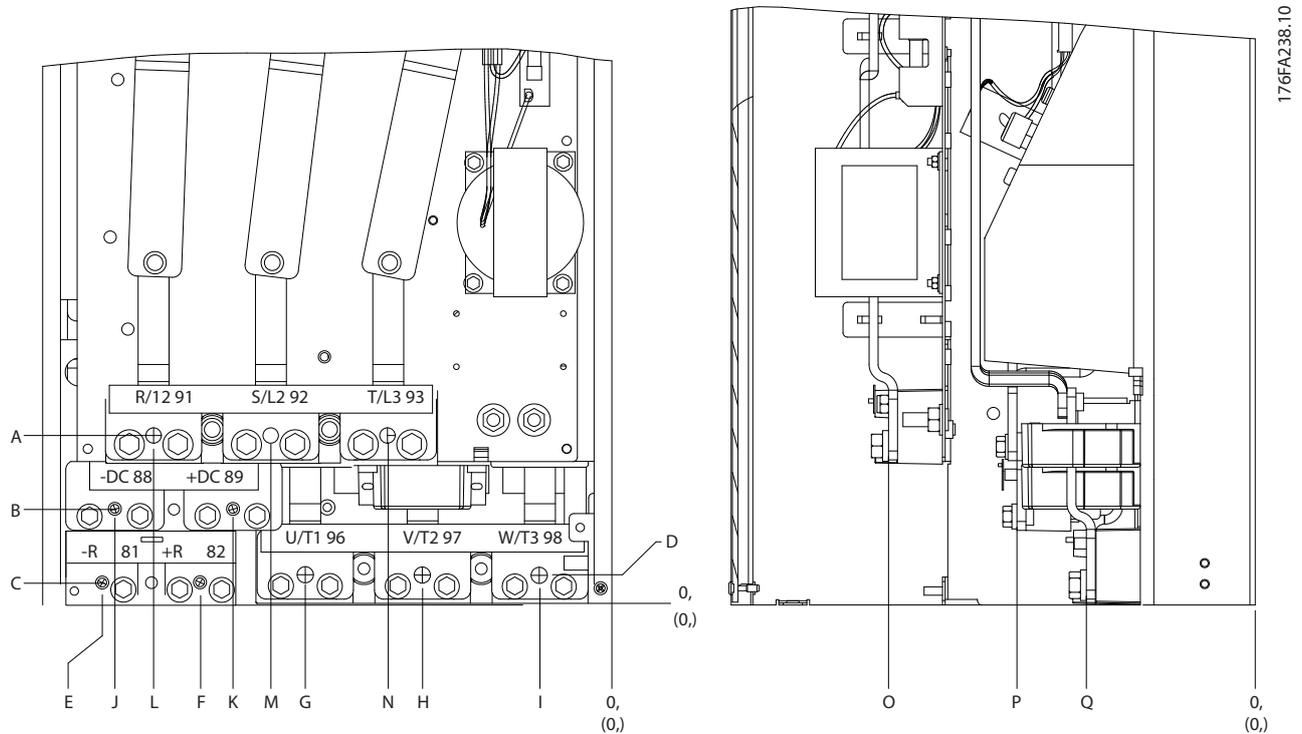


Abbildung 7.17 Position der Leistungsanschlüsse, Baugrößen D3 und D4

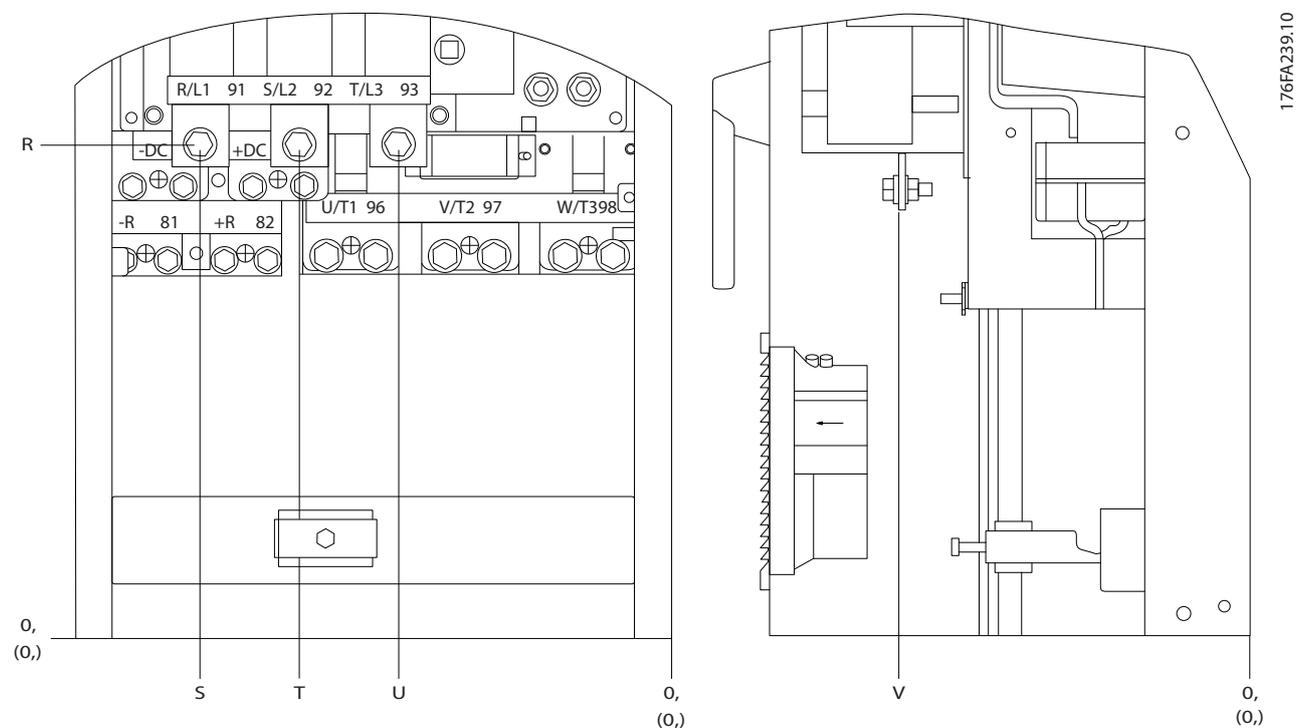


Abbildung 7.18 Positionen der Leistungsanschlüsse für Trennschalter, Baugrößen D1 und D2

Beachten Sie, dass die Stromkabel schwer und nicht leicht zu biegen sind. Ermitteln Sie die optimale Position des

Frequenzumrichters, um die einfache Installation der Kabel sicherzustellen.

HINWEIS

Alle Frequenzumrichter der Baugröße D sind mit Standard-Eingangsklemmen oder Trennschalter erhältlich. Alle Klemmenabmessungen sind in der nachstehenden Tabelle zu finden.

	IP21 / IP54		IP20	
	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 7.13 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.

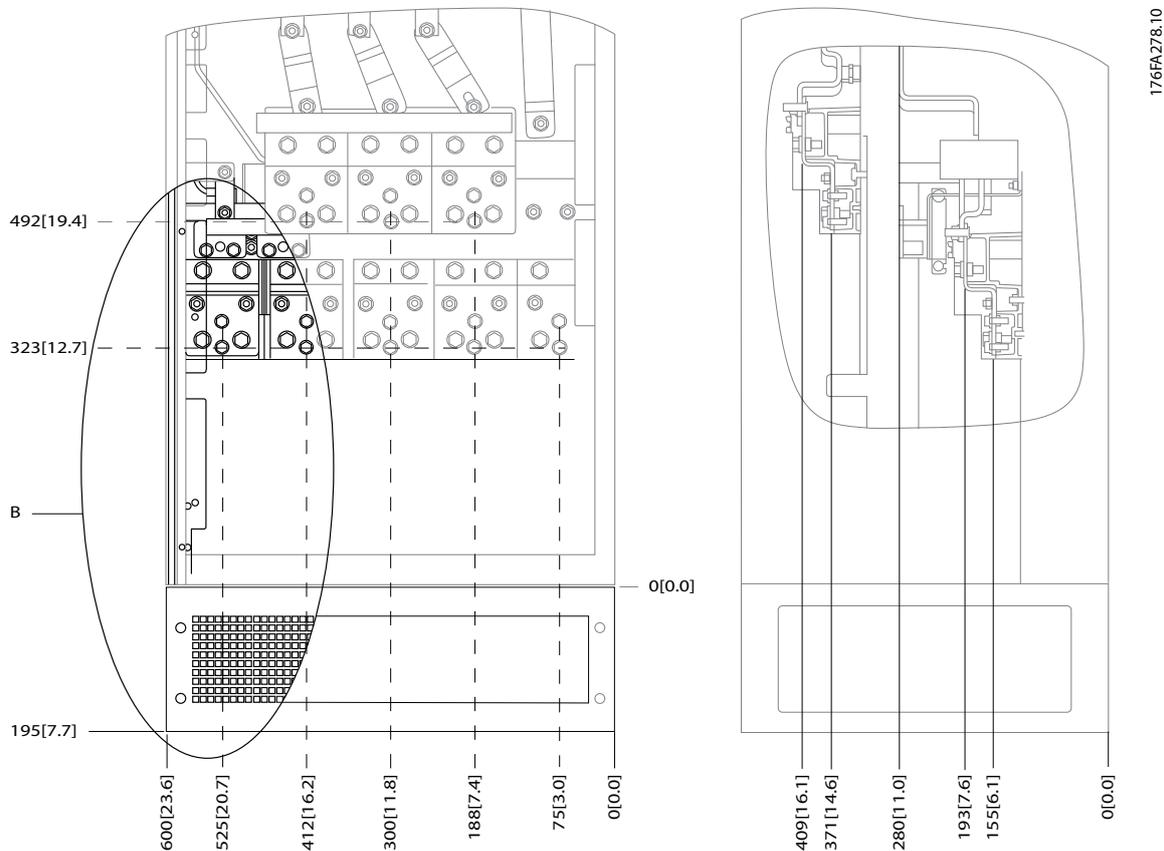


Abbildung 7.19 Positionen der Leistungsanschlüsse bei IP21- und IP54-Gehäusen

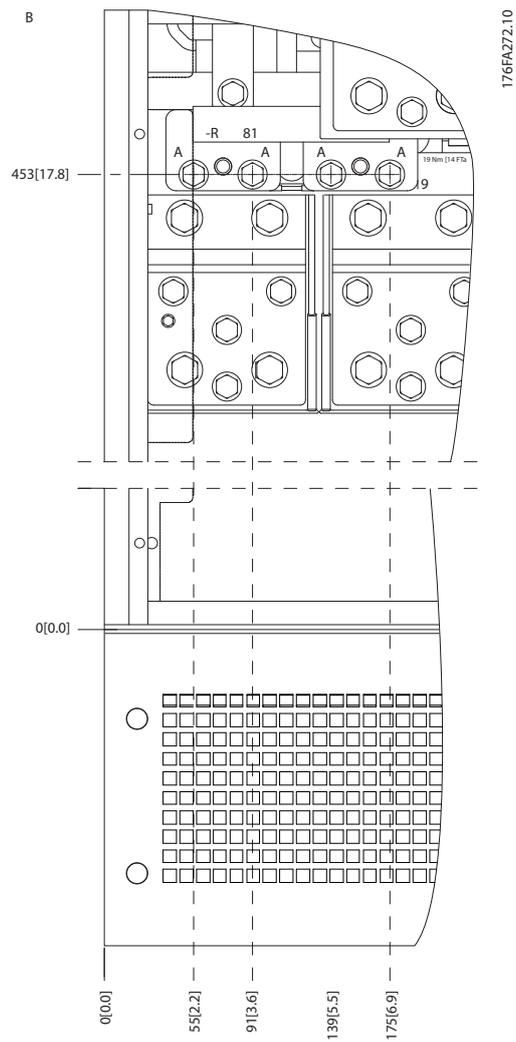
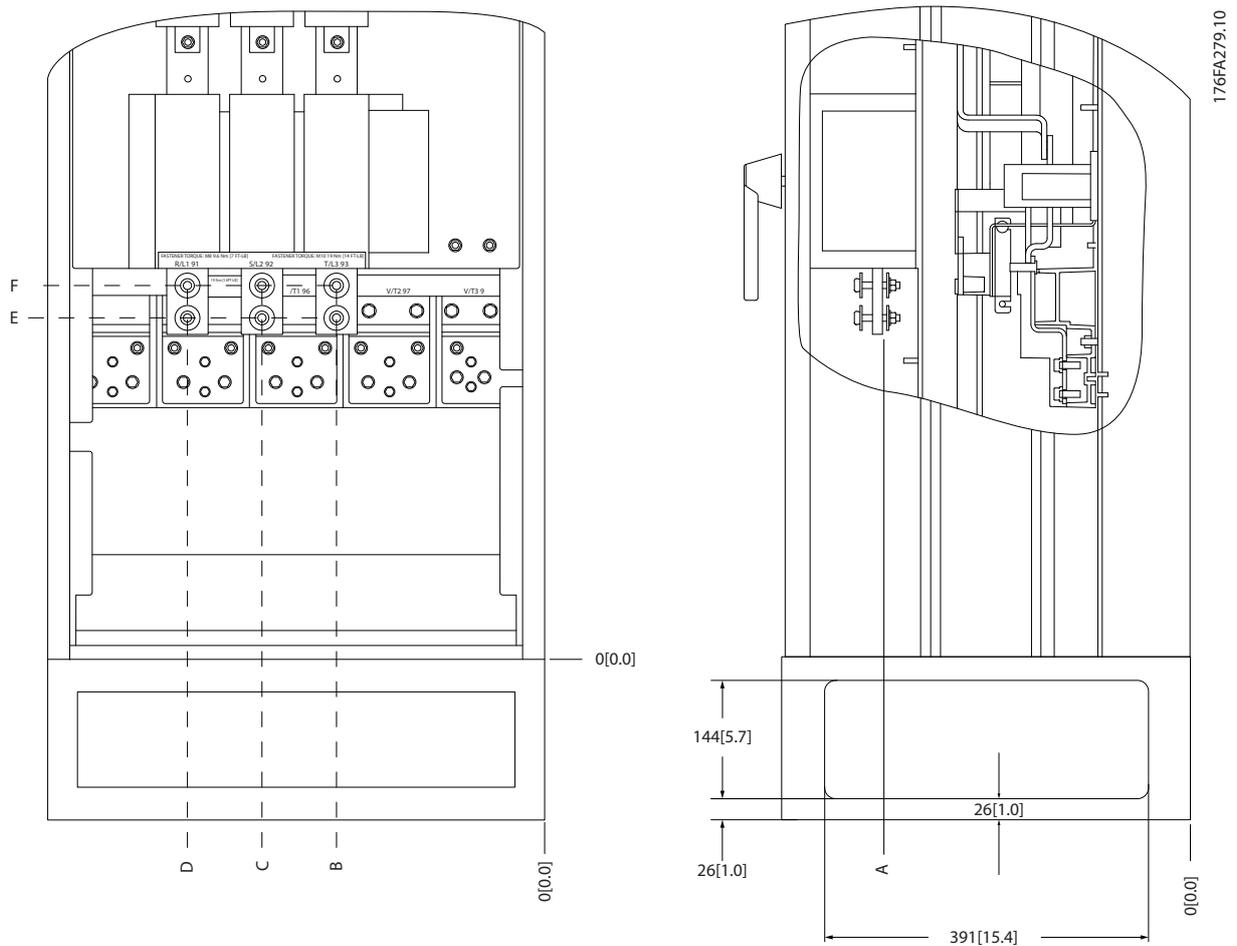


Abbildung 7.20 Positionen der Leistungsanschlüsse bei IP21- und IP54-Gehäusen (Detail B)

7



7

Abbildung 7.21 Positionen der Leistungsanschlüsse für Trennschalter bei IP21- und IP54-Gehäusen

Baugröße	Gerätetyp	Abmessungen für Netzschalterklemme					
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	N.v.
	315/355-400/450 kW (400 V)	371	371	341	431	431	455

Tabelle 7.14

Klemmenpositionen - Baugröße E2

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

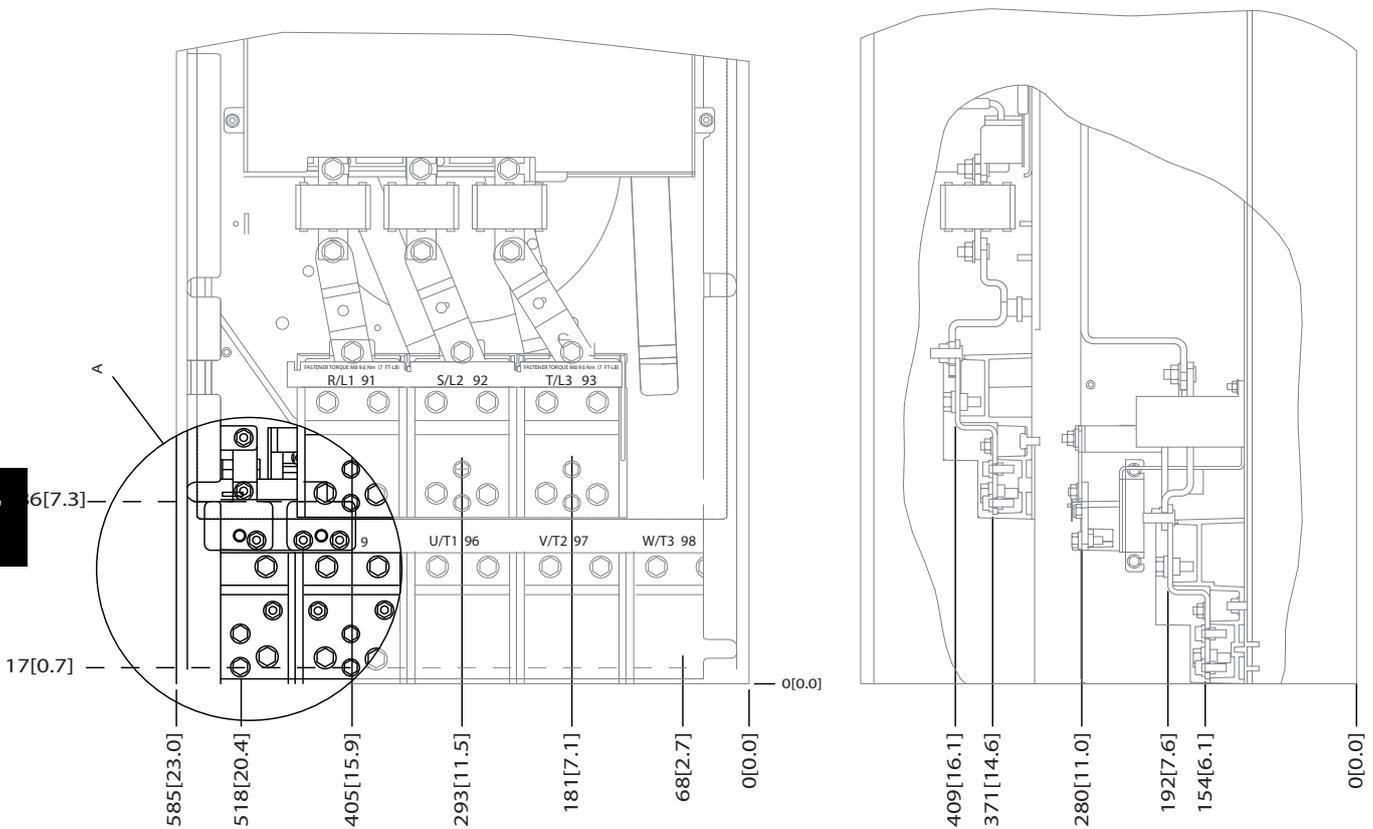
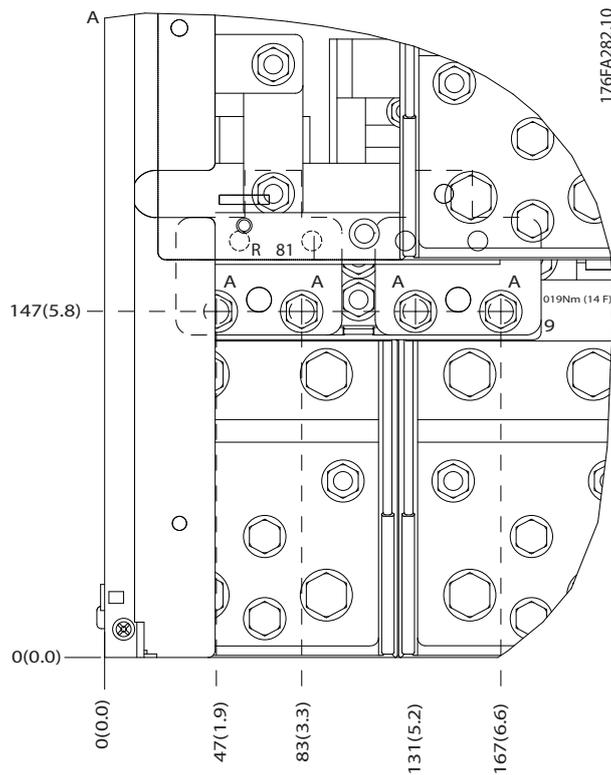


Abbildung 7.22 Positionen der Leistungsanschlüsse bei IP00-Gehäusen

176FA280.10



7

Abbildung 7.23 Positionen der Leistungsanschlüsse bei IP00-Gehäusen

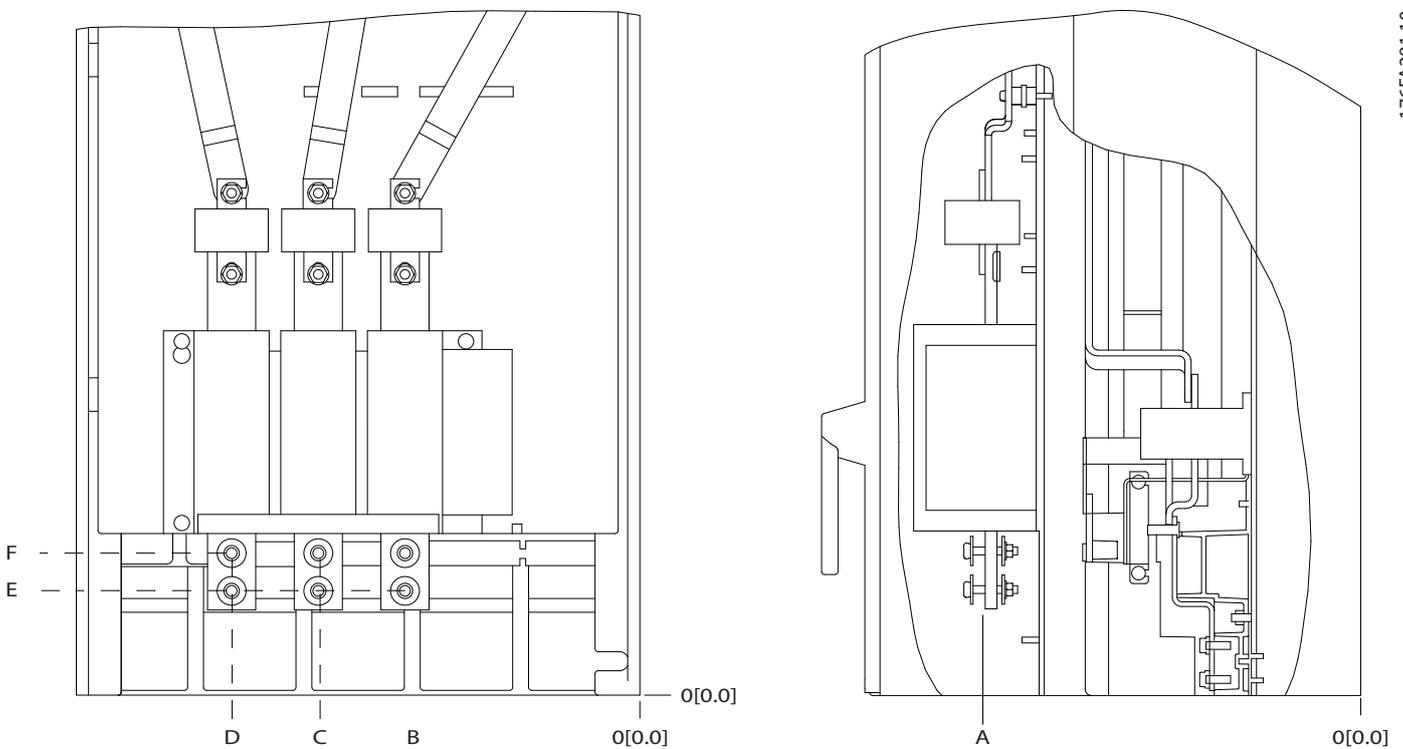


Abbildung 7.24 Positionen der Leistungsanschlüsse für Trennschalter bei IP00-Gehäusen

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.

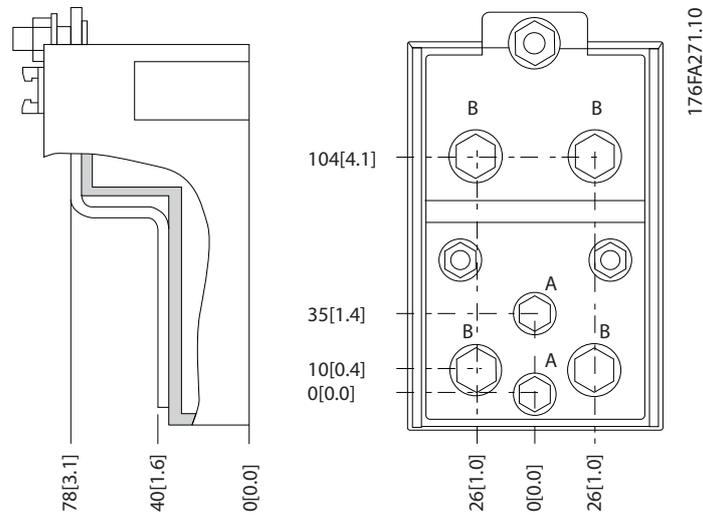


Abbildung 7.25 Detailansicht einer Klemme

Leistungsanschlüsse sind an Position A oder B möglich.

Baugröße	Gerätetyp	Abmessungen für Netzschalterklemme					
		A	B	C	D	E	F
E2	IP00/CHASSIS						
	250/315 kW (400 V) UND 355/450-500/630 kW (690 V)	381	245	334	423	256	N.v.
	315/355-400/450 kW (400 V)	383	244	334	424	109	149

Tabelle 7.15

7.2.5 Klemmenpositionen – Baugröße F

HINWEIS

Die Frequenzumrichter der Baugröße haben vier verschiedene Größen: F1, F2, F3 und F4. F1 und F2 bestehen aus einem Wechselrichterschrank rechts und einem Gleichrichterschrank links. F3 und F4 verfügen über einen zusätzlichen Optionsschrank links neben dem Gleichrichterschrank. Der F3 entspricht dem F1 mit zusätzlichem Optionsschrank. Der F4 entspricht dem F2 mit zusätzlichem Optionsschrank.

Klemmenpositionen – Baugrößen F1 und F3

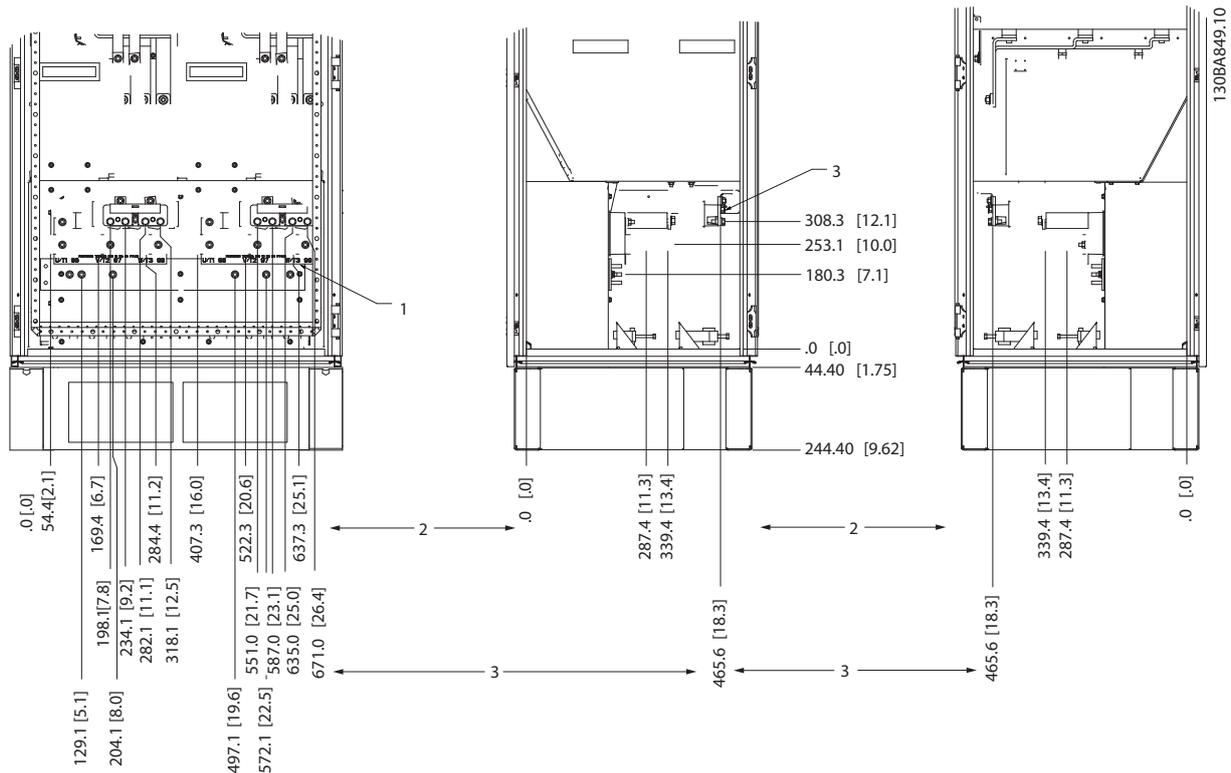


Abbildung 7.26 Klemmenpositionen – Wechselrichterschrank - F1 and F3 (Ansicht vorne, links und rechts). Die Kabelführungsplatte befindet sich 42 mm unterhalb des 0,0-Niveaus.

- 1) Erdschluss
- 2) Motorklemmen
- 3) Bremsklemmen

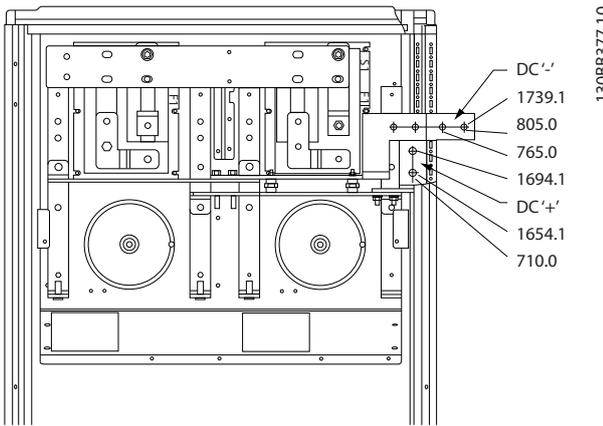


Abbildung 7.27 Klemmenpositionen - Regen-Klemmen - F1 und F3

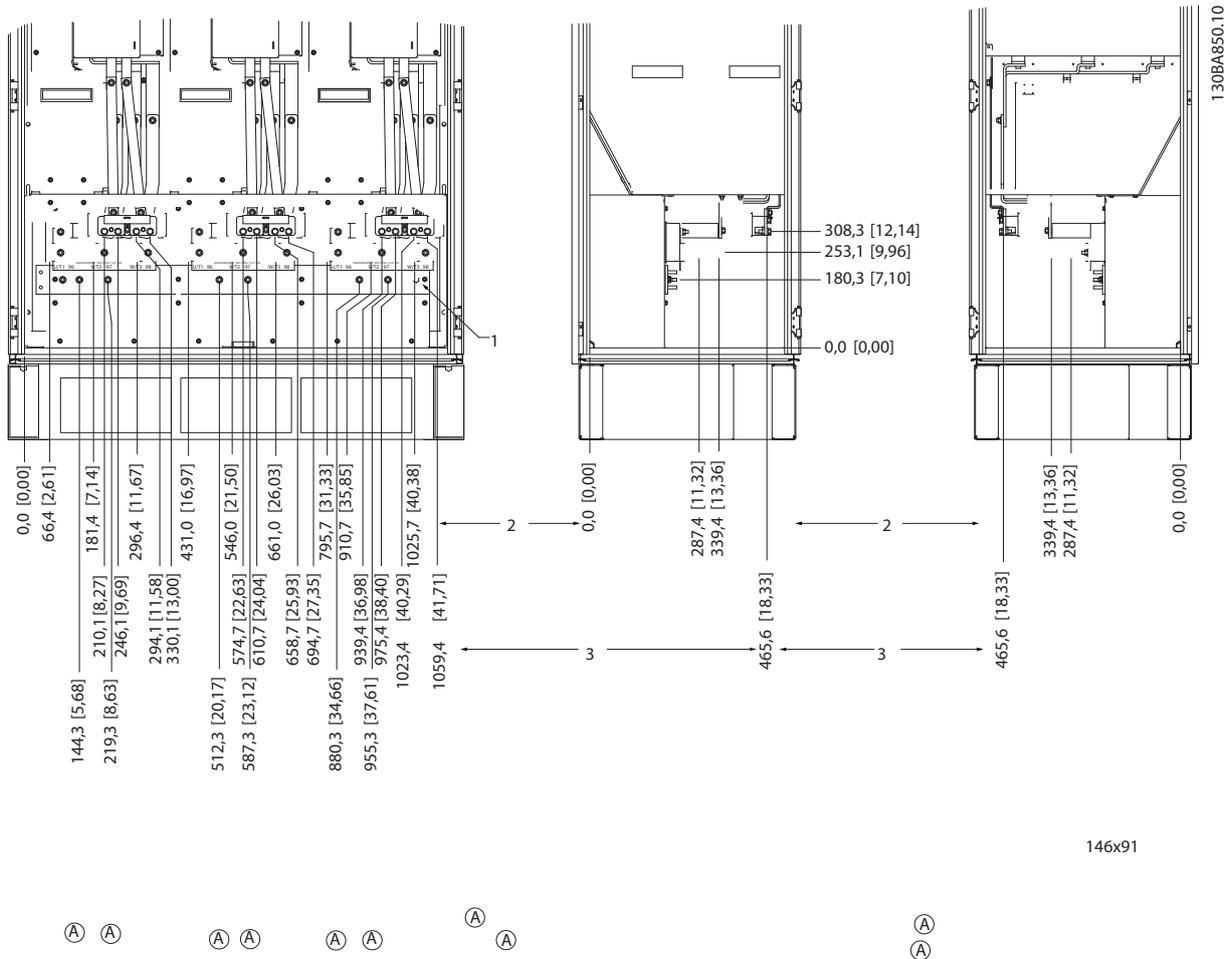
7

Klemmenpositionen - Baugrößen F2 und F4

KLEMMENPOSITIONENFRONTANSICHT

KLEMMENPOSITIONENANSICHT VON LINKS

KLEMMENPOSITIONENANSICHT VON RECHTS



146x91

Abbildung 7.28 Klemmenpositionen - Wechselrichterschrank - F2 und F4 (Ansicht vorn, links und rechts). Die Kabelführungsplatte befindet sich 42 mm unterhalb des 0,0-Niveaus.

1) Erdschluss

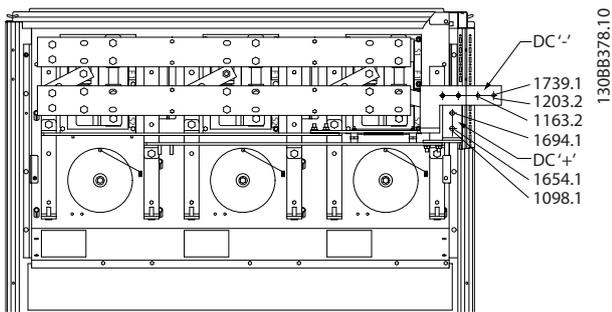


Abbildung 7.29 Klemmenpositionen - Regen-Klemmen - F2 und F4

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

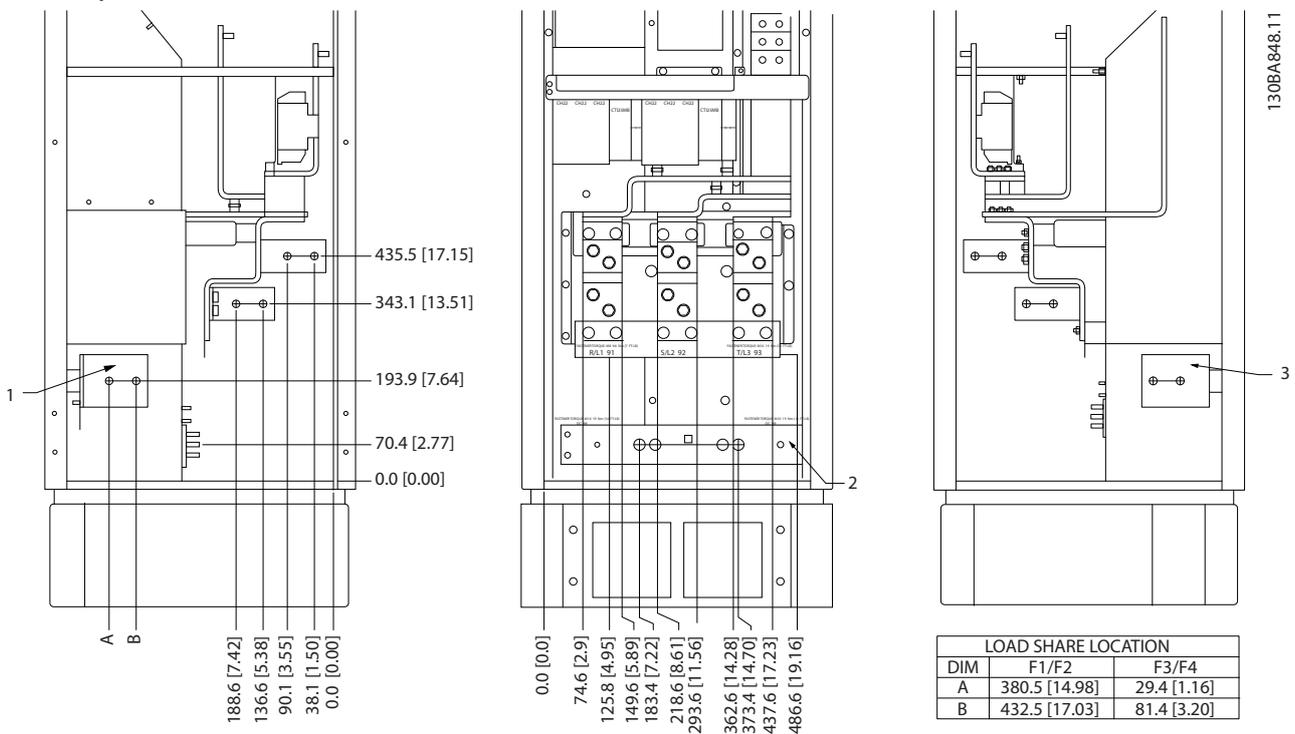


Abbildung 7.30 Klemmenpositionen - Gleichrichter (Ansicht links, vorn und rechts). Die Kabelführungsplatte befindet sich 42 mm unterhalb des 0,0-Niveaus.

- 1) Klemme für Zwischenkreis­k­opplung (-)
- 2) Erdschluss
- 3) Klemme für Zwischenkreis­k­opplung (+)

Klemmenpositionen - Optionsschrank (F3 und F4)

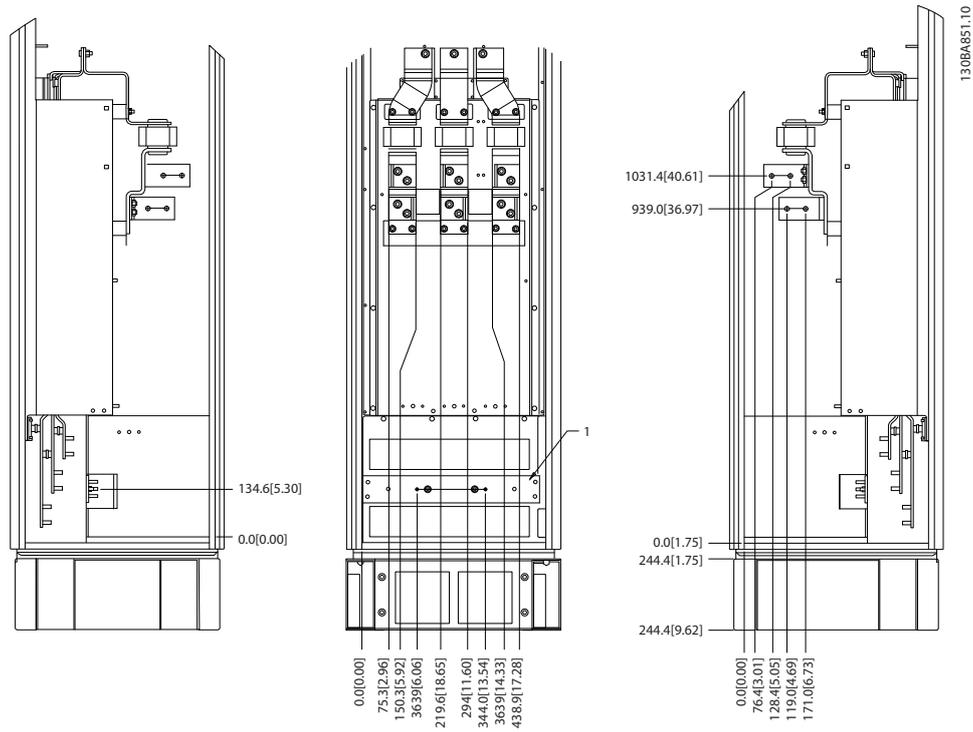


Abbildung 7.31 Klemmenpositionen - Optionsschrank (Ansicht links, vorn und rechts). Die Kabelführungsplatte befindet sich 42 mm unterhalb des 0,0-Niveaus.

1) Erdschluss

Klemmenpositionen - Optionsschrank mit Trennschalter/gekapselter Leistungsschalter (F3 und F4)

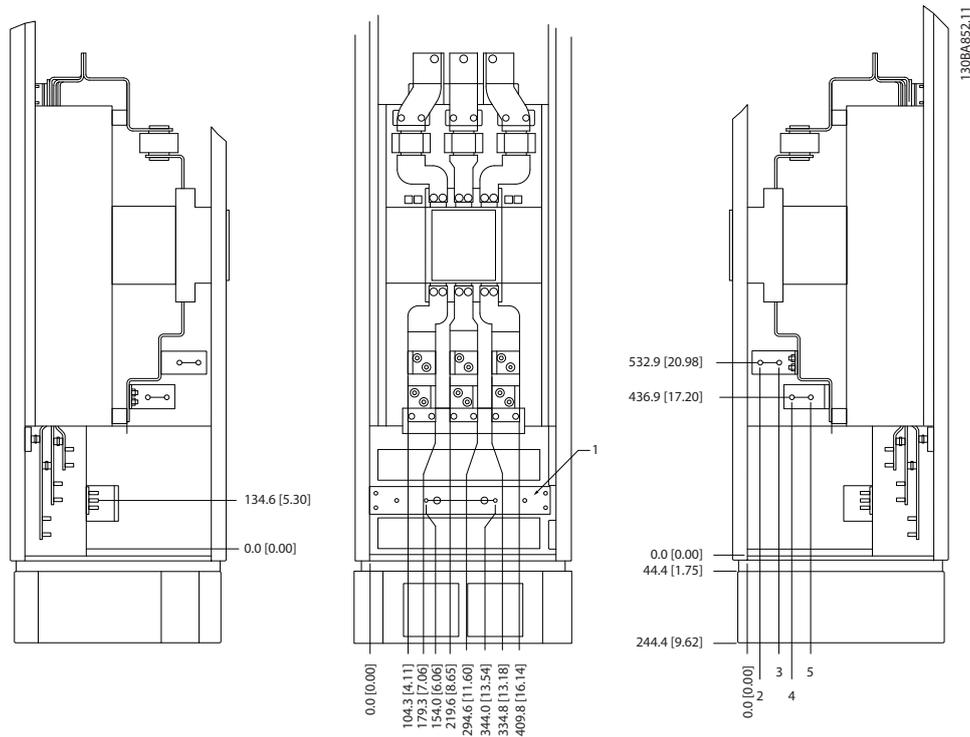


Abbildung 7.32 Klemmenpositionen - Optionsschrank mit Trennschalter/gekapselter Leistungsschalter (Ansicht links, vorn und rechts). Die Kabelführungsplatte befindet sich 42 mm unterhalb des 0,0-Niveaus.

1) Erdschluss

Nennleistung	2	3	4	5
450 kW (480 V), 630-710 kW (690 V)	34,9	86,9	122,2	174,2
500-800 kW (480 V), 800-1000 kW (690 V)	46,3	98,3	119,0	171,0

Tabelle 7.16 Abmessung für Klemme

7.2.6 Klemmenpositionen, F8-F13 – 12 Puls

Die 12-Puls-F-Gehäuse sind in sechs verschiedenen Größen erhältlich, F8, F9, F10, F11, F12 und F13. Der F8, F10 und F12 bestehen aus einem Gleichrichterschrank auf der rechten und einem Wechselrichterschrank auf der linken Seite. Der F9, F11 und F13 verfügen über einen zusätzlichen Optionsschrank links vom Wechselrichterschaltschrank. Der F9 entspricht dem F8 mit zusätzlichem Optionsschrank. Der F11 entspricht dem F10 mit zusätzlichem Optionsschrank. Der F13 entspricht dem F12 mit zusätzlichem Optionsschrank.

Klemmenpositionen – Wechselrichter und Gleichrichter Baugröße F8 und F9

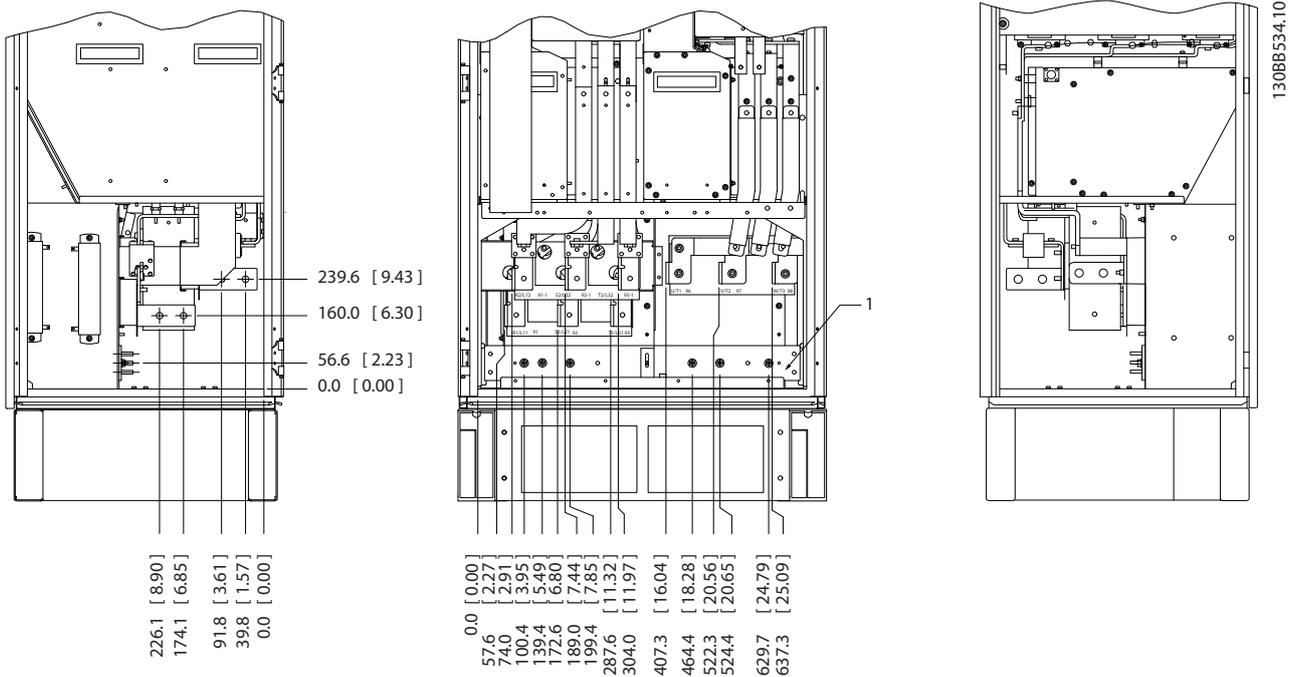
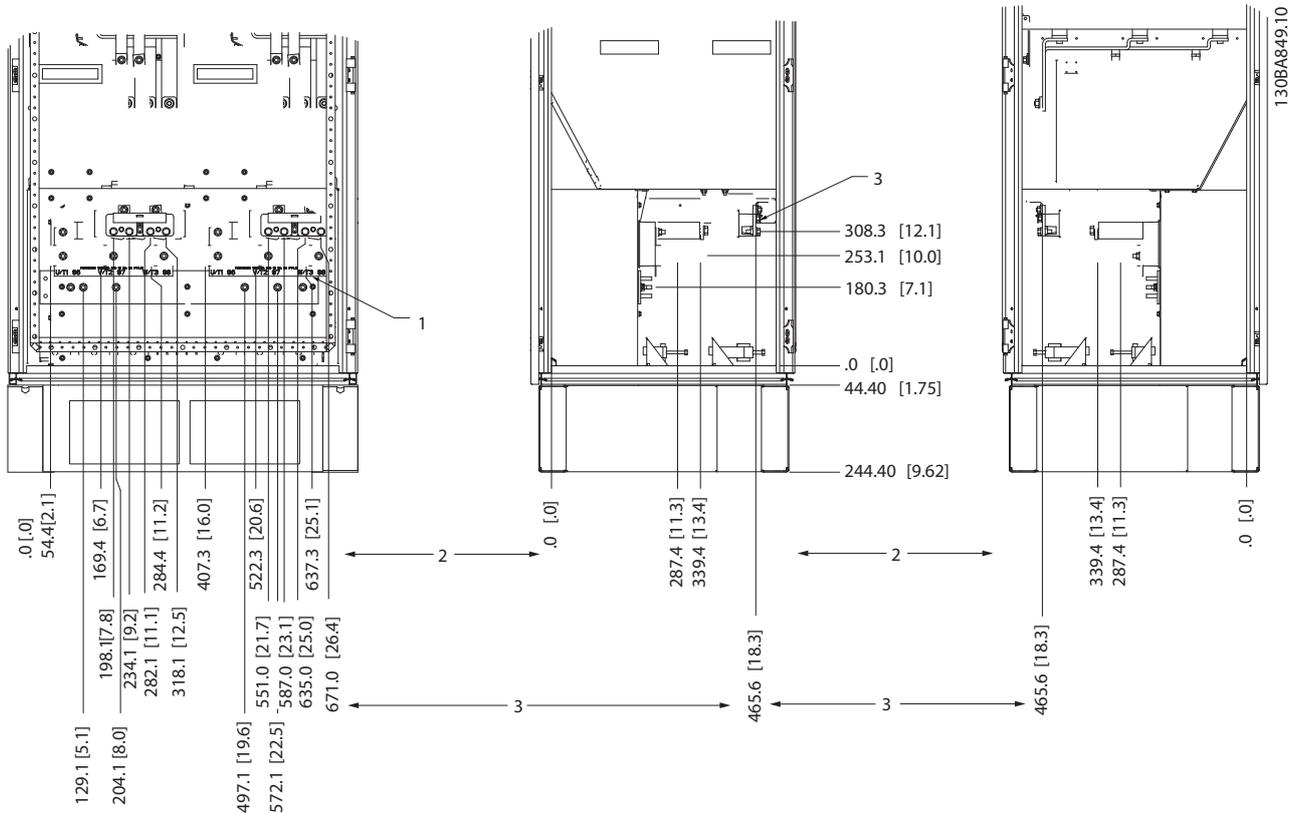


Abbildung 7.33 Klemmenpositionen - Wechselrichter- und Gleichrichterschrank - F8 und F9 (Ansicht vorn, links und rechts). Die Kabelführungsplatte befindet sich 42 mm unterhalb des 0,0-Niveaus.

1) Erdschlussleiste

Klemmenpositionen - Wechselrichter Baugröße F10 und F11



7

Abbildung 7.34 Klemmenpositionen - Wechselrichterschrank (Ansicht vorn, links und rechts). Die Kabelführungsplatte befindet sich 42 mm unterhalb des 0,0-Niveaus.

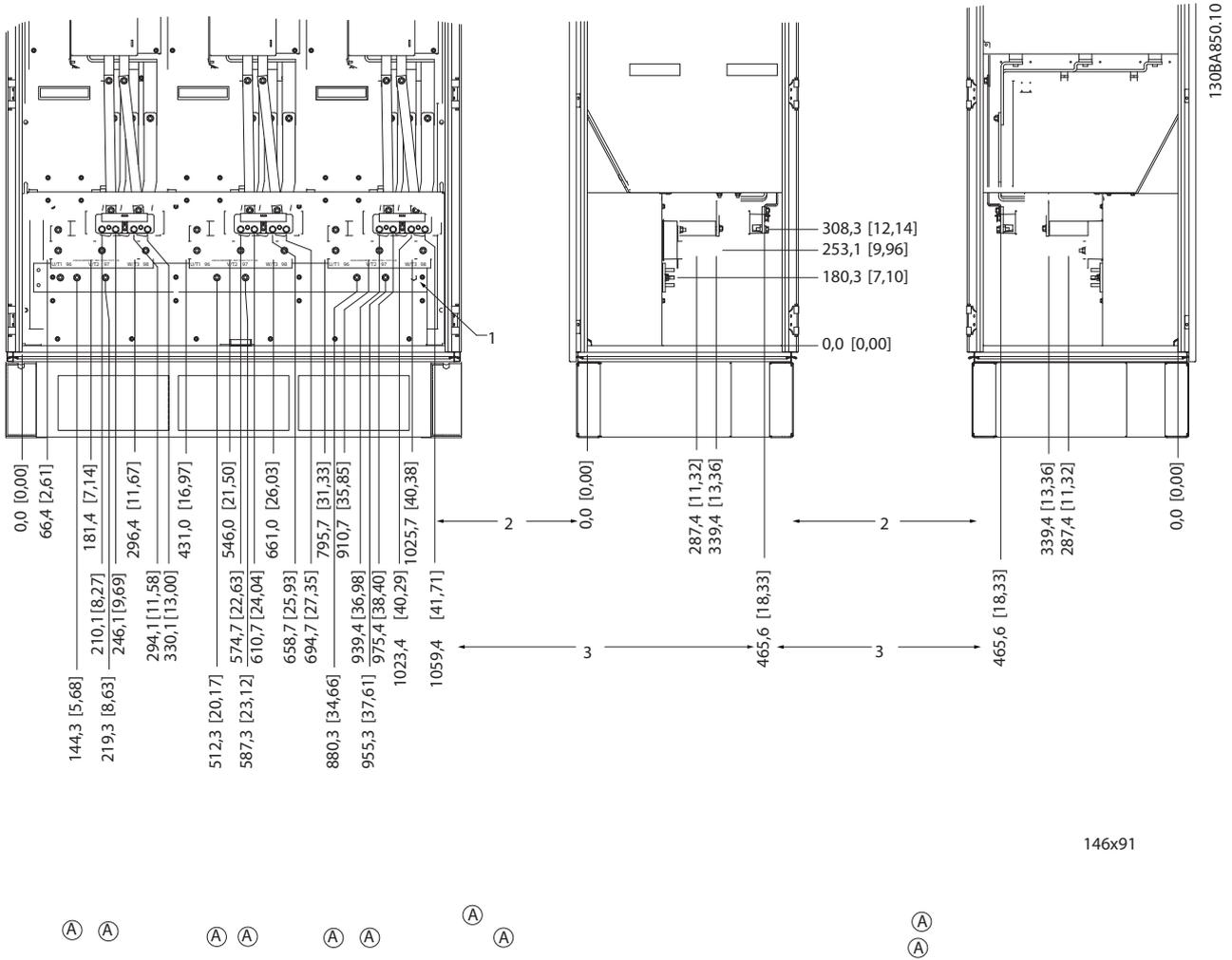
- 1) Erdschlussleiste
- 2) Motorklemmen
- 3) Bremsklemmen

Klemmenpositionen - Wechselrichter Baugröße F12 und F13

KLEMMENPOSITIONENFRONTANSICHT

KLEMMENPOSITIONENANSICHT VON LINKS

KLEMMENPOSITIONENANSICHT VON RECHTS



146x91

Abbildung 7.35 Klemmenpositionen - Wechselrichterschrank (Ansicht vorn, links und rechts). Die Kabelführungsplatte befindet sich 42 mm unterhalb des 0,0-Niveaus.

1) Erdschlussleiste

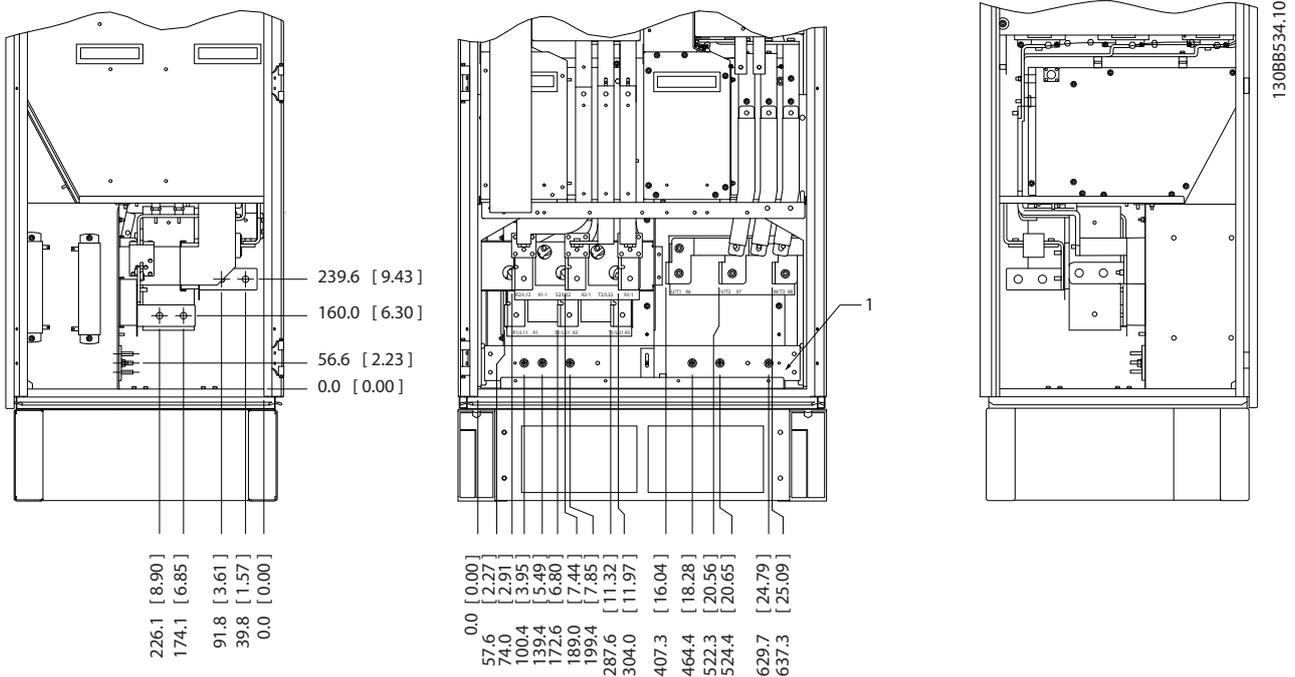
Klemmenpositionen - Gleichrichter (F10, F11, F12 und F13)


Abbildung 7.36 Klemmenpositionen - Gleichrichter (Ansicht links, vorn und rechts). Die Kabelführungsplatte befindet sich 42 mm unterhalb des 0,0-Niveaus.

- 1) Klemme für Zwischenkreiskopplung (-)
- 2) Erdschlussleiste
- 3) Klemme für Zwischenkreiskopplung (+)

Klemmenpositionen - Optionsschrank Baugröße F9

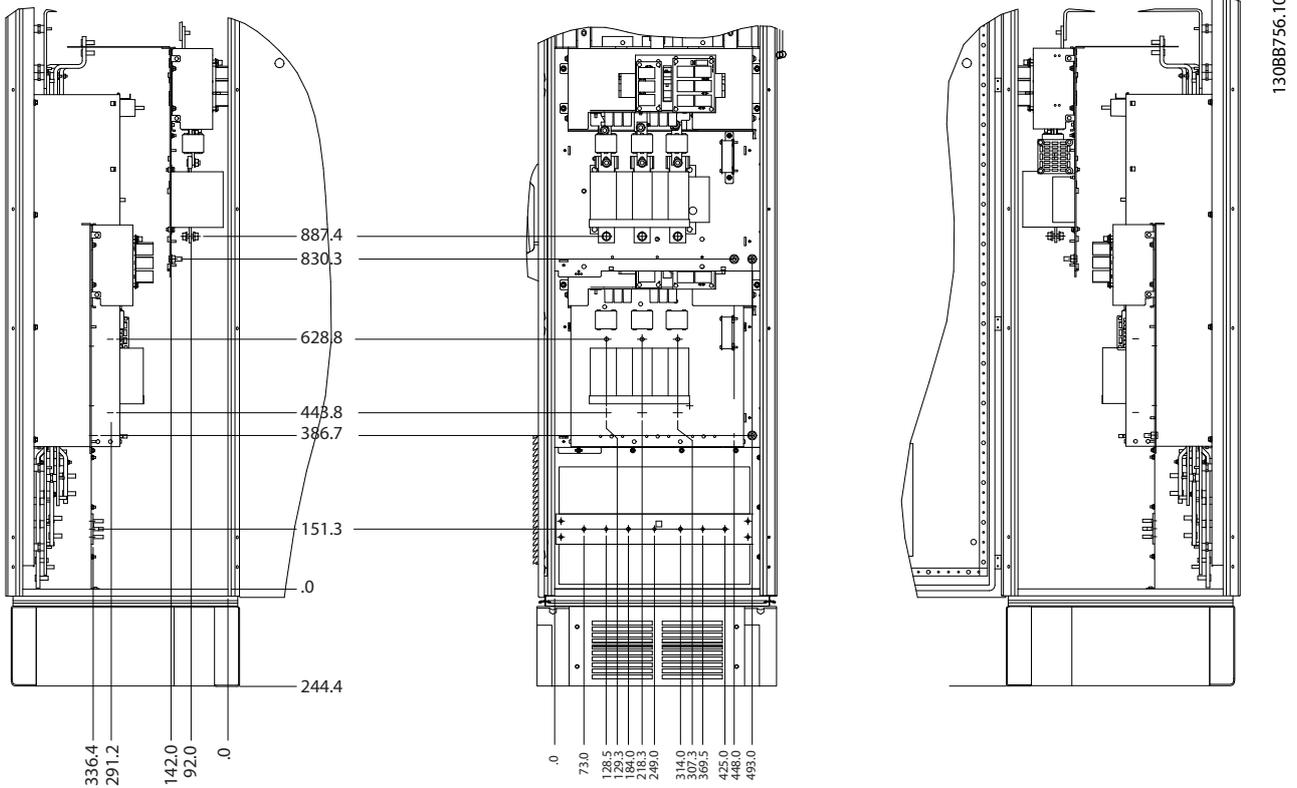


Abbildung 7.37 Klemmenpositionen - Optionsschrank (Ansicht links, vorn und rechts).

Klemmenpositionen - Optionsschrank Baugröße F11/F13

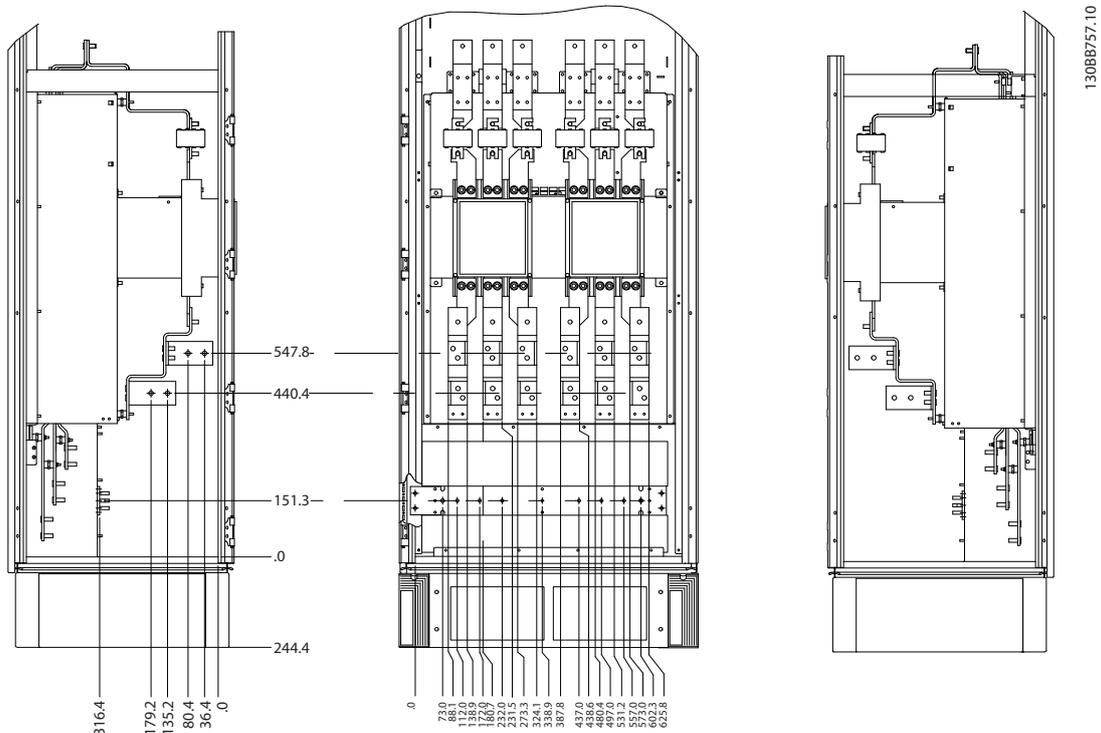


Abbildung 7.38 Klemmenpositionen - Optionsschrank (Ansicht links, vorn und rechts).

7

7.2.7 Kühlung und Luftzirkulation

Kühlung

Die Kühlung lässt sich auf verschiedene Arten erreichen, z. B. durch Verwendung der Kühlkanäle auf der Unterseite des Geräts, durch Ein- und Ausleiten von Luft auf der Geräterückseite oder durch Kombination dieser beiden Möglichkeiten.

Lüftungsbaugruppe

Eine spezielle Option wurde zur Optimierung der Montage von -Frequenzumrichtern der Schutzart IP00 in Rittal TS8-Gehäusen entwickelt, die den Lüfter des Frequenzumrichters für eine erzwungene Luftkühlung des rückseitigen Kanals nutzen. Der Luftauslass an der Oberseite des Gehäuses könnte nach außen geführt werden, sodass die Wärme aus dem rückseitigen Kanal nicht innerhalb der Steuerwarte entweichen kann, wodurch der Klimatisierungsbedarf der Einrichtung reduziert wird. Bitte lesen Sie *Einbau eines Lüftungs-Einbausatzes in Rittal - Schaltschränken*, um weitere Informationen zu finden.

Kühlen auf der Rückseite

Die durch den Kanal auf der Rückseite geleitete Kühlluft kann auch auf der Rückseite eines Rittal TS8- Gehäuses ein- und ausgeleitet werden. Dies bietet die Möglichkeit, die

Luft über den Kanal auf der Rückseite einzuleiten und die Wärme außerhalb der Einrichtung auszuleiten, um die Klimatisierungsanforderungen zu verringern.

HINWEIS

Im Gehäuse wurde ein Lüfter installiert, um die nicht im Kanal des Frequenzumrichters enthaltene Wärme und die durch weitere Komponenten im Gehäuse erzeugte Wärme abzuleiten. Die insgesamt erforderliche Belüftung muss so berechnet werden, dass die passenden Lüfter ausgewählt werden können. Einige Gehäuse-Hersteller bieten für diese Berechnungen Software an (z. B. Rittal Therm-Software). Wenn der VLT- die einzige wärmeerzeugende Komponente im Gehäuse ist, beträgt der erforderliche Mindestluftstrom bei einer Umgebungstemperatur von 45 °C für Frequenzumrichter der Baugrößen D3 und D4 391 m³/h (230 cfm). Der erforderliche Mindestluftstrom bei einer Umgebungstemperatur von 45 °C für Frequenzumrichter der Baugröße E2 beträgt 782 m³/h (460 cfm).

Belüftung

Sie müssen die erforderliche Belüftung des Kühlkörpers sicherstellen. Die Luftströmungsrate wird nachfolgend aufgeführt.

Schutz Gehäuse	Baugröße	Türlüfter/Luftstrom oberer Lüfter	Kühlkörperlüfter
IP21/NEMA 1 IP54/NEMA 12	D1 und D2	170 m ³ /h (100 cfm)	765 m ³ /h (450 cfm)
	E1 P250T5, P355T7, P400T7	340 m ³ /h (200 cfm)	1105 m ³ /h (650 cfm)
	E1P315-P400T5, P500-P560T7	340 m ³ /h (200 cfm)	1445 m ³ /h (850 cfm)
IP21/NEMA 1	F1, F2, F3 und F4	700 m ³ /h (412 cfm)*	985 m ³ /h (580 cfm)*
IP54/NEMA 12	F1, F2, F3 und F4	525 m ³ /h (309 cfm)*	985 m ³ /h (580 cfm)*
IP20	D3 und D4	255 m ³ /h (150 cfm)	765 m ³ /h (450 cfm)
	E2 P250T5, P355T7, P400T7	255 m ³ /h (150 cfm)	1105 m ³ /h (650 cfm)
	E2 P315-P400T5, P500-P560T7	255 m ³ /h (150 cfm)	1445 m ³ /h (850 cfm)

* Luftstrom pro Lüfter Baugröße F enthalten mehrere Lüfter.

Tabelle 7.17 Luftstrom am Kühlkörper

HINWEIS

Der Lüfter wird aus folgenden Gründen aktiviert:

1. AMA
2. DC-Haltestrom
3. Pre-Mag
4. DC-Bremse
5. 60 % der Nennstromstärke überschritten
6. Spezifische Kühlkörpertemperatur überschritten (je nach Last).
7. Bestimmte Umgebungstemperatur der Leistungskarte überschritten (je nach Last)
8. Bestimmte Umgebungstemperatur der Steuerkarte überschritten

Nach dem Starten läuft der Lüfter mindestens zehn Minuten lang.

Externe Kanäle

Wird der Rittal-Schrank um weitere Kanäle ergänzt, muss der Druckverlust in diesen Kanälen berücksichtigt werden. Verwenden Sie die nachfolgenden Diagramme, um den Frequenzumrichter gemäß dem Druckabfall einzustufen.

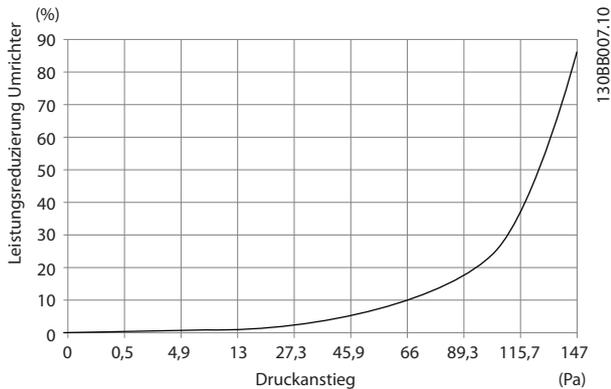


Abbildung 7.39 Baugröße D Leistungsreduzierung vs. Druckveränderung

Luftstrom des Frequenzumrichters: 450 cfm (765 m³/h)

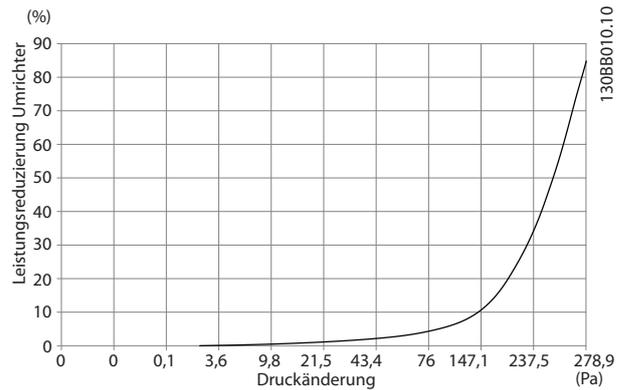


Abbildung 7.40 Baugröße E Leistungsreduzierung vs. Druckveränderung (kleiner Lüfter), P250T5 und P355T7-P400T7

Luftstrom des Frequenzumrichters: 650 cfm (1105 m³/h)

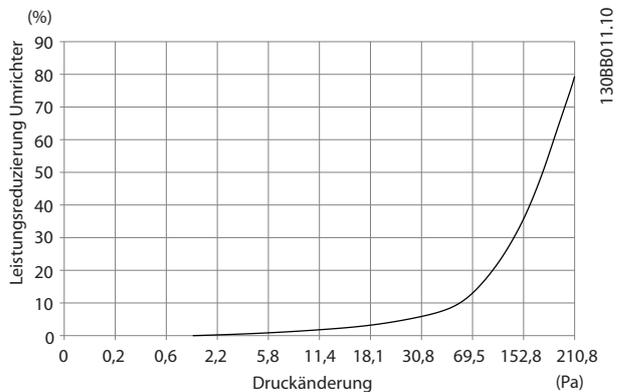


Abbildung 7.41 Baugröße E Leistungsreduzierung vs. Druckveränderung (großer Lüfter), P315T5-P400T5 und P500T7-P560T7

Luftstrom des Frequenzumrichters: 850 cfm (1445 m³/h)

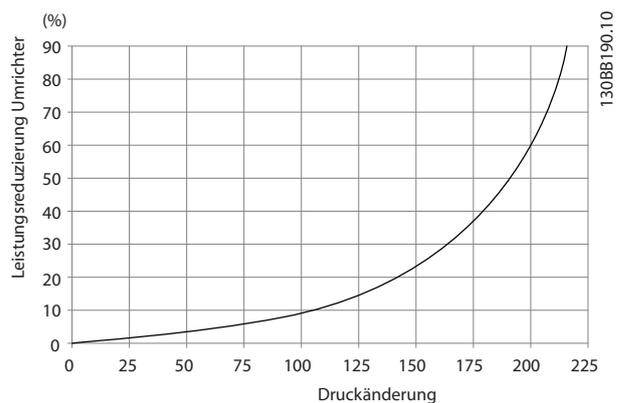


Abbildung 7.42 Baugrößen F1, F2, F3, F4 Leistungsreduzierung vs. Druckveränderung

Luftstrom des Frequenzumrichters: 580 cfm (985 m³/h)

7.2.8 Wandmontage – Geräte mit Schutzart IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Gilt nur für die 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 Bohrungen sorgfältig mithilfe der Bohrschablone an der Wand und bohren Sie die Öffnungen wie angegeben. Stellen Sie zur Kühlung richtigen Abstand zum Boden und zur Decke 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 heben. Den Frequenzumrichter gegen die Wand kippen und die oberen Schrauben eindrehen. Alle vier Schrauben anziehen, um den Frequenzumrichter an der Wand zu befestigen.

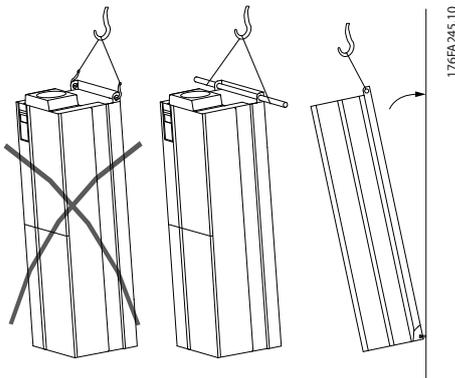


Abbildung 7.43 Hebeverfahren zur Befestigung des Frequenzumrichters an Wand

7.2.9 Kabeldurchlass/Kabelkanaleingang – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA12)

Kabel werden von unten her durch die Kabeldurchführungsplatte angeschlossen. Entfernen Sie die Platte, und planen Sie die Platzierung der Kabel-/Leiterdurchführung. Bereiten Sie in dem in der Zeichnung markierten Bereich Öffnungen vor.

HINWEIS

Die Kabeldurchführungsplatte muss an den Frequenzumrichter angepasst werden, um die angegebene Schutzklasse zu erreichen und die korrekte Kühlung der Einheit sicherzustellen. Ist die Kabeldurchführungsplatte nicht montiert, wird der Frequenzumrichter bei Alarm 69, Umr. Übertemp. möglicherweise abgeschaltet.

Kabeldurchlässe von der Unterseite des Frequenzumrichters aus. – Netzseite 2) Motorseite

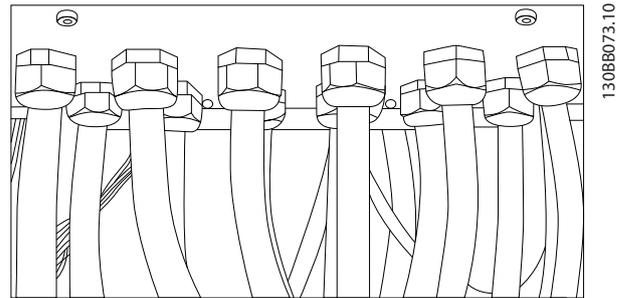


Abbildung 7.44 Beispiel für korrekte Installation der Kabeldurchführungsplatte.

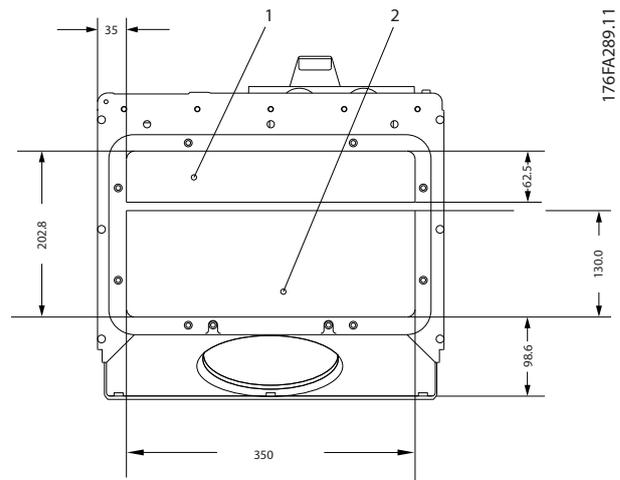


Abbildung 7.45 Baugrößen D1 + D2

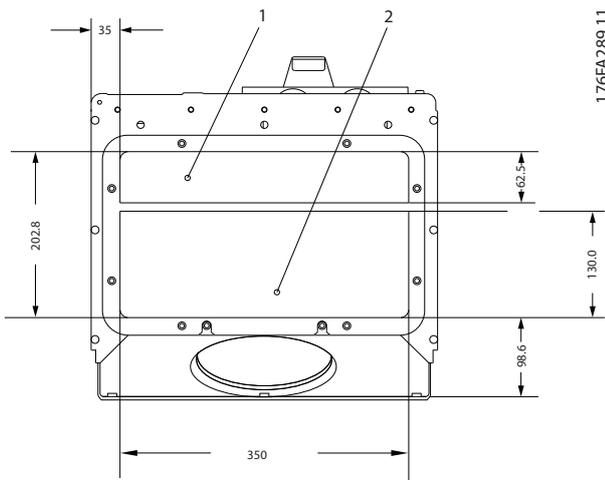


Abbildung 7.46 Baugröße E1

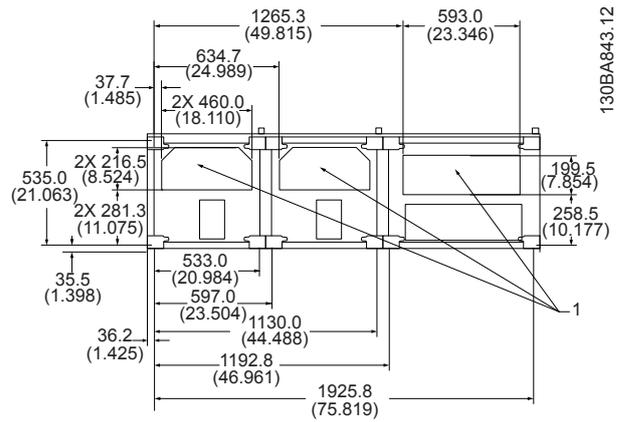


Abbildung 7.49 Baugröße F3

7

F1-F4: Kabeldurchlässe von der Unterseite des Frequenzumrichters aus. – Platzieren Sie die Kabelkanäle in den markierten Bereichen

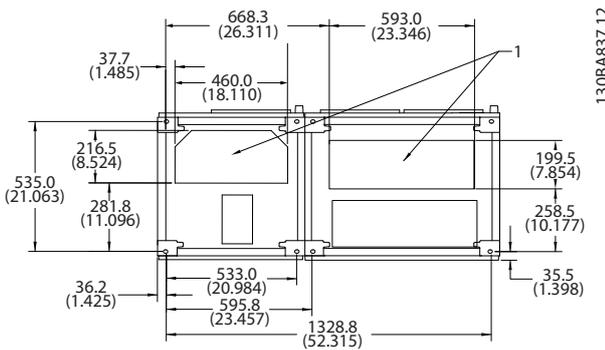


Abbildung 7.47 Baugröße F1

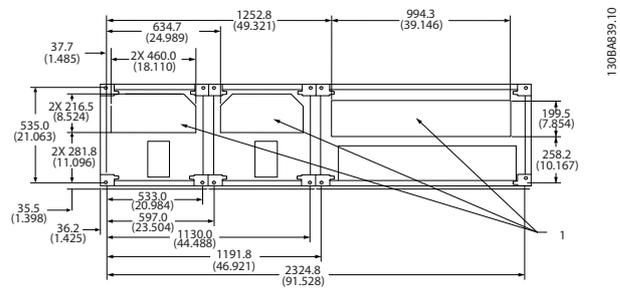


Abbildung 7.50 Baugröße F4

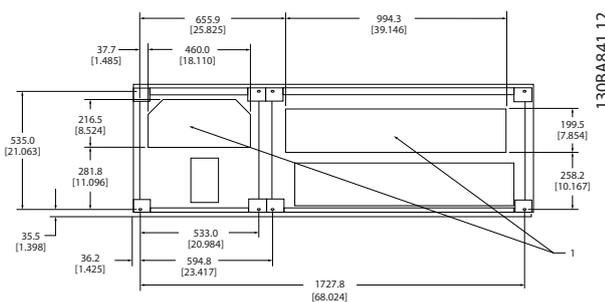


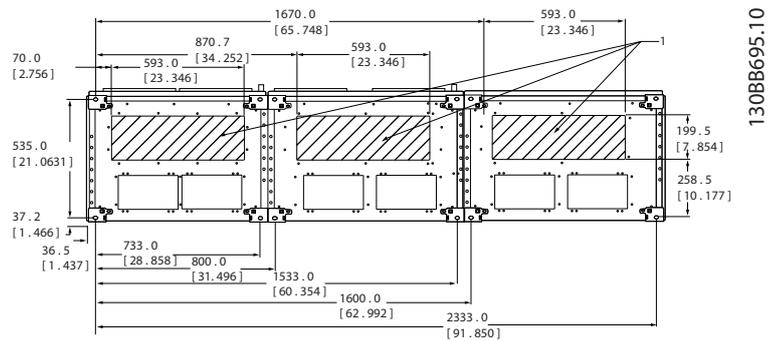
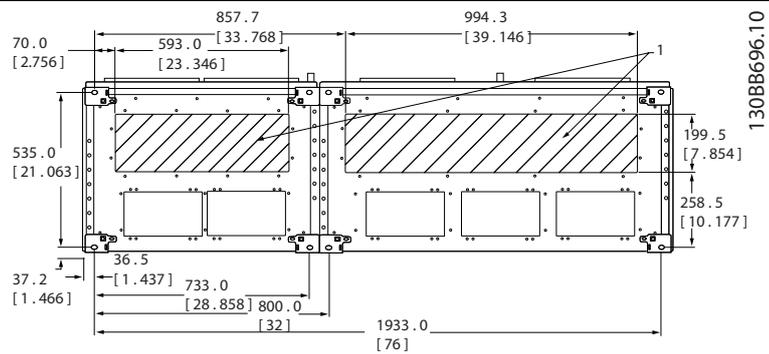
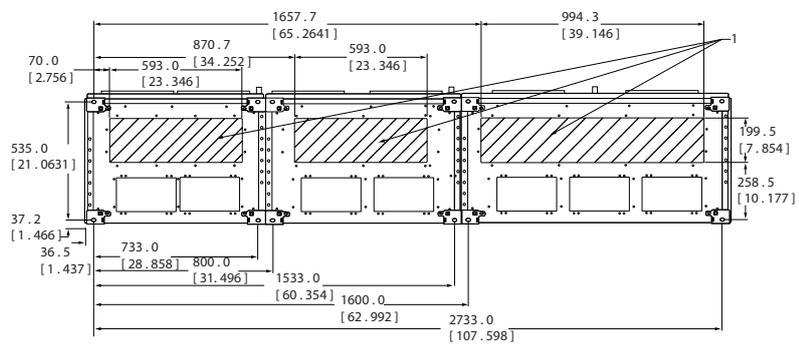
Abbildung 7.48 Baugröße F2

7.2.10 Stopfbuchsen-/Kabelkanaleinführung, 12-Puls - IP21 (NEMA1) und IP54 (NEMA2)

Baugröße F8	
Baugröße F9	
Baugröße F10	

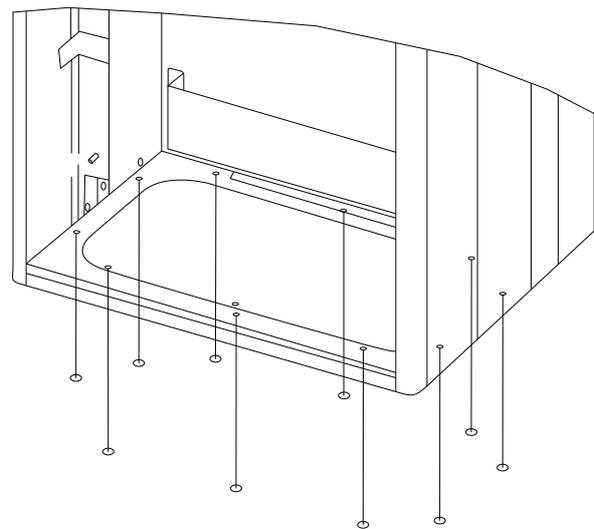
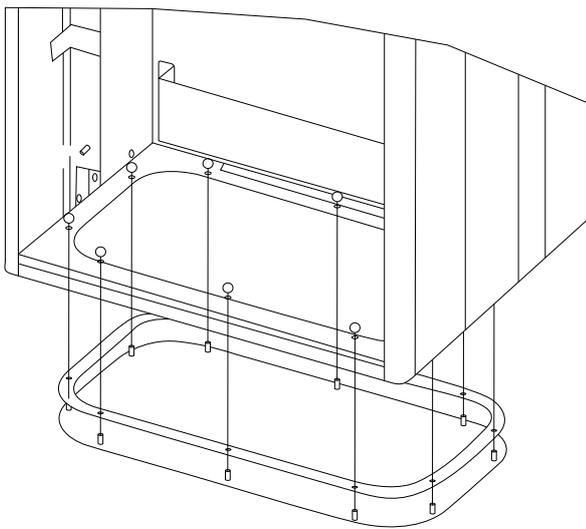
7

Tabelle 7.18

Baugröße F11

Baugröße F12

Baugröße F13


F8-F13: Kabeleinführungen mit Sicht vom Boden des Frequenzumrichters - 1) Bringen Sie Kabelkanäle in den markierten Bereichen an.

Tabelle 7.19



176FA269.10

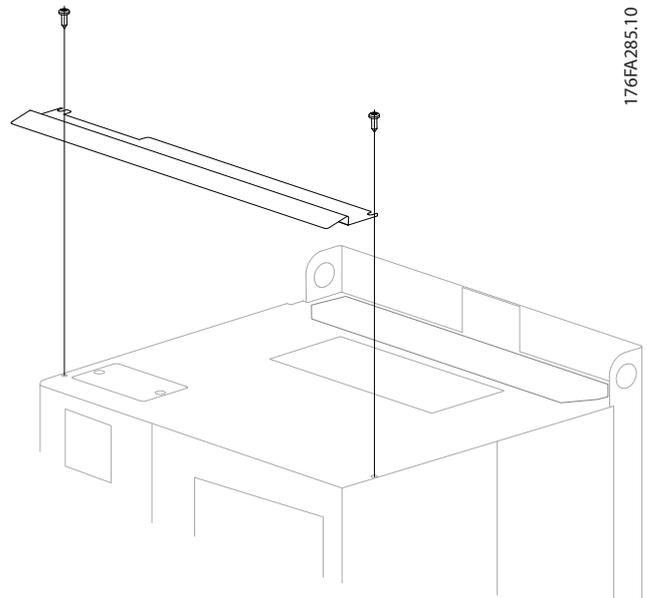
Abbildung 7.51 Montage der Grundplatte, Baugröße E1.

Die Grundplatte des E1 kann von der Innen- oder Außenseite des Gehäuses montiert werden, um die Installation flexibel zu gestalten. Bei der Montage von unten können z. B. die Durchlässe und Kabel angebracht werden, bevor der Frequenzumrichter auf dem Sockel platziert wird.

7.2.11 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.



176FA285.10

Abbildung 7.52 Montage des Tropfschutzbleches

8 Elektrische Installation

8.1 Anschlüsse- Baugrößen A, B und C

HINWEIS

Kabel – Allgemeines

Alle Kabel müssen den einschlägigen Vorschriften zu Kabelquerschnitten und Umgebungstemperatur entsprechen. Kupferleiter (75 °C) werden empfohlen.

Die Klemmen können zwar Aluminiumleiter aufnehmen, aber die Leiteroberfläche muss sauber sein, und Oxidation muss zuvor entfernt und durch neutrales, säurefreies Vaselinefett zukünftig verhindert werden, bevor der Leiter angeschlossen wird.

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

Aluminiumleiter

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, Zwischenkreisopplung, 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	-		
A4	0,25-2,2 kW	0,37-4 kW	-		
A5	3-3,7 kW	5,5-7,5 kW	-		
B1	5,5-7,5 kW	11-15 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreisopplung, Motorkabel	1,8 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erdung	2-3 Nm
B2	11 kW	18,5-22 kW	11-22 kW	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreisopplungskabel	4,5 Nm
				Motorkabel	4,5 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erdung	2-3 Nm
B3	5,5-7,5 kW	11-15 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreisopplung, Motorkabel	1,8 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erdung	2-3 Nm
B4	11-15 kW	18,5-30 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreisopplung, Motorkabel	4,5 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erdung	2-3 Nm
C1	15-22 kW	30-45 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreisopplungskabel	10 Nm
				Motorkabel	10 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erdung	2-3 Nm
C2	30-37 kW	55-75 kW	30-75 kW	Netz, Motorkabel	14 Nm (bis 95 mm ²) 24 Nm (über 95 mm ²)
				Zwischenkreisopplung, Bremskabel	14 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erdung	2-3 Nm
C3	18,5-22 kW	30-37 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreisopplung, Motorkabel	10 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erdung	2-3 Nm
C4	37-45 kW	55-75 kW	-	Netz, Motorkabel	14 Nm (bis 95 mm ²) 24 Nm (über 95 mm ²)
				Zwischenkreisopplung, Bremskabel	14 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erdung	2-3 Nm

Tabelle 8.1

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 einem Hammer ausgeschlagen werden.
4. Entgraten Sie das Loch.
5. Befestigen Sie die Kabeleinführung am Frequenzumrichter.

8.1.2 Netz- und Erdanschluss

HINWEIS

Der Anschlussstecker für den Netzanschluss kann an Frequenzumrichtern bis 7,5 kW eingesteckt werden.

1. Befestigen Sie die beiden Schrauben am Abschirmblech, schieben Sie dieses auf, und ziehen Sie die Schrauben fest.
2. Stellen Sie sicher, dass der Frequenzumrichter ordnungsgemäß geerdet ist. Schließen Sie diesen an den Erdanschluss an (Klemme 95). Verwenden Sie hierzu eine Schraube aus dem Montagezubehör.
3. Platzieren Sie den Anschlussstecker 91(L1), 92(L2), 93(L3) aus dem Montagezubehör an den Klemmen mit der Kennzeichnung MAINS (NETZ) an der Unterseite des Frequenzumrichters.
4. Befestigen Sie die Netzkabel an dem Netzanschlussstecker.
5. Befestigen Sie das Kabel mit den mitgelieferten Halterungen.

HINWEIS

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

⚠ VORSICHT

IT-Netz

Schließen Sie 400-V-Frequenzumrichter mit EMV-Filtern nicht an ein Stromnetz mit Spannungen von mehr als 440 V zwischen Phase und Erde an.

⚠ VORSICHT

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

Der Netzanschluss ist mit dem Netzschalter verbunden (sofern vorhanden).

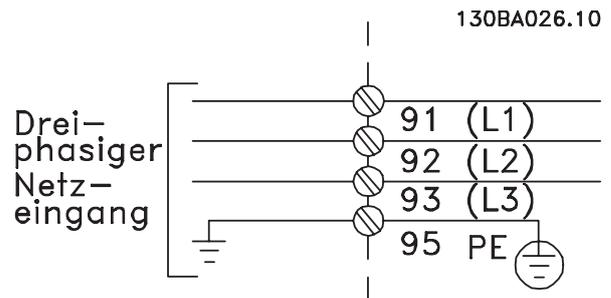


Abbildung 8.1

Netzanschluss für Baugrößen A1, A2 und A3:

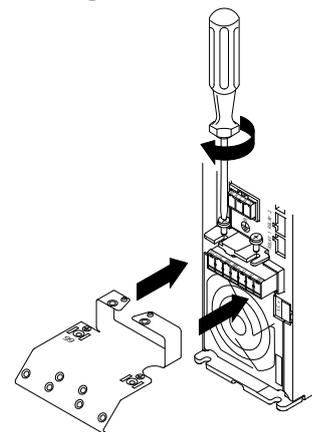


Abbildung 8.2

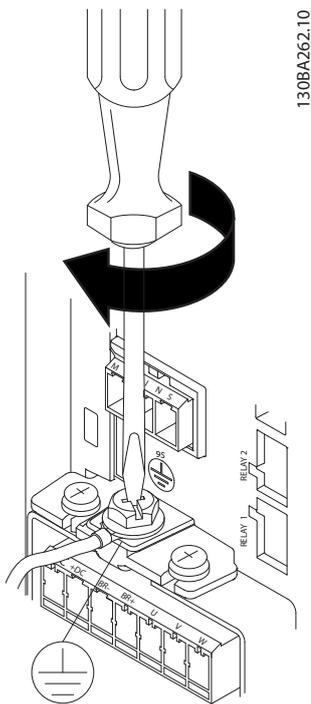


Abbildung 8.3

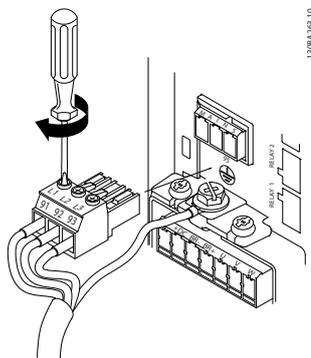


Abbildung 8.4

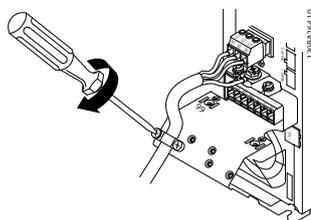


Abbildung 8.5

Netzstecker Baugröße A4/A5 (IP 55/66)

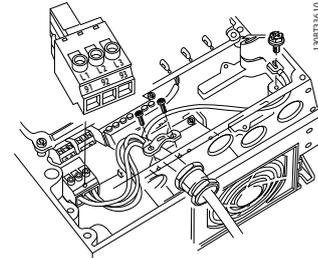


Abbildung 8.6

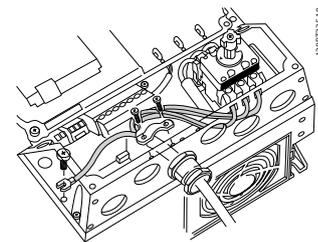


Abbildung 8.7

Wenn ein Trennschalter verwendet wird (Baugröße A4/A5), muss die PE an der linken Seite des Frequenzumrichters montiert werden.

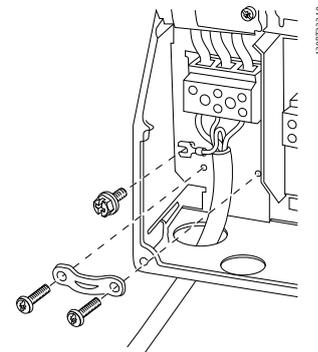


Abbildung 8.8 Netzanschluss Baugrößen B1 und B2 (IP 21 Typ 1 und IP 55/66 Typ 12).

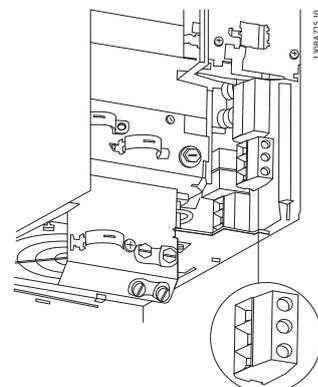
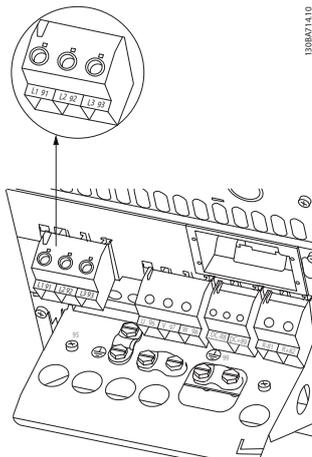
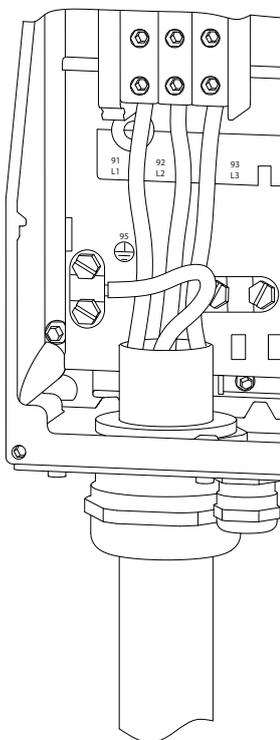


Abbildung 8.9 Netzanschluss Größe B3 (IP20).



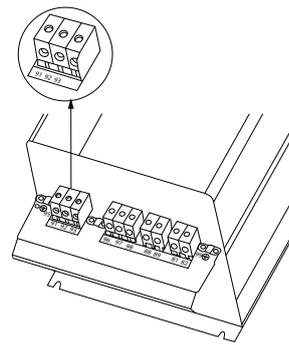
130BA7410

Abbildung 8.10 Netzanschluss Größe B4 (IP20).



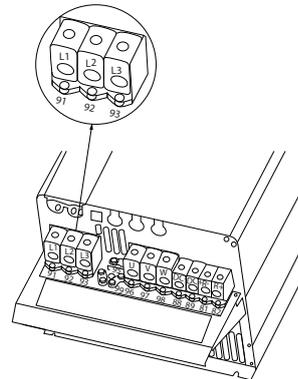
130BA39210

Abbildung 8.11 Netzanschluss Größe C1 und C2 (IP 21 und IP 55/66).



130BA71810

Abbildung 8.12 Netzanschluss Größe C3 (IP 20).



130BA71910

Abbildung 8.13 Netzanschluss Größe C4 (IP 20).

In der Regel handelt es sich bei Netzleistungskabeln um nicht abgeschirmte Kabel.

8.1.3 Motoranschluss

Zur Einhaltung der Spezifikationen zu EMV-Emissionen sind abgeschirmte/verstärkte Kabel erforderlich. Weitere Informationen unter [3.5.2 EMV-Prüfergebnisse](#).

Entnehmen Sie die richtige Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge dem Abschnitt Allgemeine technische Daten.

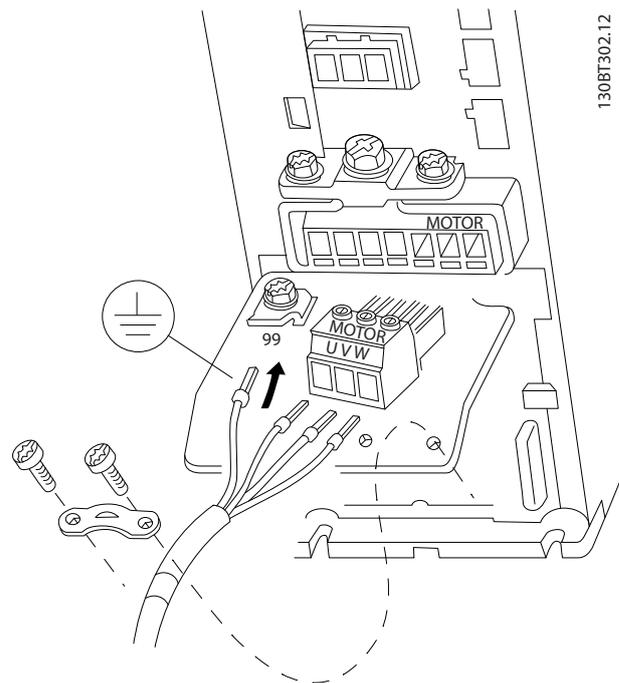
Abschirmen der Kabel: Vermeiden Sie eine Installation mit verdrehten Abschirmungsenden (Pigtails). Diese beeinträchtigen den Abschirmungseffekt bei höheren Frequenzen. Ist eine Unterbrechung der Abschirmung, etwa zur Montage eines Motorschützes oder Motorrelais, erforderlich, so muss die Abschirmung anschließend mit möglichst niedriger HF-Impedanz weitergeführt werden. Schließen Sie den Motorkabelschirm am Abschirmblech des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Motors an.

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

Wenn die Abschirmung zur Installation einer Motorisierung oder eines Motorrelais geteilt werden muss, muss die Abschirmung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz weitergeführt 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 Geräuschniveau und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.

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



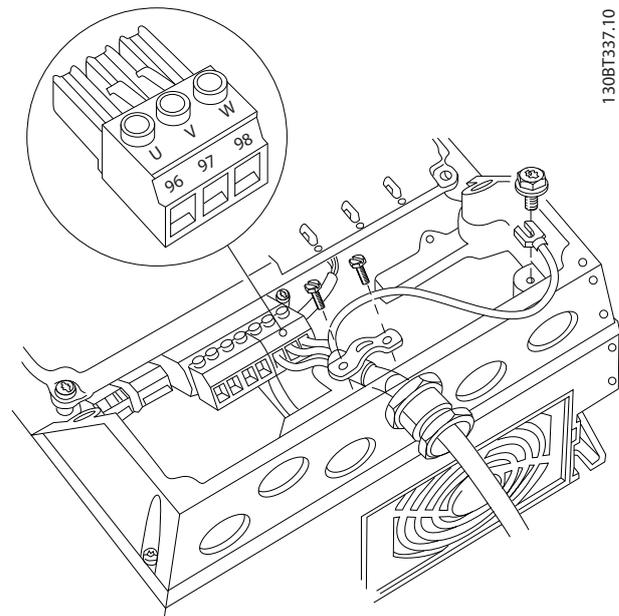
130BT302.12

Abbildung 8.14 Motoranschluss für A1, A2 und A3

8

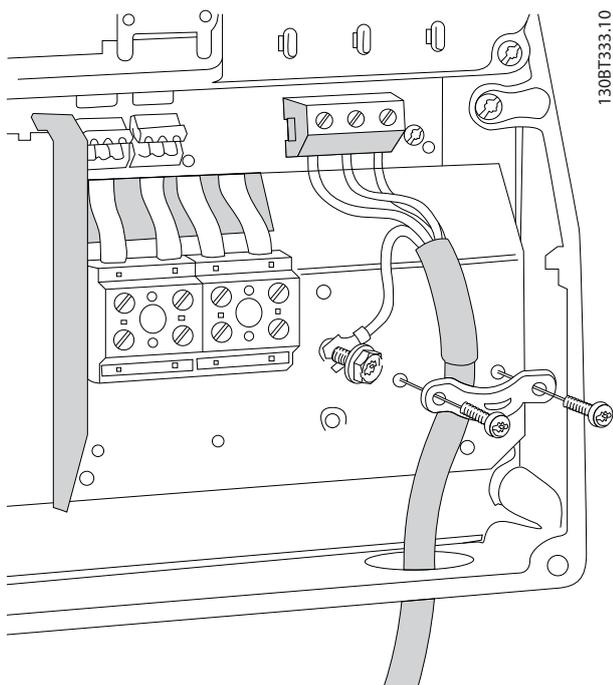
1. Montieren Sie das Abschirmblech unten am Frequenzumrichter mit den Schrauben und Unterlegscheiben aus dem Montagezubehör.
2. Motorkabel mit den Klemmen 96 (U), 97 (V), 98 (W) verbinden.
3. Schließen Sie es mit Schrauben aus dem Zubehörbeutel an der Masse (Klemme 99) auf dem Abschirmblech aus dem Montagezubehör an.
4. Stecken Sie die Motor-Anschlussstecker 96 (U), 97 (V) und 98 (W) und das Motorkabel 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 Arten dreiphasiger Standard-Asynchronmotoren können mit einem Frequenzumrichter verwendet werden. Kleinere Motoren werden üblicherweise in Sternschaltung (230/400 V, Y) angeschlossen. Große Motoren werden üblicherweise in Dreieckschaltung angeschlossen (400/690 V, Δ). Anschlussmodus und Spannung sind auf dem Motortypenschild angegeben.



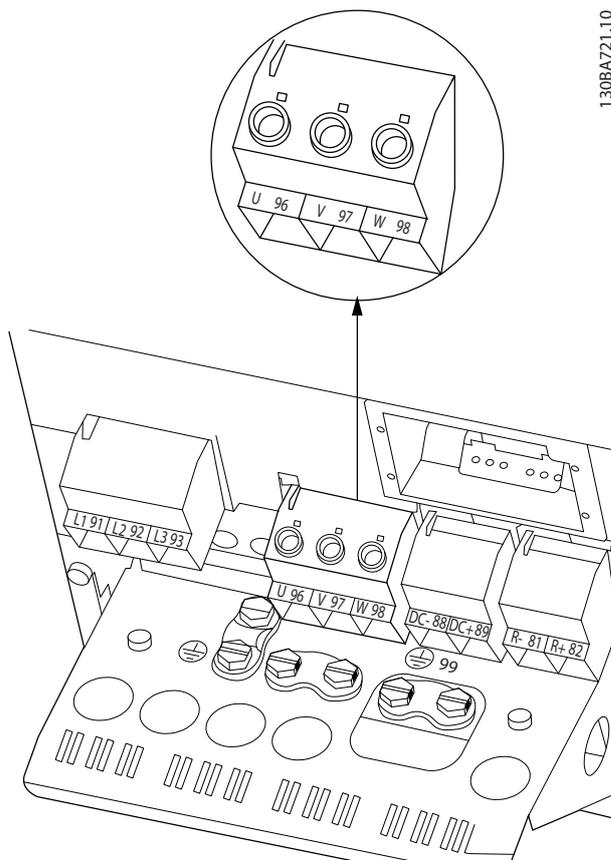
130BT337.10

Abbildung 8.15 Motoranschluss für Größe A4/A5 (IP55/66/NEMA Typ 12)



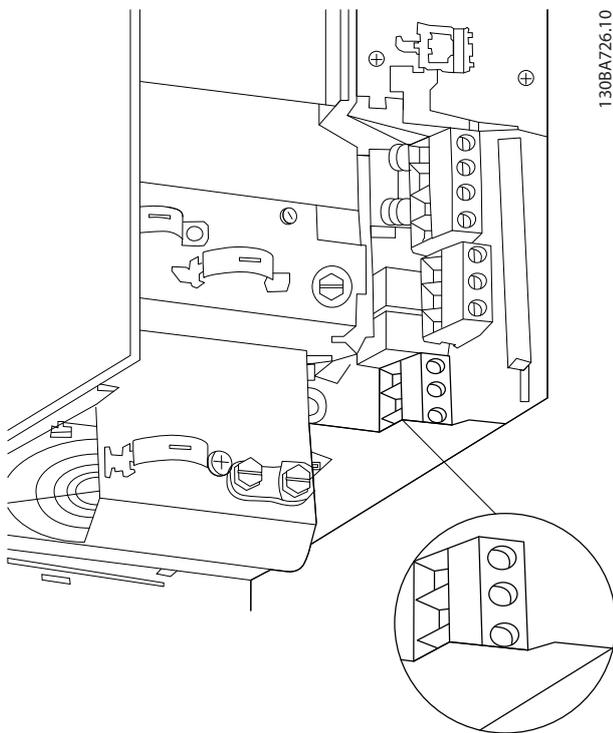
130BT333.10

Abbildung 8.16 Motoranschluss für Größe B1 und B2 (IP21/ NEMA Typ 1, IP55/ NEMA Typ 12 und IP66/ NEMA Typ 4X)



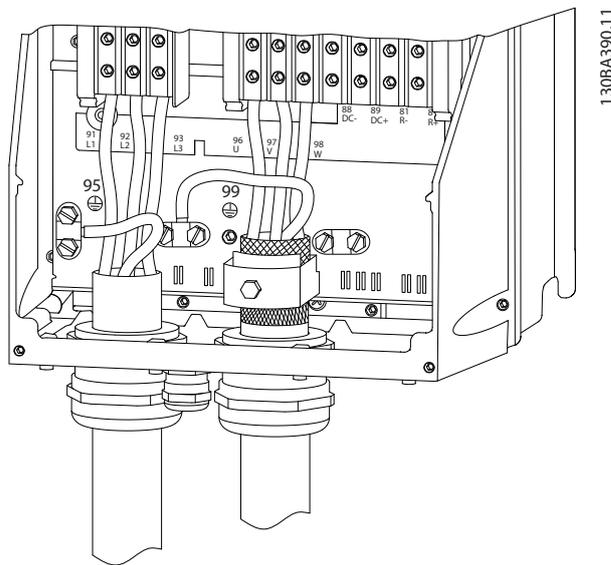
130BA721.10

Abbildung 8.18 Motoranschluss für Baugröße B4 .



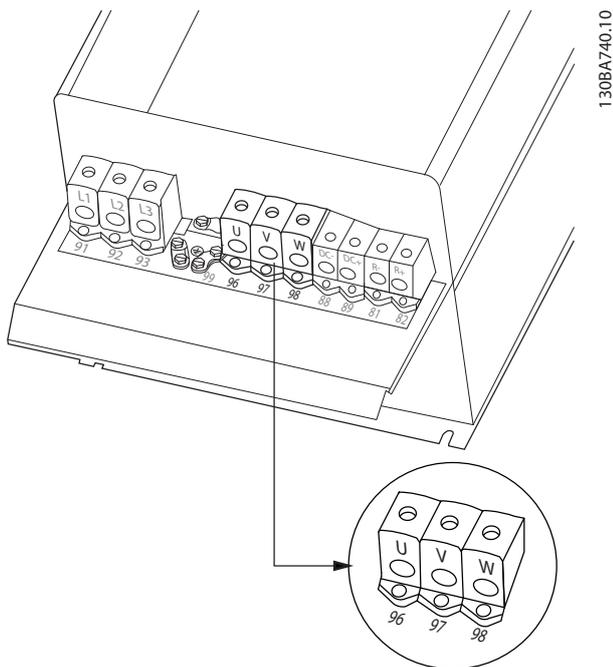
130BA726.10

Abbildung 8.17 Motoranschluss für Größe B3.



130BA390.11

Abbildung 8.19 Motoranschluss Baugröße C1 und C2 (IP21/ NEMA Typ 1 und IP55/66/ NEMA Typ 12)



8

Abbildung 8.20 Motoranschluss für Baugröße C3 und C4.

Anschlussnr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Motorspannung 0-100 % der Netzspannung. 3 Drähte aus Motor
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Dreieckanschluss
	W2	U2	V2		6 Drähte aus Motor
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Sternanschluss U2, V2, W2 U2, V2 und W2 separat miteinander zu verbinden.

Tabelle 8.2

¹⁾Schutzleiteranschluss

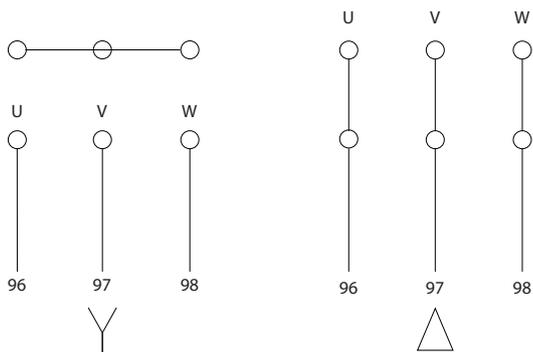


Abbildung 8.21

Verbinden Sie bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder eine andere geeignete Isolierungsverstärkung für den Betrieb mit Spannungsversorgung (z. B. Frequenzumrichter) einen Sinusfilter mit dem Ausgang des Frequenzumrichters.

Kabeleinführungsöffnungen

Die vorgeschlagenen Verwendungszwecke der Öffnungen sind reine Empfehlungen; andere Lösungen können ebenfalls umgesetzt werden. Nicht verwendete Kabeleinführungsöffnungen können mit Gummidichtungen verschlossen werden (für IP 21).

* Toleranz ± 0,2 mm

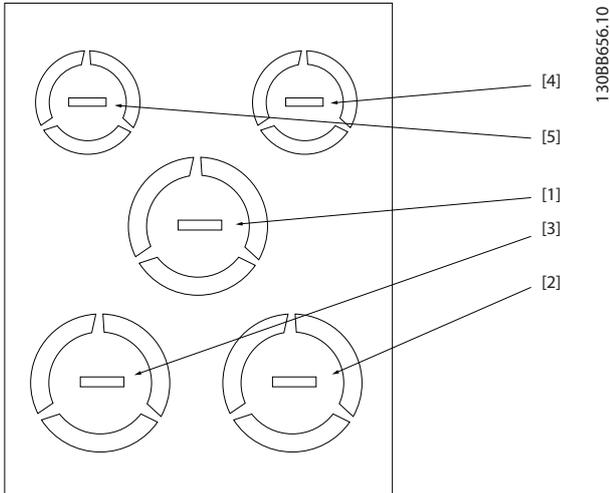


Abbildung 8.22 A2 - IP21

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/Last S	3/4	28,4	M25
4) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20

Tabelle 8.3

¹⁾ Toleranz ± 0, 2 mm

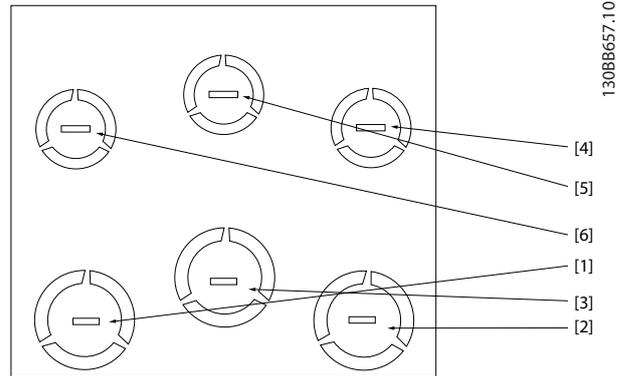


Abbildung 8.23 A3 - IP21

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/Zwischenkreis-kopplung	3/4	28,4	M25
4) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
6) Steuerkabel	1/2	22,5	M20

Tabelle 8.4

¹⁾ Toleranz ± 0,2 mm

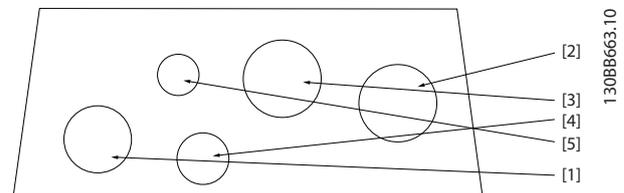


Abbildung 8.24 A4 - IP55

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/Zwischenkreis-kopplung	3/4	28,4	M25
4) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Entfernt	-	-	-

Tabelle 8.5

¹⁾ Toleranz ± 0,2 mm

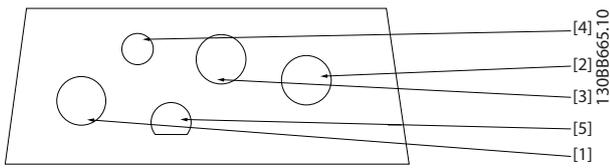


Abbildung 8.25 A4 - Kabeleinführungsöffnungen mit Gewinde IP55

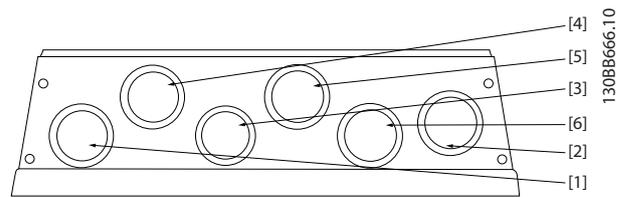


Abbildung 8.27 A5 - Kabeleinführungsöffnungen mit Gewinde IP55

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen
1) Netz	M25
2) Motor	M25
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	M25
4) Steuerkabel	M16
5) Steuerkabel	M20

Tabelle 8.6

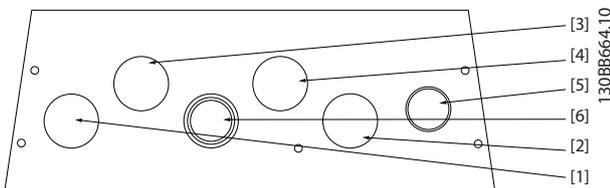


Abbildung 8.26 A5 - IP55

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	3/4	28,4	M25
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel ²⁾	3/4	28,4	M25
6) Steuerkabel ²⁾	3/4	28,4	M25

Tabelle 8.7

¹⁾ Toleranz $\pm 0,2$ mm

²⁾ Aussparung

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen
1) Netz	M25
2) Motor	M25
3) Bremse/Last S	28,4 mm ¹⁾
4) Steuerkabel	M25
5) Steuerkabel	M25
6) Steuerkabel	M25

Tabelle 8.8

¹⁾ Aussparung

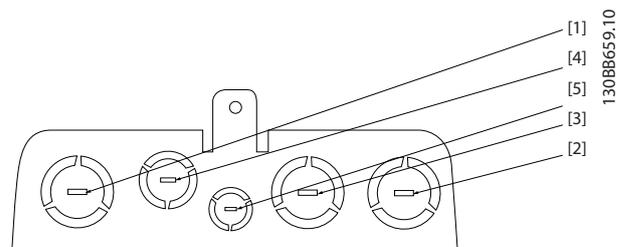


Abbildung 8.28 B1 - IP21

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	1	34,7	M32
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20

Tabelle 8.9

¹⁾ Toleranz $\pm 0,2$ mm

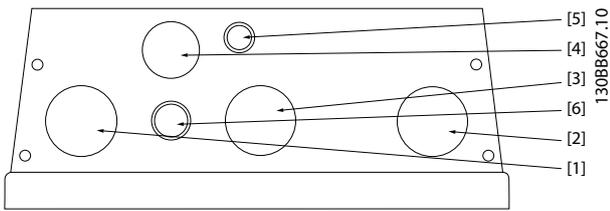


Abbildung 8.29 B1 - IP55

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Bremse/ Zwischenkreis- kopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Steuerkabel ²⁾	1/2	22,5	M20

Tabelle 8.10

¹⁾ Toleranz $\pm 0,2$ mm

²⁾ Aussparung

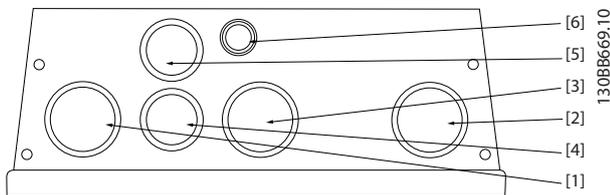


Abbildung 8.30 B1 - Kabeleinführungsöffnungen mit Gewinde IP55

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen
1) Netz	M32
2) Motor	M32
3) Bremse/Zwischenkreis- kopplung	M32
4) Steuerkabel	M25
5) Steuerkabel	M25
6) Steuerkabel	22,5 mm ¹⁾

Tabelle 8.11

¹⁾ Aussparung

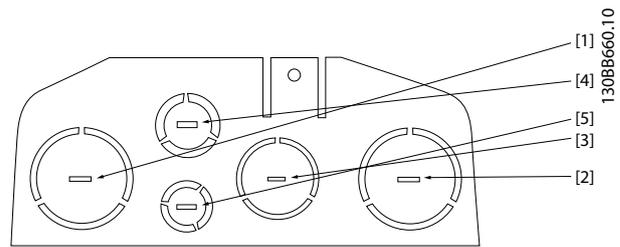


Abbildung 8.31 B2 - IP21

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Bremse/ Zwischenkreis- kopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20

Tabelle 8.12

¹⁾ Toleranz $\pm 0,2$ mm

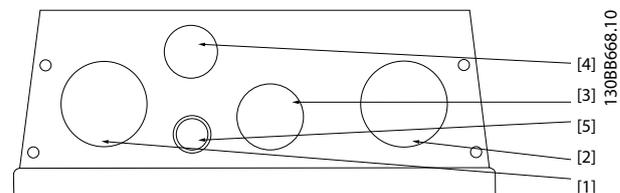


Abbildung 8.32 B1 - IP21

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Bremse/ Zwischenkreis- kopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel ²⁾	1/2	22,5	M20

Tabelle 8.13

¹⁾ Toleranz $\pm 0,2$ mm

²⁾ Aussparung

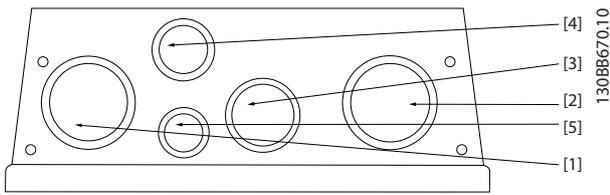


Abbildung 8.33 B2 - Kabeleinführungsöffnungen mit Gewinde IP55

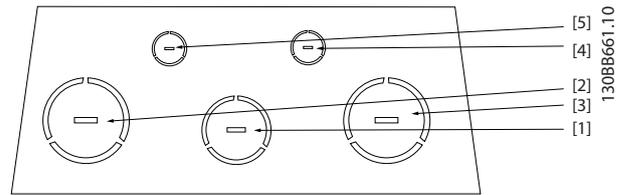


Abbildung 8.35 C1 - IP21

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen
1) Netz	M40
2) Motor	M40
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	M32
4) Steuerkabel	M25
5) Steuerkabel	M20

Tabelle 8.14

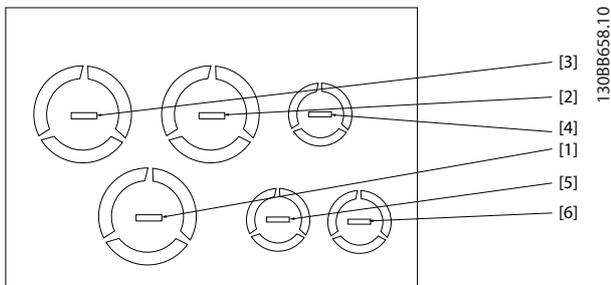


Abbildung 8.34 B3 - IP21

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	1 1/2	50,2	M50
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20

Tabelle 8.16

¹⁾ Toleranz $\pm 0,2$ mm

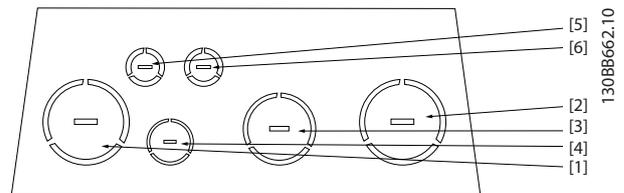


Abbildung 8.36 C2 - IP21

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
6) Steuerkabel	1/2	22,5	M20

Tabelle 8.15

¹⁾ Toleranz $\pm 0,2$ mm

Öffnungsnummer und empfohlener Einsatz	Abmessungen ¹⁾		Nächstliegendes metrisches Maß
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	1 1/2	50,2	M50
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
6) Steuerkabel	1/2	22,5	M20

Tabelle 8.17

¹⁾ Toleranz $\pm 0,2$ mm

8.1.4 Relaisanschluss

Siehe Parametergruppe 5-4* Relais zur Einstellung des Relaisausgangs.

Nr.	01 - 02	Schließer (Arbeitskontakt)
	01 - 03	Öffner (Ruhekontakt)
	04 - 05	Schließer (Arbeitskontakt)
	04 - 06	Öffner (Ruhekontakt)

Tabelle 8.18

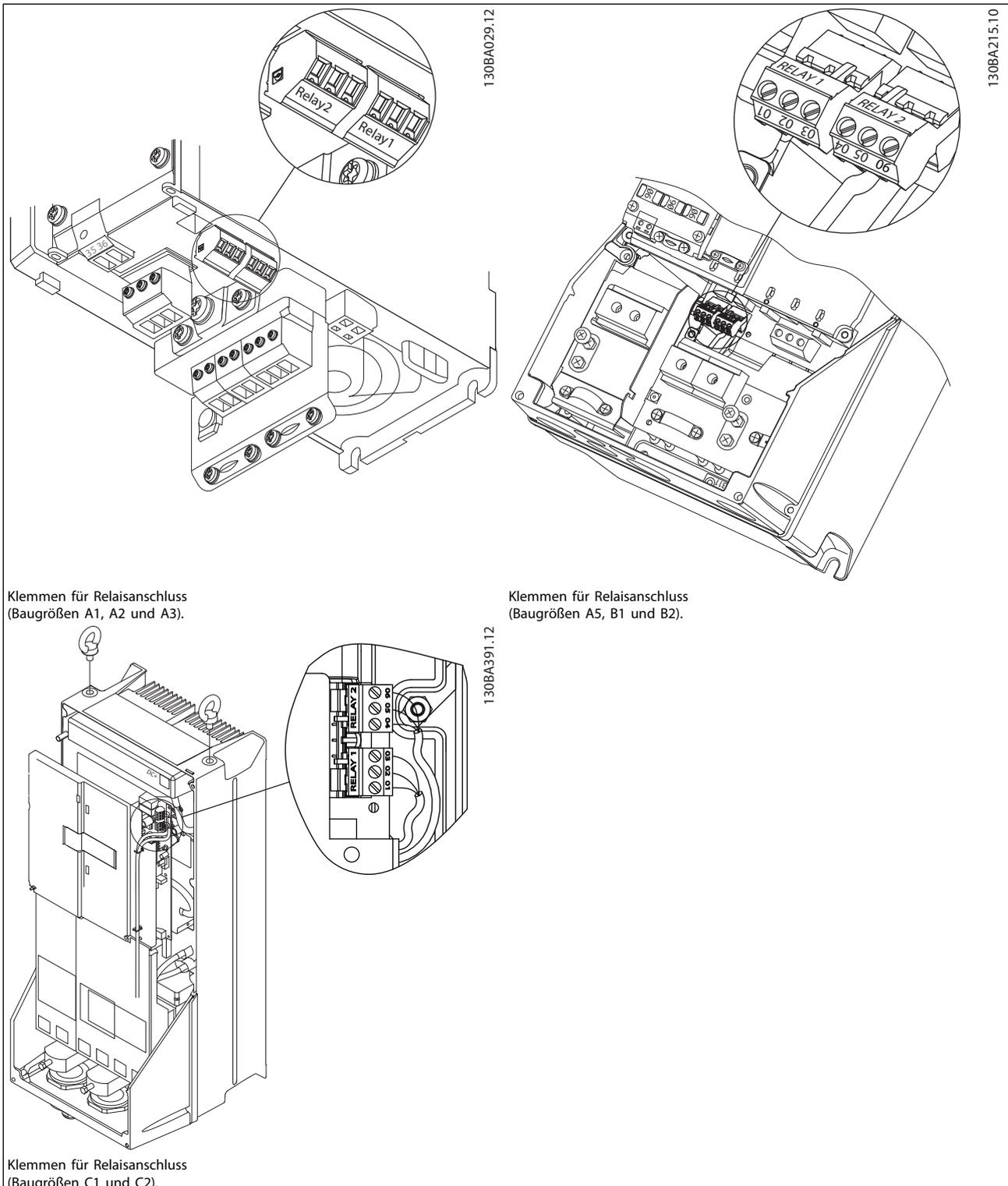


Tabelle 8.19

8.2 Anschlüsse – Baugröße 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.

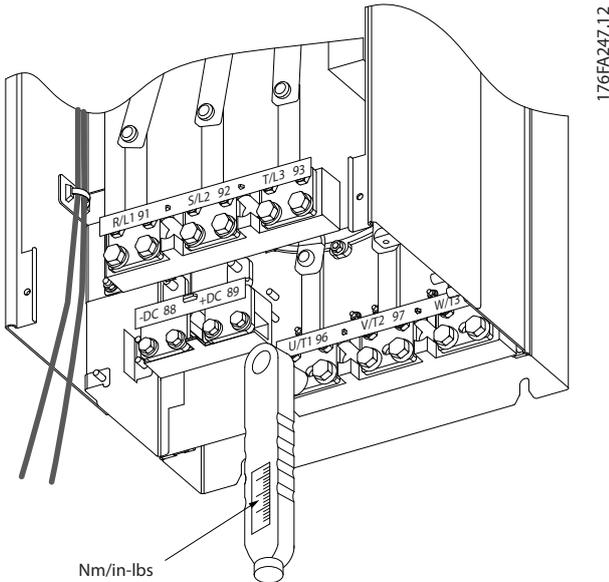


Abbildung 8.37 Ziehen Sie die Schrauben immer mit einem Drehmomentschlüssel an.

Baugröße	Klemme	Drehmoment	Schraubengröße
D	Netz Motor	19-40 Nm	M10
	Zwischenkreis-kopplung Bremswi- derstand	8,5-20,5 Nm	M8
E	Netz Motor Zwischenkreis- kopplung	19-40 Nm	M10
	Bremse	8,5-20,5 Nm	M8
F	Netz Motor	19-40 Nm	M10
	Zwischenkreis- kopplung	19-40 Nm	M10
	Bremswi- derstand	8,5-20,5 Nm	M8
	Gener.	8,5-20,5 Nm	M8

Tabelle 8.20 Anzugsmoment für Klemmen

8.2.2 Leistungsanschlüsse

Kabel und Sicherungen

HINWEIS

Allgemeiner Hinweis zu Kabeln

Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Verwenden Sie nach Möglichkeit Kupferleiter. Diese müssen in UL-Anwendungen für 75 °C ausgelegt sein, bei Nicht-UL-Anwendungen sind 75 und 90 °C akzeptabel.

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.

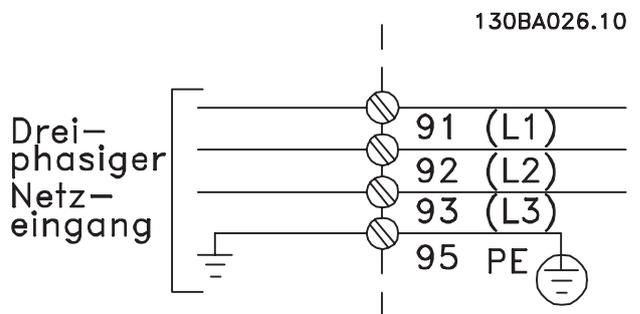


Abbildung 8.38

HINWEIS

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.

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

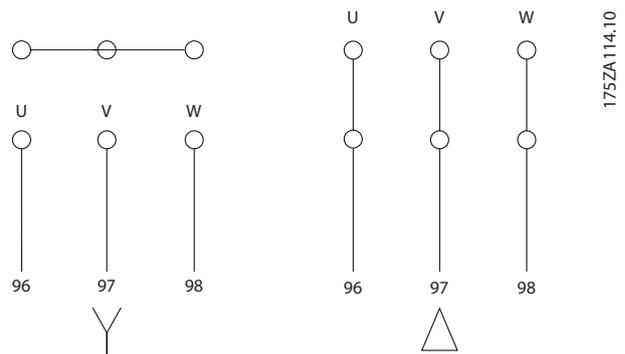


Abbildung 8.39

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 14-01 Taktfrequenz entsprechend der Angabe zu dem verwendeten Sinusfilter eingestellt werden.

Klemme Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	
	U1 W2	V1 U2	W1 V2	PE ¹⁾	Dreieckschaltung 6 Drähte aus Motor
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Sternschaltung (U2, V2, W2) U2, V2, W2 sind miteinander zu verbinden.

Tabelle 8.21

¹⁾Schutzleiteranschluss

HINWEIS

Bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder einer geeigneten Isolation, welche für den Betrieb an einem Zwischenkreisumrichter benötigt wird, muss ein Sinusfilter am Ausgang des Frequenzumrichters vorgesehen werden.

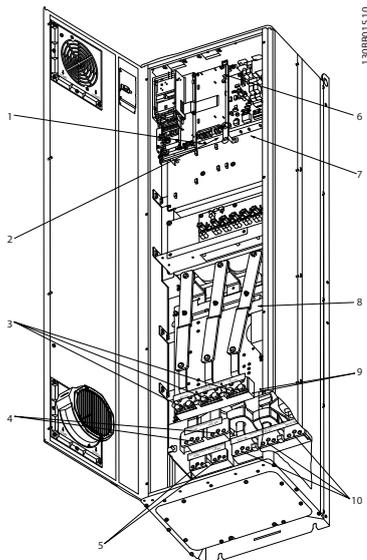


Abbildung 8.40 Kompaktgeräte IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12), Baugröße D1

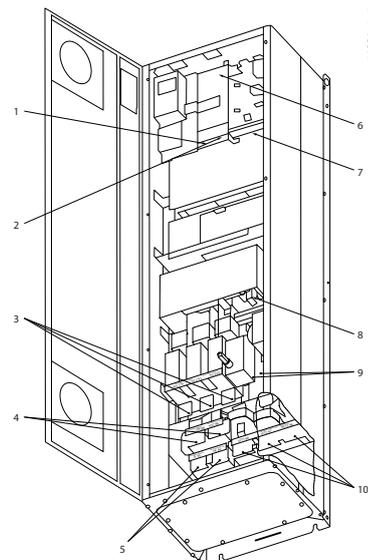


Abbildung 8.41 Kompaktgeräte IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) mit Trennschalter, Sicherung und EMV-Filter, Baugröße D2

8

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

Tabelle 8.22

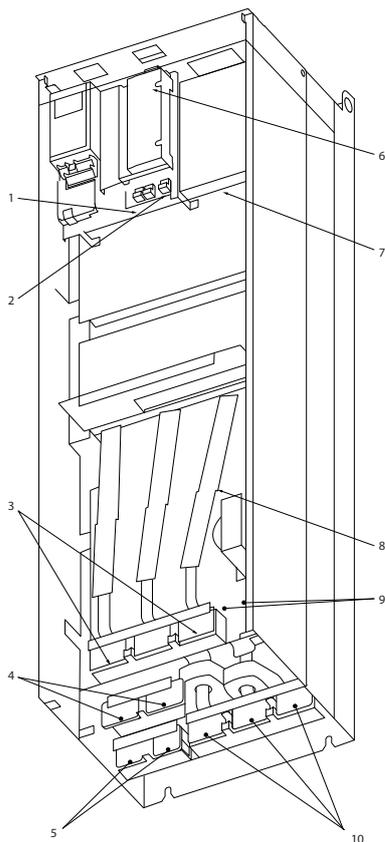


Abbildung 8.42 Kompaktgeräte IP00 (Chassis), Baugröße D3

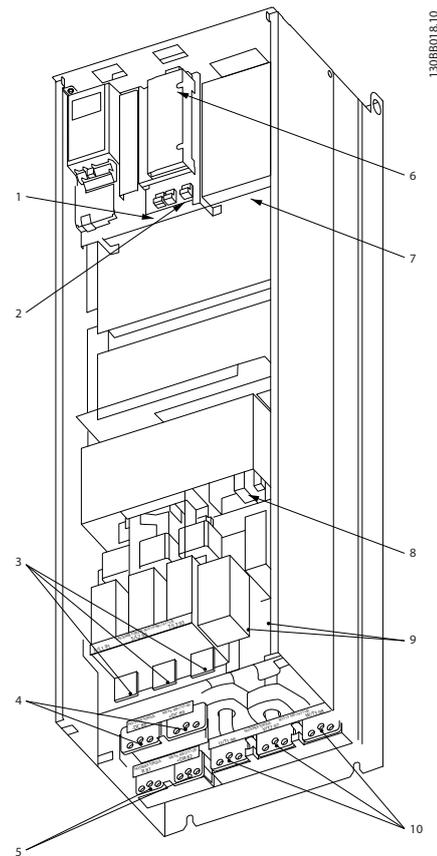


Abbildung 8.43 Kompaktgeräte IP00 (Chassis) mit Trennschalter, Sicherung und EMV-Filter, Baugröße D4

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

Tabelle 8.23

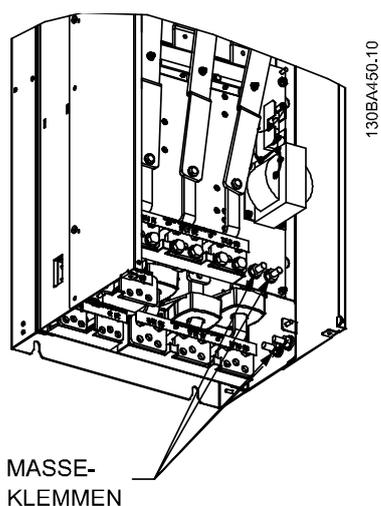


Abbildung 8.44 Position der Erdungsklemmen, IP00, Baugrößen D

8

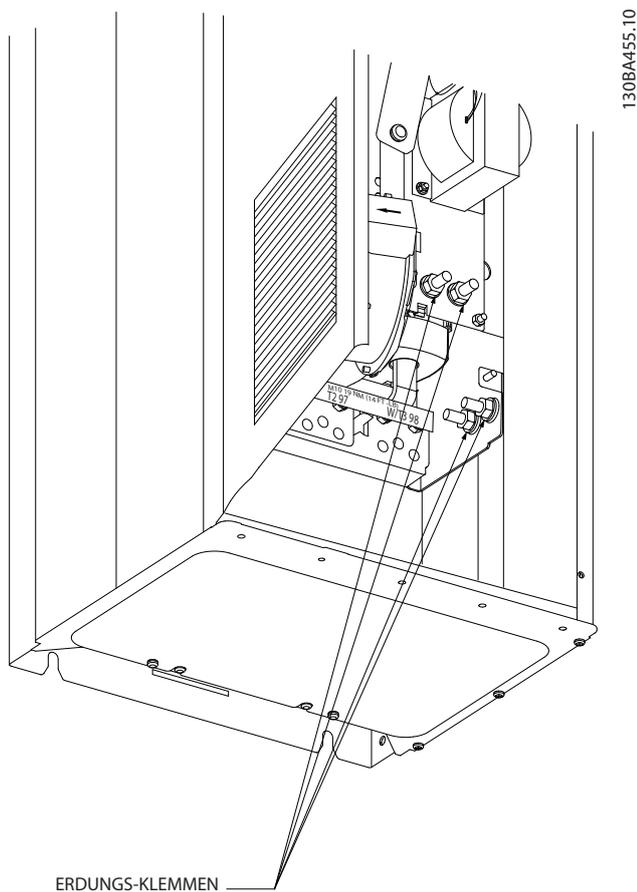


Abbildung 8.45 Position der Erdungsklemmen IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

HINWEIS

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

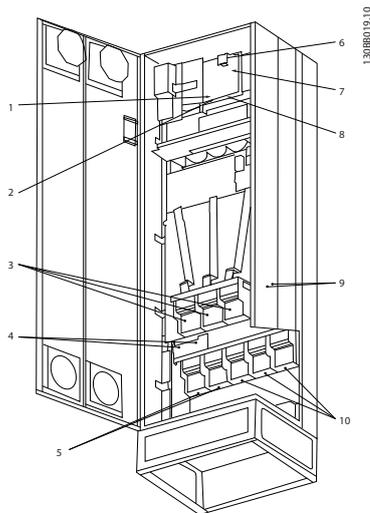


Abbildung 8.46 Kompaktgeräte IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12), Baugröße E1

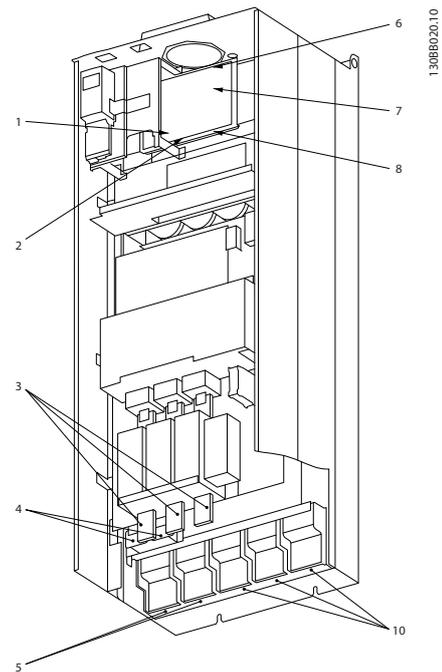


Abbildung 8.47 Kompaktgeräte IP00 (Chassis) mit Trennschalter, Sicherung und EMV-Filter, Baugröße E2

1)	AUX-Relais			5)	Zwischenkreiskopplung		
	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
	91	92	93		L1	L2	L1
	L1	L2	L3	9)	Schutzleiter		
4)	Bremswiderstand			10)	Motor		
	-R	+R			U	V	W
	81	82			96	97	98
					T1	T2	T3

Tabelle 8.24

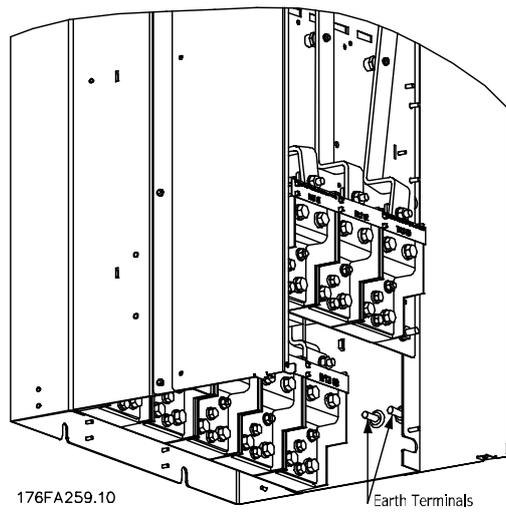


Abbildung 8.48 Position der Erdungsklemmen IP00, Baugrößen E

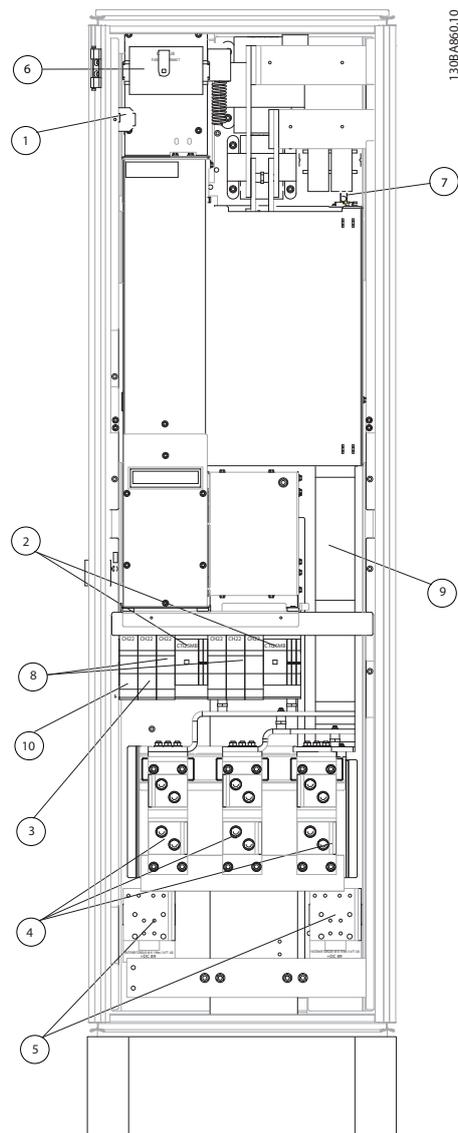


Abbildung 8.49 Gleichrichtergehäuse, Baugröße F1, F2, F3 und F4

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

Tabelle 8.25

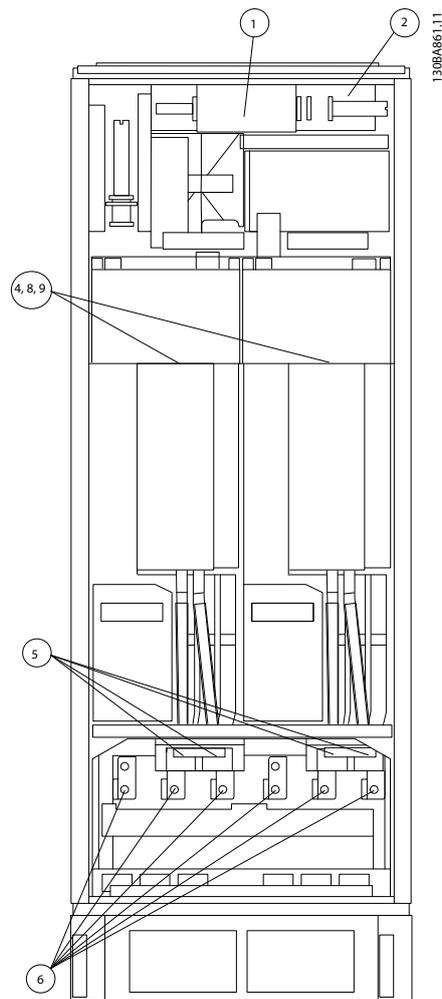


Abbildung 8.50 Wechselrichtergehäuse, Baugröße F1 und F3

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)	Schaltenteil-Sicherungen. Teilenummern siehe Sicherungstabellen.			
	L1	L2	L1	L2					
5)	Bremswiderstand								
	-R	+R							
	81	82							

Tabelle 8.26

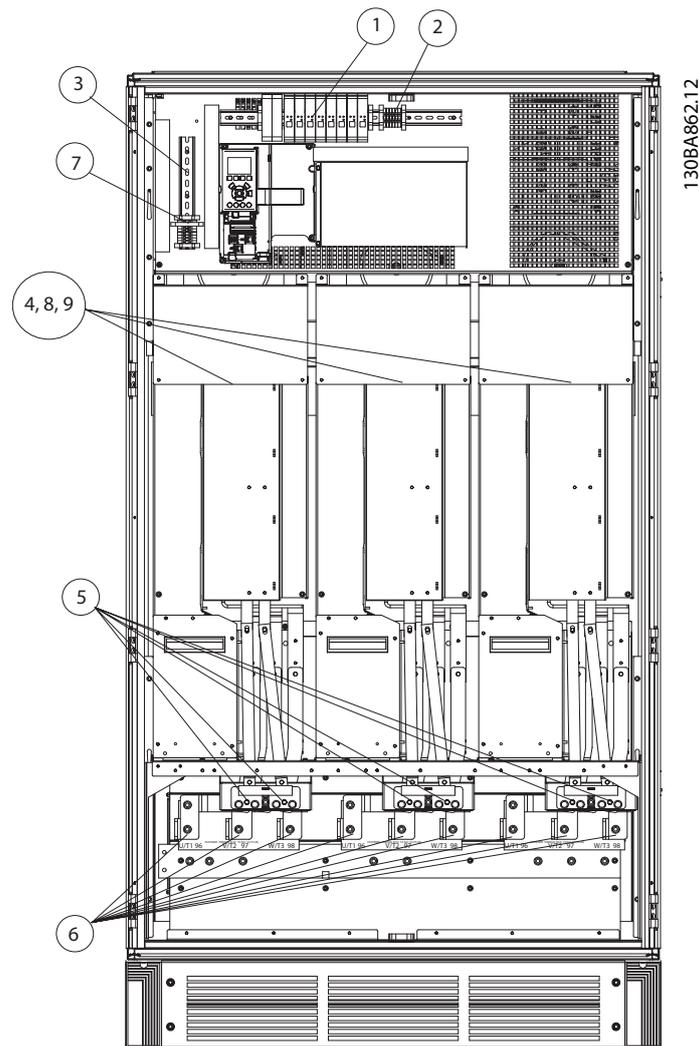


Abbildung 8.51 Wechselrichtergehäuse, Baugröße F2 und F4

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)	Bremswiderstand								
	-R	+R							
	81	82							

Tabelle 8.27

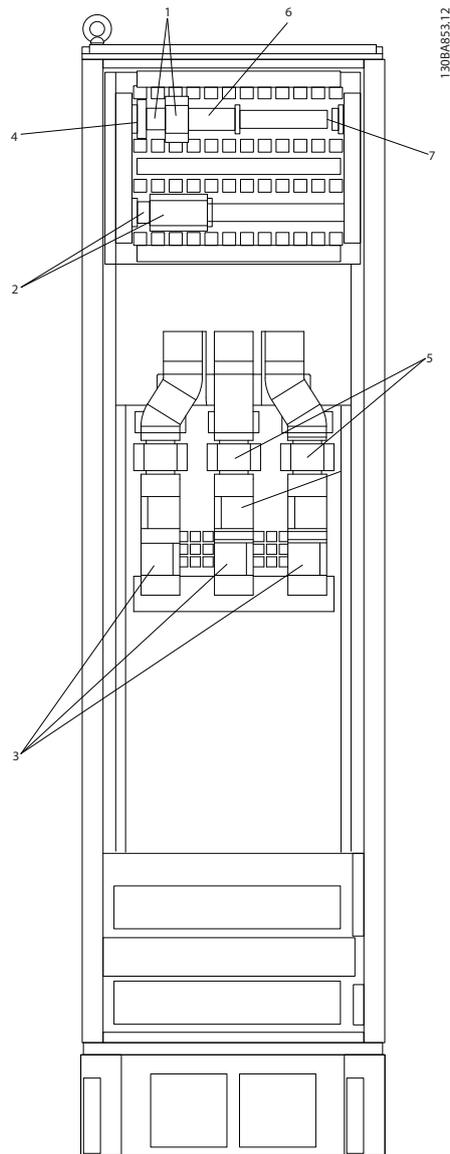


Abbildung 8.52 Optionsgehäuse, Baugröße F3 und F4

1)	Pilz-Relaisklemme			4)	Schutzrelaisspulensicherung mit PILZ-Relais
2)	RCD- oder IRM-Klemme				Teilenummern siehe Sicherungstabellen.
3)	Netz			5)	Netzsicherungen, F3 und F4 (x3)
	R	S	T		Teilenummern siehe Sicherungstabellen.
	91	92	93	6)	Schützrelaisspule (230 VAC). Hilfs-, Öffnungs- und Schließkontakte
	L1	L2	L3	7)	Steuerklemmen Trennschalter-Spannungsauslösung (230 VAC oder 230 VDC)

Tabelle 8.28

8.2.3 Netzanschlüsse 12-Puls-Frequenzumrichter

Verkabelung und Absicherung

HINWEIS

Kabel – Allgemeines

Alle Kabel müssen den einschlägigen Vorschriften zu Kabelquerschnitten und Umgebungstemperatur entsprechen. UL-Anwendungen erfordern Kupferleiter mit 75 °C. Kupferleiter mit 75 und 90 °C sind für Frequenzumrichter in Nicht-UL-Anwendungen thermisch akzeptabel.

Die Leistungskabelanschlüsse werden nachfolgend dargestellt. Die Dimensionierung des Kabelquerschnitts muss entsprechend dem Nennstrom und den lokalen Bestimmungen erfolgen. Details finden Sie unter .

Zum Schutz des Frequenzumrichters sind die empfohlenen Sicherungen zu verwenden, oder das Gerät muss über integrierte Sicherungen verfügen. Empfehlungen zu Schützen finden Sie in den Tabellen des Abschnitts über Sicherungen. Stellen Sie stets sicher, dass die Sicherungsauswahl den lokalen Bestimmungen entspricht.

Der Netzanschluss ist mit dem Netzschalter verbunden (sofern vorhanden).

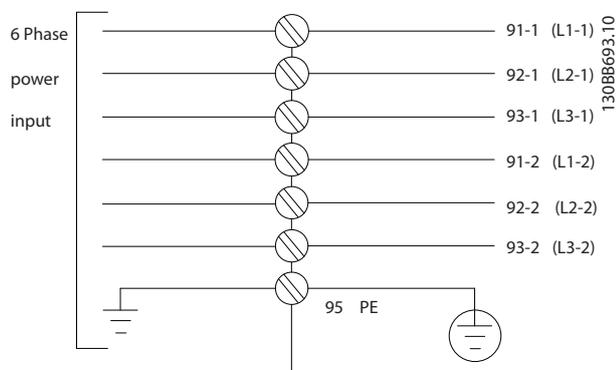
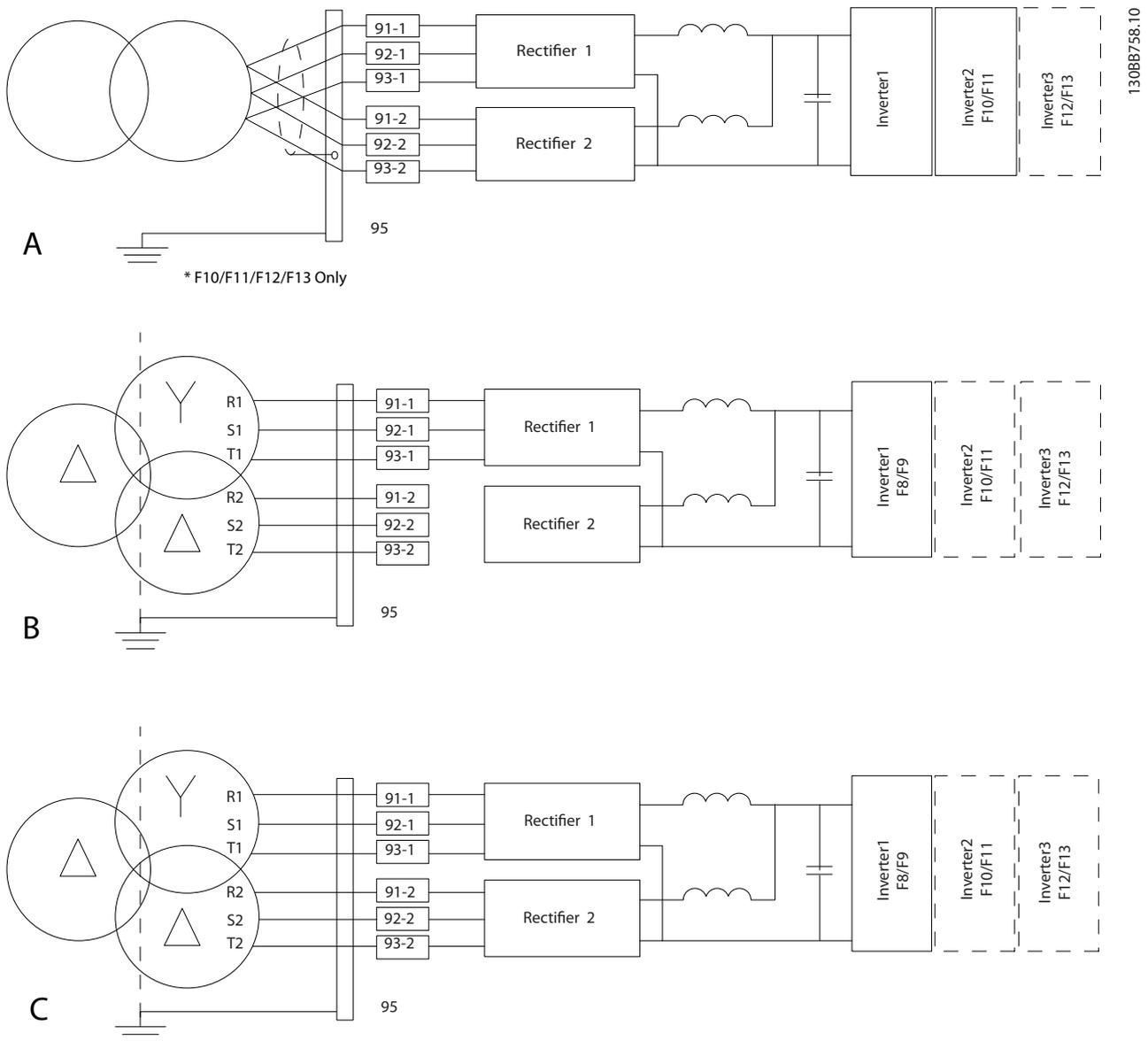


Abbildung 8.53

HINWEIS

Das Motorkabel muss abgeschirmt/verstärkt sein. Bei Verwendung eines nicht abgeschirmten/nicht verstärkten Kabels werden einige EMV-Anforderungen nicht eingehalten. Verwenden Sie ein abgeschirmtes/verstärktes Motorkabel, um die Bestimmungen für EMV-Emissionen zu erfüllen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt *EMV-Spezifikationen des Projektierungshandbuchs*.

Hinweise zu korrekten Maßen von Motorkabelquerschnitt und -länge finden Sie unter .



13088758:10

8

Abbildung 8.54

- A) 6-pulsiger Anschluss1), 2), 3)
- B) Modifizierter 6-pulsiger Anschluss2), 3), 4)
- C) 12-pulsiger Anschluss3), 5)

Notes:

- 1) Parallel-Anschluss abgebildet. Bei hinreichender Belastbarkeit kann ein einzelnes Dreiphasenkabel verwendet werden. Stromschienen mit Masseschluss müssen montiert werden.
- 2) Der 6-pulsige Anschluss hebt die Vorteile der Klirrreduzierung des 12-pulsigen Gleichrichters auf.
- 3) Geeignet für IT- und TN-Netzanschluss.
- 4) In dem unwahrscheinlichen Fall, dass einer der 6-pulsigen modularen Gleichrichter ausfällt, kann der Frequenzumrichter mit reduzierter Last und einem einzelnen 6-pulsigen Gleichrichter betrieben werden. Einzelheiten zum Anschluss erhalten Sie vom Hersteller.
- 5) Hier werden keine parallelen Netzkabel gezeigt.

Abschirmen der Kabel:

Vermeiden Sie Installationen mit verdrehten Abschirmungsdrähten. Diese beeinträchtigen den Abschirmungseffekt bei höheren Frequenzen. Ist eine Unterbrechung der Abschirmung, etwa zur Montage eines Motorschützes oder Motorrelais, erforderlich, so muss die Abschirmung anschließend mit möglichst niedriger HF-Impedanz weitergeführt werden.

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

Stellen Sie die Abschirmungsanschlüsse mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Kabelschelle) 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 Geräuschniveau 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 14-01 Taktfrequenz entsprechend der Angabe zu dem verwendeten Sinusfilter eingestellt werden.

Anschlussnr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Motorspannung 0-100 % der Netzspannung. 3 Drähte aus Motor
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Dreieckanschluss
	W2	U2	V2		6 Drähte aus Motor
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Sternanschluss U2, V2, W2 U2, V2 und W2 separat miteinander zu verbinden.

Tabelle 8.29

¹⁾Schutzleiteranschluss

Bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder eine andere geeignete Isolierungsverstärkung für den Betrieb mit Spannungsversorgung (z. B. Frequenzumrichter), verbinden Sie einen Sinusfilter mit dem Ausgang des Frequenzumrichters.

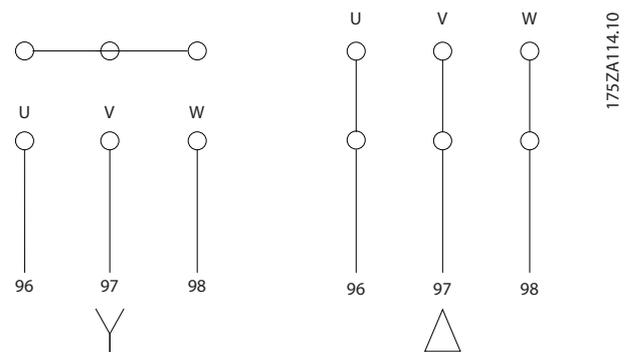


Abbildung 8.55

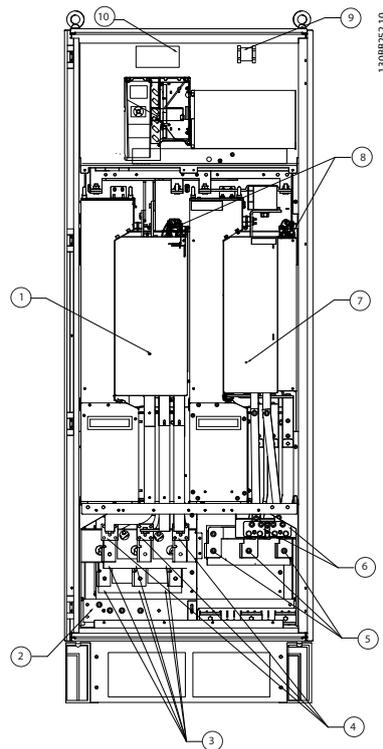


Abbildung 8.56 Gleichrichter- und Wechselrichterschrank, Baugröße F8 und F9

8

1)	12-pulsiges Gleichrichtermodule	5)	Motoranschluss
2)	PE-Klemmen Masse/Erde		U V W
3)	Leitung/Sicherungen		T1 T2 T3
	R1 S1 T1		96 97 98
	L1-1 L2-1 L3-1	6)	Bremsklemmen
	91-1 92-1 93-1		-R +R
4)	Leitung/Sicherungen		81 82
	R2 S2 T2	7)	Wechselrichtermodule
	L2-1 L2-2 L3-2	8)	SCR aktivieren/deaktivieren
	91-2 92-2 93-2	9)	Relais 1 Relais 2
			01 02 03 04 05 06
		10)	Zusatzlüfter
			104 106

Tabelle 8.30

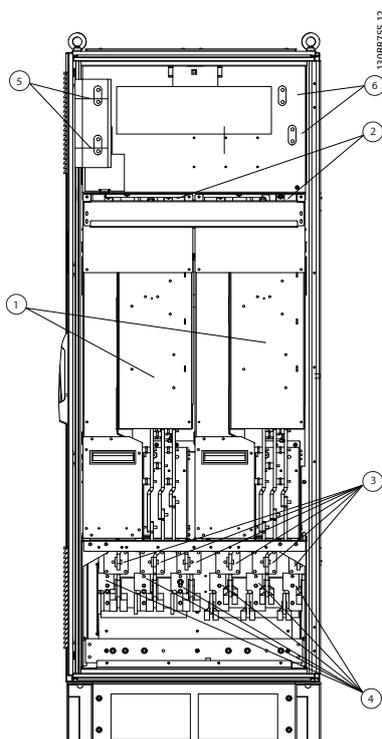


Abbildung 8.57 Gleichrichterschrank, Baugröße F10 und F12

1)	12-pulsiges Gleichrichtermodul	4)	Leitung
2)	Zusatzlüfter		R1 S1 T1 R2 S2 T2
	100 101 102 103		L1-1 L2-1 L3-1 L1-2 L2-2 L3-2
	L1 L2 L1 L2	5)	DC-Busanschlüsse für allgemeinen DC-Bus
3)	Leitungssicherungen F10/F12 (6 Stück)		DC+ DC-
		6)	DC-Busanschlüsse für allgemeinen DC-Bus
			DC+ DC-

Tabelle 8.31

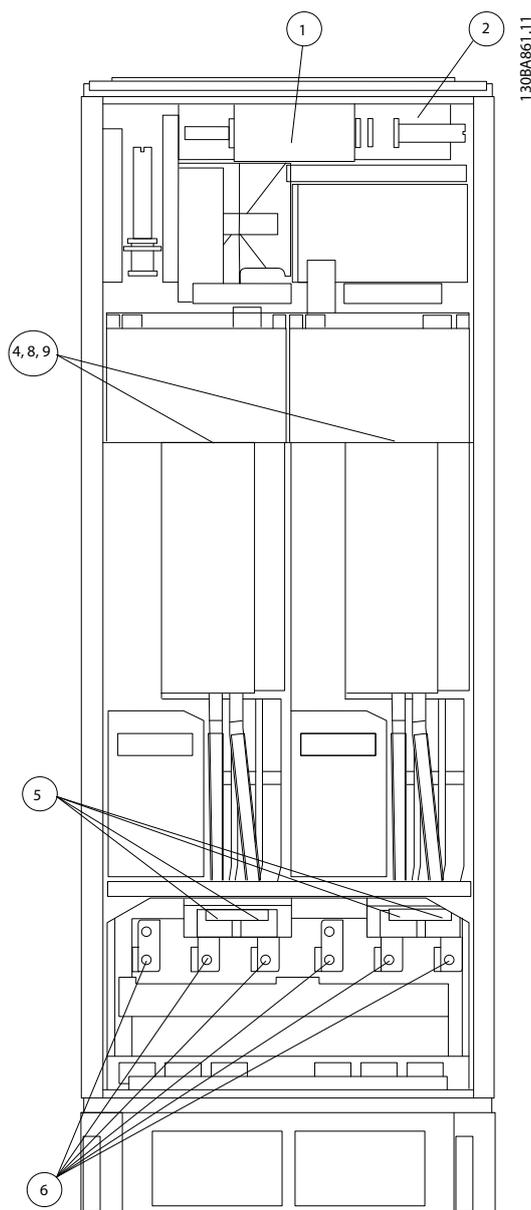


Abbildung 8.58 Wechselrichterschrank, Baugröße F10 und F11

1)	Außentemperaturüberwachung	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. Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabellen.
4)	Zusatzlüfter	8)	Lüftersicherungen. Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabellen.
	100 101 102 103	9)	SMPs-Sicherungen. Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabellen.
	L1 L2 L1 L2		
5)	Brake		
	-R +R		
	81 82		

Tabelle 8.32

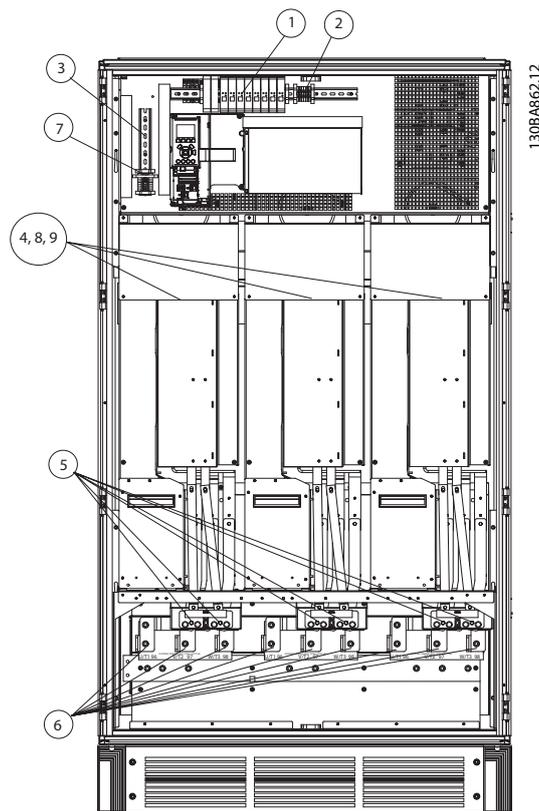


Abbildung 8.59 Wechselrichterschrank, Baugröße F12 und F13

1)	Außentemperaturüberwachung	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. Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabellen.
4)	Zusatzlüfter	8)	Lüftersicherungen. Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabellen.
	100 101 102 103	9)	SMPS-Sicherungen. Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabellen.
	L1 L2 L1 L2		
5)	Brake		
	-R +R		
	81 82		

Tabelle 8.33

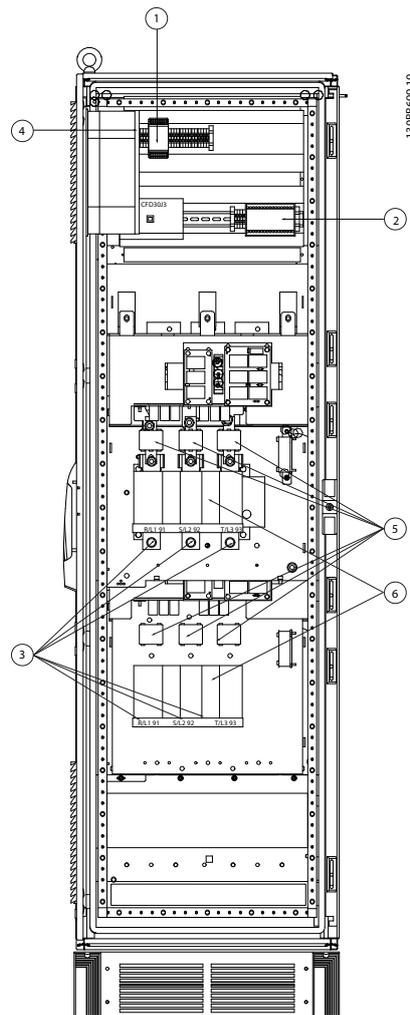


Abbildung 8.60 Optionsschrank, Baugröße F9

1)	Pilz-Relaisklemme	4)	Sicherheits-Relaiswindungssicherung mit Pilz-Relais
2)	Fehlerstromschutzeinrichtung oder IRM-Klemme		Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabellen.
3)	Netz/6-phasig	5)	Leitungssicherungen, (6 Stück)
	R1 S1 T1 R2 S2 T2		Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabellen.
	91-1 92-1 93-1 91-2 92-2 93-2	6)	2 x 3-phasige manuelle Trennung
	L1-1 L2-1 L3-1 L1-2 L2-2 L3-2		

Tabelle 8.34

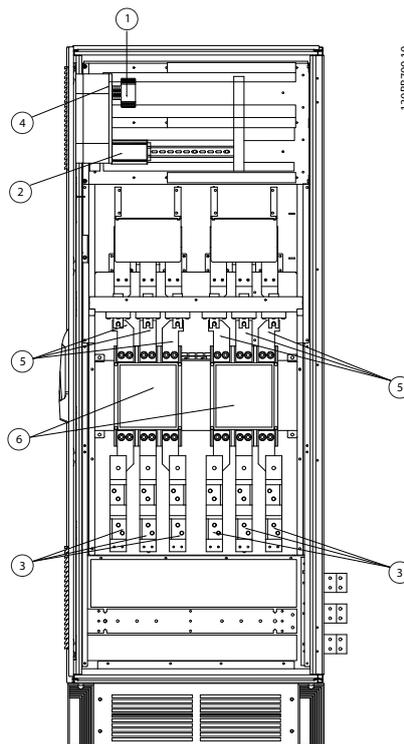


Abbildung 8.61 Optionsschrank, Baugröße F11 und F13

1)	Pilz-Relaisklemme	4)	Sicherheits-Relaiswindungssicherung mit Pilz-Relais
2)	Fehlerstromschutzeinrichtung oder IRM-Klemme		Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabelle.
3)	Netz/6-phasig	5)	Leitungssicherungen, (6 Stück)
	R1 S1 T1 R2 S2 T2		Die Teilenummern finden Sie in den Sicherungstabelle.
	91-1 92-1 93-1 91-2 92-2 93-2	6)	2 x 3-phasige manuelle Trennung
	L1-1 L2-1 L3-1 L1-2 L2-2 L3-2		

Tabelle 8.35

8.2.4 Abschirmung gegen elektrisches Rauschen

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.

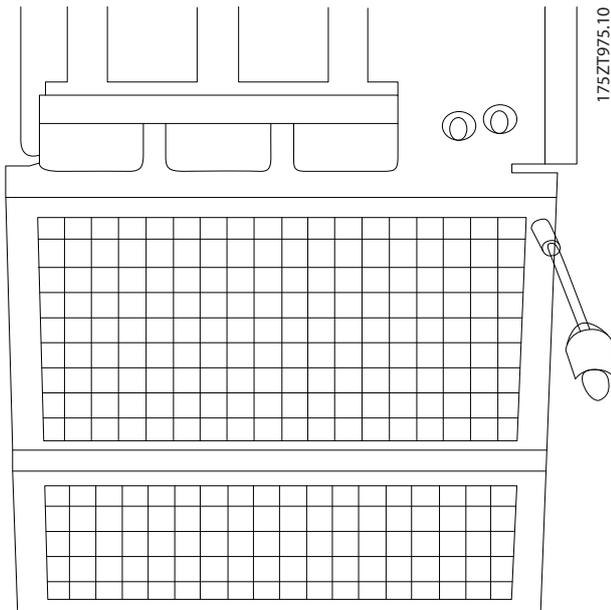


Abbildung 8.62 Montage der EMV-Abschirmung.

8.3 Sicherungen

Es wird empfohlen, versorgungsseitig Sicherungen und/oder Trennschalter als Schutz bei Defekt von Bauteilen im Frequenzumrichter (erster Fehler) zu verwenden.

HINWEIS

Dies ist obligatorisch, um Übereinstimmung mit IEC 60364 für CE oder NEC 2009 für UL sicherzustellen.

⚠️ WARNUNG

Personal und Anlagen müssen gegen die Folgen eines Bauteildefekts im Frequenzumrichter geschützt werden.

Abzweigschutz

Zum Schutz der Anlage vor elektrischen Gefährdungen und Brand müssen alle Abzweigkreise in der Anlage, Schalter, Maschinen usw. gemäß nationalen und internationalen Vorschriften gegen Kurzschlüsse und Überstrom geschützt werden.

HINWEIS

Die abgegebenen Empfehlungen decken nicht den Abzweigschutz für UL ab.

Kurzschluss-Schutz:

Danfoss empfiehlt die Verwendung der unten aufgeführten Sicherungen / Trennschalter zum Schutz von Wartungspersonal und Gegenständen im Falle einer Bauteilstörung im Frequenzumrichter.

8.2.5 Externe Lüfterversorgung

Baugröße D,E,F

Wird der Frequenzumrichter mit Gleichstrom versorgt oder muss der Lüfter unabhängig von der Stromversorgung funktionieren, kann eine externe Stromversorgung verwendet werden. Der Anschluss erfolgt auf der Leistungskarte.

Klemme Nr.	Funktion
100, 101	Zusatzversorgung S, T
102, 103	Interne Versorgung S, T

Tabelle 8.36

Der Anschluss auf der Leistungskarte dient zum Anschluss der Netzspannung für die Kühllüfter. Die Lüfter werden ab Werk für die Versorgung über eine gemeinsame AC-Leitung angeschlossen (Kabelbrücken zwischen 100-102 und 101-103). Wenn eine externe Versorgung benötigt wird, werden die Kabelbrücken entfernt und die Versorgung an Klemmen 100 und 101 angeschlossen. Es ist eine 5-A-Sicherung vorzusehen. Bei UL-Anwendungen muss dies Littelfuse KLK-5 oder gleichwertig sein.

8.3.1 Empfehlungen

⚠️ WARNUNG

Im Falle einer Fehlfunktion kann das Nichtbeachten der Empfehlung zu Gefahren für den Bediener und Schäden am Frequenzumrichter und anderen Geräten führen.

In den folgenden Tabellen werden die empfohlenen Nennströme aufgelistet. Empfohlene Sicherungen für kleine bis mittlere Leistungsgrößen entsprechen dem Typ gG. Bei größeren Leistungen werden aR-Sicherungen empfohlen. Für Trennschalter werden gemäß Testergebnissen Moeller-Sicherungen empfohlen. Andere Arten von Trennschaltern können unter der Voraussetzung verwendet werden, dass sie die dem Frequenzumrichter zugeführte Energie auf ein Niveau begrenzen, das dem der Moeller-Sicherungen entspricht oder niedriger ist als bei diesen.

Wenn Sicherungen / Trennschalter gemäß den Empfehlungen verwendet werden, werden mögliche Schäden am Frequenzumrichter hauptsächlich auf Schäden innerhalb des Geräts beschränkt.

Weitere Informationen sind im Anwendungshinweis *Sicherungen und Trennschalter*, MN.90.TX.YY, zu finden.

8.3.2 CE-Konformität

Sicherungen und Trennschalter müssen zwingend der IEC 60364 entsprechen. Danfoss empfiehlt die Auswahl eines der folgenden Elemente.

Die untenstehenden Sicherungen sind für die Verwendung in einer Schaltung geeignet, die 100.000 A (symmetrisch), 240 V, 480 V, 500 V oder 600V liefert (je nach Nennspannung des Frequenzumrichters. Mit der korrekten Sicherung liegt der Nennkurzschlussstrom (SCCR) des Frequenzumrichters bei 100.000 A.

Gehäuse	Leistung FC 300	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung	Empfohlener Trennschalter	Max. Abschaltungsniveau
Größe	[kW]			Moeller	[A]
A1	0.25-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-16	16
A2	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	5,5	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	7,5-15	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	18,5-22	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
A4	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5-7.5	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	11	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	15-22	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

Tabelle 8.37 200 – 240 V, Baugrößen A, B und C

Gehäuse	Leistung FC 300	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung	Empfohlener Trennschalter	Max. Abschaltungsniveau
Größe	[kW]			Moeller	[A]
A1	0.37-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-16	16
A2	0.37-4.0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11-15	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	37-45	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
A4	0,37-4	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.37-7.5	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-15	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	18,5-22	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	30-45	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
D	90-200	gG-300 (90) gG-350 (110) gG-400 (132) gG-500 (160) gG-630 (200)	gG-300 (90) gG-350 (110) gG-400 (132) gG-500 (160) gG-630 (200)	-	-
E	250-400	aR-700 (250) aR-900 (315-400)	aR-700 (250) aR-900 (315-400)	-	-
°F	450-800	aR-1600 (450-500) aR-2000 (560-630) aR-2500 (710-800)	aR-1600 (450-500) aR-2000 (560-630) aR-2500 (710-800)	-	-

Tabelle 8.38 380 – 500 V, Baugrößen A, B, C, D, E und F

Gehäuse	Leistung FC 300	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung	Empfohlener Trennschalter	Max. Abschaltungsniveau
Größe	[kW]			Moeller	[A]
A2	0-7,5-4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5,5-7,5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11-15	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	37-45	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
A5	0,75-7,5	gG-10 (0,75-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabelle 8.39 525 – 600 V, Baugrößen A, B, and C

Gehäuse	Leistung FC 300	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung	Empfohlener Trennschalter	Max. Abschaltungsniveau
Größe	[kW]			Moeller	[A]
B2	11 15 18 22	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-32 (18) gG-40 (22)	gG-63	-	-
C2	30 37 45 55 75	gG-63 (30) gG-63 (37) gG-80 (45) gG-100 (55) gG-125 (75)	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-125 (45) gG-160 (55-75)	-	-
D	37-315	gG-125 (37) gG-160 (45) gG-200 (55-75) aR-250 (90) aR-315 (110) aR-350 (132-160) aR-400 (200) aR-500 (250) aR-550 (315)	gG-125 (37) gG-160 (45) gG-200 (55-75) aR-250 (90) aR-315 (110) aR-350 (132-160) aR-400 (200) aR-500 (250) aR-550 (315)	-	-
E	355-560	aR-700 (355-400) aR-900 (500-560)	aR-700 (355-400) aR-900 (500-560)	-	-
°F	630-1200	aR-1600 (630-900) aR-2000 (1000) aR-2500 (1200)	aR-1600 (630-900) aR-2000 (1000) aR-2500 (1200)	-	-

Tabelle 8.40 525 – 690 V, Baugrößen B, C, D, E und F

UL-Konformität

Sicherungen und Trennschalter müssen obligatorisch der NEC 2009 entsprechen. Wir empfehlen die Auswahl eines der folgenden Bauteile.

Die unten stehenden Sicherungen sind für die Verwendung in einer Schaltung geeignet, die 100.000 A_{eff} (symmetrisch), 240 V, 480 V oder 500 V oder 600 V liefert (je nach Nennspannung des Frequenzumrichters). Mit der korrekten Sicherung liegt der Nennkurzschlussstrom (SCCR) des Frequenzumrichters bei 100.000 A_{eff}.

Leistung FC 300	Empfohlene maximale Sicherung					
	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann
[kW]	Typ RK1 ¹⁾	Typ J	Typ T	Typ CC	Typ CC	Typ CC
0.25-0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55-1.1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7,5	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15-18,5	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
22	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
30	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
37	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

Tabelle 8.41 200 – 240 V, Baugrößen A, B und C

Leistung FC 300	Empfohlene maximale Sicherung			
	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
[kW]	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1 ³⁾
0.25-0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R
0.55-1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
7,5	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
11	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
15-18,5	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
22	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
30	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
37	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

Tabelle 8.42 200 – 240 V, Baugrößen A, B und C

FC 300	Empfohlene maximale Sicherung			
	Bussmann	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
[kW]	Typ JFHR2 ²⁾	JFHR2	JFHR2 ⁴⁾	J
0,25-0,37	FWX-5	-	-	HSJ-6
0,55-1,1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5,5	FWX-50	-	-	HSJ-50
7,5	FWX-60	-	-	HSJ-60
11	FWX-80	-	-	HSJ-80
15-18,5	FWX-125	-	-	HSJ-125
22	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
30	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
37	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabelle 8.43 200 – 240 V, Baugrößen A, B und C

- 1) KTS-Sicherungen von Bussmann können KTN bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.
- 2) FWH-Sicherungen von Bussmann können FWX bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.
- 3) A6KR-Sicherungen von FERRAZ SHAWMUT können A2KR bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.
- 4) A50X-Sicherungen von FERRAZ SHAWMUT können A25X bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

FC 300	Empfohlene maximale Sicherung					
	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann
[kW]	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ CC	Typ CC	Typ CC
0,37-1,1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1,5-2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
45	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
55	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
75	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabelle 8.44 380 – 500 V, Baugrößen A, B und C

FC 302	Empfohlene maximale Sicherung			
	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
[kW]	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1
0,37-1,1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
18	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
22	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
30	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
37	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
45	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
55	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
75	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

Tabelle 8.45 380 – 500 V, Baugrößen A, B und C

FC 302	Empfohlene maximale Sicherung			
	Bussmann	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut	Littelfuse
[kW]	JFHR2	J	JFHR2 ¹⁾	JFHR2
0,37-1,1	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.5-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	FWH-50	HSJ-50	-	-
18	FWH-60	HSJ-60	-	-
22	FWH-80	HSJ-80	-	-
30	FWH-100	HSJ-100	-	-
37	FWH-125	HSJ-125	-	-
45	FWH-150	HSJ-150	-	-
55	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
75	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabelle 8.46 380 – 500 V, Baugrößen A, B und C

1) A50QS-Sicherungen von Ferraz-Shawmut können A50P-Sicherungen ersetzen.

FC 302	Empfohlene maximale Sicherung					
	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann
[kW]	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ CC	Typ CC	Typ CC
0,75-1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1,5-2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabelle 8.47 525 – 600 V, Baugrößen A, B, and C

8

FC 302	Empfohlene maximale Sicherung			
	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
[kW]	Typ RK1	Typ RK1	Typ RK1	J
0,75-1,1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1,5-2,2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
15	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
18	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
22	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
30	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
37	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
45	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
55	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
75	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabelle 8.48 525 – 600 V, Baugrößen A, B, and C

¹⁾ Die dargestellten 170M-Sicherungen von Bussmann verwenden den optischen -/80-Kennmelder. Die Kennmelder-sicherungen -TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ T derselben Größe und Stromstärke können ersetzt werden.

FC 302 [kW]	Empfohlene maximale Sicherung							
	Max. Vorsicherung	Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	Littelfuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E2137 J/H SJ
11	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
15-18,5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
22	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
30	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
37	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
45	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
55	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
75	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

* UL-Konformität nur 525 – 600 V

Tabelle 8.49 525 – 690 V*, Baugrößen B und C

FC 302 [kW]	Empfohlene externe Sicherung des Frequenzumrichters Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option im Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Alternative Externe Bussmann Teilenummer	Alternative Externe Bussmann Teilenummer	Alternative Externe Siba Teilenummer	Alternative Externe Littelfuse Teilenummer	Alternative Externe Ferraz-Shawmut Teilenummer
90	170M3017	315 A, 700 V	170M3018	FWH-300	JJS-300	2028220-315	L50-S-300	A50-P-300
110	170M3018	350 A, 700 V	170M3018	FWH-350	JJS-350	2028220-315	L50-S-350	A50-P-350
132	170M4012	400 A, 700 V	170M4016	FWH-400	JJS-400	206xx32-400	L50-S-400	A50-P-400
160	170M4014	500 A, 700 V	170M4016	FWH-500	JJS-500	206xx32-500	L50-S-500	A50-P-500
200	170M4016	630 A, 700 V	170M4016	FWH-600	JJS-600	206xx32-600	L50-S-600	A50-P-600

Tabelle 8.50 380-480/500 V, Baugröße D, Leitungssicherung

FC 302 [kW]	Empfohlene externe Sicherung des Frequenzumrichters Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option im Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Alternative externe Siba Teilenummer	Alternative externe Ferraz-Shawmut Teilenummer
250	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
315	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
355	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
400	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabelle 8.51 380-480/500 V, Baugröße E, Leitungssicherung

FC 302 [kW]	Empfohlener Frequenzumrichter Externe Sicherung Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option im Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Alternative Siba Teilenummer
450	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
500	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
560	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
630	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
710	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500
800	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabelle 8.52 380-480/500 V, Baugröße F, Leitungssicherung

FC 302 [kW]	Im Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Nennwert	Alternative Siba Teilenummer
450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabelle 8.53 380-480/500 V, Baugröße F, Wechselrichtermodul Zwischenkreissicherungen

FC 302 [kW]	Empfohlene externe Sicherung des Frequenzumrichters Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option im Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Alternative externe Siba Teilenummer	Alternative externe Ferraz-Shawmut Teilenummer
37	170M3013	125 A, 700 V	170M3015	2061032,125	6.9URD30D08A0125
45	170M3014	160 A, 700 V	170M3015	2061032,16	6.9URD30D08A0160
55	170M3015	200 A, 700 V	170M3015	2061032,2	6.9URD30D08A0200
75	170M3015	200 A, 700 V	170M3015	2061032,2	6.9URD30D08A0200
90	170M3016	250 A, 700 V	170M3018	2061032,25	6.9URD30D08A0250
110	170M3017	315 A, 700 V	170M3018	2061032,315	6.9URD30D08A0315
132	170M3018	350 A, 700 V	170M3018	2061032,35	6.9URD30D08A0350
160	170M4011	350 A, 700 V	170M5011	2061032,35	6.9URD30D08A0350
200	170M4012	400 A, 700 V	170M5011	2061032,4	6.9URD30D08A0400
250	170M4014	500 A, 700 V	170M5011	2061032,5	6.9URD30D08A0500
315	170M5011	550 A, 700 V	170M5011	2062032,55	6.9URD32D08A0550

Tabelle 8.54 525-690 V, Baugröße D, Leitungssicherung

FC 302 [kW]	Empfohlene externe Sicherung des Frequenzumrichters Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option im Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Alternative externe Siba Teilenummer	Alternative externe Ferraz-Shawmut Teilenummer
355	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
400	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
500	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
560	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabelle 8.55 525-690 V, Baugröße E, Leitungssicherung

FC 302 [kW]	Empfohlener Frequenzumrichter Externe Sicherung Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option im Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Alternative Siba Teilenummer
630	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
710	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
800	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
900	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
1000	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
1200	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabelle 8.56 525-690 V, Baugröße F, Leitungssicherung

FC 302 [kW]	Im Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Nennwert	Alternative Siba Teilenummer
630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
1000	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
1200	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

Tabelle 8.57 525-690 V, Baugröße F, Wechselrichtermodul Zwischenkreissicherungen

* Die dargestellten 170M-Sicherungen von Bussmann verwenden den optischen -/80-Kennmelder. Die Kennmeldersicherungen -TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ T derselben Größe und Stromstärke können für den externen Gebrauch ausgetauscht werden.

** Zur Erfüllung der UL-Anforderungen kann jede UL-gelistete Sicherung mit mindestens 500 V und dazugehörigem Nennstrom verwendet werden.

Ergänzende Sicherungen

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Schutzart
D, E und F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabelle 8.58 SMPS-Sicherung

Größe/Typ	Bussmann Teilenummer*	Littelfuse	Schutzart
P90K-P250, 380-500V	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-P1M2, 525-690 V		KLK-15	15 A, 600 V

Tabelle 8.59 Lüftersicherungen

	Größe/Typ	Bussmann Teilenummer*	Schutzart	Alternative Sicherungen
Sicherung 2,5-4,0 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppelselement der Klasse J, Zeitverzögerung, 6 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppelselement der Klasse J, Zeitverzögerung, 10 A
Sicherung 4,0-6,3 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppelselement der Klasse J, Zeitverzögerung, 10 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppelselement der Klasse J, Zeitverzögerung, 15 A
Sicherung 6,3 - 10 A	P450-P800600HP-1200HP, 380-500 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppelselement der Klasse J, Zeitverzögerung, 15 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppelselement der Klasse J, Zeitverzögerung, 20 A
Sicherung 10 - 16 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-25 SP oder SPI	25 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppelselement der Klasse J, Zeitverzögerung, 25 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppelselement der Klasse J, Zeitverzögerung, 20 A

Tabelle 8.60 Manuelle Motorsteuergerätsicherungen

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Schutzart	Alternative Sicherungen
F	LPJ-30 SP oder SPI	30 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 30 A

Tabelle 8.61 30-A-Klemmsicherung

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Schutzart	Alternative Sicherungen
F	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 6 A

Tabelle 8.62 Steuertransformatorschutz

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Schutzart
F	GMC-800MA	800 mA, 250 V

Tabelle 8.63 NAMUR-Sicherung

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Schutzart	Alternative Sicherungen
°F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Alle aufgelisteten Klasse CC, 6 A

Tabelle 8.64 Sicherheits-Relaiswindungssicherung mit PILZ-Relais

Die nachstehenden Sicherungen müssen für den Schutz eines Kreislaufs ausgelegt sein, der imstande ist, in Abhängigkeit von der Nennspannung des Frequenzumrichters höchstens 100.000 Arms (symmetrisch), 240 V oder

480 V, oder 500 V, oder 600 V zu liefern. Mit geeigneten Sicherungen beträgt der Nennwert des Masseschlussstroms (SCCR) 100.000 Arms.

Nennleistung	Rahmen	Nennwert		Bussmann	Ersatz Bussmann	Gesch. Verlustleistung Sicherung [W]	
		Spannung (UL)	Stromstärke			P/N	P/N
FC-302	Größe			P/N	P/N		
P250T5	F8/F9	700	700	170M4017	176F8591	25	19
P315T5	F8/F9	700	700	170M4017	176F8591	30	22
P355T5	F8/F9	700	700	170M4017	176F8591	38	29
P400T5	F8/F9	700	700	170M4017	176F8591	3500	2800
P450T5	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P500T5	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	2625	2100
P560T5	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P630T5	F10/F11	700	1500	170M6018	176F8592	45	34
P710T5	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	60	45
P800T5	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	83	63

Tabelle 8.65 Leitungssicherungen, 380-500 V

Nennleistung	Rahmen	Nennwert		Bussmann	Ersatz Bussmann	Gesch. Verlustleistung Sicherung [W]	
		Spannung (UL)	Stromstärke			P/N	P/N
FC-302	Größe			P/N	P/N		
P355T7	F8/F9	700	630	170M4016	176F8335	13	10
P400T7	F8/F9	700	630	170M4016	176F8335	17	13
P500T7	F8/F9	700	630	170M4016	176F8335	22	16
P560T7	F8/F9	700	630	170M4016	176F8335	24	18
P630T7	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	26	20
P710T7	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	35	27
P800T7	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	44	33
P900T7	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	26	20
P1M0T7	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	37	28
P1M2T7	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	47	36

Tabelle 8.66 Leitungssicherungen, 525-690V

Größe/Typ	Bussmann Teilenummer*	Nennwert	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 8.67 Zwischenkreissicherungen des Wechselrichtermoduls, 380-500V

Größe/Typ	Bussmann Teilenummer*	Nennwert	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
P1M2	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

Tabelle 8.68 Wechselrichtermodul, Zwischenkreissicherungen, 525-690 V

* Die dargestellten 170M-Sicherungen von Bussmann verwenden den optischen -/80-Kennmelder. Die Kennmeldersicherungen -TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ T derselben Größe und Stromstärke können für den externen Gebrauch ausgetauscht werden.

Ergänzende Schütze

	Größe/Typ	Bussmann Teilenummer*	Nennwert	Alternative Sicherungen
Sicherung 2,5-4,0 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 6A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 10 A
Sicherung 4,0-6,3 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 10 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 15 A
Sicherung 6,3 - 10 A	P450-P800600 HP-1200 HP, 380-500 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 15 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 20 A
Sicherung 10 - 16 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-25 SP oder SPI	25 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 25 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 20 A

Tabelle 8.69 Manuelle Motorsteuergerätsicherungen

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Nennwert
F8-F13	KTK-4	4 A, 600V

Tabelle 8.70 SMPS-Schutz

Größe/Typ	Bussmann Teilenummer*	Littelfuse	Nennwert
P315-P800, 380-500 V		KLK-15	15 A, 600 V
P500-P1M2, 525-690 V		KLK-15	15 A, 600 V

Tabelle 8.71 Lüftersicherungen

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Nennwert	Alternative Sicherungen
F8-F13	LPJ-30 SP oder SPI	30 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 30 A

Tabelle 8.72 Abgesicherte 30-A-Klemmsicherung

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Nennwert	Alternative Sicherungen
F8-F13	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jedes aufgeführte Doppелеlement der Klasse J, Zeitverzögerung, 6 A

Tabelle 8.73 Steuertransformatorschutz

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Nennwert
F8-F13	GMC-800MA	800 mA, 250 V

Tabelle 8.74 NAMUR-Sicherung

Baugröße	Bussmann Teilenummer*	Nennwert	Alternative Sicherungen
F8-F13	LP-CC-6	6 A, 600 V	Jede aufgeführte Klasse CC, 6A

Tabelle 8.75 Sicherheits-Relaiswindungssicherung mit Pilz-Relais

Baugröße	Leistung und Spannung	Typ	Standardeinstellungen Trennschalter	
			Abschaltungsniveau [A]	Zeit [s]
F3	P450 380-500V & P630-P710 525-690V	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	P500-P630 380-500 V & P800 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	P710 380-500 V & P900-P1M2 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	P800 380-500 V	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabelle 8.76 F-Frame-Trennschalter

8.4 Trennschalter, Hauptschalter und Schütze

8.4.1 Netztrennschalter

Montage des IP55/NEMA Typ 12 (A5-Gehäuse) mit Netztrennschalter

Der Hauptschalter befindet sich bei den Baugrößen B1, B2, C1 und C2 auf der linken Seite. Bei der Baugröße A5 befindet sich der Netzscharter auf der rechten Seite.

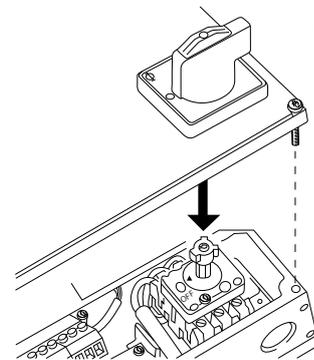


Abbildung 8.63

Baugröße	Typ	Klemmenanschlüsse
A5	Kraus&Naimer KG20A T303	
B1	Kraus&Naimer KG64 T303	
B2	Kraus&Naimer KG64 T303	
C1 37 kW	Kraus&Naimer KG100 T303	
C1 45 – 55 kW	Kraus&Naimer KG105 T303	
C2 75 kW	Kraus&Naimer KG160 T303	
C2 90 kW	Kraus&Naimer KG250 T303	

Tabelle 8.77

8.4.2 Netztrennschalter - Baugröße D, E und F

Baugröße	Leistung	Typ
380-500V		
D1/D3	P90K-P110	ABB OT200U12-91
D2/D4	P132-P200	ABB OT400U12-91
E1/E2	P250	ABB OETL-NF600A
E1/E2	P315-P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500-P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710-P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525-690V		
D1/D3	P90K-P132	ABB OT200U12-91
D2/D4	P160-P315	ABB OT400U12-91
E1/E2	P355-P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630-P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900-P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

Tabelle 8.78

8

8.4.3 Netztrennschalter, 12-Puls

Baugröße	Leistung	Typ
380-500V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525-690V		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

Tabelle 8.79

8.4.4 F-Frame-Netzschütze

Baugröße	Leistung und Spannung	Typ
F3	P450-P500 380-500 V & P630-P800 525-690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560 380-500 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630380-500V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900 525-690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710-P800 380-500 V & P1M2 525-690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabelle 8.80

⚠️ WARNUNG

Vom Kunden bereitgestellte 230-V-Versorgung für Netzschütze.

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. Alle Arten dreiphasiger Standard-Asynchronmotoren können mit einem Frequenzumrichter verwendet werden. Die Werkseinstellung ist Rechtslauf, wobei der Frequenzumrichterausgang wie folgt angeschlossen ist:

Klemme Nr.	Funktion
96, 97, 98, 99	Netz U/T1, V/T2, W/T3 Masse

Tabelle 8.81

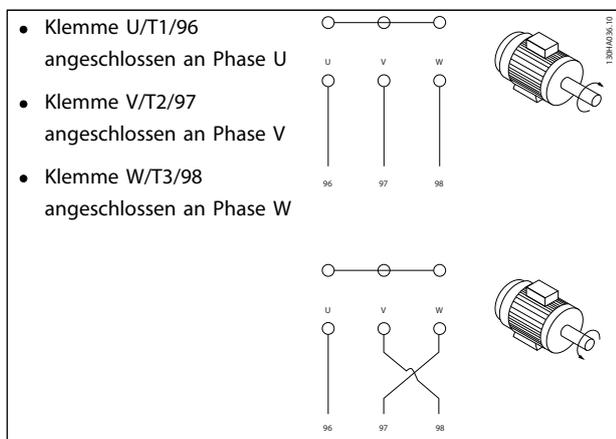


Tabelle 8.82

Die Drehrichtung kann durch Vertauschen von zwei Phasen im Motorkabel oder durch Ändern der Einstellung von 4-10 Motor Drehrichtung geändert werden.

Eine Motordrehrichtungsprüfung kann über 1-28 Motordrehrichtungsprüfung und die am Display gezeigten Schritte durchgeführt werden.

Anforderungen F-Baugröße

F1/F3 – Anforderungen: Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 2 sein, also 2, 4, 6 oder 8 (1 Kabel ist nicht zulässig), damit eine gleiche Anzahl von Drähten an beide Wechselrichtermodulklemmen angeschlossen ist. Die Kabel müssen die gleiche Länge innerhalb von 10 % zwischen den Wechselrichtermodulklemmen und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase aufweisen. Der empfohlene gemeinsame Punkt sind die Motorklemmen.

Anforderungen F2/F4 Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 3 sein, also 3, 6, 9 oder 12 (1 oder 2 Kabel sind nicht zulässig), damit eine gleiche Anzahl von Drähten an alle Wechselrichtermodulklemmen angeschlossen ist. Die Kabel müssen die gleiche Länge innerhalb von 10 % zwischen den Wechselrichtermodulklemmen und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase aufweisen. Der empfohlene gemeinsame Punkt sind die Motorklemmen.

Anforderungen an den Ausgangsanschlusskasten: Die Länge (mind. 2,5 Meter) und Anzahl der Kabel muss zwischen allen Wechselrichtermodulen und der gemeinsamen Klemme im Anschlusskasten gleich sein.

HINWEIS

Wenn in einer Nachrüstung eine ungleiche Anzahl Leiter pro Phase gefordert ist, wenden Sie sich an den Service, um Anforderungen und Dokumentation zu erhalten, oder verwenden Sie die Schaltschranooption mit Anschluss oben/unten.

8.5.2 Thermischer Motorschutz

Das elektronisch thermische Relais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn 1-90 Thermischer Motorschutz auf ETR-Alarm und 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 Parallelanschluss von Motoren

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern. Bei der Parallelschaltung von Motoren müssen folgende Vorgaben eingehalten werden:

- Anwendungen mit parallel geschalteten Motoren sollten im U/f-Modus Par. 1-01 [0] laufen. Die U/f-Kennlinie in Par. 1-55 und 1-56 einstellen.
- In manchen Anwendungen kann der Modus VCC⁺ verwendet werden.
- Der Gesamtstrom der Motoren darf den Nennausgangsstrom I_{INV} des Frequenzumrichters nicht übersteigen.
- Wenn sich die Motorgrößen bezüglich der Wicklungswiderstände erheblich voneinander unterscheiden, können aufgrund geringer Motorspannung bei niedriger Drehzahl Startprobleme auftreten.
- Das elektronische Thermorelais (ETR) des Frequenzumrichters kann nicht als Motor-Überlastschutz für einzelne Motoren verwendet werden. Sorgen Sie für weiteren Motor-Überlastschutz, z. B. durch Thermistoren in jeder Motorwicklung oder individuelle thermische Relais. (Trennschalter sind als Schutz nicht geeignet).

Installationen, bei denen Kabel an einer gemeinsamen Verbindung angeschlossen sind, wie im ersten Beispiel in der nachstehenden Abbildung, werden nur bei kurzen Kabellängen empfohlen.

Bei parallel geschalteten Motoren kann 1-02 Drehgeber Anschluss nicht verwendet werden, und 1-01 Steuerprinzip muss auf *Special motor characteristics (U/f)* eingestellt werden.

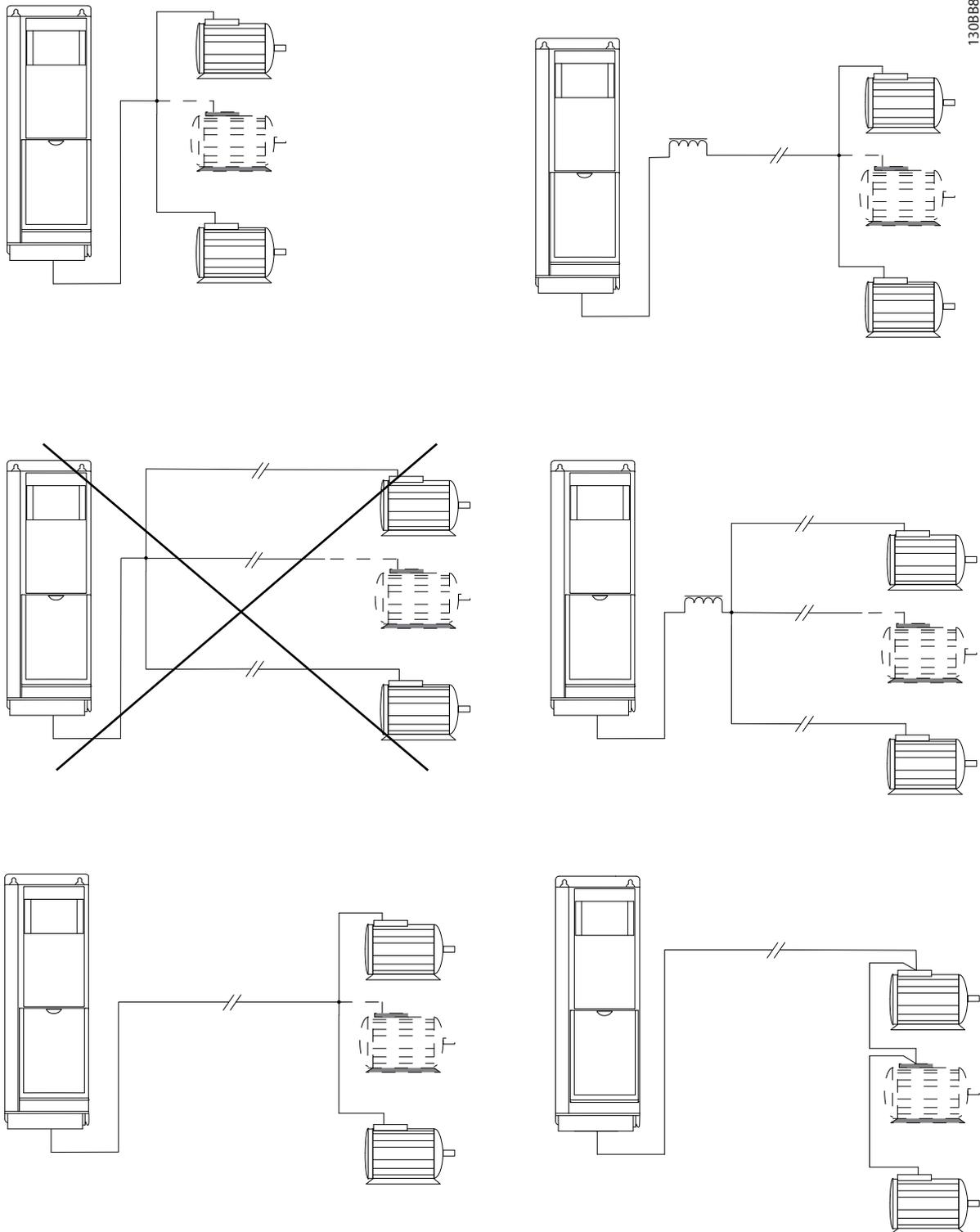


Abbildung 8.64

b) Beachten Sie die in *Tabelle 8.83* festgelegte maximale Motorkabellänge.

c, f) Die in Abschnitt 4.5, *Allgemeine technische Daten*, vorgegebene Motorkabellänge gilt nur, wenn die parallelen Kabel kurz gehalten werden (jeweils weniger als 10 m).

d, e) Der Spannungsabfall an den Motorkabeln muss beachtet werden.

Baugröße	Leistungsgröße [kW]	Spannung [V]	1 Kabel [m]	2 Kabel [m]	3 Kabel [m]	4 Kabel [m]
A1, A2, A5	0.37-0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37

Tabelle 8.83

8

Wenn die Motoren sehr unterschiedlich ausgelegt sind, können beim Start und bei niedrigen Drehzahlen Probleme auftreten, weil der relativ hohe ohmsche Widerstand im Stator kleiner Motoren beim Start und bei niedrigen Drehzahlen eine höhere Spannung benötigt.

Das elektronische Thermorelais (ETR) des Frequenzumrichters kann in Systemen mit parallel angeschlossenen Motoren nicht als Motor-Überlastschutz für einzelne Motoren verwendet werden. Sorgen Sie für weiteren Motor-Überlastschutz, z. B. durch Thermistoren in jedem Motor oder individuelle thermische Relais. (Trennschalter sind als Schutz nicht geeignet).

8.5.4 Motorisolierung

Bei Motorkabellängen \leq der maximalen Kabellänge in den Tabellen mit allgemeinen technischen Daten werden die folgenden Nennwerte der Motorisolierung empfohlen, da die Spitzenspannung durch die Übertragungsleitungswirkungen im Motorkabel das bis zu Zweifache der DC-Zwischenkreisspannung und das 2,8-fache der Netzspannung betragen kann. Wenn ein Motor einen niedrigeren Isolationswiderstand hat, wird empfohlen, ein dU/dt- oder Sinusfilter zu verwenden.

Netzennspannung	Motorisolierung
$U_N \leq 420 \text{ V}$	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 $U_{LL} = 2000 \text{ V}$

Tabelle 8.84

8.5.5 Motorlagerströme

Bei allen mit Frequenzumrichtern mit FC 302 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:

1. Isoliertes Lager verwenden.
2. Strenge Installationsverfahren anwenden.
 - Sicherstellen, dass Motor und Lastmotor aufeinander abgestimmt sind
 - Die EMV-Installationsrichtlinie streng befolgen
 - Den Schutzleiter (PE) verstärken, sodass die hochfrequent wirksame Impedanz im PE niedriger als bei den Eingangsstromleitungen ist
 - Eine gute hochfrequent wirksame Verbindung zwischen dem Motor und dem Frequenzumrichter herstellen, zum Beispiel über ein abgeschirmtes Kabel mit einer 360°-Verbindung im Motor und im Frequenzumrichter
 - Sicherstellen, dass die Impedanz vom Frequenzumrichter zur Gebäudeerde niedriger als die Erdungsimpedanz der

- Maschine ist, dies kann bei Pumpen schwierig sein
- Eine direkte Erdverbindung zwischen Motor und Last herstellen
- 3. IGBT-Taktfrequenz absenken.
- 4. Wechselrichtersignalform ändern, 60° AVF gegenüber SFAVF.
- 5. Ein Wellenerdungssystem installieren oder eine Trennkupplung verwenden
- 6. Leitfähiges Schmierfett auftragen.
- 7. Sofern möglich, minimale Drehzahlinstellungen verwenden
- 8. Sicherzustellen versuchen, dass die Netzspannung zur Erde symmetrisch ist. Dies kann bei IT-, TT-, TN-CS-Netzen oder Systemen mit geerdetem Zweig schwierig sein.
- 9. Ein dU/dt- oder Sinusfilter verwenden.

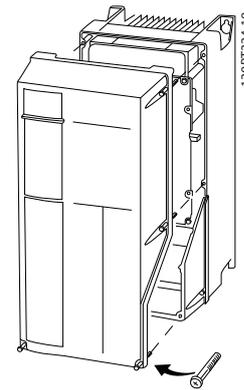


Abbildung 8.66 Baugrößen A5, B1, B2, C1 und C2

8.6 Steuerkabel und -klemmen

8.6.1 Zugang zu den Steuerklemmen

Alle Klemmen zu den Steuerkabeln befinden sich unter der Klemmenabdeckung vorne am Frequenzumrichter. Entfernen sie diese Klemmenabdeckung mithilfe eines Schraubendrehers (siehe Abbildung).

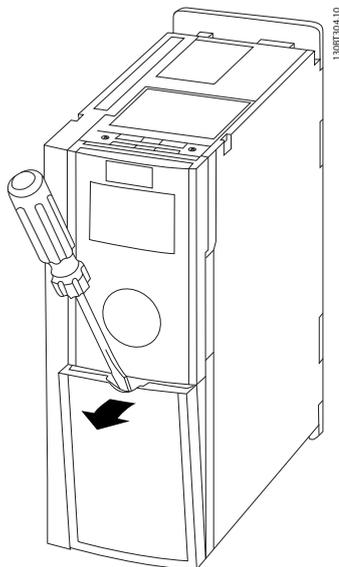


Abbildung 8.65 Baugrößen A1, A2, A3,B3, B4, C3 und C4

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-Produktbuch. Das Kabel muss in der vorgesehenen Führung an der Innenseite des Frequenzumrichters verlegt und zusammen mit anderen Steuerleitungen befestigt werden (siehe Abbildungen).

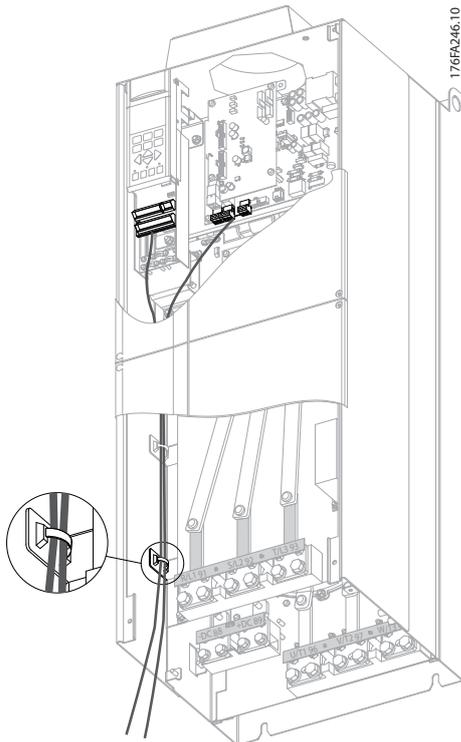


Abbildung 8.67 Steuerkartenverdrahtungsführung für D3. Steuerkartenverdrahtungsführung für D1, D2, D4, E1 und E2 ist gleich verlegt.

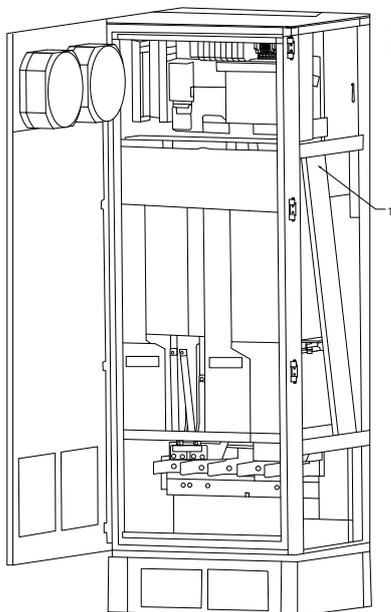


Abbildung 8.68 Steuerkartenverdrahtungsführung für F1/F3. Steuerkartenverdrahtungsführung für F2/F4 ist gleich verlegt.

Bei den Geräten mit IP00 (Chassis) und IP21 (NEMA 1) kann der Feldbus ebenfalls wie im Folgenden 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

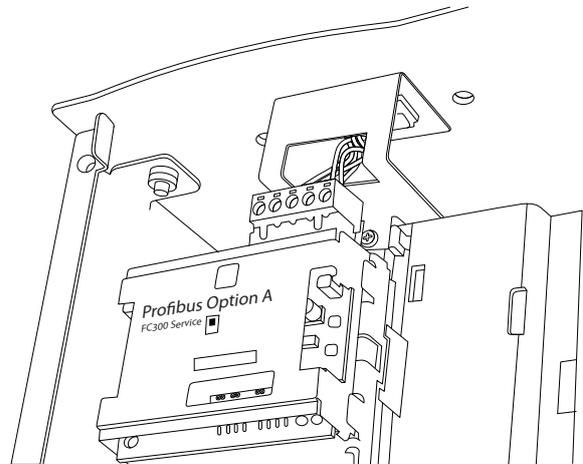


Abbildung 8.69 Anschluss von oben für Feldbus

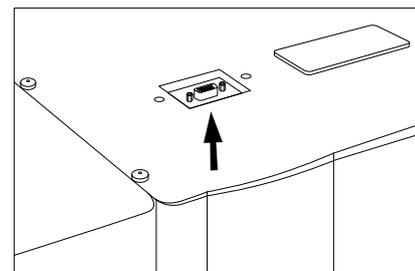


Abbildung 8.70

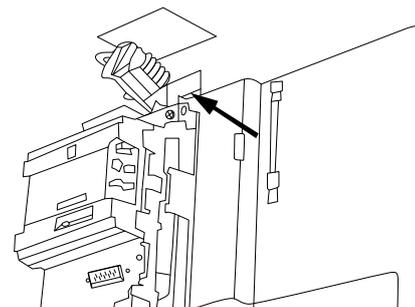


Abbildung 8.71

Installation der externen 24 V DC-Versorgung

Anzugsmoment: 0,5 - 0,6 Nm

Schraubengröße: M3

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

Tabelle 8.85

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.

8.6.3 Steuerklemmen

Steuerklemmen, FC 301

Aufteilung der Klemmern laut Nummern in der Zeichnung unten:

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

Aufteilung der Klemmern laut Nummern in der Zeichnung unten:

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

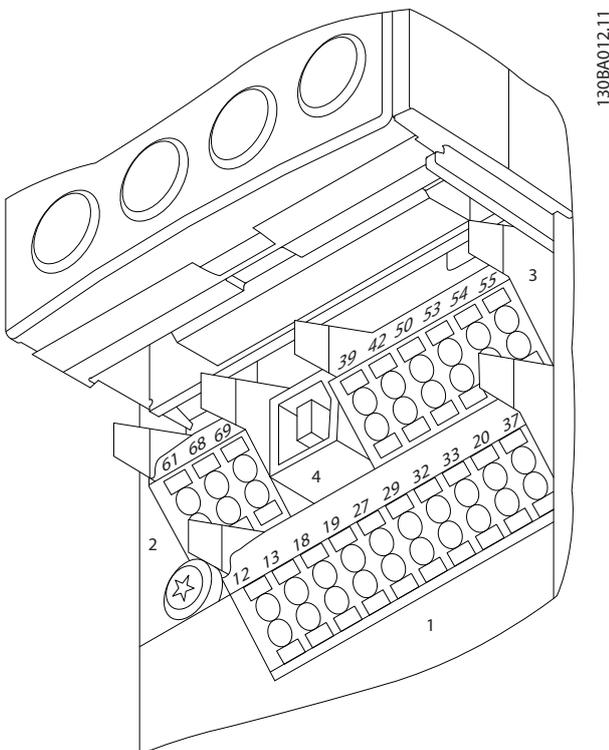


Abbildung 8.72 Steuerklemmen (alle Baugrößen)

8.6.4 Schalter S201, S202 und S801

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 *Elektrische Installation, Übersicht* im Abschnitt *Elektrische Installation*.

Werkseinstellung:

S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

S202 (A54) = AUS (Spannungseingang)

S801 (Busabschluss) = AUS

HINWEIS

Achten Sie beim Ändern der Funktion von S201, S202 oder S801 darauf, den Schalter nicht mit Gewalt umzulegen. Es wird empfohlen, beim Betätigen der Schalter die LCP-Aufnahme abzunehmen. Die Schalter dürfen nicht betätigt werden, während die Stromversorgung zum Frequenzumrichter eingeschaltet ist.

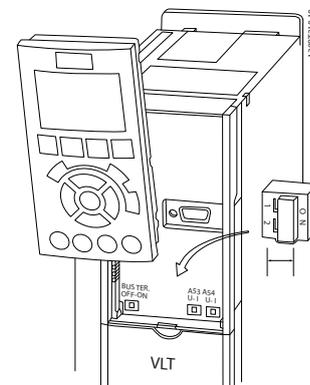


Abbildung 8.73

8.6.5 Elektrische Installation, Steueranschlüsse

Das Kabel an der Klemme befestigen:

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 Klemme 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

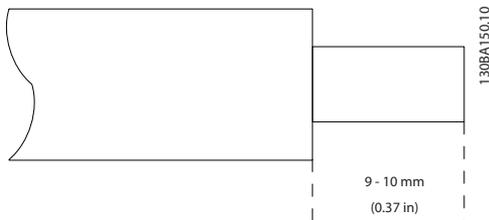


Abbildung 8.74 1.

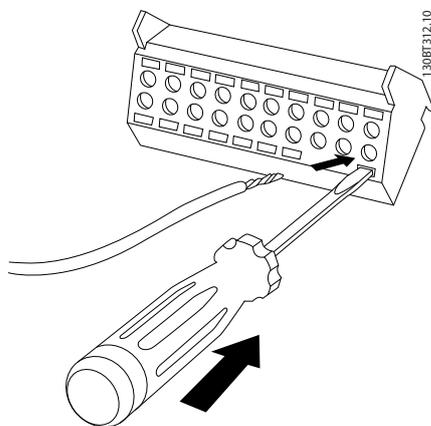


Abbildung 8.75 2.

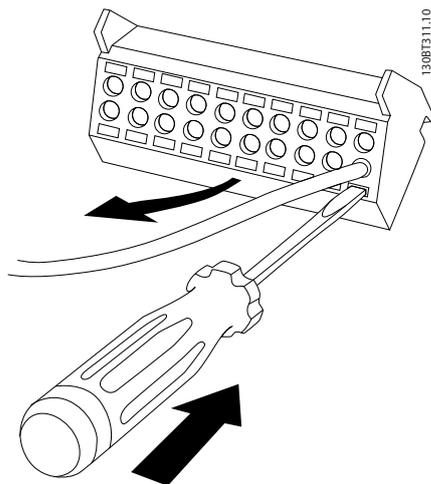


Abbildung 8.76 3.

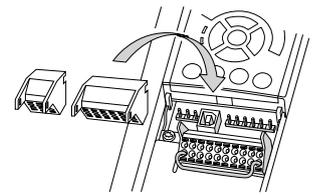


Abbildung 8.77

8.6.6 Beispiel für grundlegende Verkabelung

1. Montieren Sie Klemmen aus dem Montagezubehör an die Vorderseite des Frequenzumrichters.
2. Schließen Sie die Klemmen 18, 27 und 37 (nur FC 302) an die +24 V (Klemme 12/13) an.

Werkseinstellungen:

- 18 = Start, 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [9]
- 27 = Stopp invers, 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [6]
- 37 = Sicherer Stopp invers

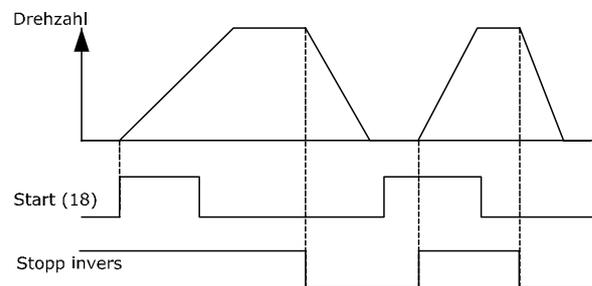
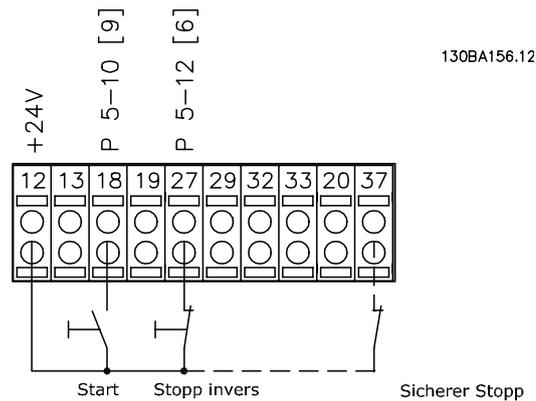


Abbildung 8.78

8.6.7 Elektrische Installation, Steuerkabel

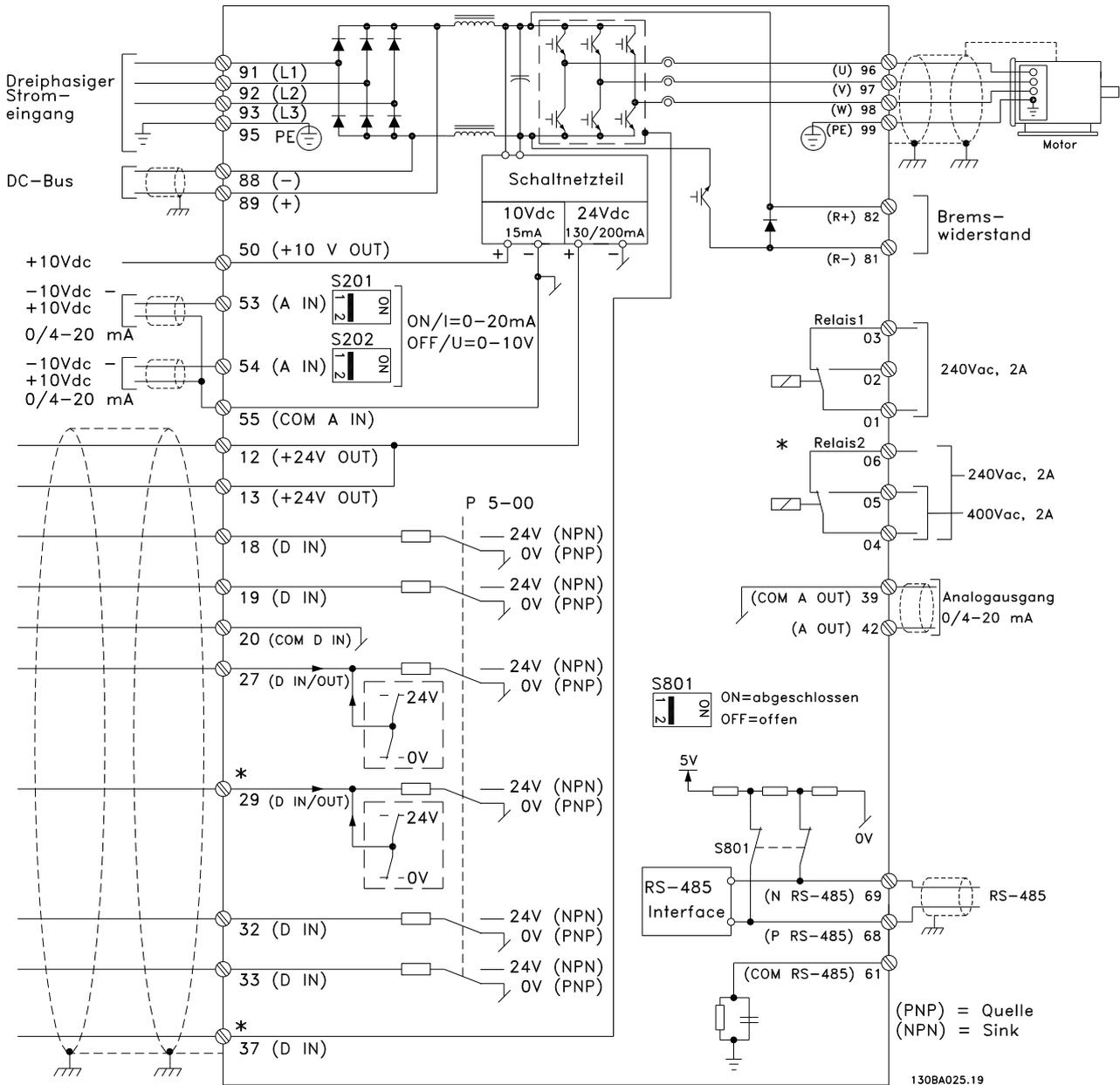


Abbildung 8.79 Schaltbild mit allen elektrischen Klemmen ohne Optionen.

A = analog, D = digital

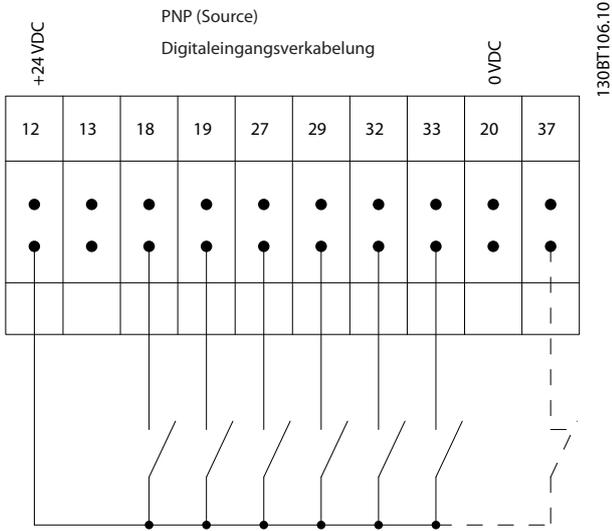
Klemme 37 wird für den sicheren Stopp verwendet. Installationsanweisungen für den Sicherer Stopp finden Sie im Abschnitt *Sicheren Stopp installieren* des Projektierungshandbuchs .

* Der FC 301 verfügt nicht über Klemme 37 (außer FC 301 A1, das über einen Sicherer Stopp verfügt).

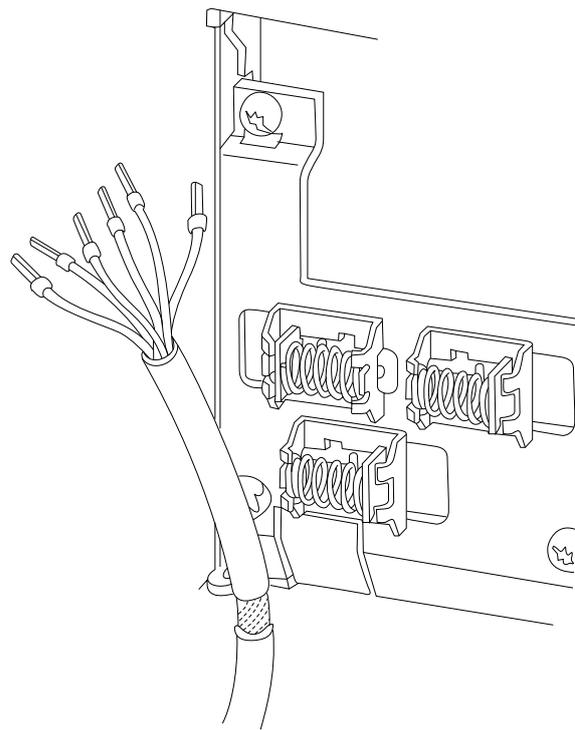
Relais 2 und Klemme 29, haben keine Funktion in FC 301.

Sehr lange Steuerkabel und Analogsignale können in seltenen Fällen (und je nach Installation) aufgrund von Störungen in den Netzkabeln zu Erdungsschleifen mit 50/60 Hz führen. In diesem Fall muss ggf. die Abschirmung unterbrochen werden, oder Sie müssen einen Kondensator mit 100 nF zwischen Abschirmung und Gehäuse einfügen. Die Digital- und Analogein- und -ausgänge müssen aufgeteilt nach Signalart an die Bezugspotentiale des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55, 39) angeschlossen werden, um Fehlerströme auf dem Massepotential zu verhindern. Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

Eingangspolarität von Steuerklemmen

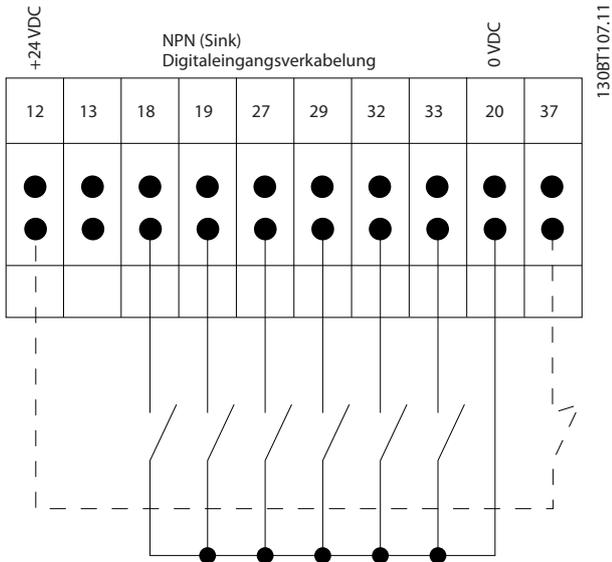


130BT106.10



130BA681.10

Abbildung 8.80



130BT107.11

Abbildung 8.82

Abbildung 8.81

Zur Einhaltung der Spezifikationen zu EMV-Emissionen sind abgeschirmte/verstärkte Kabel erforderlich. Wird ein nicht abgeschirmtes/nicht verstärktes Kabel verwendet, lesen Sie den Abschnitt *Führen nicht abgeschirmter Steuer- und Stromkabel..* Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt EMV-Prüfergebnisse.

8.6.8 12-Pulss- Steuerkabel

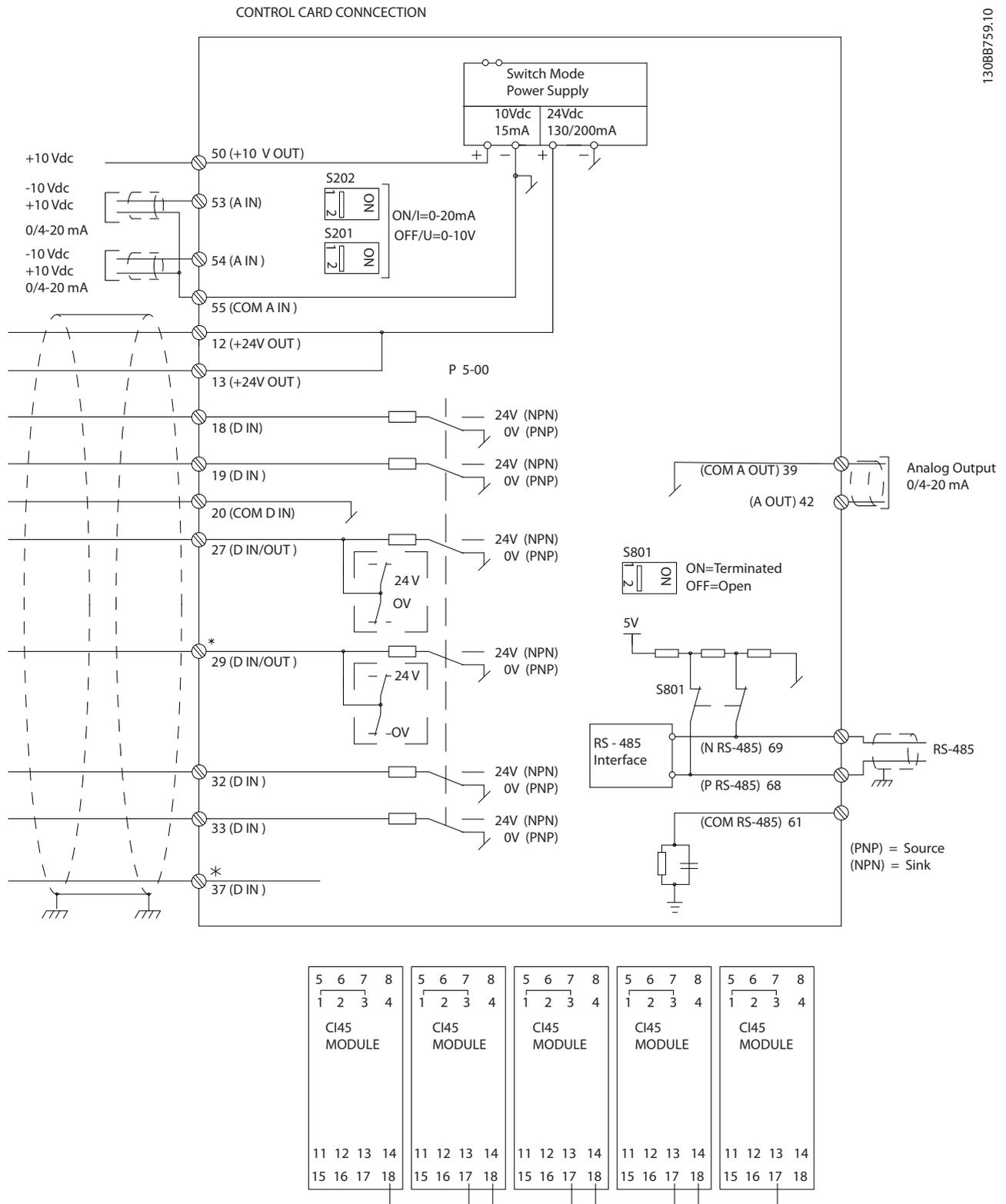
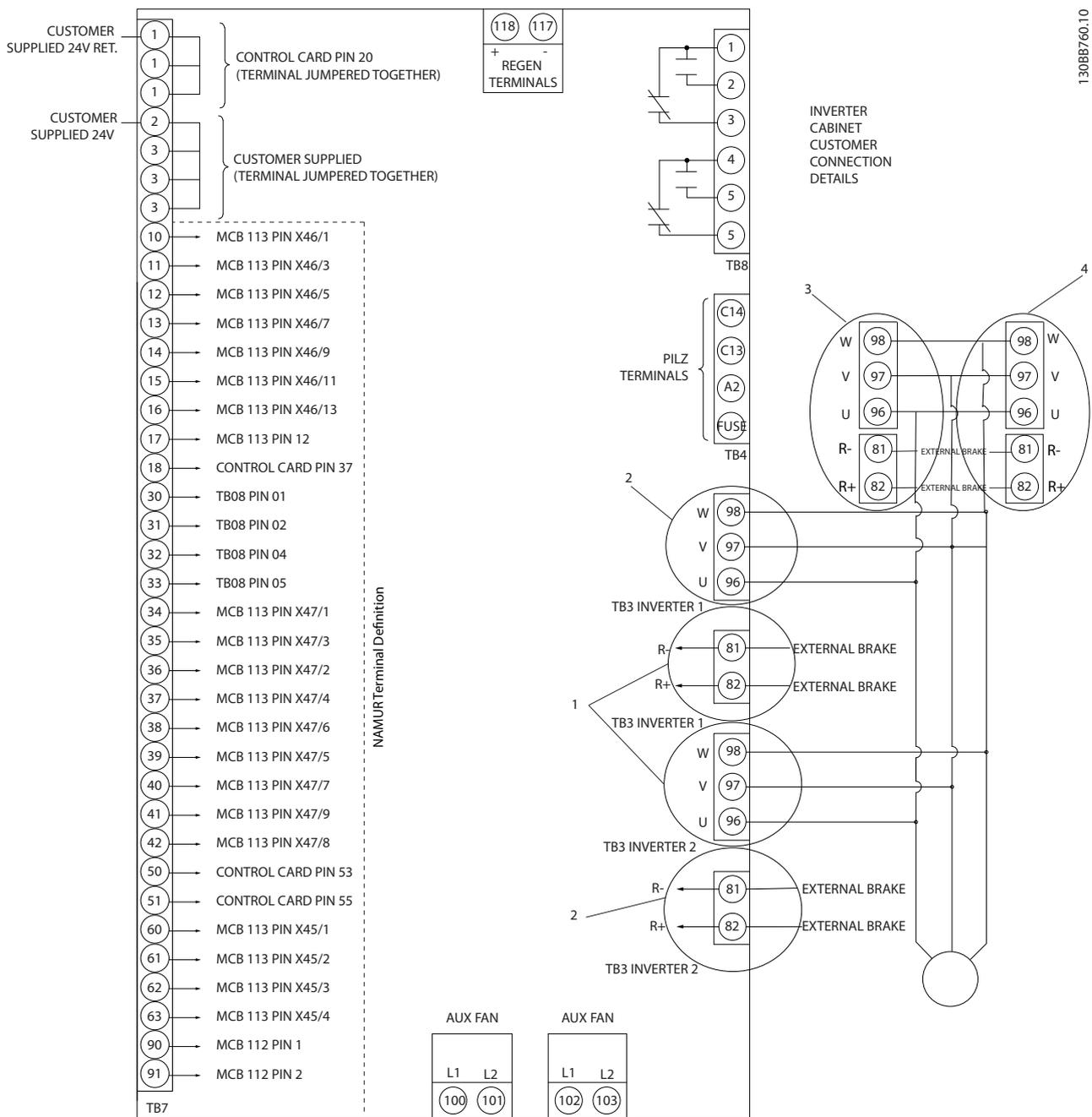


Abbildung 8.83



130BB760.10

8

Abbildung 8.84 Übersicht aller elektrischen Klemmen ohne Optionen

Klemme 37 ist der Eingang für die Funktion "Sicherer Stopp". Der Abschnitt *Sicheren Stopp installieren* im Projektierungshandbuch des Frequenzumrichters enthält Anweisungen zu dieser Installation. Siehe auch die Abschnitte *Sicherer Stopp* und *Sicheren Stopp installieren*.

- 1) F8/F9 = (1) Klemmensatz.
- 2) F10/F11 = (2) Klemmensatz.
- 3) F12/F13 = (3) Klemmensatz.

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

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

Die Digitalein- und -ausgänge sowie die Analogein- und -ausgänge müssen aufgeteilt nach Signalart an die Bezugspotentiale des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55, 39) angeschlossen werden, damit Fehlerströme beider Gruppen keine Auswirkungen auf andere Gruppen haben.++ Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

Eingangspolarität von Steuerklemmen

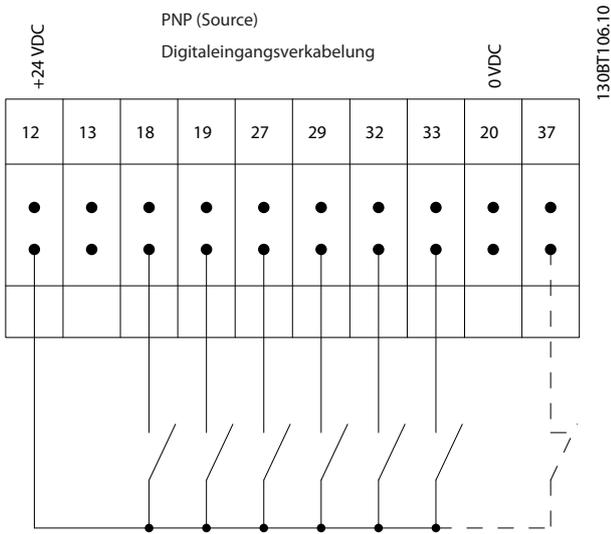


Abbildung 8.85

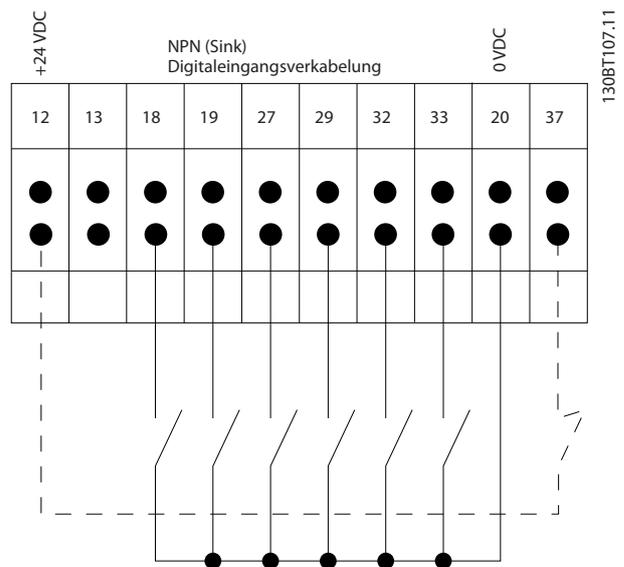


Abbildung 8.86

HINWEIS

Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

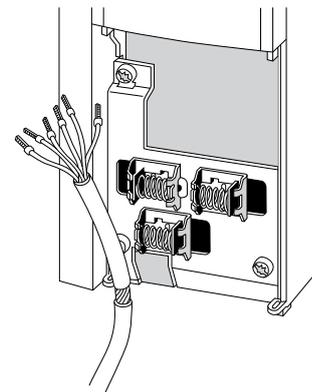


Abbildung 8.87

Schließen Sie die Kabel wie im Produkthandbuch des Frequenzumrichters beschrieben an. Denken Sie daran, die Abschirmungen ordnungsgemäß anzuschließen, um optimale elektrische Störfestigkeit sicherzustellen.

8.6.9 Relaisausgang

Relais 1

- Klemme 01: Common (Bezugspotential)
- Klemme 02: stromlos geöffnet 240 V AC
- Klemme 03: stromlos geschlossen 240 V AC

Relais 2 (Nicht FC 301)

- Klemme 04: Common (Bezugspotential)
- Klemme 05: stromlos geöffnet 400 V AC
- Klemme 06: stromlos geschlossen 240 V AC

Relais 1 und Relais 2 sind in 5-40 Relaisfunktion, 5-41 Ein Verzög., Relais und 5-42 Aus Verzög., Relais programmiert.

Zusätzliche Relaisausgänge bietet das Optionsmodul MCB 105.

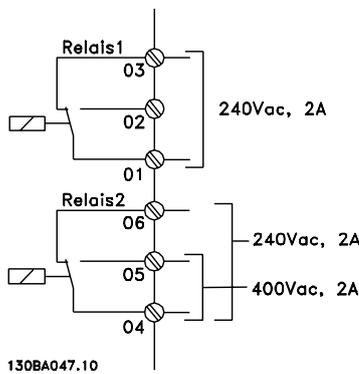


Abbildung 8.88

8.6.10 Temperaturschalter Bremswiderstand

Baugröße D-E-F

Drehmoment: 0,5 – 0,6 Nm
Schraubengröße: M3

Dieser Eingang kann zur Überwachung der Temperatur eines extern angeschlossenen Bremswiderstands verwendet werden. Wenn der Eingang zwischen 104 und 106 hergestellt wurde, wird der Frequenzumrichter aufgrund von Warnung / Alarm 27, „Bremse IGBT“ abgeschaltet. Wenn eine Verbindung zwischen 104 und 105 geschlossen wird, wird der Frequenzumrichter bei Warnung / Alarm 27, „Bremse IGBT“ abgeschaltet. Ein Klixon-Schalter muss als „stromlos geschlossen“ installiert werden. Wenn diese Funktion nicht verwendet wird, müssen 106 und 104 zusammen kurzgeschlossen werden.

Stromlos geschlossen: 104-106 (werkseitig installierter Jumper)

Stromlos geöffnet: 104-105

Klemme Nr.	Funktion
106, 104, 105	Temperaturschalter Bremswiderstand

Tabelle 8.86

HINWEIS

Wenn die Temperatur des Bremswiderstands zu stark ansteigt und der thermische Schalter stromlos wird, hört der Frequenzumrichter auf zu bremsen. Der Motor geht in den Freilauf.

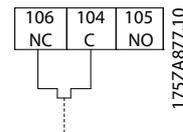


Abbildung 8.89

8.7 Zusätzliche Verbindungen

8.7.1 DC-Busanschluss

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

Verwendete Klemmennummern:	88, 89
----------------------------	--------

Tabelle 8.87

Weitere Informationen erhalten Sie bei Danfoss.

8.7.2 Zwischenkreiskopplung

Klemmen-nummer	Funktion
88, 89	Zwischenkreiskopplung

Tabelle 8.88

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

Die Zwischenkreiskopplung ermöglicht einen Lastausgleich beim Zusammenschalten mehrerer Frequenzumrichter 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 Frequenzumrichter aufgrund der DC-Zwischenkreisverbindung ggf. nicht spannungslos schaltet.

8.7.3 Installation des Bremskabels

Das Verbindungskabel zum Bremswiderstand muss abgeschirmt sein. Die max. Länge vom Frequenzumrichter zur DC-Schiene ist auf 25 m beschränkt.

1. Schließen Sie die Abschirmung über Kabelschellen an der leitfähigen Rückwand des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Bremswiderstands an.
2. Dimensionieren Sie den Bremskabelquerschnitt passend zum Bremsmoment.

Nr.	Funktion
81, 82	Bremswiderstandsklemmen

Tabelle 8.89

Weitere Informationen zur sicheren Installation siehe die Bremsanleitung MI.90FX.YY und MI.50.SX.YY.

HINWEIS

Bei einem Kurzschluss in der Bremselektronik des Frequenzumrichters kann ein eventueller Leistungsverlust im Bremswiderstand durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindert werden. Nur der Frequenzumrichter kann das Schütz steuern.

⚠ VORSICHT

Bitte beachten Sie, dass abhängig von der Versorgungsspannung Spannungen bis zu 1099 VDC an den Klemmen anliegen können.

Baugröße F Anforderungen

Der Bremswiderstand muss an den Bremsklemmen in jedem Wechselrichtermodul angeschlossen werden.

8.7.4 Anschließen eines PCs an einen Frequenzumrichter

Installieren Sie zur Regelung des Frequenzumrichters über einen PC die Konfigurationssoftware MCT 10.

Der PC ist über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS485-Schnittstelle angeschlossen, wie im Abschnitt *Busanschluss* im Programmierungshandbuch gezeigt.

USB ist eine serielle Schnittstelle mit 4 abgeschirmten Kabeln, bei dem Erdkontakt 4 mit der Abschirmung in der USB-Schnittstelle verbunden ist. Beim Anschluss des PCs an einen Frequenzumrichter per USB-Kabel besteht die Gefahr, den USB-Host-Regler des PCs zu beschädigen. Alle Standard-PCs werden ohne galvanische Trennung in der USB-Schnittstelle gefertigt.

Jeder Masseanschluss-Potenzialunterschied, der sich daraus ergibt, dass die im Produkthandbuch „Netz- und Masseanschluss“ enthaltenen Empfehlungen nicht berücksichtigt wurden, kann den USB-Host-Regler über die Abschirmung des USB-Kabels beschädigen.

Die Verwendung eines USB-Reparaturschalters mit galvanischer Trennung wird bei der Verbindung des PCs mit einem Frequenzumrichter über ein USB-Kabel zum Schutz des USB-Host-Reglers des PCs vor Masseanschluss-Potenzialunterschieden empfohlen.

Es wird empfohlen, auf die Verwendung eines PC-Leistungskabels mit Erdungsstecker zu verzichten, wenn der PC per USB-Kabel mit dem Frequenzumrichter verbunden ist. Durch dieses Kabel reduziert sich der Masseanschluss-Potenzialunterschied, jedoch werden nicht alle Potenzialunterschiede eliminiert, da Erde und Abschirmung über die USB-Schnittstelle des PCs miteinander verbunden sind.

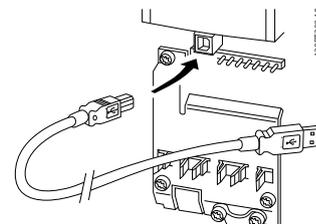


Abbildung 8.90 USB-Anschluss.

8.7.5 Die FC 300 PC-Software

Datenspeicherung im PC über MCT 10-Konfigurationssoftware:

1. Verbinden Sie den PC über eine USB-Kommunikationsschnittstelle mit dem Gerät.
2. Öffnen Sie die MCT 10-Konfigurationssoftware
3. Wählen Sie im Abschnitt „Netzwerk“ die USB-Schnittstelle aus
4. Wählen Sie „Kopieren“ aus
5. Wählen Sie den Abschnitt „Projekt“ aus
6. Wählen Sie „Einfügen“ aus

7. Wählen Sie die Option „Save as“ (Speichern unter).

Alle Parameter sind nun gespeichert.

Datenübertragung vom PC zum Frequenzumrichter über MCT 10-Konfigurationssoftware:

1. Verbinden Sie den PC über eine USB-Kommunikationsschnittstelle mit dem Gerät.
2. Öffnen Sie die MCT 10-Konfigurationssoftware
3. Wählen Sie die Option „Open“ (Öffnen). Die gespeicherten Dateien werden angezeigt.
4. Öffnen Sie die gewünschte Datei.
5. Wählen Sie „Zum Frequenzumrichter schreiben“.

Alle Parameter werden nun an den Frequenzumrichter übertragen.

Ein gesondertes Handbuch für die MCT 10-Konfigurationssoftware, MG.10.RX.YY, ist verfügbar.

8.8.1 Hochspannungsprüfung

Führen Sie eine Hochspannungsprüfung durch Kurzschließen der Anschlüsse U, V, W, L₁, L₂ und L₃ durch. Legen Sie dann eine Sekunde lang maximal 2,15 kV DC (bei 380-500-V-Frequenzumrichtern) und 2,525 kV DC (bei 525-690-V-Frequenzumrichtern) zwischen diesem Kurzschluss und der Gehäusemasse an.

⚠️ WARNUNG

Werden Hochspannungsprüfungen an der gesamten Anlage durchgeführt, unterbrechen Sie die Netz- und Motorverbindung, wenn zu hohe Ableitströme auftreten.

8.8.2 Erdung

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

- Schutzerdung: Bitte beachten Sie, dass der Frequenzumrichter einen hohen Ableitstrom hat und aus Sicherheitsgründen richtig geerdet werden muss. Wenden Sie geltende Sicherheitsvorschriften an.
- Hochfrequenzerdung: Halten Sie die Erdungsleiterverbindungen so kurz wie möglich.

Schließen Sie die unterschiedlichen Erdungssysteme an die niedrigst mögliche Leiterimpedanz an. Die niedrigst mögliche Leiterimpedanz erreichen Sie, indem Sie den Leiter so kurz wie möglich halten und die Erdung möglichst großflächig aufliegen.

Die Metallgehäuse der verschiedenen Geräte sind an der Rückwand des Schaltschranks mit der niedrigst möglichen HF-Impedanz zu befestigen. Dies vermeidet, unterschiedliche HF-Spannungen für die einzelnen Geräte

und vermeidet ebenfalls die Gefahr von Funkstörströmen, die in Verbindungskabeln auftreten, die zwischen den Geräten verwendet werden. Die Funkstörungen müssen reduziert werden.

Verwenden Sie die Befestigungsschrauben der Geräte als HF-Anschluss an der Rückwand, um eine niedrige HF-Impedanz zu erhalten. Entfernen Sie eventuell vorhandene isolierende Beschichtung von den Befestigungsstellen.

8.8.3 Schutzerdung

Der Frequenzumrichter weist hohe Ableitströme auf und ist deshalb aus Sicherheitsgründen gemäß EN 50178 zu erden.

⚠️ WARNUNG

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-gerechte Installation von Frequenzumrichtern aufgeführt. 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 (Industriebereich) geplant oder wird die Installation von einem eigenen Trafo versorgt, darf von diesen Richtlinien abgewichen werden. Siehe auch Abschnitte *CE-Kennzeichnung*, *Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen* und *EMV-Prüfergebnisse*.

EMV-gerechte elektrische Installation:

- Verwenden Sie nur abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerkabel. Die Schirmabdeckung muss mindestens 80 % betragen. Das Abschirmungsmaterial muss 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 EMV-Schirmwirkung flexibler Installationsrohre variiert sehr stark; hier sind entsprechende Herstellerangaben einzuholen.

- Erden Sie die Abschirmung/das Installationsrohr bei Motor- und Steuerkabeln beidseitig. In einigen Fällen ist es nicht möglich, die Abschirmung an beiden Enden anzuschließen. In diesem Fall schließen Sie die Abschirmung zumindest am Frequenzumrichter an. Siehe auch *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.
- Vermeiden Sie Installationen mit verdrillten Abschirmungsenden (sog. Pigtails). Sie erhöhen die Impedanz der Abschirmung und beeinträchtigen so den Abschirmeffekt bei hohen Frequenzen. Verwenden Sie stattdessen niederohmige Kabelschellen oder EMV-Kabelanschlüsse.
- Verwenden Sie nach Möglichkeit in Schaltschränken ebenfalls nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel.

Abbildung 8.91 zeigt das Beispiel einer EMV-gerechten elektrischen Installation eines IP20-Frequenzumrichters. Der Frequenzumrichter 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*.

Führen Sie die Abschirmung möglichst dicht an den elektrischen Anschluss.

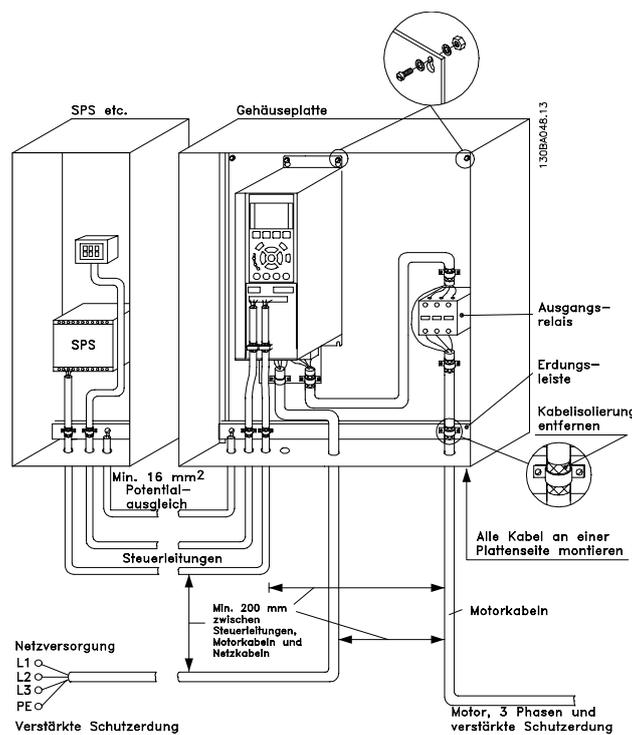


Abbildung 8.91 EMV-gerechte elektrische Installation eines Frequenzumrichters in einem Schaltschrank.

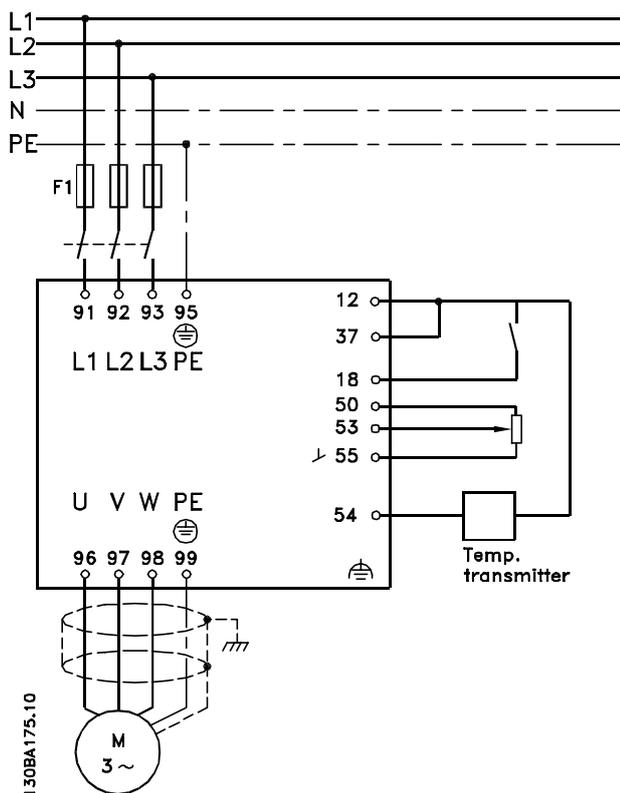


Abbildung 8.92 Elektrisches Anschlussbild.

8

8.9.2 Verwendung EMV-gerechter Kabel

Danfoss empfiehlt die Verwendung abgeschirmter Kabel, um die EMV-Immunität der Steuerkabel zu optimieren und die EMV-Emission der Motorkabel zu verhindern.

Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störstrahlung zu reduzieren, hängt von der Übertragungsimpedanz (Z_T) ab. Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störungen zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerem Z_T wirksamer sind als Abschirmungen mit höherer Übertragungsimpedanz 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 jedoch einigermaßen abschätzen.

Die Übertragungsimpedanz (Z_T) kann aufgrund folgender Faktoren beurteilt werden:

- Leitfähigkeit des Abschirmmaterials
- Kontaktwiderstand zwischen den Leitern des Abschirmmaterials
- Schirmabdeckung, d. h., die physische Fläche des Kabels, die durch den Schirm abgedeckt ist; wird häufig in Prozent angegeben
- Art der Abschirmung (geflochten oder verdreht)

- a. Aluminium-Ummantelung mit Kupferdraht
- b. Gewundener Kupferdraht oder bewehrtes Stahldrahtkabel
- c. Einlagiges Kupferdrahtgeflecht mit prozentual schwankender Schirmabdeckung Danfoss-Mindestanforderung.
- d. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht
- e. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht mit magnetischer, abgeschirmter Zwischenlage
- f. In Kupfer- oder Stahlrohr geführtes Kabel
- g. Bleikabel mit 1,1 mm Wandstärke

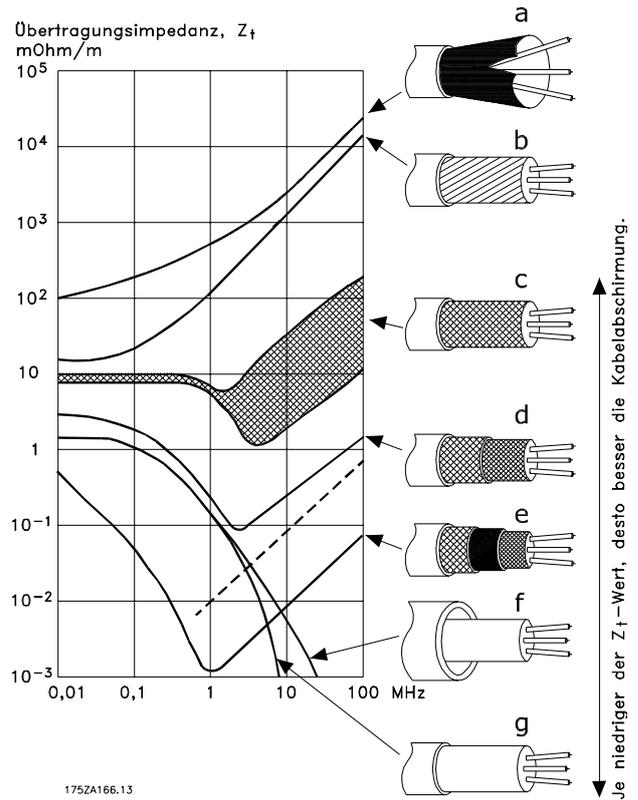


Abbildung 8.93

8.9.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel

Richtige Abschirmung

Die bevorzugte Methode zur Abschirmung ist in den meisten Fällen die beidseitige Befestigung von Steuer- und seriellen Schnittstellenkabeln mit Schirmbügeln, um möglichst großflächigen Kontakt von Hochfrequenzkabeln zu erreichen.

Wenn das Massepotential zwischen Frequenzumrichter und PLC abweicht, können elektrische Störungen des gesamten Systems auftreten. Schaffen Sie Abhilfe durch das Anbringen einer Ausgleichskabels neben dem Steuerkabel. Mindestkabelquerschnitt: 16 mm².

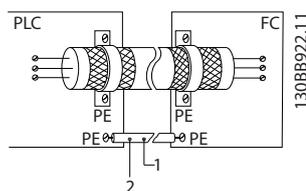


Abbildung 8.94

50/60-Hz-Erdschleife

Bei Verwendung sehr langer Steuerkabel können 50/60-Hz-Brummschleifen auftreten. Zur Eliminierung von Erdschleifen können Sie ein Ende der Verbindung zwischen Abschirmung und Erdung an einen 100-nF-Kondensator anschließen (Leitungen kurz halten).

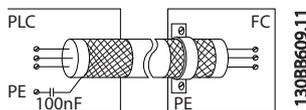


Abbildung 8.95

Vermeidung von EMV-Störgeräuschen an Kabeln für serielle Kommunikation

Diese Klemme ist intern über ein RC-Glied mit Erde verbunden. Verwenden Sie verdrehte Leiter (Twisted-Pair), um die zwischen den Leitern eingestrahlt Störungen zu reduzieren. Die empfohlene Methode ist unten dargestellt:

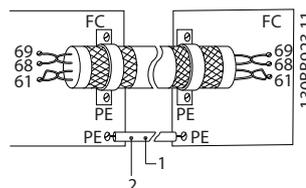


Abbildung 8.96

Alternativ kann die Verbindung zu Klemme 61 gelöst werden:

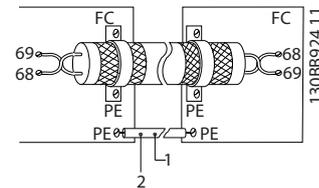


Abbildung 8.97

8.9.4 EMV-Schalter

Netzversorgung von Erde getrennt

Wird der Frequenzumrichter von einer isolierten Netzstromquelle (IT-Netz, potentialfreie Dreieckschaltung) oder TT/TN-S Netz mit geerdetem Zweig (geerdete Dreieckschaltung) versorgt, so wird empfohlen, den EMV-Schalter über 14-50 EMV-Filter am Frequenzumrichter und 14-50 EMV-Filter am Filter auf OFF (AUS)¹⁾ zu stellen.

Weitere Informationen siehe IEC 364-3. Wenn optimale EMV-Leistung benötigt wird, parallele Motoren angeschlossen sind oder die Motorkabellänge 25 m überschreitet, wird empfohlen, 14-50 EMV-Filter auf [EIN] zu stellen.

¹⁾ Nicht bei 525-600/690-V-Frequenzumrichtern in den Baugrößen D, E und F verfügbar.

Bei Einstellung auf OFF (AUS) sind die internen EMV-Kapazitäten (Filterkondensatoren) zwischen Gehäuse und Zwischenkreis abgeschaltet, um Beschädigung am Zwischenkreis zu vermeiden und die Erdkapazitäten (gemäß IEC 61800-3) zu reduzieren.

Bitte lesen Sie auch den Anwendungshinweis VLT am IT-Netz, MN.90.CX.02. Es ist wichtig, Isolationsüberwachungsgeräte zu verwenden, die zusammen mit Leistungselektronik verwendet werden können (IEC 61557-8).

8.10.1 Netzversorgungstörungen/-oberwellen

Ein Frequenzumrichter nimmt einen nicht sinusförmigen Strom aus dem Netz auf, wodurch der Eingangsstrom I_{RMS} erhöht wird. Ein nicht sinusförmiger Strom wird anhand einer Fourier-Analyse umgewandelt und in sinusförmige Ströme verschiedener Frequenzen aufgeteilt, d. h. verschiedene Oberwellenströme I_N mit einer Grundfrequenz von 50 Hz:

Oberwellenströme	I_1	I_5	I_7
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

Tabelle 8.90

Die Oberwellen haben keine direkte Auswirkung auf die Leistungsaufnahme, erhöhen aber die Wärmeverluste im System (Transformatoren, Kabel). Deshalb müssen Oberwellenströme in Anlagen mit einem höheren Prozentanteil der Gleichrichterlast niedrig gehalten werden, damit eine Überlast des Transformators sowie hohe Temperaturen in den Kabeln vermieden werden.

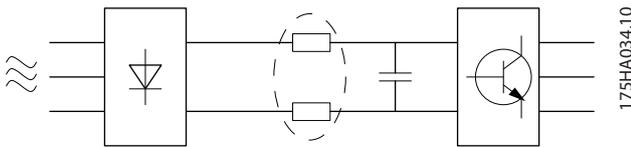


Abbildung 8.98

HINWEIS

Oberwellenströme können eventuell Kommunikationsgeräte stören, die an denselben Transformator angeschlossen sind, oder Resonanzen in Verbindung mit Anlagen zur Leistungsfaktorkorrektur verursachen.

Oberwellenströme im Vergleich zum RMS-Eingangsstrom:

	Eingangsstrom
I_{RMS}	1,0
I_1	0,9
I_5	0,4
I_7	0,2
I_{11-49}	< 0,1

Tabelle 8.91

Damit die Oberwellenströme gering gehalten werden, ist der Frequenzumrichter standardmäßig mit Zwischenkreisspulen ausgestattet.

8.10.2 Die Auswirkungen von Oberwellen in einem Energieverteilungssystem

In *Abbildung 8.99* wird ein Transformator primärseitig an einen gemeinsamen Kopplungspunkt (PCC1) an der Mittelspannungsversorgung angeschlossen. Die Impedanz des Transformators wird als Z_{xfr} bezeichnet und speist mehrere Lasten. Der gemeinsame Kopplungspunkt, an dem alle Lasten miteinander verbunden werden, heißt PCC2. Jede Last wird durch Kabel mit einer Impedanz Z_1, Z_2, Z_3 angeschlossen.

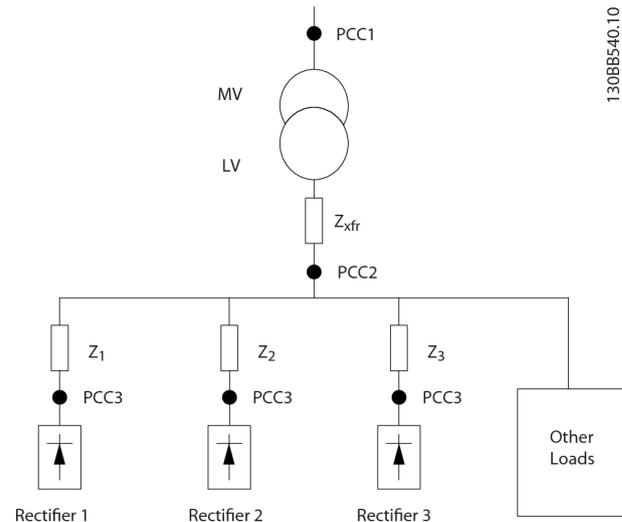


Abbildung 8.99 Kleines Verteilungssystem

Oberwellen durch nicht lineare Lasten verursachen aufgrund des Spannungsabfalls an den Impedanzen des Verteilungssystems eine Spannungsverzerrung. Höhere Impedanzen führen zu höherer Spannungsverzerrung.

Stromverzerrung bezieht sich auf die Geräteleistung und die individuelle Last. Spannungsverzerrung bezieht sich auf die Systemleistung. Die Spannungsverzerrung im PCC kann nicht allein durch Kenntnis der Oberwellenleistung der Last bestimmt werden. Zur Vorhersage der Verzerrung im PCC müssen die Konfiguration des Verteilungssystems und die entsprechenden Impedanzen bekannt sein.

Oft wird die Impedanz eines Netzes als Kurzschlussverhältnis R_{sce} bezeichnet, die als Verhältnis zwischen der Kurzschlusscheinleistung der Versorgung am PCC (S_{sc}) und der Nennscheinleistung der Last (S_{equ}) definiert wird.

$$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$$

Dabei gilt: $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{Versorgung}}$ und $S_{equ} = U \times I_{equ}$

Oberwellen haben zwei negative Auswirkungen:

- Sie tragen zur Systemverlusten (in Verkabelung und Transformator) bei
- Sie verursachen Störungen in anderen Lasten und erhöhen deren Verluste

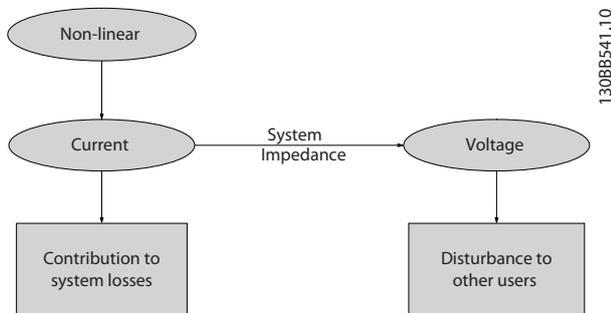


Abbildung 8.100

8.10.3 Normen und Vorschriften zur Begrenzung von Oberwellen

Die Anforderungen zu Begrenzung von Oberwellen können wie folgt lauten:

- Anwendungsspezifische Anforderungen
- Normen müssen eingehalten werden

Die anwendungsspezifischen Anforderungen gelten für eine bestimmte Installation, in der die Oberwellen aus technischen Gründen begrenzt werden müssen.

Beispiel: Ein 250-kVa-Transformator, an den zwei 110-kW-Motoren angeschlossen sind, reicht aus, wenn einer der Motoren direkt online angeschlossen ist und der andere von einem Frequenzumrichter versorgt wird. Allerdings wird der Transformator unterdimensioniert, wenn beide Motoren von Frequenzumrichtern versorgt werden. Durch zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung von Oberwellen in der Installation oder die Auswahl von Frequenzumrichtern mit geringen Oberwellen können beide Motoren mit Frequenzumrichtern betrieben werden.

Es gibt verschiedene Normen, Vorschriften und Empfehlungen zur Oberwellenreduzierung. In verschiedenen Ländern und Branchen gelten verschiedene Vorgaben. Folgende Normen werden am häufigsten angewandt:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Einzelheiten zu jeder Norm sind in jedem Projektierungshandbuch AHF005/010 zu finden.

8.10.4 Oberwellenreduzierung

Zur zusätzlichen Eliminierung von Oberwellen, falls erforderlich, bietet Danfoss eine breite Palette an Vorrichtungen zur Oberwellenreduzierung. Diese sind:

- VLT 12-Puls-Frequenzumrichter
- VLT AHF-Filter
- VLT Low Harmonic Drives
- VLT Active Filter

Die Auswahl der passenden Lösung hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Das Netz (Hintergrundverzerrung, Netzasymmetrie, Resonanz und Versorgungsart (Transformator/Generator))
- Anwendung (Lastprofil, Anzahl und Größe der Lasten)
- Lokale/nationale Vorschriften/Anforderungen (IEEE519, IEC, G5/4 usw.)
- Gesamtbetriebskosten (Kosten für Inbetriebnahme, Wirkungsgrad, Wartung usw.)

8.10.5 Berechnung von Oberwellen

Mit der Berechnungssoftware MCT31 von Danfoss können der Grad der Spannungsstörungen im Netz sowie die notwendigen Vorkehrungen bestimmt werden. Das freie Tool VLT® Harmonic Calculation MCT 31 kann unter www.danfoss.com heruntergeladen werden. Das Hauptaugenmerk der Software liegt auf der Benutzerfreundlichkeit, und sie ist auf Systemparameter beschränkt, die normal zugänglich sind.

8.11 Fehlerstromschutzschalter - FC 300 Projektierungshandbuch

Je nach Anforderung der örtlichen Sicherheitsvorschriften kann als zusätzliche Schutzmaßnahme ein Fehlerstromschutzeinrichtung (FI-Schalter), zusätzliche Schutzerdung oder Nullung eingesetzt werden.

Bei einem Erdschluss kann im Fehlerstrom ein Gleichstromanteil enthalten sein.

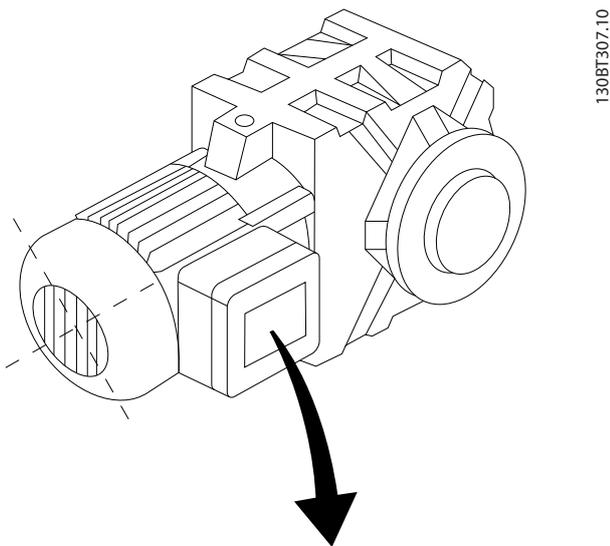
Bei Verwendung von Fehlerstromschutzschaltern ist darauf zu achten, dass die örtlich geltenden Vorschriften eingehalten werden. Der verwendete Schutzschalter muss für die Absicherung von Geräten mit dreiphasiger Gleichrichterbrücke und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Siehe auch Abschnitt *Erdableitstrom*.

8.12 Erste Inbetriebnahme und Test

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

1. Schritt. Überprüfen Sie das Motor-Typenschild.

Der Motor hat entweder Stern- (Y) oder Dreieck-(Δ)-Schaltung. Diese Informationen befinden sich auf dem Motor-Typenschild.



BAUER D-7 3734 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	0,80		3,6	A
1,7L				
B	IP 65	H1/1A		

Abbildung 8.101

2. Schritt. Geben Sie die Motor-Typenschilddaten in diese Parameterliste ein.

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

- 1-20 Motornennleistung [kW]
1-21 Motornennleistung [PS]
- 1-22 Motornennspannung
- 1-23 Motornennfrequenz
- 1-24 Motornennstrom

5. 1-25 Motornendrehzahl

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

Durch die Ausführung einer AMA wird eine optimale Motorleistung sichergestellt. Die AMA misst diese Werte vom entsprechenden Diagramm für das Motormodell.

1. Schließen Sie Klemme 37 an Klemme 12 an (wenn Klemme 37 verfügbar ist).
2. Schließen Sie die Klemme 27 an Klemme 12 an oder stellen Sie 5-12 Klemme 27 *Digitaleingang* auf "Ohne Funktion".
3. Aktivieren Sie die AMA 1-29 *Autom. Motoranpassung*.
4. Sie können zwischen reduzierter oder kompletter AMA wählen. Ist ein Sinusfilter vorhanden, darf nur die reduzierte AMA ausgeführt werden. Andernfalls ist das Sinusfilter während des AMA-Vorgangs.
5. Drücken Sie die [OK]-Taste. Im Display wird "AMA mit [Hand on] starten" angezeigt.
6. Drücken Sie die [Hand on]-Taste. Ein Statusbalken stellt den Verlauf der AMA dar.

Vorzeitiges Abbrechen des AMA

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

Erfolgreiche AMA

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

Fehlgeschlagene AMA

1. Der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm an. Eine Beschreibung des Alarms finden Sie im Kapitel *Warnungen und Alarme*.
2. „Wert“ im [Alarm Log] zeigt die zuletzt vor dem Übergang des Frequenzumrichters in den Alarmzustand von der AMA ausgeführte Messsequenz an. Diese Nummer zusammen mit der Beschreibung des Alarms hilft Ihnen bei der Fehlersuche. Wenn Sie mit der Service-Abteilung von Danfoss in Kontakt treten, notieren Sie zuvor Alarmnummer und Alarmbeschreibung.

Häufige Ursache für eine fehlgeschlagene AMA sind falsch registrierte Motor-Typenschilddaten oder auch eine zu große Differenz zwischen der Nennleistung des Motors und der Nennleistung des Frequenzumrichters.

4. Schritt. Einstellung der Drehzahlgrenze und Rampenzeitzeit

Stellen Sie die Grenzwerte für Drehzahl und Rampenzeitzeit gemäß den Anforderungen der Anwendung ein:

3-02 Minimaler Sollwert

3-03 Max. Sollwert

4-11 Min. Drehzahl [UPM] oder 4-12 Min. Frequenz [Hz]

4-13 Max. Drehzahl [UPM] oder 4-14 Max Frequenz [Hz]

3-41 Rampenzeit Auf 1

3-42 Rampenzeit Ab 1

9 Anwendungsbeispiele

HINWEIS

Zwischen Klemme 12 (oder 13) und Klemme 27 kann ein Jumper-Draht für den Betrieb des Frequenzumrichters verwendet werden, wenn werkseitig voreingestellte Programmierwerte verwendet werden. Nähere Angaben finden Sie in .

Die Beispiele in diesem Abschnitt sollen als Schnellreferenz für häufige Anwendungen dienen.

- Parametereinstellungen sind die regionalen Werkseinstellungen, sofern nicht anders angegeben (in 0-03 Ländereinstellungen ausgewählt).
- Den Klemmen zugeordnete Parameter und deren Einstellungen werden neben den Zeichnungen dargestellt
- Wenn Schalteinstellungen für die analogen Klemmen A53 und A54 erforderlich sind, werden diese ebenfalls dargestellt

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Komplette Anpassung
D IN	19		
COM	20	5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[2]* Motorfreilauf (inv.)
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
* = Werkseinstellung			
Hinweise/Anmerkungen: Die Parametergruppe 1-2* muss entsprechend dem Motor eingestellt werden			
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 9.1 AMA mit Anschluss von T27

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 9.2 AMA ohne Anschluss von T27

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
* = Werkseinstellung			
Hinweise/Anmerkungen:			

Tabelle 9.3 Analoger Drehzahlsollwert (Spannung)

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	6-12 Klemme 53	4 mA*
D IN	19	Skal. Min.Strom	
COM	20	6-13 Klemme 53	20 mA*
D IN	27	Skal. Max.Strom	
D IN	29	6-14 Klemme 53	ORPM
D IN	32	Skal. Min.-Soll/	
D IN	33	Istwert	
D IN	37	6-15 Klemme 53	1500RPM
		Skal. Max.-Soll/	
		Istwert	
* = Werkseinstellung			
Hinweise/Anmerkungen:			

Tabelle 9.4 Analoger Drehzahlsollwert (Strom)

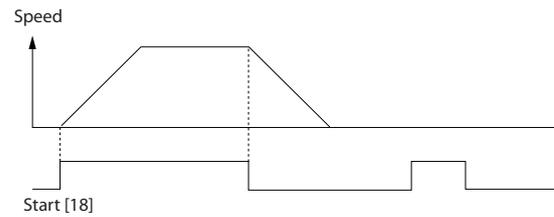


Abbildung 9.1

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	5-10 Klemme 18	[9] Puls-Start
D IN	19	Digitaleingang	
COM	20	5-12 Klemme 27	[6] Stopp
D IN	27	Digitaleingang	(invers)
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
		* = Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen:			
Wenn 5-12 Klemme 27 Digital- eingang auf [0] Ohne Funktion programmiert ist, wird keine Drahtbrücke zu Klemme 27 benötigt.			

Tabelle 9.6 Puls-Start/Stopp

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	5-10 Klemme 18	[8] Start*
D IN	19	Digitaleingang	
COM	20	5-12 Klemme 27	[0] Ohne
D IN	27	Digitaleingang	Funktion
D IN	29	5-19 Klemme 37	[1] S.Stopp/
D IN	32	Sicherer Stopp	Alarm
D IN	33		
D IN	37		
* = Werkseinstellung			
Hinweise/Anmerkungen:			
Wenn 5-12 Klemme 27 Digital- eingang auf [0] Ohne Funktion programmiert ist, wird keine Drahtbrücke zu Klemme 27 benötigt.			

Tabelle 9.5 Start-/Stopp-Befehl mit sicherem Stopp

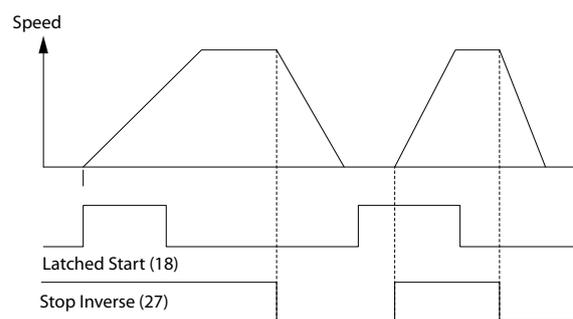


Abbildung 9.2

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	5-10 Klemme 18 <i>Digitaleingang</i>	[8] Start
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20	5-11 Klemme 19 <i>Digitaleingang</i>	[0]
D IN	27		Reversierung*
D IN	29	5-12 Klemme 27 <i>Digitaleingang</i>	[0] Ohne Funktion
D IN	32		
D IN	33	5-14 Klemme 32 <i>Digitaleingang</i>	[16]
D IN	37		Festsollwert Bit 0
+10 V	50	5-15 Klemme 33 <i>Digitaleingang</i>	[17]
A IN	53		Festsollwert Bit 1
A IN	54	3-10 Festsollwert	Festsollwert 0
COM	55		25%
A OUT	42		Festsollwert 1
COM	39		50%
			Festsollwert 2
			75%
			Festsollwert 3
			100%
			* = Werkseinstellung
			Hinweise/Anmerkungen:

Tabelle 9.7 Start/Stop mit Reversierung und 4 voreingestellten Drehzahlen

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	5-10 Klemme 18 <i>Digitaleingang</i>	[8] Start*
+24 V	13		
D IN	18	5-11 Klemme 19 <i>Digitaleingang</i>	[1] Reset
D IN	19		* = Werkseinstellung
COM	20	3-10 Festsollwert	Festsollwert 0
D IN	27		25%
D IN	29		Festsollwert 1
D IN	32		50%
D IN	33	5-12 Klemme 27 <i>Digitaleingang</i>	[19] Sollw. speich.
D IN	37		
+10 V	50	5-13 Klemme 29 <i>Digitaleingang</i>	[21] Drehzahl auf
A IN	53		
A IN	54	5-14 Klemme 32 <i>Digitaleingang</i>	[22] Drehzahl ab
COM	55		* = Werkseinstellung
A OUT	42	3-10 Festsollwert	Festsollwert 0
COM	39		25%
			Festsollwert 1
			50%
			Festsollwert 2
			75%
			Festsollwert 3
			100%
			* = Werkseinstellung
			Hinweise/Anmerkungen:

Tabelle 9.8 Externe Alarmquittierung

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	6-10 Klemme 53 <i>Skal.</i>	
+24 V	13		
D IN	18		Min.Spannung
D IN	19		0.07V*
COM	20	6-11 Klemme 53 <i>Skal.</i>	10V*
D IN	27		
D IN	29	6-14 Klemme 53 <i>Skal. Min.-Soll/Istwert</i>	0RPM
D IN	32		
D IN	33	6-15 Klemme 53 <i>Skal. Max.-Soll/Istwert</i>	1500RPM
D IN	37		
+10 V	50	3-10 Festsollwert	Festsollwert 0
A IN	53		25%
A IN	54	5-12 Klemme 27 <i>Digitaleingang</i>	[19] Sollw. speich.
COM	55		
A OUT	42	5-14 Klemme 32 <i>Digitaleingang</i>	[22] Drehzahl ab
COM	39		* = Werkseinstellung
			Hinweise/Anmerkungen:

Tabelle 9.9 Drehzahlsollwert (über ein manuelles Potentiometer)

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	5-10 Klemme 18 <i>Digitaleingang</i>	[8] Start*
+24 V	13		
D IN	18	5-11 Klemme 19 <i>Digitaleingang</i>	[1] Reset
D IN	19		* = Werkseinstellung
COM	20	3-10 Festsollwert	Festsollwert 0
D IN	27		25%
D IN	29		Festsollwert 1
D IN	32		50%
D IN	33	5-12 Klemme 27 <i>Digitaleingang</i>	[19] Sollw. speich.
D IN	37		
+10 V	50	5-13 Klemme 29 <i>Digitaleingang</i>	[21] Drehzahl auf
A IN	53		
A IN	54	5-14 Klemme 32 <i>Digitaleingang</i>	[22] Drehzahl ab
COM	55		* = Werkseinstellung
A OUT	42	3-10 Festsollwert	Festsollwert 0
COM	39		25%
			Festsollwert 1
			50%
			Festsollwert 2
			75%
			Festsollwert 3
			100%
			* = Werkseinstellung
			Hinweise/Anmerkungen:

Tabelle 9.10 Drehzahl auf/ab

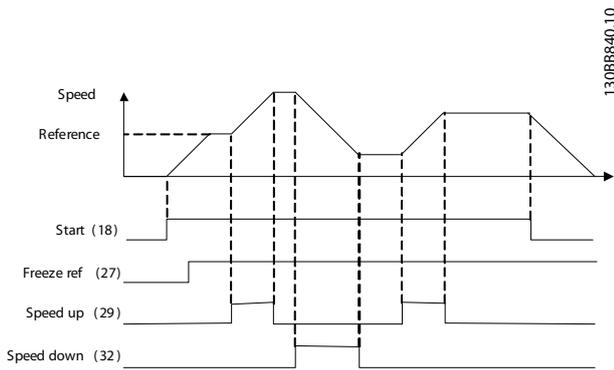


Abbildung 9.3

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	8-30 FC-Protokoll	FC*
D IN	19	8-31 Adresse	1*
D IN	32	8-32 Baudrate	9600*
COM 20		* = Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen:			
Wählen Sie in den oben genannten Parametern Protokoll, Adresse und Baudrate.			
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
R1	01, 02, 03		
R2	04, 05, 06		
	61, 68, 69		RS-485

Tabelle 9.11 RS-485-Netzwerkverbindung

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12		
+24 V	13		
D IN	18	1-90 Thermischer Motorschutz	[2] Thermistor Abschalt.
D IN	19		
COM	20		
D IN	27	1-93 Thermistoranschluss	[1] Analogeingang 53
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
* = Werkseinstellung			
Hinweise/Anmerkungen:			
Wenn nur eine Warnung gewünscht wird, muss 1-90 Thermischer Motorschutz auf [1] Thermistor Warnung programmiert werden.			
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
U-I			
A53			

Tabelle 9.12 Motorthermistor

9

VORSICHT

Thermistoren müssen verstärkt oder zweifach isoliert werden, um die PELV-Anforderungen zu erfüllen.

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	4-30 Drehgeberüberwachung Funktion	[1] Warnung
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50	4-31 Drehgeber max. Fehlabweichung	100RPM
A IN	53	4-32 Drehgeber Timeout-Zeit	5 Sek.
A IN	54	7-00 Drehgeber-rückführung	[2] Option MCB 102
COM	55	17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U]	1024*
A OUT	42	13-00 Smart Logic Controller	[1] Ein
COM	39	13-01 SL-Controller Start	[19] Warnung
RI	01	13-02 SL-Controller Stopp	[44] [Reset]-Taste
RI	02		
RI	03	13-10 Vergleich-Operand	[21] Warnnummer
R2	04	13-11 Vergleich-Funktion	[1] ≈*
R2	05		
R2	06	13-12 Vergleich-Wert	90
		13-51 SL-Controller Ereignis	[22] Vergleich 0
		13-52 SL-Controller Aktion	[32] Digitalausgang A-AUS
		5-40 Relaisfunktion	[80] SL-Digitalausgang A
* = Werkseinstellung			
Hinweise/Anmerkungen: Wenn die Grenze in der Rückführungsüberwachung überschritten wird, wird Warnung 90 ausgegeben. Der SLC überwacht Warnung 90, und wenn Warnung 90 WAHR wird, wird Relais 1 ausgelöst. Externe Geräte können dann anzeigen, dass ggf. eine Wartung erforderlich ist. Wenn der Rückführungsfehler innerhalb von 5 Sek. wieder unter diese Grenze fällt, läuft der Frequenzrichter weiter, und die Warnung verschwindet. Relais 1 bleibt hingegen ausgelöst, bis [Reset] auf dem LCP gedrückt wird.			

Tabelle 9.13 Verwendung von SLC zur Einstellung eines Relais

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	5-40 Relaisfunktion	[32] Mechanische Bremse
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50	5-10 Klemme 18 Digitaleingang	[8] Start*
A IN	53	5-11 Klemme 19 Digitaleingang	[11] Start + Reversierung
A IN	54	1-71 Startverzög.	0,2
COM	55	1-72 Startfunktion	[5] VVC+/Flux Re.
A OUT	42	1-76 Startstrom	Im,n
COM	39	2-20 Bremse öffnen bei Motorstrom	Anw.-abhängig
RI	01	2-21 Bremse schliessen bei Motordrehzahl	Hälfte des Nennschlupfs des Motors
RI	02		
R2	04	* = Werkseinstellung	
R2	05	Hinweise/Anmerkungen:	
R2	06		

Tabelle 9.14 Mechanische Bremssteuerung

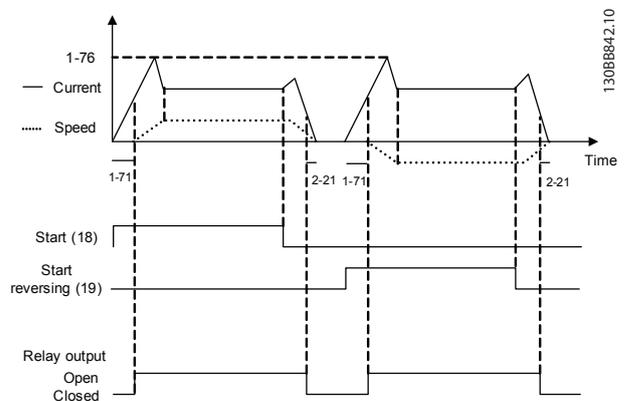


Abbildung 9.4

9.1.1 Drehgeberanschluss

Diese Anleitung soll die Konfiguration der Drehgeberverbindung mit dem Frequenzumrichter erleichtern. Vor der Konfiguration des Drehgebers werden die Grundeinstellungen für eine Drehzahlregelung mit Rückführung gezeigt. Siehe auch 10.2 Drehgeber-Option MCB 102

Drehgeberanschluss an den Frequenzumrichter

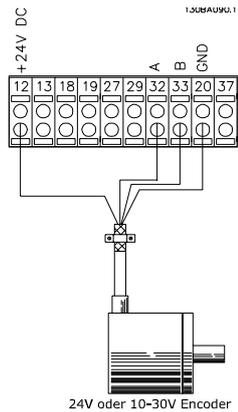


Abbildung 9.5

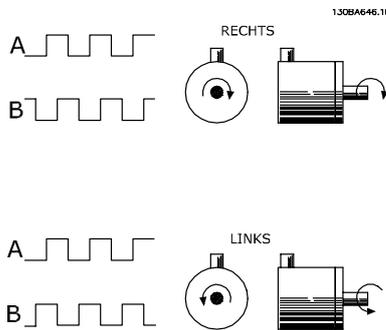


Abbildung 9.6 24-V-Inkrementalgeber. Max. Kabellänge 5 m.

9.1.2 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 in das Wellenende.

9.1.3 Frequenzumrichter mit Rückführung

Das System kann aus folgenden Elementen bestehen:

- Motor
- Hinzufügen (Getriebe) (Mechanische Bremse)
- FC 302
- Drehgeber als Rückführung
- Bremswiderstand für dynamisches Bremsen
- Übertragung
- Last

Bei Anwendungen mit mechanischer Bremssteuerung ist in der Regel ein Bremswiderstand erforderlich.

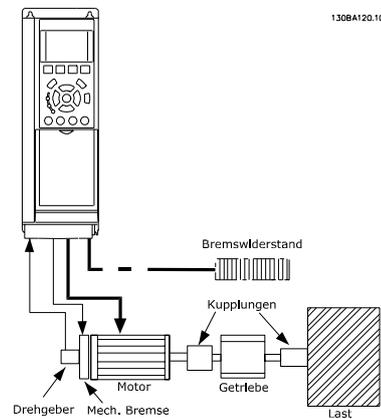


Abbildung 9.7 Basiskonfiguration für FC 302 Drehzahlregelung mit Rückführung

9.1.4 Programmieren von Momentgrenze und Stopp

Bei Anwendungen mit elektromechanischer Bremse, z. B. Hub-/Senk-Anwendungen, besteht die Möglichkeit, den Frequenzumrichter über einen 'Standard'-Stoppbefehl zu stoppen und die elektromechanische Bremse verzögerungsfrei zu aktivieren.

Das Beispiel unten zeigt die Programmierung der Frequenzumrichteranschlüsse.

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 Mot.freil./Res. inv. [3] und Klemme 29 Funktion auf Ausgang [1] und Momentgrenze und Stopp [27] zu programmieren.

Beschreibung:

Ist ein Stoppbefehl über Klemme 18 aktiv, ohne dass der Frequenzumrichter sich im Momentgrenzzustand befindet, so wird der Motor über die Rampenfunktion auf 0 Hz heruntergefahren.

Befindet sich der Frequenzumrichter im Momentgrenzzustand, und wird ein Stoppbefehl aktiviert, so wird Klemme 29 Ausgang (auf Momentgrenze und Stopp [27] programmiert) aktiviert. Das Signal an Klemme 27 wechselt von 'Logisch 1' zu 'Logisch 0', und der Motor geht in den Freilauf. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Hubanwendung auch dann stoppt, wenn der Frequenzumrichter selbst das erforderliche Drehmoment nicht herstellen kann (z. B. aufgrund von übermäßiger Last).

- Start/Stopp mit Klemme 18
5-10 Klemme 18 Digitaleingang Start [8]
- Schnellstopp mit Klemme 27
5-12 Klemme 27 Digitaleingang Motorfreilauf, invers [2]
- Klemme 29 Ausgang
5-02 Klemme 29 Funktion Klemme 29 Modus Ausgang [1]
5-31 Klemme 29 Digitalausgang Mom.grenze u. Stopp [27]
- Relaisausgang [0] (Relais 1)
5-40 Relaisfunktion Mechanische Bremse [32]

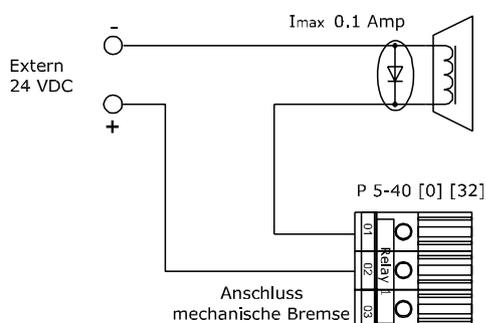
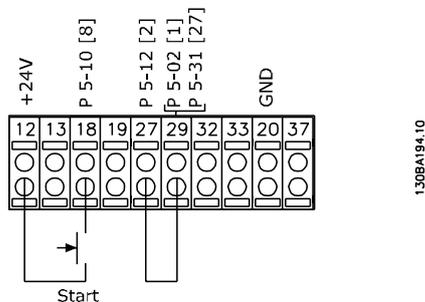


Abbildung 9.8

10 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet eine breite Palette an Optionen und Zubehör für VLT AutomationDrive.

10.1.1 Einbau von Optionsmodulen in Steckplatz A

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

10.1.2 Einbau von Optionsmodulen in Steckplatz B

Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter muss getrennt sein.

Es wird dringend empfohlen, die Parameterdaten zu speichern (z. B. über MCT 10 Software), bevor Optionsmodule des Frequenzumrichters eingefügt/entfernt werden.

- Entfernen Sie das LCP-Bedienteil, die Klemmenabdeckung und die LCP-Frontabdeckung vom Frequenzumrichter.
- Stecken Sie die Optionskarte MCB10x in Steckplatz B.
- Schließen Sie die Steuerkabel an und bringen Sie die beigelegten Zugentlastungsklemmen an.
* Entfernen Sie die Aussparung in der tieferen LCP-Frontabdeckung, sodass die Option unter die Frontabdeckung des LCP passt.
- Bringen Sie die tiefere LCP-Frontabdeckung und Klemmenabdeckung an.
- Bringen Sie das LCP oder eine Blindabdeckung an der Frontabdeckung des LCP an.
- Schließen Sie die Energiezufuhr am Frequenzumrichter an.
- Stellen Sie die zusätzlichen Funktionen in den entsprechenden Parametern ein. Siehe hierzu Abschnitt 4.5 *Allgemeine technische Daten*.

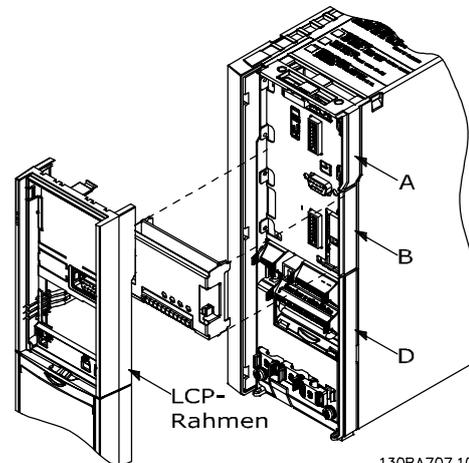


Abbildung 10.1 Baugrößen A2, A3 und B3

130BA707.10

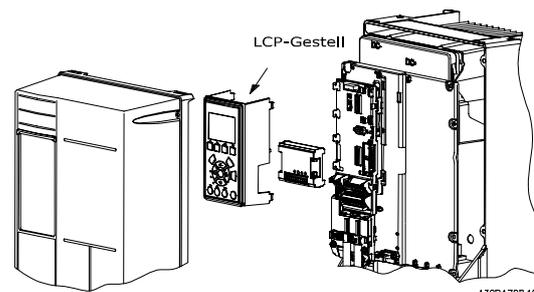


Abbildung 10.2 Baugrößen A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 und C4

130BA708.10

10.1.3 Einbau von Optionsmodulen in Steckplatz C

Die Zwischenkreiskondensatoren des Frequenzumrichters bleiben nach der Trennung vom Stromkreis geladen.

Es wird dringend empfohlen, die Parameterdaten zu speichern (z. B. über MCT10-Software), bevor Optionsmodule des Frequenzumrichters eingefügt/entfernt werden.

Bei der Installation einer C-Option ist ein Einbausatz erforderlich. Eine Liste der Bestellnummern finden Sie im Abschnitt *Bestellung*. Die Installation wird beispielhaft mit MCB 112 dargestellt. Weitere Informationen zur Installation von MCO 305 finden Sie im Produkthandbuch.

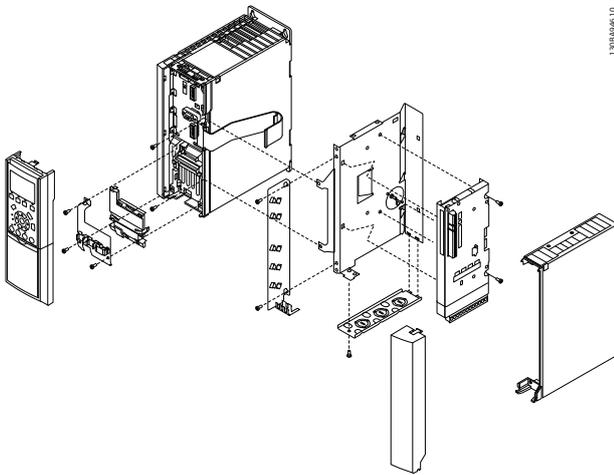


Abbildung 10.3 Baugrößen A2, A3 und B3

Sollen sowohl C0- als auch C1-Optionen installiert werden, finden die Installationen statt wie unten dargestellt. Hinweis: Dies ist nur bei den Baugrößen A2, A3 und B3 möglich.

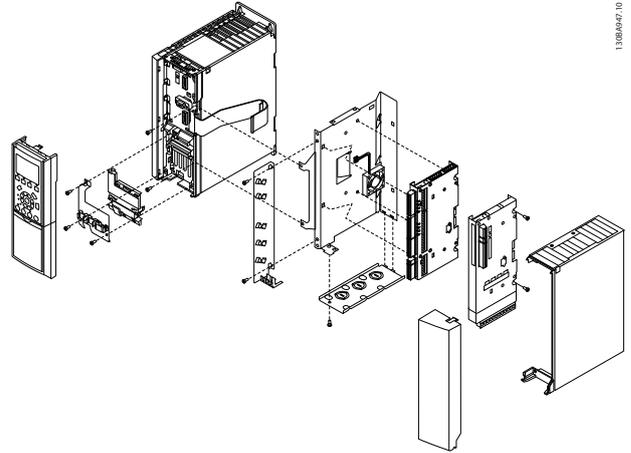


Abbildung 10.5 Baugrößen A2, A3 und B3

10.2 Universal-Eingangs-/Ausgangsmodul MCB 101

MCB 101 wird zur Erweiterung der Anzahl der digitalen und analogen Ein- und Ausgänge von FC 301 und FC 302 verwendet.

Inhalte: MCB 101 muss in Steckplatz B im VLT AutomationDrive eingeführt werden.

- MCB 101-Optionsmodul
- Vordere Gehäuseabdeckung für LCP
- Klemmenabdeckung

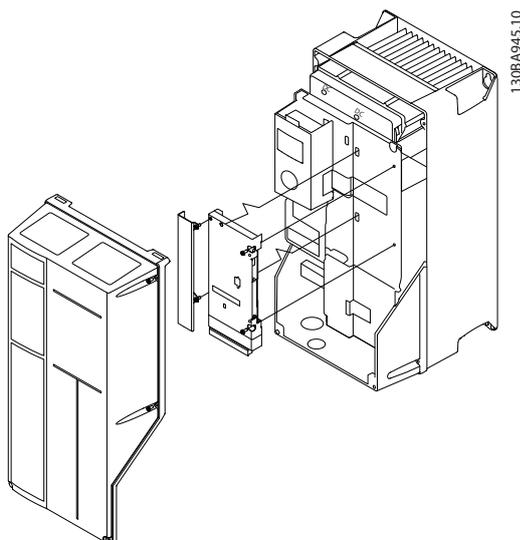


Abbildung 10.4 Baugrößen A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 und C4

Option MCB 101 Universal-E/A		FC-Serie B-Option										
SW.-Ver. XX.XX		Bestellnr. 130BXXXX										
COM	DIN	DIN7	DIN8	DIN9	GND(1)	DOUT3	DOUT4	AOUT2	24V	GND(2)	AIN3	AIN4
X30/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Abbildung 10.6

10.2.2 Digitaleingänge – Klemme X30/1-4:

Digitaleingang:

Anzahl Digitaleingänge	3
Klemmennummer	X30.2, X30.3, X30.4
Logik	PNP oder NPN
Spannungsniveau	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 (GND = 24 V)	< 14 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN (GND = 24 V)	> 19 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V kontinuierlich
Pulsfrequenzbereich	0 – 110 kHz
Arbeitszyklus, min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangsimpedanz	> 2 k Ω

10.2.3 Analogeingänge – Klemme X30/11, 12:

Analogeingang:

Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	X30.11, X30.12
Betriebsarten	Nennspannung
Spannungsniveau	0 – 10 V
Eingangsimpedanz	> 10 k Ω
Max. Spannung	20V
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Abweichung 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	FC 301: 20Hz/ 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	$\geq 600 \Omega$
Max. kapazitive Last	< 10 nF
Min. Ausgangsfrequenz	0 Hz
Maximale Ausgangsfrequenz	≤ 32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala

10.2.5 Analogausgang – Klemme X30/8:

Analogausgang:

Anzahl Analogausgänge	1
Klemmennummer	X30.8
Strombereich am Analogausgang	0 – 20 mA
Max. Last GND – Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Abweichung: 0,5 % des vollen Umfangs
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

10.3 Drehgeber-Option MCB 102

Das Drehgebermodul kann als Istwertquelle zur Flux-Vektor-Regelung mit Rückführung (1-02 Drehgeber Anschluss) sowie zur Drehzahlregelung mit Rückführung (7-00 Drehgeberrückführung) verwendet werden. Die Drehgeberoption wird in Parametergruppe 17-xx konfiguriert

Verwendet für

- VVC^{plus} mit Rückführung
- Flux-Vektor-Drehzahlregelung
- Flux-Vektor-Drehmomentregelung
- Permanentmagnet-Motor

Unterstützte Drehgebertypen:

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

Inkrementalgeber: 1 Vpp, Sinus/Cosinus

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

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

SSI-Drehgeber: 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.

HINWEIS

Die LEDs sind nur bei Entfernen des LCP sichtbar. Die Reaktion im Falle eines Drehgeberfehlers kann in 17-61 Drehgeber Überwachung gewählt werden: Deaktiviert, Warnung oder Alarm.

Wenn der Drehgeber-Optionssatz separat bestellt wird, enthält er folgende Elemente:

- Drehgeberoption MCB 102
- Verlängertes LCP-Gestell und vergrößerte Klemmenabdeckung

Die Drehgeberoption unterstützt keine FC 302-Frequenzumrichter, die vor der Kalenderwoche 50/2004 hergestellt wurden.

Min. Softwareversion: 2.03 (15-43 Softwareversion)

10

Steckerbezeichnung X31	Inkrementalgeber (siehe Grafik A)	SinCos-Drehgeber Hiperface [®] (siehe Grafik B)	EnDat-Drehgeber	SSI-Drehgeber	Beschreibung
1	NC			24V*	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	5V*	5-V-Ausgang (5 V ± 5 %, I _{max} : 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Eingang A	+COS	+COS		Eingang A
6	Eingang A inv	REFCOS	REFCOS		Eingang A inv
7	Eingang B	+SIN	+SIN		Eingang B
8	Eingang B inv	REFSIN	REFSIN		Eingang B inv
9	Eingang Z	+Daten RS-485	Taktausgang	Taktausgang	Eingang Z ODER +Daten RS485
10	Eingang Z inv	-Daten RS-485	Taktausgang inv.	Taktausgang inv.	Eingang Z ODER -Daten RS485
11	NC	NC	Daten ein	Daten ein	Künftige Verwendung
12	NC	NC	Daten ein inv.	Daten ein inv.	Künftige Verwendung
Max. 5 V bei X31.5-12					
* Stromversorgung für Drehgeber: siehe Daten auf Drehgeber					

Tabelle 10.1

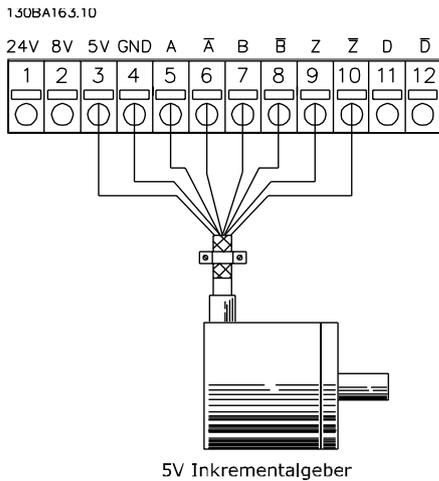


Abbildung 10.8

Max. Kabellänge 150 m.

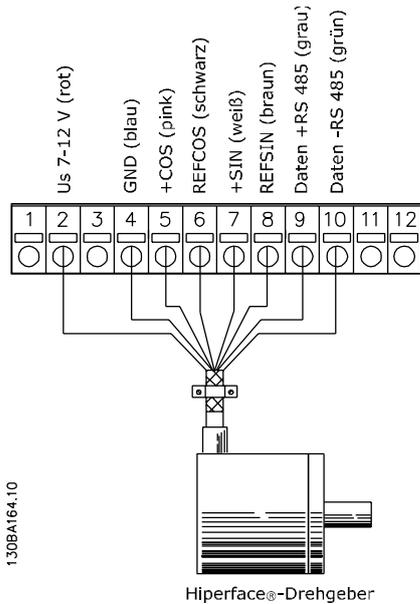


Abbildung 10.9

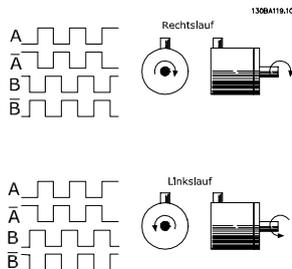


Abbildung 10.10

10.4 Resolver-Option MCB 103

Die Resolver-Option MCB 103 dient zur Rückführung des Resolverwertsignals vom Motor zum VLT AutomationDrive. Resolver werden im Wesentlichen als Motorwertgeräte für bürstenlose Synchronmotoren mit Permanentmagnet verwendet.

Bei separater Bestellung der Resolver-Option umfasst der entsprechende Satz:

- Resolver-Option MCB 103
- Verlängertes LCP-Gestell und vergrößerte Klemmenabdeckung

Parameterauswahl: 17-5x-Resolverschnittstelle.

Die Resolver-Option MCB 103 unterstützt viele verschiedene Resolverarten:

Resolver-Spezifikationen:	
Resolver-Pole:	17-50 Resolver Pole: 2 *2
Resolver-Eingangsspannung	17-51 Resolver Eingangsspannung: 2,0 – 8,0 V _{eff} *7,0 V _{eff}
Resolver-Eingangsfrequenz	17-52 Resolver Eingangsfrequenz: 2 – 15 kHz *10,0 kHz
Übersetzungsverhältnis	17-53 Übersetzungsverhältnis: 0,1 – 1,1 *0,5
Sekundäreingangsspannung	Max. 4 V _{eff}
Sekundärlast	Ca. 10 kΩ

Tabelle 10.2

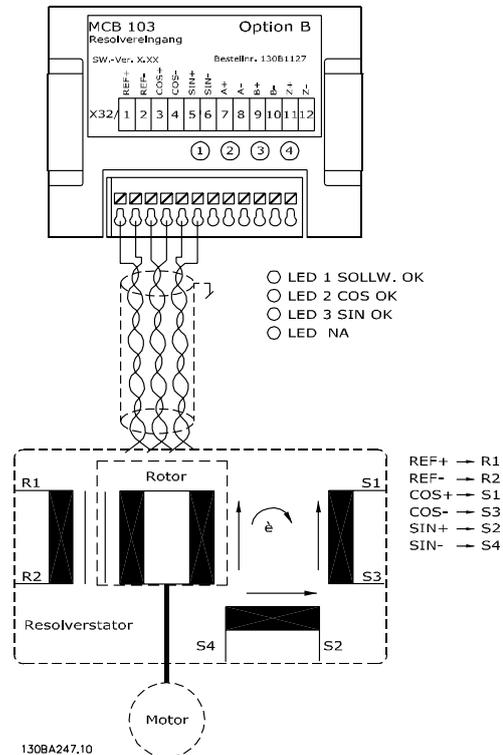


Abbildung 10.11

HINWEIS

Die Resolver-Option MCB 103 kann nur mit Resolvertypen mit Rotorversorgung verwendet werden. Resolver mit Statorversorgung können nicht eingesetzt werden.

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 2 leuchtet, wenn das Sinus-Signal vom Resolver i.O. ist.

Die LEDs leuchten, wenn 17-61 Drehgeber Überwachung auf Warnung oder Alarm eingestellt ist.

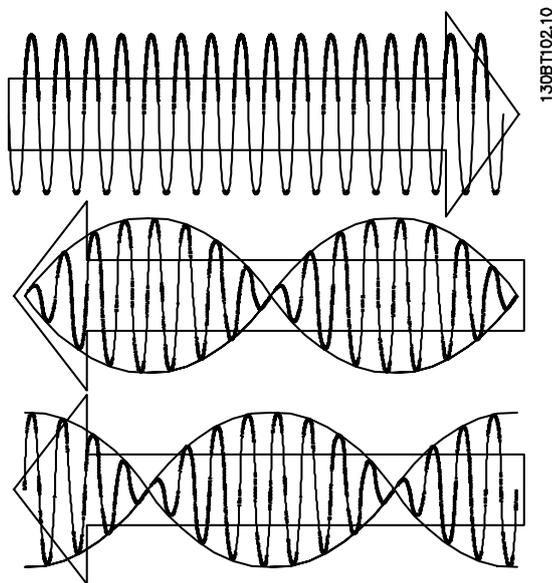


Abbildung 10.12

Einrichtungsbeispiel

In diesem Beispiel wird ein Motor mit Permanentmagnet (PM) mit einem Resolver als Drehzahlrückführung verwendet. Ein PM-Motor muss normalerweise im Fluxmodus betrieben werden.

Verdrahtung:

Die max. Kabellänge beträgt bei Verwendung eines Kabels mit verdrehten Leitern 150 m.

HINWEIS

Resolverkabel müssen abgeschirmt sein und von den Motorkabeln getrennt verlegt werden.

HINWEIS

Die Abschirmung des Resolverkabels muss korrekt am Abschirmblech angeschlossen und auf der Motorseite mit Masse (Erde) verbunden werden. Inbetriebnahmetest

HINWEIS

Immer abgeschirmte Motor- und Bremschopperkabel verwenden.

10

1-00 Regelverfahren	Mit Drehgeber [1]
1-01 Steuerprinzip	Fluxvektor mit Geber [3]
1-10 Motorart	PM, Vollpol [1]
1-24 Motornennstrom	Typenschild
1-25 Motornendrehzahl	Typenschild
1-26 Dauer-Nenn Drehmoment	Typenschild
AMA ist bei PM-Motoren nicht möglich	
1-30 Statorwiderstand (Rs)	Motordatenblatt
30-80 D-Achsen-Induktivität (Ld)	Motordatenblatt (mH)
1-39 Motorpolzahl	Motordatenblatt
1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM	Motordatenblatt
1-41 Geber-Offset	Motordatenblatt (normalerweise Null)
17-50 Resolver Pole	Resolver-Datenblatt
17-51 Resolver Eingangsspannung	Resolver-Datenblatt
17-52 Resolver Eingangsfrequenz	Resolver-Datenblatt
17-53 Übersetzungsverhältnis	Resolver-Datenblatt
17-59 Resolver aktivieren	Aktiviert [1]

Tabelle 10.3 Folgende Parameter einstellen

10.5 Relaisoption MCB 105

Die Option MCB 105 umfasst 3 SPDT-Kontakte und muss in Optionssteckplatz B eingeführt werden.

Elektrische Daten:

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

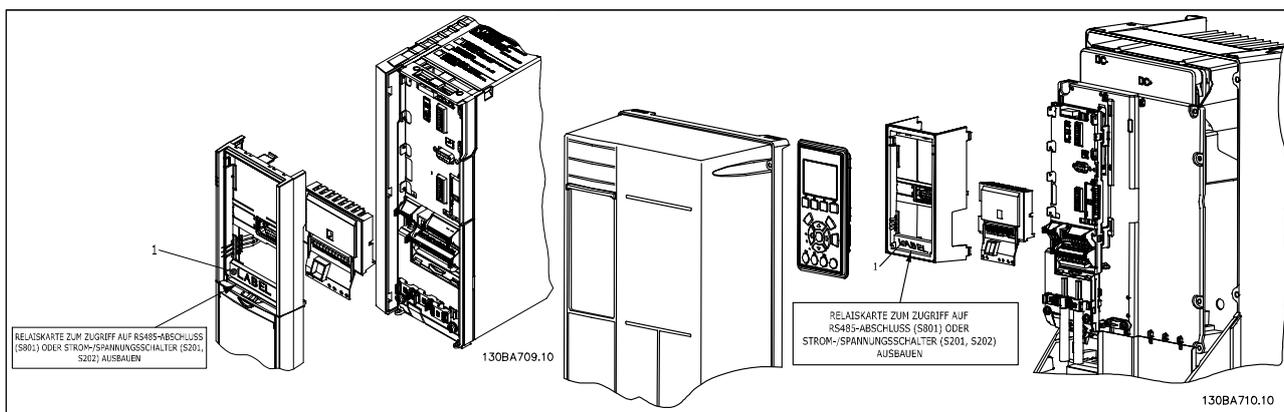
1) IEC 947 Teil 4 und 5

Wenn der Relaisoptionsatz separat verstellt wird, enthält er folgende Elemente:

- Relaismodul MCB 105
- Verlängertes LCP-Gestell und vergrößerte Klemmenabdeckung
- Aufkleber zur Abdeckung des Zugangs zu den Schaltern S201, S202 und S801
- Kabelbinder zur Befestigung der Kabel am Relaismodul

Die Drehgeberoption unterstützt keine FC 302-Frequenzumrichter, die vor der Kalenderwoche 50/2004 hergestellt wurden.

Min. Softwareversion: 2.03 (15-43 Softwareversion).



10

Tabelle 10.4

A2-A3-B3	A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4
¹⁾ WICHTIG! Der Aufkleber MUSS wie dargestellt auf dem LCP-Rahmen befestigt werden (UL-zugelassen).	

Tabelle 10.5

⚠️ WARNUNG

Warnung Dualversorgung

Installation der Option MCB 105:

- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter muss getrennt sein.
- Die Versorgung der stromführenden Teileverbindungen auf Relaisklemmen muss abgeklemmt werden.
- Entfernen Sie das LCP, die Klemmenabdeckung und das LCP-Gestell vom Frequenzumrichter.
- Installieren Sie die Option MCB 105 in Steckplatz B.
- Schließen Sie die Steuerkabel an und befestigen Sie diese mittels der beigefügten Kabelbinder am Gehäuse.
- Stellen Sie sicher, dass die Länge des abisolierten Drahts korrekt ist (siehe Zeichnung unten).

- Vermischen Sie keine stromführenden Teile mit Steuersignalen (PELV = Protective extra low voltage /Schutzkleinspannung).
- Bringen Sie das verlängerte LCP-Gestell und die vergrößerte Klemmenabdeckung an.
- Tauschen Sie den LCP aus.
- Schließen Sie die Energiezufuhr am Frequenzumrichter an.

- Wählen Sie die Relaisfunktionen in 5-40 Relaisfunktion [6-8], 5-41 Ein Verzög., Relais [6-8] und 5-42 Aus Verzög., Relais [6-8] aus.

HINWEIS

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

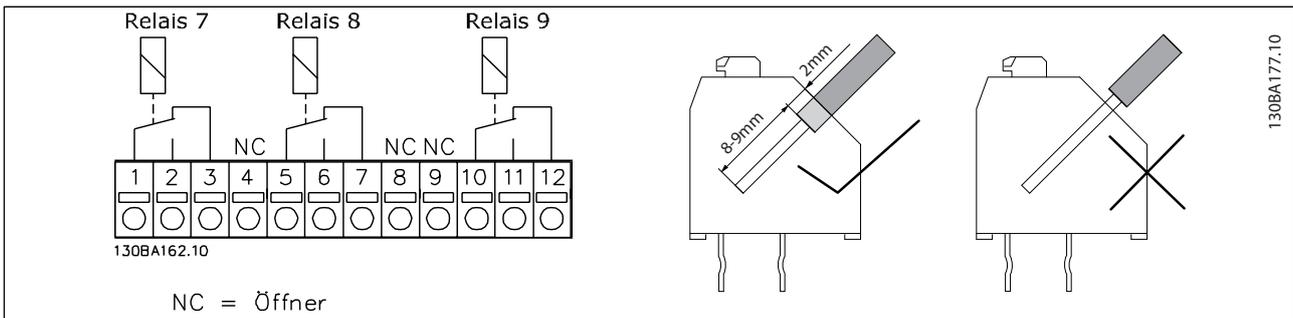


Tabelle 10.6

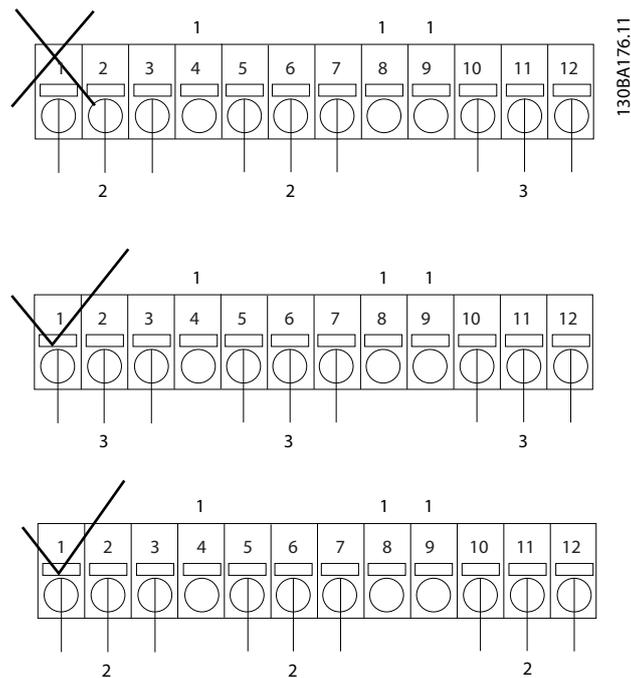


Abbildung 10.13

⚠️WARNING

24/48-V-Systeme (PELV) dürfen nicht mit Hochspannungssystemen kombiniert werden.

10.6 24V Backup-Option MCB 107

Externe 24-V-DC-Versorgung

Eine externe 24-V-DC-Versorgung kann für die Niederspannungsversorgung der Steuerkarte und aller installierten Optionskarten installiert werden. Dadurch wird ein ungeschränkter Betrieb des LCP (einschl. Parametereinstellung) ohne Netzanschluss ermöglicht.

Spezifikation der externen 24-V-DC-Versorgung:

Eingangsspannungsbereich	24 V DC $\pm 15\%$ (max. 37 V in 10 Sek.)
Max. Eingangsstrom	2.2A
Durchschnittlicher Eingangsstrom für den FC 302	0,9 A
Max. Kabellänge	75 m
Eingangskapazitätslast	< 10 uF
Einschaltverzögerung	< 0,6 Sek.
Die Eingänge sind gesichert.	

Klemmennummern:

Klemme 35: - externe 24-V-DC-Versorgung.

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

Befolgen Sie diese Schritte:

1. Entfernen Sie den LCP oder die Blindabdeckung
2. Entfernen Sie die Klemmenabdeckung
3. Entfernen Sie das Abschirmblech des Kabels und die darunterliegende Kunststoffabdeckung
4. Führen Sie die externe 24-V-DC-Backup-Versorgungsoption in den Optionssteckplatz ein
5. Bringen Sie das Abschirmblech des Kabels wieder an
6. Bringen Sie die Klemmenabdeckung und das LCP oder die Blindabdeckung wieder an.

Wenn das Steuerteil durch die Externe 24-V-DC-Versorgungsoption MCB 107 versorgt wird, wird die interne 24-V-Versorgung automatisch getrennt.

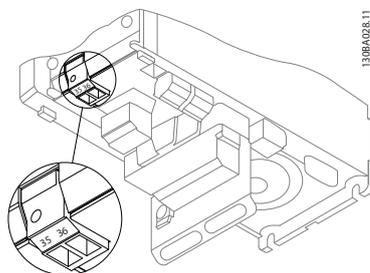


Abbildung 10.14 Verbindung zur externen 24-V-DC-Versorgung bei Baugrößen A2 und A3.

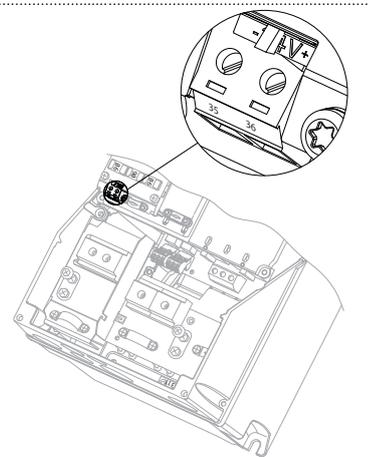


Abbildung 10.15 Verbindung zur externen 24-V-DC-Versorgung bei Baugrößen A5, B1, B2, C1 und C2.

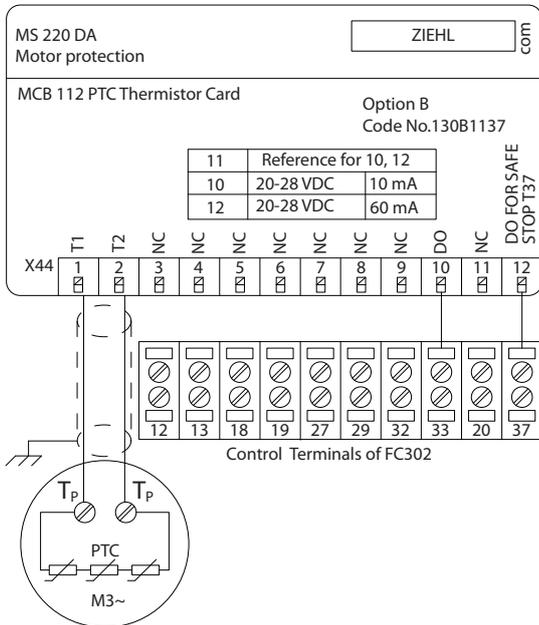
10.7 PTC-Thermistorkarte

Die Option ermöglicht die Temperaturüberwachung eines Elektromotors über einen galvanisch getrennten PTC-Thermistor-Eingang. Es handelt sich um eine B-Option für den FC 302 mit Sicherem Stopp.

Weiterführende Informationen zur Montage und Installation der Option finden Sie im Abschnitt 10.1.2 *Einbau von Optionsmodulen in Steckplatz B*. Für verschiedene Anwendungsmöglichkeiten siehe Kapitel 9 *Anwendungsbeispiele*.

X44/ 1 und X44/ 2 sind die Thermistor-Eingänge, X44/ 12 aktiviert die Funktion Sicherer Stopp des FC 302 (T-37), wenn die Thermistor-Werte dies erforderlich machen. X44/ 10 informiert den FC 302 über die Sicherer Stopp-Anforderung des , sodass ein geeigneter Umgang mit dem Alarm sichergestellt wird. Einer der Digitaleingänge des FC 302 (oder ein Digitaleingang einer installierten Option) muss auf PTC-Karte 1 [80] gestellt werden, um die Informationen von X44/ 10 verwenden zu können. 5-19 Klemme 37

Sicherer Stopp Klemme 37 Sicherer Stopp muss für die gewünschte Sicherer Stopp-Funktionalität (Standard ist Sicherer Stopp/Alarm) konfiguriert werden.



130BA638.10

ATEX-Zertifizierung mit FC 302

Die ist ATEX-konform, sodass der FC 302 in Verbindung mit der jetzt auch mit Motoren in potenziell explosiven Atmosphären verwendet werden kann. Weitere Informationen finden Sie im Produkthandbuch.



Tabelle 10.7

Abbildung 10.16

Elektrische Daten

Widerstands-Anschluss:

PTC entspricht der DIN 44081 und der DIN 44082

Anzahl	1..6 Widerstände in Reihe
Abschaltwert	3,3Ω ... 3,65Ω ... 3,85Ω
Rückschaltwert	1,7Ω ... 1,8Ω ... 1,95Ω
Auslösungstoleranz	± 6 °C
Sammelwiderstand der Sensorrückführung	< 1,65Ω
Klemmenspannung	≤ 2,5 V für R ≤ 3,65Ω, ≤ 9 V für R = ∞
Sensorstrom	≤ 1 mA
Kurzschluss	20Ω ≤ R ≤ 40Ω
Leistungsaufnahme	60 mA

Prüfbedingungen:

EN 60 947-8	
Nennstoßspannung	6000V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Nennisolationsspannung Vbis	690V
Sichere galvanische Trennung bis Vi	500V
Zul. Umgebungstemperatur	-20 °C ... +60 °C
Feuchtigkeit	EN 60068-2-1 Trockene Wärme 5 --- 95 %, ohne Verflüssigung
EMV – Widerstand	EN61000-6-2
EMV – Emissionen	EN61000-6-4
Schwingungsfestigkeit	10 ... 1000 Hz 1,14 g
Stoßfestigkeit	50 g

Sicherheitsrelevante Kenngrößen:

EN 61508 für Tu = 75 °C laufend	
SIL	2 bei Prüfzyklus von 2 Jahren 1 bei Prüfzyklus von 3 Jahren
HFT	0
PFD (für jährlichen Funktionstest)	4,10 *10 ⁻³
SFF	78%
λ _s + λ _{DD}	8494 FIT
λ _{DU}	934 FIT
Bestellnummer 130B1137	

10.8 Erweiterte Relaiskarte MCB 113

MCB 113 fügt dem Standard-I/O des Frequenzumrichters 7 Digitaleingänge, 2 Analogeingänge und 4 SPDT-Relais hinzu, um die Flexibilität zu erhöhen und den deutschen NAMUR NE37-Empfehlungen zu entsprechen. Bei MCB 113 handelt es sich um eine Standard-C1-Option für den Danfoss VLT® AutomationDrive, die nach dem Anschließen sofort erkannt wird. Informationen über den Einbau und die Installation der Option entnehmen Sie bitte dem Abschnitt *Installation von Optionsmodulen in Steckplatz C1* weiter vorne.

MCB 113 kann an eine externe 24-V-Versorgung auf X58/ angeschlossen werden, um die galvanische Trennung zwischen dem VLT® AutomationDrive und der Optionskarte zu gewährleisten. Wenn eine galvanische Trennung nicht nötig ist, kann die Optionskarte durch die interne 24-V-Versorgung des Frequenzumrichters versorgt werden.

HINWEIS

24-V-Signale können mit Hochspannungssignalen in den Relais kombiniert werden, so lange sich dazwischen ein ungenutztes Relais befindet.

Zur Einstellung von MCB 113 werden die Parametergruppen 5-1* (Digitaleingänge), 6-7* (Analogausgang 3), 6-8* (Analogausgang 4), 14-8* (Optionen), 5-4* (Relais) und 16-6* (Anzeig. Ein-/Ausg.) verwendet.

HINWEIS

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

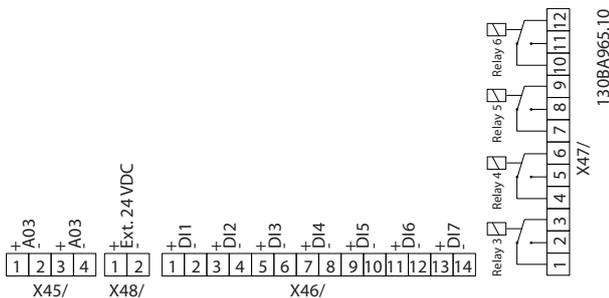


Abbildung 10.17 Elektrische Anschlüsse MCB 113

Elektrische Daten

Relais:	
Nummern	4 SPDT
Last bei 250 V AC/ 30 V DC	8A
Last bei 250 V AC/ 30 V DC mit cos = 0,4	3.5A
Überspannungskategorie (Kontakt-Masse)	III
Überspannungskategorie (Kontakt-Kontakt)	II
Kombination von 250-V- und 24-V-Signalen	Möglich mit einem ungenutzten Relais dazwischen
Max. Durchlassverzögerung	10 ms
Isoliert gegen Masse / Gehäuse zur Verwendung auf IT-Netzsystemen	
Digitaleingänge:	
Nummern	7
Bereich	0/24V
Modus	PNP / NPN
Eingangsimpedanz	4 kW
Auslösepegel low:	6.4V
Auslösepegel hoch:	17V
Max. Durchlassverzögerung	10 ms
Analogausgänge:	
Nummern	2
Bereich	0/4 -20 mA
Auflösung	11 Bit
Linearität	< 0,2 %
Analogausgänge:	
Nummern	2
Bereich	0/4 -20 mA
Auflösung	11 Bit
Linearität	< 0,2 %

EMV:

IEC 61000-6-2 und IEC 61800-3 bezüglich Störfestigkeit von BURST, ESD, ÜBERSPANNUNG und leitungsgeführter

EMV

Störfestigkeit

10.9 Bremswiderstände

In Anwendungen, in denen der Motor als Bremse verwendet wird, wird Energie im Motor erzeugt und zum Frequenzumrichter zurückgesendet. Wenn die Energie nicht zurück zum Motor transportiert werden kann, erhöht sie die Spannung im DC-Zwischenkreis des Frequenzumrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen und/oder hohen Trägheitsmassen kann diese Erhöhung zu einer Überspannungsabschaltung im Frequenzumrichter führen. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der Energie, die bei generatorischer Bremsung erzeugt wird. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Widerstands, seiner Verlustleistung und seiner Größe. Danfoss bietet eine Vielzahl verschiedener Widerstände an, die speziell für unsere Frequenzumrichter ausgelegt sind. Angaben zur Dimensionierung von Bremswiderständen finden Sie im Abschnitt *Steuerung mit Bremsfunktion*. Bestellnummern für Bremswiderstände finden Sie im Abschnitt *5 Bestellen*.

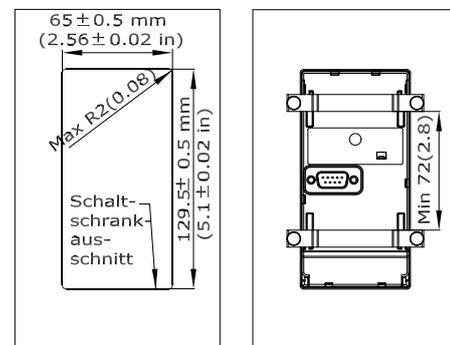
10.10 Einbausatz für LCP-Bedieneinheit

Das LCP Bedienteil kann durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite einer Schaltschranktür integriert werden. Die Vorderseite hat Schutzart IP66. Die

Befestigungsschrauben dürfen mit max. 1 Nm festgezogen werden.

Technische Daten	
Schutzart:	Vorderseite IP66
Max. Kabellänge zwischen Frequenzumrichter und LCP:	3 m
Kommunikationsstandard:	RS485

Tabelle 10.8



130BA139.13

Abbildung 10.18



Abbildung 10.19 LCP-Ferneinbausatz mit grafischem LCP Bedienteil 102, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung



Abbildung 10.19 LCP-Ferneinbausatz mit numerischem LCP Bedienteil 101, Befestigungselementen und Dichtung

LCP-Ferneinbausatz ohne LCP ist ebenfalls erhältlich. Bestellnummer: 130B1117

Bei IP55-Geräten ist die Bestellnummer 130B1129.

Tabelle 10.9

10.11 IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckungen

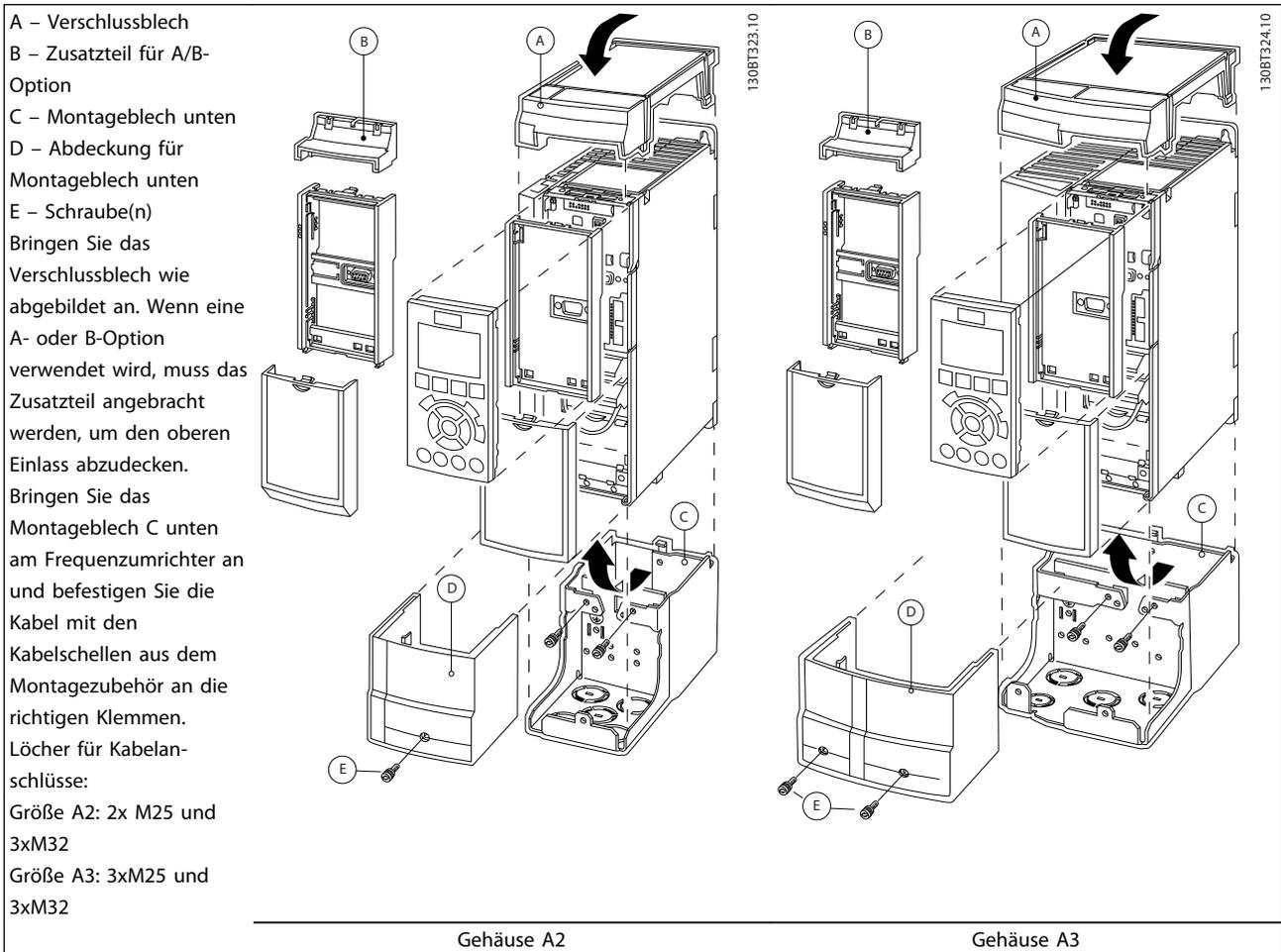


Tabelle 10.10

Abmessungen			
Gehäusotyp	Höhe (mm)	Breite (mm)	Tiefe (mm)
	A	B	C*
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

* Wenn die A/B-Option verwendet wird, erhöht sich die Tiefe (Genauerer siehe Abschnitt Mechanische Abmessungen).

Tabelle 10.11

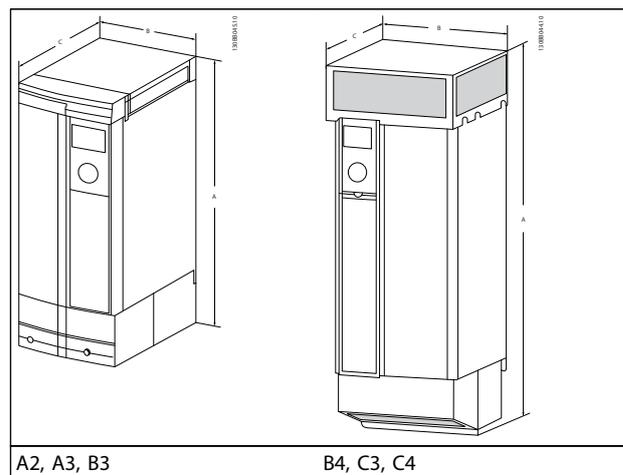


Tabelle 10.12

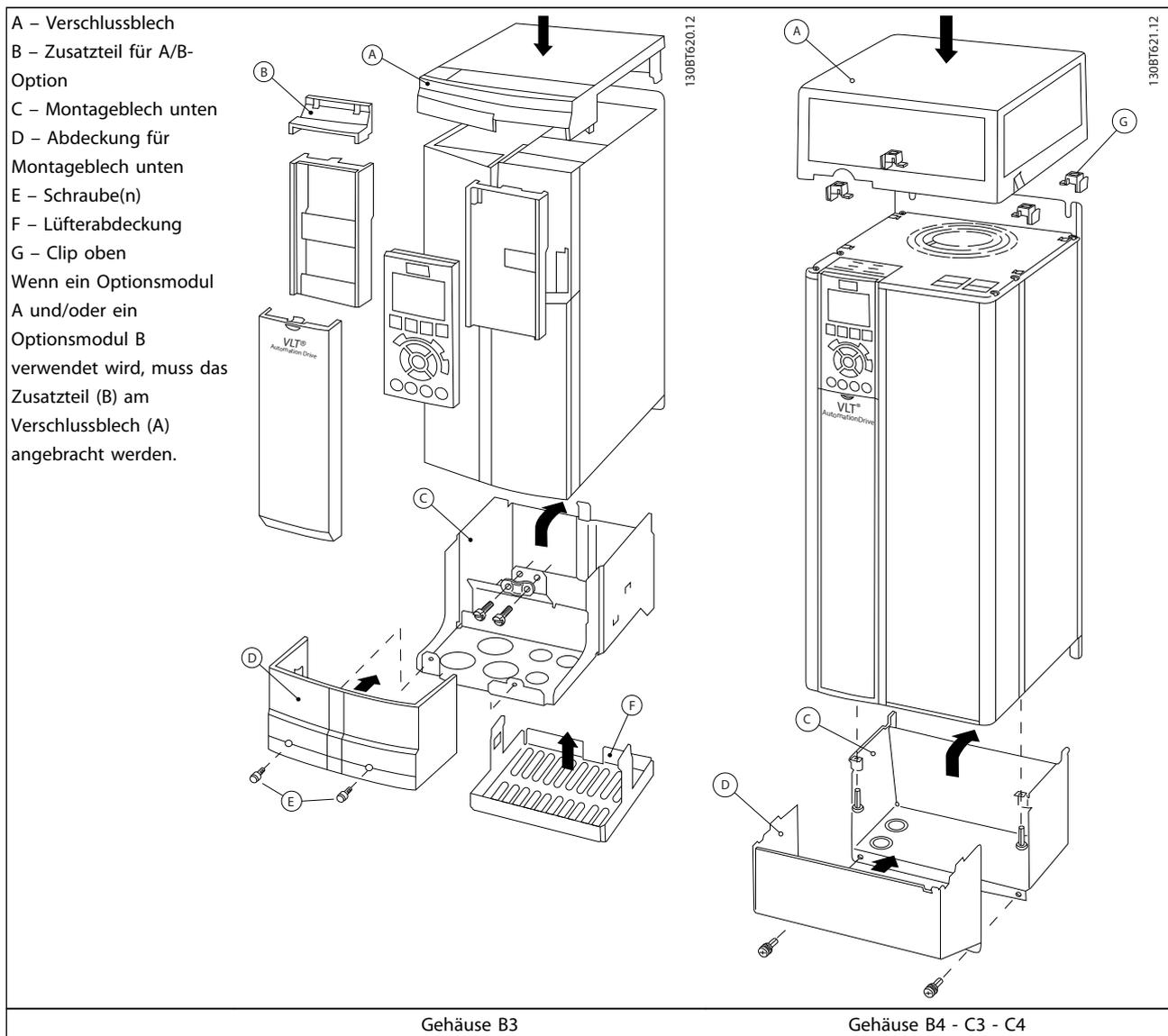


Tabelle 10.13

HINWEIS

Montage nebeneinander ist bei Verwendung der IP21/IP4X-Gehäuseabdeckung nicht möglich.

10.12 Montagehalterungen für Baugröße A5, B1, B2, C1 und C2

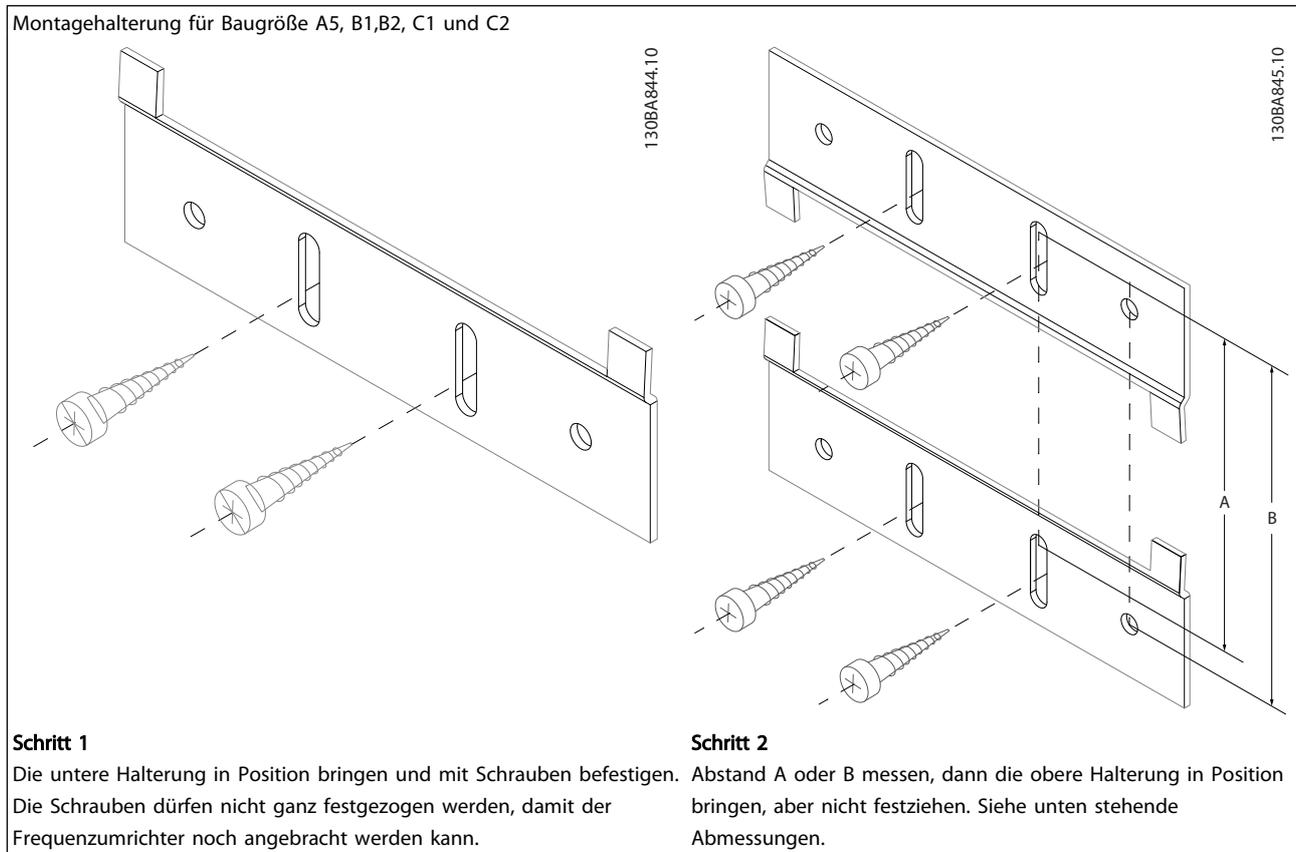
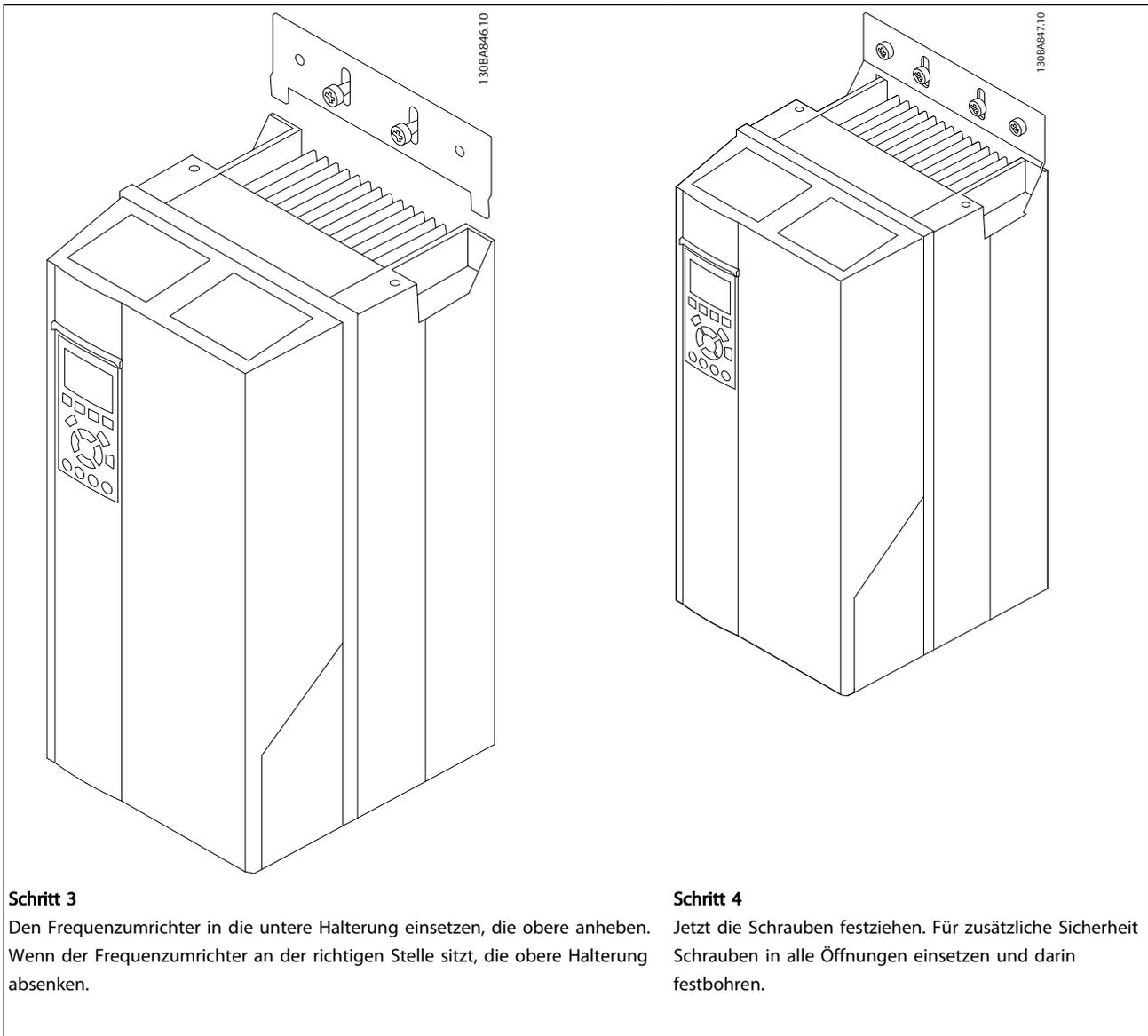


Tabelle 10.14

Baugröße	A5	B1	B2	B3	B4
IP	55/66	21/55/66	21/55/66	21/55/66	21/55/66
A [mm]	480	535	705	730	820
B [mm]	495	550	720	745	835
Bestellnummer	130B1080	130B1081	130B1082	130B1083	130B1084

Tabelle 10.15



Schritt 3
Den Frequenzumrichter in die untere Halterung einsetzen, die obere anheben. Wenn der Frequenzumrichter an der richtigen Stelle sitzt, die obere Halterung absenken.

Schritt 4
Jetzt die Schrauben festziehen. Für zusätzliche Sicherheit Schrauben in alle Öffnungen einsetzen und darin festbohren.

Tabelle 10.16

10.13 Sinusfilter

Wenn ein Motor durch einen Frequenzumrichter gesteuert wird, treten hörbare Resonanzgeräusche vom Motor auf, die durch die Motorkonstruktion bedingt sind. Sie entstehen immer dann, wenn einer der Wechselrichtertransistoren im Frequenzumrichter geschaltet wird. Die Frequenz der Resonanzgeräusche entspricht daher der Taktfrequenz des Frequenzumrichters.

Für die Baureihe FC 300 kann Danfoss ein Sinusfilter liefern, das die akustischen Motorgeräusche dämpft.

Das Filter reduziert die Anstiegszeit der Spannung, die Spitzenspannung U_{PEAK} und den auf den Motor geleiteten Rippelstrom ΔI , sodass Strom und Spannung nahezu sinusförmig werden. Das akustische Motorgeräusch wird so auf ein Minimum gesenkt.

Aufgrund des Rippelstroms in den Sinusfilterspulen erzeugen auch diese Geräusche. Das Problem kann durch Einbau des Filters in einen Schaltschrank o. ä. behoben werden.

10.14 Hochleistungsoptionen

Bestellnummern für Hochleistungsoptionen finden Sie im Abschnitt *Bestellung*. Die Sätze werden im FC 300 Produkt-handbuch Hochleistung, *MG.33.UX.YY* beschrieben.

10.14.1 Baugröße F – Optionen

Raumheizungen und Thermostat

Raumheizungen werden im Schaltschrank von Frequenzumrichtern der Baugröße F eingebaut und werden über ein automatisches Thermostat geregelt, um zu helfen, die Feuchtigkeit im Gehäuse zu regeln und so die Lebensdauer der Frequenzumrichterbauteile in feuchten Umgebungen zu verlängern. Die Werkseinstellungen des Thermostats schalten die Heizungen bei 10 °C ein und schalten sie bei 15,6 °C aus.

Schrankleuchte mit Steckdose

Eine im Schaltschrank von Frequenzumrichtern der Baugröße F eingebaute Leuchte verbessert die Sicht bei Wartung und Reparatur. Das Gehäuse der Leuchte enthält eine Steckdose zur kurzzeitigen Versorgung von Werkzeugen oder anderen Geräten, die in zwei Spannungen erhältlich ist:

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

Einstellung Transformatoranschluss

Wenn die Schaltschrankleuchte mit Steckdose und/oder die Raumheizgeräte mit Thermostat installiert sind, müssen die Trafostufen von Transformator T1 auf die richtige Eingangsspannung eingestellt werden. Ein 380-480/500-V-

Frequenzumrichter wird zuerst auf die 525-V-Stufe eingestellt und ein 525-690-V-Frequenzumrichter zuerst auf die 690-V-Stufe, um sicherzustellen, dass keine Überspannung von angeschlossenen Geräten auftritt, wenn die Trafostufe vor Anlegen der Spannung nicht geändert wird. Zur Einstellung der richtigen Trafostufe an Klemme T1 im Gleichrichterschrank siehe die Tabelle unten. Die Abbildung des Gleichrichters in *8.2.2 Leistungsanschlüsse* zeigt die Lage im Frequenzumrichter.

Eingangsspannungsbereich	Zu wählender Anschluss
380V-440V	400V
441V-490V	460V
491V-550V	525V
551V-625V	575V
626V-660V	660V
661V-690V	690V

Tabelle 10.17

NAMUR-Klemmen

Die NAMUR ist ein internationaler Verband der Anwender von Automatisierungstechnik der Prozessindustrie, vor allem in den Bereichen Chemie und Pharma. Bei Auswahl dieser Option werden Klemmen nach den Spezifikationen der NAMUR-Norm für Ein- und Ausgangsklemmen von Frequenzumrichtern sortiert und gekennzeichnet. Dazu sind eine PTC-Thermistorkarte MCB 112 und eine erweiterte Relaiskarte MCB 113 erforderlich.

Fehlerstromschutzeinrichtung

Überwachung von Erdschlussströmen in geerdeten und hochohmigen geerdeten Systemen (IEC-Terminologie: TN- und TT-Systeme) mit der Kernbalancemethode. Es gibt eine Vorabwarnung (50 % des Hauptalarm-Sollwerts) und einen Hauptalarm-Sollwert. Mit jedem Sollwert ist ein SPDT-Alarmrelais zur externen Anwendung verbunden. Erfordert einen externen „fensterartigen“ Stromtransformator (wird vom Kunden bereitgestellt und montiert).

- In den sicheren Stoppkreis des Frequenzumrichters integriert
- Das Gerät IEC 60755 Typ B überwacht Erdschlussströme für Wechselstrom, gepulsten und reinen Gleichstrom.
- Graphische LED-Anzeige des Erdschlussstromniveaus von 10–100 % des Sollwerts
- Fehlerspeicher
- Taste TEST/RESET

Isolierungswiderstandsmonitor (IRM)

Überwacht den Isolierungswiderstand in ungeerdeten Systemen (IEC-Terminologie: IT-Systeme) zwischen den Systemphasenleitern und Erde. Für das Maß der Isolierung gibt es eine ohmsche Vorwarnung und einen Hauptalarm-sollwert. Mit jedem Sollwert ist ein SPDT-Alarmrelais zur externen Anwendung verbunden. Hinweis: An jedes ungeerdete System (IT-System) kann nur ein Isolierungswiderstandsmonitor angeschlossen werden.

- In den sicheren Stoppkreis des Frequenzumrichters integriert
- LCD-Anzeige des Isolierungswiderstands in Ohm
- Fehlerspeicher
- Tasten INFO, TEST und RESET

IEC-Not-Aus mit Pilz-Sicherheitsrelais

Beinhaltet einen redundanten 4-drahtigen Not-Aus-Knopf an der Vorderseite des Gehäuses und ein Pilz-Relais zur seiner Überwachung in Verbindung mit dem sicheren Stoppkreis des Frequenzumrichters und dem Netzschütz im Optionsschrank.

Sicherer Stopp + Pilz-Relais

Bietet eine Lösung für die "Not-Aus"-Option ohne Schütz in Frequenzumrichtern der Baugröße F.

Handbetätigte Motorschutzschalter

Liefert Dreiphasenwechselstrom für elektrische Gebläse, die häufig bei größeren Motoren benötigt werden. Der Strom für die Schutzschalter wird von der Lastseite eines beliebigen Schützes oder Trennschalters geliefert. Der Strom wird vor jedem Motorschutzschalter gesichert; er wird abgeschaltet, wenn die Zuleitung zum Frequenzumrichter abgeschaltet ist. Bis zu zwei Schutzschalter sind zulässig (bei einem geschützten Stromkreis mit 30 A nur einer). In den sicheren Stoppkreis des Frequenzumrichters integriert.

Gerätemerkmale:

- Betriebsschalter (ein/aus)
- Kursschluss- und Überlastschutz mit Testfunktion
- Manueller Reset

Geschützte Klemmen, 30 A

- Der Netzeingangsspannung angepasster Dreiphasenwechselstrom zur Versorgung zusätzlicher Verbraucher
- Bei Auswahl zweier handbetätigter Motorschutzschalter nicht verfügbar
- Die Klemmen sind stromlos, wenn die Versorgungsspannung des Frequenzumrichters abgeschaltet ist.
- Der Strom für die sicherungsgeschützten Klemmen wird von der Lastseite eines beliebigen Schützes oder Trennschalters geliefert.

24-V-DC-Stromversorgung

- 5 A, 120 W, 24 V DC
- Geschützt gegen Ausgangsüberstrom, Überspannung, Masseschlüsse und Überhitzung
- Zur Stromversorgung von Zubehörteilen des Kunden, wie z. B. Fühler, SPS I/O, Schütze, Temperatursonden, Kontrollleuchten und/oder andere elektronische Geräte

- Zu den Diagnosevorrichtungen gehören ein Trocken-DC-ok-Kontakt, eine grüne DC-ok-LED und eine rote Überspannungs-LED.

Außentemperaturüberwachung

Für die Überwachung von Temperaturen externer Systemkomponenten, wie z. B. Motorwicklungen und/oder Lager, konzipiert. Enthält fünf Universaleingangsmodule. Die Module werden in den sicheren Stoppkreis des Frequenzumrichters integriert und können durch ein Feldbusnetzwerk überwacht werden (Kauf eines separaten Modul/Buskopplers erforderlich).

Universaleingänge (5)

Signaltypen:

- RTD-Eingänge (darunter PT100), 3- oder 4-adrig
- Thermoelement
- Analogstrom oder Analogspannung

Weitere Merkmale:

- Ein Universalausgang, für Analogspannung oder Analogstrom konfigurierbar
- Zwei Ausgangsrelais (N.O.)
- Zweileitungsanzeige und LED-Diagnose
- Leiterbruch, Kurzschluss und fehlerhafte Polaritätserkennung der Fühlerleitung
- Software zur Schnittstellenkonfiguration

11 RS-485 Installation und Konfiguration

11.1 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. Schalter S801 kann benutzt werden, um die integrierten Busabschlusswiderstände des Frequenzumrichters zu aktivieren. Das Anschlusskabel ist geschirmt mit Kabel mit verdrehten Leitern auszuführen (STP-Kabel), wobei der Schirm beidseitig aufzulegen ist. Der Masseanschluss der Abschirmung mit niedriger Impedanz ist auch bei hohen Frequenzen wichtig. Schließen Sie daher die Abschirmung großflächig an Masse an, z. B. mit einer Kabelschelle oder einer leitfähigen Kabelverschraubung. Ein unterschiedliches Erdpotential zwischen Geräten kann durch Anbringen eines Ausgleichskabel gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird, vor allem in Anlagen mit großen Kabellängen.

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 Ω
Kabellänge: Max. 1200 m (einschließlich Abzweigleitungen)
Max. 500 m zwischen Stationen

Tabelle 11.1

11.2 Netzwerkanschluss

Ein oder mehrere Frequenzumrichter können mittels der RS485-Standardschnittstelle an einen Regler (oder Master) angeschlossen werden. Klemme 68 ist mit dem P-Signal (TX+, RX+) verbunden, während Klemme 69 mit dem N-

Signal (TX-,RX-) verbunden ist. Siehe Zeichnungen in 8.9.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel

Sollen mehrere Frequenzumrichter an einen Master angeschlossen werden, sind die Schnittstellen parallel zu verbinden.

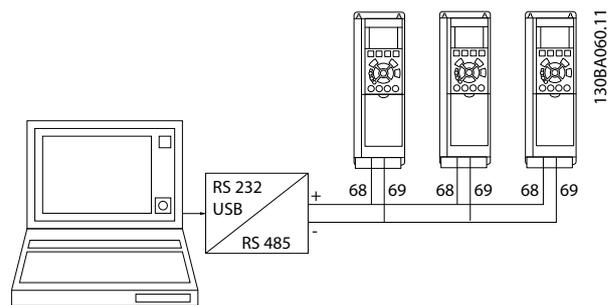


Abbildung 11.1

Zur Vermeidung von Potentialausgleichsströmen über die Abschirmung kann der Kabelschirm über Klemme 61 einseitig geerdet werden (Klemme 61 ist intern über RC-Glied mit dem Gehäuse verbunden).

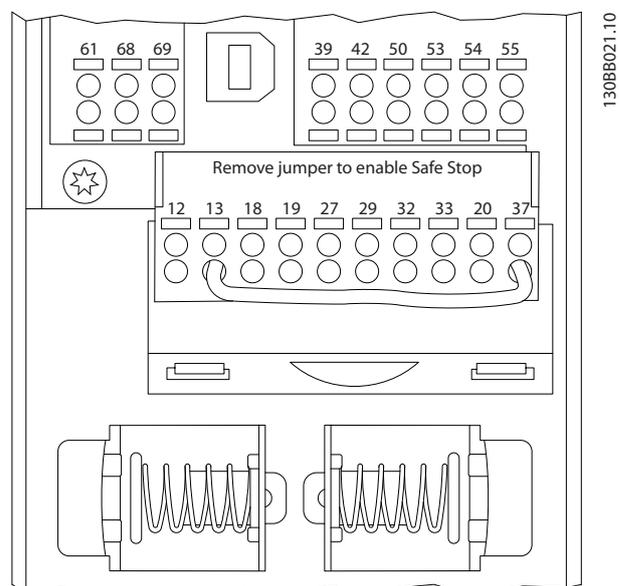


Abbildung 11.2 Steuerkartenklemmen

11.3 -Busabschluss

Der RS485-Bus muss an beiden Enden durch ein Widerstandsnetzwerk abgeschlossen werden. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf "ON" zu stellen.

Weitere Informationen siehe 8.6.4 *Schalter S201, S202 und S801* .

Das Kommunikationsprotokoll muss auf *8-30 FC-Protokoll* eingestellt sein.

11.4.1 EMV-Schutzmaßnahmen

Die folgenden EMV-Schutzmaßnahmen werden empfohlen, um den störungsfreien Betrieb des RS485-Netzwerks zu erreichen.

Beachten Sie die geltenden nationalen und lokalen Bestimmungen, z. B. zum Anschluss der Schutzterde. Das RS485-Kommunikationskabel muss von Motor- und Bremswiderstandskabeln ferngehalten werden, um das Einkoppeln von Hochfrequenzstörungen von einem Kabel zum anderen zu vermeiden. In der Regel reicht ein Abstand von 200 mm aus. Es wird jedoch empfohlen, den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln vorzusehen, vor allem dann, wenn die Kabel über größere Entfernungen parallel geführt werden. Lässt sich das Kreuzen der Kabel nicht vermeiden, muss das RS485-Kabel in einem Winkel von 90 Grad über Motor- und Bremswiderstandskabel geführt werden.

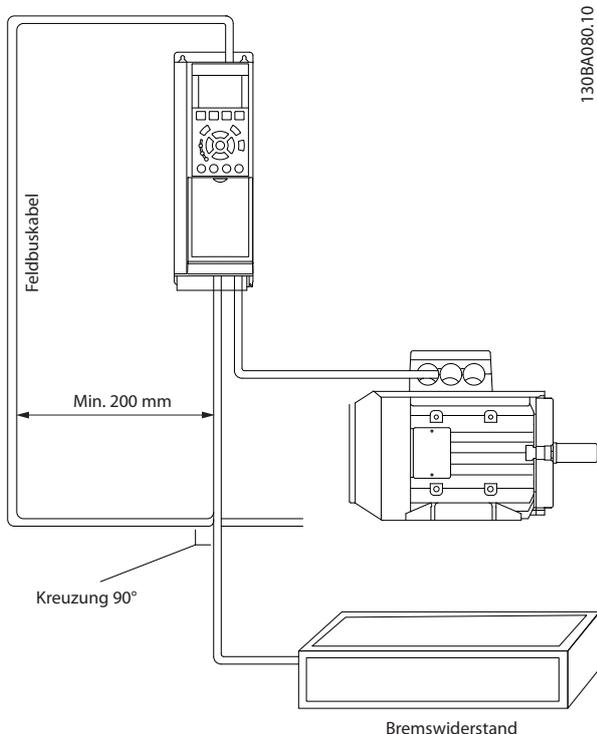


Abbildung 11.3

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. Der Master wählt die einzelnen Slaves über ein Adresszeichen im Telegramm an. 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 RS485 und nutzt damit die im Frequenzumrichter integrierte RS485-Schnittstelle. Das FC-Protokoll unterstützt unterschiedliche Telegrammformate:

- Ein kurzes Format mit 8 Bytes für Prozessdaten.
- Ein langes Format von 16 Bytes, das ebenfalls einen Parameterkanal enthält.
- Ein Format, das für Texte verwendet wird.

11.5 Netzwerkkonfiguration

11.5.1 Konfiguration FC 300-Frequenzumrichter

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

Parameternummer	Einstellung
8-30 FC-Protokoll	FC
8-31 Adresse	1 - 126
8-32 FC-Baudrate	2400 - 115200
8-33 Parität/ Stoppbits	Gerade Parität, 1 Stopp-Bit (Standard)

Tabelle 11.2

11.6 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll - FC 300

11.6.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)

Jedes übertragene Zeichen beginnt mit einem Startbit. Danach werden 8 Datenbits übertragen, was einem Byte entspricht. Jedes Zeichen wird über ein Paritätsbit abgesichert. Dieses wird auf „1“ gesetzt, wenn Paritätsgleichheit gegeben ist. Parität bedeutet, dass insgesamt die gleiche Anzahl binärer Einsen in den 8 Datenbits und dem Paritätsbit vorhanden ist. Ein Zeichen wird durch ein Stopp-Bit abgeschlossen und besteht somit aus insgesamt 11 Bits.

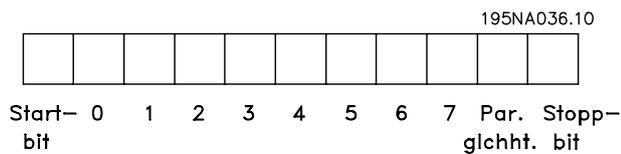


Abbildung 11.4

11.6.2 Telegrammstruktur

Jedes Telegramm hat die folgende Struktur:

1. Startzeichen (STX)=02 Hex
2. Ein Byte zur Angabe der Telegrammlänge (LGE)

11.6.3 -Länge (LGE)

Die -Länge entspricht der Anzahl von Daten-Byte plus Adressbyte ADR und Datensteuerbyte BCC.

Die Länge von Telegrammen mit vier Datenbyte lautet	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 Byte
Die Länge von Telegrammen mit 12 Datenbyte lautet	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 Byte
Die Länge von Telegrammen mit Text lautet	10 ¹⁾ +n Byte

¹⁾ Die 10 steht für die festen Zeichen, während das „n“ variabel ist (je nach Textlänge).

11.6.4 Frequenzumrichter-Adresse (ADR)

Es werden zwei verschiedene Adressformate verwendet. Der Adressbereich des Frequenzumrichters lautet 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, Adress-Bits (0-4) werden nicht verwendet.
- Bit 5 = 0: Kein Broadcast
- Bit 0-4 = Frequenzumrichter-Adresse 1-31

2. Adressformat 1-126:

- Bit 7 = 1 (Adressformat 1-126 aktiv)
- Bit 0-6 = Frequenzumrichter-Adresse 1-126
- Bit 0-6 = 0 Broadcast

Der Slave gibt das Adress-Byte im Antworttelegramm unverändert an den Master zurück.

11.6.5 Datensteuerbyte (BCC)

Die Prüfsumme wird als XOR-Funktion berechnet. Bevor das erste Byte im empfangen wird, lautet die berechnete Prüfsumme 0.

3. Ein Byte zur Angabe der Adresse (ADR) des Frequenzumrichters

Es folgen verschiedene Datenbytes (variabel, je nach Telegrammtyp).

Ein Datensteuerbyte (BCC) vervollständigt das Telegramm.



Abbildung 11.5

11.6.6 Das Datenfeld

Die Struktur der Datenblöcke variiert je nach -Typ. Es gibt drei -Typen. Der Typ gilt für Steuer-Telegramme (Master => Slave) und Antwort-Telegramme (Slave => Master).

Die drei -Typen lauten:

Prozessblock (PCD)

Der PCD besteht aus einem Datenblock mit 4 Byte (2 Wörtern) und enthält:

- Steuerwort und Referenzwert (von Master zu Slave)
- Zustandswort und aktuelle Ausgabefrequenz (von Slave zu Master)



130BA269.10

Abbildung 11.6

Parameterblock

Der Parameterblock wird zur Übertragung von Parametern zwischen Master und Slave verwendet. Der Datenblock besteht aus 12 Byte (6 Wörtern) und enthält auch den Prozessblock.

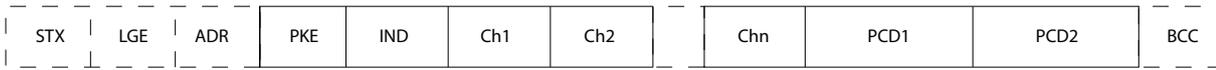
130BA2 / 1.10



Abbildung 11.7

Textblock

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



130BA270.10

Abbildung 11.8

11.6.7 Das PKE-Feld

Das PKE-Feld enthält zwei Unterfelder: Parameterbefehle und Antwort-AK sowie Parameternummer PNU:

130BA268.10

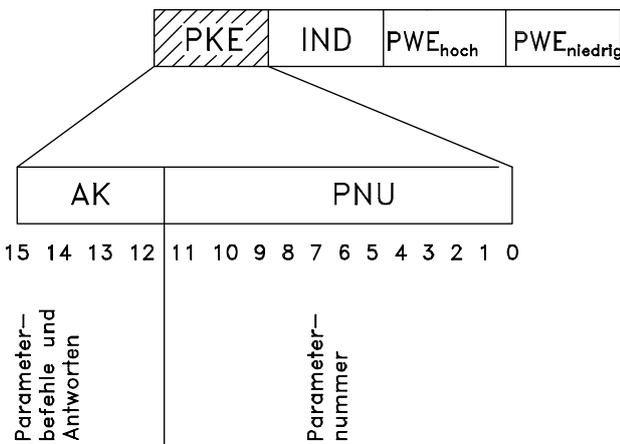


Abbildung 11.9

Die Bits 12 – 15 übertragen Parameterbefehle vom Master zum Slave und geben die verarbeiteten Slave-Antworten an den Master zurück.

Parameterbefehle 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 schreiben (Wort)
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

Tabelle 11.3

Antwort Slave ⇒ Master				
Bit Nr.				Antwort
15	14	13	12	
0	0	0	0	Keine Antwort
0	0	0	1	Übertragener Parameterwert (Wort)
0	0	1	0	Übertragener Parameterwert (Doppelwort)
0	1	1	1	Befehl kann nicht ausgeführt werden
1	1	1	1	Übertragener Text

Tabelle 11.4

Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, sendet der Slave diese Antwort:

0111 Befehl kann nicht ausgeführt werden

und gibt den folgenden Fehlerbericht im Parameterwert (PWE) aus:

PWE Low (Hex)	Fehlerbericht
0	Die verwendete Parameternummer existiert nicht.
1	Es besteht kein Schreibzugriff auf den definierten Parameter.
2	Der Datenwert überschreitet die Grenzen des Parameters.
3	Der verwendete Subindex existiert nicht.
4	Der Parameter ist kein Arraytyp.
5	Der Datentyp entspricht nicht dem definierten Parameter.
11	Im aktuellen Modus des Frequenzumrichters ist eine Datenänderung im definierten Parameter nicht möglich. Bestimmte Parameter können nur bei abgeschaltetem Motor geändert werden.
82	Kein Buszugriff auf den definierten Parameter.
83	Datenänderung nicht möglich, da eine werksseitige Konfiguration ausgewählt wurde.

Tabelle 11.5

11.6.8 Parameternummer (PNU)

Die Bits 0-11 übertragen Parameternummern. Die Funktion des entsprechenden Parameters wird in der Parameterbeschreibung im Programmierungshandbuch MG.33.MX.YY definiert.

11.6.9 Index (IND)

Der Index wird zusammen mit der Parameternummer zum Lesen/Schreiben von Zugriffsparametern mit einem Index verwendet, z. B. 15-30 *Fehlerspeicher: Fehlercode*. Der Index

besteht aus zwei Byte, einem Low Byte und einem High Byte.

Nur das Low Byte wird als Index verwendet.

11.6.10 Parameterwert (PWE)

Der Parameterwert besteht aus 2 Wörtern (4 Byte), und die Werte variieren je nach dem definierten Befehl (AK). Der Master fordert einen Parameterwert an, wenn der PWE-Block keinen Wert enthält. Zum Ändern des Parameterwerts (Schreiben) schreiben Sie den neuen Wert

in den PWE-Block und senden diesen vom Master zum Slave.

Reagiert ein Slave auf eine Parameteranforderung (Lesebefehl), wird der aktuelle Parameterwert im PWE-Block übertragen und an den Master zurückgesendet. Enthält der Parameter keinen numerischen Wert, sondern mehrere Datenoptionen, wie z. B. *0-01 Sprache*, wobei [0] für Englisch und [4] für Dänisch steht, wählen Sie den Datenwert aus, indem Sie diesen in den PWE-Block eintragen. Siehe Beispiel: Auswählen eines Datenwerts. Die serielle Kommunikation kann nur Parameter mit dem Datentyp 9 (Textzeichenfolge) lesen.

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

Lesen Sie z. B. die Einheitengröße und den Bereich der Netzspannung in 15-40 FC-Typ. Wird eine Textzeichenfolge übertragen (gelesen), ist die -Länge variabel, und die Texte weisen unterschiedliche Längen auf. Die -Länge wird im zweiten Byte im (LGE) definiert. Bei Verwendung der Textübertragung gibt das Indexzeichen an, ob es sich um einen Lese- oder Schreibebehl handelt.

Soll ein Text über den PWE-Block gelesen werden, setzen Sie den Parameterbefehl (AK) auf „F“ hexadezimal. Das High Byte des Indexzeichens muss „4“ lauten.

Einige Parameter enthalten Text, der über den seriellen Bus geschrieben werden kann. Soll ein Text über den PWE-Block geschrieben werden, setzen sie den Parameterbefehl (AK) auf „F“ hexadezimal. Das High Byte des Indexzeichens muss „5“ lauten.

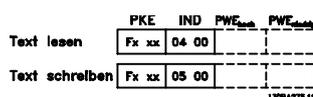


Abbildung 11.10

11.6.11 Von FC 300 unterstützte Datentypen

Ohne Vorzeichen bedeutet, dass das kein Vorzeichen enthält.

Datentypen	Beschreibung
3	Ganzzahl 16
4	Ganzzahl 32
5	Ohne Vorzeichen 8
6	Ohne Vorzeichen 16
7	Ohne Vorzeichen 32
9	Textzeichenfolge
10	Byte-Zeichenfolge
13	Zeitunterschied
33	Reserviert
35	Bit-Reihenfolge

Tabelle 11.6

11.6.12 Umrechnung

Die verschiedenen Attribute eines Parameters werden im Abschnitt über Werkseinstellungen angezeigt. Parameterwerte werden nur als Ganzzahlen übertragen. Aus diesem Grund werden Umrechnungsfaktoren verwendet, um Dezimalwerte zu übertragen.

4-12 Min. Frequenz [Hz] weist einen Umrechnungsfaktor von 0,1 auf.

Wenn Sie die Mindestfrequenz auf 10 Hz einstellen möchten, übertragen Sie den Wert 100. Ein Umrechnungsfaktor von 0,1 bedeutet, dass der übertragene Wert mit 0,1 multipliziert wird. Der Wert 100 wird somit als 10,0 wahrgenommen.

Beispiele:

- 0 s --> Konvertierungsindex 0
- 0,00 s --> Konvertierungsindex -2
- 0 ms --> Konvertierungsindex -3
- 0,00 ms --> Konvertierungsindex -5

Konvertierungsindex	Umrechnungsfaktor
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabelle 11.7 Umrechnungstabelle

11.6.13 Prozesswörter (PCD)

Der Block mit Prozesswörtern wird in zwei Blöcke zu je 16 Bit unterteilt. Dies erfolgt stets in der definierten Reihenfolge.

PCD 1	PCD 2
Steuerung (Master⇒ Slave-Steuerwort)	Referenzwert
Steuerung (Slave ⇒ Master) Zustandswort	Aktuelle Ausgangsfrequenz

Tabelle 11.8

11.7 Beispiele

11.7.1 Parameterwert schreiben

Ändern Sie *4-14 Max Frequenz [Hz]* zu 100 Hz. Schreiben Sie die Daten in EEPROM.

PKE = E19E Hex – Einzelnes Wort in *4-14 Max Frequenz [Hz]* schreiben

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 03E8 Hex – Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe Umwandlung.

Das Telegramm sieht dann wie folgt aus:

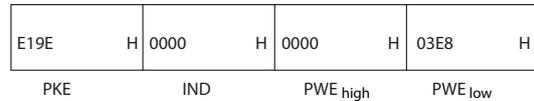


Abbildung 11.11

130BA092.10

HINWEIS

4-14 Max Frequenz [Hz] ist ein einzelnes Wort, und der in EEPROM zu schreibende Parameter lautet „E“. Parameter Nr. 4-14 lautet 19E im Hexadezimalformat.

Die Antwort des Slaves an den Master lautet wie folgt:

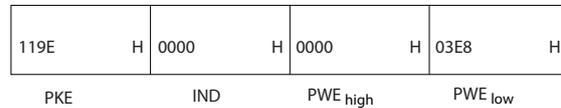


Abbildung 11.12

130BA093.10

11.7.2 Parameterwert lesen

Den Wert in *3-41 Rampenzeit Auf 1* lesen

PKE = 1155 Hex – Parameterwert in *3-41 Rampenzeit Auf 1* lesen

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 0000 Hex

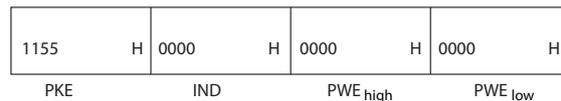


Abbildung 11.13

130BA094.10

Wenn der Wert in *3-41 Rampenzeit Auf 1* 10 s ist, lautet die Antwort des Slaves an den Master wie folgt:

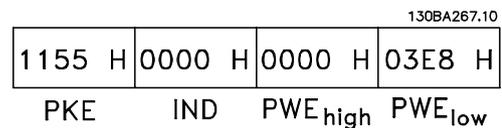


Abbildung 11.14

130BA267.10

3E8 Hex entspricht 1000 im Dezimalformat. Der Umwandlungsindex für *3-41 Rampenzeit Auf 1* beträgt -2, d. h. 0,01. *3-41 Rampenzeit Auf 1* ist vom Typ *Unsigned 32 (Ohne Vorzeichen 32)*.

11.8 Übersicht zu Modbus RTU

11.8.1 Voraussetzungen

Danfoss geht davon aus, dass der installierte Regler die in diesem Dokument aufgeführten Schnittstellen unterstützt, und dass alle Anforderungen und sämtliche entsprechenden Einschränkungen, die für den Regler und auch den Frequenzumrichter festgelegt sind, unbedingt erfüllt werden.

11.8.2 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.

11.8.3 Überblick über 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. Zu diesem Vorgehen gehört u. a., wie Modbus RTU 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

Wie er ein Telegramm erkennt, das an ihn adressiert ist

Wie er bestimmt, welche Maßnahmen zu ergreifen sind

Wie er Daten oder andere Informationen im Telegramm extrahiert

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 oder es erfolgt ein Timeout.

11.8.4 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Der Frequenzumrichter kommuniziert über die integrierte RS485-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.

11.9 Netzwerkkonfiguration

11.9.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Um den Modbus RTU auf dem Frequenzumrichter zu aktivieren, sind folgende Parameter einzustellen:

Parameter	Einstellung
8-30 FC-Protokoll	Modbus RTU
8-31 Adresse	1 - 247
8-32 Baudrate	2400 - 115200
8-33 Parität/ Stoppbits	Gerade Parität, 1 Stopp-Bit (Standard)

Tabelle 11.9

11.10 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke

11.10.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Die Regler werden für die Kommunikation auf dem Modbus-Netzwerk unter Verwendung der RTU (Remote Terminal Unit) konfiguriert, wobei jedes Byte in einer Meldung 2 hexadezimale 4-Bitzeichen enthält. Das Format für jedes Byte ist in *Tabelle 11.10* dargestellt.

Startbit	Datenbyte	Stopp/Parität	Stopp

Tabelle 11.10

Codierung	8-Bit binär, hexadezimal 0-9, A-F. 2 hexadezimale Zeichen in jedem 8-Bit-Feld der Meldung enthalten
Bits pro Byte	1 Startbit 8 Datenbits, das geringwertigste Bit wird zuerst gesendet 1 Bit für gerade/ungerade Parität; kein Bit für keine Parität 1 Stoppbit, wenn Parität verwendet wird; 2 Bits bei keiner Parität
Fehlerprüfungsfeld	Zyklische Redundanzprüfung (Cyclical Redundancy Check, CRC)

Tabelle 11.11

11.10.2 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

Tabelle 11.12

11.10.3 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 Zeichen markiert ein identisches Intervall von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit das Ende der Nachricht. Nach diesem Intervall kann ein neues Telegramm beginnen. Der gesamte Telegrammblock muss als kontinuierlicher Datenstrom übertragen werden. Falls eine Sendepause 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 einer neuen Nachricht 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.

11.10.4 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.

11.10.5 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 Nachrichten 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*.

11.10.6 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 der von einem Master-Slave-Gerät gesendeten Meldung enthält weitere Informationen, die der Slave zur Durchführung der vom Funktionscode festgelegten Aktion verwenden muss. Dazu gehören z. B. Spulen- oder Registe-

radressen, die Anzahl der zu bearbeitenden Punkte oder die Zählung der Istwert-Datenbytes im Feld.

11.10.7 CRC-Prüffeld

Meldungen enthalten ein Fehlerprüfungsfeld, das auf der Methode der zyklischen Redundanzprüfung (CRC) basiert. Das CRC-Feld überprüft die Inhalte der gesamten Meldung. Es wird unabhängig von allen Paritätsprüfungsmethoden angewandt, die für die individuellen Zeichen der Meldung verwendet werden. Der CRC-Wert wird durch das Übertragungsgerät berechnet, das den CRC als letztes Feld in der Meldung ergänzt. Das empfangende Gerät berechnet einen CRC während des Empfangs einer Meldung neu und vergleicht den berechneten Wert mit dem tatsächlich im CRC-Feld empfangenen Wert. Wenn die beiden Werte ungleich sind, ist ein Bus-Timeout die Folge. Das fehlerüberprüfende Feld enthält einen 16-Bit-Binärwert, der als zwei Byte mit je 8 Bit umgesetzt wird. Danach wird zunächst das geringwertige Byte des Felds angehängt, gefolgt vom hochwertigen Byte. Das hochwertige CRC-Byte ist das in der Meldung zuletzt gesendete Byte.

11.10.8 Spulenregisteradressierung

In Modbus werden alle Daten in Spulen und Halteregeistern organisiert. Spulen halten ein einzelnes Bit, während Halteregeister ein 2-Byte-Wort halten (d. h. 16 Bits). Alle Datenadressen in Modbus-Meldungen werden auf Null bezogen. Das erste Auftreten eines Datenelements wird als Element Nummer Null adressiert. Zum Beispiel: Die in einem programmierbaren Regler als „Spule 1“ bekannte Spule wird im Datenadressfeld einer Modbus-Meldung als Spule 0000 adressiert. Spule 127 (dezimal) wird als Spule 007EHEX adressiert (126 dezimal). Halteregeister 40001 wird im Datenadressfeld der Meldung als Register 0000 adressiert. Das Funktionscodefeld legt bereits den Betrieb eines „Halteregeisters“ fest. Deshalb ist der „4XXXX“-Sollwert inbegriffen. Das Halteregeister 40108 wird als Register 006BHEX adressiert (107 dezimal).

Spulenummer	Beschreibung	Signalrichtung
1-16	Frequenzumrichter-Steuerwort (siehe unten stehende Tabelle)	Master -> Slave
17-32	Frequenzumrichter-Drehzahl- oder Sollwertbereich e 0x0 – 0xFFFF (-200 % ... ~ 200 %)	Master -> Slave
33-48	Frequenzumrichter-Zustandswort (siehe unten stehende Tabelle)	Slave -> Master
49-64	Modus ohne Rückführung: Frequenzumrichter -Ausgangsfrequenz Modus mit Rückführung: Frequenzumrichter Istwertsignal	Slave -> Master
65	Parameter-Schreibregelung (Master -> Slave)	
	0 =	Parameteränderungen werden in den RAM des Frequenzumrichters geschrieben
	1 =	Parameteränderungen werden in den RAM und EEPROM des Frequenzumrichters geschrieben.
66-65536	Reserviert	

Tabelle 11.13

Spule	0	1
01	Festsollwert LSB	
02	Festsollwert MSB	
03	DC-Bremse	Keine DC-Bremse
04	Freilaufstopp	Kein Freilaufstopp
05	Schnellstopp	Kein Schnellstopp
06	Speicherfrequenz	Keine Speicherfrequenz
07	Rampenstopp	Start
08	Kein Reset	Reset
09	Keine Festsdrehzahl JOG	Festdrz. (JOG)
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Daten nicht gültig	Daten gültig
12	Relais 1 aus	Relais 1 ein
13	Relais 2 aus	Relais 2 ein
14	Konfiguration LSB	
15	Konfiguration MSB	
16	Keine Reversierung	Reversierung
Frequenzumrichter-Steuerwort (FC-Profil)		

Tabelle 11.14

Spule	0	1
33	Regler nicht bereit	Steuer. bereit
34	Frequenzumrichter nicht bereit	Frequenzumrichter bereit
35	Freilaufstopp	Sicherheit geschlossen
36	Kein Alarm	Alarm
37	Nicht verwendet	Nicht verwendet
38	Nicht verwendet	Nicht verwendet
39	Nicht verwendet	Nicht verwendet
40	Keine Warnung	Warnung
41	Nicht auf Sollwert	Bei Sollwert
42	Handbetrieb	Automatischer Modus
43	Außerhalb des Frequenzbereichs	Innerhalb des Frequenzbereichs
44	Angehalten	Motor ein
45	Nicht verwendet	Nicht verwendet
46	Keine Spannungswarnung	Spannungswarnung
47	Nicht innerhalb der Stromgrenze	Stromgrenze
48	Keine Übertemperaturwarnung	Warnung Übertemp.
Frequenzumrichter-Zustandswort (FC-Profil)		

Tabelle 11.15

Halteregister	
Registernummer	Beschreibung
00001-00006	Reserviert
00007	Letzter Fehlercode von einer FC-Datenobjektschnittstelle
00008	Reserviert
00009	Parameterindex*
00010-00990	Parametergruppe 000 (Parameter 001 bis 099)
01000-01990	Parametergruppe 100 (Parameter 100 bis 199)
02000-02990	Parametergruppe 200 (Parameter 200 bis 299)
03000-03990	Parametergruppe 300 (Parameter 300 bis 399)
04000-04990	Parametergruppe 400 (Parameter 400 bis 499)
...	...
49000-49990	Parametergruppe 4900 (Parameter 4900 bis 4999)
50000	Eingangsdaten: Frequenzumrichter Steuerwort-Register (CTW).
50010	Eingangsdaten: Bus-Sollwertregister (REF).
...	...
50200	Ausgangsdaten: Frequenzumrichter Zustandswortregister (STW).
50210	Ausgangsdaten: Frequenzumrichter Hauptistwertregister (HIW).

Tabelle 11.16

* Zur Festlegung der zu verwendenden Indexnummer beim Zugriff auf einen indexierten Parameter.

11.10.9 Regelung des Frequenzumrichters

In diesem Abschnitt werden Codes zur Verwendung in der Funktion und den Datenfeldern einer Modbus RTU-Meldung erläutert.

11.10.10 Durch Modbus RTU unterstützte Funktionscodes

Modbus RTU unterstützt die Verwendung folgender Funktionscodes im Funktionsfeld einer Meldung.

Funktion	Funktionscode
Spulen lesen	1 hex
Halteregeister lesen	3 hex
Einzelne Spule schreiben	5 hex
Einzelnes Register schreiben	6 hex
Mehrere Spulen schreiben	F hex
Mehrere Register schreiben	10 hex
Gem. Ereigniszähler erhalten	B hex
Slave-ID berichten	11 hex

Tabelle 11.17

Funktion	Funktionscode	Unterfunktionscode	Unterfunktion
Diagnose	8	1	Kommunikation neu starten
		2	Diagnoseregister zurück
		10	Zähler und Diagnoseregister löschen
		11	Busmeldungszähler zurück
		12	Buskommunikationsfehlerzähler zurück
		13	Busausnahmefehlerzähler zurück
		14	Slavemeldungszähler zurück

Tabelle 11.18

11.10.11 Modbus-Ausnahmecodes

Für eine umfassende Erläuterung der Struktur einer Ausnahmecode-Antwort siehe *Funktionsfeld*.

Modbus-Ausnahmecodes		
Code	Name	Bedeutung
1	Unerlaubte Funktion	Bei dem in der Abfrage empfangenen Funktionscode handelt es sich um eine unzulässige Aktion für den Server (oder Slave). Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass der Funktionscode nur für neuere Geräte gültig ist und nicht in der ausgewählten Einheit implementiert wurde. Möglicherweise befindet sich auch der Server (oder Slave) nicht in dem Zustand, in dem eine solche Anfrage verarbeitet werden kann, weil der Server (oder Slave) z. B. nicht konfiguriert ist und aufgefordert wird, Registerwerte zurückzugeben.
2	Unerlaubte Datenadresse	Bei der in der Abfrage empfangenen Datenadresse handelt es sich um eine für den Server (oder Slave) unzulässige Adresse. Die Kombination aus Referenznummer und Transferlänge ist ungültig. Bei einem Regler mit 100 Registern ist eine Abfrage mit Offset 96 und Länge 4 erfolgreich, eine Abfrage mit Offset 96 und Länge 5 ruft die Ausnahme 02 hervor.
3	Unerlaubter Datenwert	Bei dem in der Abfrage empfangenen Datenwert handelt es sich um einen für den Server (oder Slave) unzulässigen Wert. Dies deutet auf einen Strukturfehler in dem Rest einer komplexen Abfrage hin, so z. B. dass die implizierte Länge nicht korrekt ist. Es bedeutet NICHT, dass ein zur Speicherung an ein Register übermitteltes Datenfeld einen Wert enthält, der außerhalb des erwarteten Bereiches des Anwendungsprogramms liegt. Das Modbus-Protokoll kennt nicht die Bedeutung eines bestimmten Wertes eines bestimmten Registers.
4	Ausfall des Slave-Geräts	Bei dem Versuch des Servers (oder Slaves) eine angeforderte Aktion durchzuführen, ist ein nicht behebbare Fehler aufgetreten.

Tabelle 11.19

11.11 Zugriff auf Parameter

11.11.1 Parameterverarbeitung

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

11.11.2 Datenspeicherung

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

11.11.3 IND

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

11.11.4 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.

11.11.5 Umrechnungsfaktor

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 Umrechnungsfaktor benutzt werden. Entnehmen Sie diesen bitte dem Abschnitt *Parameter*.

11.11.6 Parameterwerte

Standarddatentypen

Standarddatentypen sind int16, int32, uint8, uint16 und uint32. Sie werden als 4x-Register gespeichert (40001 – 4FFFF). Die Parameter werden über Funktion 03HEX „Halteregister 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 „Halteregister 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).

11.12 Danfoss FC-Steuerprofil

11.12.1 Steuerwort GemäßFC-Profil (8-10 Steuerprofil = FC-Profil)

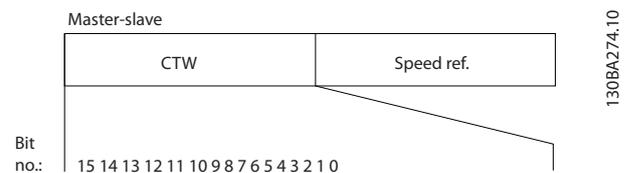


Abbildung 11.15

Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	externe Auswahl lsb
01	Sollwert	externe Auswahl msb
02	DC-Bremse	Rampe
03	Freilauf	Kein Freilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Ausgangsfrequenz halten	Rampe verwenden
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 aktiv
12	Ohne Funktion	Relais 02 aktiv
13	Parametereinstellung	Auswahl lsb
14	Parametereinstellung	Auswahl msb
15	Ohne Funktion	Reversieren

Tabelle 11.20

Erläuterung der Steuerbits

Bits 00/01

Die Bits 00 und 01 werden für die Auswahl zwischen den vier Sollwerten verwendet, die in 3-10 *Festsollwert* gemäß folgender Tabelle vorprogrammiert werden:

Programmierter Sollwert	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	3-10 Festsollwert [0]	0	0
2	3-10 Festsollwert [1]	0	1
3	3-10 Festsollwert [2]	1	0
4	3-10 Festsollwert [3]	1	1

Tabelle 11.21

HINWEIS

Treffen Sie in 8-56 *Festsollwertanwahl* eine Auswahl, um festzulegen, wie Bit 00/01 ein Gate mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen bildet.

Bit 02, DC-Bremse:

Bit 02 = „0“ führt zu DC-Bremse und -Stopp. Stellen Sie Bremsstrom und -dauer in 2-01 *DC-Bremsstrom* und 2-02 *DC-Bremszeit* ein. Bit 02 = „1“ führt zu Rampe.

Bit 03, Freilauf:

Bit 03 = „0“: Der Frequenzumrichter „entlässt“ den Motor sofort, die Ausgangstransistoren werden „abgeschaltet“, und der Motor gelangt in den Freilauf, bis er still steht. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt werden.

Treffen Sie eine Auswahl in 8-50 *Motorfreilauf*, um festzulegen, wie Bit 03 ein Gate mit der entsprechenden Funktion auf einem Digitaleingang bildet.

Bit 04, Schnellstopp:

Bit 04 = „0“: Lässt die Motordrehzahl herunterfahren bis zum Stopp (eingestellt in 3-81 *Rampenzeit Schnellstopp*).

Bit 05, Ausgangsfrequenz halten

Bit 05 = „0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz (in Hz) wird gespeichert. Ändern Sie die gespeicherte Ausgangsfrequenz nur mithilfe der Digitaleingänge (5-10 *Klemme 18 Digitaleingang* bis 5-15 *Klemme 33 Digitaleingang*), die auf *Drehzahl auf* und *Verlangsamten* programmiert sind.

HINWEIS

Wenn Ausgangsfrequenz speichern aktiv ist, kann der Frequenzumrichter nur wie folgt angehalten werden:

- Bit 03 Freilaufstopp
- Bit 02 DC-Bremse
- Digitaleingang (5-10 *Klemme 18 Digitaleingang* bis 5-15 *Klemme 33 Digitaleingang*) auf DC-Bremse, Freilaufstopp oder Reset und Freilaufstopp programmiert.

Bit 06, Rampe Stopp/Start:

Bit 06 = „0“: Verursacht einen Stopp und lässt die Motordrehzahl herunterfahren, um über den ausgewählten Parameter für das Herunterfahren anzuhalten. Bit 06 = „1“: Ermöglicht dem Frequenzumrichter das Starten des Motors, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

Treffen Sie eine Auswahl in 8-53 *Start*, um festzulegen, wie Bit 06 Rampe Stopp/Start ein Gate mit der entsprechenden Funktion auf einem Digitaleingang bildet.

Bit 07, Reset: Bit 07 = „0“: Kein Reset. Bit 07 = „1“: Quittiert eine Abschaltung. Reset wird auf der Vorderflanke des Signals aktiviert, d. h. beim Wechsel von Logik „0“ zu Logik „1“.

Bit 08, Festdrehzahl JOG:

Bit 08 = „1“: Die Ausgangsfrequenz wird durch 3-19 *Festdrehzahl Jog [UPM]* festgelegt.

Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2:

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

Bit 10, Daten nicht gültig/Daten gültig:

Teilen Sie dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort verwendet oder ignoriert werden soll. Bit 10 = „0“: Das Steuerwort wird ignoriert. Bit 10 = „1“: Das Steuerwort wird verwendet. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp immer das Steuerwort enthält. So kann das Steuerwort abgeschaltet werden, wenn es während einer Aktualisierung oder während des Lesens von Parametern nicht verwendet werden soll.

Bit 11, Relais 01:

Bit 11 = „0“: Relais nicht aktiviert. Bit 11 = „1“: Relais 01 aktiviert, vorausgesetzt, dass *Steuerwort Bit 11* in 5-40 *Relaisfunktion* ausgewählt ist.

Bit 12, Relais 04:

Bit 12 = „0“: Relais 04 ist nicht aktiviert. Bit 12 = „1“: Relais 04 ist aktiviert, vorausgesetzt, dass *Steuerwort Bit 12* in 5-40 *Relaisfunktion* ausgewählt ist.

Bit 13/14, Auswahl der Konfiguration:

Verwenden Sie die Bits 13 und 14 zur Auswahl aus den vier Menükonfigurationen gemäß der dargestellten Tabelle: .

Konfiguration	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabelle 11.22

Die Funktion ist nur dann möglich, wenn *Mehrere Konfigurationen* in 0-10 Aktiver Satz ausgewählt ist.

Treffen Sie eine Auswahl in 8-55 *Satzanzahl*, um festzulegen, wie Bit 13/14 ein Gate mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen bildet.

Bit 15 Reversieren:

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung. Bit 15 = „1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist die Reversierung in 8-54 *Reversierung* auf digital eingestellt. Bit 15 verursacht eine Reversierung, wenn eine serielle Kommunikation, „Oder“-Logik oder „Und“-Logik ausgewählt ist.

11.12.2 Zustandswort Gemäß FC-Profil (STW) (8-10 Steuerprofil = FC-Profil)

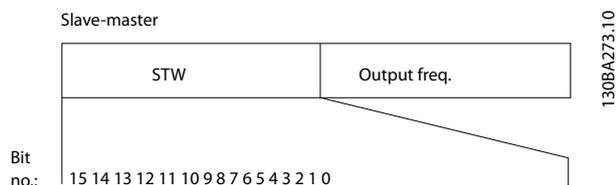


Abbildung 11.16

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Steuer. nicht bereit	Steuer. bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Freilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	Kein Fehler	Fehler (keine Abschaltung)
05	Reserviert	-
06	Kein Fehler	Abschaltsperr
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Lokaler Betrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb der Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Ohne Funktion	Mit Funktion
12	Frequenzumrichter OK	Angehalten, Auto Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Drehmoment OK	Drehmoment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

Tabelle 11.23

Erläuterung der Zustandsbits

Bit 00, Steuerung nicht bereit/bereit:

Bit 00 = „0“: Der Frequenzumrichter wird abgeschaltet. Bit 00 = „1“: Die Frequenzumrichter-Regler sind bereit, aber die Leistungskomponente empfängt nicht notwendigerweise eine Stromversorgung (im Falle einer externen 24-V-Versorgung der Regler).

Bit 01, Frequenzumrichter bereit:

Bit 01 = „1“: Der Frequenzumrichter ist betriebsbereit, aber der Freilauf-Befehl ist über die Digitaleingänge oder die serielle Kommunikation aktiv.

Bit 02, Freilaufstopp:

Bit 02 = „0“: Der Frequenzumrichter gibt den Motor frei. Bit 02 = „1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor mit einem Startbefehl.

Bit 03, Kein Fehler/keine Abschaltung:

Bit 03 = „0“: Der Frequenzumrichter befindet sich nicht im Fehlermodus. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter wird abgeschaltet. Geben Sie zur Wiederaufnahme des Betriebs [Reset] ein.

Bit 04, Kein Fehler/Fehler (keine Abschaltung):

Bit 04 = „0“: Der Frequenzumrichter befindet sich nicht im Fehlermodus. Bit 04 = „1“: Der Frequenzumrichter zeigt einen Fehler an, wird aber nicht abgeschaltet.

Bit 05, Nicht verwendet:

Bit 05 wird im Zustandswort nicht verwendet.

Bit 06, Kein Fehler / Abschaltsperr:

Bit 06 = „0“: Der Frequenzumrichter befindet sich nicht im Fehlermodus. Bit 06 = „1“: Der Frequenzumrichter wird abgeschaltet und gesperrt.

Bit 07, Keine Warnung/Warnung:

Bit 07 = „0“: Es liegen keine Warnungen vor. Bit 07 = „1“: Eine Warnung ist aufgetreten.

Bit 08, Drehzahl \neq Sollwert/Drehzahl = Sollwert:

Bit 08 = „0“: Der Motor läuft, aber die aktuelle Drehzahl unterscheidet sich vom voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. dann der Fall sein, wenn die Drehzahl während Start/Stopp hoch-/heruntergefahren wird. Bit 08 = „1“: Die Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Lokaler Betrieb/Bussteuerung:

Bit 09 = „0“: [STOP/RESET] wird auf dem Bedienteil aktiviert, oder die *Hand-Steuerung* in 3-13 *Sollwertvorgabe* ist ausgewählt. Der Frequenzumrichter kann nicht über serielle Kommunikation gesteuert werden. Bit 09 = „1“ Der Frequenzumrichter kann über Feldbus / serielle Kommunikation gesteuert werden.

Bit 10, Außerhalb der Frequenzgrenze:

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den Wert in 4-11 *Min. Drehzahl [UPM]* oder 4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* erreicht. Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz liegt innerhalb der festgelegten Grenzen.

Bit 11, Kein Betrieb/in Betrieb:

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft. Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal, oder die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

Bit 12, Frequenzumrichter OK/angehalten, Auto Start:

Bit 12 = „0“: Der Wechselrichter hat keine temporäre Übertemperatur. Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter wird wegen Übertemperatur angehalten, aber die Einheit wird nicht abgeschaltet und nimmt nach Beseitigung der Übertemperatur den Betrieb wieder auf.

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 niedrig oder zu hoch.

Bit 14, Drehmoment OK/Grenze überschritten:

Bit 14 = „0“: Der Motorstrom ist niedriger als die in 4-18 *Stromgrenze* ausgewählte Drehmomentgrenze. Bit 14 = „1“: Die Drehmomentgrenze in 4-18 *Stromgrenze* wird überschritten.

Bit 15, Timer OK/Grenze überschritten:

Bit 15 = „0“: Die Timer für den thermischen Motorschutz und der thermische Schutz überschreiten nicht 100 %. Bit 15 = „1“: Eine der Timer überschreitet 100 %.

Alle Bits im STW werden auf „0“ eingestellt, wenn die Verbindung zwischen der InterBus-Option und dem Frequenzumrichter verloren gegangen ist oder ein internes Kommunikationsproblem auftritt.

11.12.3 Bus (Drehzahl) Sollwert

Der Drehzahlsollwert wird als relativer Wert in % an den Frequenzumrichter übertragen. Der Wert wird in Form eines 16-Bit-Worts übertragen; in Ganzzahlen (0-32767) entspricht der Wert 16384 (4000 Hex) 100 %. Negative Zahlen werden mithilfe von 2's-Ergänzungen formatiert. Die aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW) wird genauso skaliert wie der Bus-Sollwert.

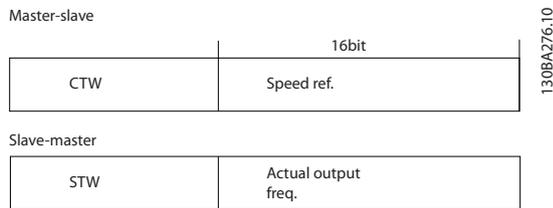


Abbildung 11.17

Sollwert und HIW werden wie folgt skaliert:

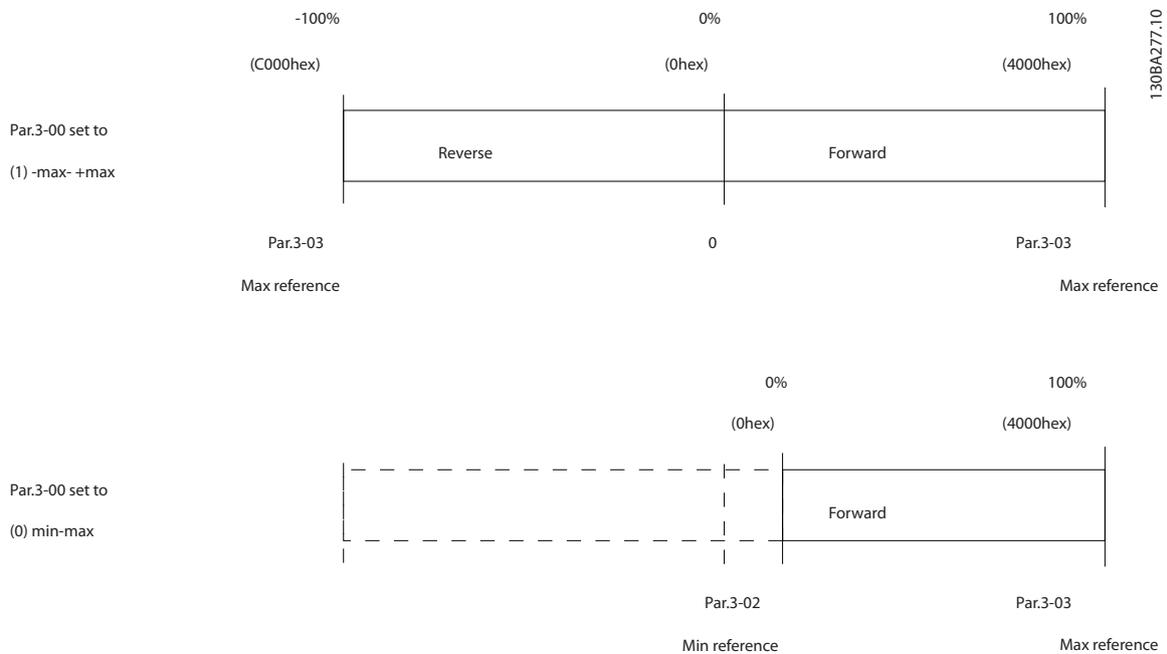


Abbildung 11.18

11.12.4 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	Steuer. 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 \neq 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

Tabelle 11.24

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“. Der Frequenzumrichter hat nicht abgeschaltet.

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 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 \neq Sollwert / Drehzahl = Sollwert

Bit 08 = „0“: Der Motor läuft, die aktuelle Drehzahl entspricht aber nicht dem voreingestellten Drehzahl-sollwert. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn die Drehzahl während des Start-/Stopp-Vorgangs durch Rampe auf/ab geändert wird.

Bit 08 = „1“: Die aktuelle Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ortbetrieb/Bussteuerung

Bit 09 = „0“: Es wurde die Stop-Taste am LCP betätigt oder in 3-13 Sollwertvorgabe auf Ortbetrieb umgestellt. Es ist nicht möglich, den Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle zu starten.

Bit 09 = „1“: Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle oder Klemmen gesteuert werden.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten/Frequenzgrenze OK

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den in 4-52 *Warnung Drehz. niedrig* bzw. 4-53 *Warnung Drehz. hoch* 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 *4-16 Momentengrenze motorisch* und *4-17 Momentengrenze generatorisch* gewählte Momentengrenze. Bit 14 = „1“: Die Momentengrenze in *4-16 Momentengrenze motorisch* oder *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

A

Abgeschirmt..... 227

Abgeschirmte/verstärkte..... 169, 224

Abgeschirmter Steuerkabel..... 234

Abgestrahlte Störaussendung..... 41

Abkürzungen..... 8

Ableitstrom..... 44

Abmessungen..... 129, 135

Abschirmblech..... 170

Abschirmen Der Kabel:..... 191

Abschirmung Von Kabeln:..... 179

Absicherung..... 189

Abzweigschutz..... 198

Aggressive Umgebungsbedingungen..... 15

Allgemeine

 Aspekte..... 139, 140

 Aspekte Von EMV-Emissionen..... 40

AMA

 AMA..... 237

 Mit Anschluss Von T27..... 239

 Ohne Anschluss Von T27..... 239

Analogausgang – Klemme X30/8..... 249

Analogausgänge..... 92

Analogeingänge

 Analogeingänge..... 92

 – Klemme X30/11, 12..... 249

Anforderungen An Die Störfestigkeit..... 42, 43

Anstiegszeit..... 96

Anwendungen

 Mit Konstantem Drehmoment (CT-Modus)..... 99

 Mit Quadratischem Drehmoment (VT)..... 99

Anzugsdrehmoment Frontabdeckung..... 125

Anzugsmoment Für Klemmen..... 178

Ausbrechen Von Zusätzlichen Öffnungen Für Kabeldurchführungen..... 167

Ausgangsfrequenz

 Halten..... 279

 Speichern..... 8

Ausgangsleistung (U, V, W)..... 90

Auspacken..... 127

Außentemperaturüberwachung..... 265

Automatische Motoranpassung (AMA)..... 237

B

Baugröße F – Optionen..... 264

Begriffsdefinitionen..... 8

Beispiel Für Grundlegende Verkabelung..... 222

Belüftung..... 159

Besondere Betriebsbedingungen..... 99

Bestellnummern..... 100

Bestellnummern:

 Du/dt-Filter, 380-480/500 V AC..... 121

 Du/dt-Filter, 525-690 V AC..... 2

 Hochleistungssätze..... 106

 Oberwellenfilter..... 118

 Optionen Und Zubehör..... 104

 Sinusfilter, 200-500 V AC..... 120

 Sinusfilter, 525-690 V AC..... 2

Bestellung Über Typencode..... 100

Bremsfunktion..... 47

Bremsleistung..... 9, 48

Bremsstrom..... 115

Bremswiderstände..... 259

Bremswiderstands..... 46

Brummschleifen..... 234

C

CE-Konformität Und CE-Kennzeichnung..... 14

D

DC-Bremse..... 279

DC-Busanschluss..... 228

DeviceNet..... 7, 104

Die

 EMV-Richtlinie (2004/108/EG)..... 14

 Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)..... 14

 Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG)..... 14

Digitalausgang..... 93

Digitalausgänge - Klemme X30/6, 7..... 249

Digitaleingänge – Klemme X30/1-4..... 249

Digitaleingänge:..... 91

Drehmoment..... 178

Drehmomentregelung..... 19

Drehmomentverhalten Der Last..... 90

Drehzahlsollwert..... 239

Drive-Konfigurator..... 100

Durch Modbus RTU Unterstützte Funktionscodes..... 277

E

Eingangspolarität Von Steuerklemmen..... 227

Elektrische

 Installation..... 221, 223

 Installation - EMV-Schutzmaßnahmen..... 230

Elektrischen Klemmen..... 223

Elektromechanischer Bremse..... 244

Empfang Des Frequenzumrichters..... 127

EMV-Prüfergebnisse..... 41

EMV-Richtlinie 2004/108/EG.....	15	Isolierungswiderstandsmonitor (IRM).....	264
EMV-Schalter.....	234	IT-Netz.....	234
EMV-Schutzmaßnahmen.....	267		
Entsorgungshinweise.....	13	K	
Erdableitstrom.....	44, 230	Kabel.....	178
Erdung.....	230	Kabeldurchlass/Kabelkanaleingang – IP21 (NEMA 1) Und IP54 (NEMA12).....	161
Ersatzteile.....	105	Kabellänge Und -querschnitt:.....	179, 191
ETR.....	218	Kabellängen Und Querschnitte.....	90
Externe		Kabelpositionen.....	142
24-V-DC-Versorgung.....	255	Kabelquerschnitt.....	115
Lüfterversorgung.....	198	Kabelschellen.....	231
Extreme Betriebsbedingungen	52	Kippmoment.....	9
		Klemmenpositionen	
F		Klemmenpositionen.....	143
FC-Profil.....	278	– Baugröße D.....	3
Fehlerstromschutzeinrichtung.....	264	Kühlbedingungen	126
Fehlerstromschutzschalter.....	236	Kühlen Auf Der Rückseite	159
Feldbus-Anschluss.....	219	Kühlung	99, 159
Festdrehzahl JOG.....	8, 279	Kurzschluss (zwischen Motorphasen Und Ausgangsphasen)...	52
Flux.....	22, 23	Kurzschlussverhältnis	235
Freilauf.....	279, 280		
Freiraum.....	139	-	
Freq.korr. Auf / Ab.....	26	-Länge (LGE).....	268
Frequenzumrichter Mit Modbus RTU.....	273		
		L	
G		Leistungsanschlüsse.....	178
Gemeinsame Kopplungspunkt.....	235	Leistungsreduzierung Beim Betrieb Mit Niedriger Drehzahl....	99
Generatorisch Erzeugte Überspannung.....	52	Leitungsgeführte Störaussendung.....	41
Geschützte Klemmen, 30 A.....	265	Luftfeuchtigkeit.....	15
		Lüftungsbaugruppe.....	159
H			
Handbetätigte Motorschutzschalter.....	265	M	
Handsteuerung (Hand On / Hand Ein) Und Fernsteuerung (Auto On / Auto Ein).....	1	Mechanische	
Heben.....	127	Abmessungen.....	124, 139
Hochleistungssicherungstabellen		Brems.....	48
Hochleistungssicherungstabellen.....	207	Brems.....	49
12-Puls.....	210	Haltebremse.....	45
Hochspannungsprüfung	230	Installation.....	139
		Montage.....	126
I		Modbus-Ausnahmecodes	277
IEC-Not-Aus Mit Pilz-Sicherheitsrelais.....	265	Montagezubehör	106
Index (IND).....	270	Motoranschluss	169
Installation		Motorausgang	90
Der Externen 24 V DC-Versorgung.....	220	Motorfreilauf	8
Nebeneinander.....	126	Motor-Istwert	23
Interner Stromgrenzenregler In Betriebsart VVCplus	24	Motorkabel	216, 230
IP21-Gehäuseabdeckung	260	Motorenndrehzahl	8

Motorphasen.....	52		
Motorschutz.....	91	S	
Motorspannung.....	96	Schalten Am Ausgang.....	52
Motor-Typenschild.....	237	Schalter S201, S202 Und S801.....	221
Motor-Überlastschutz.....	218	Schnellreferenz.....	239
		Schnittstellenkabel.....	234
N		Schutz	
NAMUR.....	264	Schutz.....	15, 44
Netz.....	167	Und Merkmale.....	91
Netzanschlüsse 12-Puls-Frequenzumrichter.....	189	Schutzerdung.....	230
Netzausfall.....	52	Serielle Schnittstelle.....	94
Netztrennschalter.....	213	Sicherer	
Netzversorgung		Stopp.....	54
Netzversorgung.....	11, 64, 75, 76, 77	Stopp + Pilz-Relais.....	265
(L1, L2, L3).....	90	Sicherheitsanforderungen Für Die Mechanische Installation...	123
Netzversorgungstörungen.....	235	Sicherheitsmaßnahmen.....	12
Netzwerkanschluss.....	266	Sicherungen.....	178, 198
		Sinusfilter.....	172, 179, 191, 264
O		Skalieren	
Oberwellenfilter.....	118	Von Festsollwerten Und Bussollwerten.....	27
		Von Soll- Und Istwerten (analog Und Puls).....	27
P		Softwareversionen.....	105
Parameterwerte.....	278	Sollw. Speich.....	26
PELV		Sollwertgrenzen.....	26
PELV.....	242	Spannungsniveau.....	91
– Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)....	44	Statische Überlast Im VVCplus-Betrieb.....	53
PID-Drehzahl.....	19, 21	Steueranschlüsse.....	221
PID-Drehzahlregler.....	32	Steuerkabel.....	223, 225, 227, 230, 234
PID-Prozessregelung.....	35	Steuerkarte,	
Planung Des Aufstellungsorts.....	127	+10-V-DC-Ausgang.....	94
Profibus.....	7, 104	24-V-DC-Ausgang.....	93
Programmieren Von Momentgrenze Und Stopp.....	244	RS-485, Serielle Schnittstelle.....	93
Protection Mode.....	13	USB Serielle Kommunikation.....	94
		Steuerkartenleistung.....	94
-		Steuerklemmen.....	221
-Protokoll.....	267	Steuerungseigenschaften.....	94
		Steuerwort.....	278
P		Stopfbuchsen-/Kabelkanaleinführung, 12-Puls - IP21 (NE-MA1) Und IP54 (NEMA2).....	163
Puls/Drehgeber-Eingänge.....	92	Störgeräusche.....	95
		Symbole.....	7
R		Synchrone Motordrehzahl.....	9
Raumheizungen Und Thermostat.....	264		
RCD.....	10	T	
Regelung Des Frequenzumrichters.....	277	Taktfrequenz.....	179, 191
Relaisanschluss.....	177	Temperaturschalter Bremswiderstand.....	228
Relaisausgänge.....	93	Thermischen Motorschutz.....	281
		Thermischer Motorschutz.....	53, 216
		Thermistor.....	10, 242

