



# Projektierungshandbuch VLT<sup>®</sup> AutomationDrive FC 300, 90-1200 kW





## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs</b>	<b>8</b>
1.1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs - FC300	8
1.2 Verfügbare Literatur	8
1.3 Zulassungen	8
1.4 Symbole	9
1.5 Abkürzungen	9
1.6 Definitionen	10
1.7 Leistungsfaktor	12
<b>2 Sicherheit und Konformität</b>	<b>13</b>
2.1 Sicherheitsmaßnahmen	13
2.2 Vorsicht	13
2.3 CE-Kennzeichnung	13
2.4 Gehäusetypen	14
2.5 Aggressive Umgebungsbedingungen	15
<b>3 Einführung in das Produkt</b>	<b>17</b>
3.1 Produktübersicht	17
3.2 PI-Regler	18
3.2.1 Steuerverfahren	19
3.2.2 Regelungsstruktur bei VVC <sup>plus</sup> Advanced Vector Control	23
3.2.3 Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber	24
3.2.4 Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber	24
3.2.5 Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC <sup>plus</sup>	25
3.2.6 Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On)	25
3.3 Sollwertverarbeitung	27
3.3.1 Sollwertgrenzen	28
3.3.2 Skalierung von Festsollwerten und Bussollwerten	29
3.3.3 Skalierung von Analog- und Pulssollwerten und Istwert	29
3.3.4 Totzone um Null	30
3.4 PID-Regelung	34
3.4.1 PID-Drehzahlregelung	34
3.4.2 Parameter für PID-Drehzahlregler	34
3.4.3 Beispiel zur Programmierung der Drehzahlregelung	34
3.4.4 Programmierreihenfolge für die PID-Drehzahlregelung	35
3.4.5 Optimieren des PID-Drehzahlreglers	36
3.4.6 PID-Prozessregler	37
3.4.7 Parameter für PID-Prozessregler	37
3.4.8 Beispiel für PID-Prozessregler	39

3.4.9	3.4.9 Programmierreihenfolge für PID-Prozessregler	40
3.4.10	3.4.10 Optimierung des Prozessreglers	41
3.4.11	3.4.11 Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols	41
3.5	3.5 Allgemeine EMV-Aspekte	42
3.5.1	3.5.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen	42
3.5.2	3.5.2 EMV-Prüfergebnisse	43
3.5.3	3.5.3 Emissionsanforderungen	44
3.5.4	3.5.4 Störfestigkeitsanforderungen	45
3.6	3.6 Galvanische Trennung (PELV)	46
3.7	3.7 Erdableitstrom	47
3.8	3.8 Bremsfunktionen	48
3.8.1	3.8.1 Mechanische Haltebremse	48
3.8.2	3.8.2 Dynamische Bremse	48
3.8.3	3.8.3 Auswahl des Bremswiderstands	48
3.9	3.9 Mechanische Bremssteuerung	50
3.9.1	3.9.1 Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen	51
3.10	3.10 Smart Logic Controller	53
3.11	3.11 Extreme Betriebszustände	54
3.12	3.12 Sicherer Stopp	56
3.12.1	3.12.1 Betrieb mit STO-Funktion	57
3.12.2	3.12.2 Installation externer Sicherheitsvorrichtungen in Kombination mit MCB 112	59
3.12.3	3.12.3 Inbetriebnahmeprüfung des sicheren Stopps	60
3.12.4	3.12.4 Betrieb mit STO-Funktion („Sicher abgeschaltetes Moment“, nur für FC 302)	61
3.12.5	3.12.5 Zulassungen & Zertifizierungen	61
<b>4</b>	<b>4 Auswahl</b>	<b>62</b>
4.1	4.1 Elektrische Daten, 380-500 V	62
4.2	4.2 Elektrische Daten, 525-690 V	69
4.2.1	4.2.1 Elektrische Daten, 525-690 V AC, 12-Puls	75
4.3	4.3 Allgemeine Spezifikationen	79
4.4	4.4 Wirkungsgrad	84
4.5	4.5 Störgeräusche	84
4.6	4.6 dU/dt-Bedingungen	85
4.7	4.7 Besondere Betriebsbedingungen	85
4.7.1	4.7.1 Manuelle Leistungsreduzierung	86
4.7.2	4.7.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur	87
4.7.3	4.7.3 Automatische Leistungsreduzierung	88
<b>5</b>	<b>5 Bestellen des Frequenzumrichters</b>	<b>89</b>
5.1	5.1 Bestellformular	89
5.1.1	5.1.1 Typencode	89

5.1.2 Antriebskonfigurator	89
5.2 Bestellnummern	94
5.2.1 Optionen und Zubehör	94
5.2.2 Bremswiderstände	95
5.2.3 Oberwellenfilter (Advanced Harmonic Filters, AHF)	97
5.2.4 Sinusfiltermodule, 380–690 V AC	102
5.2.5 du/dt-Filter	104
<b>6 Mechanische Installation</b>	<b>106</b>
6.1 Vor der Aufstellung	106
6.1.1 Lieferung des Frequenzumrichters	106
6.1.2 Transportieren und Auspacken des Frequenzumrichters	106
6.1.3 Heben	107
6.1.4 Abmessungen	109
6.1.5 Abmessungen, 12-Puls-Geräte	122
6.2 Mechanische Installation	128
6.2.1 Benötigte Werkzeuge	128
6.2.2 Allgemeine Erwägungen	128
6.2.3 Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße D	130
6.2.4 Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße E	142
6.2.5 Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße F	148
6.2.6 Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße F, 12 Pulse	153
6.2.7 Kabel-/Rohreinführung – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)	159
6.2.8 Kabel-/Rohreinführung, 12-Puls – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)	162
6.2.9 Kühlung und Luftstrom	165
6.2.10 Wand-/Schrankmontage	167
6.2.11 Sockelaufstellung bei Baugröße D	167
6.2.12 Sockelaufstellung bei Baugröße E	168
6.2.13 Sockelaufstellung bei Baugröße F	169
<b>7 Elektrische Installation</b>	<b>170</b>
7.1 Anschlüsse	170
7.1.1 Drehmoment-Einstellungen	170
7.1.2 Stromanschlüsse	171
7.1.3 Stromanschlüsse 12-Puls-Frequenzumrichter	195
7.1.4 Auswahlrichtlinien für 12-Puls-Transformatoren	198
7.1.5 Abschirmung gegen elektrische Störungen	198
7.1.6 Externe Lüfterversorgung	198
7.2 Sicherungen und Trennschalter	199
7.2.1 Sicherungen	199
7.2.2 Kurzschluss-Nennstrom (Short Circuit Current Rating, SCCR), Baugröße D	199

7.2.3 Empfehlungen	199
7.2.4 Leistung/Halbleiter Sicherungsgröße	200
7.2.5 Leistung/Halbleiter Sicherungsoptionen	201
7.2.6 Ergänzende Sicherungen	203
7.2.7 High-Power-Sicherungen, 12 Pulse	204
7.2.8 Ergänzende Sicherungen – High-Power	206
7.3 Trennschalter und Schütze	207
7.3.1 Netztrennschalter – Gerätebaugrößen E und F	207
7.3.2 Netztrennschalter, 12 Pulse	208
7.3.3 Netzschütze	208
7.4 Zusätzliche Motorinformationen	209
7.4.1 Motorkabel	209
7.4.2 Parallelschaltung von Motoren	210
7.4.3 Motorisolation	211
7.4.4 Motorlagerströme	211
7.5 Steuerkabel und -klemmen	211
7.5.1 Zugang zu den Steuerklemmen	211
7.5.2 Steuerkabelführung	211
7.5.3 Steuerklemmen	213
7.5.4 Schalter S201 (A53), S202 (A54) und S801	213
7.5.5 Installieren der Steuerklemmen	214
7.5.6 Einfaches Verdrahtungsbeispiel	214
7.5.7 Installieren der Steuerkabel	215
7.5.8 12-Puls-Steuerkabel	218
7.5.9 Relaisausgang Baugröße D	220
7.5.10 Relaisausgang Baugrößen E und F	220
7.5.11 Temperaturschalter Bremswiderstand	221
7.6 Zusätzliche Anschlüsse	221
7.6.1 DC-Busanschluss	221
7.6.2 Zwischenkreiskopplung	221
7.6.3 Installation des Anschlusskabels der Bremse	221
7.6.4 Anschließen eines PC an den Frequenzumrichter	222
7.6.5 PC-Software	222
7.7 Sicherheit	223
7.7.1 Hochspannungsprüfung	223
7.7.2 Erdung	223
7.7.3 Schutzerdung	223
7.8 EMV-gerechte Installation	223
7.8.1 Elektrische Installation – EMV-Schutzmaßnahmen	223
7.8.2 EMV-gerechte Verkabelung	225

7.8.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel	225
7.8.4 EMV-Schalter	226
7.9 Netzversorgungsstörung/-rückwirkung	226
7.9.1 Einfluss von Oberschwingungen in einer Energieverteilungsanlage	227
7.9.2 Normen und Anforderungen zur Oberschwingungsbegrenzung	227
7.9.3 Reduzierung, Vermeidung oder Kompensation von Oberschwingungen	228
7.9.4 Oberschwingungsberechnung	228
7.10 Fehlerstromschutzschalter	228
7.11 Endgültige Konfiguration und Test	228
<b>8 Anwendungsbeispiele</b>	<b>230</b>
8.1 Autom. Motoranpassung	230
8.2 Analoger Drehzahlsollwert	230
8.3 Start/Stopp	231
8.4 Externe Alarmquittierung	232
8.5 Drehzahlsollwert mit manuellem Potenziometer	232
8.6 Drehzahlkorrektur auf/ab	233
8.7 RS-485-Netzwerkverbindung	233
8.8 Motorthermistor	234
8.9 Relaiskonfiguration mit Smart Logic Control	234
8.10 Mechanische Bremssteuerung	235
8.11 Drehgeberverbindung	235
8.12 Drehgeberrichtung	236
8.13 Frequenzumrichtersystem mit Rückführung	236
8.14 Stopp und Drehmomentgrenze	236
<b>9 Optionen und Zubehör</b>	<b>238</b>
9.1 Optionen und Zubehör	238
9.1.1 Steckplatz A	238
9.1.2 Steckplatz B	238
9.1.3 Steckplatz C	238
9.2 Mehrzweck-Eingangs-/Ausgangsmodul MCB 101	238
9.2.1 Galvanische Trennung im MCB 101	239
9.2.2 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4	240
9.2.3 Analogeingänge – Klemme X30/11, 12	240
9.2.4 Digitalausgänge – Klemme X30/6, 7	240
9.2.5 Analogausgang – Klemme X30/8	240
9.3 Drehgeber-Komponente MCB 102	241
9.4 Resolver-Option MCB 103	242
9.5 Relaisoption MCB 105	244
9.6 Option zur externen 24-V-Versorgung MCB 107	246

9.7 PTC Thermistorkarte MCB 112	246
9.8 MCB 113 Erweiterte Relais-Optionskarte	248
9.9 Bremswiderstände	249
9.10 Einbausatz für LCP-Bedienteil	249
9.11 Sinusfilter	250
9.12 High-Power-Optionen	250
9.12.1 Optionen für Gerätebaugröße D	250
9.12.1.1 Zwischenkreiskopplungsklemmen	250
9.12.1.2 Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheiten	250
9.12.1.3 Stillstandsheizung	250
9.12.1.4 Bremschopper	251
9.12.1.5 Netzabschirmung	251
9.12.1.6 Widerstandsfähigere Leiterplatten	251
9.12.1.7 Kühlkörper-Zugangsdeckel	251
9.12.1.8 Netztrennung	251
9.12.1.9 Schütz	251
9.12.1.10 Trennschalter	251
9.12.2 Optionen für Gerätebaugröße F	251
<b>10 RS-485 Installation und Konfiguration</b>	<b>254</b>
10.1 Übersicht	254
10.2 Netzwerkverbindung	254
10.3 Busabschluss	254
10.4 RS-485 Installation und Konfiguration	255
10.4.1 EMV-Schutzmaßnahmen	255
10.5 Übersicht zum FC-Protokoll	255
10.6 Netzwerkkonfiguration	255
10.6.1 Konfiguration des Frequenzumrichters	255
10.7 Aufbau der Telegrammblocke für FC-Protokoll	255
10.7.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)	255
10.7.2 Telegrammaufbau	256
10.7.3 Telegrammlänge (LGE)	256
10.7.4 Frequenzumrichteradresse (ADR)	256
10.7.5 Datensteuerbyte (BCC)	256
10.7.6 Das Datenfeld	257
10.7.7 Das PKE-Feld	257
10.7.8 Parameternummer (PNU)	258
10.7.9 Index (IND)	258
10.7.10 Parameterwert (PWE)	258
10.7.11 Unterstützte Datentypen	259
10.7.12 Umwandlung	259

10.7.13 Prozesswörter (PCD)	259
10.8 Beispiele	259
10.8.1 Schreiben eines Parameterwerts	259
10.8.2 Lesen eines Parameterwertes	260
10.9 Übersicht zu Modbus RTU	260
10.9.1 Voraussetzungen	260
10.9.2 Was der Anwender bereits wissen sollte	260
10.9.3 Übersicht zu Modbus RTU	260
10.9.4 Frequenzumrichter mit Modbus-RTU	261
10.10 Netzwerkkonfiguration	261
10.10.1 Frequenzumrichter mit Modbus-RTU	261
10.11 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke	261
10.11.1 Frequenzumrichter mit Modbus-RTU	261
10.11.2 Modbus RTU-Meldungsaufbau	261
10.11.3 Start-/Stoppfeld	262
10.11.4 Adressfeld	262
10.11.5 Funktionsfeld	262
10.11.6 Datenfeld	262
10.11.7 CRC-Prüffeld	262
10.11.8 Adressieren von Einzelregistern	263
10.11.9 Steuern des Frequenzumrichters	264
10.11.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes	265
10.11.11 Modbus-Ausnahmecodes	265
10.12 Zugriff auf Parameter	265
10.12.1 Parameterverarbeitung	265
10.12.2 Datenspeicherung	265
10.12.3 IND	266
10.12.4 Textblöcke	266
10.12.5 Umrechnungsfaktor	266
10.12.6 Parameterwerte	266
10.13 FU-Steuerprofil	266
10.13.1 Steuerwort entsprechend dem FC-Profil	266
10.13.2 Zustandswort entsprechend dem FC-Profil	268
10.13.3 Bus (Drehzahl) Sollwert	269
<b>Index</b>	<b>273</b>

# 1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs

## 1.1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs - FC300

Dieses Handbuch enthält Informationen, die Eigentum von Danfoss sind. Durch die Annahme und Verwendung dieses Handbuchs erklärt sich der Benutzer damit einverstanden, die darin enthaltenen Informationen ausschließlich für Geräte von Danfoss oder solche anderer Hersteller zu verwenden, die ausdrücklich für die Kommunikation mit Danfoss-Geräten über die serielle Kommunikationsverbindung bestimmt sind. Dieses Handbuch ist durch Urheberrechtsgesetze Dänemarks und der meisten anderen Länder geschützt.

Danfoss übernimmt keine Gewährleistung dafür, dass die nach den im vorliegenden Handbuch enthaltenen Richtlinien erstellten Softwareprogramme in jedem physischen Umfeld bzw. jeder Hard- oder Softwareumgebung einwandfrei laufen.

Obwohl die im Umfang dieses Handbuchs enthaltene Dokumentation von Danfoss überprüft und überarbeitet wurde, leistet Danfoss in Bezug auf die Dokumentation einschließlich Beschaffenheit, Leistung oder Eignung für einen bestimmten Zweck keine vertragliche oder gesetzliche Gewähr.

Danfoss übernimmt keinerlei Haftung für unmittelbare, mittelbare oder beiläufig entstandene Schäden, Folgeschäden oder sonstige Schäden aufgrund der Nutzung oder Unfähigkeit zur Nutzung der in diesem Handbuch enthaltenen Informationen. Dies gilt auch dann, wenn auf die Möglichkeit solcher Schäden hingewiesen wurde. Danfoss haftet insbesondere nicht für Kosten, einschließlich aber nicht beschränkt auf entgangenen Gewinn oder Umsatz, Verlust oder Beschädigung von Ausrüstung, Verlust von Computerprogrammen, Datenverlust, Kosten für deren Ersatz oder Ansprüche Dritter jeglicher Art.

Danfoss behält sich das Recht vor, jederzeit Überarbeitungen oder inhaltliche Änderungen an dieser Druckschrift ohne Vorankündigung oder eine verbindliche Mitteilungspflicht vorzunehmen.

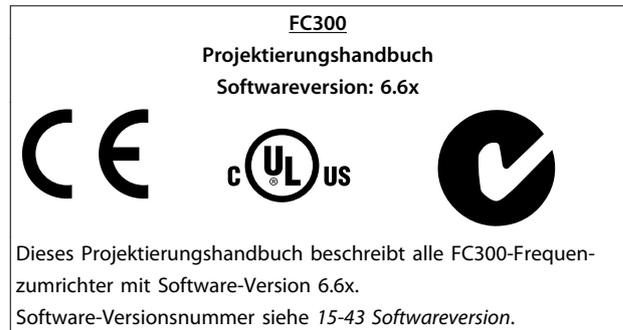


Tabelle 1.1 Kennzeichnung der Softwareversion

## 1.2 Verfügbare Literatur

- Das *Produkt*handbuch wird mit der Einheit geliefert und enthält Informationen zu Installation und Einrichtung.
- Das *Projektierung*shandbuch enthält alle technischen Informationen zum Frequenzrichter der Baugrößen D, E und F sowie Informationen zur kundenspezifischen Anpassung und Anwendung.
- Das *Programmierung*shandbuch enthält Informationen über die Programmierung und eine vollständige Beschreibung aller Parameter.
- Das *Profibus-Produkt*handbuch liefert die für Regelung, Überwachung und Programmierung des Frequenzrichters per Profibus-Feldbus erforderlichen Informationen.
- Das *DeviceNet-Produkt*handbuch liefert die für Regelung, Überwachung und Programmierung des Frequenzrichters per DeviceNet-Feldbus erforderlichen Informationen.

Technische Literatur von Danfoss erhalten Sie in gedruckter Form von Ihrer örtlichen Danfoss-Vertriebsniederlassung. [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/VLT+Technical+Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/VLT+Technical+Documentation.htm)

## 1.3 Zulassungen

### 1.3.1 Zulassungen

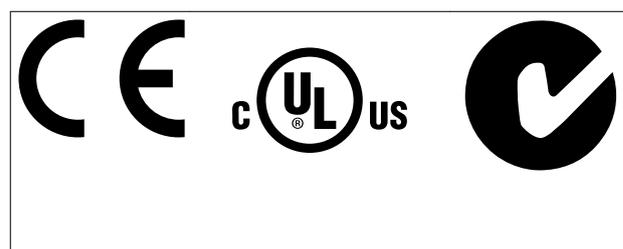


Tabelle 1.2 Konformitätskennzeichnungen: CE, UL und C-Tick

Der Frequenzumrichter erfüllt die Anforderungen des thermischen Gedächtnisses UL508C. Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 3.11.1 Thermischer Motorschutz*.

## 1.4 Symbole

Folgende Symbole werden in diesem Dokument verwendet.

### **⚠️ WARNUNG**

Kennzeichnet eine potenziell gefährliche Situation, die den Tod oder schwere Verletzungen zur Folge haben kann.

### **⚠️ VORSICHT**

Kennzeichnet eine potenziell gefährliche Situation, die leichte Verletzungen zur Folge haben kann. Die Kennzeichnung kann ebenfalls als Warnung vor unsicheren Verfahren dienen.

### **HINWEIS**

Kennzeichnet wichtige Informationen, einschließlich Situationen, die zu Geräte- oder sonstigen Sachschäden führen können.

## 1.5 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
Pferdestärke	PS
Kilohertz	kHz
Local Control Panel	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	$U_{M,N}$
Permanentmagnet-Motor	PM Motor
Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage	PELV
Leiterplatte	PCB
Wechselrichter-Nennausgangsstrom	$I_{INV}$
Umdrehungen pro Minute	U/min [UPM]
Generatorische Klemmen	rückspeisefähig
Sekunde	Sek.
Synchrone Motordrehzahl	$n_s$
Drehmomentgrenze	$T_{LIM}$
Volt	V
Der maximale Ausgangsstrom	$I_{VLT,MAX}$
Der vom Frequenzumrichter gelieferte Nennausgangsstrom	$I_{VLT,N}$

Tabelle 1.3 In diesem Handbuch verwendete Abkürzungen

## 1.6 Definitionen

### Frequenzumrichter:

$I_{VLT,MAX}$

Der maximale Ausgangsstrom.

$I_{VLT,N}$

Der vom Frequenzumrichter gelieferte Nennausgangsstrom.

$I_{VLT,N}$

Der vom Frequenzumrichter gelieferte Nennausgangsstrom.

$U_{VLT,MAX}$

Die maximale Ausgangsspannung.

### Eingang:

<b>Steuerbefehl</b> Sie können den angeschlossenen Motor über das LCP oder die Digitaleingänge starten und stoppen. Die Funktionen sind in zwei Gruppen unterteilt. Funktionen in Gruppe 1 haben eine höhere Priorität als Funktionen in Gruppe 2.	Gruppe 1	Reset, Motorfreilauf, Quittieren und Freilaufstopp, Schnellstopp, DC-Bremse, Stopp und die "Off"-Taste.
	Gruppe 2	Start, Puls-Start, Reversierung, Start + Reversierung, Festdrehzahl JOG und Ausgangsfrequenz speichern.

Tabelle 1.4 Eingangsfunktionen

### Motor:

$f_{JOG}$

Die Motorfrequenz, wenn die Funktion Festdrehzahl JOG aktiviert (über digitale Klemmen).

$f_M$

Die Motorfrequenz.

$f_{MAX}$

Die maximale Motorfrequenz.

$f_{MIN}$

Die minimale Motorfrequenz.

$f_{M,N}$

Die Motornennfrequenz (Typenschilddaten).

$I_M$

Der Motorstrom.

$I_{M,N}$

Der Motornennstrom (Typenschilddaten).

$n_{M,N}$

Die Motornendrehzahl (Typenschilddaten).

$P_{M,N}$

Die Motornennleistung (Typenschilddaten).

$T_{M,N}$

Das Nenndrehmoment (Motor).

$U_M$

Die momentane Spannung des Motors.

$U_{M,N}$

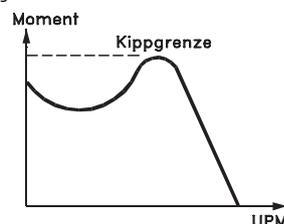
Die Motornennspannung (Typenschilddaten).

### Losbrechmoment

$n_s$

Synchrone Motordrehzahl.

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



175ZA078.10

Abbildung 1.1 Tabelle Losbrechmoment

$\eta_{VLT}$

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

### Einschaltperrbefehl

Ein Stoppbefehl, der zur Gruppe 1 der Steuerbefehle gehört.

### Stoppbefehl

Siehe Parametergruppe Steuerbefehle.

### Sollwerte:

#### Analogesollwert

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

#### Binäresollwert

Ein über die serielle Schnittstelle (RS-485 Klemme 68-69) angelegtes Sollwertsignal.

#### Bussesollwert

Ein an die serielle Kommunikationsschnittstelle (FU-Schnittstelle) übertragenes Signal.

#### Festsollwert

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

#### Pulssollwert

Ein an die Digitaleingänge übertragenes Pulsfrequenzsignal (Klemme 29 oder 33).

#### $Ref_{MAX}$

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 100 % des Gesamtskalenwerts (in der Regel 10 V, 20 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in 3-03 *Maximaler 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.

**Analogausgänge**

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

**Automatische Motoranpassung, AMA**

Der AMA-Algorithmus bestimmt die elektrischen Parameter für den angeschlossenen Motor bei Stillstand.

**Bremswiderstand**

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

**Konstantmoment (CT)-Kennlinie**

Konstante Drehmomentkennlinie; wird für Schrauben- und Spiralverdichter eingesetzt.

**Digitaleingänge**

Die Digitaleingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

**Digitalausgänge**

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

**DSP**

Digitaler Signalprozessor.

**Relaisausgänge**

Der Frequenzumrichter verfügt über zwei programmierbare Relaisausgänge.

**ETR**

Das elektronische Thermorelais ist eine Berechnung der thermischen Belastung auf Grundlage der aktuellen Belastung und Zeit. Damit lässt sich die Motortemperatur schätzen.

**GLCP**

Grafisches LCP-Bedienteil (LCP102)

**Hiperface®**

Hiperface® ist eine eingetragene Marke von Stegmann.

**Initialisierung**

Die Initialisierung (14-22 Betriebsart) stellt die Parameter des Frequenzumrichters auf Werkseinstellungen zurück.

**Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb**

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

**LCP**

Das LCP ist ein Bedienteil mit kompletter Benutzeroberfläche zum Steuern und Programmieren des Frequenzumrichters. Das LCP ist abnehmbar und kann mit Hilfe eines Montagebausatzes bis zu 3 m entfernt vom Frequenzumrichter in einer Schaltschranktür angebracht werden.

Das LCP-Bedienteil ist in zwei Ausführungen erhältlich:

- Numerisches LCP101 (NLCP)
- Grafisches LCP102 (GLCP)

**lsb**

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

**MCM**

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

**msb**

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

**NLCP**

Numerisches LCP-Bedienteil LCP101.

**Online-/Offline-Parameter**

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

**PID-Regler**

Der PID-Regler sorgt durch Anpassung der Ausgangsfrequenz an wechselnde Lasten für eine konstante Prozessleistung (Drehzahl, Druck, Temperatur).

**PCD**

Prozessdaten.

**Pulseingang/Inkrementalgeber**

Ein externer digitaler Geber für Istwertinformationen von Motordrehzahl und Drehrichtung. Drehgeber werden für genaue Rückführung hoher Geschwindigkeit und in hochdynamischen Anwendungen eingesetzt. Der Drehgeberanschluss erfolgt entweder über Klemme 32 oder Drehgeberoption MCB 102.

**RCD**

Steht für „Residual Current Device“; englische Bezeichnung für Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter). Ein Gerät, das im Falle eines Ungleichgewichts zwischen einem stromführenden Leiter und der Erde eine Schaltung trennt. Dieses wird auch als Fehlerstromschutzschalter bezeichnet.

**Parametersatz**

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

**SFAVM**

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

**Schlupfausgleich**

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

**Smart Logic Control (SLC)**

SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die der Frequenzumrichter ausführt, wenn die SLC die zugehörigen benutzerdefinierten Ereignisse als TRUE (WAHR) auswertet.

**STW (ZSW)**

Zustandswort.

**Thermistor**

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

**THD**

Gesamtoberschwingungsgehalt. Ein Zustand der Gesamt-Oberwellenverzerrung.

**Abschaltung**

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt. Wenn zum Beispiel am Frequenzumrichter eine Übertemperatur auftritt oder der Motor, Prozess oder Mechanismus geschützt wird. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und der Alarmzustand über die [Reset]-Taste am LCP quitiert wird. In einigen Fällen erfolgt die Aufhebung automatisch (durch vorherige Programmierung). Sie dürfen die Abschaltung nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwenden.

**Abschaltblockierung**

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, in denen der Frequenzumrichter aus Sicherheitsgründen abschaltet und ein manueller Eingriff erforderlich ist. Wenn am Frequenzumrichter z. B. ein Kurzschluss am Ausgang auftritt, tritt eine Abschaltblockierung ein. Sie können eine Abschaltblockierung nur durch Unterbrechen der Netzversorgung, Beheben der Fehlerursache und erneuten Anschluss des Frequenzumrichters aufheben.

**VT-Kennlinie**

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

**VVC<sup>plus</sup>**

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet die Spannungsvektorsteuerung (VVC<sup>plus</sup>) eine verbesserte Dynamik und Stabilität der Motordrehzahl in Bezug auf Änderungen des Last-Drehmoments.

**60° AVM**

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

## 1.7 Leistungsfaktor

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

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

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

$$= \frac{I_1 \times \cos\phi}{I_{EFF}} = \frac{I_1}{I_{EFF}} \text{ da } \cos\phi = 1$$

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

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

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

Darüber hinaus weist ein hoher Leistungsfaktor darauf hin, dass der Oberwellenstrom sehr niedrig ist.

Die eingebauten DC-Spulen erzeugen einen hohen Leistungsfaktor. Dadurch wird die Netzbelastung reduziert.

## 2 Sicherheit und Konformität

### 2.1 Sicherheitsmaßnahmen

Frequenzumrichter enthalten Hochspannungskomponenten und können bei unsachgemäßer Handhabung tödliche Verletzungen verursachen. Die Geräte sollten nur von ausgebildeten Technikern installiert und betrieben werden. Reparaturarbeiten dürfen erst begonnen werden, wenn der Frequenzumrichter vom Netz getrennt und der festgelegte Zeitraum für die Entladung gespeicherter elektrischer Energie verstrichen ist.

Für einen sicheren Betrieb des Frequenzumrichters ist die strikte Befolgung von Sicherheitsmaßnahmen und -hinweisen unbedingt erforderlich.

### 2.2 Vorsicht

#### **! WARNUNG**

#### **ENTLADUNGSZEIT**

Die Zwischenkreiskondensatoren des Frequenzumrichters können auch bei abgeschaltetem Frequenzumrichter geladen bleiben. Trennen Sie zur Vermeidung elektrischer Gefahren die folgenden Verbindungen:

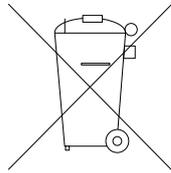
- Netzversorgung
- Permanentmagnet-Motoren
- Externe DC-Zwischenkreisversorgungen, einschließlich externer Batterie-, USV- und DC-Zwischenkreisverbindungen mit anderen Frequenzumrichtern.

Führen Sie **Wartungs- oder Reparaturarbeiten erst nach vollständiger Entladung der Kondensatoren durch**. Die entsprechende Wartezeit finden Sie in der Tabelle *Entladungszeit des Kondensators*. Wenn Sie vor dem Beginn von **Wartungs- oder Reparaturarbeiten die Wartezeit nach dem Trennen vom Netz nicht einhalten, kann dies Tod oder schwere Verletzungen zur Folge haben**.

Spannung [V]	Leistung [kW]	Mindestwartezeit [min]
380-500	90-250	20
	315-800 kW	40
525-690	55-315 (Gerätebaugröße D)	20
	355-1200	30

Tabelle 2.1 Entladungszeiten des Kondensators

### 2.2.1 Entsorgungshinweise



Sie dürfen elektrische Geräte und Geräte mit elektrischen Komponenten nicht zusammen mit normalem Hausmüll entsorgen. Sammeln Sie sie separat gemäß den lokalen Bestimmungen und den aktuell gültigen Gesetzen und führen Sie sie dem Recycling zu.

Tabelle 2.2 Entsorgungshinweise

### 2.3 CE-Kennzeichnung

#### 2.3.1 CE-Konformität und -Kennzeichnung

##### Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Frequenzumrichter unterliegen nicht der Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch für den Einsatz in einer Maschine geliefert, so stellt Danfoss Informationen zu Sicherheitsaspekten des Motors zur Verfügung.

##### Was ist unter der CE-Konformität und -Kennzeichnung zu verstehen?

Sinn und Zweck des CE-Zeichens ist ein Abbau von technischen Handelsbarrieren innerhalb der EFTA und der EU. Die EU hat die CE-Kennzeichnung als einfachen Hinweis auf die Übereinstimmung eines Produkts mit den entsprechenden EU-Richtlinien eingeführt. Über die Spezifikationen oder die Qualität eines Produkts sagt die CE-Kennzeichnung nichts aus. Frequenzumrichter fallen unter zwei EU-Richtlinien:

##### Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG)

Frequenzumrichter müssen seit dem 1. Januar 1997 in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie die CE-Kennzeichnung tragen. 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.

##### EMV-Richtlinie (2004/108/EG)

EMV ist die Abkürzung für elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Verträglichkeit bedeutet, dass die gegenseitigen elektronischen Störungen zwischen verschiedenen Bauteilen bzw. Geräten so gering sind, dass sie die Funktion der Geräte nicht beeinflussen. Die EMV-Richtlinie 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 unter *Kapitel 7.8 EMV-gerechte Installation* erklärt. Wir geben zudem die Normen an, denen unsere Produkte

entsprechen. Danfoss bietet die in den Spezifikationen angegebenen Filter und weitere Unterstützung zum Erzielen des optimalen EMV-Ergebnisses.

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

Der in der EU geltende „Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 2004/108/EG des Rates“ nennt für den Einsatz von Frequenzumrichtern drei typische Situationen. EMV-Konformität und CE-Kennzeichnung: siehe folgende Liste.

1. Der Frequenzumrichter wird direkt an den Endverbraucher verkauft, z. B. an einen Heimwerkermarkt. Der Endkunde ist ein Laie, der den Frequenzumrichter für den Einsatz in einem Haushaltsgerät installiert. Für derartige Anwendungen bedarf der Frequenzumrichter der CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie.
2. Der Frequenzumrichter wird für die Installation in einer von Fachleuten entworfenen Anlage verkauft. Der Frequenzumrichter und die fertige Anlage bedürfen keiner CE-Kennzeichnung nach der EMV-Richtlinie. Die Anlage muss jedoch den grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen. Die Übereinstimmung 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, etwa einer Klimaanlage. Das gesamte System muss gemäß der EMV-Richtlinie CE-gekennzeichnet sein. Dies kann der Hersteller entweder durch den Einsatz von Bauteilen mit CE-Kennzeichnung gemäß EMV-Richtlinie oder durch Überprüfung der EMV-Eigenschaften des Systems gewährleisten. Entscheidet sich der Hersteller dafür, nur CE-gekennzeichnete Bauteile einzusetzen, so braucht das Gesamtsystem nicht getestet zu werden.

### 2.3.3 Danfoss Frequenzumrichter und CE-Kennzeichnung

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

Das CE-Zeichen kann viele verschiedene Spezifikationen abdecken. Überprüfen Sie also das CE-Zeichen, um sicherzustellen, dass es die relevanten Anwendungen abdeckt.

Danfoss CE-Kennzeichnungen zeichnen die Frequenzumrichter in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie aus. Das bedeutet, dass Danfoss bei korrekter Installation des Frequenzumrichters dessen Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie garantiert. Zur Bestätigung, dass die CE-Kennzeichnung der Niederspannungsrichtlinie entspricht, stellt Danfoss eine Konformitätserklärung aus.

Das CE-Zeichen gilt ebenfalls bei Befolgung der Anleitungen bezüglich einer EMV-gerechten Installation und Filterung.

Detaillierte Anweisungen für eine EMV-gerechte Installation finden Sie unter *Kapitel 7.8 EMV-gerechte Installation*. Zudem gibt Danfoss an, welchen Normen unsere Produkte entsprechen.

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

Die Hauptnutzer des Frequenzumrichters sind Fachleute, die ihn als komplexes Bauteil einsetzen, das Teil eines größeren Geräts, Systems oder einer Anlage ist. Der Installierende trägt die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, Systems oder der Installation. Als Hilfe für den Installateur hat Danfoss EMV-Installationsrichtlinien für das Power-Drive-System erstellt. Zur Einhaltung der für Power-Drive-Systeme angegebenen Normen und Prüfniveaus müssen die Hinweise zur EMV-gerechten Installation befolgt werden. Siehe *Kapitel 3.5.4 Störfestigkeitsanforderungen*.

## 2.4 Gehäusetypen

**Die Frequenzumrichter der VLT-Serie sind mit Gehäusen unterschiedlicher Typen erhältlich, um optimal auf die Anforderungen der Anwendung eingehen zu können. Die Schutzart wird jeweils auf Grundlage zweier internationaler Normen angegeben:**

- NEMA (National Electrical Manufacturers Association, Nationale Vereinigung von Elektroherstellern) in den Vereinigten Staaten
- IP-Schutzgrade (International Protection, Internationaler Schutz), definiert von der IEC (International Electrotechnical Commission, Internationale Elektrotechnische Kommission) in allen anderen Staaten weltweit

Standardmäßige VLT-Frequenzumrichter von Danfoss sind mit einer Vielzahl von Gehäusetypen erhältlich, um die Anforderungen von IP00 (Gehäuse), IP20, IP21 (NEMA 1) oder IP54 (NEMA12) zu erfüllen.

**UL- und NEMA-Normen**

**NEMA/UL Typ 1** – Gehäuse für den Einsatz im Innenbereich, die dem Personal einen gewissen Schutz vor versehentlichem Kontakt mit den enthaltenen Einheiten und einen gewissen Schutz gegen fallenden Schmutz bieten.

**NEMA/UL Typ 12** – Mehrzweckgehäuse sind für den Einsatz im Innenbereich vorgesehen und schützen die enthaltenen Einheiten vor den folgenden Verunreinigungen:

- Fasern
- Fussel
- Staub und Schmutz
- Leichtes Spritzwasser
- Sickerwasser
- Tropfen und externe Kondensation nicht-korrosiver Flüssigkeiten

Das Gehäuse darf keine Löcher und kein Auslässe oder Öffnungen für Installationsrohre aufweisen, falls hierfür nicht ölbeständige Dichtungen zur Montage öldichter oder staubdichter Mechanismen verwendet werden. Die Türen sind ebenfalls mit ölbeständigen Dichtungen ausgerüstet. Zusätzlich verfügen Gehäuse für Kombinationsregler über Schwingtüren mit horizontaler Drehachse, die mit einem Werkzeug geöffnet werden müssen.

Bei einer Prüfung nach UL-Typ wird die Konformität der Gehäuse mit der NEMA-Norm ermittelt. Die Bau- und Prüfvorschriften für Gehäuse sind definiert in „NEMA Standards Publication 250-2003“ und in UL 50, Elfte Ausgabe.

**IP-Codes**

Tabelle 2.4 bietet einen Quervergleich der beiden Normen. Tabelle 2.3 erläutert die die Bedeutung des IP-Nummerncodes und definiert den Schutzgrad. Die Frequenzumrichter erfüllen die Bestimmungen beider Normen.

NEMA-Typ	IP-Typ
Gehäuse	IP00
Geschütztes Gehäuse	IP20
NEMA 1	IP21
NEMA 12	IP54

Tabelle 2.3 IP-Nummer Querverweis

Erste Stelle (Fremdkörperschutz)	
0	Kein Schutz
1	Schutz gegen Fremdkörper mit Durchmesser bis 50 mm (Handrückenschutz)
2	Schutz gegen Fremdkörper mit Durchmesser bis 12,5 mm (Fingerschutz)
3	Schutz gegen Fremdkörper mit Durchmesser bis 2,5 mm (Werkzeugschutz)
4	Schutz gegen Fremdkörper mit Durchmesser bis 1,0 mm (Drahtschutz)
5	Schutz gegen schädliche Staubablagerungen im Innern
6	Schutz gegen Eindringen von Staub (staubdicht)
Zweite Stelle (Wasserschutz)	
0	Kein Schutz
1	Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser
2	Schutz gegen schräg fallendes Tropfwasser (15° gegenüber der Senkrechten)
3	Schutz gegen Sprühwasser (bis 60° gegenüber der Senkrechten)
4	Schutz gegen Spritzwasser
5	Schutz gegen Strahlwasser
6	Schutz gegen starkes Strahlwasser
7	Schutz vor eindringendem Wasserbeim zeitweiligen Untertauchen
8	Schutz vor eindringendem Wasserbeim dauerhaftem Untertauchen

Tabelle 2.4 Definitionen des IP-Nummerncodes

**2.5 Aggressive Umgebungsbedingungen**

Ein Frequenzumrichter enthält zahlreiche mechanische und elektronische Bauteile. Viele von ihnen sind Umwelteinflüssen gegenüber empfindlich.

**⚠ VORSICHT**

Der Frequenzumrichter darf 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**

Zur Vermeidung von Querschläüssen und Kurzschlüssen zwischen Klemmen, Anschlüssen, Strombahnen und sicherheitsrelevanten Schaltungen durch Fremdkörper muss die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment (STO)“ in einem Schaltschrank mit Schutzart IP54 oder höher (oder einer gleichwertigen Umgebung) installiert und genutzt werden.

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 IP 54/55. Als zusätzlicher Schutz können Sie als Option ebenfalls eine Beschichtung der Platinen bestellen.

Schwebende Partikel, wie z. B. Staub, können zu mechanisch, elektrisch oder thermisch bedingten Ausfällen des Frequenzumrichters führen. Eine Staubschicht um den Ventilator des Frequenzumrichters ist ein typisches Anzeichen für einen hohen Grad an Schwebepartikeln. In sehr staubiger Umgebung sind Geräte gemäß Schutzart IP54/IP55 oder ein zusätzliches Schutzgehäuse für IP00/IP20-Geräte zu empfehlen.

In Umgebungen mit hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit lösen korrosionsfördernde Gase, z. B. Schwefel, Stickstoff und Chlorgemische, auf den Bauteilen des Frequenzumrichters chemische Reaktionen aus.

Derartige chemischen Reaktionen ziehen die elektronischen Bauteile sehr schnell in Mitleidenschaft und zerstören sie. In solchen Umgebungen empfiehlt es sich, die Geräte in einen extern belüfteten Schaltschrank einzubauen, sodass die aggressiven Gase vom Frequenzumrichter ferngehalten werden.

Optional beschichtete Platinen sind auch in solchen Umgebungen geschützt.

## **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 in der jeweiligen Umgebung bereits vorhandene Installationen näher in Augenschein nimmt. Typische Anzeichen für schädliche, schwebend in der Luft übertragene Flüssigkeiten sind an Metallteilen haftendes Wasser oder Öl oder Korrosionsbildung an Metallteilen.

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

Gehäuse der Bauformen D und E können optional mit einem Kühlkanal aus Edelstahl ausgerüstet werden, um zusätzlichen Schutz unter korrosiven Umgebungsbedingungen zu bieten, etwa bei salzhaltiger Luft, wie sie in meernahen Anwendungen auftritt. Jedoch müssen Sie weiterhin für eine ausreichende Belüftung der

Innenbauteile des Frequenzumrichters sorgen. Fragen Sie Danfoss nach weiteren Informationen.

### 2.5.1 Luftfeuchtigkeit

Der Frequenzumrichter ist so konstruiert, dass er der Norm IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 § 9.4.2.2 bei 50 °C entspricht.

### 2.5.2 Vibrationen

Der Frequenzumrichter wurde gemäß folgenden Normen geprüft:

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

Der Frequenzumrichter entspricht den Anforderungen für Geräte zur Wandmontage, sowie bei Montage an Maschinengestellen oder in Schaltschränken.

## 3 Einführung in das Produkt

### 3.1 Produktübersicht

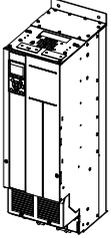
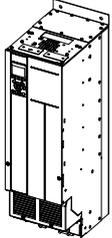
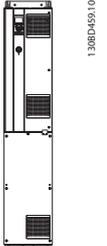
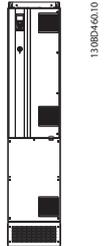
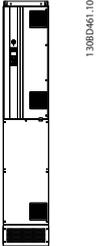
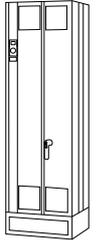
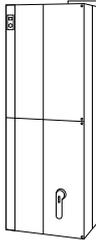
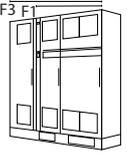
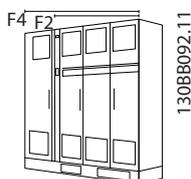
Gerätebaugröße		D1h	D2h	D3h	D4h
					
Gehäuse- schutzart	IP	21/54	21/54	20	20
	NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	Gehäuse	Gehäuse
Nennleistung Hohe Überlast – Überlast- moment 160 %		90-132 kW bei 400 V (380-500 V)	160-250 kW bei 400 V (380-500 V)	90-132 kW bei 400 V (380-500 V)	160-250 kW bei 400 V (380-500 V)
		55-132 kW bei 690 V (525-690 V)	160-315 kW bei 690 V (525-690 V)	55-132 kW bei 690 V (525-690 V)	160-315 kW bei 690 V (525-690 V)
Gerätebaugröße		D5h	D6h	D7h	D8h
					
Gehäuse- schutzart	IP	21/54	21/54	21/54	21/54
	NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12
Nennleistung Hohe Überlast – Überlast- moment 160 %		90-132 kW bei 400 V (380-500 V)	90-132 kW bei 400 V (380-500 V)	160-250 kW bei 400 V (380-500 V)	160-250 kW bei 400 V (380-500 V)
		55-132 kW bei 690 V (525-690 V)	55-132 kW bei 690 V (525-690 V)	160-315 kW bei 690 V (525-690 V)	160-315 kW bei 690 V (525-690 V)
Gerätebaugröße		E1	E2	F1/F3	F2/ F4
					
Gehäuse- schutzart	IP	21/54	00	21/54	21/54
	NEMA	NEMA 1/NEMA 12	Gehäuse	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12
Nennleistung Hohe Überlast – Überlast- moment 160 %		250-400 kW bei 400 V (380-500 V)	250-400 kW bei 400 V (380-500 V)	450-630 kW bei 400 V (380-500 V)	710-800 kW bei 400 V (380-500 V)
		355-560 kW bei 690 V (525-690 V)	355-560 kW bei 690 V (525-690 V)	630-800 kW bei 690 V (525-690 V)	900-1000 kW bei 690 V (525-690 V)

Tabelle 3.1 Produktübersicht, 6-Puls-Frequenzumrichter

## HINWEIS

Baugröße F ist mit oder ohne Optionsschrank erhältlich. F1 und F2 haben links einen Gleichrichterschrank und rechts einen Wechselrichterschrank. F3 und F4 sind F1-/F2-Einheiten mit einem zusätzlichen Optionsschrank links neben dem Gleichrichterschrank.

3

Gerätebaugröße		F8	F9	F10	F11	F12	F13
Gehäuse- schutzart	IP	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54
	NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12				
Nennleistung Hohe Überlast – Überlast- moment 160 %		250-400 kW (380-500 V)	250-400 kW (380-500 V)	450-630 kW (380-500 V)	450-630 kW (380-500 V)	710-800 kW (380-500 V)	710-800 kW (380-500V)
		355-560 kW (525-690 V)	355-560 kW (525-690 V)	630-800 kW (525-690 V)	630-800 kW (525-690 V)	900-1200 kW (525-690 V)	900-1200 kW (525-690 V)

Tabelle 3.2 Produktübersicht, 12-Puls-Frequenzumrichter

## HINWEIS

Baugröße F ist mit oder ohne Optionsschrank erhältlich. Die Baugrößen F8, F10 und F12 haben links einen Gleichrichterschrank und rechts einen Wechselrichterschrank. Die Baugrößen F9/F11/F13 sind F8-/F10-/F12-Einheiten mit einem zusätzlichen Optionsschrank links neben dem Gleichrichterschrank.

## 3.2 PI-Regler

Sie können den Frequenzumrichter für die Regelung der Drehzahl oder des Drehmoments an der Motorwelle konfigurieren. Einstellung von *1-00 Regelverfahren* bestimmt die Art der Regelung.

### Drehzahlregelung

Es gibt zwei Arten von Drehzahlregelung:

- Regelung ohne Rückführung vom Motor (ohne Geber).
- PID mit Rückführung erfordert die Drehzahlrückführung in einen Eingang. Eine korrekt optimierte Drehzahlregelung mit Istwertrückführung arbeitet mit einer wesentlich höheren Genauigkeit als eine ohne Istwertrückführung. Bei Drehzahlregelung per wird gewählt, welcher Eingang zur Rückführung des PID-Drehzahlwertes in *7-00 Drehgeberückführung* verwendet werden soll.

### Drehmomentregelung

Die Drehmomentregelung ist Teil der Motorregelung in Anwendungen, in denen das Drehmoment an der Motorwelle die Anwendung zur Spannungsregelung regelt. Drehmomentregelung wird in *1-00 Regelverfahren* gewählt, entweder als *[4] VVC + ohne Rückführung* oder als *[2] Fluxvektor-Steuerprinzip mit Drehgeber*. Die Drehmomenteinstellung erfolgt durch Festlegung eines analogen, digitalen oder busgesteuerten Sollwerts. Die maximale Drehzahlgrenze wird in *4-21 Speed Limit Factor Source* festgelegt. Bei Betrieb mit Drehmomentregelung empfehlen wir, eine komplette AMA auszuführen, da die richtigen Motordaten entscheidend für eine optimale Leistung sind.

- Regelung mit Rückführung im Fluxvektorbetrieb mit Geberrückführung bietet überlegene Leistung in allen vier Quadranten und bei allen Motordrehzahlen.
- VVC<sup>plus</sup>-Betrieb ohne Rückführung. Die Funktion wird in mechanisch robusten Anwendungen verwendet, ihre Genauigkeit ist jedoch begrenzt. Die Drehmomentfunktion ohne Rückführung funktioniert grundsätzlich nur in

einer Drehzahlrichtung. Das Drehmoment wird anhand der Strommessung im Frequenzumrichter berechnet. Siehe .

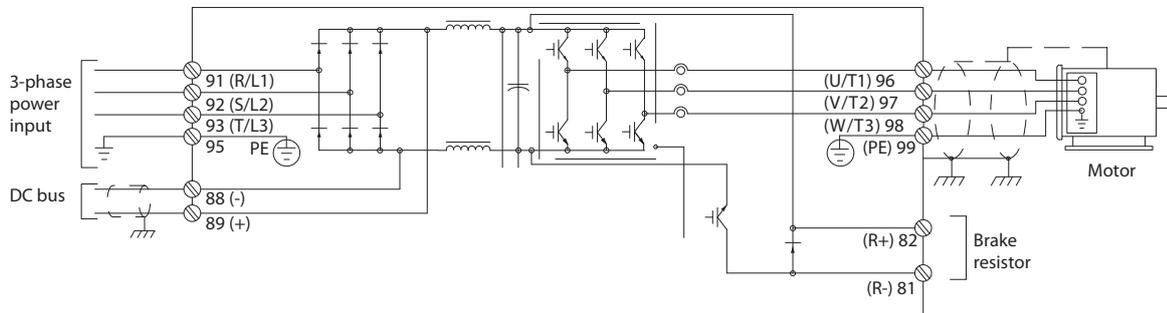
**Drehzahl-/Drehmomentsollwert**

Der Sollwert für dieses Regelverhalten kann entweder ein einzelner Sollwert oder die Summe verschiedener Sollwerte einschließlich relativ skaliertes Sollwerte sein. Weitere Informationen zur Sollwertverarbeitung finden Sie unter Kapitel 3.3 Sollwertverarbeitung.

**3.2.1 Steuerverfahren**

Ein Frequenzumrichter richtet Wechselspannung vom Netz in Gleichspannung um, aus der er anschließend eine Wechselspannung variabler Amplitude und Frequenz erzeugt.

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



130BC514.12

Abbildung 3.1 Steuerverfahren

Die Steuerklemmen stellen Istwerte und Sollwerte für Kabel und andere Eingangssignale für die folgenden Empfänger bereit:

- Frequenzumrichter
- Ausgang für Frequenzumrichterstatus und Fehlerbedingungen
- Relais für den Betrieb von Zusatzeinrichtungen
- Serielle Kommunikationsschnittstelle

Sie können Steuerklemmen für verschiedene Funktionen programmieren, indem Sie zugeordnete Parameteroptionen auswählen, die Sie über Haupt- oder Quick-Menü erreichen. Die meisten Steuerkabel stellt der Kunde bereit, alternativ können Sie sie aber auch ab Werk bestellen. Auch eine 24-V-DC-Spannungsversorgung steht für den Einsatz mit den Steuereingängen und -ausgängen des Frequenzumrichters zur Verfügung.

Tabelle 3.3 beschreibt die Funktionen der Steuerklemmen. Viele dieser Klemmen haben mehrere Funktionen, die Sie durch Parametereinstellungen bestimmen können. Einige Optionen stellen zusätzliche Klemmen bereit. Ausführlichere Informationen zu den Klemmen-Positionen finden Sie in Kapitel 6.2 Mechanische Installation.

Klemmen-Nr.	Funktion
01, 02, 03 und 04, 05, 06	Zwei C-Ausgangsrelais. Maximal 240 V AC, 2 A; Minimum 24 V DC, 10 mA oder 24 V AC, 100 mA. Kann zur Anzeige des Status und von Warnungen verwendet werden. Ist Teil der Leistungskarte.
12, 13	24-V-DC-Stromversorgung für Digitaleingänge und externe Messwandler. Der maximale Ausgangsstrom beträgt 200 mA.
18, 19, 27, 29, 32, 33	Digitaleingänge zur Regelung des Frequenzumrichters. R=2 kΩ. Weniger als 5 V=logisch 0 (offen). Größer als 10 V=logisch 1 (geschlossen). Sie können Klemmen 27 und 29 als Digital-/Pulsausgänge programmieren.
20	Masse für Digitaleingänge.
37	0-24-V-DC-Eingang für Sicherheitsstopp (einige Geräte).
39	Masse für Analog- und Digitalausgänge.
42	Analog- und Digitalausgänge zur Anzeige von Werten wie Frequenz, Sollwert, Strom und Drehmoment. Das Analogsignal hat 0/4 bis 20 mA bei maximal 500 Ω. Das Digitalsignal hat 24 V DC bei maximal 500 Ω.
50	10 V DC, 15 mA maximale Analogversorgungsspannung für Potenziometer oder Thermistor.
53, 54	Wählbar für einen Spannungseingang von 0-10 V DC, R=10 kΩ oder Analogsignale von 0/4 bis 20 mA bei maximal 200 Ω. Verwendet für Sollwert- und Istwertsignale. Hier können Sie einen Thermistor anschließen.
55	Masse für Klemmen 53 und 54.
61	Masse für RS-485.
68, 69	RS-485-Schnittstelle und serielle Kommunikation.

Tabelle 3.3 Steuerungsfunktionen der Klemmen (ohne optionale Geräte)

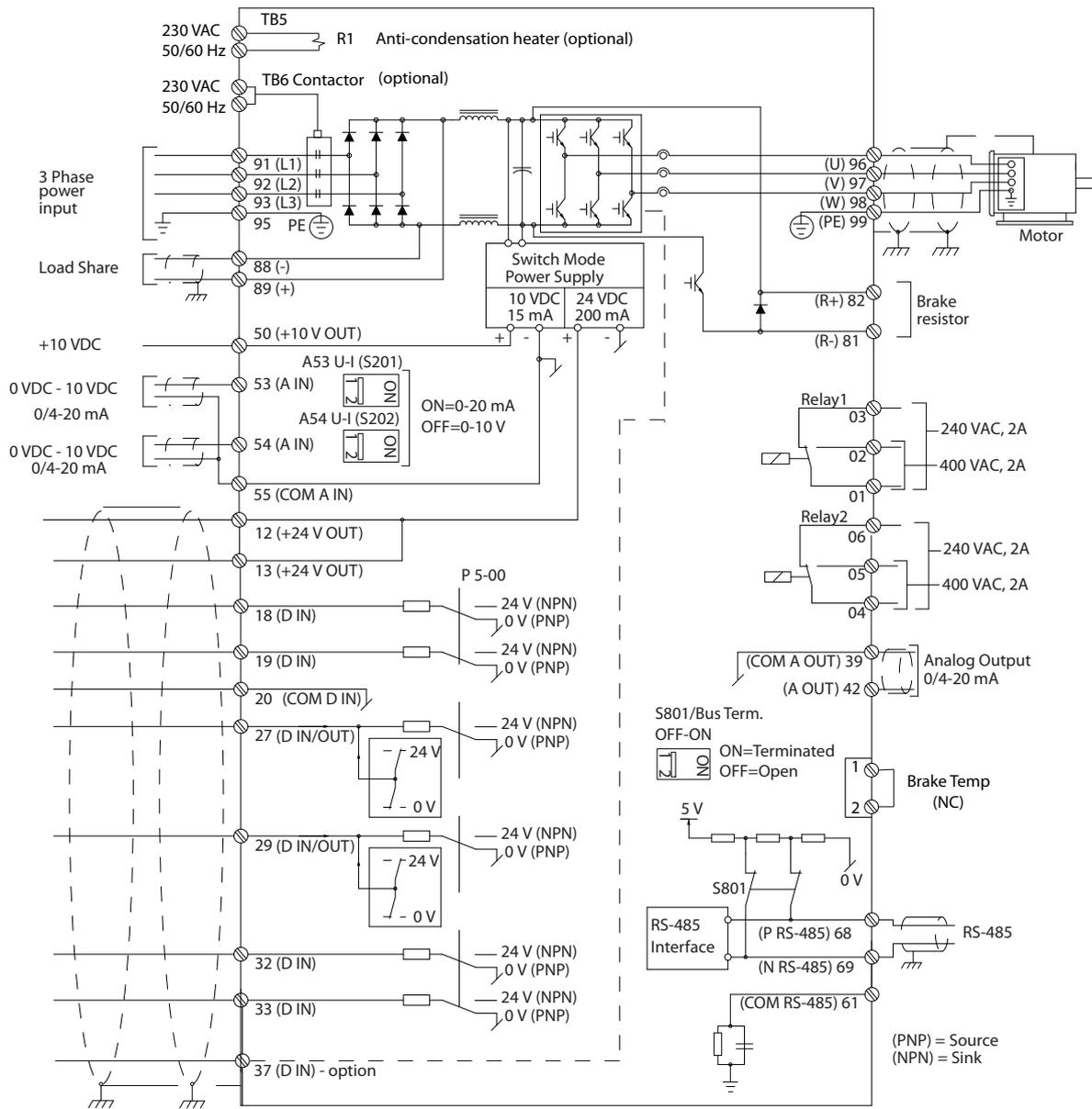


Abbildung 3.2 Anschlussdiagramm für Baugröße D

3

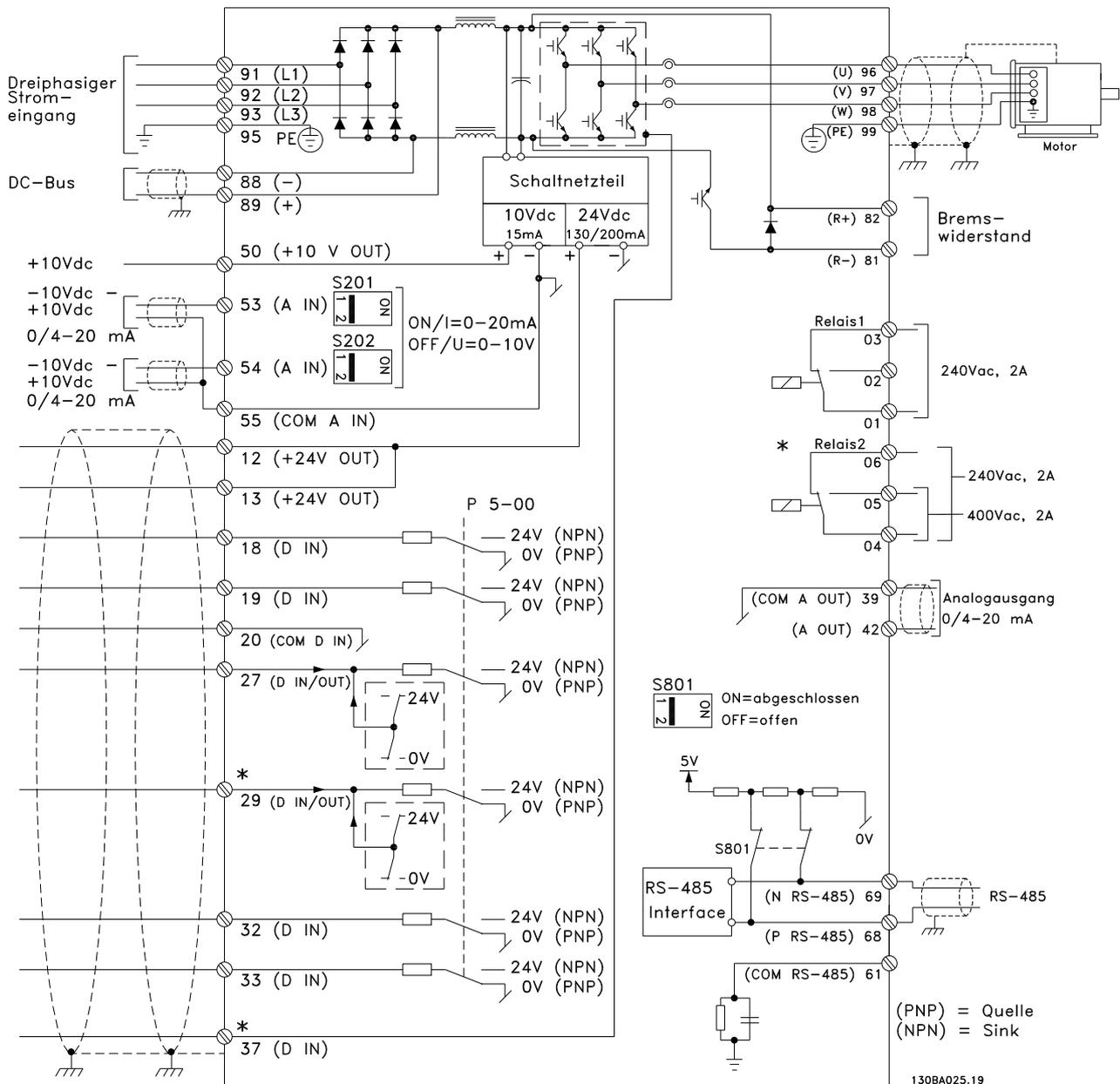
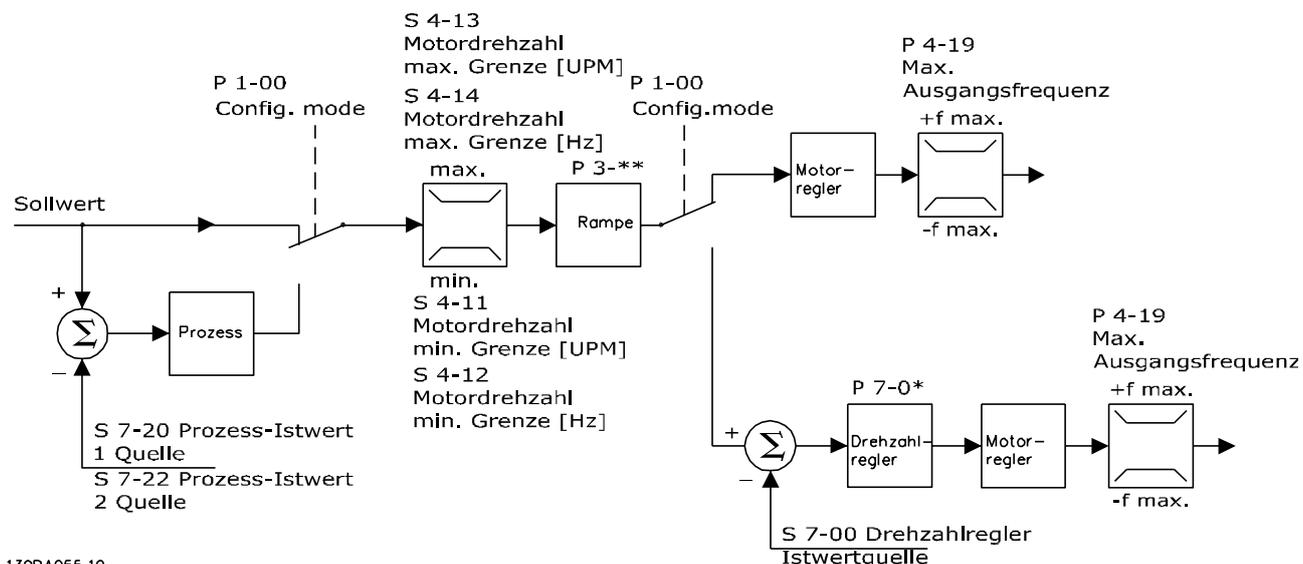


Abbildung 3.3 Anschlussdiagramm für Baugröße E und F

3.2.2 Regelungsstruktur bei VVC<sup>plus</sup> Advanced Vector Control

130BA055.10

Abbildung 3.4 Regelungsstruktur bei VVC<sup>plus</sup>-Konfigurationen mit und ohne Rückführung

In Abbildung 3.4 ist 1-01 Steuerprinzip auf [1] VVC<sup>plus</sup> eingestellt und 1-00 Regelverfahren auf [0] Ohne Rückführung. Der resultierende Sollwert aus dem Sollwertsystem wird in der Rampenbegrenzung und Drehzahlbegrenzung empfangen und durch sie geführt, bevor er an die Motorregelung übergeben wird. Der Ausgang der Motorregelung ist dann zusätzlich durch die maximale Frequenzgrenze beschränkt.

Wenn 1-00 Regelverfahren auf [1] Mit Drehgeber eingestellt ist, wird der resultierende Sollwert von der Rampenbegrenzung und Drehzahlgrenze an eine Drehzahl-PID-Regelung übergeben. Die Parameter für die Drehzahl-PID-Regelung befinden sich in Parametergruppe 7-0\* PID Drehzahlregler. Der resultierende Sollwert von der Drehzahl-PID-Regelung wird beschränkt durch die Frequenzgrenze an die Motorsteuerung geschickt.

Wenn Sie den PID-Prozessregler zur Steuerung mit Rückführung von Drehzahl oder Druck in der gesteuerten Anwendung verwenden möchten, wählen Sie beispielsweise [3] PID-Prozess in 1-00 Regelverfahren. Die PID-Prozess-Parameter befinden sich in Parametergruppe 7-2\* PID-Prozess Istw. und 7-3\* PID-Prozessregler.

### 3.2.3 Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber

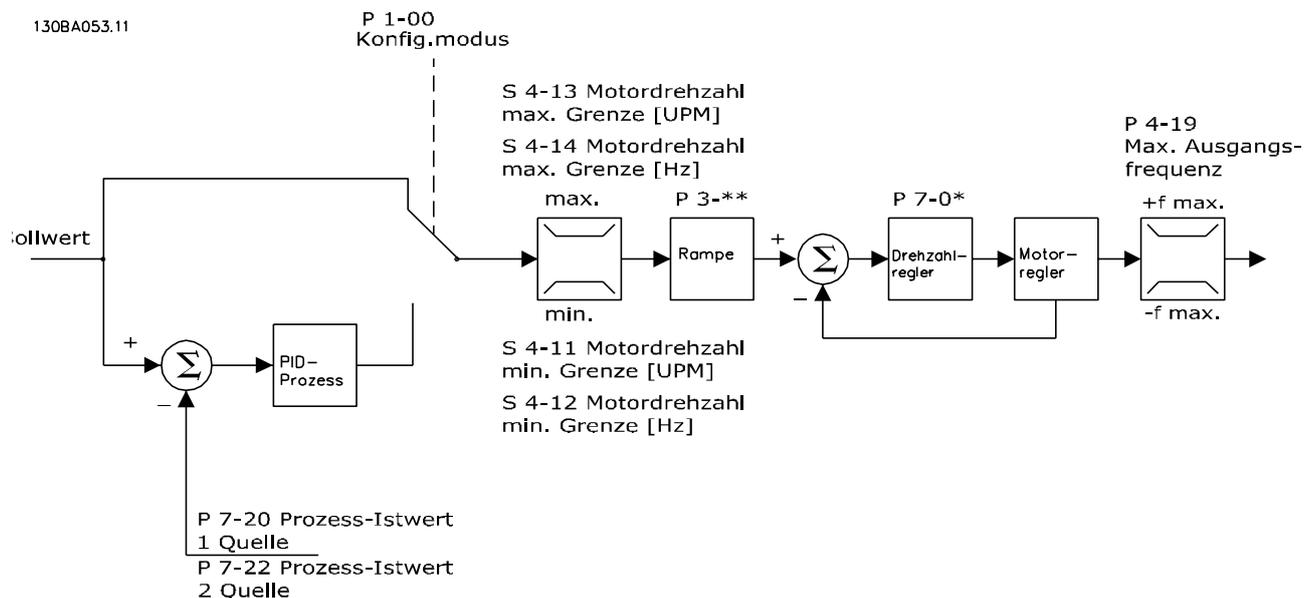


Abbildung 3.5 Regelungsstruktur bei Konfigurationen mit Fluxvektor ohne Geber mit und ohne Rückführung

In *Abbildung 3.5* ist 1-01 Steuerprinzip auf [2] Fluxvektor ohne Geber eingestellt und 1-00 Regelverfahren auf [0] Ohne Rückführung. Der resultierende Sollwert aus dem Sollwertsystem wird entsprechend der angegebenen Parametereinstellungen durch die Rampen- und Drehzahlbegrenzungen geführt.

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

Wenn Sie den PID-Prozessregler zur Steuerung mit Rückführung von Drehzahl oder Druck in der gesteuerten Anwendung verwenden möchten, wählen Sie beispielsweise [3] PID-Prozess in 1-00 Regelverfahren. Die Parameter für Prozess-PID-Regelung befinden sich in Parametergruppe 7-2\* PID-Prozess Istw. und 7-3\* PID Prozessregler.

### 3.2.4 Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber

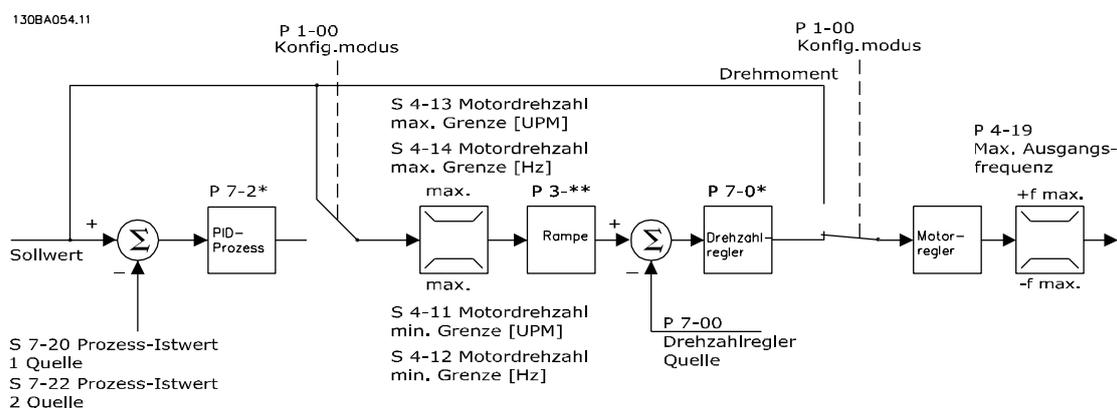


Abbildung 3.6 Regelungsstruktur bei Fluxvektor-Konfiguration mit Motor-Istwert (nur verfügbar mit FC 302)

In *Abbildung 3.6* ist *1-01 Steuerprinzip* auf *[3] Fluxvektor mit Geber* und *1-00 Regelverfahren* auf *[1] Mit Drehgeber* eingestellt.

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

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

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

Wenn Sie die PID-Prozessregelung zur Regelung mit Rückführung z. B. der Drehzahl oder einer Prozessvariablen in der gesteuerten Anwendung zu benutzen möchten, wählen Sie *[3] Prozess* in *1-00 Regelverfahren*.

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

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

Wenn der Frequenzumrichter während des Motorbetriebs oder im generatorischen Betrieb die aktuellen Grenzwerte erreicht, versucht das Gerät schnellstmöglich, die eingestellten Drehmomentgrenzen wieder zu unterschreiten, ohne die Kontrolle über den Motor zu verlieren.

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

Der Frequenzumrichter kann vor Ort manuell über das LCP oder im Fernbetrieb über Analog- und Digitaleingänge oder die serielle Schnittstelle gesteuert werden. Falls in *0-40 [Hand On]-LCP Taste*, *0-41 [Off]-LCP Taste*, *0-42 [Auto On]-LCP Taste* und *0-43 [Reset]-LCP Taste* gestattet, kann der Frequenzumrichter mit den LCP-Tasten *[Hand On]* und *[Off]* gesteuert werden. Drücken Sie *[Reset]*, um die Alarme zurückzusetzen. Nach Drücken der *[Hand On]*-Taste

schaltet der Frequenzumrichter in Modus H (Hand) und verwendet standardmäßig den Ortsollwert, den Sie mit Hilfe der Pfeiltasten am LCP einstellen können.

Nach Drücken der *[Auto On]*-Taste schaltet der Frequenzumrichter in die Betriebsart Auto und verwendet standardmäßig den Fernsollwert. In diesem Modus lässt sich der Frequenzumrichter über die Digitaleingänge bzw. verschiedene serielle Schnittstellen (RS-485, USB oder einen optionalen Feldbus) steuern. Mehr Informationen zum Starten, Stoppen, Ändern von Rampen und Parametersätzen finden Sie in den Parametergruppen *5-1\* Digitaleingänge* oder *8-5\* Betr. Bus/Klemme*.

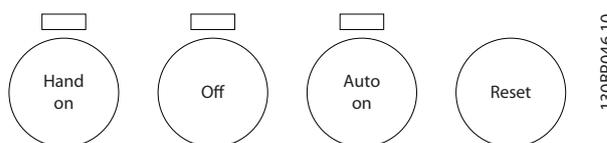


Abbildung 3.7 LCP-Steuertasten

#### Aktiver Sollwert und Regelverfahren

Der aktive Sollwert kann der Ortsollwert oder Fernsollwert sein.

Der Ortsollwert kann dauerhaft gewählt werden, indem Sie in *3-13 Sollwertvorgabe [2] Ort* wählen.

Wenn Sie den Fernsollwert dauerhaft wählen möchten, wählen Sie *[1] Fern*. Durch Auswahl von *[0] Umschalt. Hand/Auto* (Werkseinstellung) hängt die Sollwertvorgabe davon ab, ob Betriebsart Hand oder Auto aktiv sind.

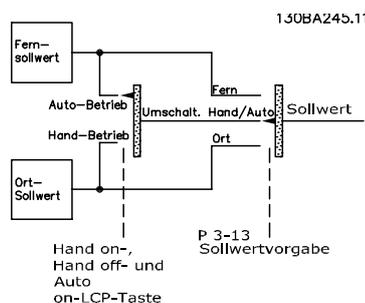
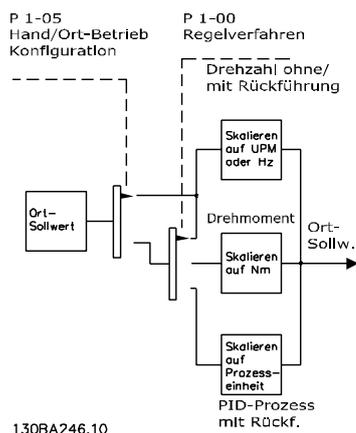


Abbildung 3.8 Aktiver Sollwert

3



130BA246.10

Abbildung 3.9 Regelverfahren

Hand on	3-13 Sollwertvorgabe	Aktiver Sollwert
Hand	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Hand⇒Off (Aus)	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Auto	Umschalt. Hand/Auto	Fern
Auto⇒Off (Aus)	Umschalt. Hand/Auto	Fern
Alle Tasten	Ort	Ort
Alle Tasten	Fern	Fern

Tabelle 3.4 Bedingungen für die Aktivierung von Ort-/Fernsollwerten

1-00 Regelverfahren definiert, welches Regelverfahren (z. B. Drehzahl, Drehmoment oder Prozessregelung) angewendet werden soll, wenn der Fernsollwert aktiv ist. 1-05 Hand/Ort-Betrieb Konfiguration definiert, welches Steuerverfahren angewendet werden soll, wenn der Ortsollwert aktiv ist. Einer von beiden ist immer aktiv, es können jedoch nicht beide gleichzeitig aktiv sein.

### 3.3 Sollwertverarbeitung

#### Ortsollwert

Der Ortsollwert ist aktiv, wenn der Frequenzrichter mit aktiver [Hand on]-Taste betrieben wird. Der Sollwert wird über die Navigationstasten [▲/▼] bzw. [◀/▶] eingestellt.

#### Fernsollwert

Das Sollwertsystem zur Berechnung des Sollwerts wird in *Abbildung 3.10* gezeigt.

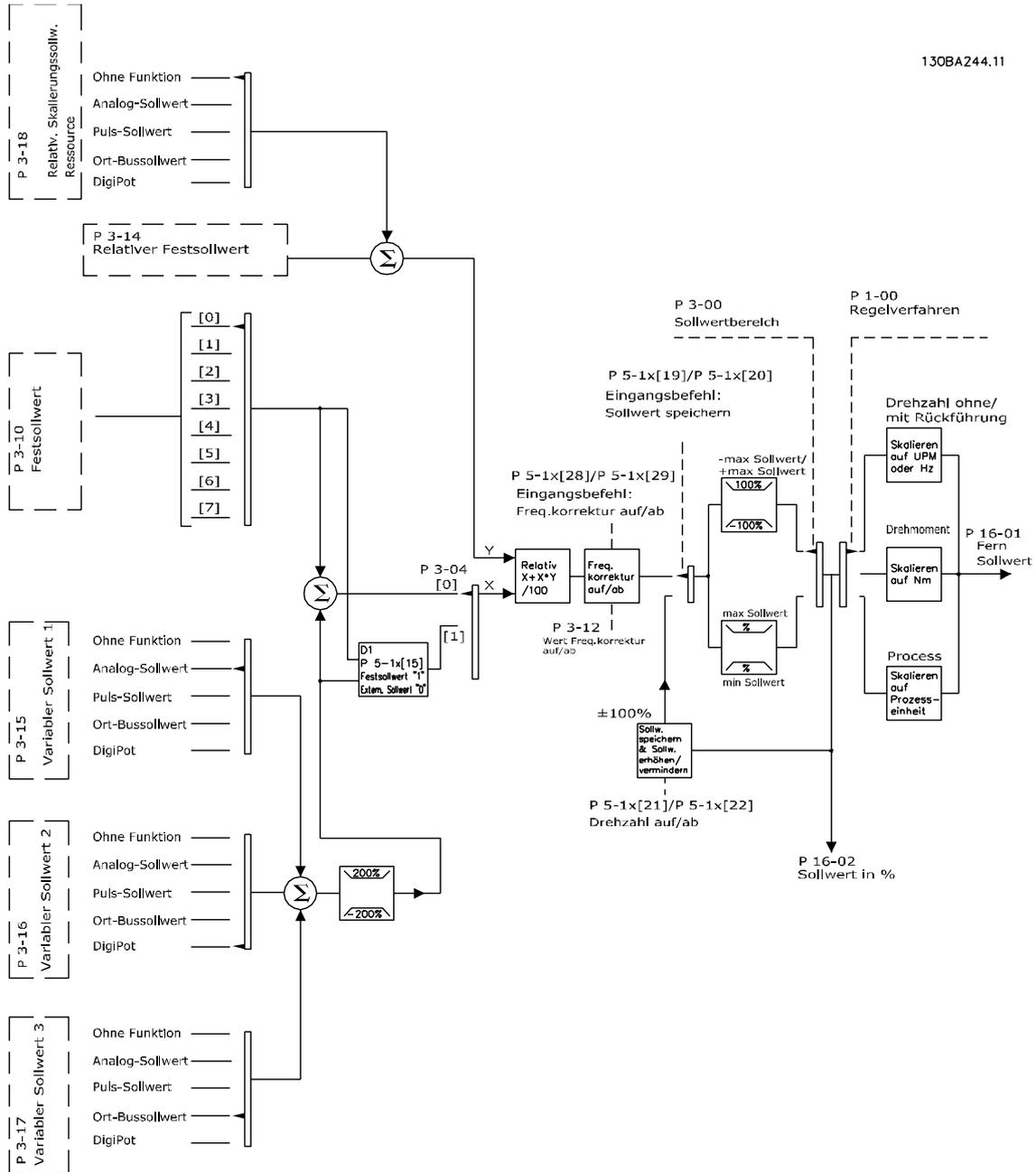


Abbildung 3.10 Fernsollwert

3

Der Fernsollwert wird bei jedem Abtastintervall berechnet und besteht anfänglich aus den folgenden Sollwerteingängen:

- X (Extern): Eine Summe (siehe 3-04 Sollwertfunktion) von bis zu vier extern ausgewählten Sollwerten, bestehend aus einer beliebigen Kombination eines Festsollwerts (3-10 Festsollwert), variabler Analogsollwerte, variabler Digitalpulssollwerte und verschiedener serieller Bussollwerte in einer beliebigen Einheit, in welcher der Frequenzrichter gesteuert wird ([Hz], [U/min], [Nm] usw.). Die Kombination wird durch die Einstellungen von 3-15 Variabler Sollwert 1, 3-16 Variabler Sollwert 2 und 3-17 Variabler Sollwert 3 bestimmt.
- Y (Relativ): Eine Summe eines Festsollwerts (3-14 Relativer Festsollwert) und eines variablen Analogsollwerts (3-18 Relativ. Skalierungssollw. Ressource) in [%].

Die zwei Arten von Sollwerteingängen werden in folgender Formel kombiniert: Fernsollwert =  $X + X \cdot Y / 100$  %. Wenn der Fernsollwert nicht verwendet wird, müssen Sie 3-18 Relativ. Skalierungssollw. Ressource auf Deaktiviert und 3-14 Relativer Festsollwert auf 0 % einstellen. Die Funktion Frequenzkorrektur Auf/Ab und die Funktion Sollwert speichern kann durch Digitaleingänge am Frequenzrichter aktiviert werden. Die Funktionen und Parameter werden im Programmierungshandbuch beschrieben. Die Skalierung von Analogsollwerten wird in Parametergruppen 6-1\* Analogeingang 1 und 6-2\* Analogeingang 2 und die Skalierung digitaler Pulssollwerte in Parametergruppe 5-5\* Pulseingänge beschrieben. Sollwertgrenzen und -bereiche werden in Parametergruppe 3-0\* Sollwertgrenzen eingestellt.

### 3.3.1 Sollwertgrenzen

3-00 Sollwertbereich, 3-02 Minimaler Sollwert und 3-03 Maximaler Sollwert definieren zusammen den zulässigen Bereich der Summe aller Sollwerte. Die Summe aller Sollwerte wird bei Bedarf begrenzt. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (nach der Befestigung) und der Summe aller Sollwerte wird in Abbildung 3.11 und Abbildung 3.12 gezeigt.

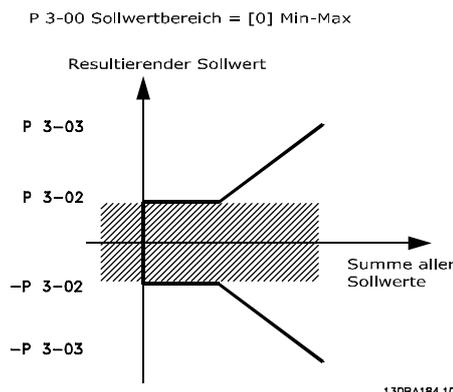


Abbildung 3.11 Beziehung zwischen resultierendem Sollwert und der Summe aller Sollwerte

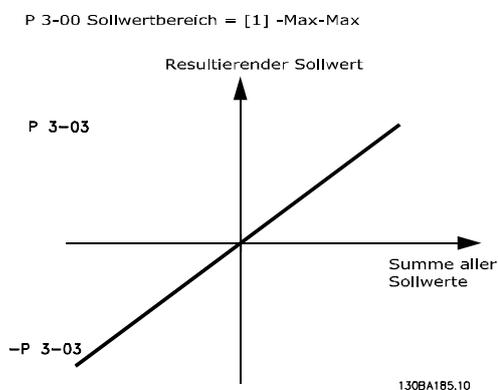


Abbildung 3.12 Resultierender Sollwert

Der Wert von 3-02 Minimaler Sollwert kann nicht unter 0 eingestellt werden, sofern 1-00 Regelverfahren nicht auf [3] PID-Prozess eingestellt ist. In diesem Fall ergibt sich das Verhältnis zwischen dem resultierenden Sollwert (nach der Befestigung) und der Summe aller Sollwerte wie in Abbildung 3.13 gezeigt.

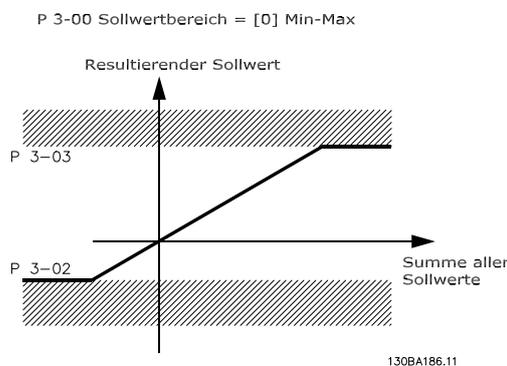


Abbildung 3.13 Summe aller Sollwerte

### 3.3.2 Skalierung von Festsollwerten und Bussollwerten

#### Festsollwerte

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 (U/min, m/s, bar usw.) zulässig ist, und ein Sollwert von 100 % entspricht dem Maximum (abs.) (3-03 Maximaler Sollwert), abs (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.

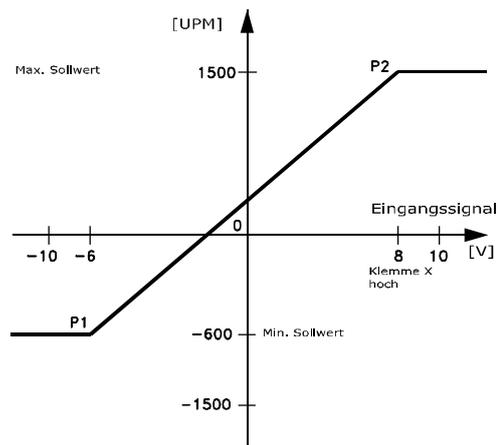
#### Bussollwerte

Bussollwerte werden gemäß den folgenden Regeln skaliert:

- Wenn 3-00 Sollwertbereich: [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.

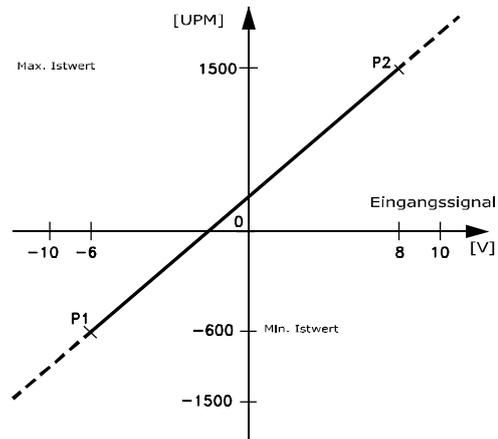
### 3.3.3 Skalierung von Analog- und Pulssollwerten und Istwert

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 3.14*), eingegrenzt werden, während dies bei Istwerten nicht der Fall ist.



130BA181.10

Abbildung 3.14 Skalierung von Analog- und Pulssollwerten



130BA182.10

Abbildung 3.15 Skalierung von Analog- und Pulsistwerten

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

3

	Analog 53 S201=AUS	Analog 53 S201=EIN	Analog 54 S202=AUS	Analog 54 S202=EIN	Pulseing. 29	Pulseingang 33
<b>P1 = (Minimaler Eingangswert, minimaler Sollwert)</b>						
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]
<b>P2 = (Maximaler Eingangswert, maximaler Sollwert)</b>						
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 Parameter P1 und P2

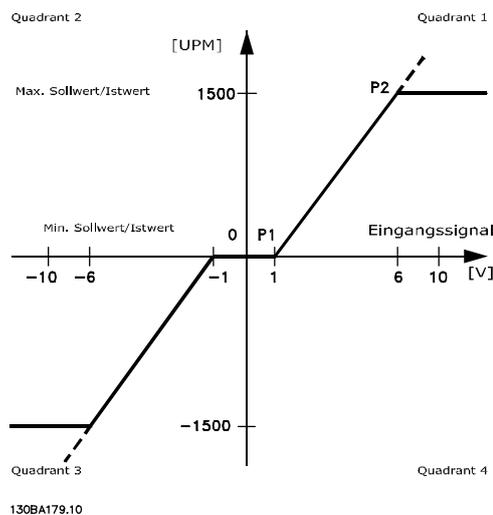
### 3.3.4 Totzone um Null

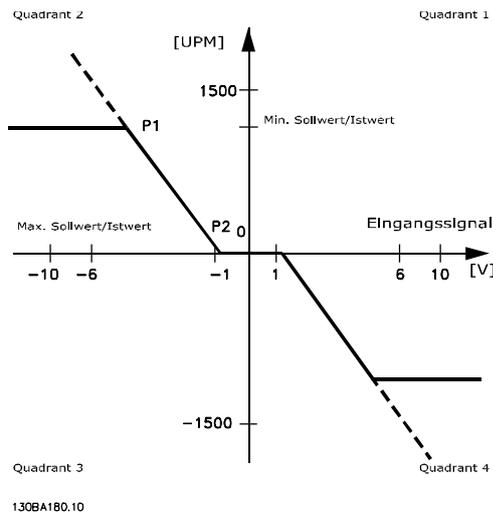
In machen Fällen sollte der Sollwert und gelegentlich auch der Istwert eine Totzone um Null haben. Dies stellt sicher, dass die Maschine gestoppt wird, wenn der Sollwert „nahe Null“ liegt.

**Nehmen Sie die folgenden Einstellungen vor, um die Totzone zu aktivieren und ihren Umfang zu definieren:**

- Der minimale Sollwert (siehe *Tabelle 3.5* für relevanten Parameter) oder der maximale Sollwert muss Null sein. In anderen Worten: Entweder P1 oder P2 müssen an der X-Achse in *Abbildung 3.16* angetragen sein.
- Die beiden Punkte, die das Skalierungsdiagramm definieren, müssen sich im selben Quadranten befinden.

Die Größe der Totzone wird von P1 oder P2 definiert, wie dies in *Abbildung 3.16* gezeigt wird.


 130BA179.10  
Abbildung 3.16 Totzone



130BA180.10  
Abbildung 3.17 Reversierte Totzone

Somit ergibt sich bei einem Sollwertendpunkt von  $P1 = (0 \text{ V}, 0 \text{ U/min})$  keine Totzone. Ein Sollwertendpunkt von  $P1 = (1 \text{ V}, 0 \text{ U/min})$  führt jedoch zu einer Totzone von  $-1 \text{ V}$  bis  $+1 \text{ V}$ , sofern Endpunkt  $P2$  in Quadrant 1 oder Quadrant 4 gelegt wird.

Fall 1. Dieser Fall zeigt die Wirkung der Min.-Max.-Begrenzungen an einem Sollwerteingang.

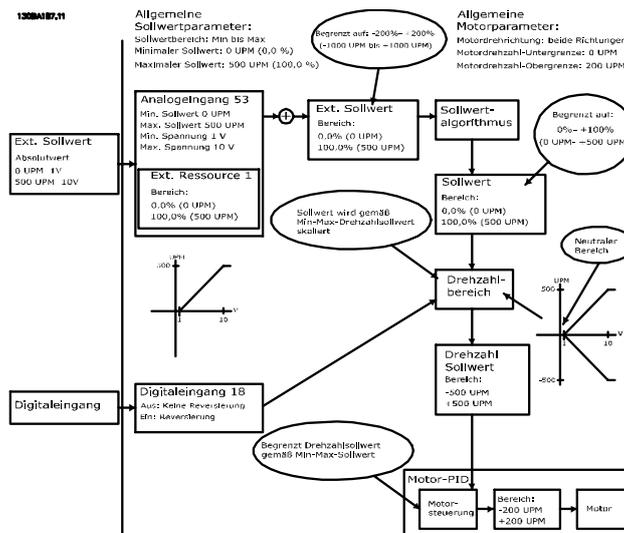


Abbildung 3.18 Positiver Sollwert mit Totzone, Digitaleingang zum Triggern der Reversierung

Fall 2. Dieser Fall zeigt, wie der Sollwerteingang mit Werten, die außerhalb der Grenzen für -Max und +Max liegen, die Unter- und Obergrenzen der Eingänge begrenzt, bevor der externe Sollwert addiert wird. Außerdem sehen Sie, wie der externe Sollwert durch den Sollwertalgorithmus an -Max bis +Max begrenzt wird.

3

130BA188.12

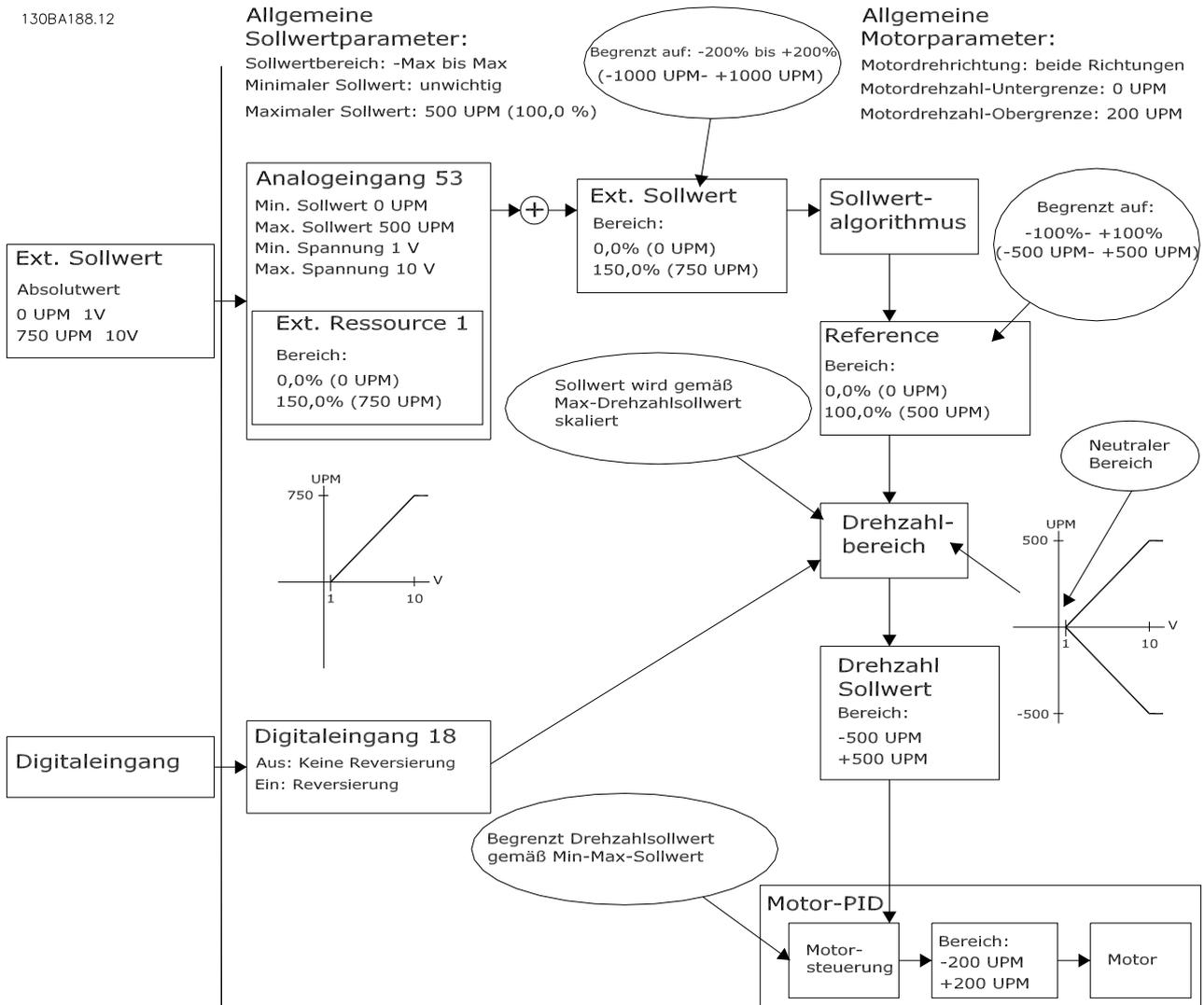


Abbildung 3.19 Positiver Sollwert mit Totzone, Digitaleingang zum Triggern der Reversierung. Begrenzungsregeln

Fall 3.

130BA189.12

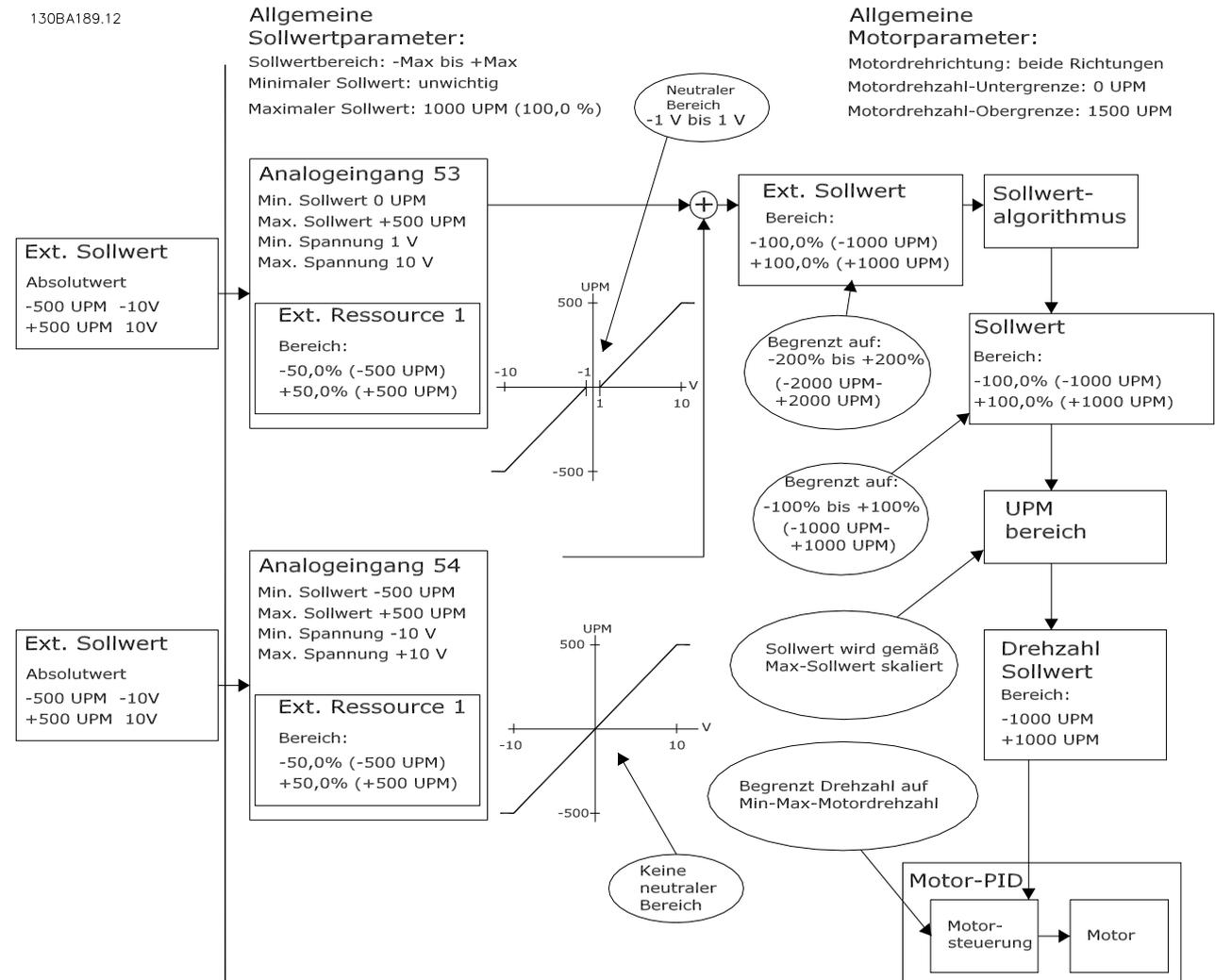


Abbildung 3.20 Bipolarer Sollwert mit Totzone. Vorzeichen bestimmt die Richtung, -Max. bis +Max

## 3.4 PID-Regelung

### 3.4.1 PID-Drehzahlregelung

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

Tabelle 3.6 Steuerkonfigurationen mit 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 (Werkseinstellungen), Sie sollten sie jedoch zur Optimierung der Motorsteuerung anpassen. Insbesondere das Potenzial der beiden Verfahren zur Flux-Motorsteuerung hängt stark von der richtigen Einstellung ab.

### 3.4.2 Parameter für PID-Drehzahlregler

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 Verstärkung 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 rasch zum Überschwingen neigen. Er reagiert auf Änderungen der Regelabweichung. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die Differentiationsverstärkung aus. Sie können die Differentiationszeit daher begrenzen, so dass sowohl eine angemessene Differentiationszeit bei langsamen Änderungen als auch eine angemessene Verstärkung bei schnellen Änderungen eingestellt werden kann.	
7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit	Ein Tiefpassfilter dämpft Schwingungen auf dem Istwertsignal und verbessert die stationäre Leistung. Bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Drehzahlregelung ab. Einstellungen von 7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit aus der Praxis anhand der Anzahl von Impulsen pro Umdrehung am Drehgeber (PPR):	
	<b>Drehgeber-PPR</b>	<b>7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit</b>
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
4096	1 ms	

Tabelle 3.7 Relevante Parameter für den PID-Drehzahlregler

### 3.4.3 Beispiel zur Programmierung der Drehzahlregelung

In diesem Fall wird die PID-Drehzahlregelung verwendet, um eine konstante Motordrehzahl trotz veränderlicher Motorlast aufrecht zu erhalten. Die erforderliche Motordrehzahl wird über ein Potenziometer eingestellt, das mit Klemme 53 verbunden ist. Der Drehzahlbereich liegt zwischen 0 und 1500 U/min, was 0 bis 10 V über das Potenziometer entspricht. Start und Stopp werden durch einen mit Klemme 18 verbundenen Schalter geregelt. Der PID-Drehzahlregler überwacht die

aktuelle Drehzahl des Motors mit Hilfe eines 24 V/HTL-Inkrementalgebers als Istwertgeber. Der Istwertgeber (1024 Impulse pro Umdrehung) ist mit den Klemmen 32 und 33 verbunden.

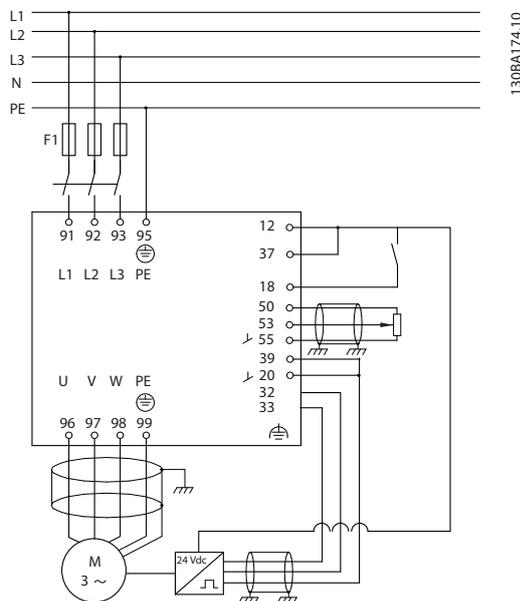


Abbildung 3.21 Anschlüsse für die Drehzahlregelung

### 3.4.4 Programmierreihenfolge für die PID-Drehzahlregelung

Die folgende Programmierung muss in der genannten Reihenfolge vorgenommen werden (eine Erläuterung der Einstellungen finden Sie im VLT® AutomationDrive Programmierungshandbuch). In *Tabelle 3.8* wird davon ausgegangen, dass alle anderen Parameter und Schalter in Werkseinstellung verwendet werden.

Funktion	Parameter-Nr.	Einstellung
<b>1) Stellen Sie das einwandfreie Laufen des Motors folgendermaßen sicher:</b>		
Stellen Sie die Motorparameter entsprechend den Daten auf dem Typenschild ein.	1-2* Motordaten	Siehe Motor-Typenschild
Führen Sie eine automatische Motoranpassung (AMA) durch.	1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Komplette AMA
<b>2) Prüfen Sie, ob der Motor läuft und der Drehgeber ordnungsgemäß angeschlossen ist. Gehen Sie wie folgt vor:</b>		
Drücken Sie [Hand on]. Prüfen Sie, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht (nachfolgend „positive Richtung“ genannt).		Stellen Sie einen <b>positiven</b> Sollwert ein.
Gehen Sie zu <i>16-20 Rotor-Winkel</i> . Drehen Sie den Motor langsam in die positive Richtung. Das Drehen muss so langsam erfolgen (nur wenige U/min), dass Sie feststellen können, ob der Wert in <i>16-20 Rotor-Winkel</i> zu- oder abnimmt.	16-20 Rotor-Winkel	N.v. (Anzeige-parameter) Anmerkung: Ein ansteigender Wert läuft bei 65535 über und startet erneut bei 0.
Wenn <i>16-20 Rotor-Winkel</i> abnimmt, ändern Sie die Drehgeberrichtung in <i>5-71 Kl. 32/33 Drehgeber Richtung</i> .	5-71 Kl. 32/33 Drehgeber Richtung	[1] Linkslauf (wenn <i>16-20 Rotor-Winkel</i> ansteigt)
<b>3) Stellen Sie sicher, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf sichere Werte eingestellt sind.</b>		
Stellen Sie zulässige Grenzwerte für die Sollwerte ein.	3-02 Minimaler Sollwert 3-03 Maximaler Sollwert	0 U/min (Werkseinstellung) 1500 U/min (Werkseinstellung)
Stellen Sie sicher, dass die Rampeneinstellungen innerhalb des Leistungsbereichs des Frequenzumrichters liegen und zulässigen Spezifikationen für den Anwendungsbetrieb entsprechen.	3-41 Rampenzeit Auf 1 3-42 Rampenzeit Ab 1	Werkseinstellung Werkseinstellung

Funktion	Parameter-Nr.	Einstellung
Stellen Sie zulässige Grenzwerte für die Motordrehzahl und -frequenz ein.	4-11 Min. Drehzahl [UPM] 4-13 Max. Drehzahl [UPM] 4-19 Max. Ausgangsfrequenz	0 U/min (Werkseinstellung) 1500 U/min (Werkseinstellung) 60 Hz (Werkseinstellung 132 Hz)
<b>4) Konfigurieren Sie die Drehzahlregelung und wählen Sie das Verfahren für die Motorsteuerung.</b>		
Aktivierung der Drehzahlregelung.	1-00 Regelverfahren	[1] Mit Drehgeber
Auswahl des Steuerprinzips.	1-01 Steuerprinzip	[3] Fluxvektor mit Geber
<b>5) Konfigurieren und skalieren Sie den Sollwert für die Drehzahlregelung.</b>		
Stellen Sie Analogeingang 53 als Sollwertquelle ein.	3-15 Variabler Sollwert 1	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
Skalieren Sie den Analogeingang 53 0 U/min (0 V) bis 1500 U/min (10 V).	6-1* Analogeingang 1	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
<b>6) Konfigurieren Sie das Signal des 24V/HTL-Drehgebers als Istwert für die Motorsteuerung und die Drehzahlregelung.</b>		
Stellen Sie Digitaleingang 32 und 33 als Drehgeberingänge ein.	5-14 Klemme 32 Digitaleingang 5-15 Klemme 33 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion (Werkseinstellung)
Wählen Sie Klemme 32/33 als Motor-Istwert.	1-02 Drehgeber Anschluss	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
Wählen Sie Klemme 32/33 für die PID-Drehzahlrückführung.	7-00 Drehgeberrückführung	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
<b>7) Stellen Sie die Parameter für die PID-Drehzahlregelung ein.</b>		
Verwenden Sie ggf. die Einstellungsanweisungen oder stellen Sie manuell ein.	7-0* PID Drehzahlregler	Siehe Kapitel 3.4.5 Optimieren des PID-Drehzahlreglers
<b>8) Fertig!</b>		
Speichern Sie die Parametereinstellung im LCP.	0-50 LCP-Kopie	[1] Speichern in LCP

Tabelle 3.8 Programmierreihenfolge

### 3.4.5 Optimieren des PID-Drehzahlreglers

Die folgenden Einstellungsanweisungen sind wichtig, wenn in Anwendungen mit überwiegend träger Last (mit geringer Reibung) eines der Flux-Vektorregelverfahren angewendet wird.

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

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

#### HINWEIS

1-20 Motornennleistung [kW] ist die Motorleistung in Kilowatt. Geben Sie also beispielsweise „4“ kW anstelle von „4000“ W in die Formel 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. Dies ist nicht erforderlich bei einem hochauflösenden Istwert wie z. B. einem SinCos-Istwert.

$$Par. 7-02_{MAX} = \frac{0.01 \times 4 \times Drehgeber-Auflösung \times Par. 7-06}{2 \times \pi}$$

x Max. Drehmoment Rippel [%]

Ein guter Ausgangswert für 7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit ist 5 ms. Eine niedrigere Drehgeberauflösung erfordert einen höheren Filterwert. Normalerweise ist ein max. Drehmomentrippel von 3 % zulässig. Für Inkrementalgeber finden Sie die Drehgeberauflösung entweder in 5-70 Kl. 32/33 Drehgeber Aufl. [Pulse/U] (24 V HTL bei Standard-Frequenzumrichter) oder in 17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U] (5 V 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 von Übersteuerung kann 7-03 Drehzahlregler I-Zeit auf ca. 2,5 s eingestellt werden. Die Zeit hängt von der Anwendung ab.

7-04 Drehzahlregler D-Zeit sollte auf 0 eingestellt sein, bis alle anderen Einstellungen vorgenommen wurden. Bei Bedarf können Sie die Optimierung abschließen, indem Sie experimentieren und diese Einstellung in kleinen Schritten ändern.

### 3.4.6 PID-Prozessregler

Mit dem PID-Prozessregler lassen sich Anwendungsparameter steuern, die mit unterschiedlichen Sensoren messbar sind (Druck, Temperatur, Fluss) und vom angeschlossenen Motor über eine Pumpe oder einen Lüfter beeinflusst werden können.

Tabelle 3.9 zeigt die Konfigurationen, bei denen die Prozessregelung möglich ist. Wenn ein Verfahren der Flux-Vektorsteuerung verwendet wird, müssen auch die PID-Parameter für die Drehzahlregelung eingestellt werden.

Lesen Sie Kapitel 3.2.2 *Regelungsstruktur bei VVC<sup>plus</sup>*

*Advanced Vector Control*, um zu sehen, wo die Drehzahlregelung aktiviert ist.

1-00 Regelverfahren	1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC <sup>plus</sup>	Fluxvektor ohne Geber	Fluxvektor mit Geber
[3] PID-Prozess	N.v.	PID-Prozess	Prozess und Drehzahl	Prozess und Drehzahl

Tabelle 3.9 Prozessregelungskonfigurationen

#### HINWEIS

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

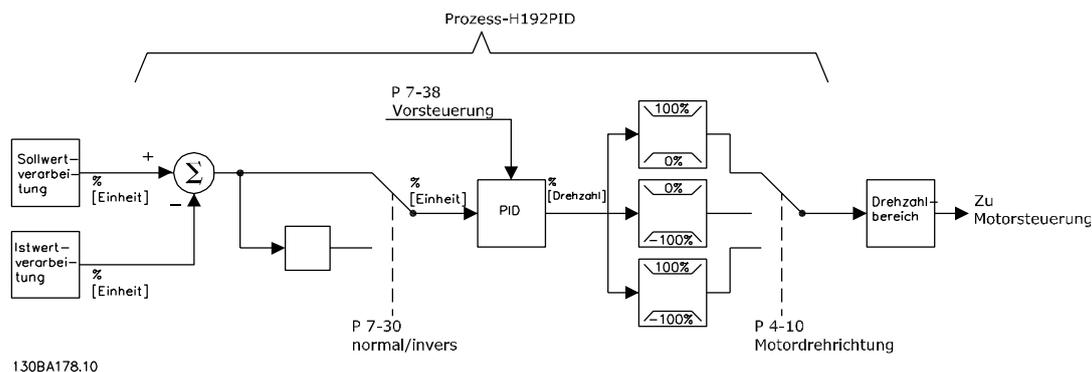


Abbildung 3.22 Diagramm für PID-Prozessregler

### 3.4.7 Parameter für PID-Prozessregler

Folgende Parameter sind für die Prozessregelung relevant:

Parameter	Funktionsbeschreibung
7-20 PID-Prozess Istwert 1	Legt den Eingang fest, von dem der PID-Prozess den Istwert erhält.
7-22 PID-Prozess Istwert 2	Gegebenenfalls: Legt fest, ob und von woher der PID-Prozess ein zusätzliches Istwertersignal erhält. Wenn ein weiterer Istwertanschluss ausgewählt wurde, werden die beiden Istwertersignale vor der Verwendung im PID-Prozessregler addiert.
7-30 Auswahl Normal-/Invers-Regelung	Im Betriebsmodus [0] <i>Normal</i> reagiert die Prozessregelung mit einer Erhöhung der Motordrehzahl, wenn der Istwert den Sollwert unterschreitet. In der gleichen Situation, jedoch im Betriebsmodus [1] <i>Invers</i> , 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 vermeiden Sie, dass bei einer Abweichung, die mit einer Drehzahländerung nicht auszugleichen wäre, weiter integriert wird. Deaktivieren Sie diese Funktion durch Auswahl von [0] <i>Off</i> .
7-32 PID-Prozess Reglerstart bei	In einigen Anwendungen kann das Erreichen der gewünschten Drehzahl bzw. des Sollwerts lange dauern. In solchen Fällen ist es vorteilhaft, eine Motorfrequenz festzulegen, auf die der Frequenzumrichter den Motor ungeregt hochfahren soll, bevor die Prozessregelung aktiviert wird. Dies erfolgt durch Festlegen eines Werts für PID-Prozess Reglerstart in 7-32 <i>PID-Prozess Reglerstart bei</i> .

Parameter	Funktionsbeschreibung
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 Verstärkung proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.
7-36 PID-Prozess D-Verstärkung/Grenze	Wenn in einer gegebenen Anwendung Sollwert oder Istwert raschen Änderungen unterliegen, kann die Differentiationsverstärkung begrenzt werden, um die Einstellung einer angemessenen Differentiationszeit für langsame Fehleränderungen zu ermöglichen.
7-38 PID-Prozess Vorsteuerung	In Anwendungen mit einer ausgeglichenen und in etwa linearen Beziehung zwischen dem Sollwert und der dafür erforderlichen Motordrehzahl können Sie die dynamische Leistung der PID-Prozessregelung gegebenenfalls mit Hilfe des Vorsteuerungsfaktors steigern.
5-54 Pulseingang 29 Filterzeit (Pulseingang 29), 5-59 Pulseingang 33 Filterzeit (Pulseingang 33), 6-16 Klemme 53 Filterzeit (Analogeingang 53), 6-26 Klemme 54 Filterzeit (Analogeingang 54)	<p>Sofern beim Istwertsignal Rippelströme bzw. -spannungen auftreten, können diese mit Hilfe eines Tiefpassfilters gedämpft werden. Diese Zeitkonstante ist ein Ausdruck für eine Drehzahlgrenze der Rippel, die beim Istwertsignal auftreten.</p> <p>Beispiel: Ist das Tiefpassfilter auf 0,1 s eingestellt, so ist die Eckfrequenz 10 RAD/s, (Kehrwert von 0,1), was <math>(10 / (2 \times \pi)) = 1,6</math> 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 (Drehzahl) von unter 1,6 Hz schwankt.</p> <p>Das Tiefpassfilter verbessert die stationäre Leistung, bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Prozessregelung ab.</p>

Tabelle 3.10 Parameter der Prozessregelung

### 3.4.8 Beispiel für PID-Prozessregler

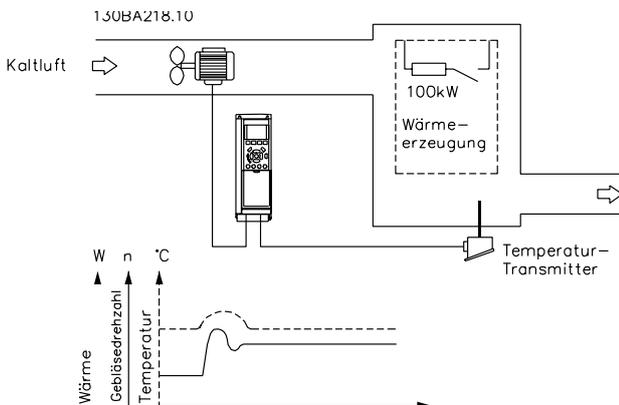


Abbildung 3.23 Beispiel eines PID-Prozessreglers in einer Lüftungsanlage

In diesem Beispiel einer Lüftungsanlage soll mit Hilfe eines 0- bis 10-V-Potenzimeters die Temperatur zwischen -5 und +35 °C einstellbar sein. Die Temperatur wird mit Hilfe der Prozessregelung konstant gehalten.

Wenn die Temperatur steigt, erhöht der PID-Prozessregler auch die Drehzahl des Gebläses, um einen stärkeren Luftstrom zu erzeugen. Sinkt die Temperatur, verringert sich die Drehzahl. Der Transmitter wird als Temperatursensor mit einem Funktionsbereich von -10 bis +40 °C, 4-20 mA, verwendet. Min./Max. Drehzahl 300/1500 U/min.

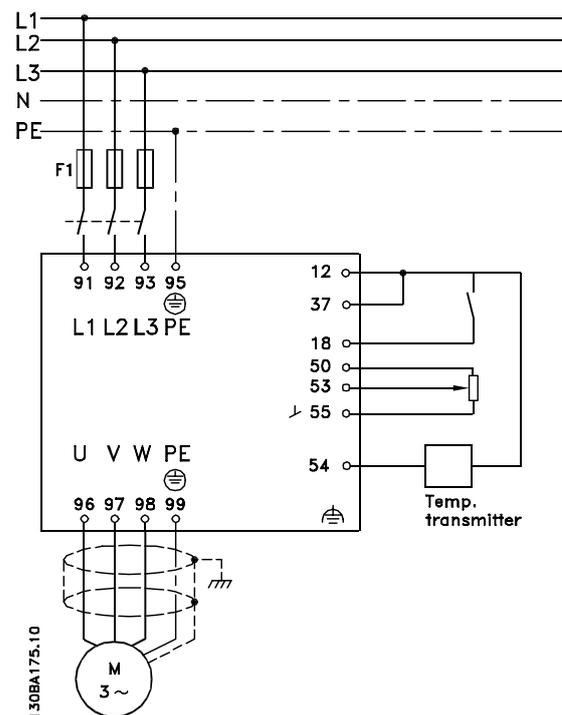


Abbildung 3.24 Zweileiter-Transmitter

Die folgenden Schritte sind eine Anleitung für die Einrichtung des PID-Prozessreglers in *Abbildung 3.24*.

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

## 3.4.9 Programmierreihenfolge für PID-Prozessregler

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
Initialisieren Sie den Frequenzumrichter.	14-22	[2] Initialisierung - Frequenzumrichter aus- und wieder einschalten - [Reset] drücken
<b>1) Einstellen der Motorparameter:</b>		
Stellen Sie die Motorparameter entsprechend den Daten auf dem Typenschild ein.	1-2*	Siehe Motor-Typenschild
Führen Sie eine komplette Automatische MotorAnpassung aus.	1-29	[1] Komplette AMA
<b>2) Prüfen Sie, ob der Motor in der richtigen Richtung läuft.</b>		
Bei Anschluss des Motors an einen Frequenzumrichter mit einfacher Phasenreihenfolge wie U - U, V- V, oder W - W dreht sich die Motorwelle gesehen vom Wellenende im Rechtslauf.		
Drücken Sie die [Hand on]-Taste am LCP. Prüfen Sie die Wellendrehrichtung, indem Sie einen manuellen Sollwert anlegen.		
Falls sich der Motor in die falsche Richtung dreht: 1. Ändern Sie die Motordrehrichtung in <i>4-10 Motor Drehrichtung</i> 2. Schalten Sie das Netz aus - warten Sie auf das auf Entladen der Zwischenkreisspannung - tauschen Sie zwei der Motorphasen	4-10	Wählen Sie die richtige Drehrichtung der Motorwelle
Stellen Sie das Regelverfahren ein.	1-00	[3] PID-Prozess
Stellen Sie die Hand/Ort-Betrieb Konfiguration ein.	1-05	[0] Ohne Rückführung
<b>3) Konfigurieren Sie den Sollwert, d. h. den Bereich der Sollwertverarbeitung. Stellen Sie die Skalierung des Analogeingangs in Parameter 6-** ein.</b>		
Stellen Sie Soll-/Istwert-Einheiten ein: Stellen Sie den min. Sollwert ein (10 °C): Stellen Sie den max. Sollwert ein (80 °C): Wird der Einstellwert durch einen Festwert (Arrayparameter) bestimmt, setzen Sie andere Sollwertquellen auf Keine Funktion.	3-01 3-02 3-03 3-10	[60] °C Displayeinheit -5 °C 35 °C [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
<b>4) Stellen Sie Grenzen für den Frequenzumrichter ein:</b>		
Stellen Sie die Rampenzeiten auf einen ungefähren Wert von 20 s ein.	3-41 3-42	20 s 20 s
Stellen Sie die min. Drehzahlgrenzen ein: Stellen Sie die maximale Motordrehzahlgrenze ein: Stellen Sie die max. Ausgangsfrequenz ein:	4-11 4-13 4-19	300 U/min 1500 U/min 60 Hz
Stellen Sie S201 oder S202 auf die gewünschte Analogeingangsfunktion (Volt (V) oder Milliampere (I)) ein:		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>WARNUNG</b> </div> <p>Schalter sind sehr empfindlich - Frequenzumrichter aus- und wieder einschalten und dabei Werkseinstellung V beibehalten</p>		
<b>5) Skalieren Sie die für Sollwert und Istwert verwendeten Analogeingänge</b>		
Stellen Sie Klemme 53 Skal. Min. Spannung ein: Stellen Sie Klemme 53 Skal. Max.Spannung ein: Stellen Sie Klemme 54 Skal. Min.-Soll/Istwert ein: Stellen Sie Klemme 54 Skal. Max.-Soll/Istwert ein: Legen Sie den Istwertanschluss fest:	6-10 6-11 6-24 6-25 7-20	0 V 10 V -5 °C 35 °C [2] Analogeingang 54
<b>6) Grundlegende PID-Einstellungen.</b>		
PID-Prozess normal/invers	7-30	[0] Normal
PID-Prozess Anti-Windup.	7-31	[1] Ein
PID-Prozess Reglerstart bei.	7-32	300 UPM
LCP-Kopie.	0-50	[1] Speichern in LCP

Tabelle 3.11 Beispiel für Konfiguration des PID-Prozessreglers

### 3.4.10 Optimierung des Prozessreglers

Wenn Sie die Grundeinstellungen vorgenommen haben, können Sie die folgenden Parameter optimieren:

- Proportionalverstärkung
- Integrationszeit
- Differentiationszeit

Dies kann bei den meisten Prozessen durch Befolgen der nachstehenden Anweisungen geschehen:

1. Starten Sie den Motor.
2. Setzen Sie 7-33 PID-Prozess P-Verstärkung auf 0,3 und erhöhen Sie den Wert, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Verringern Sie danach den Wert, bis das Istwertsignal stabilisiert ist. Senken Sie die Proportionalverstärkung jetzt um 40-60 %.
3. Setzen Sie 7-34 PID-Prozess I-Zeit auf 20 s und setzen Sie den Wert dann herab, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Erhöhen Sie die Integrationszeit, bis sich das Istwertsignal stabilisiert, gefolgt von einer Erhöhung um 15-50 %.
4. Verwenden Sie 7-35 PID-Prozess D-Zeit nur bei sehr schnellen Systemen (Differentiationszeit). Der typische Wert ist das Vierfache der eingestellten Integrationszeit. Sie sollten den Differentiator nur benutzen, wenn Proportionalverstärkung und Integrationszeit optimal eingestellt sind. Stellen Sie sicher, dass Schwingungen des Istwertsignals durch das Tiefpassfilter des Istwertsignals ausreichend gedämpft werden.

**HINWEIS**

Bei Bedarf können Sie Start/Stoppp mehrfach aktivieren, um eine konstante Schwankung des Istwertsignal zu erzielen.

### 3.4.11 Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols

Zum Einstellen der PID-Regler des Frequenzumrichters stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Ein Ansatz ist die Verwendung des Ziegler-Nichols-Verfahrens.

**HINWEIS**

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. Wir erhöhen die Proportionalverstärkung, bis sich eine kontinuierliche Schwingung (gemessen am Istwert) einstellt, d. h., bis das System annähernd stabil ist. Die entsprechende Verstärkung ( $K_u$ ), als kritische Verstärkung bezeichnet, und die Schwingperiode ( $P_u$ ) (auch als kritische Periodendauer bezeichnet) werden wie in *Abbildung 3.25* festgelegt.

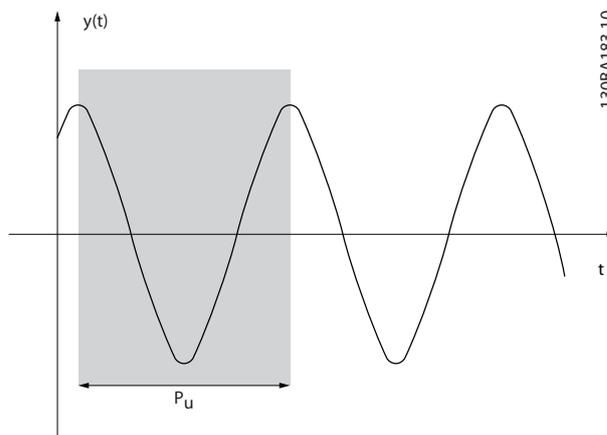


Abbildung 3.25 Annähernd stabiles System

Messen Sie  $P_u$  an einer Stelle, an der die Schwingungsamplitude ziemlich klein ist. Machen Sie anschließend die Verstärkung rückgängig (siehe *Tabelle 3.12*).

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

Regelungstyp	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-Übersteuerung	$0,33 * K_u$	$0,5 * P_u$	$0,33 * P_u$

Tabelle 3.12 Ziegler-Nichols-Verfahren für Regler, basierend auf einer Stabilitätsgrenze

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die unten beschriebene Reglereinstellung nach Ziegler-Nichols bei vielen Systemen eine gute Rückführung bietet. Der Prozessoperator kann die abschließende Optimierung der Regelung wiederholt durchführen, um eine zufriedenstellende Regelung zu erzielen.

**Schrittweise Beschreibung**

1. Wählen Sie nur eine proportionale Steuerung (die Integrationszeit wird auf den maximalen Wert eingestellt, während die Differentiationszeit auf Null gesetzt wird).
2. Erhöhen Sie den Wert der Proportionalverstärkung, bis der Punkt der Instabilität

(kontinuierliche Schwingungen) und somit der kritische Verstärkungswert  $K_u$  erreicht ist.

3. Messen Sie den Schwingungszeitraum, um die kritische Zeitkonstante  $P_u$  zu erhalten.
4. Berechnen Sie anhand *Tabelle 3.12* die erforderlichen PID-Reglerparameter.

**3.5 Allgemeine EMV-Aspekte****3.5.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen**

Elektromagnetische Störungen treten meist im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz auf. Feldgebundene Störungen des Frequenzumrichtersystems im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

Durch kapazitive Ströme des Motorkabels werden in Verbindung mit hohem  $dU/dt$  der Motorspannung Ableitströme erzeugt.

Abgeschirmte Motorkabel erhöhen den Ableitstrom (siehe *Abbildung 3.26*), da sie eine höhere Kapazität zu Erde haben als ungeschirmte Leitungen. Wird der Ableitstrom nicht gefiltert, verursacht dies in der Netzzuleitung größere Störungen im Funkfrequenzbereich unter 5 MHz. Der Ableitstrom ( $I_1$ ) kann über die Abschirmung ( $I_3$ ) direkt zurück zum Gerät fließen. Es verbleibt dann nur ein kleines elektromagnetisches Feld ( $I_4$ ) vom abgeschirmten Motorkabel.

Während die Abschirmung die abgestrahlte Störung verringert, erhöht sie andererseits die Niederfrequenzstörungen am Netz. Schließen Sie die Motorkabel-Abschirmung an die Gehäuse von Frequenzumrichter und Motor an. Verwendung Sie zum Anschließen der Abschirmung die integrierten Schirmbügel, um verdrehte Abschirmungsenden zu vermeiden. Diese erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, wodurch der Abschirmungseffekt reduziert und der Ableitstrom ( $I_4$ ) erhöht wird.

Verbinden Sie die Abschirmung an beiden Enden mit dem Gehäuse, wenn abgeschirmte Kabel für Feldbus, Relais, Steuerkabel, Signalschnittstelle oder Bremse verwendet werden. In einigen Situationen ist zum Vermeiden von Stromschleifen jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung notwendig.

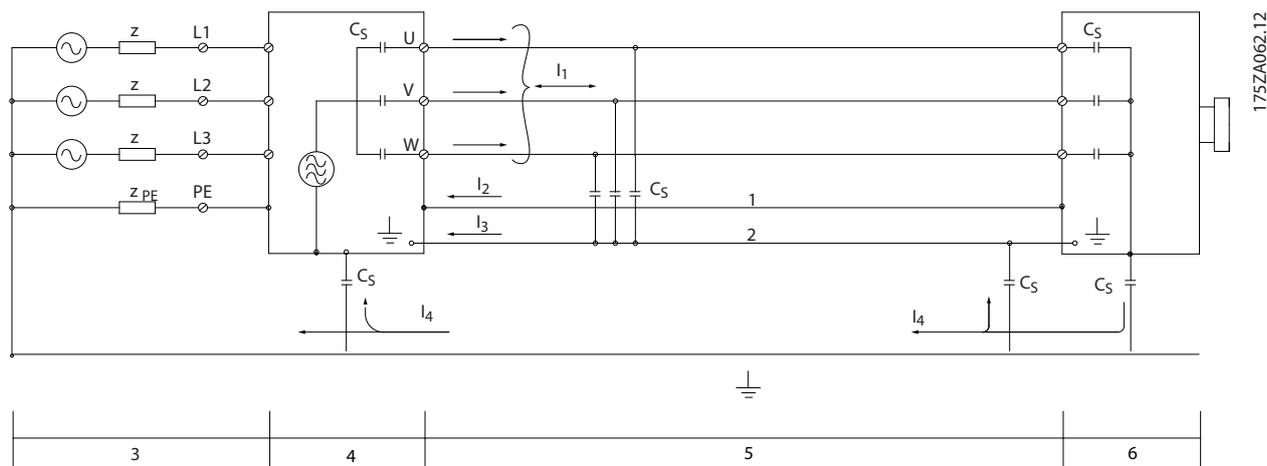


Abbildung 3.26 Ableitströme

1	Erdungskabel
2	Abschirmung
3	Netzversorgung
4	Frequenzrichter
5	Abgeschirmtes Motorkabel
6	Motor

Tabelle 3.13 Legende zu Abbildung 3.26

In *Abbildung 3.26* ist ein Beispiel eines 6-pulsigen Frequenzrichters gezeigt, das auch auf einen 12-pulsigen übertragbar ist.

Wenn die Abschirmung auf einer Montageplatte angebracht ist, muss diese Montageplatte aus Metall gefertigt sein, da die Ableitströme zum Frequenzrichter zurückgeführt werden müssen. Durch die Montageschrauben muss stets ein guter elektrischer Kontakt von der Montageplatte zur Gehäusemasse des Frequenzrichters gewährleistet sein. Beim Einsatz ungeschirmter Leitungen werden einige Emissionsanforderungen nicht erfüllt. Die Immunitätsbezogenen Anforderungen werden jedoch erfüllt.

Um das Störungslevel des gesamten Systems (Frequenzwandler und Installation) so weit wie möglich zu reduzieren, ist es wichtig, dass die Motor- und etwaige Bremskabel so kurz wie möglich gehalten werden. Steuer- und Buskabel dürfen nicht gemeinsam mit Motor- und Bremskabeln verlegt werden. Funkstörungen von mehr als 50 MHz (schwebend) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt. Weitere Informationen zu EMV finden Sie unter *Kapitel 7.8 EMV-gerechte Installation*.

### 3.5.2 EMV-Prüfergebnisse

Folgende Ergebnisse wurden unter Verwendung eines Frequenzrichters (mit Optionen, falls relevant), eines abgeschirmten Steuerkabels, eines Steuerkastens mit Potenziometer sowie eines Motors und geschirmten Motorkabels erzielt.

Funkentstörfilter-Typ	Leitungsgeführte Störaussendung			Feldgebundene Störaussendung		
	EN 55011	Klasse B Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbereich sowie Kleinbe- triebe	Klasse A Gruppe 1 Industrie- bereich	Klasse A Gruppe 2 Industriebereich	Klasse B Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbereich sowie Kleinbe- triebe	Klasse A Gruppe 1 Industriebereich
Normen und Anforderungen	EN 55011	Klasse B Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbereich sowie Kleinbe- triebe	Klasse A Gruppe 1 Industrie- bereich	Klasse A Gruppe 2 Industriebereich	Klasse B Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbereich sowie Kleinbe- triebe	Klasse A Gruppe 1 Industriebereich
	EN/IEC 61800-3	Kategorie C1 Erste Umgebung Wohnungen Büro	Kategorie C2 Erste Umgebung Wohnungen Büro	Kategorie C3 Zweite Umgebung Industrie	Kategorie C1 Erste Umgebung Wohnungen Büro	Kategorie C2 Erste Umgebung Wohnungen Büro
<b>H2</b>						
FC 302	90-800 kW 380-500 V	Nein	Nein	150 m	Nein	Nein
	90-1200 kW 525-690 V	Nein	Nein	150 m	Nein	Nein
<b>H4</b>						
FC 302	90-800 kW 380-500 V	Nein	150 m	150 m	Nein	Ja
	90-315 kW 525-690 V	Nein	30 m	150 m	Nein	Nein

Tabelle 3.14 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendungen und Störfestigkeit)

### **⚠️ WARNUNG**

Diese Art von Power-Drive-System ist nicht für den Einsatz in einem öffentlichen Niederspannungsnetz ausgelegt, das Privathaushalte versorgt. Bei der Verwendung in einem solchen Netz sind Funkfrequenzstörungen zu erwarten, und ergänzende Abhilfemaßnahmen können erforderlich sein.

### 3.5.3 Emissionsanforderungen

Gemäß der EMV-Produktnorm für drehzahlveränderbare Frequenzumrichter, EN/IEC 61800-3:2004, hängen die EMV-Anforderungen von der Umgebung ab, in der der Frequenzumrichter installiert ist. Die jeweiligen Umgebungen sind mit ihren Anforderungen an die Netzspannung in *Tabelle 3.15* definiert.

Kategorie	Definition	Anforderungen an leitungsgeführte Emissionen gemäß EN 55011-Grenzwerten
C1	In einer Wohnungs- und Büroumgebung installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung von unter 1000 V.	Klasse B
C2	In einer Wohnungs- und Büroumgebung installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung von unter 1000 V. Diese Frequenzumrichter sind weder steckbar noch beweglich und müssen von Fachkräften installiert und in Betrieb genommen werden.	Klasse A Gruppe 1
C3	Im Industriebereich installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung von unter 1000 V.	Klasse A Gruppe 2
C4	Im Industriebereich installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung gleich oder über 1000 V oder einem Nennstrom gleich oder über 400 A oder einer vorgesehenen Verwendung in komplexen Systemen.	Keine Grenzwertlinie Erstellen Sie einen EMV-Plan

Tabelle 3.15 Emissionsanforderungen

Wenn die „Fachgrundnorm Störaussendung“ zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzumrichter die Grenzwerte in *Tabelle 3.16* einhalten.

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

Tabelle 3.16 Grenzwerte der Fachgrundnorm Störungsaussendung

### 3.5.4 Störfestigkeitsanforderungen

Immunitätsanforderungen für Frequenzumrichter sind abhängig von der Installationsumgebung. In Industriebereichen sind die Anforderungen höher als in Wohn- oder Bürobereichen. Alle Danfoss Frequenzumrichter erfüllen die Störfestigkeitsanforderungen sowohl für Industriebereiche als auch für Wohn-/Büroumgebungen.

Um die Störfestigkeit gegenüber elektrischen Störungen zu dokumentieren, wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest an Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant), einem abgeschirmtem Steuerkabel und einem Steuerkasten mit Potenziometer, Motorkabel und Motor durchgeführt.

Die Prüfungen wurden nach den folgenden Fachgrundnormen durchgeführt. Nähere Angaben finden Sie in *Tabelle 3.17*.

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrostatischer Entladungen von Personen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Elektromagnetisches Einstrahlungsfeld, amplitudenmodulierte Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie von mobilen Kommunikationsgeräten.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Schalttransienten: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Surge-Transienten: Simulation von Transienten durch Blitzschlag in der Nähe von Installationen.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** HF-Gleichtakt: Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Fachgrundnorm	Impulskette IEC 61000-4-4	Surge-Transienten IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Gestrahltes elektromagnetisches Feld IEC 61000-4-3	HF-Gleichtakt- spannung IEC 61000-4-6
<b>Abnahmekriterium</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
Leitung	4 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM (Common Mode)	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
Motor	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
Bremse	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
Steuerkabel	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
Standardbus	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
Relaisleitungen	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
Anwendungs- und Feldbus- Optionen	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
LCP-Kabel	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
Externe 24 V DC	2 V CM (Common Mode)	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM (Common Mode)	—	—	10 V <sub>eff.</sub>
Gehäuse	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabelle 3.17 EMV-Immunitätstabelle, Spannungsbereich: 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V

<sup>1)</sup> Einspritzung an Kabelschirm

AD: Luftentladung (Air Discharge); CD: Kontaktentladung (Contact Discharge); CM: Gleichtakt (Common Mode); DM: Gegentakt (Differential Mode)

### 3.6 Galvanische Trennung (PELV)

#### 3.6.1 PELV (Schutzkleinspannung) – Protective Extra Low Voltage

#### **⚠️ WARNUNG**

**Installation in großer Höhenlage:**
**380-500 V, Schaltschrank D, E und F:** Bei Höhen über 3 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

**525-690 V:** Bei Höhenlagen von mehr als 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss bezüglich PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

#### **⚠️ WARNUNG**

**Das Berühren spannungsführender Teile – auch nach der Trennung vom Netz – ist lebensgefährlich.**
**Lassen Sie vor dem Berühren elektrischer Bauteile mindestens die in Kapitel 2.1 Sicherheitsmaßnahmen angegebene Zeit verstreichen.**
**Eine kürzere Wartezeit ist nur zulässig, wenn auf dem Typenschild für das jeweilige Gerät angegeben.**
**Stellen Sie ebenfalls sicher, dass andere Spannungseingänge abgeschaltet sind.**

Ein Schutz gegen elektrischen Schlag gilt als gewährleistet, wenn die Stromversorgung vom Typ PELV (Schutzkleinspannung – Protective Extra Low Voltage) 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. Dies gilt nicht bei geerdetem Dreieck-Netz größer 400 V. Die galvanische Trennung wird erreicht, indem die Anforderungen für höhere Isolierung erfüllt und die entsprechenden Kriech-/Luftstrecken beachtet werden.

Diese Anforderungen sind in der Norm EN 61800-5-1 beschrieben.

Um den PELV-Schutzgrad beizubehalten, müssen alle steuerklemmenseitig angeschlossenen Geräte den PELV-Anforderungen entsprechen. Die Bauteile, die die elektrische Trennung bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen an eine höhere Isolierung und die entsprechenden Tests gemäß der Beschreibung in EN 61800-5-1.

Die galvanische PELV-Trennung ist an sechs Punkten vorhanden, wie in *Abbildung 3.27* gezeigt:

1. Stromversorgung (Schaltnetzteil) einschließlich Signaltrennung der Zwischenkreisspannung  $U_{DC}$ .
2. Gate-Treiber zur Ansteuerung der IGBTs (Triggertansformatoren/Optokoppler).
3. Stromwandler.
4. Optokoppler, Bremsmodul.
5. Einschaltstrombegrenzung, Funkfrequenzstörung und Temperaturmesskreise.
6. Ausgangsrelais.

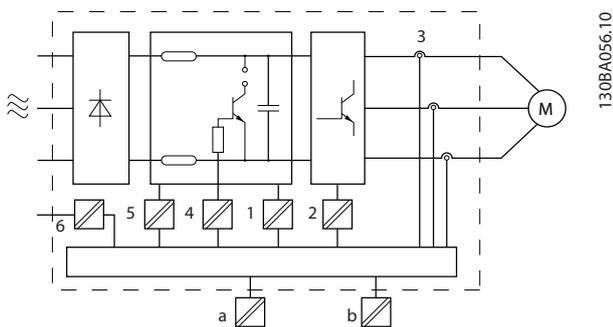


Abbildung 3.27 Galvanische Trennung

Eine funktionale galvanische Trennung – angezeigt durch a und b *Abbildung 3.27* – ist für die optionale externe 24-V-Versorgung und die RS-485-Standardbus-Schnittstelle vorgesehen.

### 3.7 Erdableitstrom

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

Die Frequenzumrichtertechnologie setzt hochfrequentes Schalten bei hoher Leistung voraus, wodurch ein Ableitstrom im Erdschluss entsteht. Ein Fehlerstrom an den Ausgangsleistungsklemmen des Frequenzumrichters kann eine Gleichstromkomponente enthalten, die die Filterkondensatoren laden und einen transienten Erdstrom verursachen kann.

Der Erdableitstrom wird durch die folgenden Faktoren beeinflusst:

- Filterung von Funkfrequenzstörungen
- abgeschirmte Motorkabel
- Leistung des Frequenzumrichters (siehe *Abbildung 3.28*)
- Netzverzerrung (siehe *Abbildung 3.29*)

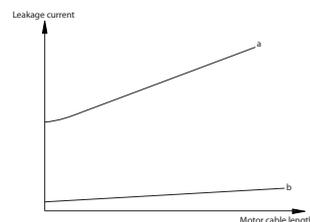


Abbildung 3.28 Einfluss von Kabellänge und Leistungsgröße auf den Ableitstrom

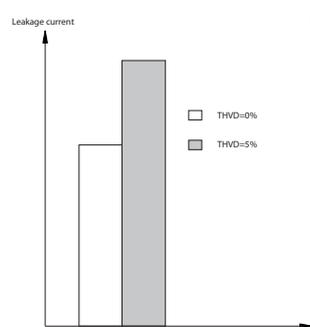


Abbildung 3.29 Einfluss der Netzverzerrung auf den Ableitstrom

### HINWEIS

Wenn Sie einen Filter verwenden, schalten Sie beim Laden des Filters den 14-50 EMV-Filter aus, um einen hohen Ableitstrom und ein Auslösen des Fehlerstromschutzschalters zu verhindern.

Wenn der Erdableitstrom 3,5 mA übersteigt, legt EN/IEC 61800-5-1 (Produktnorm für elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl) fest, dass die Erdung mit einer der folgenden Methoden verstärkt werden muss:

- Erdverbindung (Klemme 95) mit einem Leitungsquerschnitt von mindestens 10 mm<sup>2</sup>
- zwei getrennt verlegte Erdungskabel, die die vorgeschriebenen Maße einhalten

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

### Fehlerstromschutzschalter

Wenn Fehlerstromschutzschalter (RCD, auch als Erdschlusstremschalter bezeichnet) verwendet werden, sind die folgenden Anforderungen einzuhalten:

- Verwenden Sie netzseitig nur allstromsensitive Fehlerstromschutzschalter (Typ B).
- Verwenden Sie Fehlerstromschutzschalter mit Einschaltverzögerung, um Fehler durch transiente Erdströme zu vermeiden.
- Bemessen Sie Fehlerstromschutzschalter in Bezug auf Systemkonfiguration und Umgebungsbedingungen.

Siehe auch *Schutz vor Risiken durch elektrischen Strom*.

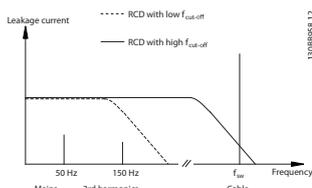


Abbildung 3.30 Hauptbeiträge zum Ableitstrom

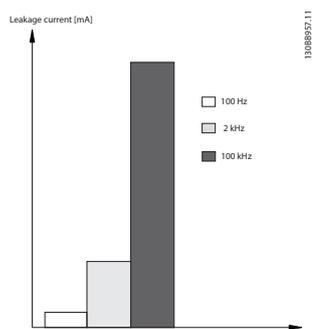


Abbildung 3.31 Einfluss der Trennfrequenz des Fehlerstromschutzschalters auf das, auf was reagiert wird/was gemessen wird

### 3.8 Bremsfunktionen

Die Bremsfunktion – entweder statisch oder dynamisch – wird zum Bremsen der Last an der Motorwelle angewendet.

#### 3.8.1 Mechanische Haltebremse

Eine mechanische Haltebremse ist ein externes Gerät, das direkt an der Motorwelle befestigt ist und statische Bremsungen durchführt. Bei einer statischen Bremsung wird der Motor nach Anhalten der Last arretiert. Eine Haltebremse wird entweder über eine SPS oder direkt über einen Digitalausgang des Frequenzumrichters gesteuert.

#### **HINWEIS**

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

### 3.8.2 Dynamische Bremse

Dynamisches Bremsen wird intern im Frequenzumrichter durchgeführt und dient zur Abbremsung des Motors vor einem endgültigen Anhalten. Dynamisches Bremsen wird mit einer der folgenden Methoden angewendet:

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

### 3.8.3 Auswahl des Bremswiderstands

Wenn erhöhte Anforderungen mit generatorischem Bremsen bewältigt werden sollen, ist ein Bremswiderstand erforderlich. Zur Wahl des korrekten Bremswiderstands muss bekannt sein, wie oft und mit welcher Leistung gebremst wird. Weitere Informationen finden Sie im *Bremswiderstand-Projektierungshandbuch*.

Ist der Betrag der kinetischen Energie, die in jedem Bremszeitraum zum Widerstand übertragen wird, unbekannt, können Sie die durchschnittliche Leistung auf Basis der Zykluszeit und Bremszeit berechnen (Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb). Der Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, für den der Widerstand ausgelegt ist. *Abbildung 3.32* zeigt einen typischen Bremszyklus.

#### **HINWEIS**

Der von den Motorlieferanten bei der Angabe der zulässigen Belastung häufig benutzte Betrieb S5 des Widerstands ist ein Ausdruck für den Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb.

Sie können den Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb des Widerstands wie folgt berechnen:

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

T = Zykluszeit in Sekunden

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

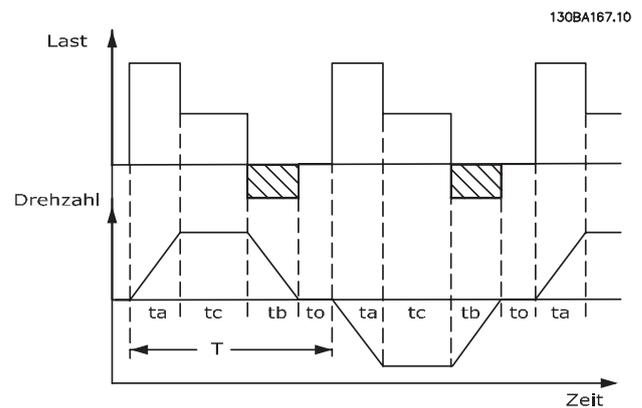


Abbildung 3.32 Typischer Bremszyklus

3

	Zykluszeit [s]	Bremsarbeitszyklus bei 100 % Drehmoment	Bremsarbeitszyklus bei Übermoment (150/160 %)
<b>380-500 V</b>			
N90K-N160	600	Dauerlast	10%
N200-N250	600	Dauerlast	10%
P315-P800	600	40%	10%
<b>525-690 V</b>			
N55K-N315, P355-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40%	10%
P630-P1M0	600	40%	10%

Tabelle 3.18 Bremsung bei hohem Überlastmoment

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 zum Abführen überschüssiger Wärme genutzt.

Stellen Sie sicher, dass der Bremswiderstand für die erforderliche Bremszeit ausgelegt ist. Die maximal zulässige Last am Bremswiderstand wird als Spitzenleistung bei einem gegebenen Arbeitszyklus im Aussetzbetrieb ausgedrückt. Der Bremswiderstand wird wie gezeigt berechnet:

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

wobei

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

Wie Sie sehen hängt der Bremswiderstand von der Zwischenkreisspannung ( $U_{DC}$ ) ab.

Größe	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Abschaltung
FC 302 3 x 380-500 V*	810 V/795 V	84 V/828 V	850 V/855 V
FC 302 3 x 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabelle 3.19 Grenzwerte für Bremse

\* Abhängig von der Leistungsgröße

### HINWEIS

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

Danfoss empfiehlt den Bremswiderstand  $R_{rec}$ . Dies gewährleistet, dass der Frequenzumrichter mit dem maximal verfügbaren Bremsmoment ( $M_{br(\%)}$ ) von 160 % bremst. Die entsprechende Formel lässt sich wie folgt schreiben:

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

$\eta_{Motor}$  beträgt normalerweise 0,90  
 $\eta_{VLT}$  beträgt normalerweise 0,98

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

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

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

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

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

### HINWEIS

Der ohmsche Widerstand des gewählten Bremswiderstands darf nicht unter dem von Danfoss empfohlenen Wert liegen, da sonst der Frequenzumrichter beschädigt wird. Frequenzumrichter der Baugrößen D bis F enthalten mehrere Bremschopper und müssen pro Bremschopper einen Bremswiderstand verwenden.

### HINWEIS

Bei einem Kurzschluss im Bremstransistor des Frequenzumrichters kann ein eventueller Leistungsverlust im Bremswiderstand nur durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindert werden. Das Schütz kann vom Frequenzumrichter gesteuert werden.

### ! WARNUNG

#### BRANDGEFAHR

Bremswiderstände können während oder nach dem Bremsen sehr heiß werden und müssen sich zur Vermeidung von Brandgefahr in einer sicheren Umgebung befinden.

## 3.8.4 Steuerung mit Bremsfunktion

Die Bremse ist gegen einen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt. Der Bremstransistor wird auf eine Kurzschlussbedingung hin überwacht. Ein Relais/ein Digitalausgang kann den Schutz des Bremswiderstands vor einer Überlastung übernehmen und erzeugt im Bedarfsfall einen Fehler im Frequenzumrichter.

Außerdem ermöglicht die Bremse ein Auslesen der aktuellen Leistung und der mittleren Leistung der letzten 120 s. Die Bremse kann ebenfalls die Bremsleistung überwachen und sicherstellen, dass sie die in 2-12 *Bremswiderstand Leistung (kW)* gewählte Grenze nicht überschreitet. In 2-13 *Bremswiderst. Leistungsüberwachung* wählen Sie aus, welche Funktion ausgeführt wird, wenn die an den

Bremswiderstand übertragene Leistung den in 2-12 *Bremswiderstand Leistung (kW)* eingestellten Grenzwert überschreitet.

### ! VORSICHT

Die Überwachung der Bremsleistung ist keine Sicherheitsfunktion. Hierfür ist ein Thermoschalter erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdableitstrom geschützt.

*Überspannungssteuerung (OVC)* kann als eine alternative Bremsfunktion in 2-17 *Überspannungssteuerung* gewählt werden. Diese Funktion ist für alle Geräte wählbar. Sie stellt sicher, dass bei Anstieg der Zwischenkreisspannung auch die Ausgangsfrequenz angehoben wird, um ein Ansteigen der DC-Zwischenkreisspannung zu verhindern; auf diese Weise kann eine Abschaltung vermieden werden.

### HINWEIS

Sie können OVC nicht aktivieren, wenn Sie einen PM-Motor betreiben, während 1-10 *Motorart* auf [1] *PM*, *Vollpol SPM* eingestellt ist.

## 3.9 Mechanische Bremssteuerung

Bei Hubanwendungen muss eine elektromagnetische Bremse geregelt werden. Zur Ansteuerung der Bremse kann ein Relaisausgang (Relais1 oder Relais2) oder ein programmierter Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) dienen. Normalerweise muss dieser Ausgang geschlossen (spannungsfrei) sein, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht „halten“ kann. Wählen Sie in 5-40 *Relaisfunktion* (Arrayparameter), 5-30 *Klemme 27 Digitalausgang* oder 5-31 *Klemme 29 Digitalausgang* [32] *Mechanische Bremse* bei Anwendungen mit einer elektromagnetischen Bremse.

Wenn Sie [32] *Mechanische Bremse* wählen, bleibt die mechanische Bremse beim Start normalerweise geschlossen, bis der Ausgangsstrom über dem in 2-20 *Bremse öffnen bei Motorstrom* gewählten Wert liegt. Beim Stopp wird die mechanische Bremse geschlossen, wenn die Drehzahl unter den in 2-21 *Bremse schließen bei Motordrehzahl* gewählten Wert sinkt. Tritt am Frequenzumrichter ein Alarmzustand wie etwa eine Überspannung ein, so wird umgehend die mechanische Bremse geschlossen. Dies gilt auch bei einem sicheren Stopp (Safe Torque Off, STO).

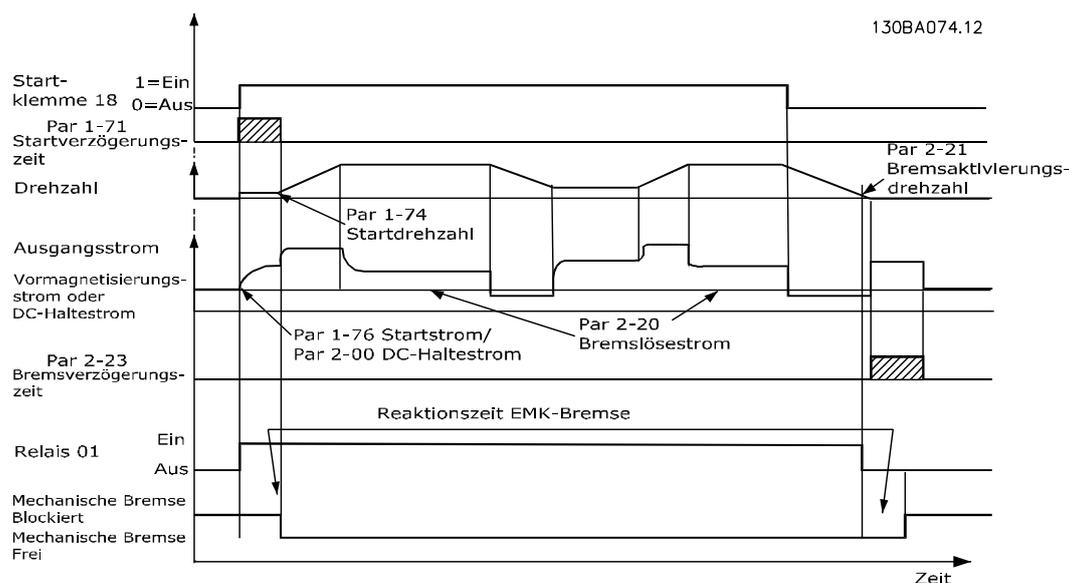


Abbildung 3.33 Mechanische Bremssteuerung ohne Rückführung

Gehen Sie zur Steuerung der elektromagnetischen Bremse folgendermaßen vor:

1. Verwenden Sie einen Relaisausgang oder Digitalausgang (Klemme 27 oder 29). Verwenden Sie ggf. ein Schütz.
2. Stellen Sie sicher, dass der Ausgang ausgeschaltet ist, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht ansteuern kann, weil beispielsweise die Last zu schwer ist oder der Motor noch nicht montiert ist.
3. Wählen Sie vor dem Anschließen der mechanischen Bremse in Parametergruppe 5-4\* *Relais* (oder in Gruppe 5-3\* *Digitalausgänge*) die Option [32] *Mechanische Bremse*.
4. Die Bremse wird gelöst, wenn der Motorstrom den eingestellten Wert in 2-20 *Bremse öffnen bei Motorstrom* überschreitet.
5. Die Bremse wird aktiviert, wenn die Ausgangsfrequenz geringer als die in 2-21 *Bremse schliessen bei Motordrehzahl* oder 2-22 *Bremse schließen bei Motorfrequenz* eingestellte Frequenz ist und der Frequenzumrichter einen Stoppbefehl ausgibt.

## HINWEIS

Stellen Sie bei Vertikalförder- oder Hubanwendungen unbedingt sicher, dass die Last im Notfall oder bei einer Fehlfunktion gestoppt werden kann. Befindet sich der Frequenzumrichter im Alarmmodus oder besteht eine Überspannungssituation, greift die mechanische Bremse ein.

Stellen Sie für Vertikalförder- und Hubanwendungen sicher, dass die Drehmomentgrenzen in 4-16 *Momentengrenze motorisch* und 4-17 *Momentengrenze generatorisch* niedriger als die Stromgrenze in 4-18 *Stromgrenze* eingestellt sind. Es wird ebenfalls empfohlen, dass Sie 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit* auf „0“, 14-26 *WR-Fehler Abschaltverzögerung* auf „0“ und 14-10 *Netzausfall-Funktion* auf [3] *Motorfreilauf* ein.

### 3.9.1 Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen

Der VLT® AutomationDrive besitzt eine mechanische Bremssteuerung, die speziell für Hub- und Vertikalförderanwendungen ausgelegt ist. Die mechanische Bremse für Hub- und Vertikalförderanwendungen wird mit 1-72 *Startfunktion* [6] aktiviert. Der Hauptunterschied zur normalen mechanischen Bremssteuerung besteht darin, dass die mechanische Bremsfunktion für Vertikalförder- und Hubanwendungen das Bremsrelais direkt steuern kann. Es wird also nicht eine Stromstärke für die Freigabe der Bremse festgelegt, sondern das auf die geschlossene Bremse ausgeübte Drehmoment definiert, aufgrund dessen die Bremse gelöst wird. Durch die direkte Drehmomentfestlegung ist die Konfiguration für Hub- und Vertikalförderanwendungen weitaus unkomplizierter.

Verwenden Sie 2-28 Verstärkungsfaktor, um eine schnellere Regelung beim Lösen der Bremse zu erzielen. Die Strategie der mechanischen Bremse für Vertikalförder- und Hubanwendungen basiert auf einem dreistufigen Prozess, wobei Motorsteuerung und Lüften der Bremse synchronisiert werden, um ein möglichst reibungsloses Öffnen der Bremse zu erreichen.

1. Den Motor vormagnetisieren

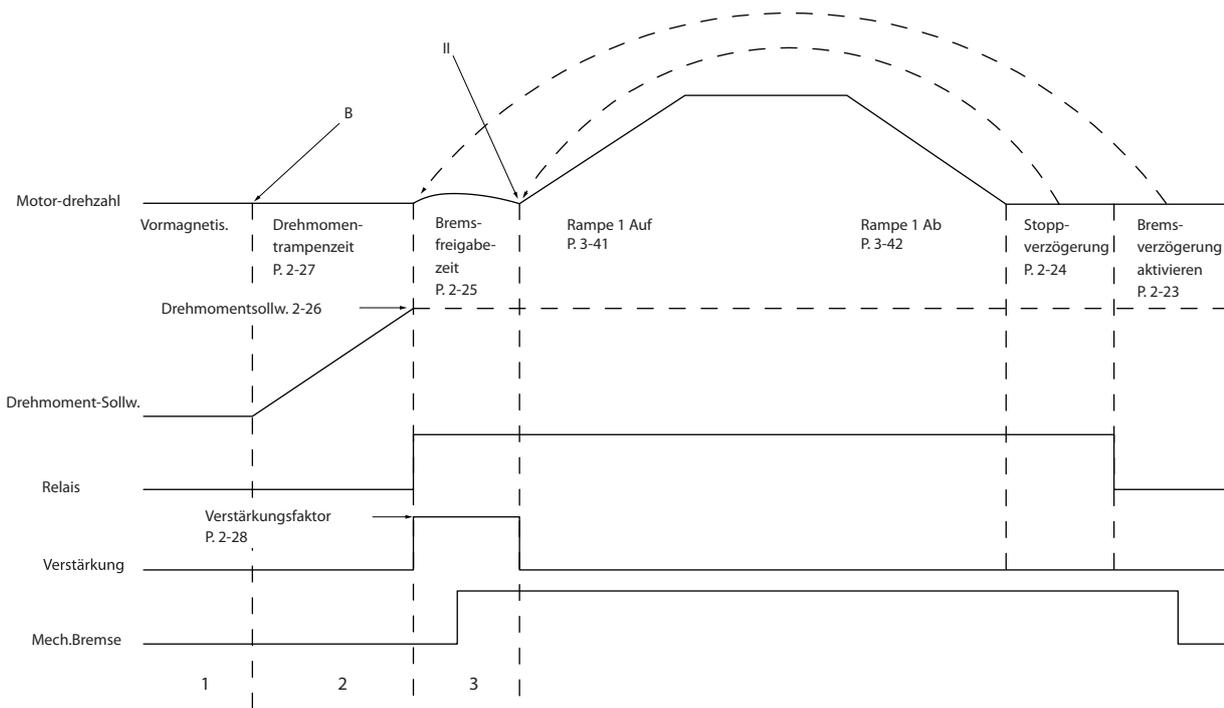
Um sicherzustellen, dass der Motor gehalten wird, und auch, um seine richtige Befestigung zu überprüfen, wird der Motor zuerst vormagnetisiert.

2. Drehmoment auf geschlossene Bremse ausüben

Wenn die Last von der mechanischen Bremse gehalten wird, kann ihre Größe nicht ermittelt werden, sondern nur ihre Richtung. In dem Moment, in dem sich die Bremse öffnet, muss die Last vom Motor übernommen werden. Um diese Übernahme zu erleichtern, wird ein vom Anwender in 2-26 Drehmomentsollw. definiertes Drehmoment in Hubrichtung angewendet. Dadurch wird der Drehzahlregler initialisiert, der schließlich die Last übernimmt. Um den Verschleiß des Getriebes aufgrund von Spiel zu reduzieren, wird das Drehmoment beschleunigt.

3. Bremse öffnen

Wenn das Drehmoment den in 2-26 Drehmomentsollw. festgesetzten Wert erreicht hat, wird die Bremse gelöst. Der in 2-25 Bremse lüften Zeit eingestellte Wert bestimmt die Verzögerung, bevor die Last freigegeben wird. Um so schnell wie möglich auf die Laststufe zu reagieren, die dem Lösen der Bremse folgt, kann die PID-Drehzahlregelung durch Erhöhung der Proportionalverstärkung verstärkt werden.



130BA642.12

Abbildung 3.34 Freigabesequenz für mechanische Bremssteuerung bei Hubanwendungen

I) Mech.Bremse Verzögerungszeit: Der Frequenzumrichter startet erneut aus der Position mechanische Bremse betätigt.

II) Stopp-Verzögerung: Wenn die Zeit zwischen aufeinander folgenden Starts kürzer ist als durch die Einstellung in 2-24 Stopp-Verzögerung festgelegt, startet der Frequenzumrichter ohne Betätigung der mechanischen Bremse.

3.9.2 Verdrahtung des Bremswiderstands

EMV (Verdrillte Kabel/Abschirmung)

Verdrillen Sie die Kabeladern, um elektrische Störgeräusche zwischen Bremswiderstand und Frequenzumrichter zu verringern. Verwenden Sie eine Metallabschirmung für verbesserte EMV-Leistung.

Ein Beispiel der erweiterten mechanischen Bremssteuerung für Hub- und Vertikalförderanwendungen finden Sie unter .

### 3.10 Smart Logic Controller

Smart Logic besteht aus frei definierbaren Verknüpfungen und Vergleichen, die beispielsweise einem Digitaleingang zugeordnet werden können, und einer Ablaufsteuerung (Smart Logic Controller). Der SLC ist im Wesentlichen eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe 13-52 SL-Controller Aktion [x]), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige Ereignis (siehe 13-51 SL-Controller Ereignis [x]) als Wahr ermittelt wird.

Die Bedingung für ein Ereignis kann ein bestimmter Status sein oder wenn der Ausgang einer Logikregel oder eines Vergleichers-Funktion WAHR wird. Dies führt zu einer zugehörigen Aktion, wie in *Abbildung 3.35* gezeigt.

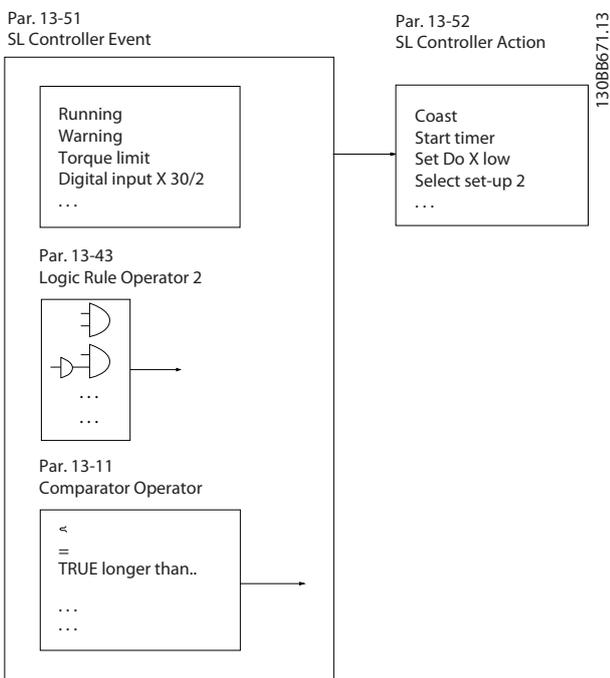


Abbildung 3.35 Aktueller Steuerstatus/Ereignis und Aktion

Ereignisse und Aktionen sind jeweils nummeriert und paarweise verknüpft (Zustände). Wenn also [0] Ereignis erfüllt ist (d. h. WAHR ist), wird die [0] Aktion ausgeführt. Danach wird die Bedingung von [1] Ereignis ausgewertet, und wenn TRUE (WAHR), wird [1] Aktion ausgeführt usw. Das jeweils aktuelle Ereignis wird ausgewertet. Ist das Ereignis FALSCH, wird während des aktuellen Abtastintervalls keine Aktion (im SLC) ausgeführt und es werden keine anderen Ereignisse ausgewertet. Dies bedeutet, dass der SLC, wenn er startet, in jedem Abtastintervall nur [0] Ereignis auswertet. Nur wenn [0] Ereignis als WAHR ausgewertet wird, führt der SLC [0] Aktion aus und beginnt mit der Auswertung von [1] Ereignis. Sie können 1 bis 20 Ereignisse und Aktionen programmieren.

Wenn das letzte Ereignis / die letzte Aktion durchgeführt wurde, startet die Sequenz ausgehend von [0] Ereignis/[0]

Aktion erneut. *Abbildung 3.36* zeigt ein Beispiel mit drei Ereignissen/Aktionen:

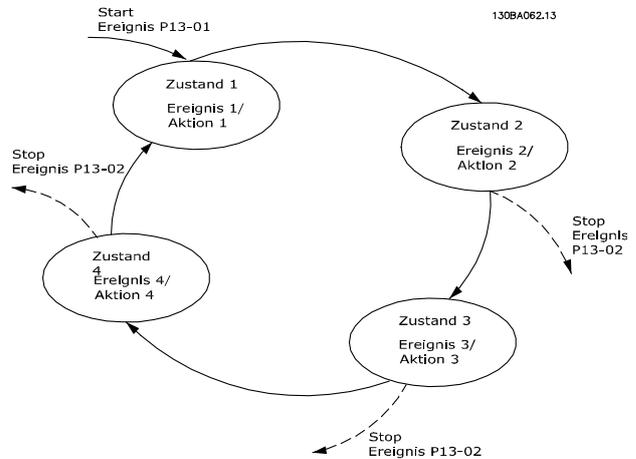


Abbildung 3.36 Beispiel für interne Stromregelung

#### Vergleicher

Vergleicher dienen zum Vergleichen von stetigen Variablen (Ausgangsfrequenz, Ausgangsstrom und Analogeingang) mit definierten Festwerten.

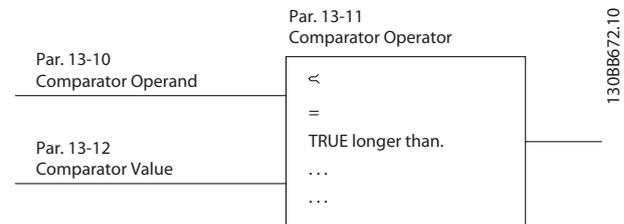


Abbildung 3.37 Vergleicher

#### Logikregeln

Kombinieren Sie bis zu drei bool'sche Eingänge (WAHR/FALSCH) aus Zeitgebern, Vergleichen, Digitaleingängen, Status-Bits und Ereignissen mithilfe der logischen Operatoren UND, ODER und NICHT.

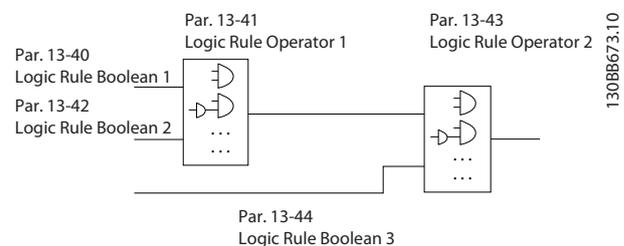


Abbildung 3.38 Logikregeln

## Anwendungsbeispiel

		Parameter		
		Funktion	Einstellung	
FC				
+24 V	12	130BB839.10	4-30 Drehgeberüberwachung Funktion	[1] Warnung
+24 V	13		4-31 Drehgeber max. Fehlabweichung	100 U/min
D IN	18		4-32 Drehgeber Timeout-Zeit	5 s
D IN	19		7-00 Drehgeber-rückführung	[2] MCB 102
COM	20		17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U]	1024*
D IN	27		13-00 Smart Logic Controller	[1] Ein
D IN	29		13-01 SL-Controller Start	[19] Warnung
D IN	32		13-02 SL-Controller Stopp	[44] [Reset]-Taste
D IN	33		13-10 Vergleicherr-Operand	[21] Nr. der Warnung
D IN	37	13-11 Vergleicherr-Funktion	[1] ≈*	
+10 V	50	13-12 Vergleicherr-Wert	90	
A IN	53	13-51 SL-Controller Ereignis	[22] Vergleicherr 0	
A IN	54	13-52 SL-Controller Aktion	[32] Digitalausgang A-AUS	
COM	55	5-40 Relaisfunktion	[80] SL-Digitalausgang A	
A OUT	42			
COM	39			
R1				
	01			
	02			
	03			
R2				
	04			
	05			
	06			
				*=Werkseinstellung

Tabelle 3.20 Verwendung von SLC zur Einstellung eines Relais

	Parameter	
	Funktion	Einstellung
	<b>Hinweise/Anmerkungen:</b> Wenn der Grenzwert der Drehgeberüberwachung überschritten wird, gibt der Frequenzrichter Warnung 90 aus. Der SLC überwacht Warnung 90, und wenn Warnung 90 WAHR wird, löst dies Relais 1 aus. Externe Geräte können dann anzeigen, dass ggf. eine Wartung erforderlich ist. Wenn der Istwertfehler innerhalb von 5 s wieder unter diese Grenze fällt, läuft der Frequenzrichter weiter, und die Warnung wird ausgeblendet. Relais 1 bleibt hingegen ausgelöst, bis Sie [Reset] auf dem LCP drücken.	

Tabelle 3.21 Verwendung von SLC zur Einstellung eines Relais

### 3.11 Extreme Betriebszustände

#### Kurzschluss (Motorphase – Phase)

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

Um den Frequenzrichter gegen Kurzschlüsse bei Zwischenkreiskopplung und an den Bremswiderstandsklemmen zu schützen, ist der *Anwendungshinweis für FC100, FC200 und FC300 Sicherungen und Trennschalter* zu beachten.

Siehe Zertifikat unter *Kapitel 3.12.5 Zulassungen & Zertifizierungen*.

#### Schalten am Ausgang

Das Schalten am Ausgang zwischen Motor und Frequenzrichter, ist uneingeschränkt zulässig. Durch Schalten am Ausgang wird der Frequenzrichter nicht beschädigt, es können allerdings Fehlermeldungen angezeigt werden.

#### Generatorisch erzeugte Überspannung

Die Spannung im Zwischenkreis erhöht sich beim generatorischen Betrieb des Motors. Dies geschieht in den folgenden Fällen:

- Wenn die Last Energie erzeugt, treibt die Last den Motor bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters an.
- Wenn während der Verzögerung („Rampe ab“) das Trägheitsmoment hoch, die Reibung niedrig und die Rampe-Ab Zeit zu kurz ist, um die Energie als Verlust an Frequenzumrichter, Motor und der Installation weitergeben zu können.
- Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung hervorrufen.
- Gegen-EMK durch PM-Motorbetrieb. Bei Freilauf mit hoher Drehzahl kann die Gegen-EMK des PM-Motors möglicherweise die maximale Spannungstoleranz des Frequenzumrichters überschreiten und Schäden verursachen. Der Wert von *4-19 Max. Ausgangsfrequenz* wird automatisch basierend auf einer internen Berechnung anhand des Werts von *1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM*, *1-25 Motornennndrehzahl* und *1-39 Motorpolzahl* berechnet.  
Falls die Möglichkeit besteht, dass der Motor überdreht, empfiehlt Danfoss die Ausrüstung des Frequenzumrichters mit einem Bremswiderstand.

**HINWEIS**

**Der Frequenzumrichter muss über einen Bremschopper verfügen.**

Die Bedieneinheit versucht ggf. die Rampe zu kompensieren (*2-17 Überspannungssteuerung*). Der Wechselrichter wird nach Erreichen eines bestimmten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreis-kondensatoren zu schützen. Siehe *2-10 Bremsfunktion* und *2-17 Überspannungssteuerung* bezüglich der Möglichkeiten zur Regelung des ZwischenkreisSpannungsniveaus.

**HINWEIS**

**OVC kann nicht aktiviert werden, wenn ein PM-Motor betrieben wird (wenn *1-10 Motorart* auf [1] PM, Vollpol eingestellt ist).**

**Netzausfall**

Während eines Netzausfalls arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter das minimale Niveau abfällt. Dieses 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 ausläuft.

**Statische Überlast im Modus VVC<sup>plus</sup>**

Eine Überlast tritt auf, wenn die Drehmomentgrenze in *4-16 Momentengrenze motorisch/4-17 Momentengrenze generatorisch* erreicht ist.

Wird der Frequenzumrichter überlastet, reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren. Bei extremer Überlastung kann jedoch ein Strom auftreten, der den Frequenzumrichter nach etwa 5-10 s zum Abschalten zwingt. Sie können den Betrieb innerhalb der Drehmomentgrenze in *14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* zeitlich begrenzen (0-60 s).

**3.11.1 Thermischer Motorschutz**

Zum Schutz der Anwendung vor schwerer Beschädigung bietet der VLT<sup>®</sup> AutomationDrive verschiedene spezielle Funktionen.

**Drehmomentgrenze**

Der Motor wird unabhängig von der Drehzahl vor Überlast geschützt. Die Drehmomentgrenze wird in *4-16 Momentengrenze motorisch* und *4-17 Momentengrenze generatorisch* gesteuert. Die Verzögerungszeit zwischen Drehmomentgrenzen-Warnung und Abschaltung wird in *14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* definiert.

**Stromgrenze**

Die Stromgrenze bestimmen Sie in *4-18 Stromgrenze*, die Verzögerung zwischen Stromgrenzenwarnung und Abschaltung wird in *14-24 Stromgrenze Verzögerungszeit* festgelegt.

**Minimale Drehzahlgrenze**

*4-11 Min. Drehzahl [UPM]* oder *4-12 Min. Frequenz [Hz]* begrenzen den Betriebsdrehzahlbereich auf Werte zwischen 30 und 50/60 Hz. *4-13 Max. Drehzahl [UPM]* oder *4-19 Max. Ausgangsfrequenz* begrenzen die max. Ausgangsdrehzahl, die der Frequenzumrichter liefern kann.

**ETR (Elektronisches Thermorelais)**

Die ETR-Funktion des Frequenzumrichters misst den aktuellen Strom, die aktuelle Drehzahl und Zeit zur Berechnung der Motortemperatur und zum Schutz des Motors vor Überhitzung (Warnung oder Abschaltung). Ein externer Thermistoreingang ist ebenfalls verfügbar. Bei ETR handelt es sich um eine elektronische Funktion, die anhand interner Messungen ein Bimetallrelais simuliert. *Abbildung 3.39* zeigt ein Beispiel, in dem das Verhältnis zwischen Motorstrom ( $I_{\text{motor}}$ ) und Motornennstrom ( $I_{\text{motor, nom}}$ ) an der X-Achse angetragen wird. Die Y-Achse zeigt die Zeit in Sekunden, bevor ETR eingreift und den Frequenzumrichter abschaltet. Die Kurven zeigen das Verhalten der Nenndrehzahl bei Nenndrehzahl x 2 und Nenndrehzahl x 0,2.

Bei geringerer Drehzahl schaltet das ETR aufgrund einer geringeren Kühlung des Motors schon bei geringerer Wärmeentwicklung ab. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt. Die Funktion ETR berechnet die aktuelle Motortemperatur laufend auf Basis des aktuellen Motorstroms und der aktuellen Motordrehzahl. Die berechnete Motortemperatur

kann in 16-18 Therm. Motorschutz im FC300 abgelesen werden.

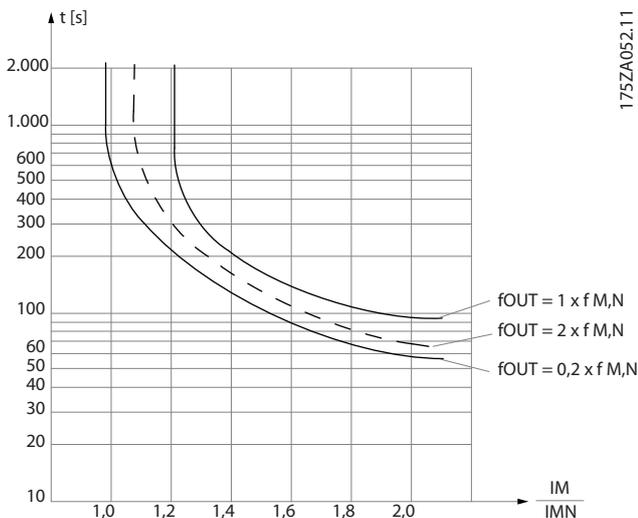


Abbildung 3.39 Beispiel für ETR

### 3.12 Sicherer Stopp

Der FC102 ist für Installationen mit der Sicherheitsfunktion *Sicher abgeschaltetes Moment* (wie definiert durch EN IEC 61800-5-2<sup>1)</sup> oder *Stoppkategorie 0* (wie definiert in EN 60204-1<sup>2)</sup>) geeignet.

Vor der Integration und Nutzung der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ des Frequenzumrichters in einer Anlage muss eine gründliche Risikoanalyse der Anlage erfolgen, um zu ermitteln, ob die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ und die Sicherheitsstufen des Frequenzumrichters angemessen und ausreichend sind. Die Funktion ist für folgende Anforderungen ausgelegt und als dafür geeignet zugelassen:

- Kategorie 3 in EN ISO 13849-1
- Performance Level „d“ in ISO EN 13849-1:2008
- SIL 2-Eignung in IEC 61508 und EN 61800-5-2
- SILCL 2 in EN 62061

1) Nähere Angaben zur Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment (STO)“ finden Sie in EN IEC 61800-5-2.

2) Nähere Angaben zur Stoppkategorie 0 und 1 finden Sie in EN IEC 60204-1.

#### Aktivierung und Deaktivierung der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“

Die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ (STO) wird durch das Wegschalten der Spannung an Klemme 37 des sicheren Umrichters aktiviert. Durch Anschließen des sicheren Umrichters an externe Sicherheitsvorrichtungen, die wiederum eine sichere Verzögerung bieten, kann in der Installation auch Stoppkategorie 1 für sicher abgeschaltetes Moment erzielt werden. Die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ des FC102 kann für asynchrone und synchrone Motoren sowie Permanentmagnet-Motoren benutzt werden. Siehe Beispiele in .

## ⚠️ WARNUNG

Nach Installation der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment (STO)“ muss eine Inbetriebnahmeprüfung gemäß Abschnitt *Inbetriebnahme des sicher abgeschalteten Moments (STO)* durchgeführt werden. Eine bestandene Inbetriebnahmeprüfung ist nach der ersten Installation und nach jeder Änderung der Sicherheitsinstallation Pflicht.

#### Technische Daten der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“

Für die verschiedenen Sicherheitsstufen gelten folgende Werte:

##### Reaktionszeit für Klemme 37

- Maximale Reaktionszeit: 20 ms

Reaktionszeit = Verzögerung zwischen Abschaltung des STO-Eingangs und Abschalten der Ausgangsbrücke.

##### Daten für EN ISO 13849-1

- Performance Level „d“
- Mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall (MTTF<sub>d</sub>): 14000 Jahre
- DC (Diagnosedeckungsgrad): 90 %
- Kategorie 3
- Lebensdauer 20 Jahre

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

- SIL 2-Eignung, SILCL 2:
- PFH (Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde) = 1E-10/h
- SFF (Safe Failure Fraction) > 99 %
- HFT (Hardwarefehler toleranz) = 0 (1001-Architektur)
- Lebensdauer 20 Jahre

##### Daten für EN IEC 61508 (Low Demand)

- PFDavg bei einjähriger Abnahmeprüfung: 1E-10
- PFDavg bei dreijähriger Abnahmeprüfung: 1E-10
- PFDavg bei fünfjähriger Abnahmeprüfung: 1E-10

Eine Wartung der STO-Funktionalität ist nicht notwendig.

Ergreifen Sie Sicherheitsmaßnahmen, z. B. dass nur Fachpersonal geschlossene Schaltschränke öffnen und in ihnen installieren darf.

#### SISTEMA-Daten

Daten zur funktionalen Sicherheit stehen von Danfoss über eine Datenbibliothek zur Verwendung mit der Berechnungssoftware SISTEMA vom IFA (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung) und Daten zur manuellen Berechnung zur Verfügung. Die Bibliothek wird ständig vervollständigt und erweitert.

Abkürzung	Verweis	Beschreibung
Kat.	EN ISO 13849-1	Sicherheitskategorie, Stufe „B, 1-4“
FIT		Failure In Time (Ausfallrate): 1E-9 Stunden
HFT	IEC 61508	Hardwarefehlertoleranz: HFT = n bedeutet, dass n+1 Fehler zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion führen können
MTTFd	EN ISO 13849-1	Mean Time To Failure - dangerous (Mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall). Einheit: Jahre
PFH	IEC 61508	Probability of Dangerous Failures per Hour (Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde). Dieser Wert ist zu berücksichtigen, wenn die Sicherheitsvorrichtung mit hohem Anforderungsgrad (mehr als einmal pro Jahr) oder mit kontinuierlicher Anforderungsrate betrieben wird, wobei die Anforderung an das sicherheitsbezogene System mehr als einmal pro Jahr erfolgt.
PFD	IEC 61508	Mittlere Ausfallwahrscheinlichkeit bei Anforderung, für Betrieb mit niedriger Anforderungsrate verwendeter Wert.
PL	EN ISO 13849-1	Kenngroße für die Zuverlässigkeit von sicherheitsbezogenen Funktionen von Steuerungssystemen unter vorhersehbaren Bedingungen. Stufen a-e.
SFF	IEC 61508	Safe Failure Fraction [%] ; Anteil der sicheren Fehler und erkannten gefährlichen Fehler einer Sicherheitsfunktion oder eines Untersystems im Verhältnis zu allen möglichen Fehlern.
SIL	IEC 61508	Safety Integrity Level
STO	EN 61800-5-2	Sicher abgeschaltetes Moment
SS1	EN 61800-5-2	Sicherer Stopp 1

**Tabelle 3.22 Auf die funktionale Sicherheit bezogene Abkürzungen**

### 3.12.1 Betrieb mit STO-Funktion

Der FC 302 ist mit der Funktion „STO“ (Sicher abgeschaltetes Moment) über Steuerklemme 37 erhältlich. STO schaltet die Steuerspannung der Leistungshalbleiter in der Ausgangsstufe des Frequenzumrichters ab. Dies verhindert die Erzeugung der Spannung, die der Motor zum Drehen benötigt. Ist die STO-Funktion (Klemme 37) aktiviert, gibt der Frequenzumrichter einen Alarm aus, schaltet ab und lässt den Motor im Freilauf zum Stillstand kommen. Zum Wiederanlauf müssen Sie den Frequenzumrichter manuell neu starten. Die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ dient zum Stoppen des Frequenzumrichters im Notfall. Verwenden Sie im normalen Betrieb, bei dem Sie die STO-Funktion nicht benötigen, stattdessen die normale Stoppfunktion des Frequenzumrichters. Wenn der automatische Wiederanlauf zum Einsatz kommt, muss die Anlage die Anforderungen nach ISO 12100-2 Absatz 5.3.2.5 erfüllen.

zumrichters im Notfall. Verwenden Sie im normalen Betrieb, bei dem Sie die STO-Funktion nicht benötigen, stattdessen die normale Stoppfunktion des Frequenzumrichters. Wenn der automatische Wiederanlauf zum Einsatz kommt, muss die Anlage die Anforderungen nach ISO 12100-2 Absatz 5.3.2.5 erfüllen.

#### Beispiel mit sicherer Abschaltung des Motormoments

Ein Sicherheitsrelais wertet die Signale des Not-Aus-Tasters aus und löst die sichere Abschaltung des Motormoments am Frequenzumrichter bei Betätigung des Not-Aus-Tasters aus (siehe *Abbildung 3.40*). Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem Stopp der Kategorie 0 (unkontrollierter Stopp) gemäß IEC 60204-1. Wird die Funktion während des Betriebs ausgelöst, läuft der Motor unkontrolliert aus. Die Netzspannung zum Motor wird sicher abgeschaltet, sodass keine weitere Bewegung möglich ist. Eine Anlage muss im Stillstand nicht überwacht werden. Wenn eine externe Kraft auf die Anlage wirken kann, sorgen Sie für zusätzliche Maßnahmen, um potenzielle Bewegung zu verhindern (z. B. mechanische Bremsen).

#### **HINWEIS**

**Bei allen Anwendung mit der Funktion „sicher abgeschaltetes Moment“ ist es wichtig, dass ein Kurzschluss in der Verdrahtung zu Klemme 37 ausgeschlossen werden kann. Dies kann wie in EN ISO 13849-2 D4 beschrieben durch Verwendung von Schutzverdrahtung (abgeschirmt oder abgetrennt) erfolgen.**

#### Beispiel mit SS1

SS1 entspricht einem kontrollierten Stopp, Stoppkategorie 1 gemäß IEC 60204-1 (siehe *Abbildung 3.41*). Bei Aktivierung der Sicherheitsfunktion führt der Frequenzumrichter einen normalen kontrollierten Stopp aus. Diesen können Sie über Klemme 27 aktivieren. Nach Ablauf der sicheren Verzögerungszeit am externen Sicherheitsmodul wird die sichere Abschaltung des Motormoments ausgelöst und Klemme 37 wird deaktiviert. Die Rampe ab wird wie im Frequenzumrichter konfiguriert durchgeführt. Ist der Frequenzumrichter nach der sicheren Verzögerungszeit nicht gestoppt, lässt die Aktivierung des sicher abgeschalteten Moments den Frequenzumrichter im Freilauf auslaufen.

#### **HINWEIS**

**Bei Verwendung der SS1-Funktion wird die Bremsrampe des Frequenzumrichters im Hinblick auf Sicherheit nicht überwacht.**

#### Beispiel mit Anwendung der Kategorie 4/PL e

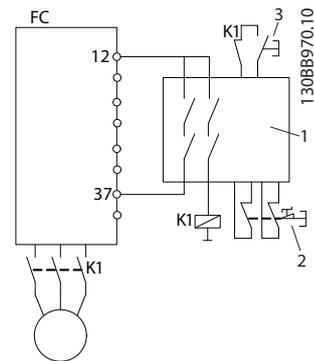
Wenn die Auslegung des Sicherheitssteuersystems 2 Kanäle für die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ erfordert, um Kategorie 4/PL e zu erreichen, realisieren Sie einen Kanal über die Klemme für „sicher abgeschaltetes Moment“ Klemme 37 (STO) und den anderen durch ein Schütz. Das Schütz können Sie entweder in den Eingangs- oder Ausgangstromkreisen des Frequenzumrichters anschließen

3

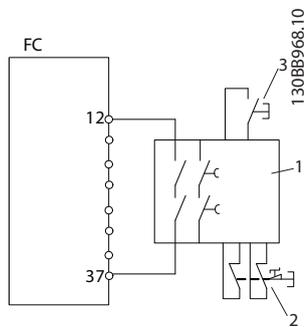
und über das Sicherheitsrelais steuern (siehe *Abbildung 3.42*). Sie müssen das Schütz durch einen hilfsgeführten Kontakt überwachen lassen und an den Quittiereingang des Sicherheitsrelais anschließen.

**Parallelschaltung des Eingangs „sicher abgeschaltetes Moment“ mit einem Sicherheitsrelais**

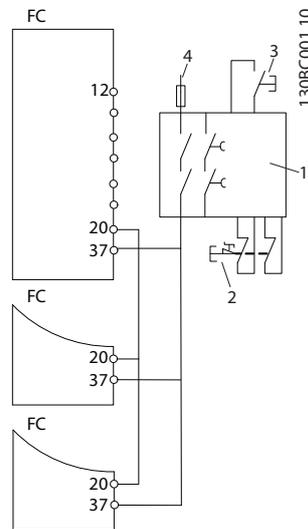
Sie können die Eingänge für „sicher abgeschaltetes Moment“ Klemme 37 (STO) direkt verbinden, wenn mehrere Frequenzumrichter an der gleichen Steuerleitung über ein Sicherheitsrelais gesteuert werden müssen (siehe *Abbildung 3.43*). Verbinden von Eingängen erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Störung in unsicherer Richtung, da bei einem Defekt in einem Frequenzumrichter alle Frequenzumrichter aktiviert werden können. Die Wahrscheinlichkeit einer Störung für Klemme 37 ist so gering, dass die resultierende Wahrscheinlichkeit weiterhin die Anforderungen für SIL2 erfüllt.



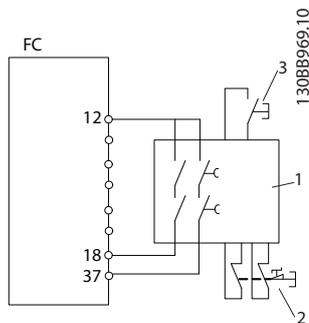
**Abbildung 3.42** Beispiel für sicher abgeschaltetes Moment, Kategorie 4



**Abbildung 3.40** Beispiel für sicher abgeschaltetes Moment



**Abbildung 3.43** Beispiel für Parallelschaltung mehrerer Frequenzumrichter



**Abbildung 3.41** SS1-Beispiel

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

**Tabelle 3.23** Legende für *Abbildung 3.40* bis *Abbildung 3.43*

**⚠️ WARNUNG**

Aktivieren der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ (d. h. Wegschalten des 24 V DC-Signals an Klemme 37) schafft keine elektrische Sicherheit. Die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ selbst reicht nicht aus, um die in EN 60204-1 definierte Notabschaltfunktion zu realisieren. Die Notabschaltung fordert Maßnahmen zur elektrischen Isolierung, z. B. durch Abschaltung der Netzversorgung über ein zusätzliches Schütz.

1. Aktivieren Sie die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ durch Wegschalten der 24 V DC-Spannung an Klemme 37.
2. Nach Aktivieren der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ (d. h. nach der Antwortzeit) lässt der Frequenzumrichter den Motor im Freilauf auslaufen (er erzeugt kein Drehfeld im Motor mehr). Die Antwortzeit ist für das komplette Leistungsangebot an Frequenzumrichtern kürzer als 10 ms.

Es ist gewährleistet, dass der Frequenzumrichter die Erzeugung eines Drehfelds nicht durch einen internen Fehler wieder aufnimmt (gemäß Kat. 3, PL d gemäß EN ISO 13849-1 und SIL 2 gemäß EN 62061). Nach Aktivierung der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ zeigt der Frequenzumrichter den Text „Sicher abgeschaltetes Moment aktiviert“. Der zugehörige Hilfetext sagt „Die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ wurde durch die Steuerklemme 37 aktiviert (Signal OV)“. Dies weist darauf hin, dass die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ aktiviert wurde oder dass der Normalbetrieb nach einer Aktivierung der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ noch nicht wieder aufgenommen wurde.

**HINWEIS**

Die Anforderungen von Kat. 3/PL „d“ (ISO 13849-1) werden nur erfüllt, während die 24 V DC-Versorgung zu Klemme 37 von einer Sicherheitsvorrichtung, die selbst Kat. 3/PL „d“ (ISO 13849-1) erfüllt, unterbrochen oder niedrig gehalten wird. Wenn externe Kräfte auf den Motor wirken können, zum Beispiel bei einer vertikalen Achse (hängende Lasten), und eine unerwünschte Bewegung z. B. durch Schwerkraft eine Gefahr darstellen könnte, darf der Motor nicht ohne zusätzliche Fallschutzmaßnahmen betrieben werden. Es müssen z. B. mechanische Bremsen zusätzlich vorgesehen werden.

Zum Wiederanlauf nach Aktivierung der Funktion „sicher abgeschaltetes Moment“ müssen Sie zunächst wieder die 24 V DC-Spannung an Klemme 37 anlegen (Text „Sicher abgeschaltetes Moment aktiviert“ wird immer noch angezeigt), zweitens müssen Sie ein Reset-Signal (über Bus, Digital-E/A oder die [Reset]-Taste am Wechselrichter) erzeugen.

Standardmäßig sind die Funktionen für „sicher abgeschaltetes Moment“ auf den Schutz vor unerwartetem Wiederanlauf eingestellt. Dies bedeutet, dass, um das sicher abgeschaltete Moment zu beenden und normalen Betrieb wieder aufzunehmen, zuerst wieder 24 V DC an Klemme 37 angelegt werden müssen. Danach müssen Sie ein Reset-Signal (über Bus, Digital-E/A oder die [Reset]-Taste am Wechselrichter) senden.

Die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ 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 Werte [7] und [8] eingestellt.

Automatischer Wiederanlauf bedeutet, dass „sicher abgeschaltetes Moment“ beendet und normaler Betrieb wieder aufgenommen wird, sobald 24 V DC an Klemme 37 angelegt werden. Es wird kein Reset-Signal benötigt.

**⚠️ WARNUNG**

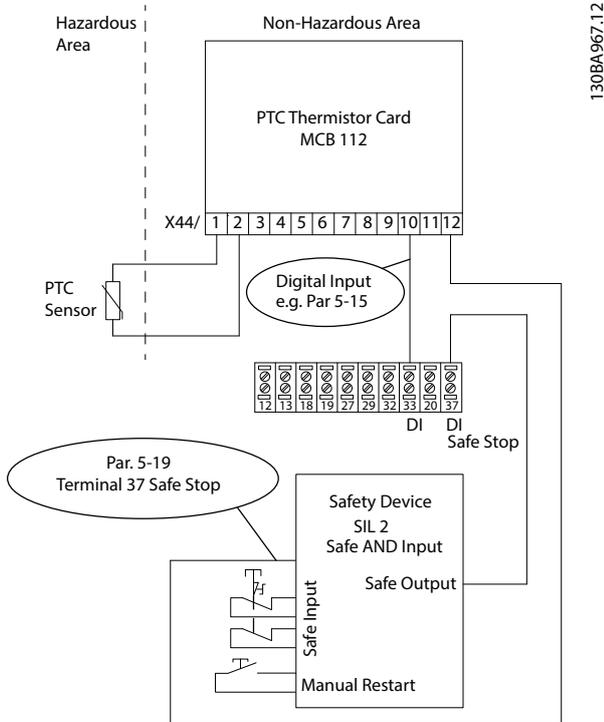
**Automatischer Wiederanlauf ist nur in einem von 2 Fällen zulässig:**

1. **Der Schutz vor unerwartetem Anlauf wird über andere Teile der Installation des „sicher abgeschalteten Moments“ implementiert.**
2. **Ein Aufenthalt in der Gefahrenzone kann mechanisch ausgeschlossen werden, wenn die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ nicht aktiviert ist. Insbesondere müssen Sie Absatz 5.3.2.5 von ISO 12100-2 2003 beachten.**

### 3.12.2 Installation externer Sicherheitsvorrichtungen in Kombination mit MCB 112

Wenn das für Zündschutzart Ex zertifizierte Thermistormodul MCB 112, das Klemme 37 als sicherheitsbezogenen Abschaltungskanal verwendet, angeschlossen ist, muss Ausgang X44/12 des MCB 112 mit dem Operator UND mit einem sicherheitsbezogenen Sensor (Not-Aus-Taste oder Sicherheitsschalter) verbunden werden, der die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ aktiviert. Dies bedeutet, dass die Ausgabe zu STO-Klemme 37 nur dann als HOCH (24 V) gewertet wird, wenn sowohl das Signal von MCB 112-Ausgang X44/12 und das Signal des sicherheitsbezogenen Sensors HOCH sind. Wenn mindestens eines der beiden Signale NIEDRIG ist, muss auch die Ausgabe an Klemme 37 NIEDRIG sein. Die mit der UND-Logik angeschlossene Sicherheitsvorrichtung selbst muss mit IEC 61508, SIL 2 übereinstimmen. Die Verbindung vom Ausgang der Sicherheitsvorrichtung mit der sicheren UND-Logik zur STO-Klemme 37 muss gegen Kurzschluss

geschützt sein. *Abbildung 3.44* zeigt eine Neustart-Eingabe für die externe Sicherheitsvorrichtung. Wählen Sie also für diese Installation für Parameter *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* Option [7] oder [8]. Weitere Informationen entnehmen Sie dem MCB 112-Produkthandbuch.



**Abbildung 3.44** Abbildung der wesentlichen Aspekte bei der Installation einer Kombination aus STO-Anwendung und MCB 112-Anwendung

**Parametereinstellungen für externe Sicherheitsvorrichtung in Kombination mit MCB 112**

Falls MCB 112 angeschlossen ist, stehen zusätzliche Optionen ([4]–[9]) für *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* (Klemme 37 Sicher abgeschaltetes Moment) zur Verfügung. Die Einstellungen [1]\* und [3] *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* sind noch verfügbar, dürfen aber nicht verwendet werden, das sie für Installationen ohne MCB 112 oder externe Sicherheitsvorrichtungen vorgesehen sind. Falls [1]\* oder [3] *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* versehentlich gewählt wurden und MCB 112 ausgelöst wird, gibt der Frequenzumrichter den Alarm „Gefährlicher Fehler [A72]“ aus und wechselt ohne automatischen Wiederanlauf sicher in den Freilauf.

Die Optionen [4] und [5] *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* werden nur gewählt, wenn für MCB 112 die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ aktiviert ist. Falls die Optionen [4]\* oder [5] *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* versehentlich gewählt wurden und die externe Sicherheitsvorrichtung die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ auslöst, gibt der Frequenzumrichter den Alarm „Gefährlicher Fehler [A72]“ aus und wechselt ohne automatischen Wiederanlauf sicher in den Freilauf.

Die Optionen [6]–[9] *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* müssen für die Kombination aus externer Sicherheitsvorrichtung und MCB 112 gewählt werden.

**HINWEIS**

Beachten Sie, dass [7] und [8] *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* für einen automatischen Wiederanlauf geöffnet werden, wenn die externe Sicherheitsvorrichtung wieder deaktiviert wird.

Dies ist nur in den folgenden Fällen gestattet:

- Der Schutz vor unerwartetem Anlauf wird über andere Teile der Installation mit „Sicher abgeschaltetem Moment“ implementiert.
- Ein Aufenthalt in der Gefahrenzone kann mechanisch ausgeschlossen werden, wenn die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ nicht aktiviert ist. Insbesondere müssen Sie Absatz 5.3.2.5 von ISO 12100-2 2003 beachten.

Weitere Informationen zu Modul MCB 112 finden Sie unter *Kapitel 9.7 PTC Thermistorkarte MCB 112* und im Produkthandbuch.

**3.12.3 Inbetriebnahmeprüfung des sicheren Stopps**

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

Nach jeder Änderung der Anlage oder Anwendung, zu der der sichere Stopp gehört, ist diese Prüfung zu wiederholen.

**HINWEIS**

Eine bestandene Inbetriebnahmeprüfung ist nach der ersten Installation und nach jeder Änderung der Sicherheitsinstallation Pflicht.

**Inbetriebnahmeprüfung (Fall 1 oder 2 je nach Anwendung wählen):**

**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 MCB 112, wenn 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp auf [6] PTC 1 & Relais A oder [9] PTC 1 & Relais W/A eingestellt ist):**

- 1.1 Trennen Sie die 24 V DC-Versorgung an Klemme 37 über die externe Sicherheitsvorrichtung, während der Frequenzumrichter den Motor antreibt (d. h. Netzversorgung bleibt bestehen). Die Prüfung ist bestanden, wenn

- der Motor mit einem Freilauf reagiert und
- die mechanische Bremse (falls vorhanden) geschlossen wird
- auf dem LCP (falls angeschlossen) der Alarm „Sicherer Stopp [A68]“ angezeigt wird

1.2 Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Sicherheitsstopp bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.

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

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

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

**Fall 2: Automatischer Wiederanlauf nach sicherem Stopp ist erwünscht und zulässig (d. h. nur Sicherer Stopp, wenn 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] PTC 1 & Relais W oder [8] PTC 1 & Relais A/W eingestellt ist):**

2.1 Trennen Sie die 24 V DC-Versorgung an Klemme 37 über die externe Sicherheitsvorrichtung, während der Frequenzumrichter den Motor antreibt (d. h. Netzversorgung bleibt bestehen). Die Prüfung ist bestanden, wenn

- der Motor mit einem Freilauf reagiert und
- die mechanische Bremse (falls vorhanden) geschlossen wird
- auf dem LCP (falls angeschlossen) der Alarm „Sicherer Stopp [A68]“ angezeigt wird

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

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

## HINWEIS

Siehe Warnung zum Wiederanlaufverhalten in .

## ⚠️ WARNUNG

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

### 3.12.4 Betrieb mit STO-Funktion („Sicher abgeschaltetes Moment“, nur für FC 302)

Die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ (STO) des FC 302 kann für asynchrone und synchrone Motoren sowie Permanentmagnet-Motoren benutzt werden. Es ist nicht auszuschließen, dass zwei Fehler im Leistungshalbleiter des Frequenzumrichters auftreten. Bei Verwendung synchroner oder Permanentmagnet-Motoren kann dies zu einer Restdrehung führen. Die Drehung kann mit Winkel= $360/(\text{Polzahl})$  berechnet werden. Bei Anwendungen, die synchrone oder Permanentmagnet-Motoren nutzen, muss dies berücksichtigt werden; es muss gewährleistet sein, dass hieraus keine kritischen Sicherheitsprobleme entstehen. Dies trifft nicht auf Asynchronmotoren zu.

### 3.12.5 Zulassungen & Zertifizierungen

Der aktuellen Zertifizierungen und Zulassungen sind im Internet verfügbar, siehe [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations)

## 4 Auswahl

### 4.1 Elektrische Daten, 380-500 V

FC 302	N90K		N110		N132		N160		N200		N250	
Hohe/normale Last*	HO	NO	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	250	315
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP]	125	150	150	200	200	250	250	300	300	350	350	450
Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	110	132	132	160	160	200	200	250	250	315	315	355
Gehäuse IP21	D1h		D1h		D1h		D2h		D2h		D2h	
Gehäuse IP54	D1h		D1h		D1h		D2h		D2h		D2h	
Gehäuse IP20	D3h		D3h		D3h		D4h		D4h		D4h	
<b>Ausgangsstrom</b>												
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	177	212	212	260	260	315	315	395	395	480	480	588
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 400 V) [A]	266	233	318	286	390	347	473	435	593	528	720	647
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	160	190	190	240	240	302	302	361	361	443	443	535
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 460/500 V) [kVA]	240	209	285	264	360	332	453	397	542	487	665	588
Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	123	147	147	180	180	218	218	274	274	333	333	407
Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	127	151	151	191	191	241	241	288	288	353	353	426
Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	139	165	165	208	208	262	262	313	313	384	384	463
<b>Max. Eingangsstrom</b>												
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	171	204	204	251	251	304	304	381	381	463	463	567
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	154	183	183	231	231	291	291	348	348	427	427	516
Max. Kabelquerschnitt: Netz, Motor, Bremsen und Zwischenkreis- kopplung [mm <sup>2</sup> (AWG)] <sup>1)2)</sup>	2x95 (2x3/0)						2 x 185 (2 x 350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>3)</sup>	315		350		400		550		630		800	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] <sup>4) 5)</sup>	2031	2559	2289	2954	2923	3770	3093	4116	4039	5137	5005	6674
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W] <sup>4) 5)</sup>	1828	2261	2051	2724	2089	3628	2872	3569	3575	4566	4458	5714
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg] <sup>6)</sup>	62 (135)						125 (275)					
Gewicht, Gehäuse IP20 [kg] <sup>6)</sup>	62 (135)						125 (275)					
Wirkungsgrad <sup>5)</sup>	0,98											
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz											
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C											
Steuerkarte Umgebungstemperaturab- schaltung	75 °C						80 °C					
*Hohe Überlast=150 % Strom/60 s, Normale Überlast=110 % Strom/60 s												

**Tabelle 4.1 Technische Spezifikationen, Baugröße D 380-500 V Netzversorgung 3x380-500 V AC**

1) American Wire Gauge.

2) Verdrahtungsklemmen an den Frequenzumrichter N132, N160 und N315 sind nicht für Kabel eine Nummer größer geeignet.

3) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

4) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

6) Zusätzliche Gerätebaugrößen haben das folgende Gewicht: D5h - 166 / D6h - 129 / D7h - 200 / D8h - 225. Das Gewicht ist in kg angegeben.

FC 302	P315		P355		P400	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hohe/normale Last*						
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	315	355	355	400	400	450
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP]	450	500	500	600	550	600
Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	355	400	400	500	500	530
Gehäuse IP21	E1		E1		E1	
Gehäuse IP54	E1		E1		E1	
Gehäuse IP00	E2		E2		E2	
<b>Ausgangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	600	658	658	745	695	800
Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	900	724	987	820	1043	880
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	540	590	590	678	678	730
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 460/500 V) [A]	810	649	885	746	1017	803
Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	416	456	456	516	482	554
Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	430	470	470	540	540	582
Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	468	511	511	587	587	632
<b>Max. Eingangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	590	647	647	733	684	787
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	531	580	580	667	667	718
Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm <sup>2</sup> (AWG)] <sup>1)2)</sup>	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG)] <sup>1)</sup>	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] <sup>3)</sup>	900		900		900	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] <sup>4) 5)</sup>	6794	7532	7498	8677	7976	9473
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W] <sup>4) 5)</sup>	6118	6724	6672	7819	7814	8527
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	270		272		313	
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	234		236		277	
Wirkungsgrad <sup>5)</sup>	0,98					
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz					
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C					
Steuerkarte Umgebungstemperaturab- schaltung	85 °C					

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

**Tabelle 4.2 Technische Spezifikationen, Baugröße E 380-500 V Netzversorgung 3x380-500 V AC**

1) American Wire Gauge.

2) Verdrahtungsklemmen an den Frequenzumrichtern N132, N160 und P315 sind nicht für Kabel eine Nummer größer geeignet.

3) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

4) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

FC 302	P450		P500		P560		P630		P710		P800		
	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, IP54 ohne/mit Optionsschrank	F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3		F2/ F4		F2/ F4		
<b>Ausgangsstrom</b>													
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	
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (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	
<b>Max. Eingangsstrom</b>													
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 <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	8 x 150 (8 x 300 mcm)							12 x 150 (12 x 300 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F1/F2 [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	8 x 240 (8 x 500 mcm)												
Max. Kabelquerschnitt, Netz F3/F4 [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	8 x 456 (8 x 900 mcm)												
Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreis-kopplung [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	4 x 120 (4 x 250 mcm)												
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG)] <sup>1)</sup>	4 x 185 (4 x 350 mcm)							6 x 185 (6 x 350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	1600				2000				2500				
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] <sup>3)4)</sup>	9031	10162	10146	11822	10649	12512	12490	14674	14244	17293	15466	19278	
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W] <sup>3)4)</sup>	8212	8876	8860	10424	9414	11595	11581	13213	13005	16229	14556	16624	
F3/F4 Max. zusätzliche Verluste für A1 Funkfrequenzstörung, CB oder Trennschalter und Schütz F3/F4	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230	2067	2280	2236	2541	
Max. Verluste durch Schaltschrankoptionen	400												
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1017/1318							1260/1561					
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	102	102		102		102		136		136			
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102	102		102		136		102		102			
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98												
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz												
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C												
Steuerkarte Umgebungstemperaturabschaltung	85 °C												
* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s.													

**Tabelle 4.3 Technische Spezifikationen, Baugrößen F, 380-500 V Netzversorgung 3x380-500 V AC**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

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	
<b>Ausgangsstrom</b>								
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	480	600	600	658	658	745	695	800
Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	720	660	900	724	987	820	1043	880
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	443	540	540	590	590	678	678	730
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 460/500 V) [A]	665	594	810	649	885	746	1017	803
Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	333	416	416	456	456	516	482	554
Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	353	430	430	470	470	540	540	582
Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	384	468	468	511	511	587	587	632
<b>Max. Eingangsstrom</b>								
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	472	590	590	647	647	733	684	787
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	436	531	531	580	580	667	667	718
Max. Kabelquerschnitt, Netz [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	4 x 90 (3/0)		4 x 90 (3/0)		4 x 240 (500 mcm)		4 x 240 (500 mcm)	
Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	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] <sup>2)</sup>	700							
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] <sup>3) 4)</sup>	5164	6790	6960	7701	7691	8879	8178	9670
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W] <sup>3)4)</sup>	4822	6082	6345	6953	6944	8089	8085	8803
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	447/669							
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98							
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz							
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C							
Steuerkarte Umgebungstemperaturabschaltung	85 °C							

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

**Tabelle 4.4 Technische Spezifikationen für Baugrößen F8/F9, 380-500 Netzversorgung 6x380-500 V AC, 12-Puls**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

FC 302	P450		P500		P560		P630		P710		P800	
	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, IP54 ohne/mit Optionsschrank	F10/F11		F10/F11		F10/F11		F10/F11		F12/F13		F12/F13	
<b>Ausgangsstrom</b>												
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
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (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
<b>Max. Eingangsstrom</b>												
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 <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	8 x 150 (8 x 300 mcm)							12 x 150 (12 x 300 mcm)				
Max. Kabelquerschnitt, Netz [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	6 x 120 (6 x 250 mcm)											
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	4 x 185 (4 x 350 mcm)							6 x 185 (6 x 350 mcm)				
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	900						1500					
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] <sup>3) 4)</sup>	9492	10647	10631	12338	11263	13201	13172	15436	14967	18084	16392	20358
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W] <sup>3) 4)</sup>	8730	9414	9398	11006	10063	12353	12332	14041	13819	17137	15577	17752
F9/F11/F13 Max. zusätzliche Verluste für A1 Funkfrequenzstörung, CB oder Trennschalter und Schütz F9/F11/F13	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230	2067	2280	2236	2541
Max. Verluste durch Schaltschrankoptionen	400											
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1017/ 1319						1261/ 1562					
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	102	102		102		102		136		136		
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102	102		102		136		102		102		
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98											
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz											
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	95 °C											
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C											

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

**Tabelle 4.5 Technische Spezifikationen, Baugrößen F10-F13, 380-500 V Netzversorgung 6x380-500 V AC, 12-Puls**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verluste.

tungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

## 4.2 Elektrische Daten, 525-690 V

FC 302	N55K		N75K		N90K		N110		N132	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hohe/normale Last*										
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	45	55	55	75	75	90	90	110	110	132
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	60	75	75	100	100	125	125	150	150	200
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	55	75	75	90	90	110	110	132	132	160
Gehäuse IP21	D1h		D1h		D1h		D1h		D1h	
Gehäuse IP54	D1h		D1h		D1h		D1h		D1h	
Gehäuse IP20	D3h		D3h		D3h		D3h		D3h	
<b>Ausgangsstrom</b>										
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	76	90	90	113	113	137	137	162	162	201
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	122	99	135	124	170	151	206	178	243	221
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	73	86	86	108	108	131	131	155	155	192
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [kVA]	117	95	129	119	162	144	197	171	233	211
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	72	86	86	108	108	131	131	154	154	191
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	73	86	86	108	108	130	130	154	154	191
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	87	103	103	129	129	157	157	185	185	229
<b>Max. Eingangsstrom</b>										
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	77	89	89	110	110	130	130	158	158	198
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	74	85	85	106	106	124	124	151	151	189
Dauerbetrieb (bei 690 V)	77	87	87	109	109	128	128	155	155	197
Max. Kabelquerschnitt: Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	2x95 (2x3/0)									
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	160		315		315		315		315	
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] <sup>3) 4)</sup>	1098	1162	1162	1428	1430	1740	1742	2101	2080	2649
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3) 4)</sup>	1057	1204	1205	1477	1480	1798	1800	2167	2159	2740
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	62 (135)									
Gewicht, Gehäuse IP20 [kg]	125 (275)									
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98									
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz									
Kühlkörperübertemperatur-Abschaltung	110 °C									
Steuerkarte Umgebungstemperaturabschaltung	75 °C									

\*Hohe Überlast = 150 % Strom/60 s, Normale Überlast = 110 % Strom/60 s.

**Tabelle 4.6 Technische Spezifikationen, Baugröße D, 525-690 V Netzversorgung 3x525-690 V AC**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

FC 302 Hohe/normale Last*	N160		N200		N250		N315	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	132	160	160	200	200	250	250	315
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	200	250	250	300	300	350	350	400
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	160	200	200	250	250	315	315	400
Gehäuse IP21	D2h		D2h		D2h		D2h	
Gehäuse IP54	D2h		D2h		D2h		D2h	
Gehäuse IP20	D4h		D4h		D4h		D4h	
<b>Ausgangsstrom</b>								
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	201	253	253	303	303	360	360	418
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	302	278	380	333	455	396	540	460
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	192	242	242	290	290	344	344	400
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [kVA]	288	266	363	319	435	378	516	440
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	191	241	241	289	289	343	343	398
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	191	241	241	289	289	343	343	398
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	229	289	289	347	347	411	411	478
<b>Max. Eingangsstrom</b>								
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	198	245	245	299	299	355	355	408
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	189	234	234	286	286	339	339	390
Dauerbetrieb (bei 690 V)	197	240	240	296	296	352	352	400
Max. Kabelquerschnitt: Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	2 x 185 (2 x 350)							
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	550							
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] <sup>3) 4)</sup>	2361	3074	3012	3723	3642	4465	4146	5028
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3) 4)</sup>	2446	3175	3123	3851	3771	4614	4258	5155
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	125 (275)							
Gewicht, Gehäuse IP20 [kg]	125 (275)							
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98							
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz							
Kühlkörperübertemperatur-Abschaltung	110 °C							
Steuerkarte Umgebungstemperaturabschaltung	80 °C							
*Hohe Überlast = 150 % Strom/60 s, Normale Überlast = 110 % Strom/60 s.								

**Tabelle 4.7 Technische Spezifikationen, Baugröße D, 525-690 V Netzversorgung 3x525-690 V AC**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

FC 302	P355	
	HO	NO
<b>Hohe/normale Last*</b>		
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	315	355
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	400	450
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	355	450
Gehäuse IP21	E1	
Gehäuse IP54	E1	
Gehäuse IP00	E2	
<b>Ausgangsstrom</b>		
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	395	470
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	593	517
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	380	450
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [A]	570	495
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [KVA]	376	448
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	378	448
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	454	538
<b>Max. Eingangsstrom</b>		
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	381	453
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	366	434
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	366	434
Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	700	
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] <sup>3)4)</sup>	4424	5323
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3) 4)</sup>	4589	5529
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	263	
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	221	
Wirkungsgrad <sup>4) 4)</sup>	0,98	
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz	
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C	
* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s.		

**Tabelle 4.8 Technische Spezifikationen, Baugröße E, 525-690 V Netzversorgung 3x525-690 V AC**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

FC 302	P400		P500		P560	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hohe/normale Last*						
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	
<b>Ausgangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	429	523	523	596	596	630
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	644	575	785	656	894	693
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	410	500	500	570	570	630
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (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
<b>Max. Eingangsstrom</b>						
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 Zwischenkreiskopplung [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup> ]	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] <sup>2)</sup>	700		900		900	
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] <sup>3)4)</sup>	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3)4)</sup>	4970	6239	6707	7653	7633	8495
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	263		272		313	
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	221		236		277	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98					
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz					
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C					
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C					
* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s.						

**Tabelle 4.9 Technische Spezifikationen, Baugröße E 525-690 V Netzversorgung 3x525-690 V AC**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

FC 302	P630		P710		P800	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hohe/normale Last*						
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, IP54 ohne/mit Optionsschrank	F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3	
<b>Ausgangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	659	763	763	889	889	988
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	630	730	730	850	850	945
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (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
<b>Max. Eingangsstrom</b>						
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 <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	8 x 150 (8 x 300 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F1 [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	8 x 240 (8 x 500 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F3 [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	8 x 456 (8 x 900 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreis-kopplung [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	4 x 120 (4 x 250 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	4 x 185 (4 x 350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	1600					
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] <sup>3) 4)</sup>	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3) 4)</sup>	8388	9863	9537	11304	11291	12798
F3/F4 Max. zusätzliche Verluste für CB oder Trennschalter und Schütz	342	427	419	532	519	615
Max. Verluste durch Schaltschrankoptionen	400					
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1017/1318					
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	102		102		102	
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102		102		136	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98					
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz					
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	95 °C		105 °C		95 °C	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C					
* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s.						

**Tabelle 4.10 Technische Spezifikationen, Baugrößen F1/F3, 525-690 V Netzversorgung 3x525-690 V AC**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

FC 302	P900		P1M0		P1M2	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hohe/normale Last*						
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, IP54 ohne/mit Optionsschrank	F2/F4		F2/F4		F2/F4	
<b>Ausgangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	1482	1219	1662	1449	1976	1627
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (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
<b>Max. Eingangsstrom</b>						
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 <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	12 x 150 (12 x 300 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F2 [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	8 x 240 (8 x 500 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F4 [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	8 x 456 (8 x 900 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreis-kopplung [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	4 x 120 (4 x 250 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	6 x 185 (6 x 350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	1600		2000		2500	
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] <sup>3) 4)</sup>	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3) 4)</sup>	12524	14250	13801	16821	16719	19247
F3/F4 Max. zusätzliche Verluste für CB oder Trennschalter und Schütz	556	665	634	863	861	1044
Max. Verluste durch Schaltschrankoptionen	400					
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1260/1561				1294/1595	
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	136		136		136	
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102		102		136	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98					
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz					
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	95 °C		105 °C		95 °C	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C					
* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s.						

**Tabelle 4.11 Technische Spezifikationen, Baugrößen F2/F4, 525-690 V Netzversorgung 3x525-690 V AC**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

## 4.2.1 Elektrische Daten, 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	
<b>Ausgangsstrom</b>								
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (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
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	376	448	409	498	498	568	568	600
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	378	448	408	498	498	568	568	627
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	454	538	490	598	598	681	681	753
<b>Max. Eingangsstrom</b>								
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
Max. Kabelquerschnitt, Netz [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	4x85 (3/0)							
Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	4x250 (500 mcm)							
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	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)		2 x 185 (2 x 350 mcm)
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	630							
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] <sup>3) 4)</sup>	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3) 4)</sup>	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	447/669							
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98							
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz							
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C							
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C							

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

**Tabelle 4.12 Technische Spezifikationen, Baugrößen F8/F9, 525-690 V Netzversorgung 6x525-690 V AC, 12-Puls**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

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, IP54 ohne/mit Optionsschrank	F10/F11		F10/F11		F10/F11	
<b>Ausgangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	659	763	763	889	889	988
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	630	730	730	850	850	945
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (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
<b>Max. Eingangsstrom</b>						
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 <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	8 x 150 (8 x 300 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	6 x 120 (6 x 250 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	4 x 185 (4 x 350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	900					
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] <sup>3) 4)</sup>	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3) 4)</sup>	8388	9863	9537	11304	11291	12798
F3/F4 Max. zusätzliche Verluste für CB oder Trennschalter und Schütz	342	427	419	532	519	615
Max. Verluste durch Schaltschrankoptionen	400					
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1017/1319					
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	102		102		102	
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102		102		136	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98					
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz					
Leistung Kühlkörper Übertemp. Abschaltung	95 °C		105 °C		95 °C	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C					

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

**Tabelle 4.13 Technische Spezifikationen, Baugrößen F10/F11, 525-690 V Netzversorgung 6x525-690 V AC, 12-Puls**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

FC 302	P900		P1M0		P1M2	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hohe/normale Last*						
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, IP54 ohne/mit Optionschrank	F12/F13		F12/F13		F12/F13	
<b>Ausgangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	1482	1219	1662	1449	1976	1627
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (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
<b>Max. Eingangsstrom</b>						
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 <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	12 x 150 (12 x 300 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F12 [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	8 x 240 (8 x 500 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F13 [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	8x400 (8x900 mcm)					
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG) <sup>1)</sup>	6 x 185 (6 x 350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A] <sup>2)</sup>	1600		2000		2500	
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] <sup>3) 4)</sup>	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3)4)</sup>	12524	14250	13801	16821	16719	19247
F3/F4 Max. zusätzliche Verluste für CB oder Trennschalter und Schütz	556	665	634	863	861	1044
Max. Verluste durch Schaltschrankoptionen	400					
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1261/1562				1295/1596	
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	136		136		136	
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102		102		136	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98					
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz					
Leistung Kühlkörper Übertemp. Abschaltung	95 °C		105 °C		95 °C	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C					
* Hohe Überlast = 160 % Drehmoment für 60 s, normale Überlast = 110 % Drehmoment für 60 s.						

**Tabelle 4.14 Technische Spezifikationen, Baugrößen F12/F13, 525-690 V Netzversorgung 6x525-690 V AC, 12-Puls**

1) American Wire Gauge.

2) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 7.2.1 Sicherungen.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von ±15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zu Leistungsverlusten im Frequenzumrichter bei. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleis-

tungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel eine vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

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

### 4.3 Allgemeine Spezifikationen

#### Netzversorgung

Versorgungsklemmen (6 Pulse)	L1, L2, L3
Versorgungsklemmen (12 Pulse)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
Versorgungsspannung	380-500 V $\pm$ 10 %
Versorgungsspannung	FC 302: 525-690 V $\pm$ 10 %

#### Niedrige Netzspannung/Netzausfall:

Bei einer niedrigen Netzspannung oder einem Netzausfall arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter den minimalen Stoppegel abfällt, der normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters liegt. Bei einer Netzspannung von weniger als 10 % unterhalb der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters erfolgt kein Netz-Ein und es wird kein volles Drehmoment erreicht.

Netzfrequenz	50/60 Hz $\pm$ 5 %
Max. kurzzeitiges Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor ( $\lambda$ )	$\geq$ 0,9 bei Nennlast
Verschiebungs-Leistungsfaktor ( $\cos \phi$ )	nahe 1 ( $>$ 0,98)
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Anzahl der Einschaltungen) $\geq$ 90 kW	max. 1 x /2 Min.
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Das Gerät eignet sich für Netzversorgungen, die maximal 100.000 Aeff (symmetrisch) bei maximal je 240/500/600/690 V liefern können.

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

Ausgangsspannung	0-100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz (90-1000 kW)	0-590 <sup>1)</sup> Hz
Ausgangsfrequenz im Fluxvektorbetrieb (nur FC 302)	0-300 Hz
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	0,01-3600 s

<sup>1)</sup> Spannungs- und leistungsabhängig.

#### Drehmomentkennlinie

Startmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 160 %/60 s <sup>1)</sup>
Startmoment	maximal 180 % bis zu 0,5 s <sup>1)</sup>
Überlastmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 160 %/60 s <sup>1)</sup>
Startmoment (variables Drehmoment)	maximal 110 %/60 s <sup>1)</sup>
Drehmomentanstiegzeit in VVC <sup>plus</sup> (unabhängig von fsw)	10 ms
Drehmomentanstiegzeit in FLUX (für 5 kHz fsw)	1 ms

1) Prozentwert bezieht sich auf das Nenn Drehmoment.

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

#### Kabellängen und Querschnitte für Steuerkabel<sup>1)</sup>

Max. Motorkabellänge, abgeschirmt	150 m
Max. Motorkabellänge, abgeschirmt	300 m
Maximaler Querschnitt zu Steuerklemmen, flexibler/starrer Draht ohne Aderendhülsen	1,5 mm <sup>2</sup>
Maximaler Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel mit Aderendhülsen	1 mm <sup>2</sup>
Maximaler Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel mit Aderendhülsen mit Bund	0,5 mm <sup>2</sup>
Mindestquerschnitt für Steuerklemmen	0,25 mm <sup>2</sup>

<sup>1)</sup>Leistungskabel, siehe Kapitel 4.1 Elektrische Daten, 380-500 V.

**Schutzfunktionen und Eigenschaften**

- Elektronischer thermischer Motorüberlastschutz.
- Die Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abschaltet, wenn die Temperatur einen vordefinierten Wert erreicht. Sie können eine Überlastabschaltung durch hohe Temperatur erst zurücksetzen, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter die in den folgenden Tabellen festgelegten Werte gesunken ist. Beachten Sie, dass diese Temperaturen je nach Leistungsgröße, Gerätebaugröße, Schutzart usw. abweichen können.
- 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 abschaltet, 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 sicherzustellen.

**Digitaleingänge**

Programmierbare Digitaleingänge	4 (6) <sup>1)</sup>
Klemme Nr.	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 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“ NPN <sup>2)</sup>	>19 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN <sup>2)</sup>	<14 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Pulsfrequenzbereich	0-110 kHz
(Arbeitszyklus) Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangswiderstand, R <sub>i</sub>	ca. 4 kΩ

**Sicher abgeschaltetes Moment Klemme 37<sup>3, 4)</sup> (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
Typischer Eingangsstrom bei 24 V	50 mA eff.
Typischer Eingangsstrom 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.*

<sup>1)</sup> Die Klemmen 27 und 29 können auch als Ausgang programmiert werden.

<sup>2)</sup> Außer Eingang „Sicher abgeschaltetes Moment“, Klemme 37.

<sup>3)</sup> Zu weiteren Informationen über Klemme 37 und „Sicher abgeschaltetes Moment“ siehe Kapitel 3.12 Sicherer Stopp.

<sup>4)</sup> Bei Verwendung eines Schützes mit DC-Drossel in Kombination mit Sicher abgeschaltetes Moment ist es wichtig, beim Ausschalten einen Rücklaufpfad für den Strom der Drossel zu schaffen. Dies können Sie durch eine Freilaufdiode (oder alternativ eine 30- oder 50-V-MOV für schnellere Antwortzeiten) an der Drossel umsetzen. Sie können typische Schütze zusammen mit dieser Diode erwerben.

**Analogeingänge**

Anzahl Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54
Betriebsarten	Spannung oder Strom
Betriebsartwahl	Schalter A53 und A54 (Baugröße D) S201 und S202 (Baugrößen E und F)
Einstellung Spannung	Schalter A53 und A54 (Baugröße D) S201 und S202 (Baugrößen E und F) = AUS (U)
Spannungsniveau	-10 bis +10 V (skalierbar)

Eingangswiderstand, $R_i$	ca. 10 k $\Omega$
Max. Spannung	$\pm 20$ V
Strom	Schalter A53 und A54 (Baugröße D) S201 und S202 (Baugrößen E und F) = EIN (I)
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, $R_i$	ca. 200 $\Omega$
Max. Strom	30 mA
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Abweichung 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	100 Hz

Die Analogeingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV = Protective extra low voltage/Schutzkleinspannung) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

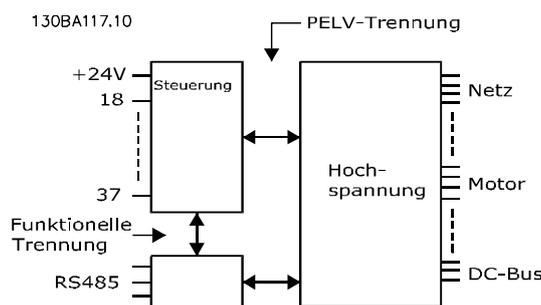


Abbildung 4.1 PELV-Isolierung

**Puls-/Drehgebereingänge**

Programmierbare Puls-/Drehgeber-Eingänge	2/1
Klemmennummer Puls-/Drehgeber	29 <sup>1)</sup> , 33 <sup>2)</sup> /32 <sup>3)</sup> , 33 <sup>3)</sup>
Max. Frequenz an Klemme 29, 32, 33	110 kHz (Gegentakt)
Max. Frequenz an Klemme 29, 32, 33	5 kHz (offener Kollektor)
Min. Frequenz an Klemme 29, 32, 33	4 Hz
Spannungsniveau	siehe Kapitel 9.2.2 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, $R_i$	ca. 4 k $\Omega$
Pulseingangsgenauigkeit (0,1-1 kHz)	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala
Genauigkeit des Drehgebereingangs (1-11 kHz)	Max. Abweichung: 0,05 % der Gesamtskala

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

<sup>1)</sup> Nur FC 302

<sup>2)</sup> Pulseingänge sind 29 und 33

<sup>3)</sup> Drehgebereingänge: 32=A und 33=B

**Analogausgang**

Anzahl programmierbarer Analogausgänge	1
Klemme Nr.	42
Strombereich am Analogausgang	0/4-20 mA
Max. Last GND – Analogausgang	500 $\Omega$
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Abweichung: 0,5 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

Der Analogausgang ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV – Schutzkleinspannung, Protective extra low voltage) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

**Steuerkarte, RS-485 serielle Kommunikationsschnittstelle**

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

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

**Digitalausgang**

Programmierbare Digital-/Pulsausgänge	2
Klemme Nr.	27, 29 <sup>1)</sup>
Spannungsniveau am Digital-/Pulsausgang	0-24 V
Max. Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA
Max. Last am Pulsausgang	1 kΩ
Max. kapazitive Last am Pulsausgang	10 nF
Min. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala
Auflösung der Pulsausgänge	12 Bit

<sup>1)</sup> Die Klemmen 27 und 29 können auch als Eingang programmiert werden.

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

**Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang**

Klemme Nr.	12, 13
Ausgangsspannung	24 V +1, -3 V
Max. Last	200 mA

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

**Relaisausgänge**

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

<sup>1)</sup> IEC 60947 Teile 4 und 5

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

<sup>2)</sup> Überspannungskategorie II.

<sup>3)</sup> UL-Anwendungen 300 V AC 2 A

**Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang**

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

Die 10-V-DC-Versorgung ist von der Versorgungsspannung (PELV) 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)	$\leq$ ±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 vierpoligen Asynchronmotor.

**Steuerkartenleistung**

Abtastintervall	1 ms
-----------------	------

**Umgebungen**

Gerätebaugrößen D1h, D2h, E1, F1, F2, F3 und F4	IP21, IP54
Gerätebaugröße D3h, D4h	IP20
E2	IP00
Vibrationstest, Gerätebaugrößen 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 <sub>2</sub> S-Test	Prüfung kD
Prüfverfahren nach IEC 60068-2-43 Hydrogensulfid (10 Tage)	
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 721-3-3), beschichtet	Klasse 3C3
Umgebungstemperatur (voller Nennwert mit standardmäßigen Parametereinstellungen)	Max. 45 °C
Umgebungstemperatur mit Leistungsreduzierung	Max. 55 °C

Weitere Informationen zu Leistungsreduzierung bei erhöhter Umgebungstemperatur siehe Kapitel 4.7 Besondere Betriebsbedingungen.

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

Leistungsreduzierung bei großer Höhe, siehe Kapitel 4.7 Besondere Betriebsbedingungen

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

Siehe Kapitel 4.7 Besondere Betriebsbedingungen.

**Steuerkarte, serielle USB-Schnittstelle**

USB-Standard	1.1 (Full Speed)
USB-Buchse	USB-Buchse Typ B (Gerät)

Der Anschluss an einen PC erfolgt über ein standardmäßiges USB-Kabel.

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

Der USB-Erdanschluss ist nicht galvanisch von der Schutz Erde getrennt. Benutzen Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter.

## 4.4 Wirkungsgrad

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

Die Last am Frequenzumrichter hat kaum Auswirkung auf seinen Wirkungsgrad. In der Regel ist der Wirkungsgrad bei der Motornennfrequenz  $f_{M,N}$  derselbe, ob der Motor nun 100 % des Wellennendrehmoments oder, im Fall von Teillasten, nur 75 % liefert.

Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ändert sich nicht; selbst dann nicht, wenn Sie eine andere U/f-Kennlinie wählen. Dennoch haben die U/f-Kennlinien einen Einfluss auf den Wirkungsgrad des Motors.

Der Wirkungsgrad nimmt leicht ab, wenn die Taktfrequenz auf einen Wert von über 5 kHz eingestellt ist. Der Wirkungsgrad nimmt leicht ab, wenn die Netzspannung 480 V beträgt oder das Motorkabel länger als 30 m ist.

### Berechnung des Frequenzumrichter-Wirkungsgrads

Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Frequenzumrichters bei unterschiedlichen Drehzahlen und Lasten auf Grundlage von *Abbildung 4.2*. Der Faktor in dieser Abbildung muss mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor, der in den Spezifikationstabellen *Kapitel 4.1 Elektrische Daten, 380-500 V* und *Kapitel 4.2 Elektrische Daten, 525-690 V* zu finden ist, multipliziert werden.

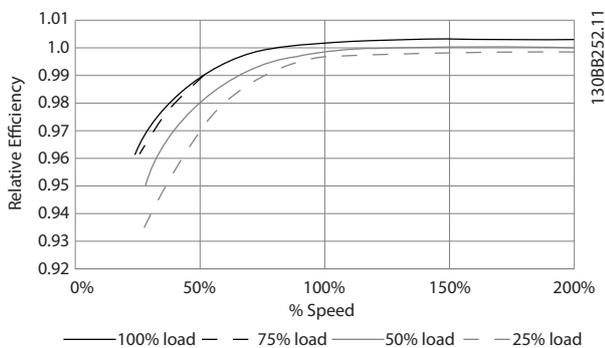


Abbildung 4.2 Typische Wirkungsgradkurven

Beispiel: Nehmen wir als Beispiel einen Frequenzumrichter mit 160 kW und 380–480 V AC bei 25 % Last bei 50 % Drehzahl. *Abbildung 4.2* gibt 0,97 an – der Nennwirkungsgrad für einen Frequenzumrichter mit 160 kW ist also 0,98. Der tatsächliche Wirkungsgrad ist gleich:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

### Motorwirkungsgrad ( $\eta_{MOTOR}$ )

Der Wirkungsgrad eines an den Frequenzumrichter angeschlossenen Motors hängt von der Magnetisierungsstufe ab. In der Regel ist der Wirkungsgrad genauso gut wie bei Netzbetrieb. Der Motorwirkungsgrad ist außerdem vom Motortyp abhängig.

Im Nenn Drehmomentbereich von 75–100 % ist der Motorwirkungsgrad praktisch konstant, sowohl wenn dieser vom Frequenzumrichter geregelt wird und wenn er direkt im Netz betrieben wird.

Bei kleinen Motoren haben die U/f-Kennlinien nur einen minimalen Einfluss auf den Wirkungsgrad. Allerdings ergeben sich beachtliche Vorteile bei Motoren mit mindestens 11 kW.

Im Allgemeinen hat die Taktfrequenz keinen Einfluss auf den Wirkungsgrad von kleinen Motoren. Bei Motoren mit mindestens 11 kW wird der Wirkungsgrad erhöht (1–2 %), da die Form der Sinuskurve des Motorstroms bei hoher Taktfrequenz fast perfekt ist.

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

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

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

## 4.5 Störgeräusche

### Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

1. DC-Zwischenkreisdrosseln
2. Eingebauter Lüfter
3. Funkentstörfilterdrossel

*Tabelle 4.15* listet die typischen, im Abstand von 1 m zum Frequenzumrichter gemessenen Störgeräuschwerte auf:

Gerätebaugröße	dBA bei voller Lüfterdrehzahl
N90k	71
N110	71
N132	72
N160	74
N200	75
N250	73
Baugrößen E1/E2 <sup>1)</sup>	74
Baugrößen E1/E2 <sup>2)</sup>	83
Baugrößen F	80

Tabelle 4.15 Störgeräusche

<sup>1)</sup> 250 kW, 380-500 V und 355/400 kW, nur 525-690 V.

<sup>2)</sup> Alle anderen Geräte der Baugröße E.

## 4.6 dU/dt-Bedingungen

### HINWEIS

Um vorzeitige Alterung von Motoren zu vermeiden, die nicht für den Betrieb mit einem Frequenzumrichter ausgelegt sind, weil sie etwa nicht über Phasentrennpapier oder eine geeignete Isolation verfügen, empfiehlt Danfoss dringend, den Ausgang des Frequenzumrichters mit einem Filter für dU/dt oder einem Sinusfilter auszurüsten. Nähere Informationen über dU/dt- und Sinusfilter siehe das *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter*.

Wenn ein Transistor in der Wechselrichterbrücke schaltet, steigt die Spannung im Motor im Verhältnis dU/dt, abhängig von:

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

Die Selbstinduktivität verursacht ein Übersteuern  $U_{PEAK}$  in der Motorspannung, bevor sie sich auf einem von der Spannung im Zwischenkreis bestimmten Pegel stabilisiert. Die Lebensdauer des Motors wird sowohl durch die Anstiegszeit als auch die Spitzenspannung  $U_{PEAK}$  beeinflusst. Besonders Motoren ohne Phasentrennungspapier werden von zu hohen Spitzenspannungen geschädigt. Die Motorkabellänge hat Auswirkungen auf Anstiegszeit und Spitzenspannung. Wenn etwa das Motorkabeln kurz ist (wenige Meter), sind Anstiegszeit und Spitzenspannung niedriger. Bei einem langen Motorkabel (100 m) steigen Anstiegszeit und Spitzenspannung.

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

### High-Power-Bereich

Die Leistungsgrößen in *Tabelle 4.16* und *Tabelle 4.17* bei geeigneten Netzspannungen erfüllen die Bestimmungen von IEC 60034-17 bezüglich normaler, über Frequenzumrichter gesteuerter Motoren, von IEC 60034-25 bezüglich Motoren, die für eine Steuerung durch Frequenzumrichter entwickelt wurden, und von NEMA MG 1-1998 Teil 31.4.4.2 für Wechselrichter-gepeiste Motoren. Die Leistungsgrößen darunter sind nicht konform mit NEMA MG 1-1998 Teil 30.2.2.8 für Universalmotoren.

Leistungsgröße	Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstieg-zeit [µs]	Spitzen-spannung [V]	dU/dt [V/µs]
90-250 kW/ 380-500 V	30	400	0,26	1180	2109`

Tabelle 4.16 dU/dt, Baugröße D, 380-500 V

Leistungsgröße	Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstieg-zeit [µs]	Spitzen-spannung [V]	dU/dt [V/µs]
315-800 kW/380-500 V	30	500	0,71	1165	1389
	30	500 <sup>1)</sup>	0,80	906	904
	30	400	0,61	942	1233
	30	400 <sup>1)</sup>	0,82	760	743

Tabelle 4.17 dU/dt Baugröße E, 380-500 V

<sup>1)</sup> Mit Danfoss du/dt-Filter.

Leistungsgröße	Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstieg-zeit [µs]	Spitzen-spannung [V]	dU/dt [V/µs]
90-132 kW/ 525-690 V	150	690	0,36	2135	2,197
160-315 kW/525-690 V	150	690 <sup>1)</sup>	0,46	2210	1,744

Tabelle 4.18 dU/dt, Baugröße D, 525-690 V

<sup>1)</sup> Mit Danfoss du/dt-Filter.

Leistungsgröße	Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstieg-zeit [µs]	Spitzen-spannung [V]	dU/dt [V/µs]
355-1200 kW/525-690 V	30	690	0,57	1611	2261
	30	575	0,25		2510
	30	690 <sup>1)</sup>	1,13	1629	1150

Tabelle 4.19 dU/dt Baugrößen E und F 525-690 V

<sup>1)</sup> Mit Danfoss du/dt-Filter.

## 4.7 Besondere Betriebsbedingungen

Diesem Abschnitt entnehmen Sie detaillierte Daten zum Betrieb des Frequenzumrichters unter Bedingungen, die eine Leistungsreduzierung erfordern. Bei bestimmten Bedingungen muss die Leistungsreduzierung manuell erfolgen. Unter anderen Bedingungen führt der Frequenzumrichter bei Bedarf automatisch eine Leistungsreduzierung durch. Dies soll ein ordnungsgemäßes Funktionieren in kritischen Phasen sicherstellen, in denen die Alternative eine Abschaltung sein könnte.

### 4.7.1 Manuelle Leistungsreduzierung

Manuelle Leistungsreduzierung müssen Sie in folgenden Fällen in Betracht ziehen:

- Luftdruck – relevant für Installationen in Höhenlagen über 1 km
- Motordrehzahl – bei Dauerbetrieb mit niedriger Drehzahl in Anwendungen mit konstantem Drehmoment
- Umgebungstemperatur – relevant für Umgebungstemperaturen über 50 °C

## 4.7.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

Diagramme werden einzeln für 60° AVM und SFAVM aufgeführt. 60° AVM schaltet nur 2/3 der Zeit, während SFAVM während des gesamten Zeitraums schaltet. Die maximal zulässige Taktfrequenz liegt bei 6 kHz für 60° AVM und 10 kHz für SFAVM. Die diskreten Schaltfrequenzen werden in *Tabelle 4.20* und *Tabelle 4.21* dargestellt.

Baugröße Modell	Schaltmodus	Hohe Überlast (HO), 150 %	Normale Überlast (NO), 110 %
Baugröße D N90 bis N250 380-500 V	60° AVM	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs. switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for Baugröße D, 60° AVM, HO, 150%. The y-axis ranges from 60 to 110, and the x-axis from 0 to 9. Three curves are shown for 45°C, 50°C, and 55°C. The 45°C curve starts at 100% and drops to ~70% at 8 kHz. The 50°C curve starts at ~92% and drops to ~65% at 8 kHz. The 55°C curve starts at ~85% and drops to ~60% at 8 kHz. Reference: 130BX473.10</p>	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs. switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for Baugröße D, 60° AVM, NO, 110%. The y-axis ranges from 50 to 110, and the x-axis from 0 to 9. Three curves are shown for 45°C, 50°C, and 55°C. The 45°C curve starts at 100% and drops to ~70% at 8 kHz. The 50°C curve starts at ~92% and drops to ~65% at 8 kHz. The 55°C curve starts at ~85% and drops to ~60% at 8 kHz. Reference: 130BX474.10</p>
	SFAVM	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs. switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for Baugröße D, SFAVM, HO, 150%. The y-axis ranges from 60 to 110, and the x-axis from 0 to 6. Three curves are shown for 45°C, 50°C, and 55°C. The 45°C curve starts at 100% and drops to ~70% at 5 kHz. The 50°C curve starts at ~92% and drops to ~65% at 5 kHz. The 55°C curve starts at ~85% and drops to ~60% at 5 kHz. Reference: 130BX475.10</p>	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs. switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for Baugröße D, SFAVM, NO, 110%. The y-axis ranges from 50 to 110, and the x-axis from 0 to 6. Three curves are shown for 40°C, 45°C, 50°C, and 55°C. The 40°C curve starts at 100% and drops to ~70% at 5 kHz. The 45°C curve starts at ~92% and drops to ~65% at 5 kHz. The 50°C curve starts at ~85% and drops to ~60% at 5 kHz. The 55°C curve starts at ~78% and drops to ~55% at 5 kHz. Reference: 130BX476.10</p>
Baugrößen E & F P315 bis P1M0 380-500 V	60° AVM	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs. switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for Baugrößen E &amp; F, 60° AVM, HO, 150%. The y-axis ranges from 60 to 110, and the x-axis from 0 to 7. Three curves are shown for 45°C, 50°C, and 55°C. The 45°C curve starts at 100% and drops to ~70% at 6 kHz. The 50°C curve starts at ~92% and drops to ~65% at 6 kHz. The 55°C curve starts at ~85% and drops to ~60% at 6 kHz. Reference: 130BX477.10</p>	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs. switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for Baugrößen E &amp; F, 60° AVM, NO, 110%. The y-axis ranges from 50 to 110, and the x-axis from 0 to 7. Three curves are shown for 45°C, 50°C, and 55°C. The 45°C curve starts at 100% and drops to ~70% at 6 kHz. The 50°C curve starts at ~92% and drops to ~65% at 6 kHz. The 55°C curve starts at ~85% and drops to ~60% at 6 kHz. Reference: 130BX478.10</p>
	SFAVM	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs. switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for Baugrößen E &amp; F, SFAVM, HO, 150%. The y-axis ranges from 60 to 110, and the x-axis from 0 to 5. Three curves are shown for 45°C, 50°C, and 55°C. The 45°C curve starts at 100% and drops to ~70% at 4 kHz. The 50°C curve starts at ~92% and drops to ~65% at 4 kHz. The 55°C curve starts at ~85% and drops to ~60% at 4 kHz. Reference: 130BX479.10</p>	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs. switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for Baugrößen E &amp; F, SFAVM, NO, 110%. The y-axis ranges from 50 to 110, and the x-axis from 0 to 5. Three curves are shown for 40°C, 45°C, 50°C, and 55°C. The 40°C curve starts at 100% and drops to ~70% at 4 kHz. The 45°C curve starts at ~92% and drops to ~65% at 4 kHz. The 50°C curve starts at ~85% and drops to ~60% at 4 kHz. The 55°C curve starts at ~78% and drops to ~55% at 4 kHz. Reference: 130BX480.10</p>

Tabelle 4.20 Leistungsreduzierung bei Frequenzumrichter mit einer Nennspannung von 380-500 V (T5)

Baugröße Modell	Schaltmodus	Hohe Überlast (HO), 150 %	Normale Überlast (NO), 110 %
Baugröße D N55K bis N315 525-690 V	60° AVM		
	SFAVM		
Baugrößen E & F P355 bis P1M0 525-690 V	60° AVM		
	SFAVM		

Tabelle 4.21 Leistungsreduzierung bei Frequenzumrichtern mit einer Nennspannung von 525-690 V (T7)

### 4.7.3 Automatische Leistungsreduzierung

Der Frequenzumrichter prüft beständig, ob die folgenden Parameter ein kritisches Niveau aufweisen:

- 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 internen Temperaturen und niedriger Motordrehzahl kann der

Frequenzumrichter ebenfalls den PWM-Schaltmodus auf SFAVM setzen.

#### **HINWEIS**

Die automatische Leistungsreduzierung erfolgt anders, wenn 14-55 Ausgangsfilter auf [2] Sinusfilter programmiert ist.

## 5 Bestellen des Frequenzumrichters

### 5.1 Bestellformular

#### 5.1.1 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	-								T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C					D	

130BC530.10

**Tabelle 5.1 Typencode**

Produktgruppen	1-3	
Frequenzumrichter-Baureihe	4-6	
Erzeugungscod	7	
Nennleistung	8-10	
Phasen	11	
Netzspannung	12	
Gehäuse Gehäusety Schutzart des Gehäuses Steuerversorgungsspannung	13-15	
Hardwarekonfiguration	16-23	
Funkentstörfilter/Low Harmonic Drive/12 Pulse	16-17	
Bremse	18	
Display (LCP)	19	
Beschichtung der Platine	20	
Netzoption	21	
Anpassung A	22	
Anpassung B	23	
Softwareversion	24-27	
Software-Sprache	28	
A-Optionen	29-30	
B-Optionen	31-32	
C0-Optionen, MCO	33-34	
C1 Optionen	35	
Software für die C-Option	36-37	
D-Optionen	38-39	

**Tabelle 5.2 Typencodebeispiel für die Bestellung eines Frequenzumrichters**

Nicht alle Optionen sind für jede Varianten des FC 302 erhältlich. Um zu bestätigen, ob die richtige Version erhältlich ist, gehen Sie bitte zum Antriebskonfigurator im Internet.

#### 5.1.2 Antriebskonfigurator

Sie können einen FC300 Frequenzumrichter entsprechend den Anwendungsanforderungen konfigurieren, indem Sie das in *Tabelle 5.1* und *Tabelle 5.2* abgebildete Bestellnummersystem verwenden.

Bestellen Sie Standard-Frequenzumrichter und Frequenzumrichter mit eingebauten Optionen der Serie FC300, indem Sie den Typencode, der das Produkt beschreibt, an die Danfoss-Vertretung senden, beispielsweise:

FC-302N132T5E20H4BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Die Bedeutung der Zeichen in dieser Zeichenfolge sind in *Tabelle 5.3* definiert. Weitere Details zu den einzelnen Frequenzumrichtern entnehmen Sie den Seiten mit den Bestellnummern in diesem Kapitel. Im obigen Frequenzumrichter sind z. B. die Optionen Profibus DP V1 und die externe 24 V-Versorgung enthalten.

Sie können mit dem Antriebskonfigurator den geeigneten Frequenzumrichter für Ihre Anwendung zusammenstellen. Der Antriebskonfigurator erzeugt automatisch eine achtstellige Bestellnummer, die an die Vertriebsniederlassung vor Ort übermittelt wird. Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und an ihren Danfoss-Aussendienstmitarbeiter senden.

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

Frequenzumrichter werden automatisch mit einem Sprachpaket geliefert, das für die Region, in der sie bestellt

werden, relevant ist. Vier regionale Sprachpakete decken die folgenden Sprachen ab:

#### Sprachpaket 1

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

#### Sprachpaket 2

Englisch, Deutsch, Chinesisch, Koreanisch, Japanisch, Thai, Traditionell-Chinesisch und Bahasa (Indonesisch).

#### Sprachpaket 3

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

#### Sprachpaket 4

Englisch, Deutsch, Spanisch, Englisch (US), Griechisch, brasilianisches Portugiesisch, Türkisch und Polnisch. Wenn Sie Frequenzumrichter mit einem anderen Sprachpaket bestellen möchten, wenden Sie sich an Ihren lokalen Danfoss-Händler.

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-6	302: FC 302
Erzeugungscod	7	N
Nennleistung	8-10	55-315 kW
Phasen	11	Drei Phasen (T)
Netzspannung	11-12	T 5: 380-500 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13-15	E20: IP20 (Gehäuse – zur Installation in externen Schaltschränken) E2S: IP20/Gehäuse – Baugröße D3h E21: IP21 (NEMA 1) E2D: IP21 / Typ 1, Baugröße D1h E54: IP54 (NEMA 12) E5D: IP 54 / Typ 1, Baugröße D1h E2M: IP21 (NEMA 1) mit Netzabschirmung E5M: IP54 (NEMA 12) mit Netzabschirmung C20: IP20 (Gehäuse) + Kühlkanal aus Edelstahl C2S: IP20/Gehäuse mit Kühlkanal aus Edelstahl, Baugröße D3h H21: IP21 (NEMA 1) + Heizung H54: IP54 (NEMA 12) + Heizung
Funkentstörfilter	16-17	H2: Funkentstörfilter, Klasse A2 (Standard) H4: Funkentstörfilter Klasse A1 <sup>1)</sup>
Bremse	18	X: Kein Brems-IGBT B: Brems-IGBT montiert R: Regenerationsklemmen S: Bremse + Anschlüsse für Rückspeiseeinheit (nur IP20)

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil N: Numerisches LCP-Bedienteil X: Ohne LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine R: Beschichtete Platine, robuste Bauweise
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 4: Netzschütz + Sicherungen 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreis-kopplung (nur IP20) D: Zwischenkreiskopplungsklemmen (nur IP20) E: Netztrennschalter + Schütz + Sicherungen J: Trennschalter + Sicherungen
Anpassung	22	X: Standard-Kabeleinführungen
Anpassung	23	X: Keine Anpassung Q: Kühlkörper-Zugangsdeckel
Softwareversion	24-27	Tatsächliche Software
Software-Sprache	28	

**Tabelle 5.3 Typencode für Baugröße-D-Frequenzumrichter**

<sup>1)</sup> Erhältlich für alle Frequenzumrichter der Baugröße D.

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	302: FC 302
Frequenzumrichter-Serie	4-6	FC 302
Nennleistung	8-10	250-560 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 (Gehäuse – zur Installation in externen Schaltschränken) C00: IP00/Gehäuse mit Edelstahl-Kühlkanal E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) mit Netzabschirmung E5M: IP54 (NEMA 12) mit Netzabschirmung
Funkentstörfilter	16-17	H2: Funkentstörfilter, Klasse A2 (Standard) H4: Funkentstörfilter Klasse A1 <sup>1)</sup> B2: 12-Puls-Frequenzumrichter mit Funkentstörfilter, Klasse A2 B4: 12-Puls-Frequenzumrichter mit Funkentstörfilter, Klasse A1 N2: LHD mit Funkentstörfilter, Klasse A2 N4: LHD mit Funkentstörfilter, Klasse A1
Bremse	18	B: Brems-IGBT montiert X: Kein Brems-IGBT R: Regenerationsklemmen S: Bremse + Anschlüsse für Rückspeiseeinheit
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil N: Numerisches LCP-Bedienteil X: Ohne LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung
Anpassung	22	X: Standard-Kabeleinführungen
Anpassung	23	X: Keine Anpassung
Softwareversion	24-27	Tatsächliche Software
Software-Sprache	28	

<sup>2)</sup> Informationen zu Anwendungen, die eine maritime Zertifizierung erfordern, erhalten Sie von Ihrer Danfoss-Niederlassung.

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-6	FC 302
Nennleistung	8-10	450-1200 kW
Phasen	11	Drei Phasen (T)
Netzspannung	11-12	T 5: 380-500 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13-15	C21: IP21/NEMA Typ 1 mit Kühlkanal aus Edelstahl C54: IP54/Typ 12 Kühlkanal aus Edelstahl E21: IP 21/ NEMA Typ 1 E54: IP 54/ NEMA Typ 12 L2X: IP21/NEMA 1 mit Schaltschrankleuchte und IEC 230 V Stromanschluss L5X: IP54/NEMA 12 mit Schaltschrankleuchte und IEC 230 V Stromanschluss L2A: IP21/NEMA 1 mit Schaltschrankleuchte und NAM 115 V Stromanschluss L5A: IP54/NEMA 12 mit Schaltschrankleuchte und NAM 115 V Stromanschluss H21: IP21 mit Heizgerät und Thermostat H54: IP54 mit Heizgerät und Thermostat R2X: IP21/NEMA1 mit Heizgerät, Thermostat, Leuchte und IEC 230 V Stromanschluss R5X: IP54/NEMA12 mit Heizgerät, Thermostat, Leuchte und IEC 230 V Stromanschluss R2A: IP21/NEMA1 mit Heizgerät, Thermostat, Leuchte und NAM 115 V Stromanschluss R5A: IP54/NEMA12 mit Heizgerät, Thermostat, Leuchte und NAM 115 V Stromanschluss

Tabelle 5.4 Typencode für Frequenzumrichter der Baugröße E

<sup>1)</sup> Nur verfügbar für 380-480/500 V.

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Funkentstörfilter	16-17	H2: Funkentstörfilter, Klasse A2 (Standard) H4: Funkentstörfilter, Klasse A1 HE: Fehlerstromschutzeinrichtung mit Funkentstörfilter der Klasse A2 HF: Fehlerstromschutzeinrichtung mit Funkentstörfilter der Klasse A1 HG: IRM mit Funkentstörfilter der Klasse A2 HH: IRM mit Funkentstörfilter der Klasse A1 HJ: NAMUR-Klemmen und Funkentstörfilter der Klasse A2 HK: NAMUR-Klemmen mit Funkentstörfilter der Klasse A1 HL: Fehlerstromschutzeinrichtung mit NAMUR-Klemmen und Funkentstörfilter der Klasse A2 HM: Fehlerstromschutzeinrichtung mit NAMUR-Klemmen und Funkentstörfilter der Klasse A1 HN: IRM mit NAMUR-Klemmen und Funkentstörfilter der Klasse A2 HP: IRM mit NAMUR-Klemmen und Funkentstörfilter der Klasse A1 N2: Low Harmonic Drive mit Funkentstörfilter, Klasse A2 N4: Low Harmonic Drive mit Funkentstörfilter, Klasse A1 B2: 12-Puls-Frequenzumrichter mit Funkentstörfilter, Klasse A2 B4: 12-Puls-Frequenzumrichter mit Funkentstörfilter, Klasse A1 BE: 12 Pulse + Fehlerstromschutzeinrichtung für TN/TT-Netze + Funkentstörung Klasse A2 BF: 12 Pulse + Fehlerstromschutzeinrichtung für TN/TT-Netze + Funkentstörung Klasse A1 BG: 12 Pulse + IRM für IT-Netze + Funkentstörung Klasse A2 BH: 12 Pulse + IRM für IT-Netze + Funkentstörung Klasse A1 BM: 12 Pulse + Fehlerstromschutzeinrichtung für TN/TT-Netze + NAMUR-Klemmen + Funkentstörung Klasse A1*

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Bremse	18	B: Brems-IGBT montiert X: Kein Brems-IGBT C: Sicherer Stopp mit Pilz-Relais D: Sicherer Stopp mit Pilz-Sicherheitsrelais & Brems-IGBT R: Regenerationsklemmen M: IEC Not-Aus Drucktaste (mit Pilz-Sicherheitsrelais) N: IEC Not-Aus Drucktaste mit Brems-IGBT und Bremsklemmen P: IEC Not-Aus Drucktaste mit Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheit
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung E: Netztrennschalter, Schütz und Sicherungen F: Netztrennschalter, Schütz und Sicherungen G: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen und Sicherungen <sup>2)</sup> H: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen und Sicherungen J: Netztrennschalter und Sicherungen K: Netztrennschalter, Zwischenkreisklemmen und Sicherungen
Stromversorgungsklemmen und Motorstarter	22	X: Keine Option Durch Sicherung geschützte E-30-A-Klemmen F: 30 A, durch Sicherung geschützte Leistungsklemmen und manueller Motorstarter 2,5-4 A G: Durch Sicherung geschützte 30-A-Klemmen und manueller Motorstarter 4-6,3 A H: Durch Sicherung geschützte 30-A-Klemmen und manueller Motorstarter 6,3-10 A J: Durch Sicherung geschützte 30-A-Klemmen und manueller Motorstarter 10-16 A K: Zwei manuelle Motorstarter 2,5-4 A L: Zwei manuelle Motorstarter 4-6,3 A M: Zwei manuelle Motorstarter 6,3-10 A N: Zwei manuelle Motorstarter 10-16 A

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
24-V-Hilfsstromversorgung und externe Temperaturüberwachung	23	X: Keine Option H: Stromversorgung 5 A, 24 V (Verwendung durch den Kunden) J: Externe Temperaturüberwachung G: Stromversorgung 5 A, 24 V (Verwendung durch den Kunden) und externe Temperaturüberwachung
Softwareversion	24-27	Tatsächliche Software
	24-28	S023: 316 Kühlkanal aus Edelstahl - nur für High-Power-Frequenzumrichter
Software-Sprache	28	
* Erfordert MCB 112 und MCB 113		

Tabelle 5.5 Typencode für Frequenzumrichter der Baugröße F

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 Option Universal-E/A BR: MCB 102 Drehgeberoption BU: MCB 103 Resolver-Option BP: MCB 105 Relaisoption BZ: MCB 108 Sicherheits-SPS-Schnittstelle B2: MCB 112 PTC Thermistorkarte B4: MCB-114 VLT Sensoreingang
C0/ E0-Optionen	33-34	CX: Keine Option C4: MCO 305, programmierbarer Bewegungsregler BK: MCB 101 Universal-E/A in E0 BZ: MCB 108 Sicherheits-SPS-Schnittstelle in E0
C1-Optionen/ A/B im Adapter der 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 der C-Option
Software für die C-Option/ E1-Optionen	36-37	XX: Standardregler 10: MCO 350 Synchronisierungsregler 11: MCO 351 Positioning Control 12: MCO 352 Zentrumswickler AN: MCA 121 Ethernet/IP in E1 BK: MCB 101 Universal-E/A in E0 in E1 BZ: MCB 108 Sicherheits-SPS-Schnittstelle in E1
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: MCB 107 Externe Spannungsversorgung mit 24 V DC

Tabelle 5.6 Bestelloptionen für alle Gerätebaugrößen

## 5.2 Bestellnummern

## 5.2.1 Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
<b>Diverse Ausrüstung</b>			
Profibus, obere Einführung	Obere Einführung vor Baugrößen D und E, Gehäusotyp IP00, IP20, IP21 und IP54	176F1742	
Klemmenleisten	Schraubanschlussklemmen zum Austausch von Federzugklemmen 1 Stk. 10-Pol-, 1 Stk. 6-Pol- und 1 Stk. 3-Pol-Steckverbinder	130B1116	
Bestellnummern für Lüftungs-Einbausätze, NEMA 3R-Bausätze, Sockel-Bausätze, Eingangsplatten-Optionssätze und Netzabschirmung sind in Kapitel 9.12 High-Power-Optionen enthalten.			
<b>LCP</b>			
LCP 101	Numerisches LCP-Bedienteil (LCP 101)	130B1124	
LCP 102	Grafisches LCP-Bedienteil (LCP 102)	130B1107	
LCP-Kabel	Separates LCP-Kabel, 3 m	175Z0929	
LCP-Einbausatz, IP21	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich grafischem LCP, Befestigungen, 3 m langem Kabel und Dichtung	130B1113	
LCP-Einbausatz, IP21	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich numerischem LCP, Befestigungen und Dichtung	130B1114	
LCP-Einbausatz, IP21	Einbausatz für Schaltschrankeinbau für alle LCPs, einschließlich Befestigungen, 3 m langem Kabel und Dichtung	130B1117	
<b>Optionen für Steckplatz A</b>		<b>Unbeschichtet</b>	<b>Beschichtet</b>
MCA 101	Profibus Option DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	DeviceNet-Option	130B1102	130B1202
MCA 105	CANopen	130B1103	130B1205
MCA 113	Profibus VLT 3000 Protokollumrichter	130B1245	
<b>Optionen für Steckplatz B</b>			
MCB 101	Mehrzweck-Eingangs-/Ausgangsoption	130B1125	130B1212
MCB 103	Drehgeberoption	130B1115	130B1203
MCB 103	Resolver-Option	130B1127	130B1227
MCB 105	Relaisoption	130B1110	130B1210
MCB 108	Sicherheits-SPS-Schnittstelle (DC/DC-Umrichter)	130B1120	130B1220
MCB 112	ATEX PTC Thermistorkarte		130B1137
<b>Optionen für Steckplatz C</b>			
MCO 305	Programmierbarer Bewegungsregler	130B1134	130B1234
MCO 350	Synchronisierungs-Regler	130B1152	130B1252
MCO 351	Positionsregler	130B1153	120B1253
MCO 352	Regler des Zentrumswicklers	130B1165	130B1166
MCB 113	Erweiterte Relais-Optionskarte	130B1164	130B1264
<b>Option für Steckplatz D</b>		<b>Unbeschichtet</b>	<b>Beschichtet</b>
MCB 107	24-V-DC-externe Spannungsversorgung	130B1108	130B1208
<b>Externe Optionen</b>			
EtherNet/IP	Ethernet-Master	175N2584	

Tabelle 5.7 Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnummer
<b>PC-Software</b>		
MCT 10	MCT 10 Konfigurationssoftware - 1 Anwender	130B1000
MCT 10	MCT 10 Konfigurationssoftware - 5 Anwender	130B1001
MCT 10	MCT 10 Konfigurationssoftware - 10 Anwender	130B1002
MCT 10	MCT 10 Konfigurationssoftware - 25 Anwender	130B1003
MCT 10	MCT 10 Konfigurationssoftware - 50 Anwender	130B1004
MCT 10	MCT 10 Konfigurationssoftware - 100 Anwender	130B1005
MCT 10	MCT 10 Konfigurationssoftware - unbegrenzte Anzahl von Anwendern	130B1006

**Tabelle 5.8 Software-Optionen**

Sie können die Optionen bereits als werkseitig montiert bestellen. Informationen zur Kompatibilität von Feldbus- und Anwendungsoptionen mit älteren Software-Versionen erhalten Sie von Ihrem Danfoss-Händler.

## 5.2.2 Bremswiderstände

Die Anforderungen an Bremswiderstände können je nach Anwendung sehr unterschiedlich sein. Schlagen Sie immer im Projektierungshandbuch für Bremswiderstände der Serie VLT FC Zu den kritischen Daten gehören:

- Arbeitszyklus der Bremse, Leistungsfähigkeit von Widerstand und Bremswiderstand
- Mindestanforderung an den Frequenzumrichter

Die folgenden Tabellen enthalten die typischen Daten zweier gebräuchlicher Anwendungstypen. 10 % werden in der Regel für ein gelegentliches Bremsen horizontaler Lasten genutzt. 40 % werden in der Regel in Hebeanwendungen genutzt, bei denen die Last bei jedem Senken gestoppt werden muss.

<b>380-500 V AC</b>				
<b>FC 302 [T5]</b>	<b>Pm (HO) [kW]</b>	<b>Anzahl Bremschopper<sup>(1)</sup></b>	<b>Rmin</b>	<b>Rbr, nom.</b>
N90K	90	1	3,6	3,8
N110	110	1	3,0	3,2
N132	132	1	2,5	2,5
N160	160	1	2,0	2,0
N200	200	1	1,6	1,7
N250	250	1	1,2	1,4
P315	315	1	1,2	1,5
P355	355	1	1,2	1,3
P400	400	1	1,1	1,1
P450	450	2	0,9	1,0
P500	500	2	0,9	0,91
P560	560	2	0,8	0,82
P630	630	2	0,7	0,72
P710	710	3	0,6	0,64
P800	800	3	0,5	0,57

**Tabelle 5.9 Bremschopperdaten, 380-500 V**

$R_{min}$  = Mindestbremswiderstand, der mit diesem Frequenzumrichter verwendet werden kann. Wenn der Frequenzumrichter mehrere Bremschopper enthält, ist der Widerstandswert die Summe aller Widerstände in Parallelschaltung.

$R_{br, nom}$  = Nomineller Widerstand erforderlich für 150 % Bremsmoment.

$R_{rec}$  = Widerstandswert des empfohlenen Danfoss-Bremswiderstands.

<sup>1)</sup> Größere Frequenzumrichter enthalten mehrere Wechselrichtermodule mit je einem Bremschopper. Jeder Bremschopper sollte mit einem Widerstand gleicher Größe verbunden sein.

525-690 V AC				
FC 302 [T7]	Pm (HO) [kW]	Anzahl Bremschopper <sup>(1)</sup>	Rmin	Rbr, nom.
N55K	55	1	13,5	11,0
N75K	75	1	8,8	9,4
N90K	90	1	8,2	7,5
N110	110	1	6,6	6,2
N132	132	1	4,2	5,2
N160	160	1	4,2	4,2
N200	200	1	3,4	3,3
N250	250	1	2,3	2,8
N315	315	1	2,3	2,4
P355	355	1	2,3	2,4
P400	400	1	2,1	2,1
P500	500	1	2,0	2,0
P560	560	1	2,0	2,0
P630	630	2	1,3	1,3
P710	710	2	1,1	1,2
P800	800	2	1,1	1,1
P900	900	3	1,0	1,0
P1M0	1000	3	0,8	0,84
P1M2	1200	3	0,7	0,70
P1M4	1400	4	0,55	0,60

Tabelle 5.10 Bremschopperdaten, 525–690 V

$R_{min}$ = Mindestbremswiderstand, der mit diesem Frequenzumrichter verwendet werden kann. Wenn der Frequenzumrichter mehrere Bremschopper enthält, ist der Widerstandswert die Summe aller Widerstände in Parallelschaltung.

$R_{br, nom}$ =Nomineller Widerstand erforderlich für 150 % Bremsmoment.

$R_{rec}$ = Widerstandswert des empfohlenen Danfoss Bremswiderstands.

<sup>1)</sup> Größere Frequenzumrichter enthalten mehrere Wechselrichtermodule mit je einem Bremschopper. Jeder Bremschopper sollte mit einem Widerstand gleicher Größe verbunden sein.

### 5.2.3 Oberwellenfilter (Advanced Harmonic Filters, AHF)

Oberwellenfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberschwingungen:

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

Nähere Informationen zu Oberwellenfiltern finden Sie im *Projektierungshandbuch für Oberwellenfilter*.

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstrom [A]	Typischer Motor [kW]	VLT-Modell und Nennstromwerte [kW] [A]		Verluste		Störge- räsche [dBA]	Baugröße	
						AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
130B1446 130B1251	130B1295 130B1214	204	110	N110	204	1080	742	<75	X6	X6
130B1447 130B1258	130B1369 130B1215	251	132	N132	251	1195	864	<75	X7	X7
130B1448 130B1259	130B1370 130B1216	304	160	N160	304	1288	905	<75	X7	X7
130B3153 130B3152	130B3151 130B3136	325	Parallel schaltbar für 355 kW			1406	952	<75	X8	X7
130B1449 130B1260	130B1389 130B1217	381	200	N200	381	1510	1175	<77	X8	X7
130B1469 130B1261	130B1391 130B1228	480	250	N250	472	1852	1542	<77	X8	X8
2x130B1448 2x130B1259	2x130B1370 2x130B1216	608	315	N315	590	2576	1810	<80		

Tabelle 5.11 Oberwellenfilter 380-415 V, 50 Hz, Baugröße D

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstr om [A]	Typisch er Motor [kW]	VLT-Modell und Nennstromwe rte [kW] [A]		Verluste		Stör- geräusch e [dBA]	Baugröße	
						AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
2x130B3153 2x130B3152	2x130B3151 2x130B3136	650	355	P355	647	2812	1904	<80		
130B1448+130B1449 130B1259+130B1260	130B1370+130B1389 130B1216+130B1217	685	400	P400	684	2798	2080	<80		
2x130B1449 2x130B1260	2x130B1389 2x130B1217	762	450	P450	779	3020	2350	<80		
130B1449+130B1469 130B1260+130B1261	130B1389+130B1391 130B1217+130B1228	861	500	P500	857	3362	2717	<80		
2x130B1469 2x130B1261	2x130B1391 2x130B1228	960	560	P560	964	3704	3084	<80		
3x130B1449 3x130B1260	3x130B1389 3x130B1217	1140	630	P630	1090	4530	3525	<80		
2x130B1449+130B1469 2x130B1260+130B1261	2x130B1389+130B1391 2x130B1217+130B1228	1240	710	P710	1227	4872	3892	<80		
3x130B1469 3x130B1261	3x130B1391 3x130B1228	1440	800	P800	1422	5556	4626	<80		
2x130B1449+2x130B1469 2x130B1260+2x130B1261	2x130B1389+2x130B1391 2x130B1217+2x130B1228	1720	1000	P1000	1675	6724	5434	<80		

Tabelle 5.12 Oberwellenfilter 380-415 V, 50 Hz, Baugrößen E und F

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstrom [A]	Typischer Motor [kW]	VLT-Modell und Nennstromwerte [kW] [A]		Verluste		Stör- geräusche [dBA]	Baugröße	
						AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
130B3131 130B2869	130B3090 130B2500	204	110	N110	204	1080	743	<75	X6	X6
130B3132 130B2870	130B3091 130B2700	251	132	N132	251	1194	864	<75	X7	X7
130B3133 130B2871	130B3092 130B2819	304	160	N160	304	1288	905	<75	X8	X7
130B3157 130B3156	130B3155 130B3154	325	Parallel schaltbar für 355 kW			1406	952	<75	X8	X7
130B3134 130B2872	130B3093 130B2855	381	200	N200	381	1510	1175	<77	X8	X7
130B3135 130B2873	130B3094 130B2856	480	250	N250	472	1850	1542	<77	X8	X8
2x130B3133 2x130B2871	2x130B3092 2x130B2819	608	315	N315	590	2576	1810	<80		

Tabelle 5.13 Oberwellenfilter 380–415 V, 60 Hz, Baugröße D

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstro m [A]	Typisc her Motor [kW]	VLT-Modell/ Nenn- strom [kW] [A]		Verluste		Stör- geräusch e [dBA]	Baugröße	
						AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
2x130B3157 2x130B3156	2x130B3155 2x130B3154	650	315	P355	647	2812	1904	<80		
130B3133+130B3134 130B2871+130B2872	130B3092+130B3093 130B2819+130B2855	685	355	P400	684	2798	2080	<80		
2x130B3134 2x130B2872	2x130B3093 2x130B2855	762	400	P450	779	3020	2350	<80		
130B3134+130B3135 130B2872+130B3135	130B3093+130B3094 130B2855+130B2856	861	450	P500	857	3362	2717	<80		
2x130B3135 2x130B2873	2x130B3094 2x130B2856	960	500	P560	964	3704	3084	<80		
3x130B3134 3x130B2872	3x130B3093 3x130B2855	1140	560	P630	1090	4530	3525	<80		
2x130B3134+130B3135 2x130B2872+130B2873	2x130B3093+130B3094 2x130B2855+130B2856	1240	630	P710	1227	4872	3892	<80		
3x130B3135 3x130B2873	3x130B3094 3x130B2856	1440	710	P800	1422	5556	4626	<80		
2x130B3134+2x130B3135 2x130B2872+2x130B2873	2x130B3093+2x130B3094 2x130B2855+2x130B2856	1722	800	P1M0	1675	6724	5434	<80		

Tabelle 5.14 Oberwellenfilter 380–415 V, 60 Hz, Baugrößen E und F

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstrom [A]	Typischer Motor [PS]	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Stör- geräusche [dBA]	Baugröße	
				[PS]	[A]	AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
130B1799 130B1764	130B1782 130B1496	183	150	N110	183	1080	743	<75	X6	X6
130B1900 130B1765	130B1783 130B1497	231	200	N132	231	1194	864	<75	X7	X7
130B2200 130B1766	130B1784 130B1498	291	250	N160	291	1288	905	<75	X8	X7
130B2257 130B1768	130B1785 130B1499	355	300	N200	348	1406	952	<75	X8	X7
130B3168 130B3167	130B3166 130B3165	380	Für Parallelschaltung bei 355 kW			1510	1175	<77	X8	X7
130B2259 130B1769	130B1786 130B1751	436	350	N250	436	1852	1542	<77	X8	X8
130B1900+ 130B2200 130B1765+ 130B1766	130B1783+ 130B1784 130B1497+ 130B1498	522	450	N315	531	2482	1769	<80		

**5**

Tabelle 5.15 Oberwellenfilter 440–480 V, 60 Hz, Baugröße D

Kennziffer AHF005 IP00/IP20	Kennziffer AHF010 IP00/IP20	Filter- nennstro m [A]	Typisc her Motor [PS]	VLT-Modell/ Nenn- strom		Verluste		Stör- geräusch e [dBA]	Baugröße	
				[kW]	[A]	AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
2x130B2200 2x130B1766	2x130B1784 2x130B1498	582	500	P355	580	2576	1810	<80		
130B2200+130B3166 130B1766+130B3167	130B1784+130B3166 130B1498+130B3165	671	550	P400	667	2798	2080	<80		
2x130B2257 2x130B1768	2x130B1785 2x130B1499	710	600	P450	711	2812	1904	<80		
2x130B3168 2x130B3167	2x130B3166 2x130B3165	760	650	P500	759	3020	2350	<80		
2x130B2259 2x130B1769	2x130B1786 2x130B1751	872	750	P560	867	3704	3084	<80		
3x130B2257 3x130B1768	3x130B1785 3x130B1499	1065	900	P630	1022	4218	2856	<80		
3x130B3168 3x130B3167	3x130B3166 3x130B3165	1140	1000	P710	1129	4530	3525	<80		
3x130B2259 3x130B1769	3x130B1786 3x130B1751	1308	1200	P800	1344	5556	4626	<80		
2x130B2257+2x130B2259 2x130B1768+2x130B1768	2x130B1785+2x130B1785 +2x130B1786 2x130B1499+2x130B1751	1582	1350	P1M0	1490	6516	5988	<80		

Tabelle 5.16 Oberwellenfilter 440–480 V, 60 Hz, Baugrößen E und F

Kennziffer AHF005 IP00/ IP20	Kennziffer AHF010 IP00/ IP20	Filter- nennstro m	Typischer Motor	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Stör- geräusch e	Baugröße	
		50 Hz				AHF005	AHF010			
		[A]				[PS]	[kW]			
130B5269 130B5254	130B5237 130B5220	87	75	N75K	85	962	692	<72	X6	X6
130B5270 130B5255	130B5238 130B5221	109	100	N90K	106	1080	743	<72	X6	X6
130B5271 130B5256	130B5239 130B5222	128	125	N110	124	1194	864	<72	X6	X6
130B5272 130B5257	130B5240 130B5223	155	150	N132	151	1288	905	<72	X7	X7
130B5273 130B5258	130B5241 130B5224	197	200	N160	189	1406	952	<72	X7	X7
130B5274 130B5259	130B5242 130B5225	240	250	N200	234	1510	1175	<75	X8	X8
130B5275 130B5260	130B5243 130B5226	296	300	N250	286	1852	1288	<75	X8	X8
2x130B5273 2x130B5258	130B5244 130B5227	366	350	N315	339	2812	1542	<75		X8
2x130B5273 2x130B5258	130B5245 130B5228	395	400	N400	395	2812	1852	<75		X8

Tabelle 5.17 Oberwellenfilter, 600 V, 60 Hz

Kennziffer AHF005 IP00/ IP20	Kennziffer AHF010 IP00/ IP20	Filter Nenn- strom	Typischer Motor	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Stör- geräusch e	Baugröße	
		50 Hz				AHF005	AHF010			
		[A]				[PS]	[kW]			
2x130B5274 2x130B5259	2x130B5242 2x130B5225	480	500	P500	482	3020	2350			
2x130B5275 2x130B5260	2x130B5243 2x130B5226	592	600	P560	549	3704	2576			
3x130B5274 3x130B5259	2x130B5244 2x130B5227	732	650	P630	613	4530	3084			
3x130B5274 3x130B5259	2x130B5244 2x130B5227	732	750	P710	711	4530	3084			
3x130B5275 3x130B5260	3x130B5243 3x130B5226	888	950	P800	828	5556	3864			
4x130B5274 4x130B5259	3x130B5244 3x130B5227	960	1050	P900	920	6040	4626			
4x130B5275 4x130B5260	3x130B5244 3x130B5227	1098	1150	P1M0	1032	7408	4626			
	4x130B5244 4x130B5227	1580	1350	P1M2	1227		6168			

Tabelle 5.18 Oberwellenfilter, 600 V, 60 Hz

Kennziffer AHF005 IP00/IP20	Kennziffer AHF010 IP00/IP20	Filter- nennstrom	VLT-Modell und Nennstromwerte						Verluste		Stör- geräusche	Baugröße	
			50 Hz	Typische Motorgröße	500-550 V		Typische Motorgröße	551-690 V		AHF005		AHF010	[dBA]
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]	[W]			
130B5024	130B5325	77	45	N55K	71	75	N75K	76	841	488	<72	X6	X6
130B5169	130B5287												
130B5025	130B5326	87	55	N75K	89				962	692	<72	X6	X6
130B5170	130B5288												
130B5026	130B5327	109	75	N90K	110	90	N90K	104	1080	743	<72	X6	X6
130B5172	130B5289												
130B5028	130B5328	128	90	N110	130	110	N110	126	1194	864	<72	X6	X6
130B5195	130B5290												
130B5029	130B5329	155	110	N132	158	132	N132	150	1288	905	<72	X7	X7
130B5196	130B5291												
130B5042	130B5330	197	132	N160	198	160	N160	186	1406	952	<72	X7	X7
130B5197	130B5292												
130B5066	130B5331	240	160	N200	245	200	N200	234	1510	1175	<75	X8	X7
130B5198	130B5293												
130B5076	130B5332	296	200	N250	299	250	N250	280	1852	1288	<75	X8	X8
130B5199	130B5294												
2x130B5042	130B5333	366	250	N315	355	315	N315	333	2812	1542			X8
2x130B5197	130B5295												
2x130B5042	130B5334	395	315	N355	381	400			2812	1852			X8
130B5042 +130B5066	130B5330 +130B5331	437	355	N400	413	500	N400	395	2916	2127			
130B5197 +130B5198	130B5292 +130B5293												

Tabelle 5.19 Oberwellenfilter, 500-690 V, 50 Hz

Kennziffer AHF005 IP00/IP20	Kennziffer AHF010 IP00/IP20	Filter- nennstrom	VLT-Modell und Nennstromwerte						Verluste		Stör- geräusche	Baugröße	
			50 Hz	Typische Motorggröße	500-550 V		Typische Motorggröße	551-690 V		AHF005		AHF010	AHF005
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]		
130B5066 +130B5076	130B5331 +130B5332	536	400	P450	504	560	P500	482	3362	2463			
130B5198 +130B5199	130B5292 +130B5294												
2 x130B5076 2 x130B5199	2x130B5332 2x130B5294	592	450	P500	574	630	P560	549	3704	2576			
130B5076 +2x130B5042	130B5332 +130B5333	662	500	P560	642	710	P630	613	4664	2830			
130B5199 +2x130B5197	130B5294 +130B5295												
4x130B5042 4x130B5197	2x130B5333 2x130B5295	732	560	P630	743	800	P710	711	5624	3084			
3x130B5076 3x130B5199	3x130B5332 3x130B5294	888	670	P710	866	900	P800	828	5556	3864			
2x130B5076 +2x130B5042	2x130B5332 +130B5333	958	750	P800	962	1000	P900	920	6516	4118			
2x130B5199 +2x130B5197	2x130B5294 +130B5295												
6x130B5042 6x130B5197	3x130B5333 3x130B5295	1098	850	P1M0	1079		P1M0	1032	8436	4626			

Tabelle 5.20 Oberwellenfilter, 500-690 V, 50 Hz

## 5.2.4 Sinusfiltermodule, 380–690 V AC

400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz		Baugröße	Filterbestellnummer	
[kW]	[A]	[PS]	[A]	[kW]	[A]		IP00	IP23
90	177	125	160	110	160	D1h/D3h/D5h/D6h	130B3182	130B3183
110	212	150	190	132	190	D1h/D3h/D5h/D6h	130B3184	130B3185
132	260	200	240	160	240	D1h/D3h/D5h/D6h, D13		
160	315	250	302	200	302	D2h/D4h, D7h/D8h, D13	130B3186	130B3187
200	395	300	361	250	361	D2h/D4h, D7h/D8h, D13		
250	480	350	443	315	443	D2h/D4h, D7h, D8h, D13, E9, F8/F9	130B3188	130B3189
315	600	450	540	355	540	E1/E2, E9, F8/F9	130B3191	130B3192
355	658	500	590	400	590	E1/E2, E9, F8/F9		
400	745	600	678	500	678	E1/E2, E9, F8/F9	130B3193	130B3194
450	800	600	730	530	730	E1/E2, E9, F8/F9		
450	800	600	730	530	730	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3186	2X130B3187
500	880	650	780	560	780	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3188	2X130B3189
560	990	750	890	630	890	F1/F3, F10/F11, F18		
630	1120	900	1050	710	1050	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3191	2X130B3192
710	1260	1000	1160	800	1160	F1/F3, F10/F11, F18		
710	1260	1000	1160	800	1160	F2/F4, F12/F13	3X130B3188	3X130B3189
800	1460					F2/F4, F12/F13		
		1200	1380	1000	1380	F2/F4, F12/F13	3X130B3191	3X130B3192
1000	1720	1350	1530	1100	1530	F2/F4, F12/F13		

Tabelle 5.21 Sinusfiltermodule, 380-500 V

525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz		Baugröße	Filterbestellnummer	
[kW]	[A]	[PS]	[A]	[kW]	[A]		IP00	IP23
45	76	60	73	55	73	D1h/D3h/D5h/D6h	130B4116	130B4117
55	90	75	86	75	86	D1h/D3h/D5h/D6h	130B4118	130B4119
75	113	100	108	90	108	D1h/D3h/D5h/D6h	130B4118	130B4119
90	137	125	131	110	131	D1h/D3h/D5h/D6h	130B4121	130B4124
110	162	150	155	132	155	D1h/D3h/D5h/D6h		
132	201	200	192	160	192	D2h/D4h, D7h/D8h	130B4125	130B4126
160	253	250	242	200	242	D2h/D4h, D7h/D8h		
200	303	300	290	250	290	D2h/D4h, D7h/D8h	130B4129	130B4151
250	360	350	344	315	344	D2h/D4h, D7h/D8h, F8/F9		
		350	344	355	380	F8/F9	130B4152	130B4153
315	429	400	400	400	410	F8/F9		
		400	410			E1/E2, F8/F9	130B4154	130B4155
355	470	450	450	450	450	E1/E2, F8/F9		
400	523	500	500	500	500	E1/E2, F8/F9		
450	596	600	570	560	570	E1/E2, F8/F9	130B4156	130B4157
500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9		
500	659			630	630	F1/F3, F10/F11	2X130B4129	2X130B4151
		650	630			F1/F3, F10/F11	2X130B4152	2X130B4153
560	763	750	730	710	730	F1/F3, F10/F11		
670	889	950	850	800	850	F1/F3, F10/F11	2X130B4154	2X130B4155
750	988	1050	945	900	945	F1/F3, F10/F11		
750	988	1050	945	900	945	F2/F4, F12/F13	3X130B4152	3X130B4153
850	1108	1150	1060	1000	1060	F2/F4, F12/F13		
1000	1317	1350	1260	1200	1260	F2/F4, F12/F13	3X130B4154	3X130B4155

Tabelle 5.22 Sinusfiltermodule 525–690 V

### HINWEIS

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

Siehe auch *Projektierungshandbuch Oberwellenfilter*.

## 5.2.5 du/dt-Filter

Typische Anwendungsnennwerte						Gerätebaugröße	Filterbestellnummer	
380-500 V [T5]							IP00	IP23
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz				
kW	A	HP	A	kW	A			
90	177	125	160	110	160	D1h/D3h/D5h/D6h	130B2847	130B2848
110	212	150	190	132	190	D1h/D3h/D5h/D6h		
132	260	200	240	160	240	D1h/D3h, D2h/D4h, D13		
160	315	250	302	200	302	D2h/D4h, D7h/D8h, D13	130B2849	130B3850
200	395	300	361	250	361	D2h/D4h, D7h/D8h, D13		
250	480	350	443	315	443	D2h/D4h, D7h/D8h, D11 E1/E2, E9, F8/F9	130B2851	130B2852
315	600	450	540	355	540	E1/E2, E9, F8/F9		
355	658	500	590	400	590	E1/E2, E9, F8/F9		
						E1/E2, F8/F9	130B2853	130B2854
						E1/E2, F8/F9		
400	745	600	678	500	678	E1/E2, E9, F8/F9		
450	800	600	730	530	730	E1/E2, E9, F8/F9	2x130B28492	2x130B28502
						E1/E2, F8/F9		
450	800	600	730	530	730	F1/F3, F10/F11, F18		
500	880	650	780	560	780	F1/F3, F10/F11, F18	2x130B2851	2x130B2852
						F1/F3, F10/F11		
560	990	750	890	630	890	F1/F3, F10/F11, F18		
630	1120	900	1050	710	1050	F1/F3, F10/F11, F18	2x130B2851	2x130B2852
710	1260	1000	1160	800	1160	F1/F3, F10/F11, F18		
						F1/F3, F10/F11		
710	1260	1000	1160	800	1160	F2/F4, F12/F13	3x130B2849	3x130B2850
						F2/F4, F12/F13	3x130B2851	3x130B2852
800	1460	1200	1380	1000	1380	F2/F4, F12/F13		
1000	1720	1350	1530	1100	1530	F2/F4, F12/F13		
						F2/F4, F12/F13	3x130B2853	3x130B2854

Tabelle 5.23 dU/dt Filter Bestellnummern für 380-500 V

Typische Anwendungsnennwerte						Gerätebaugröße	Filterbestellnummer	
525-690 V [T7]							IP00	IP23
525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz				
kW	A	HP	A	kW	A			
45	76	60	73	55	73	D1h/D3h, D5h/D6h	130B2841	130B2842 (IP20)
55	90	75	86	75	86	D1h/D3h, D5h/D6h		
75	113	100	108	90	108	D1h/D3h, D5h/D6h	130B2844	130B2845 (IP20)
90	137	125	131			D1h/D3h, D5h/D6h		
110	162	150	155	110	131	D1h/D3h, D5h/D6h	130B2847	130B2848
132	201	200	192	132	155	D1h/D3h, D2h/D4h, D13		
		250	242	160	192	D2h/D4h, D7h/D8h, D13	130B2849	130B3850
160	253			200	242	D2h/D4h, D7h/D8h, D13		
200	303	300	290	250	290	D2h/D4h, D7h/D8h, D11 E9, F8/F9	130B2851	130B2852
250	360	350	344	315	344	D2h/D4h, D7h/D8h, E9, F8/F9		
300	395	400	410	355	380	D2h/D4h, D7h/D8h, E9, F8/F9		
315	429	450	450	400	410	D2h/D4h, D7h/D8h, E1/E2, F8/F9		
				450	450	E1/E2, F8/F9	130B2853	130B2854
400	523	500	500	500	500	E1/E2, E9, F8/F9		
450	596	600	570	560	570	E1/E2, E9, F8/F9		
500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9		
						F1/F3, F10/F11, F18	2x130B28492	2x130B28502
500	659	650	630			F1/F3, F10/F11, F18		
				630 <sup>2</sup>	630 <sup>2</sup>	F1/F3, F10/F11	2x130B2851	2x130B2852
560	763	750	730	710	730	F1/F3, F10/F11, F18		
670	889	950	850	800	850	F1/F3, F10/F11, F18	2x130B2851	2x130B2852
750	988	1050	945			F1/F3, F10/F11, F18		
				900	945	F1/F3, F10/F11	2x130B2853	2x130B2854
750	988	1050	945			F2/F4, F12/F13	3x130B2849	3x130B2850
				900	945	F2/F4, F12/F13	3x130B2851	3x130B2852
850	1108	1150	1060	1000	1060	F2/F4, F12/F13		
1000	1317	1350	1260	1200	1260	F2/F4, F12/F13		
1100	1479	1550	1415	1400	1415	F2/F4, F12/F13	3x130B2853	3x130B2854

Tabelle 5.24 Bestellnummern für du/dt-Filter für 525-690 V

### HINWEIS

Siehe auch das *Projektierungshandbuch Oberwellenfilter*.

5

## 6 Mechanische Installation

### 6.1 Vor der Aufstellung

#### **HINWEIS**

Es ist wichtig, die Aufstellung des Frequenzumrichters zu planen. Wird dies unterlassen, kann dies zu zusätzlicher Arbeit während und nach der Montage führen.

Wählen Sie den optimalen Aufstellungsort unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren:

- Umgebungstemperatur während des Betriebs
- Installationsmethode
- Verfahren zur Kühlung des Frequenzumrichters
- Position des Frequenzumrichters
- Kabelverlegung
- Stellen Sie sicher, dass die Energieversorgung 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 das notwendige Schaltvermögen haben.

Detailliertere Informationen entnehmen Sie den folgenden Seiten in diesem Kapitel.

#### 6.1.1 Lieferung des Frequenzumrichters

Stellen Sie beim Empfang des Frequenzumrichters sicher, dass die Verpackung unbeschädigt ist, und achten Sie auf eventuelle Transportschäden am Gerät. Wenden Sie sich bei Beschädigung sofort an das Transportunternehmen, um Schadensersatzansprüche geltend zu machen.

Überprüfen Sie ebenso das in *Abbildung 6.1* abgebildete Typenschild und vergewissern Sie sich, dass die Bestellung mit den Typenschilddaten übereinstimmt.

<b>VLT</b> ® Automation Drive www.danfoss.com	
T/C: FC-302N200T5E54H2XGC7XXSXXXXA0BXCXXXXDX P/N: 134F9807 S/N: 123456H123	
200 kW / 300 HP, High Overload IN: 3x380-500V 50/60Hz 381/348A OUT: 3x0-Vin 0-590Hz 395/361A	
250 kW / 350 HP, Normal Overload IN: 3x380-500V 50/60Hz 463/427A OUT: 3x0-Vin 0-590Hz 480/443A	
Type 12/ IP54 Tamb. 45° C/113° F at Full Output Current Max Tamb. 55° C/131° F w/Output Current Derating	
SCCR 100 kA at UL Voltage range 460-500V ASSEMBLED IN USA	
 Listed 36U0 E70524 Ind. contr. Eq. UL Voltage range 380-480 V	
CAUTION: See manual for special condition / prefuses Voir manuel de conditions speciales / fusibles	
WARNING: Stored charge, wait 20 min. Charge residuelle, attendez 20 min.	

Abbildung 6.1 Typenschild

#### 6.1.2 Transportieren und Auspacken des Frequenzumrichters

Platzieren Sie den Frequenzumrichter vor dem Auspacken so nah wie möglich am endgültigen Aufstellungsort. Entfernen Sie die Transportverpackung und lassen Sie den Frequenzumrichter so lange wie möglich auf der Palette stehen.

### 6.1.3 Heben

Heben Sie den Frequenzumrichter an den dafür vorgesehenen Hebeösen an. Verwenden Sie bei allen Geräten der Baugröße E2 (IP00) eine Traverse, um ein Verbiegen der Hebeösen des Frequenzumrichters zu vermeiden.

Die folgenden Abbildungen zeigen die empfohlenen Hebeverfahren für die verschiedenen Gerätebaugrößen. Neben *Abbildung 6.4*, *Abbildung 6.5* und *Abbildung 6.6* ist auch das Heben der Baugröße F mit einer Traverse zulässig.

#### **⚠️ WARNUNG**

Die Traverse muss dem Gewicht des Frequenzumrichters standhalten können. Siehe *Kapitel 6.1.4 Abmessungen* für das Gewicht der verschiedenen Gerätebaugrößen. Der maximale Durchmesser der Stange beträgt 2,5 cm. Der Winkel zwischen FU-Oberkante und Hubseil sollte mindestens 60° betragen.

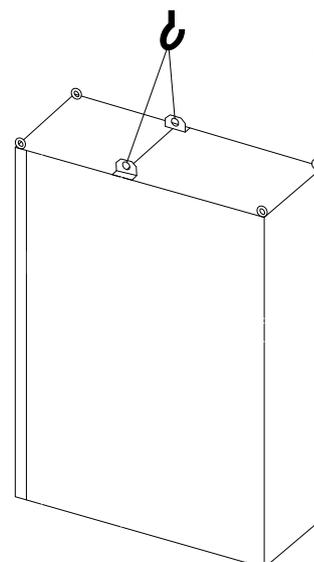


Abbildung 6.4 Empfohlenes Hebeverfahren für die Baugrößen F1, F2, F9 und F10

6

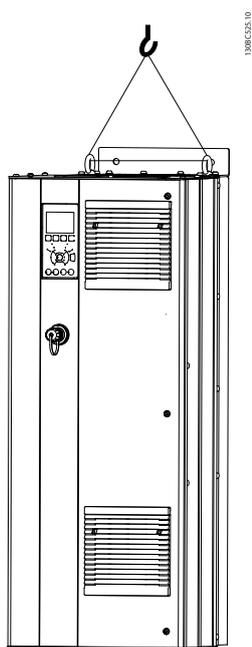


Abbildung 6.2 Empfohlenes Hebeverfahren für Baugröße D

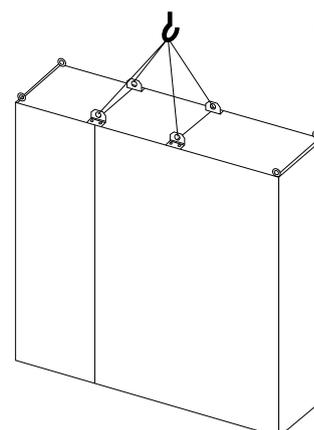


Abbildung 6.5 Empfohlenes Hebeverfahren für die Baugrößen F3, F4, F11, F12 und F13

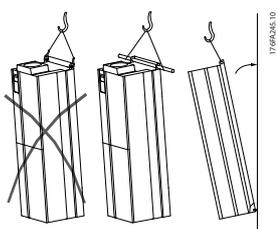


Abbildung 6.3 Empfohlenes Hebeverfahren für Baugröße E

6

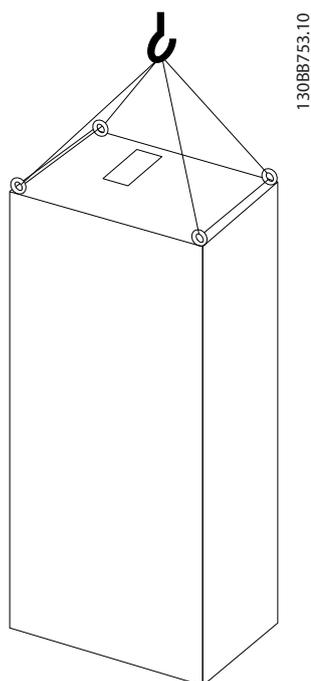
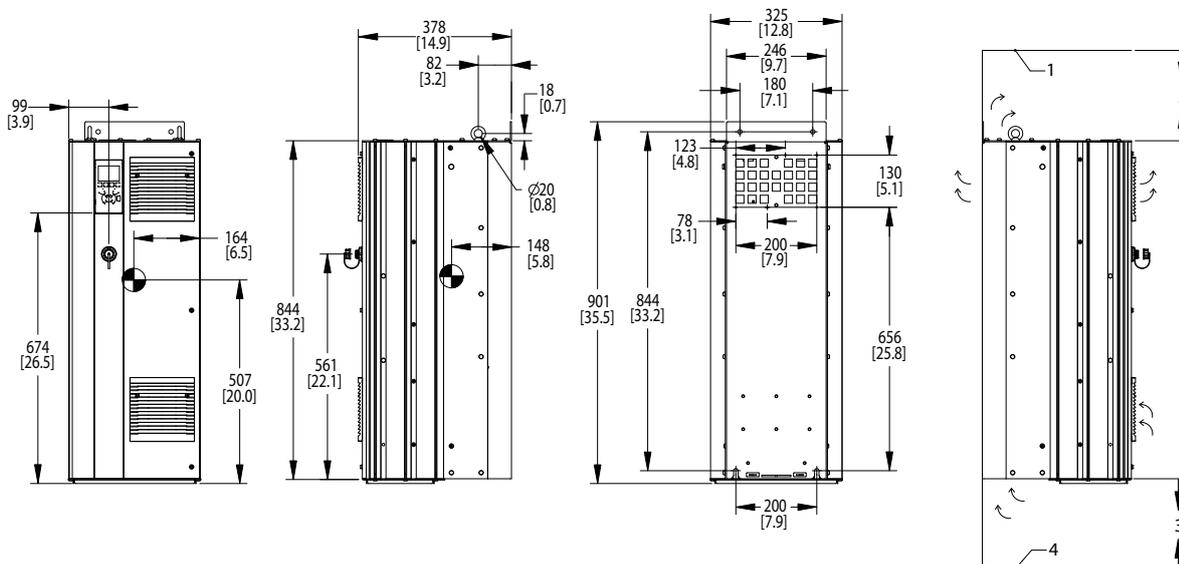


Abbildung 6.6 Empfohlenes Hebeverfahren für Baugröße F8

### **HINWEIS**

Der Sockel ist getrennt verpackt und im Lieferumfang enthalten. Montieren Sie den Frequenzumrichter in seiner endgültigen Position auf dem Sockel. Der Sockel gewährleistet eine ordnungsgemäße Luftzirkulation und Kühlung zum Frequenzumrichter. Siehe Kapitel 6.2.13 Sockelaufstellung bei Baugröße F.

6.1.4 Abmessungen



130BC515.11

6

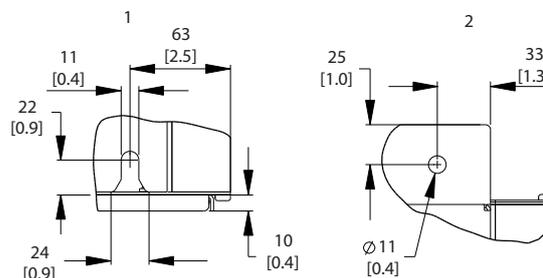
Abbildung 6.7 Abmessungen, D1h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm
3	Abstand Einlass min. 225 mm
4	Boden

Tabelle 6.1 Legende zu *Abbildung 6.7*

**HINWEIS**

Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Deckenabstand von mindestens 100 mm einzuhalten.



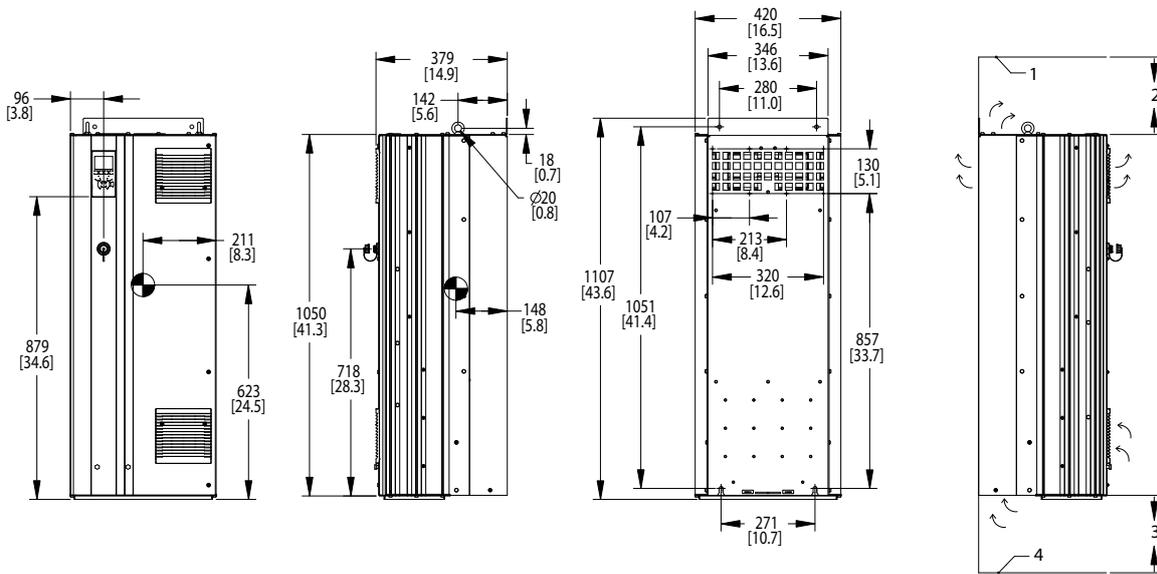
130BD514.10

Abbildung 6.8 Detail Abmessungen, D1h

1	Detail des unteren Befestigungsschlitzes
2	Detail des oberen Befestigungspunkts

Tabelle 6.2 Legende zu *Abbildung 6.8*

6



130BC516.11

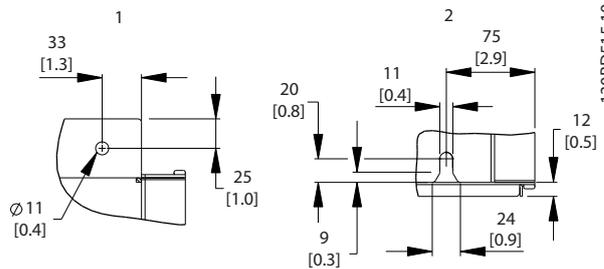
Abbildung 6.9 Abmessungen, D2h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm
3	Abstand Einlass min. 225 mm
4	Boden

Tabelle 6.3 Legende zu *Abbildung 6.9*

**HINWEIS**

Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Deckenabstand von mindestens 100 mm einzuhalten.

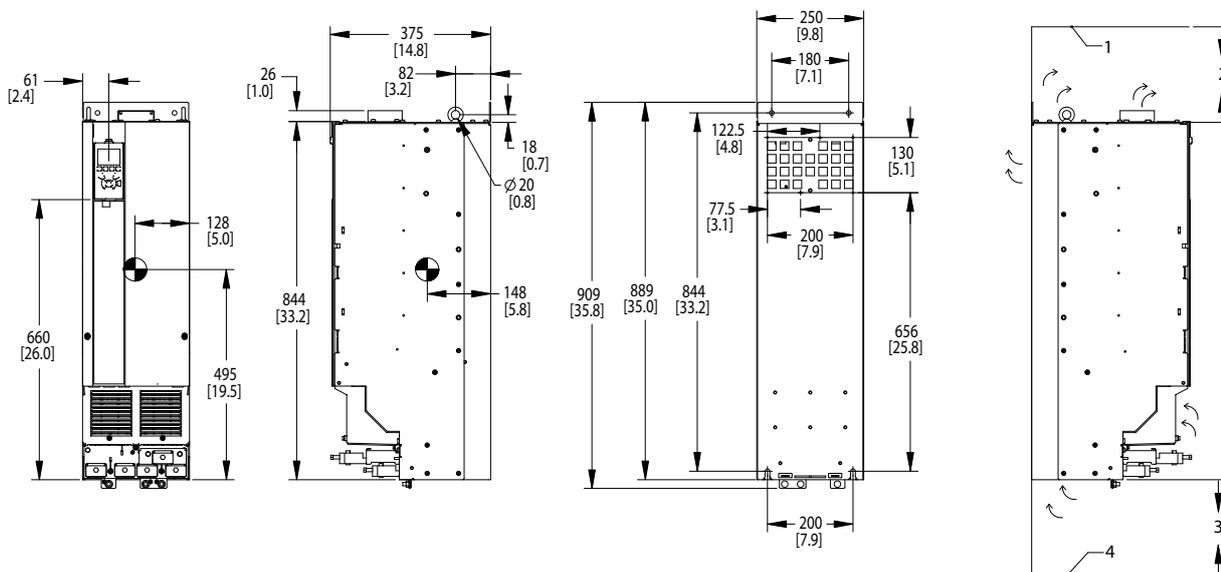


130BD515.10

Abbildung 6.10 Detail Abmessungen, D2h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 6.4 Legende zu *Abbildung 6.10*



1308C517.11

6

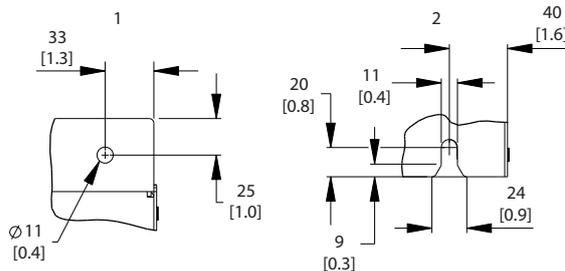
Abbildung 6.11 Abmessungen, D3h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm
3	Abstand Einlass min. 225 mm
4	Boden

Tabelle 6.5 Legende zu *Abbildung 6.11*

**HINWEIS**

Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Deckenabstand von mindestens 100 mm einzuhalten.



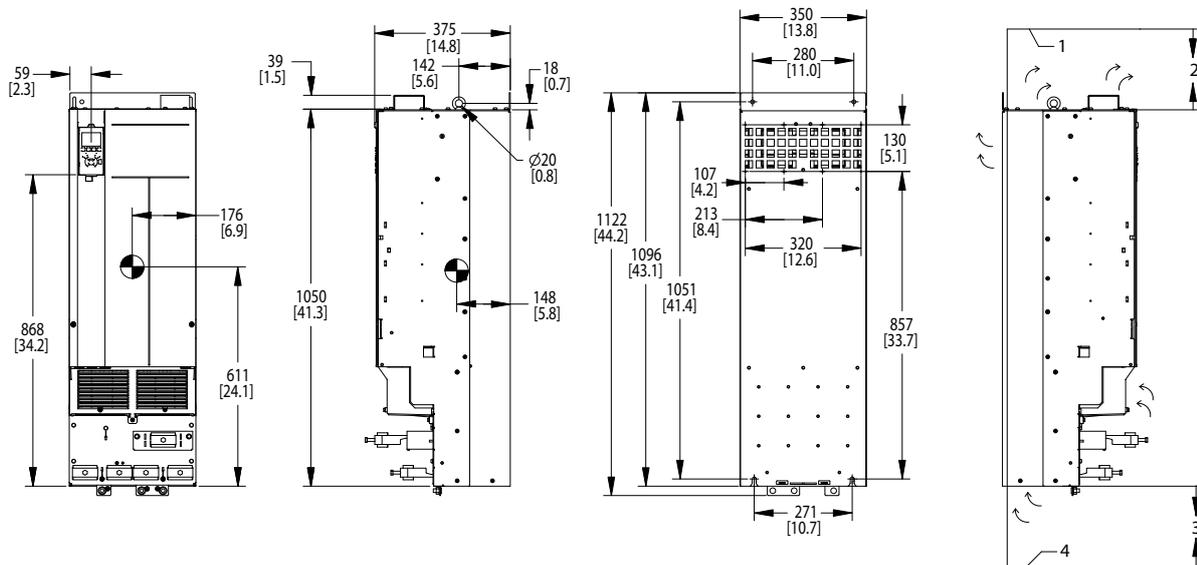
1308D517.10

Abbildung 6.12 Detail Abmessungen, D3h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 6.6

6



130BC518.11

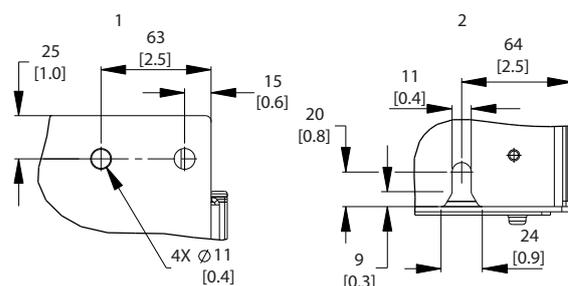
Abbildung 6.13 Abmessungen, D4h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm
3	Abstand Einlass min. 225 mm
4	Boden

Tabelle 6.7 Legende zu *Abbildung 6.13*

**HINWEIS**

Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Deckenabstand von mindestens 100 mm einzuhalten.

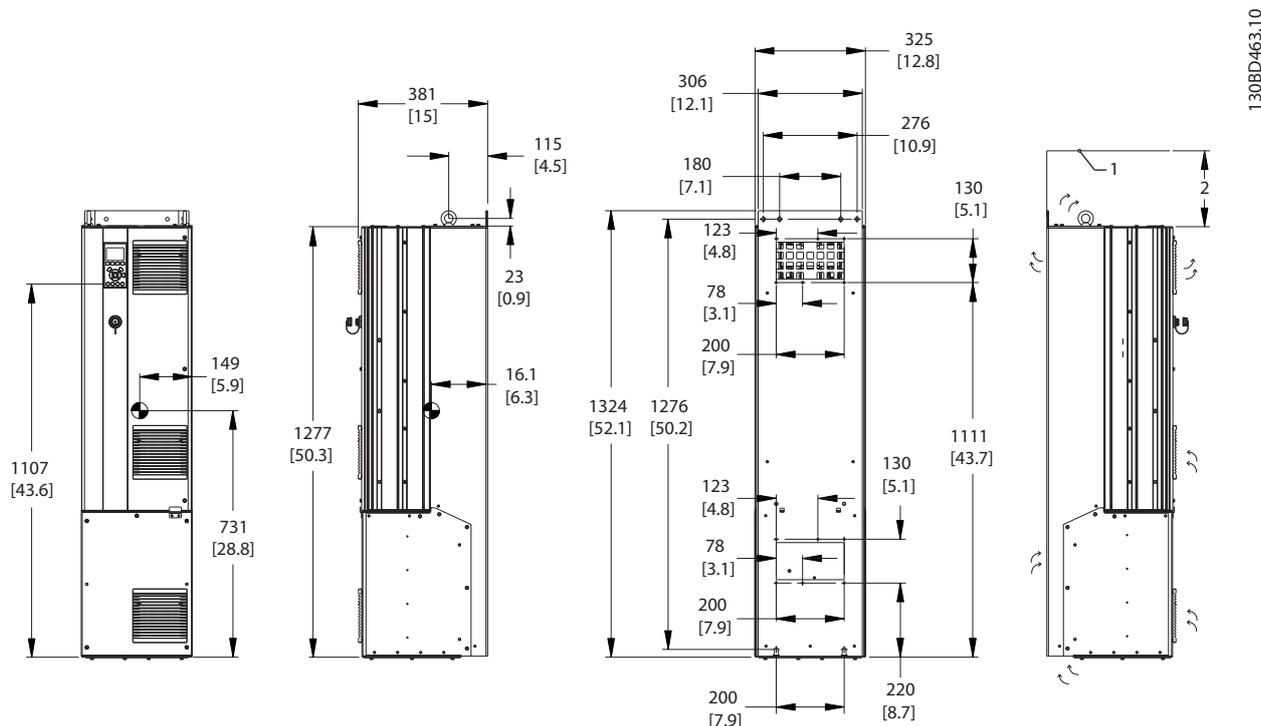


130BD518.10

Abbildung 6.14 Detail Abmessungen, D4h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 6.8 Legende zu *Abbildung 6.14*



130BD463:10

6

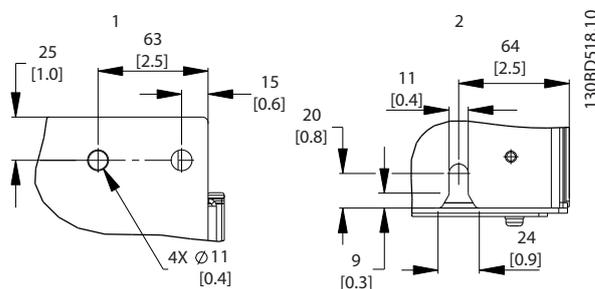
Abbildung 6.15 Abmessungen, D5h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm

Tabelle 6.9 Legende zu *Abbildung 6.15*

**HINWEIS**

Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Deckenabstand von mindestens 100 mm einzuhalten.



130BD518:10

Abbildung 6.16 Detail Abmessungen, D5h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 6.10 Legende zu *Abbildung 6.16*

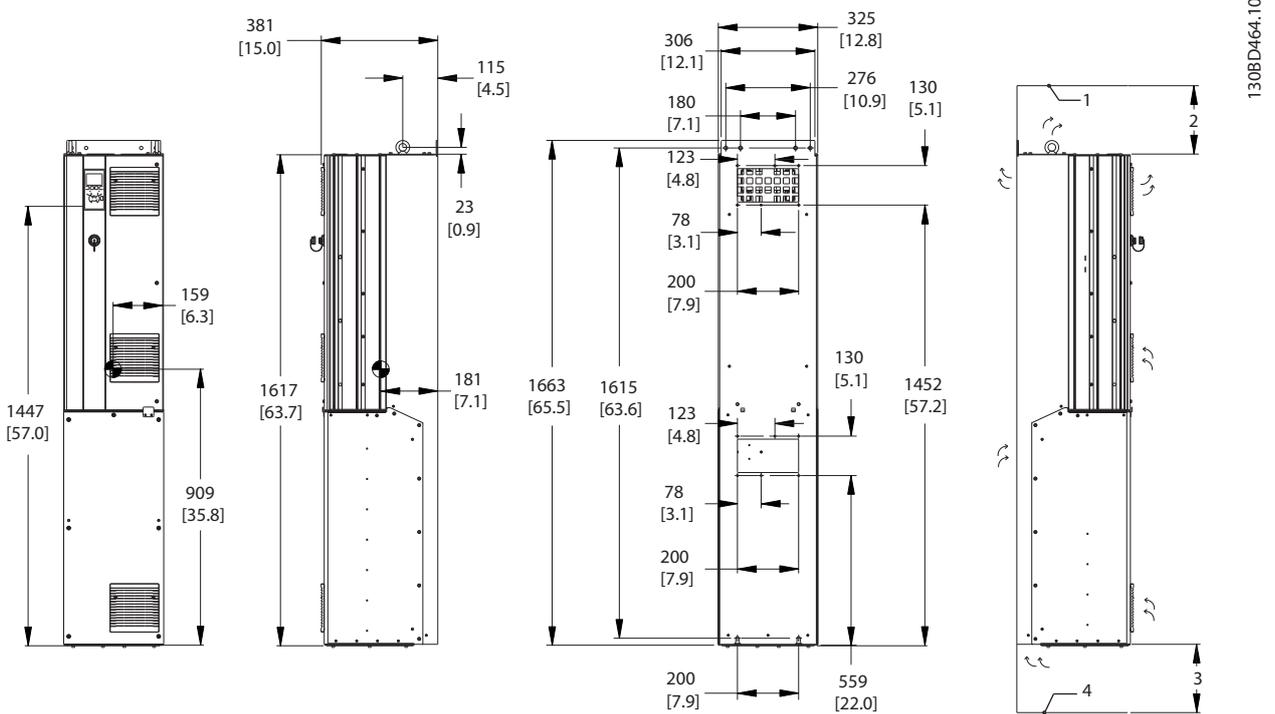


Abbildung 6.17 Abmessungen, D6h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm
3	Abstand Einlass min. 225 mm
4	Boden

Tabelle 6.11 Legende zu *Abbildung 6.17*

**HINWEIS**

Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Deckenabstand von mindestens 100 mm einzuhalten.

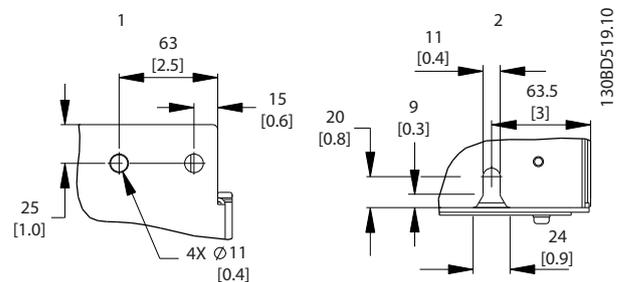


Abbildung 6.18 Detail Abmessungen, D6h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 6.12 Legende zu *Abbildung 6.18*

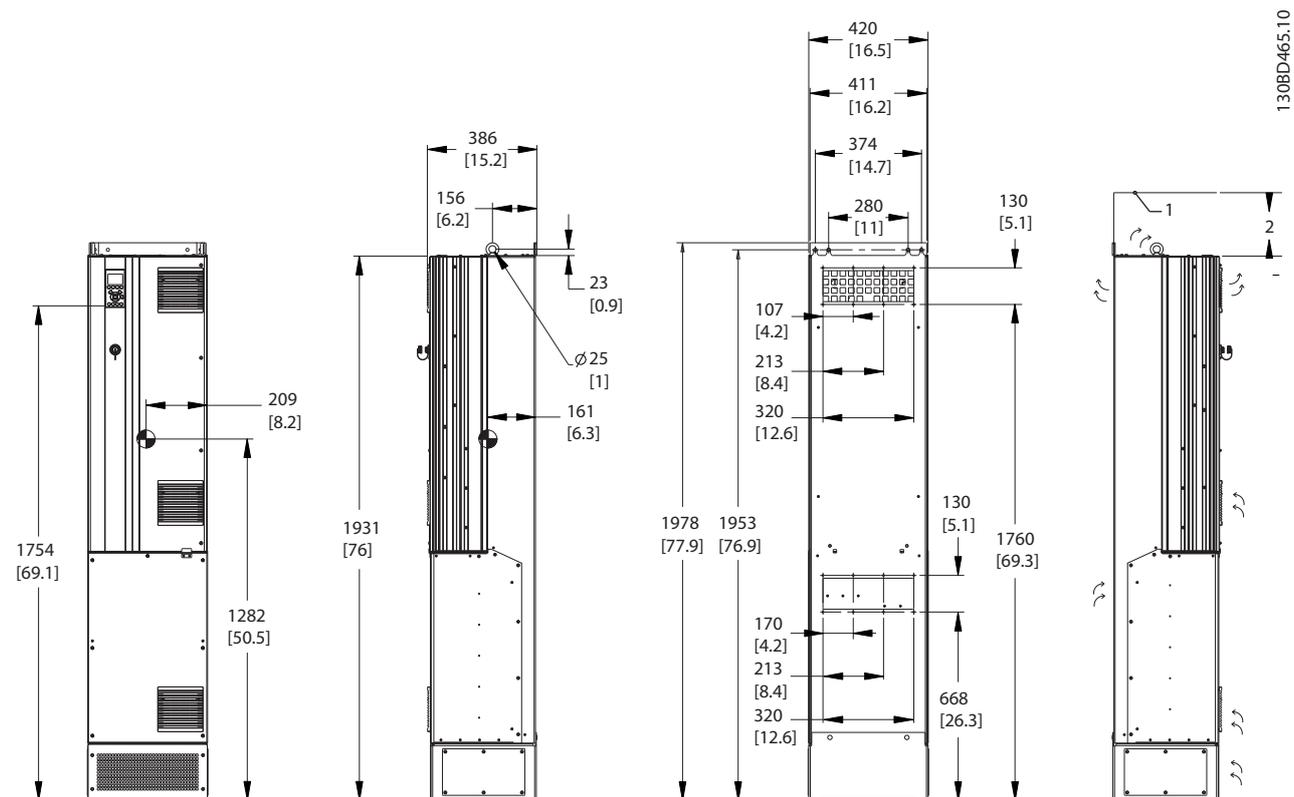


Abbildung 6.19 Abmessungen, D7h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm

Tabelle 6.13 Legende zu *Abbildung 6.19*

**HINWEIS**

Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Deckenabstand von mindestens 100 mm einzuhalten.

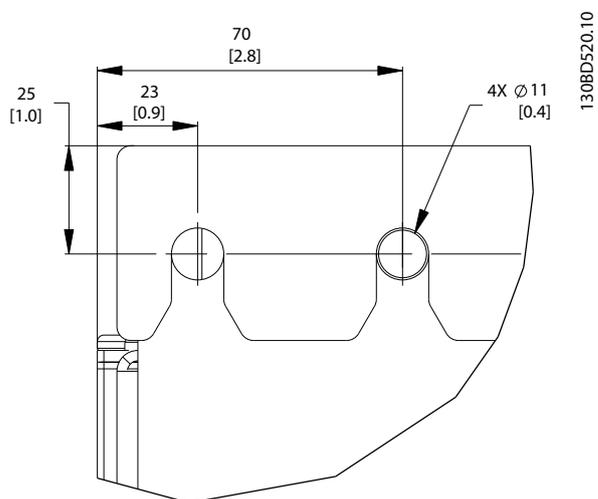


Abbildung 6.20 Detail der Abmessung des oberen Befestigungspunkts, D7h

6

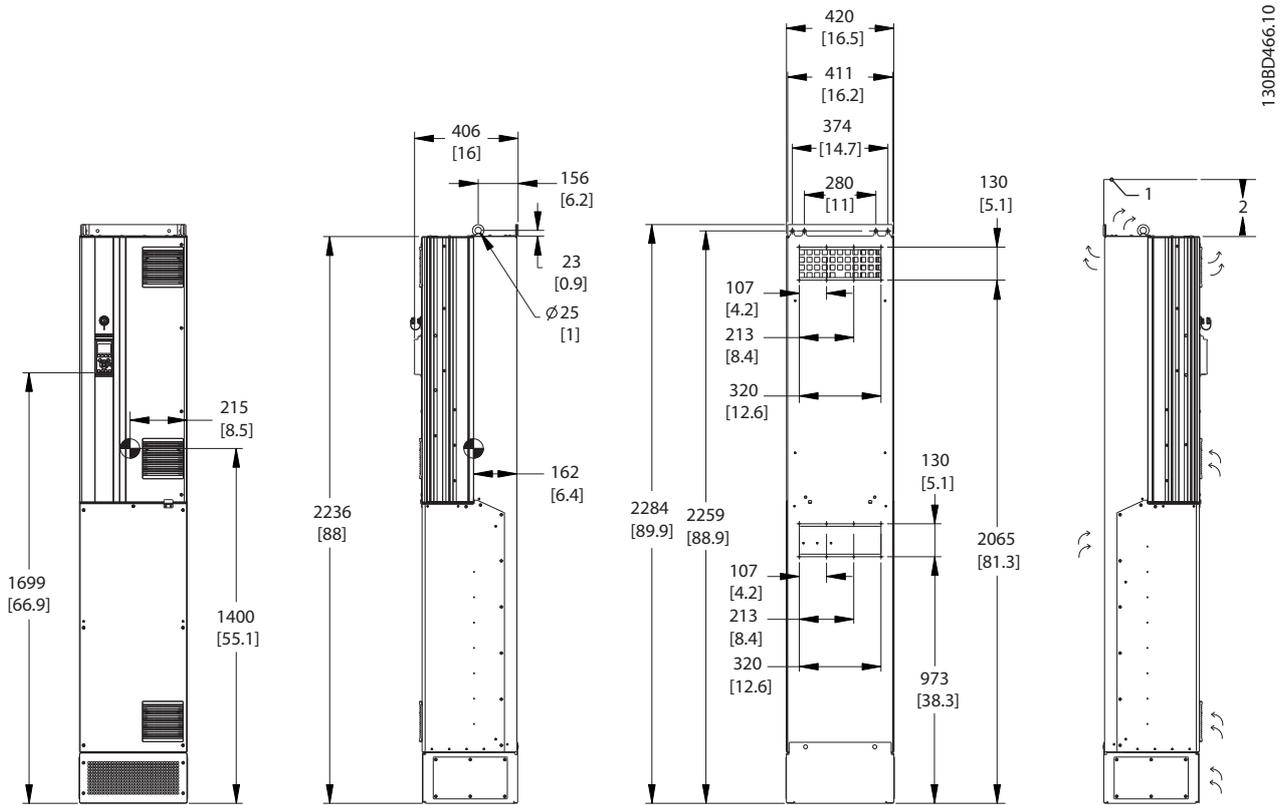


Abbildung 6.21 Abmessungen, D8h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm

Tabelle 6.14 Legende zu *Abbildung 6.21*

**HINWEIS**

Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Deckenabstand von mindestens 100 mm einzuhalten.

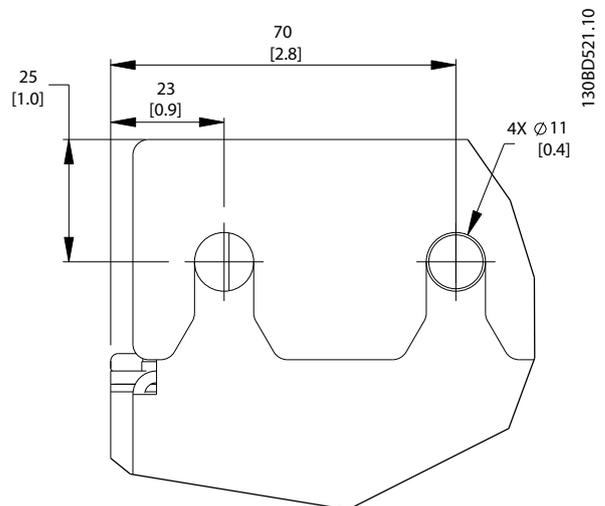
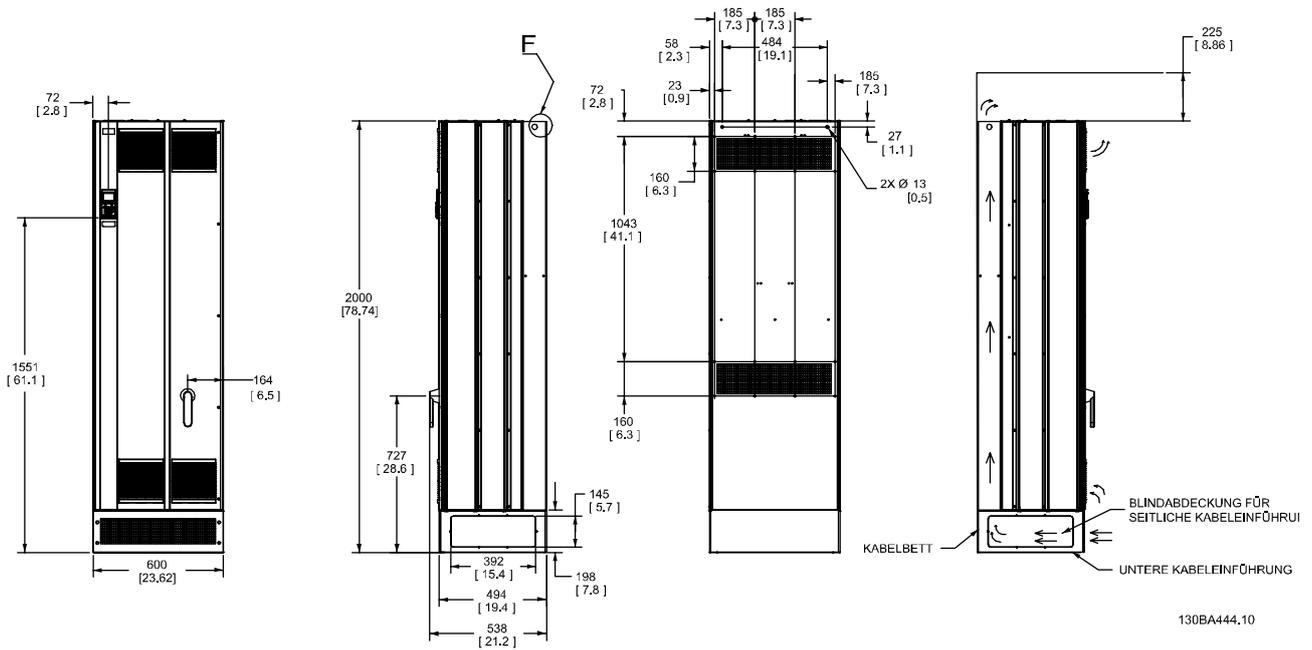


Abbildung 6.22 Detail der Abmessung des oberen Befestigungspunkts, D8h

E1

IP21 UND IP54 / UL UND NEMA 1 UND 12



6

Abbildung 6.23 Abmessungen, E1

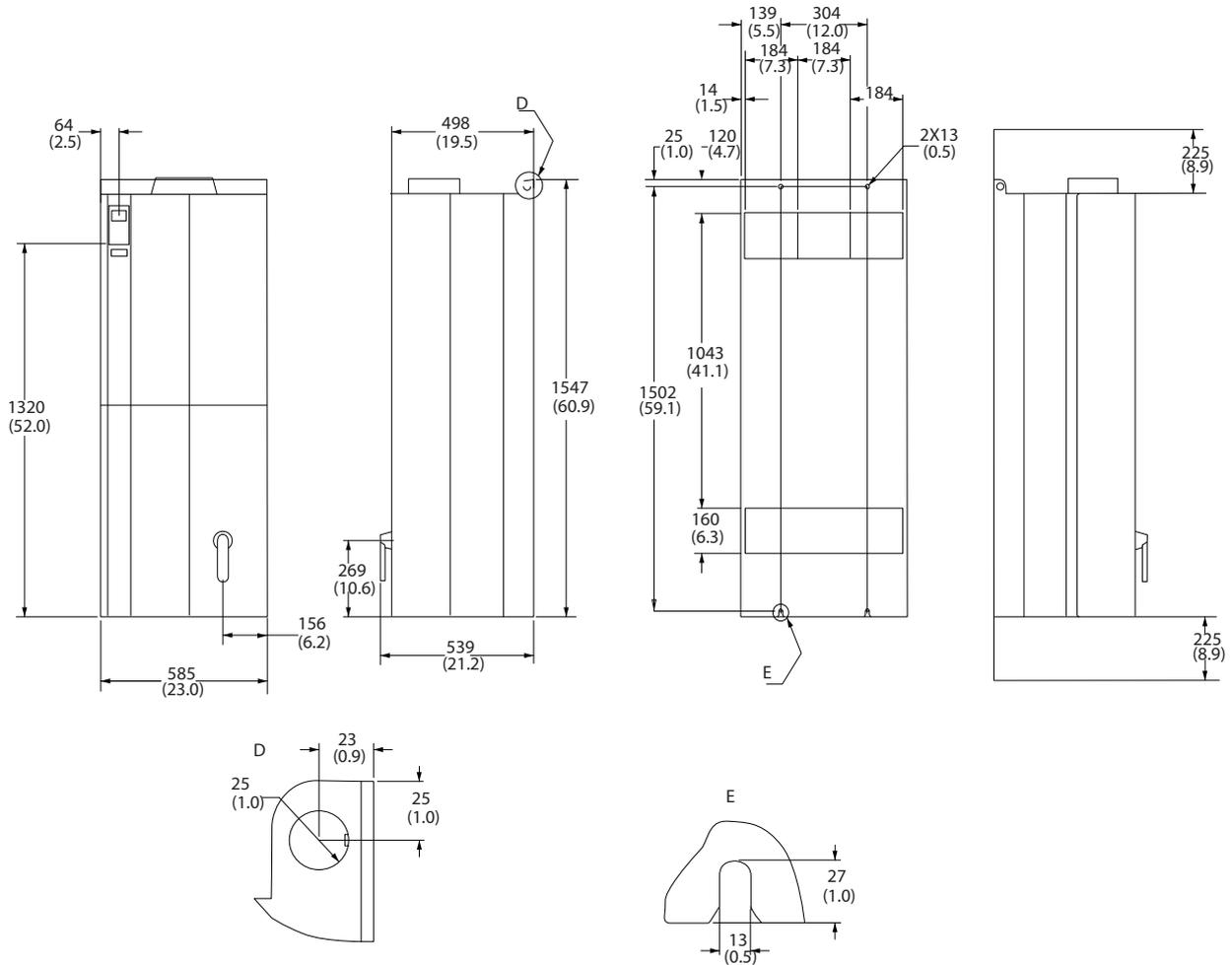
F	Detail Hebeöse
---	----------------

Tabelle 6.15 Legende zu *Abbildung 6.23*

E2

IP00 / CHASSIS

130BA445.10



6

Abbildung 6.24 Abmessungen, E2

D	Detail Hebeöse
E	Steckplätze hinten

Tabelle 6.16 Legende zu *Abbildung 6.24*

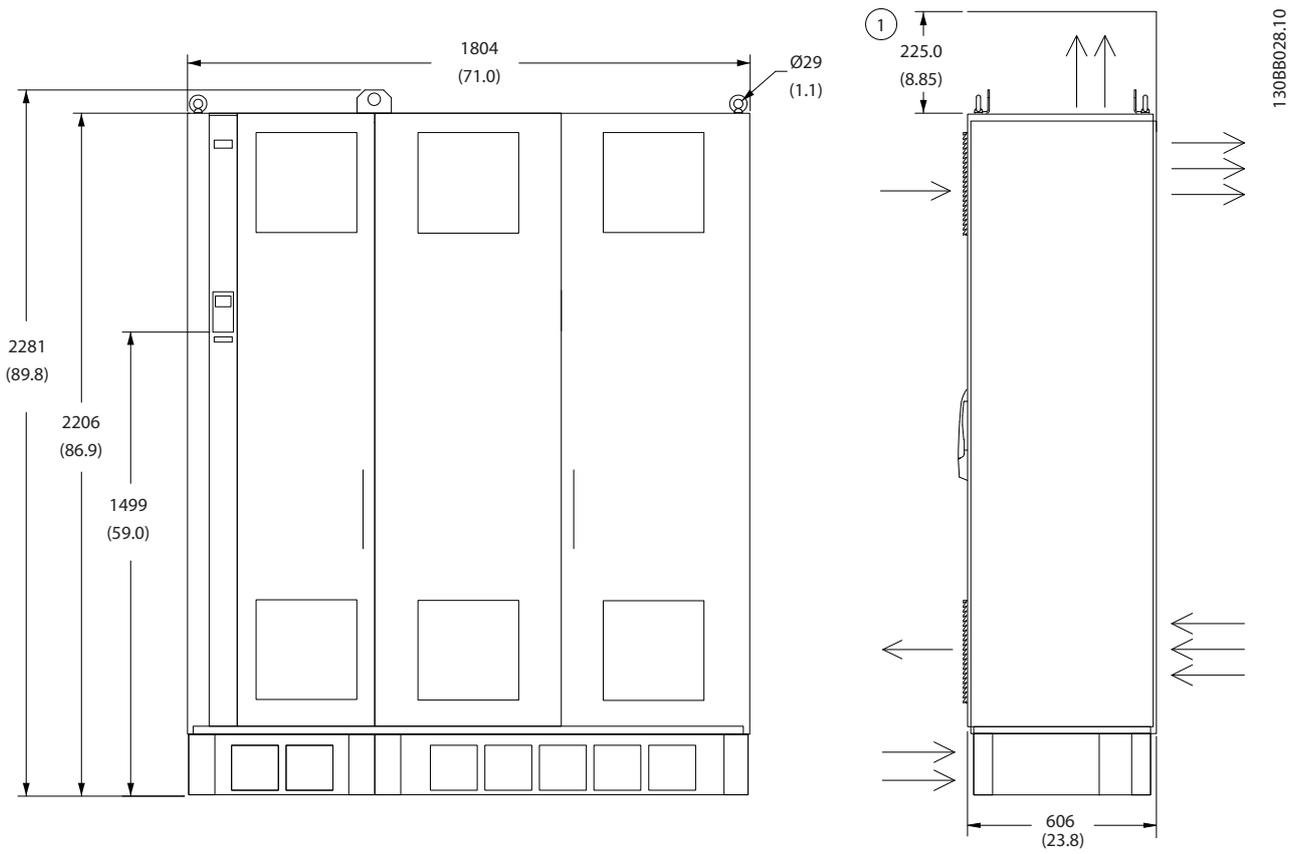


Abbildung 6.25 Abmessungen, F2

1	Mindestabstand zur Decke
---	--------------------------

Tabelle 6.17 Legende zu *Abbildung 6.25*

6

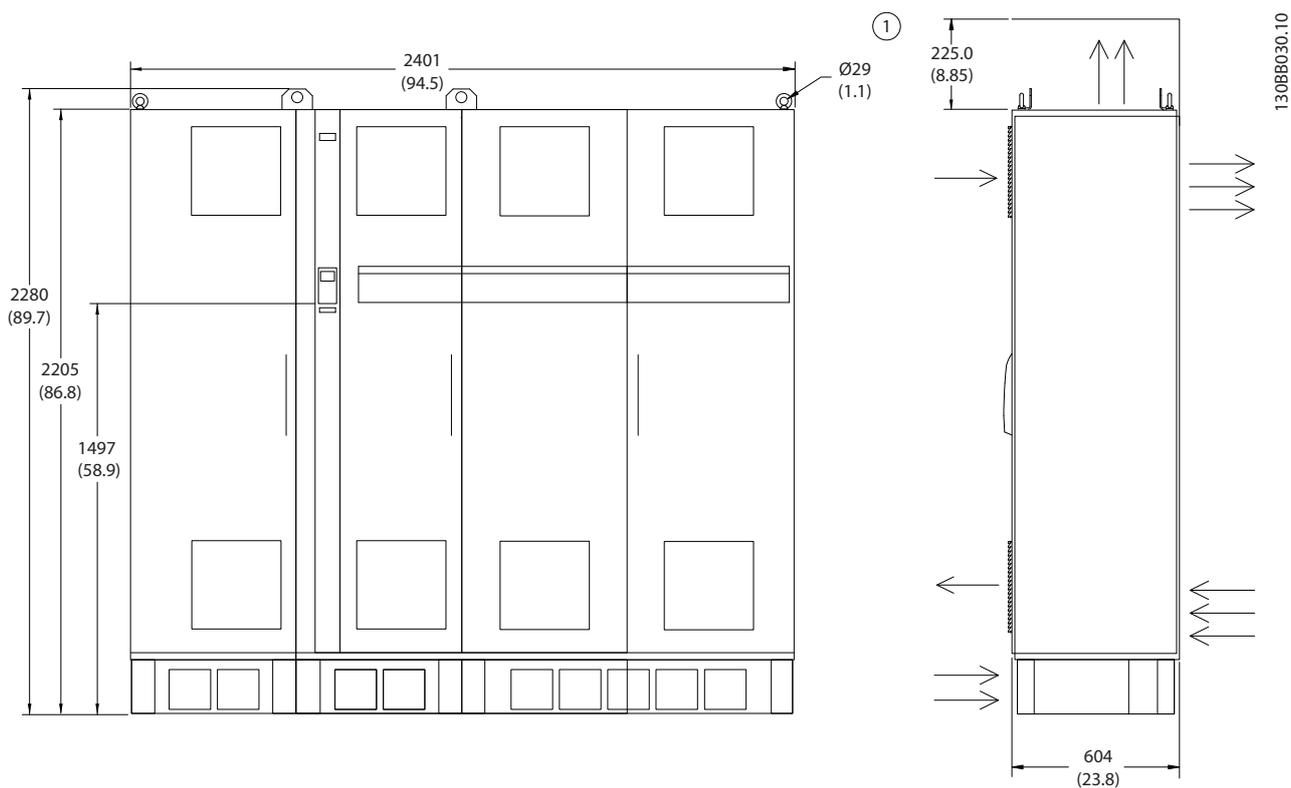


Abbildung 6.26 Abmessungen, F4

1 Mindestabstand zur Decke

Tabelle 6.18 Legende zu *Abbildung 6.26*

Baugröße		D1h	D2h	D3h	D4h	D3h	D4h
		90-132 kW (380-500 V) 90-132 kW (525-690 V)	160-250 kW (380-500 V) 160-315 kW (525-690 V)	90-132 kW (380-500 V) 37-132 kW (525-690 V)	160-250 kW (380-500 V) 160-315 kW (525-690 V)	Mit Regenerations- oder Zwischenkreiskopplungsklemmen	
IP		21/54	21/54	20	20	20	20
NEMA		Typ 1/12	Typ 1/12	Chassis	Chassis	Chassis	Chassis
Transportmaße [mm]	Höhe	587	587	587	587	587	587
	Breite	997	1170	997	1170	1230	1430
	Tiefe	460	535	460	535	460	535
Umrichterabmessungen [mm]	Höhe	901	1060	909	1122	1004	1268
	Breite	325	420	250	350	250	350
	Tiefe	378	378	375	375	375	375
Max. Gewicht [kg]		98	164	98	164	108	179

Tabelle 6.19 Abmessungen, Gerätebaugröße D1h-D4h

Baugröße		D5h	D6h	D7h	D8h
		90-132 kW (380-500 V) 90-132 kW (525-690 V)	90-132 kW (380-500 V) 90-132 kW (525-690 V)	160-250 kW (380-500 V) 160-315 kW (525-690 V)	160-250 kW (380-500 V) 160-315 kW (525-690 V)
IP		21/54	21/54	21/54	21/54
NEMA		Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12
Transportmaße [mm]	Höhe	660	660	660	660
	Breite	1820	1820	2470	2470
	Tiefe	510	510	590	590
Umrichterabmessungen [mm]	Höhe	1324	1663	1978	2284
	Breite	325	325	420	420
	Tiefe	381	381	386	406
Max. Gewicht [kg]		116	129	200	225

Tabelle 6.20 Abmessungen, Gerätebaugröße D5h-D8h

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		21, 54	00	21, 54	21, 54	21, 54	21, 54
NEMA		NEMA 12	Chassis	NEMA 12	NEMA 12	NEMA 12	NEMA 12
Transportmaße [mm]	Höhe	840	831	2324	2324	2324	2324
	Breite	2197	1705	1569	1962	2159	2559
	Tiefe	736	736	1130	1130	1130	1130
Umrichterabmessungen [mm]	Höhe	2000	1547	2204	2204	2204	2204
	Breite	600	585	1400	1800	2000	2400
	Tiefe	494	498	606	606	606	606
Max. Gewicht [kg]		313	277	1017	1260	1318	1561

Tabelle 6.21 Abmessungen, Gerätebaugröße E1-E2, F1-F4

6.1.5 Abmessungen, 12-Puls-Geräte

6

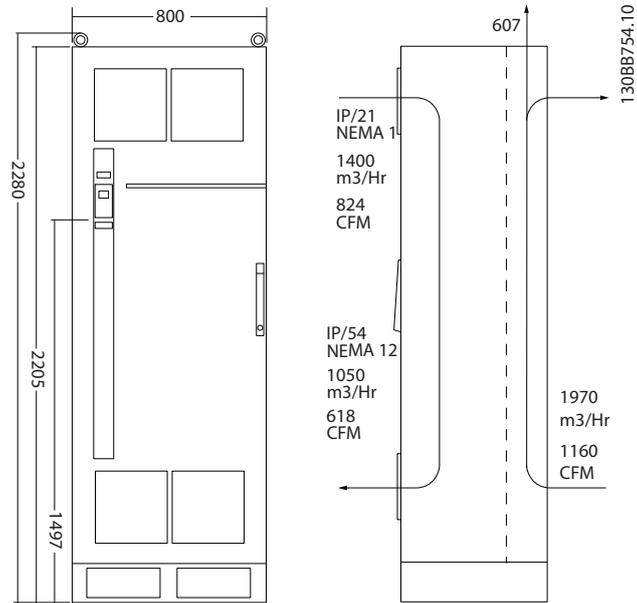


Abbildung 6.27 Abmessungen (mm), F8

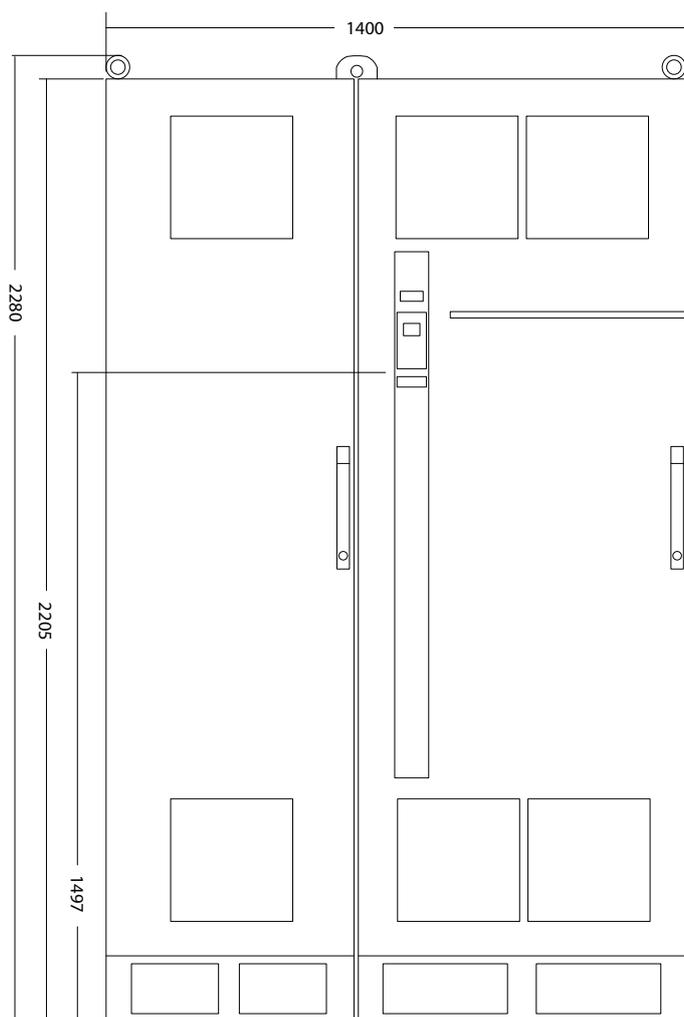
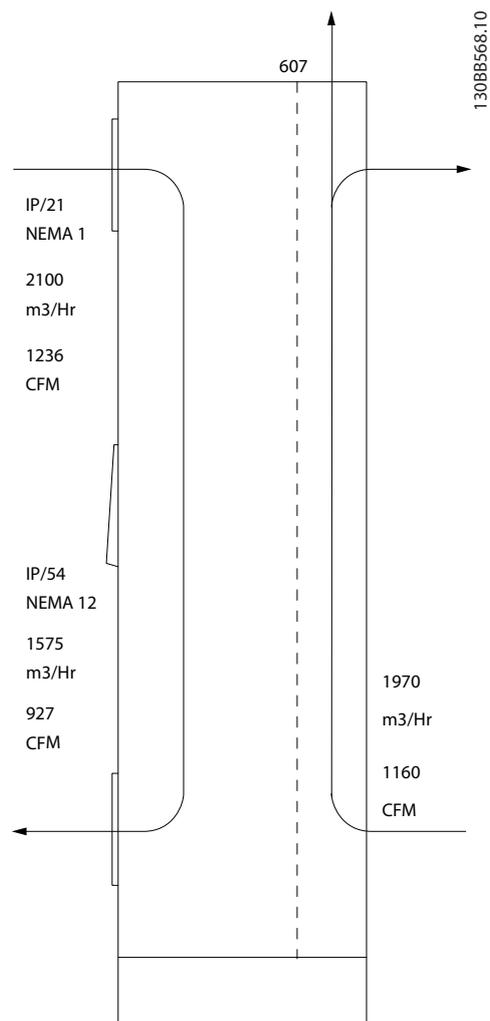


Abbildung 6.28 Abmessungen (mm), F9



6

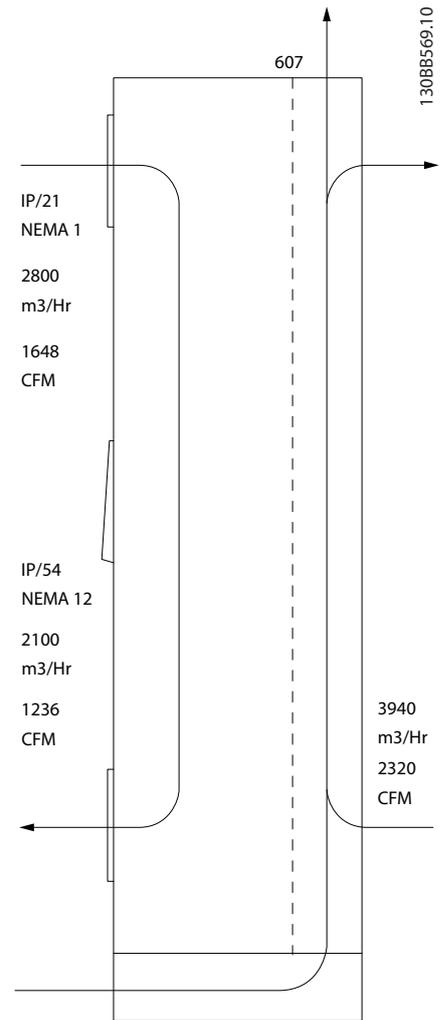
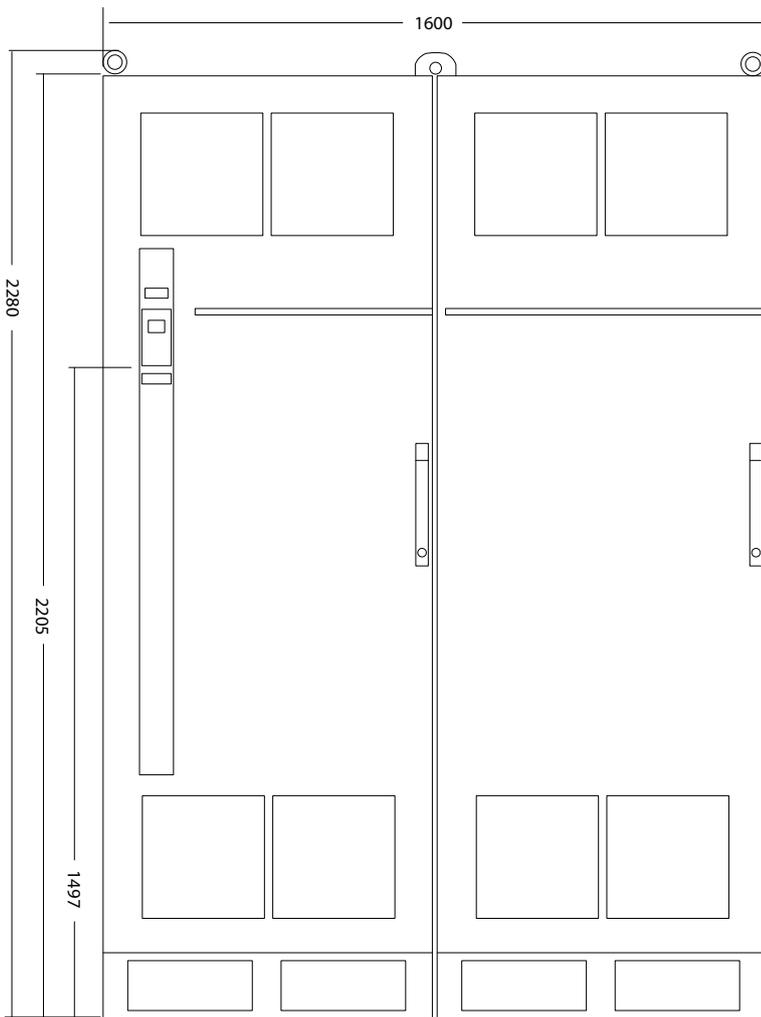


Abbildung 6.29 Abmessungen (mm), F10

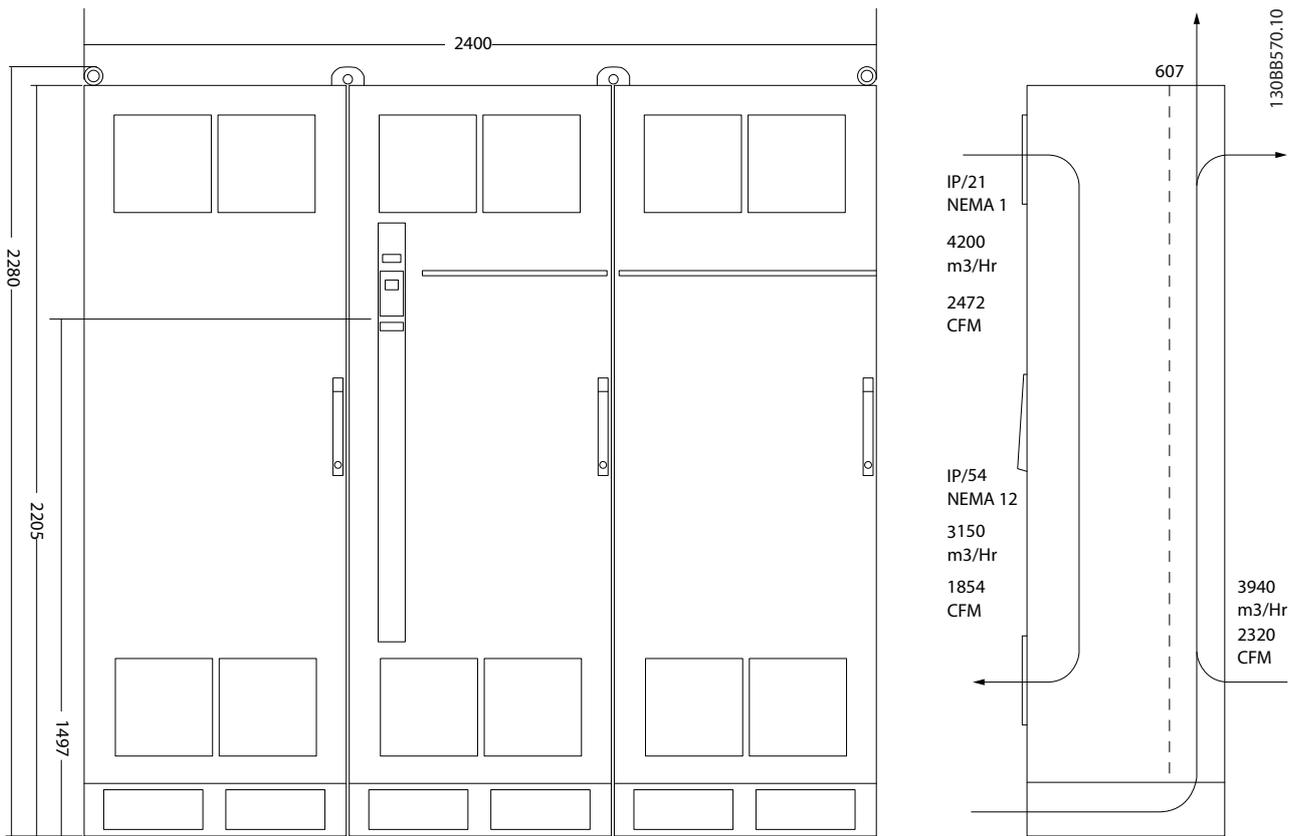


Abbildung 6.30 Abmessungen (mm), F11

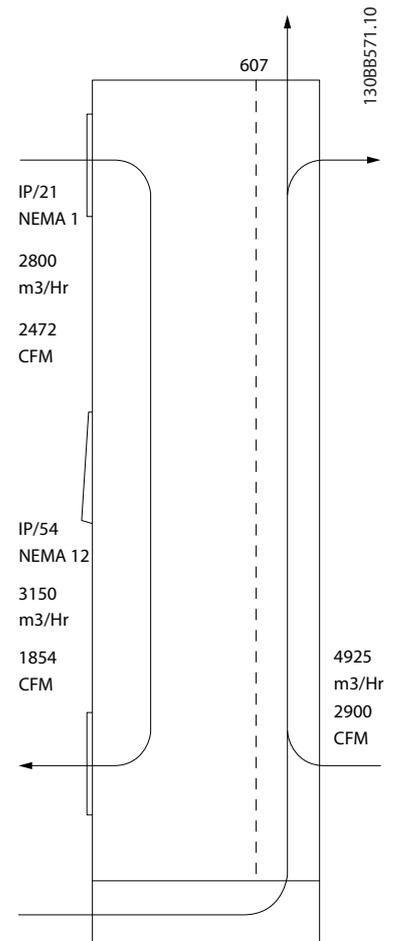
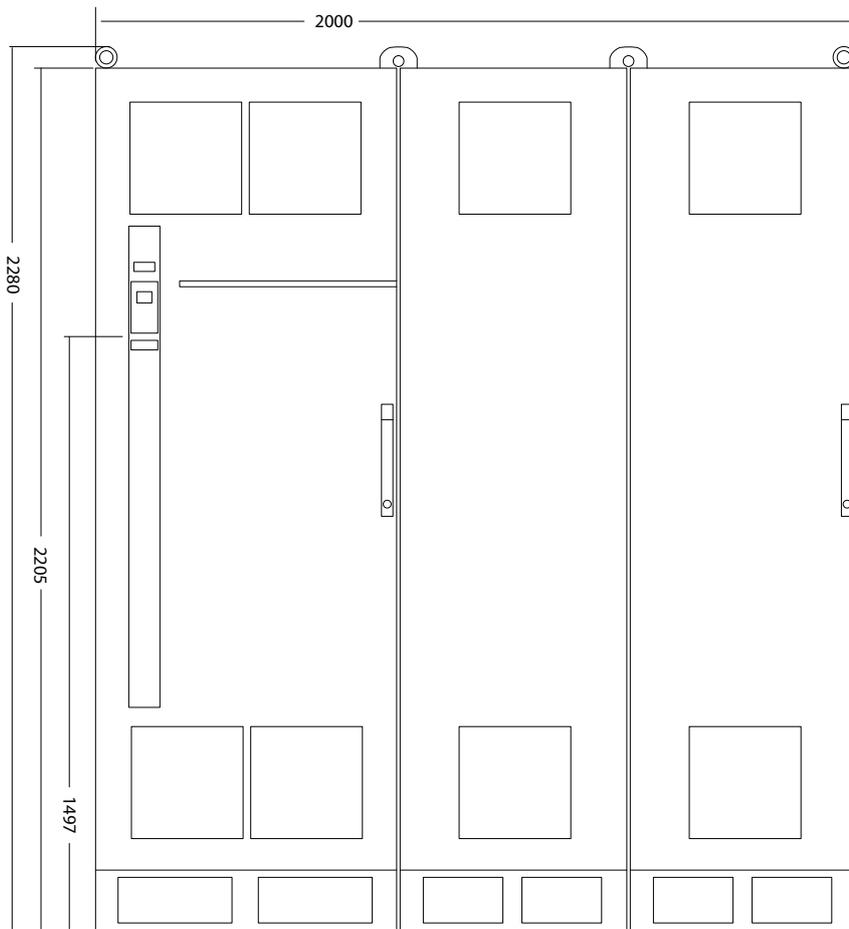


Abbildung 6.31 Abmessungen (mm), F12

6

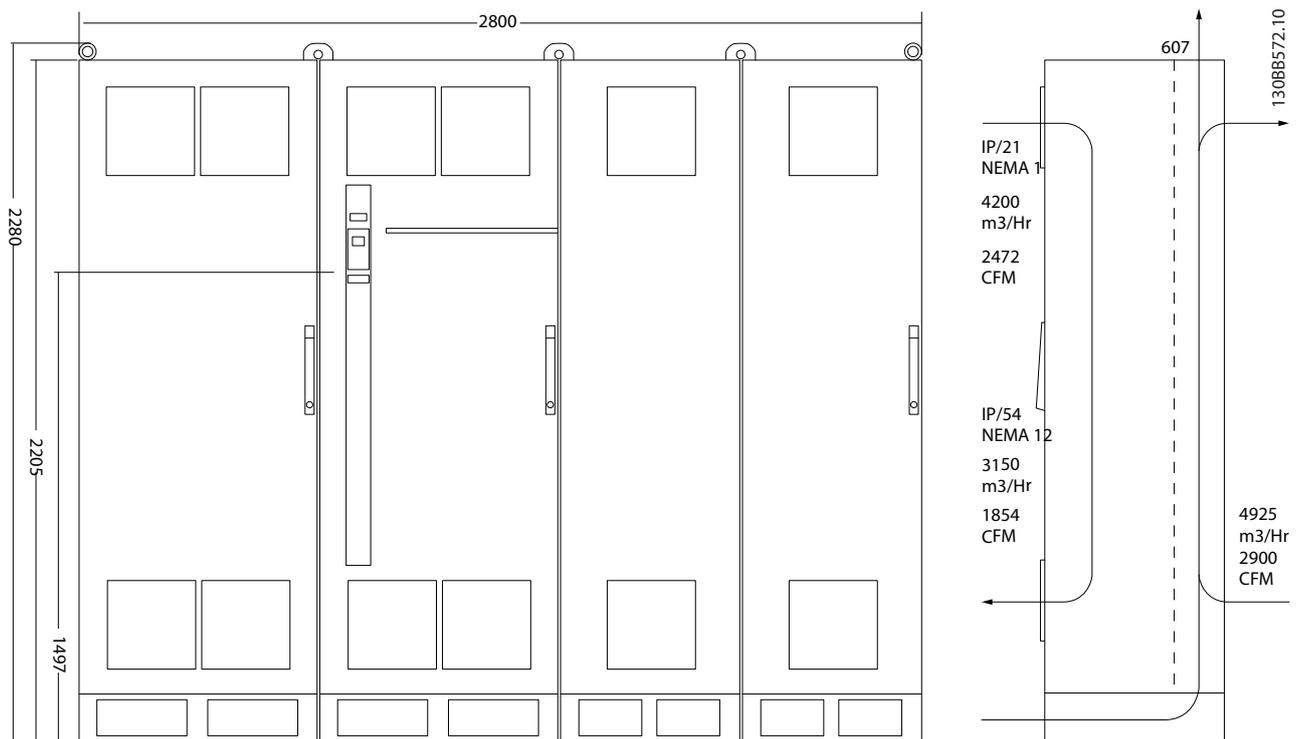


Abbildung 6.32 Abmessungen (mm), F13

Baugröße		F8	F9	F10	F11	F12	F13
Nennleistung Hohe Überlast – Überlastmoment 160 %		250-400 kW (380-500 V)	250-400 kW (380-500 V)	450-630 kW (380-500 V)	450-630 kW (380-500 V)	710-800 kW (380-500 V)	710-800 kW (380-500 V)
		355-560 kW (525-690 V)	355-560 kW (525-690 V)	630-800 kW (525-690 V)	630-800 kW (525-690 V)	900-1200 kW (525-690 V)	900-1200 kW (525-690 V)
IP		21, 54	21, 54	21, 54	21, 54	21, 54	21, 54
NEMA		NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12				
Transportmaße [mm]	Höhe	2324					
	Breite	970	1568	1760	2559	2160	2960
	Tiefe	1130					
Umrichterabmessungen [mm]	Höhe	2204					
	Breite	800	1400	1600	2200	2000	2600
	Tiefe	606					
Max. Gewicht [kg]		447	669	893	1116	1037	1259

Tabelle 6.22 Abmessungen, 12-Puls-Einheit, Gerätebaugrößen F8-F13

## 6.2 Mechanische Installation

Die mechanische Installation des Frequenzumrichters muss sorgfältig vorbereitet werden, um den ordnungsgemäßen Sitz aller Teile zu gewährleisten und Zusatzarbeiten während der Installation zu vermeiden. Die mechanische Zeichnungen in Kapitel 6.1.4 Abmessungen enthalten detaillierte Informationen zum Platzbedarf.

### 6.2.1 Benötigte Werkzeuge

Für die Aufstellung des Frequenzumrichters benötigen Sie folgende Werkzeuge:

- Bohrer mit 10- oder 12-mm-Bits.
- Bandmaß.
- Schraubenschlüssel mit entsprechenden metrischen Schlüsseleinsätzen (7–17 mm).
- Verlängerungen für Schraubenschlüssel.
- Blechstanze für Installationsrohre oder Kabelverschraubungen in Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12).
- Hebestange zum Heben des Geräts (Stange oder Rohr mit max. Durchmesser von 25 mm mit einer Mindesttragfähigkeit von 400 kg).
- Kran oder sonstige Hubvorrichtung für die Positionierung des Frequenzumrichters.
- Verwenden Sie für die Installation der Baugröße E1 in Gehäusen der Schutzarten IP21 und IP54 einen Torx T50 Steckschlüssel.

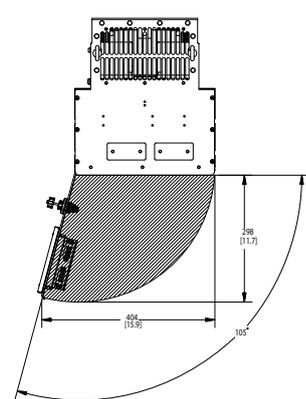


Abbildung 6.33 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Gerätebaugrößen D1h, D5h und D6h

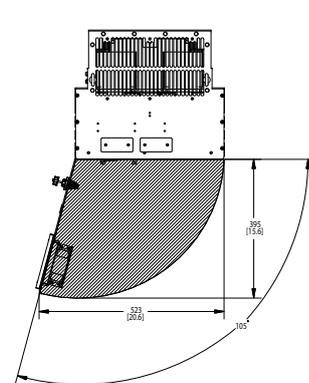


Abbildung 6.34 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Gerätebaugrößen D2h, D7h und D8h

### 6.2.2 Allgemeine Erwägungen

#### Kabeleinlass

Stellen Sie sicher, dass ein ausreichender Kabelzugang mit entsprechender Biegezugabe gegeben ist. Da das IP00-Gehäuse nach unten hin offen ist, müssen die Kabel an der Rückwand des Gehäuses befestigt werden, in dem der Frequenzumrichter montiert wird.

#### **HINWEIS**

Befestigen Sie alle Kabelschuhe innerhalb der Breite der Anschlussschiene.

#### Platz

Achten Sie darauf, dass über- und unter dem Frequenzumrichter ausreichend Platz für Luftzirkulation und Kabelzugang vorhanden ist. Außerdem müssen Sie auch vor dem Gerät auf ausreichend Platz zum Öffnen der Schaltschranktüren achten.

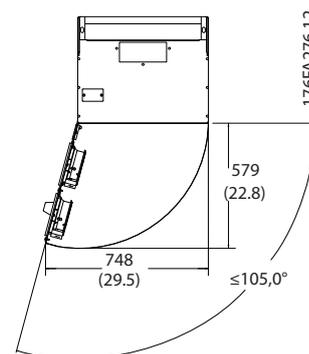


Abbildung 6.35 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Gerätebaugröße E1

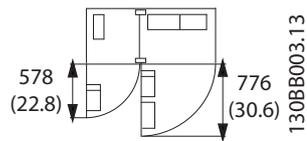


Abbildung 6.36 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Gerätebaugröße F1

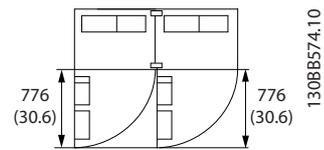


Abbildung 6.42 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F10

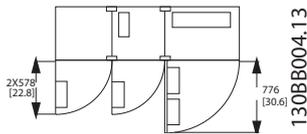


Abbildung 6.37 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Gerätebaugröße F3

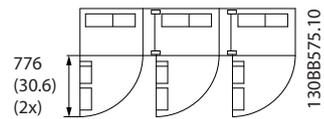


Abbildung 6.43 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F11

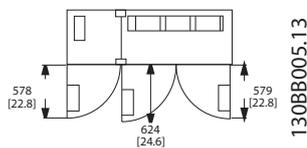


Abbildung 6.38 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Gerätebaugröße F2

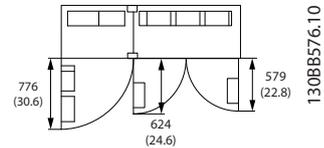


Abbildung 6.44 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F12

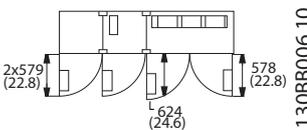


Abbildung 6.39 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Gerätebaugröße F4

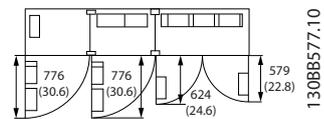


Abbildung 6.45 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F13

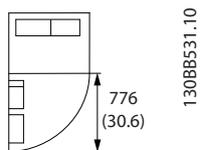


Abbildung 6.40 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F8

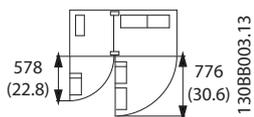


Abbildung 6.41 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F9

### 6.2.3 Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße D

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen. Alle Maße sind in mm angegeben.

**HINWEIS**

Leistungskabel sind schwer und relativ steif. Wählen Sie den optimalen Aufstellungsort für den Frequenzumrichter sorgfältig aus, um eine problemlose Installation der Kabel zu gewährleisten.

6

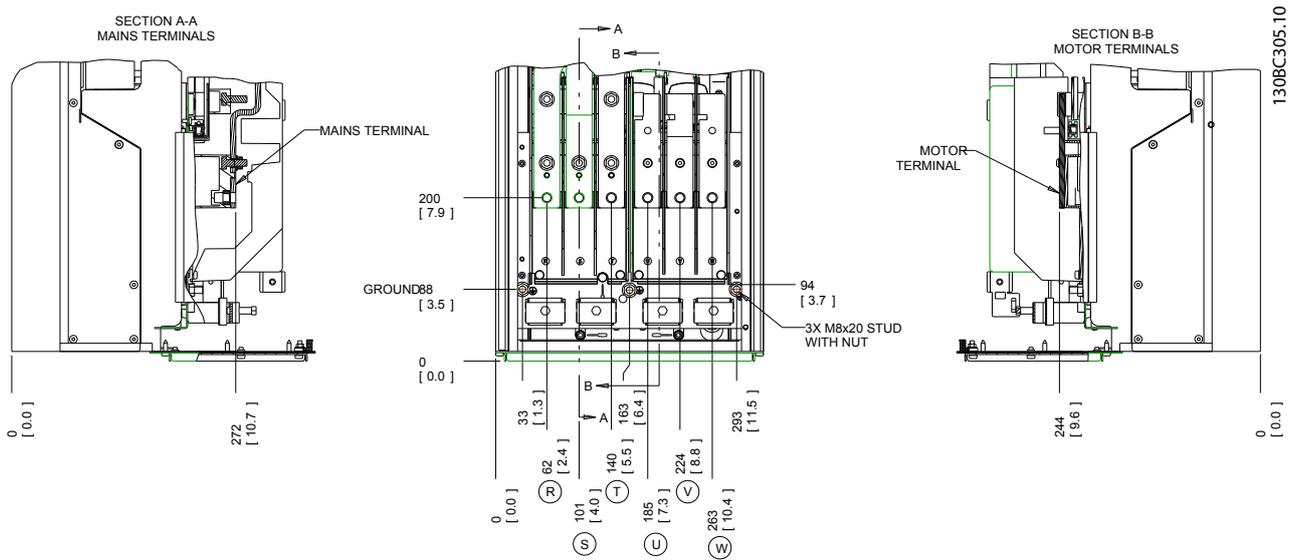


Abbildung 6.46 Position der Netzanschlüsse, Gerätebaugröße D1h

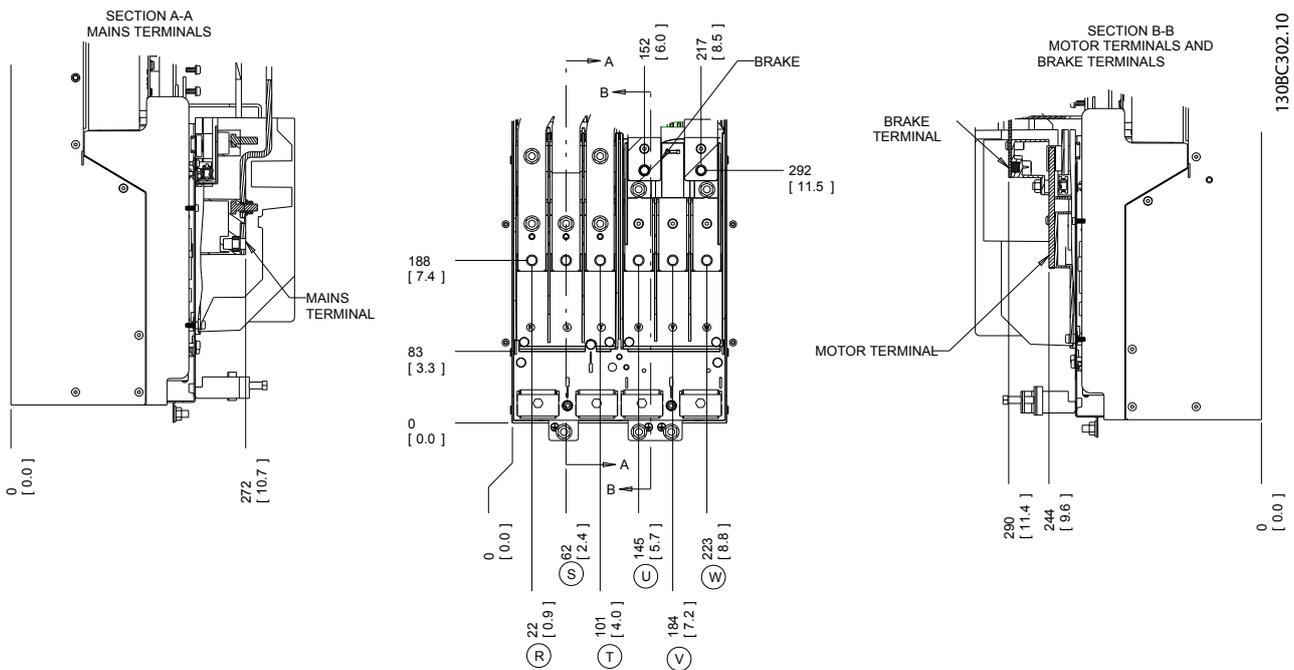


Abbildung 6.47 Position der Netzanschlüsse, Gerätebaugröße D3h

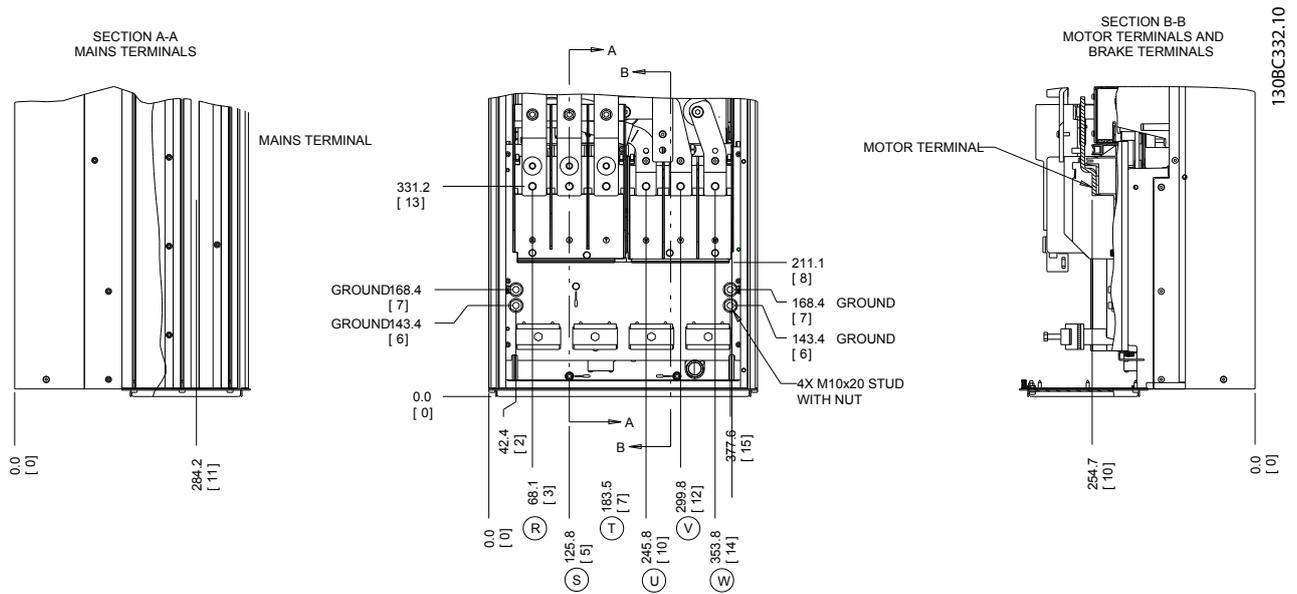


Abbildung 6.48 Position der Netzanschlüsse, Gerätebaugröße D2h

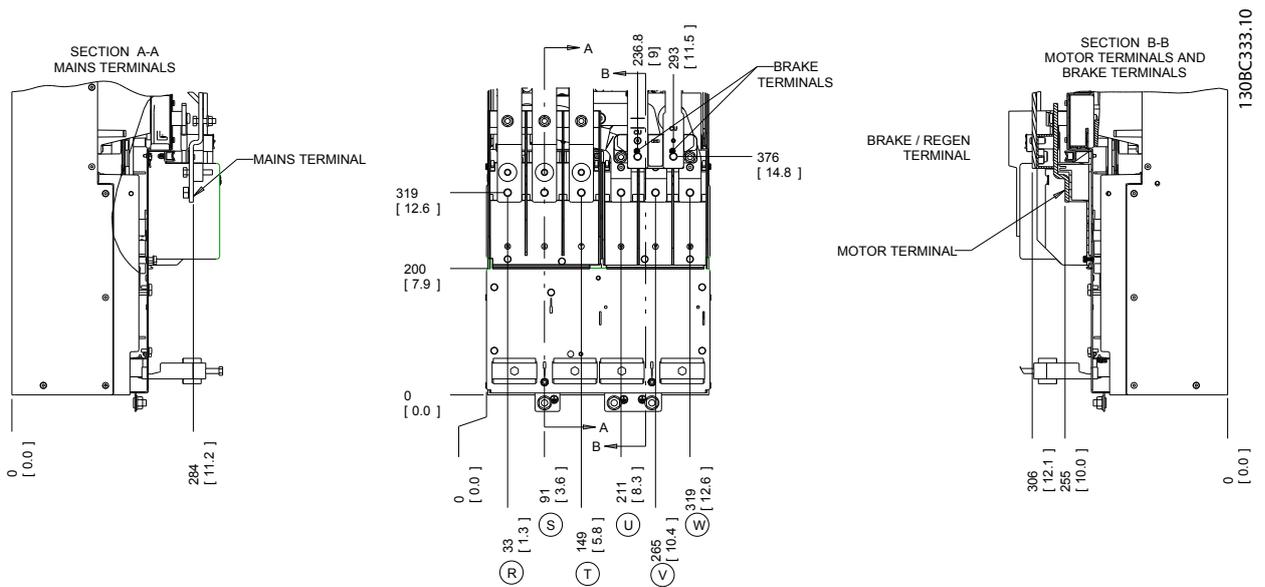


Abbildung 6.49 Position der Netzanschlüsse, Gerätebaugröße D4h

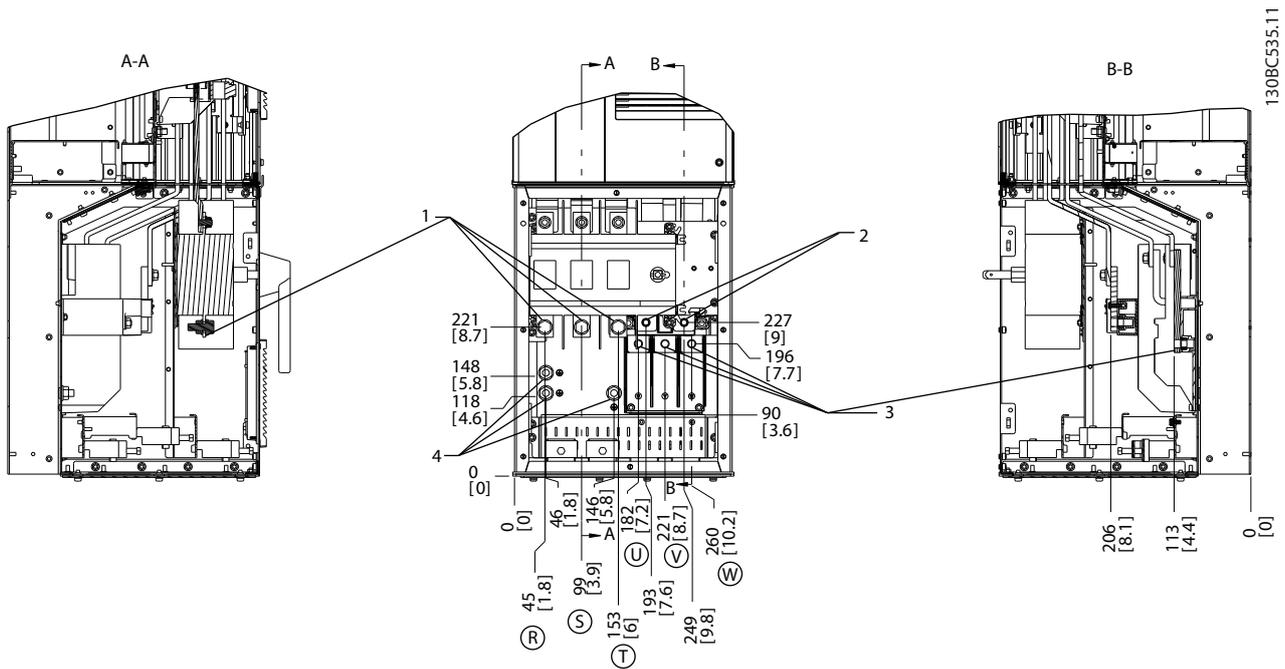
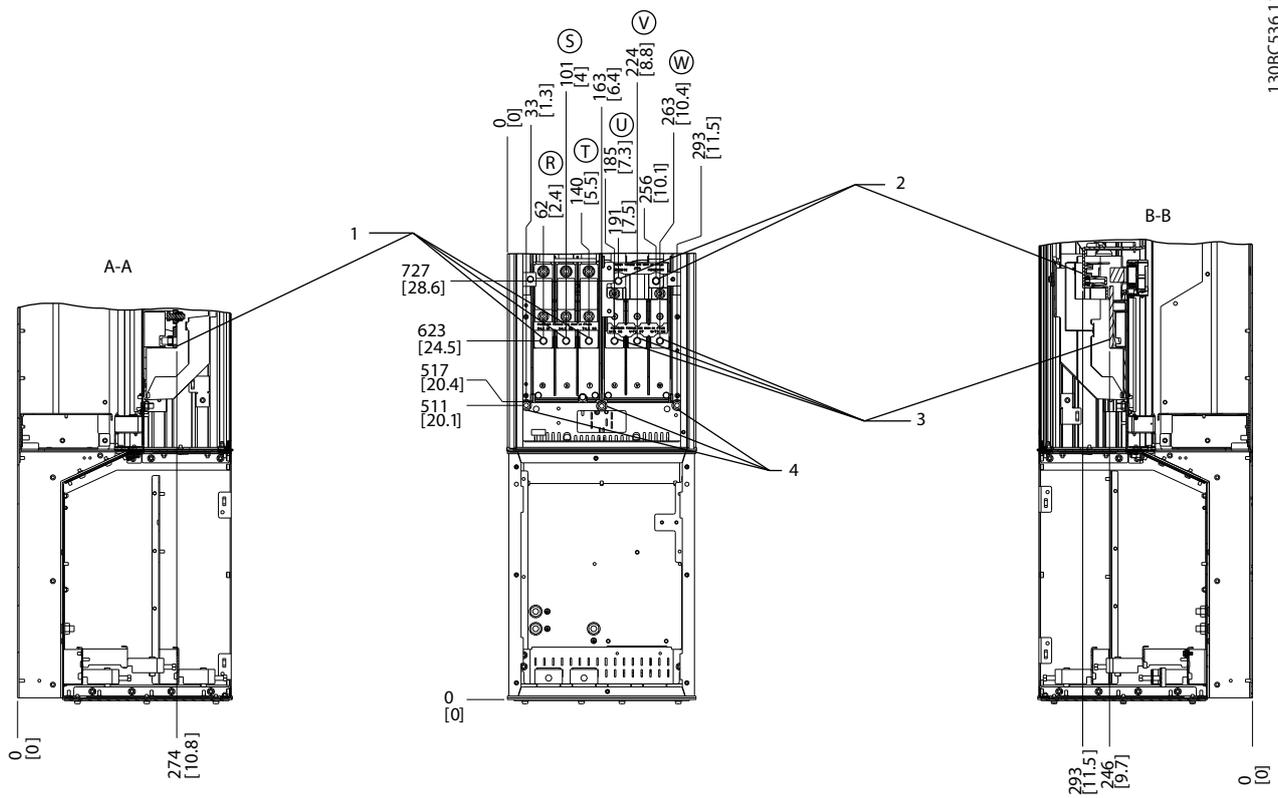


Abbildung 6.50 Anordnung der Klemmen, D5h mit Trennschalteroption

1	Netzklemmen
2	Bremsklemmen
3	Motorklemmen
4	Masseklemmen (Erde)

Tabelle 6.23 Legende zu Abbildung 6.50



130BC536.11

6

Abbildung 6.51 Anordnung der Klemmen, D5h mit Bremsoption

1	Netzklemmen
2	Bremsklemmen
3	Motorklemmen
4	Masseklemmen (Erde)

Tabelle 6.24 Legende zu Abbildung 6.51

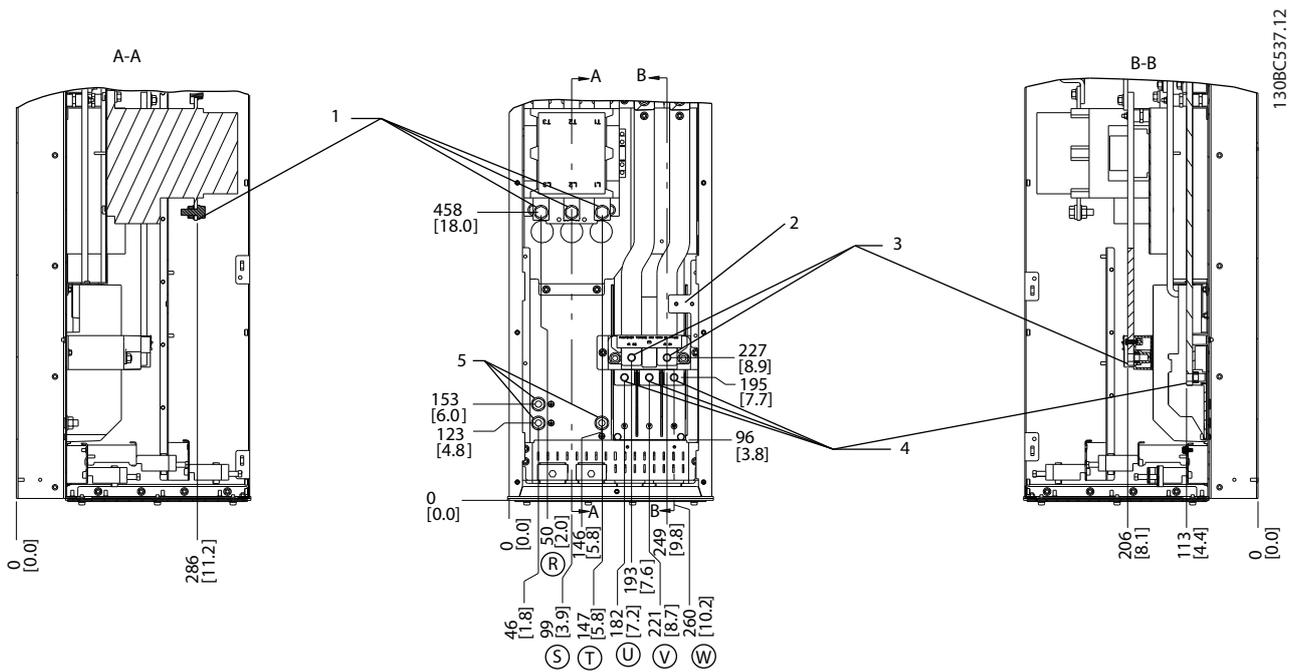
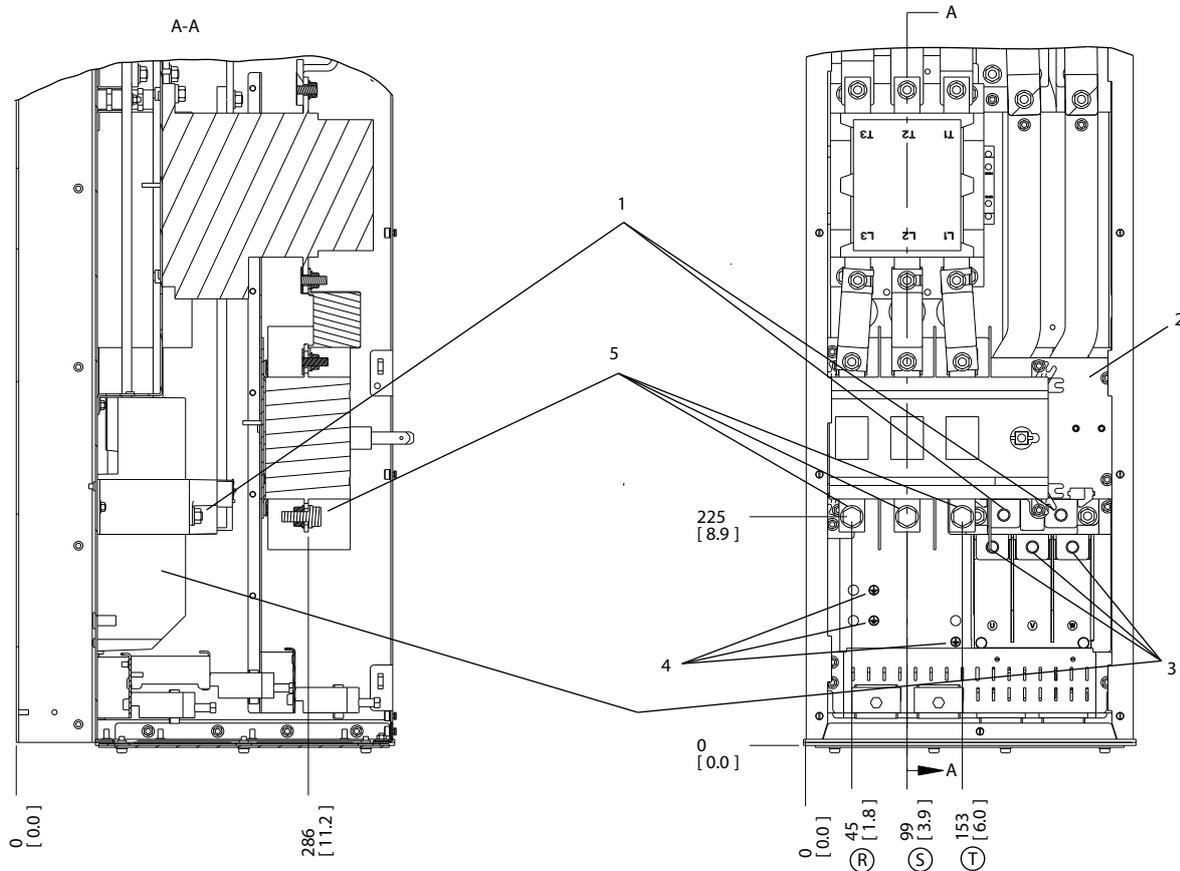


Abbildung 6.52 Anordnung der Klemmen, D6h mit Schützooption

1	Netzklennen
2	TB6 Klemmenblock für Schütz
3	Bremsklennen
4	Motorklennen
5	Masseklennen (Erde)

Tabelle 6.25 Legende zu Abbildung 6.52



130BC538.12

6

Abbildung 6.53 Anordnung der Klemmen, D6h mit Schütz- und Trennschalteroption

1	Bremsklemmen
2	TB6 Klemmenblock für Schütz
3	Motorklemmen
4	Masseklemmen (Erde)
5	Netzklemmen

Tabelle 6.26 Legende zu Abbildung 6.53

6

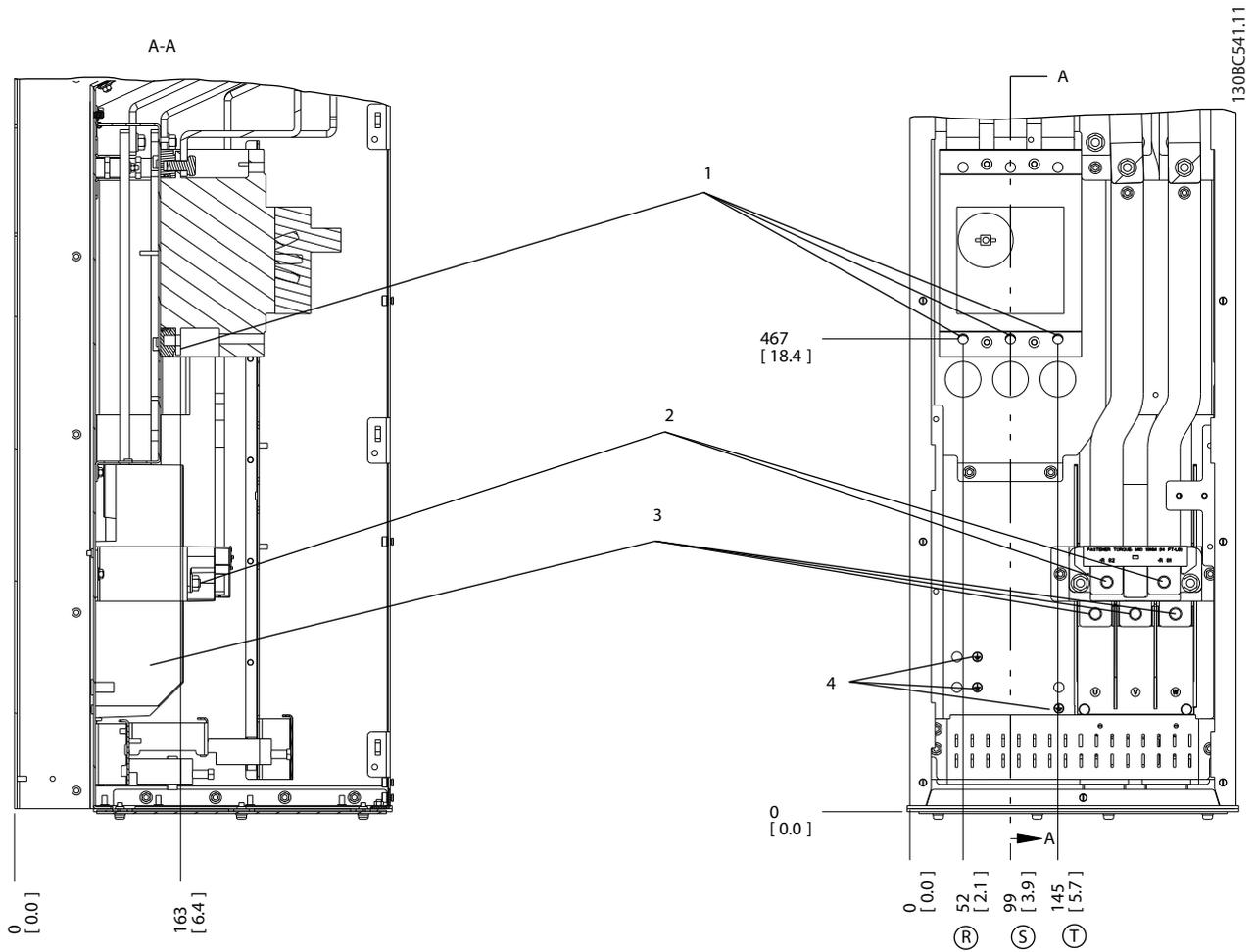
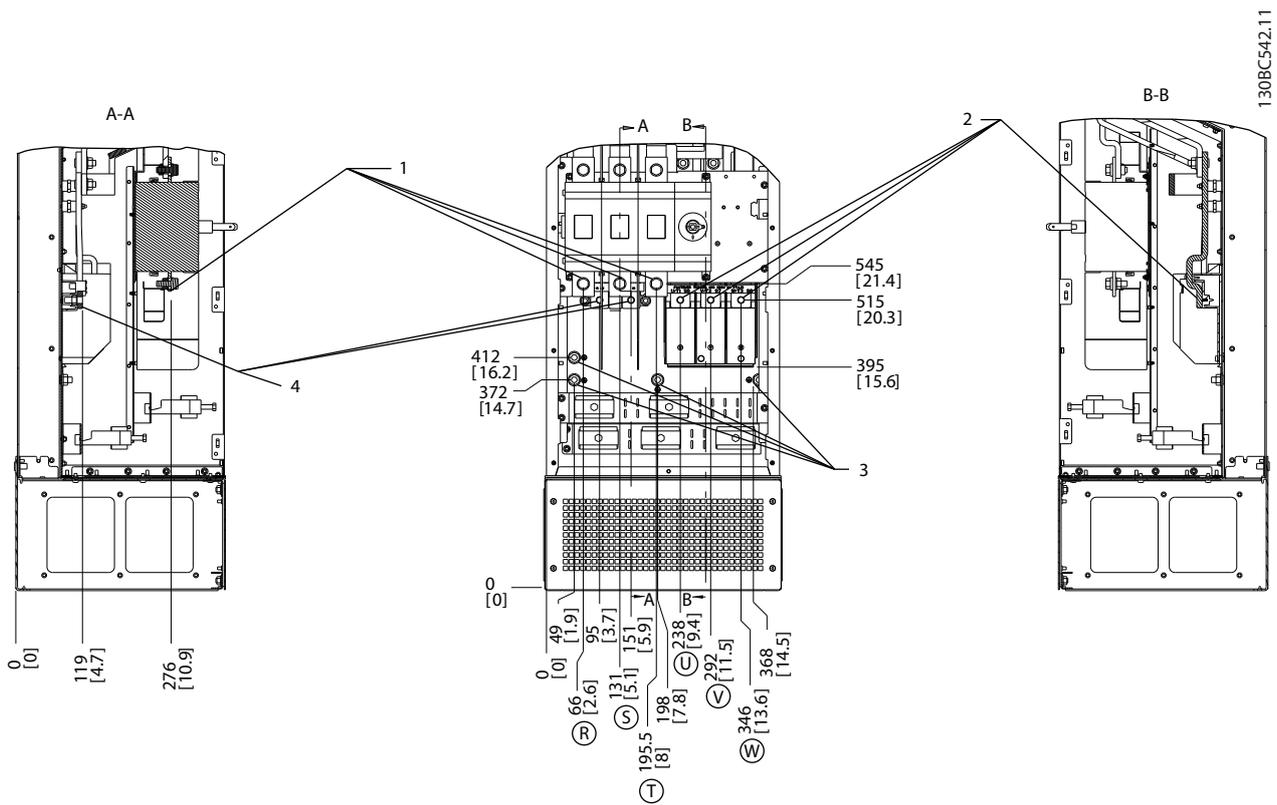


Abbildung 6.54 Anordnung der Klemmen, D6h mit Trennschalteroption

1	Netzkl. (Netzkl.)
2	Bremskl. (Bremskl.)
3	Motorkl. (Motorkl.)
4	Massekl. (Erde) (Massekl. (Erde))

Tabelle 6.27 Legende zu *Abbildung 6.54*



1308C542.11

6

Abbildung 6.55 Anordnung der Klemmen, D7h mit Trennschaleroption

1	Netzklemmen
2	Motorklemmen
3	Masseklemmen (Erde)
4	Bremsklemmen

Tabelle 6.28 Legende zu Abbildung 6.55

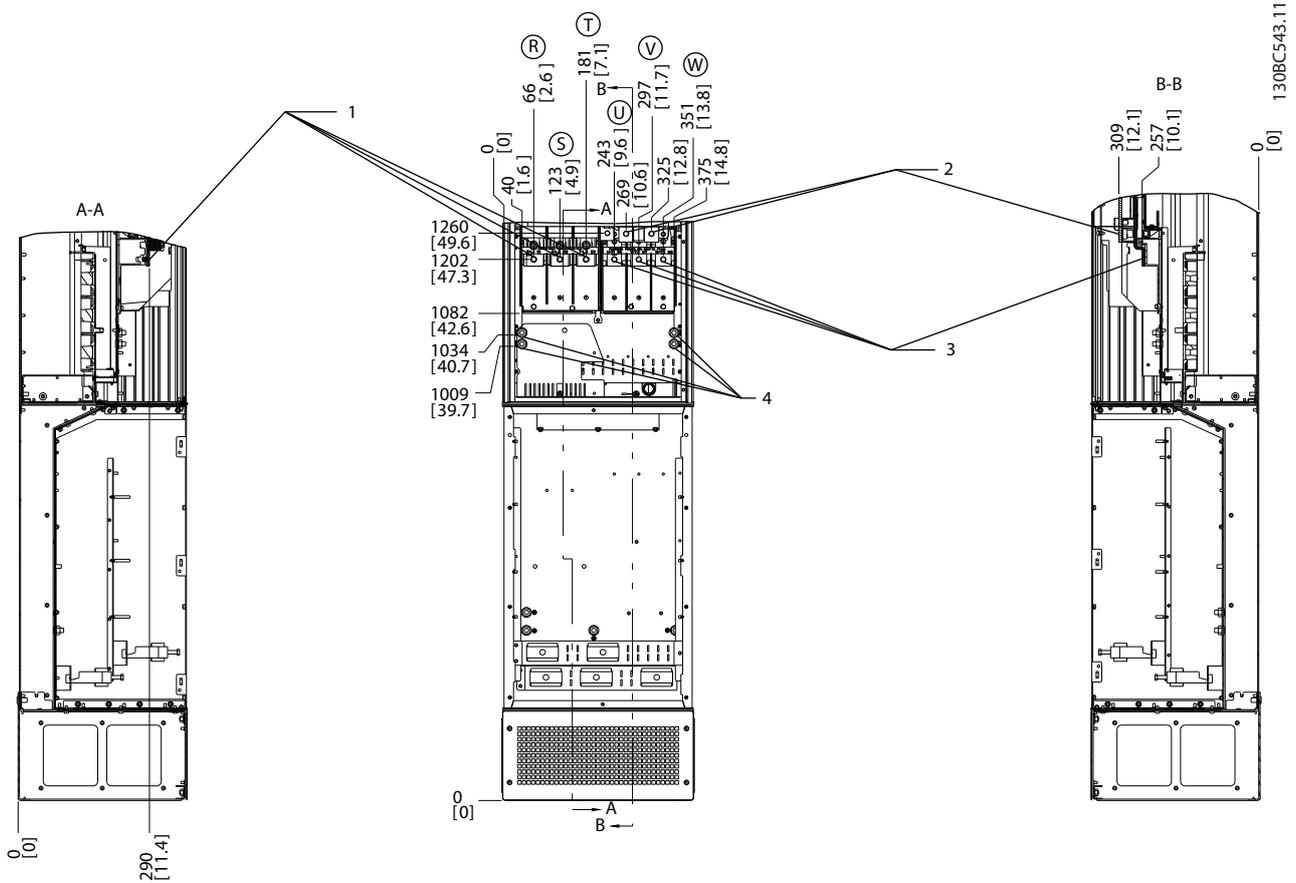
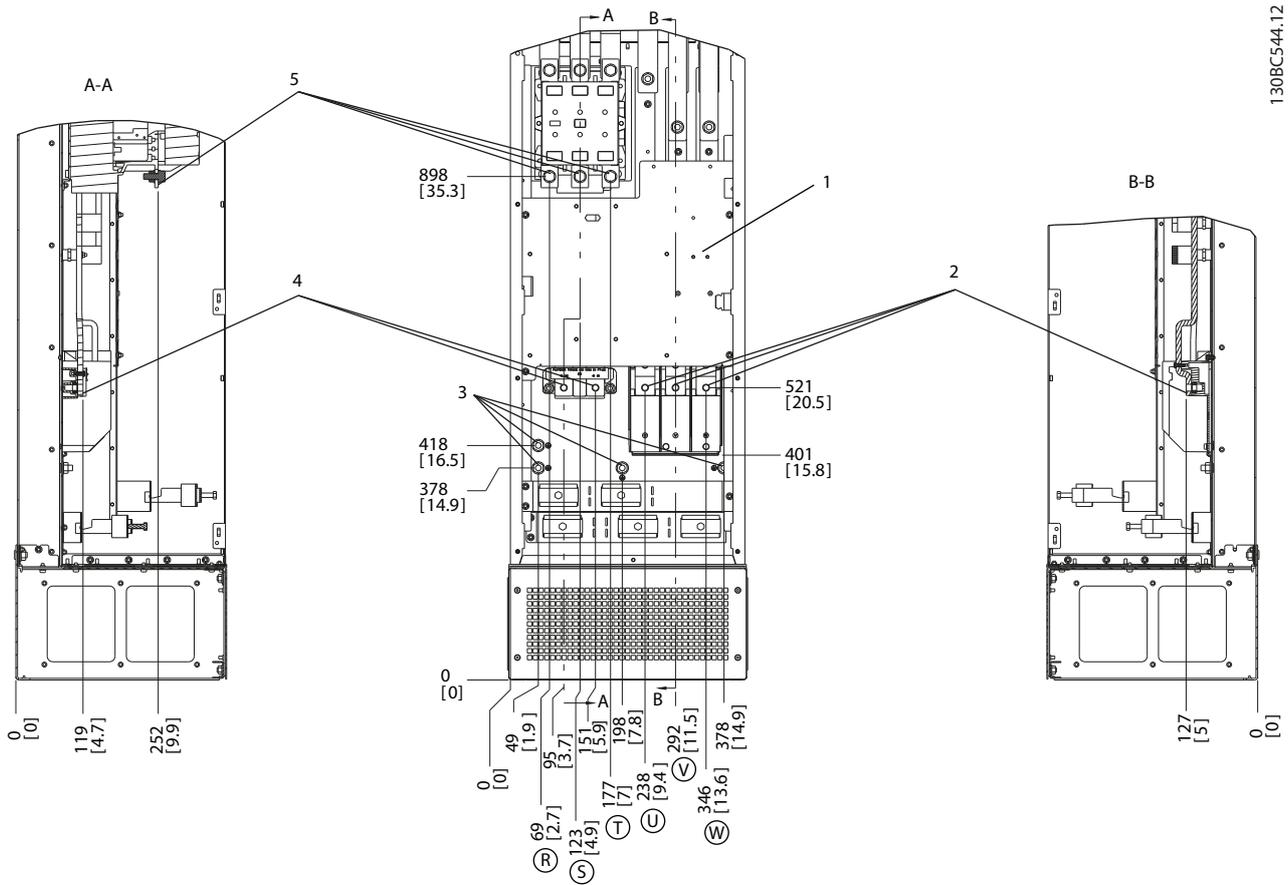


Abbildung 6.56 Anordnung der Klemmen, D7h mit Bremsoption

1	Netzklemmen
2	Bremsklemmen
3	Motorklemmen
4	Masseklemmen (Erde)

Tabelle 6.29 Legende zu Abbildung 6.56



1.30BC544.12

6

Abbildung 6.57 Anordnung der Klemmen, D8h mit Schützoption

1	TB6 Klemmenblock für Schütz
2	Motorklemmen
3	Masseklemmen (Erde)
4	Bremsklemmen
5	Netzklemmen

Tabelle 6.30 Legende zu Abbildung 6.57

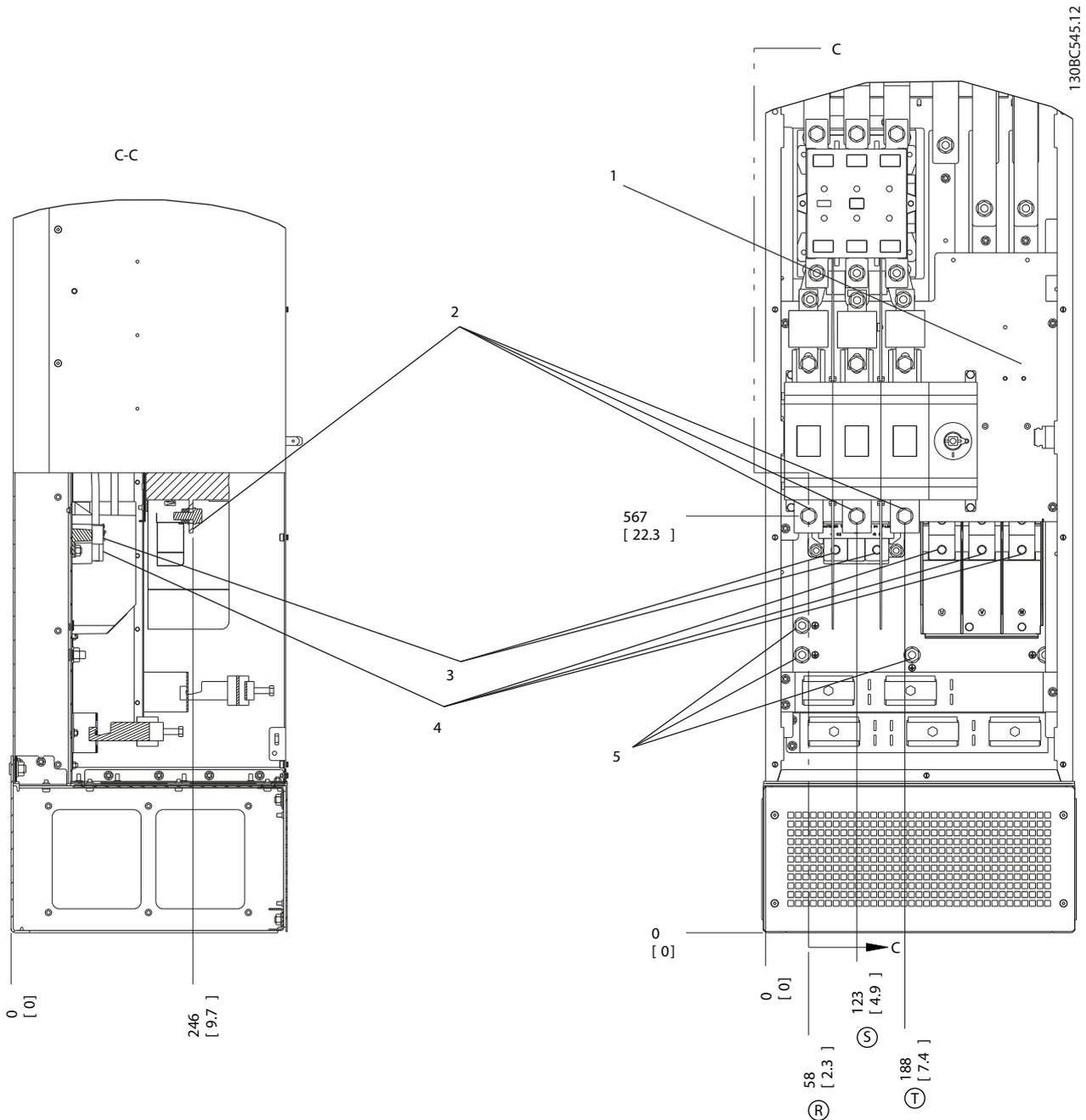


Abbildung 6.58 Anordnung der Klemmen, D8h mit Schütz- und Trennschalteroption

1	TB6 Klemmenblock für Schütz
2	Netzklemmen
3	Bremsklemmen
4	Motorklemmen
5	Masseklemmen (Erde)

Tabelle 6.31 Legende zu *Abbildung 6.58*

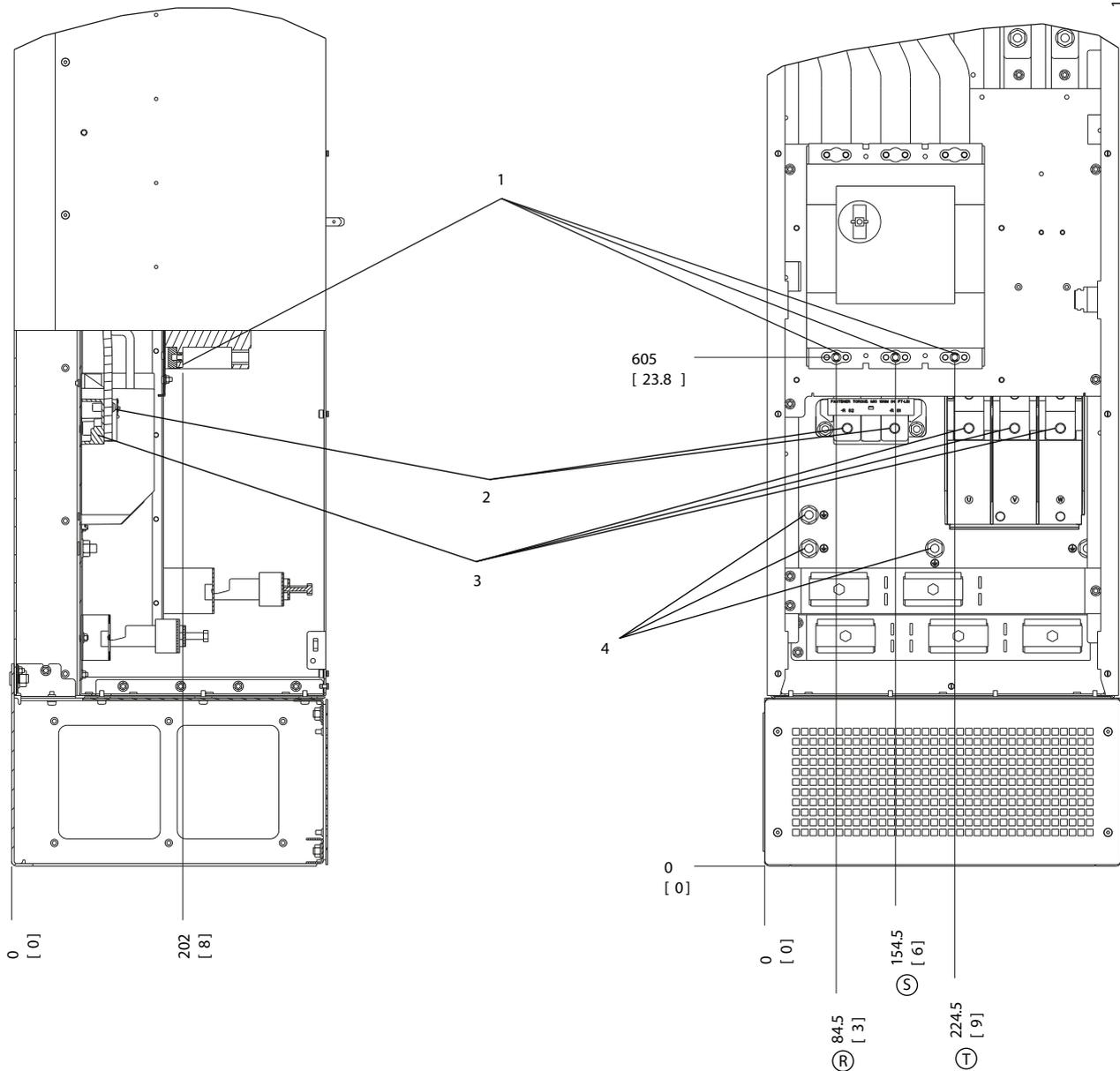


Abbildung 6.59 Anordnung der Klemmen, D8h mit Trennschalteroption

1	Netzklemmen
2	Bremsklemmen
3	Motorklemmen
4	Masseklemmen (Erde)

Tabelle 6.32 Legende zu Abbildung 6.59

## 6.2.4 Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße E

### Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße E1

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmanordnungen. Alle Maße sind in mm angegeben.

#### **HINWEIS**

Leistungskabel sind schwer und relativ steif. Wählen Sie den optimalen Aufstellungsort für den Frequenzumrichter sorgfältig aus, um eine problemlose Installation der Kabel zu gewährleisten. An jeder Klemme lassen sich bis zu 4 Kabel mit Kabelschuhen oder eine Standard-Lüsterklemme anschließen. Die Erde wird an einen geeigneten Anschlusspunkt im Frequenzumrichter angeschlossen.

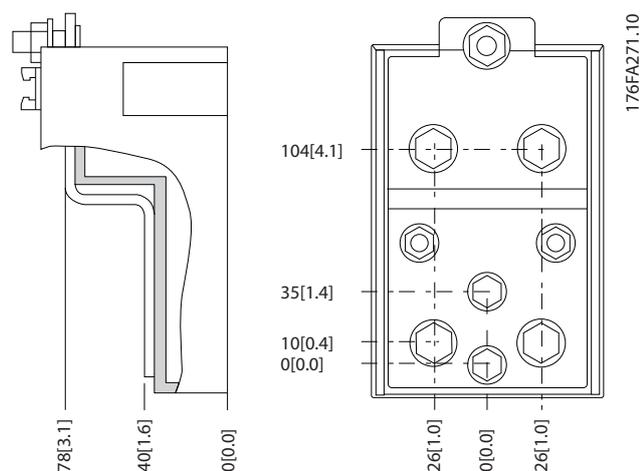


Abbildung 6.60 Detailansicht einer Klemme

**HINWEIS**

Netzanschlüsse sind an den Positionen A oder B möglich.

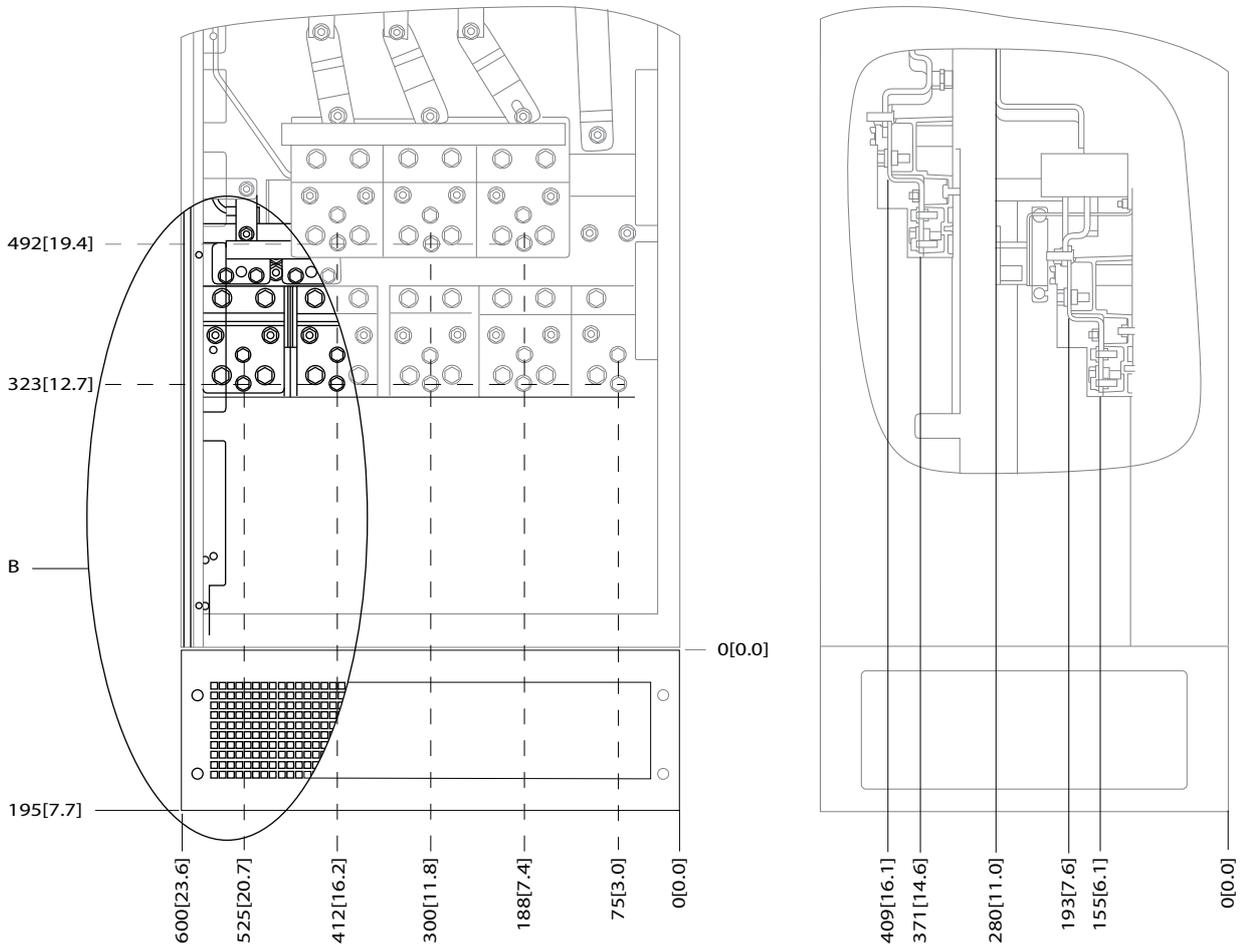


Abbildung 6.61 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

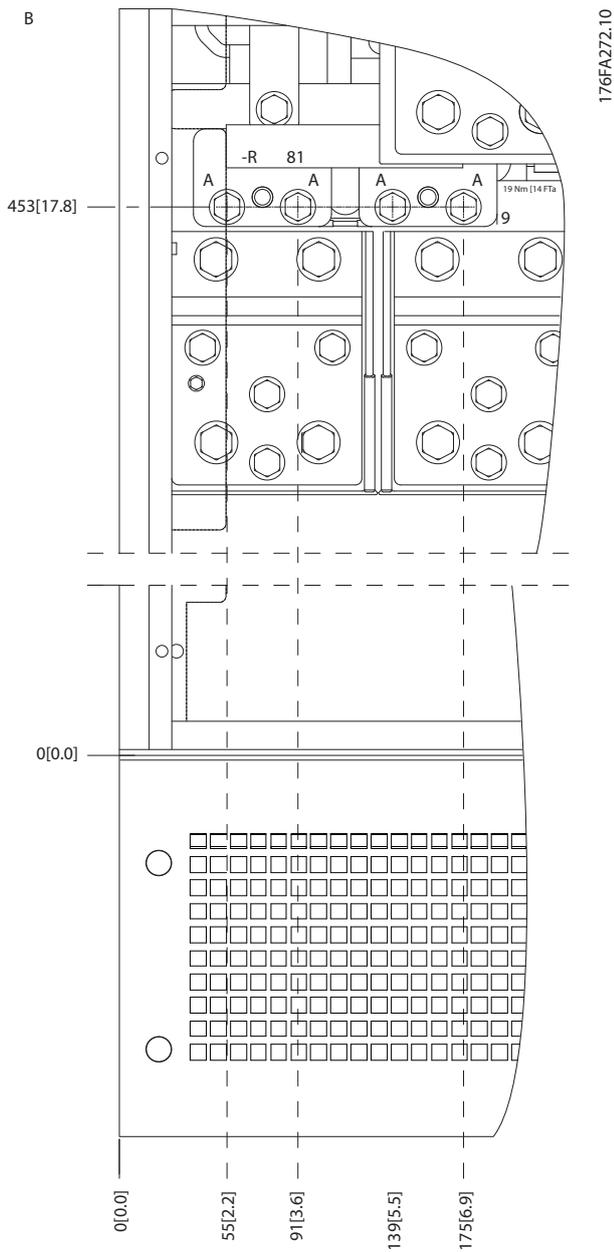


Abbildung 6.62 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) (Detail B)

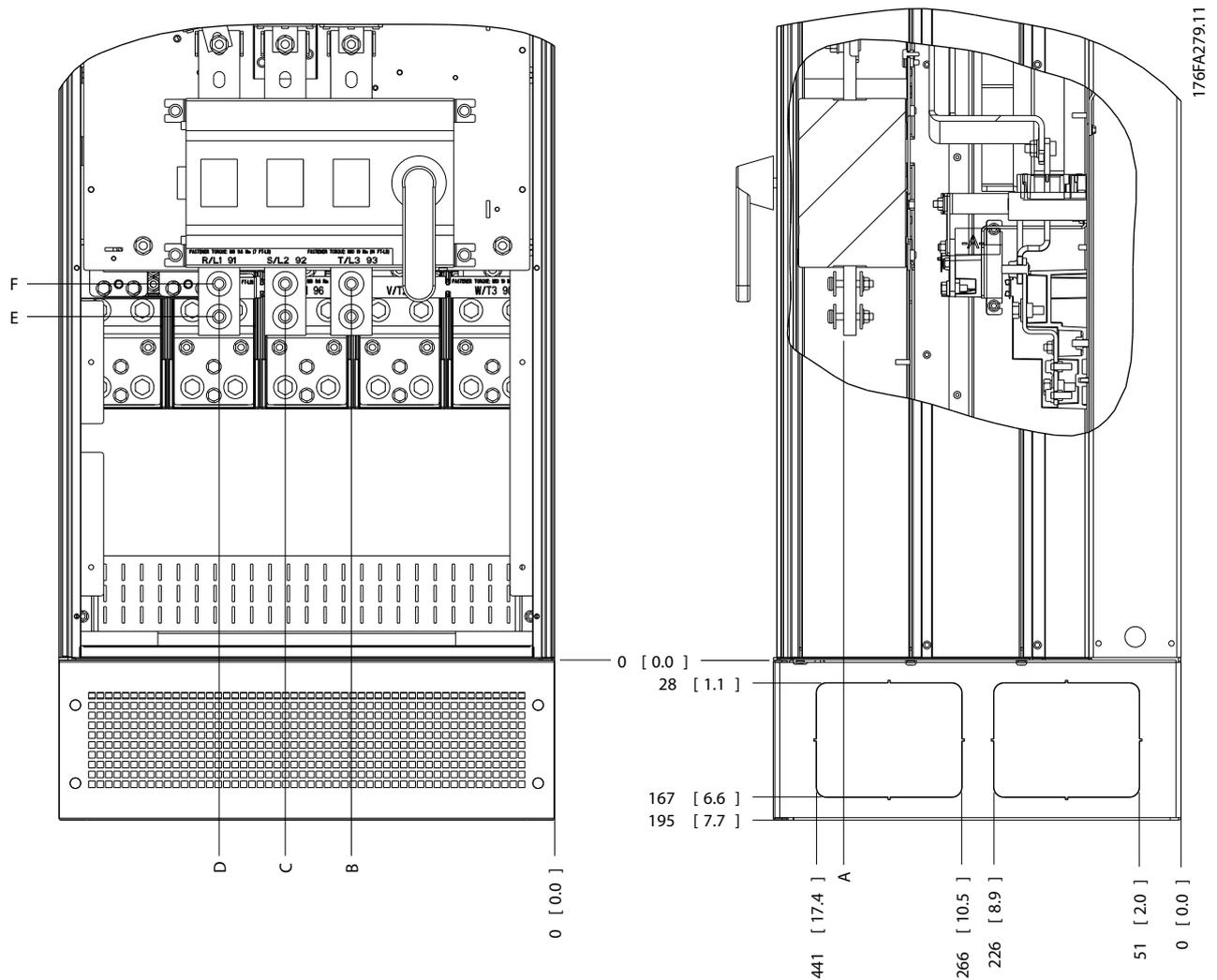


Abbildung 6.63 Anordnung der Stromanschlüsse des Trennschalters bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Geräte- baugröße	Gerätetyp	Abmessungen für Trennklemme, mm					
		A	B	C	D	E	F
E1	IP54/IP21 UL und NEMA1/NEMA12	A	B	C	D	E	F
	250/315 kW (400 V) und 355/450-500/630 kW (690 V)	381 (15,0)	253 (9,9)	342 (13,5)	431 (17,0)	562 (22,1)	N.v.
	315/355-400/450 kW (400 V)	371 (14,6)	251 (9,9)	341 (13,4)	431 (17,0)	416 (16,4)	455 (17,9)

Tabelle 6.33 Legende zu Abbildung 6.63

Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße E2

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

6

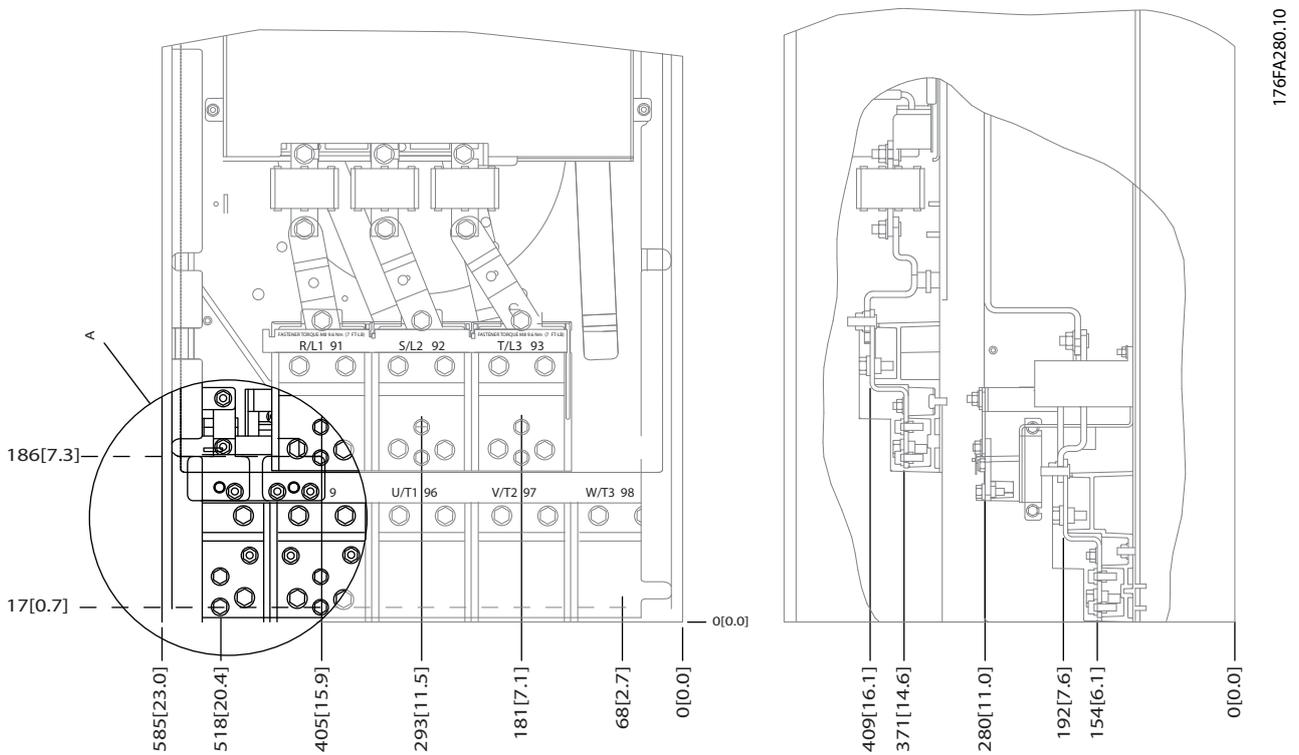


Abbildung 6.64 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00

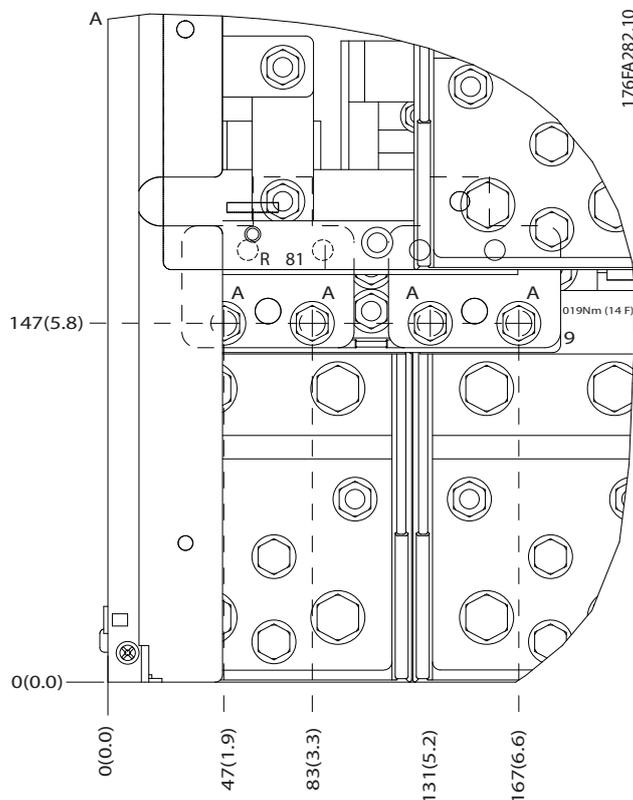


Abbildung 6.65 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00

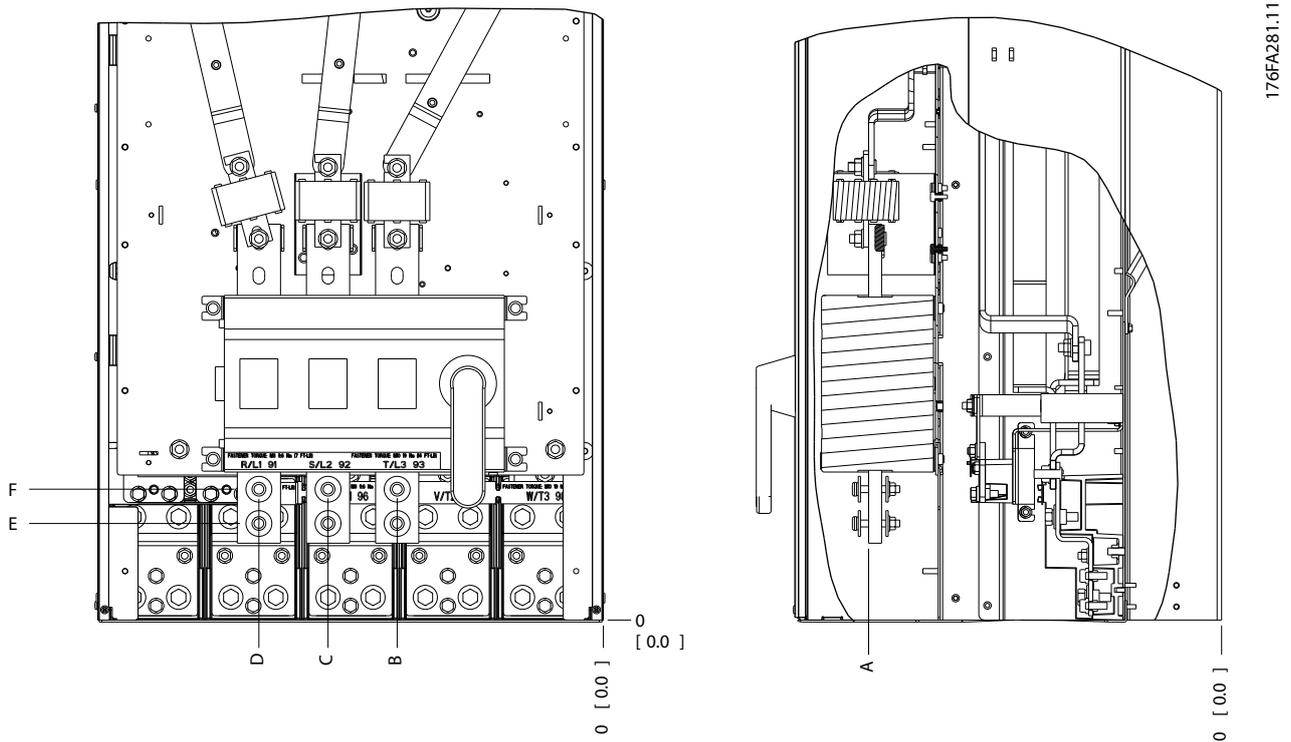


Abbildung 6.66 Netzanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00, Anordnung des Trennschalters

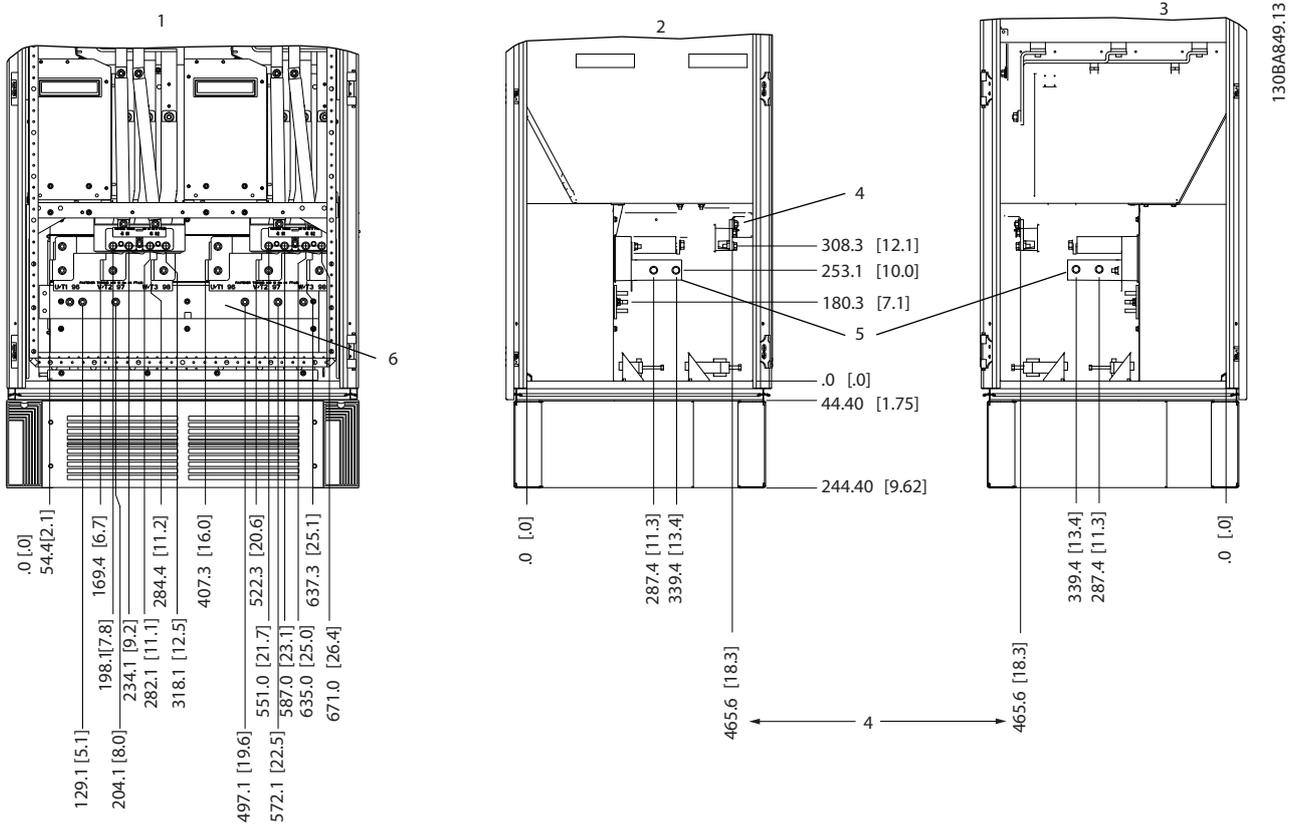
Geräte- baugröße	Gerätetyp	Abmessungen für Trennklemme, mm					
		A	B	C	D	E	F
E2	IP00/CHASSIS						
	250/315 kW (400 V) und 355/450-500/630 kW (690 V)	381 (15,0)	245 (9,6)	334 (13,1)	423 (16,7)	256 (10,1)	N.v.
	315/355-400/450 kW (400 V)	383 (15,1)	244 (9,6)	334 (13,1)	424 (16,7)	109 (4,3)	149 (5,8)

Tabelle 6.34 Anordnungen der Trennklemmen – Gerätebaugröße E2

### 6.2.5 Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße F

Die Baugröße F ist in vier Größen erhältlich: F1, F2, F3 und F4. F1 und F2 haben rechts einen Wechselrichterschrank und links einen Gleichrichterschrank. F3 und F4 sind F1/F2-Geräte mit einem zusätzlichen Optionsschrank links neben dem Gleichrichterschrank.

#### Anordnung der Klemmen – Gerätebaugröße F1 und F3



1	Vorderansicht	4	Bremsklemmen
2	Linke Seitenansicht	5	Erdungsschiene
3	Rechte Seitenansicht		

Abbildung 6.67 Anordnung der Klemmen – Wechselrichterschrank. Die Stopfbuchsenplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

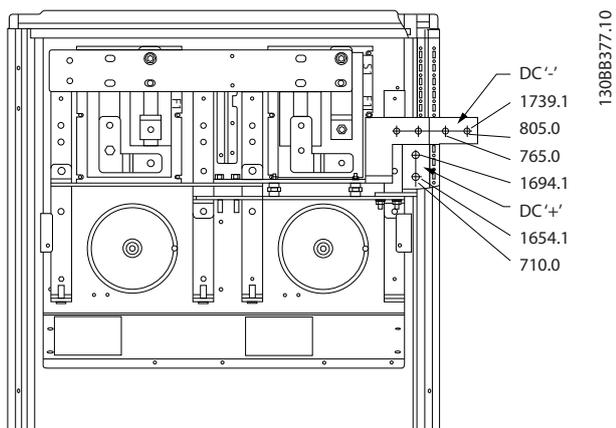


Abbildung 6.68 Anordnung der Klemmen – Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheit für F1 und F3

Anordnung der Klemmen – Gerätebaugröße F2 und F4

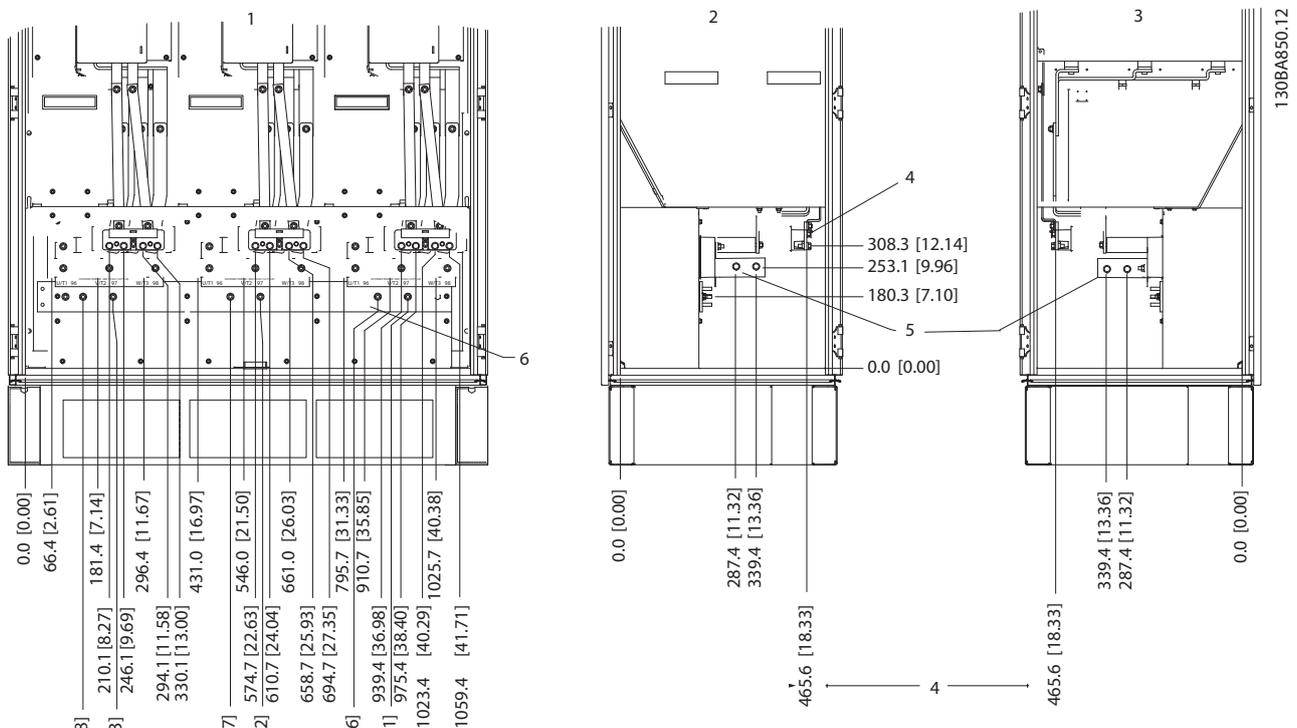


Abbildung 6.69 Anordnung der Klemmen – Wechselrichterschrank. Die Stopfbuchsenplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Vorderansicht
2	Linke Seitenansicht
3	Rechte Seitenansicht
4	Bremsklemmen
5	Erdungsschiene

Tabelle 6.35 Legende zu Abbildung 6.69

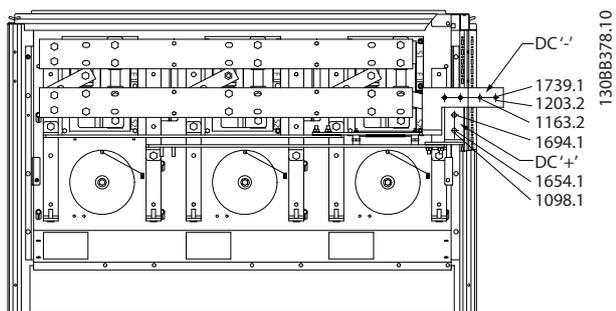


Abbildung 6.70 Anordnung der Klemmen – Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheit für F2 und F4

6

Anordnung der Klemmen – Gleichrichter (F1, F2, F3 und F4)

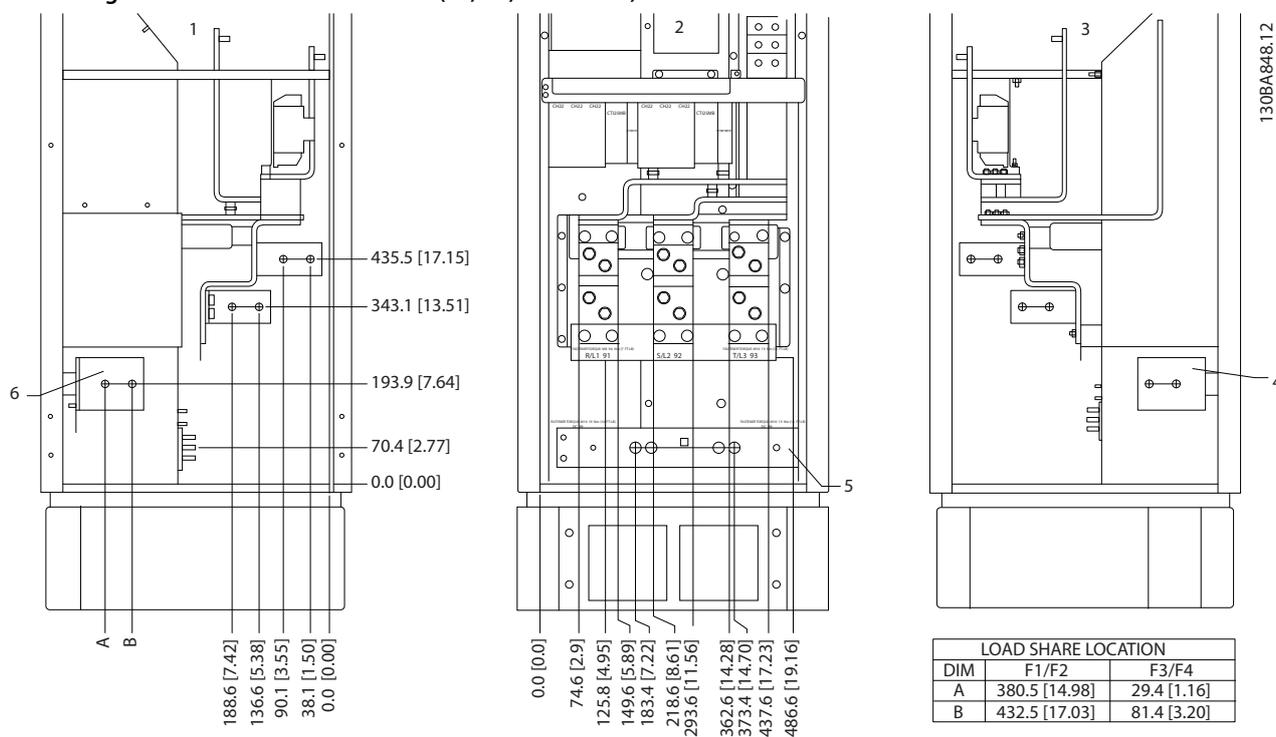
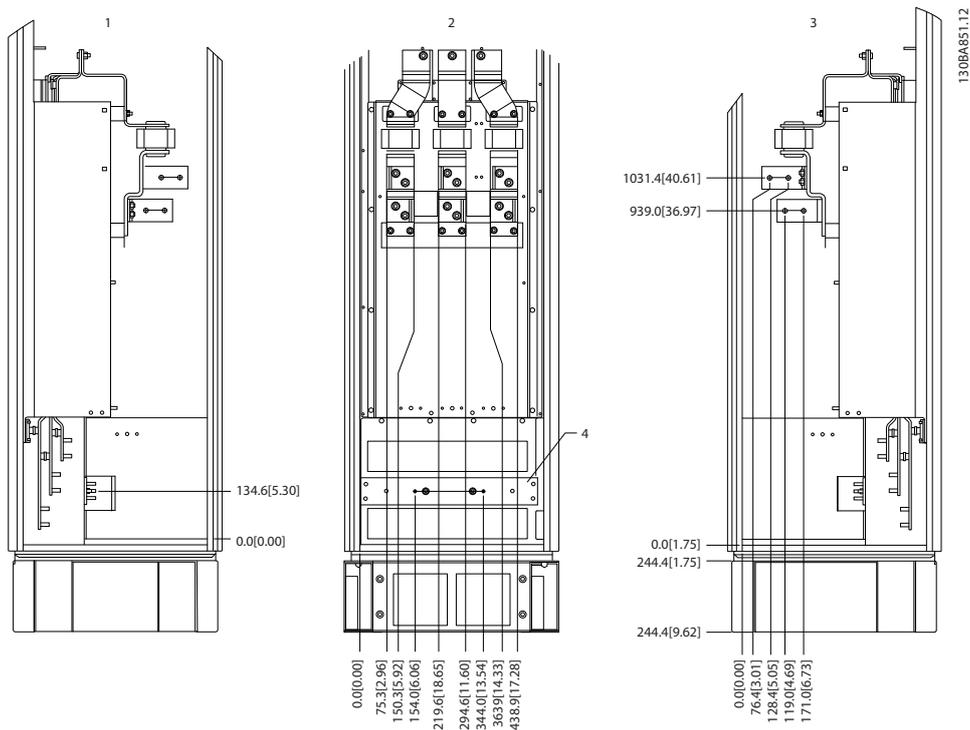


Abbildung 6.71 Anordnung der Klemmen – Gleichrichter. Die Stopfbuchsenplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Linke Seitenansicht
2	Vorderansicht
3	Rechte Seitenansicht
4	Zwischenkreiskopplungsklemme (-)
5	Erdungsschiene
6	Zwischenkreiskopplungsklemme (+)

Tabelle 6.36 Legende zu Abbildung 6.71

Anordnung der Klemmen – Optionsschrank (F3 und F4)



6

Abbildung 6.72 Anordnung der Klemmen – Optionsschrank (Vorderansicht, linke und rechte Seitenansichten). Die Stopfbuchsenplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Erdungsschiene
---	----------------

Tabelle 6.37 Legende zu Abbildung 6.72

## Anordnung der Klemmen – Optionsschrank mit Trennschalter/Molded Case Switch (F3 und F4)

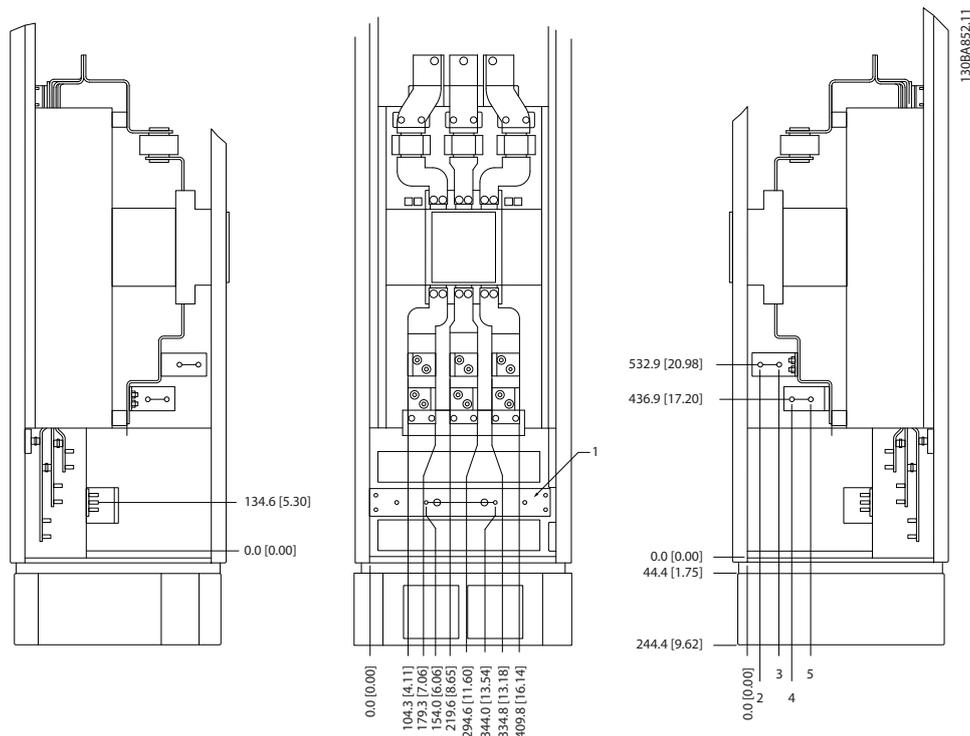


Abbildung 6.73 Anordnung der Klemmen – Optionsschrank mit Trennschalter/Molded Case Switch (Vorderansicht, linke und rechte Seitenansichten). Die Stopfbuchsenplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Erdungsschiene
---	----------------

Tabelle 6.38 Legende zu *Abbildung 6.73*

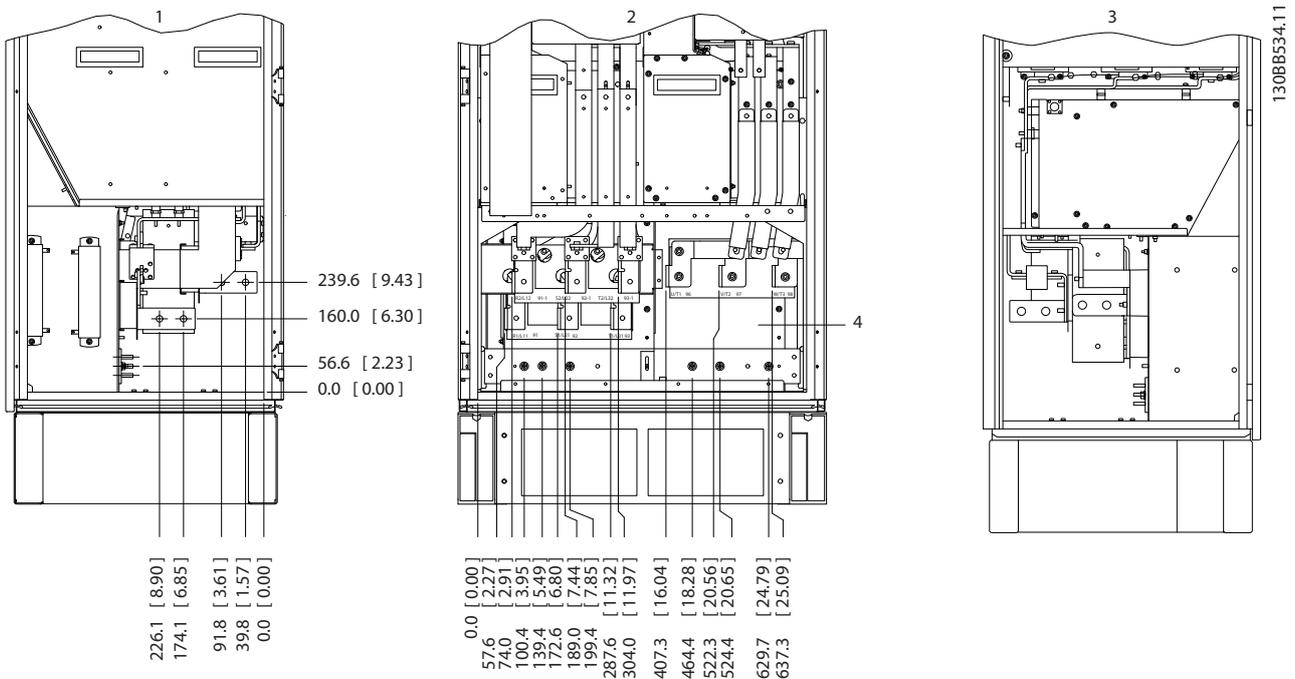
Nennleistung	2	3	4	5
450 kW (480 V), 630–710 kW (690 V)	34,9	86,9	122,2	174,2
500–800 kW (480 V), 800–1000 kW (690 V)	46,3	98,3	119,0	171,0

Tabelle 6.39 Dimensionierung der Klemmen

### 6.2.6 Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße F, 12 Pulse

Gehäuse der Baugröße F mit 12-Puls-Konfiguration sind in sechs Größen erhältlich. Die Baugrößen F8, F10 und F12 haben rechts einen Wechselrichterschrank und links einen Gleichrichterschrank. Geräte der Baugrößen F9, F11 und F13 sind F8-, F10- und F12-Geräte mit einem zusätzlichen Optionsschrank links neben dem Gleichrichterschrank.

#### Anordnung der Klemmen – Wechselrichter und Gleichrichter, Gerätebaugröße F8 und F9



6

Abbildung 6.74 Anordnung der Klemmen – Wechselrichter- und Gleichrichterschrank – F8 und F9. Die Stopfbuchsenplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Linke Seitenansicht
2	Vorderansicht
3	Rechte Seitenansicht
4	Erdungsschiene

Tabelle 6.40 Legende zu Abbildung 6.77

Anordnung der Klemmen – Wechselrichter Geräte-  
baugröße F10 und F11

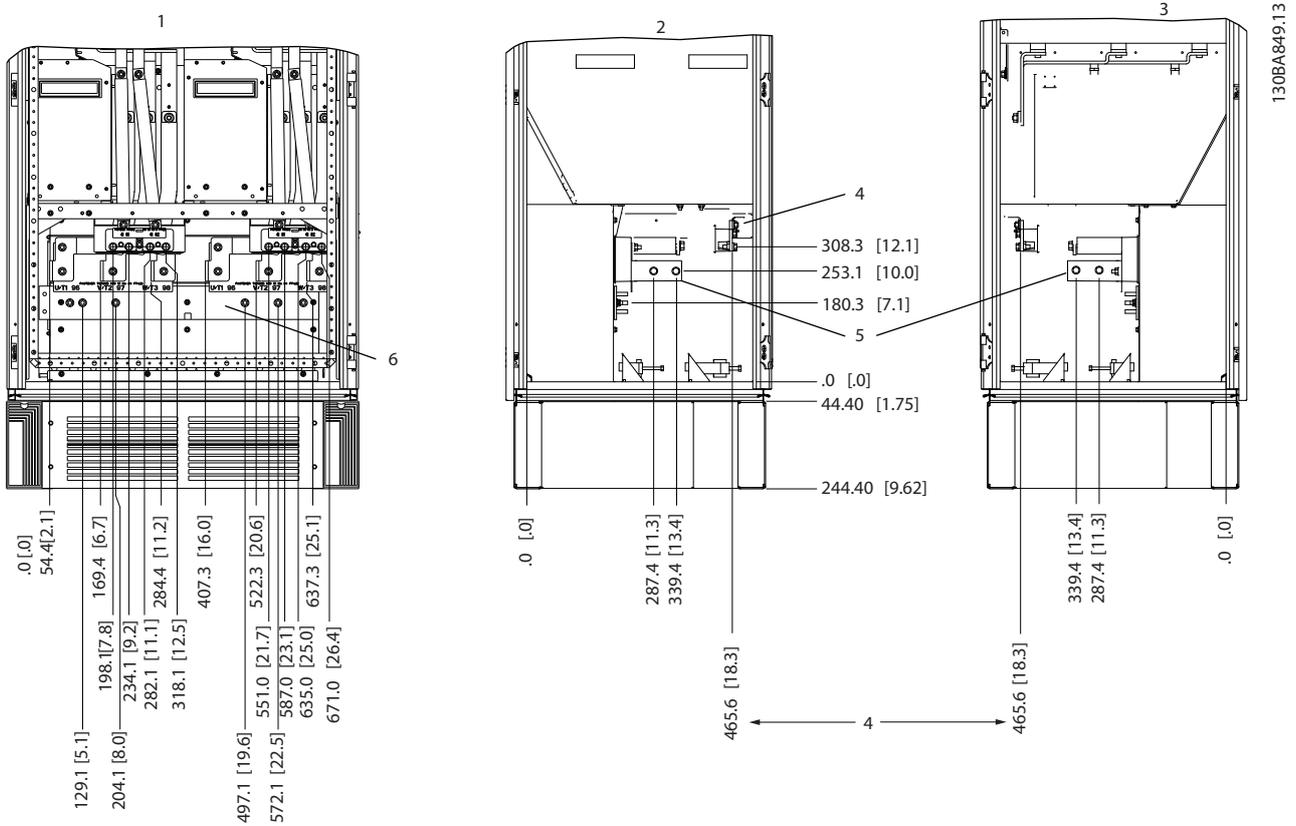


Abbildung 6.75 Anordnung der Klemmen – Wechselrichterschrank. Die Stopfbuchsenplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Vorderansicht
2	Linke Seitenansicht
3	Rechte Seitenansicht
4	Bremsklemmen
5	Erdungsschiene

Tabelle 6.41 Legende zu Abbildung 6.67

Anordnung der Klemmen – Wechselrichter Geräte-  
baugröße F12 und F13

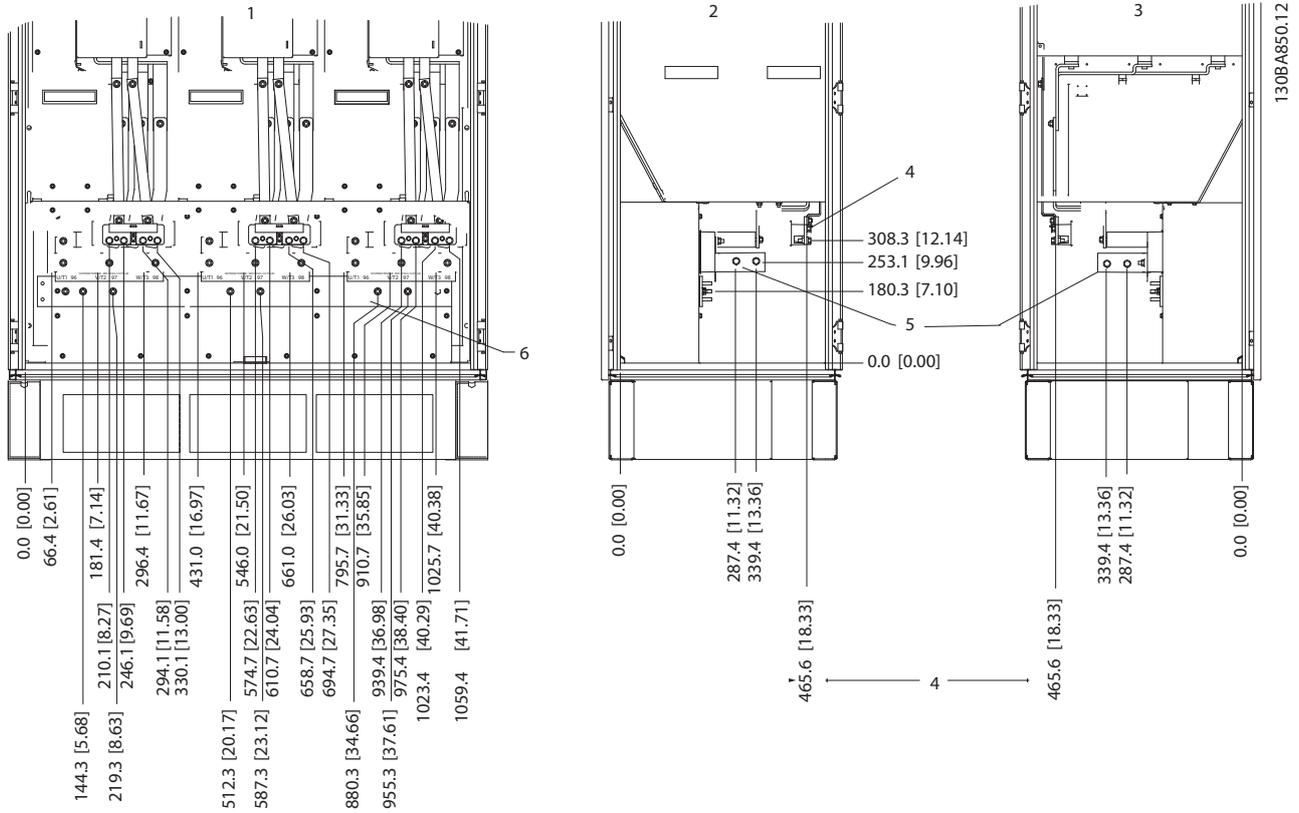


Abbildung 6.76 Anordnung der Klemmen – Wechselrichterschrank. Die Stopfbuchsenplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Vorderansicht
2	Linke Seitenansicht
3	Rechte Seitenansicht
4	Bremsklemmen
5	Erdungsschiene

Tabelle 6.42 Legende zu *Abbildung 6.69*

Anordnung der Klemmen – Gleichrichter (F10, F11, F12 und F13)

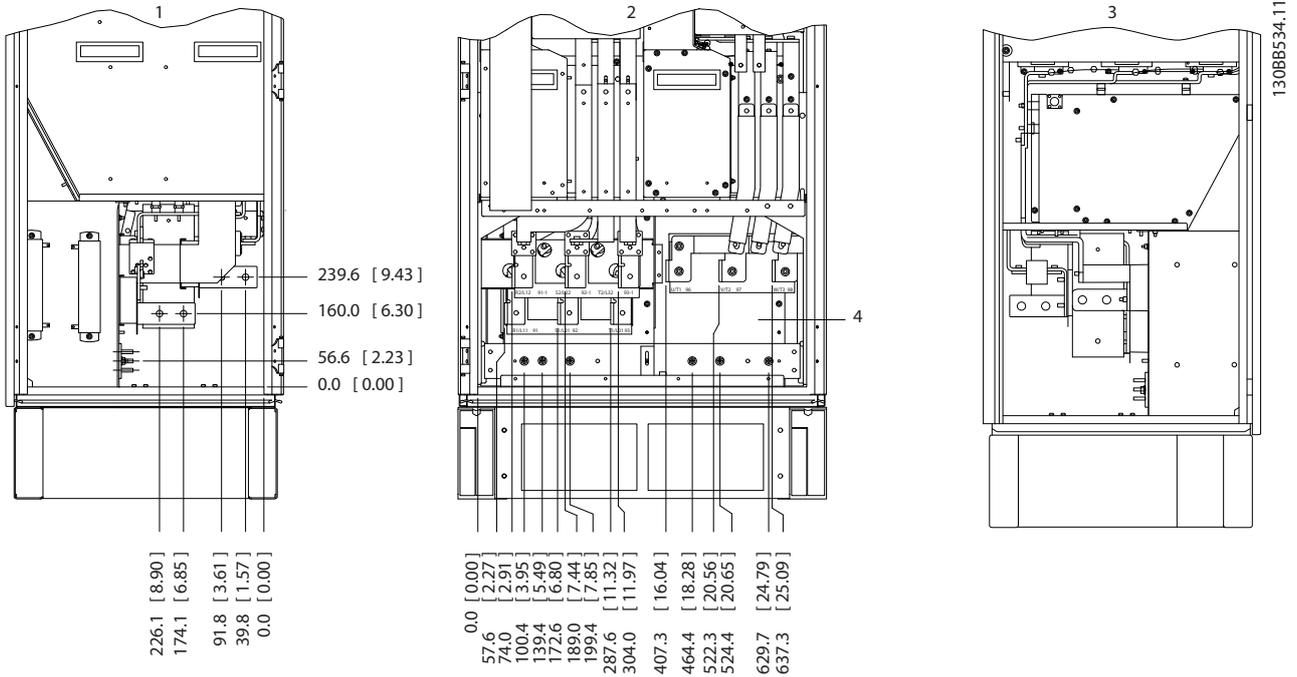


Abbildung 6.77 Anordnung der Klemmen – Gleichrichter. Die Stopfbuchsenplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Linke Seitenansicht
2	Vorderansicht
3	Rechte Seitenansicht
4	Erdungsschiene

Tabelle 6.43 Legende zu Abbildung 6.77

Anordnung der Klemmen – Optionsschrank, Gerätebaugröße F9

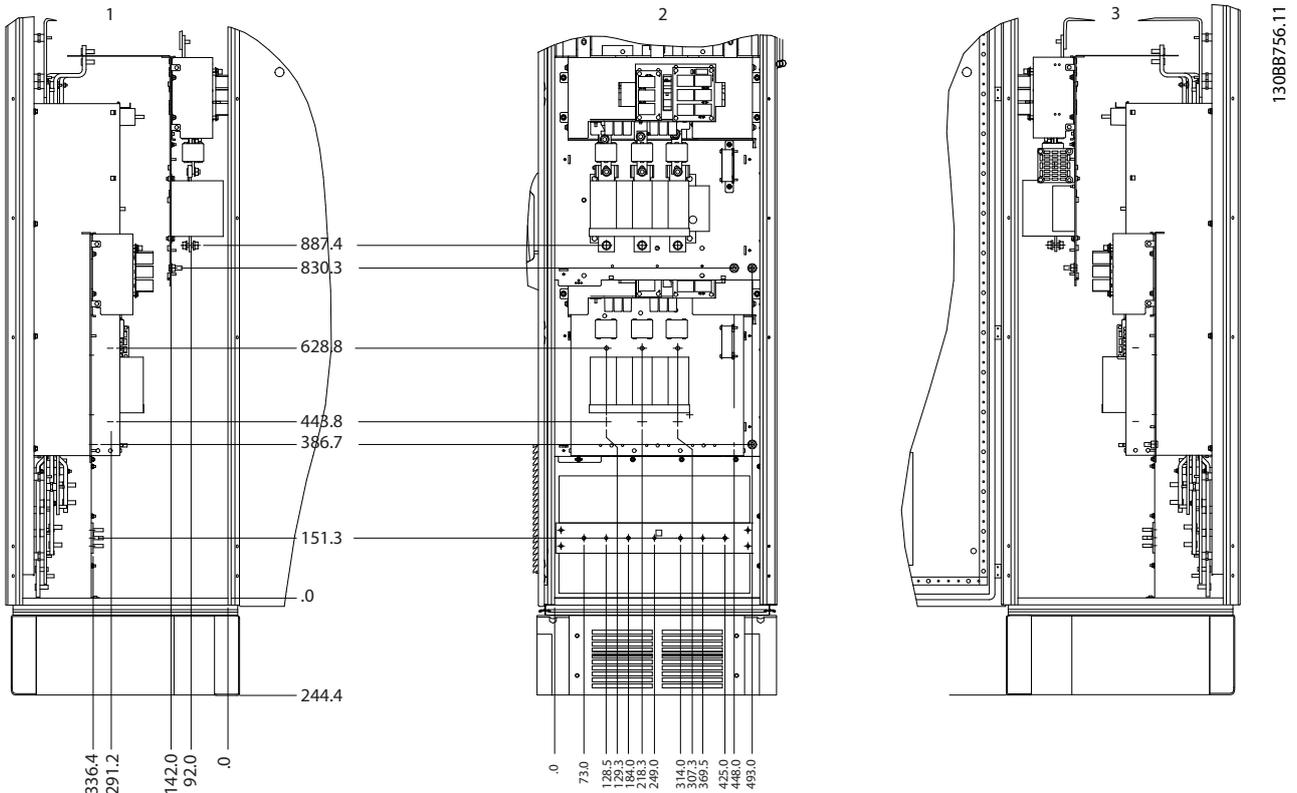


Abbildung 6.78 Anordnung der Klemmen – Optionsschrank.

1	Linke Seitenansicht
2	Vorderansicht
3	Rechte Seitenansicht

Tabelle 6.44 Legende zu Abbildung 6.78

Anordnung der Klemmen – Optionsschrank, Gerätebaugröße F11/F13

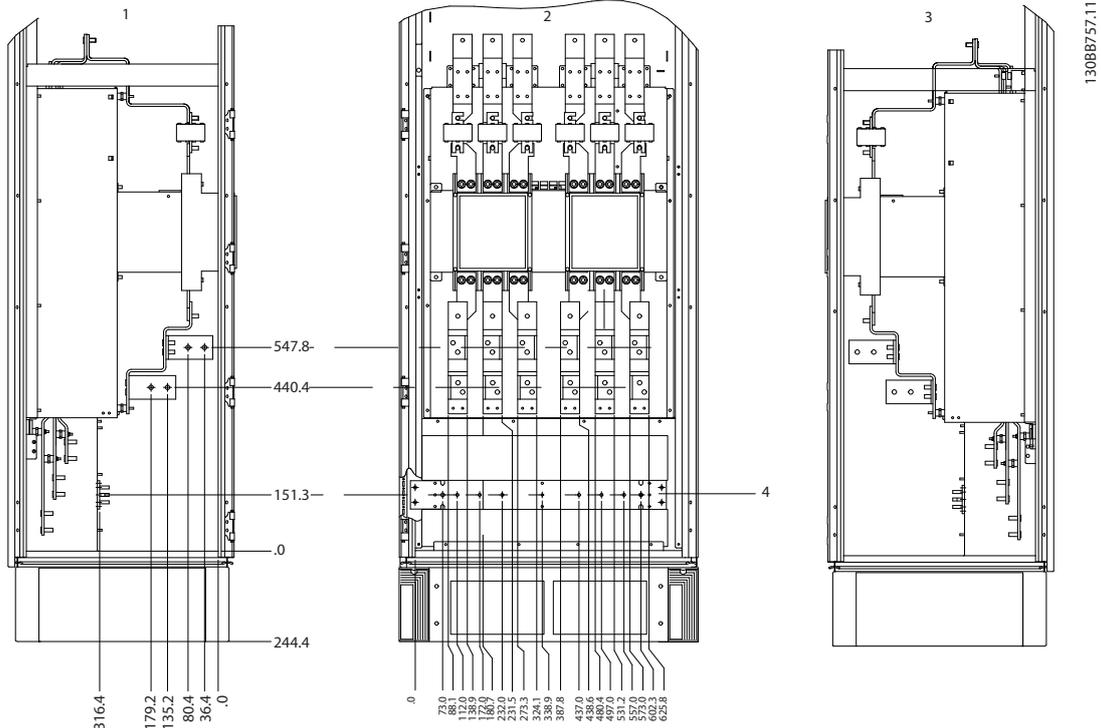


Abbildung 6.79 Anordnung der Klemmen – Optionsschrank.

1	Linke Seitenansicht
2	Vorderansicht
3	Rechte Seitenansicht
4	Erdungsschiene

Tabelle 6.45 Legende zu *Abbildung 6.79*

### 6.2.7 Kabel-/Rohreinführung – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Kabel werden durch die Bodenplatte von der Unterseite angeschlossen. Nehmen Sie die Platte ab und planen Sie die Platzierung der Kabel- oder Rohrdurchführungen. Die folgenden Abbildungen zeigen die Kabeleinführungspunkte von der Unterseite verschiedener Frequenzumrichter.

#### HINWEIS

Sie müssen die Bodenplatte am Frequenzumrichter montieren, um die angegebene Schutzart einzuhalten.

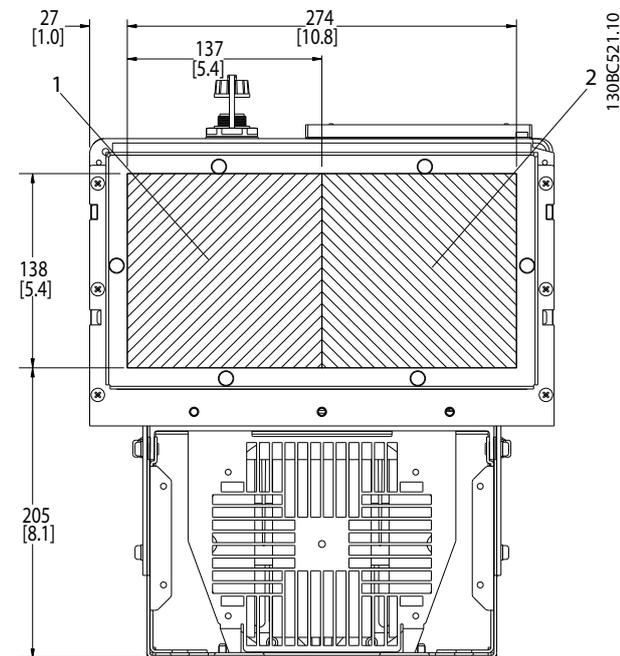


Abbildung 6.80 D1h, Ansicht von unten 1) Netzseite 2) Motorseite

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 6.46 Legende zu Abbildung 6.80

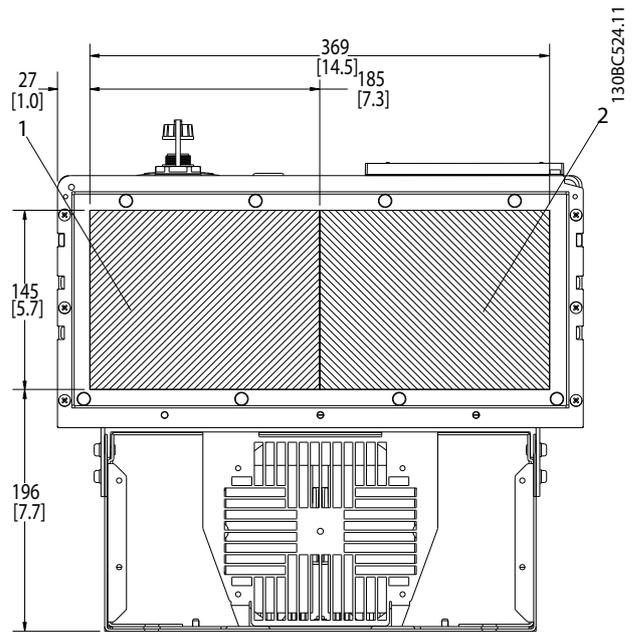


Abbildung 6.81 D2h, Untersicht

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 6.47 Legende zu Abbildung 6.81

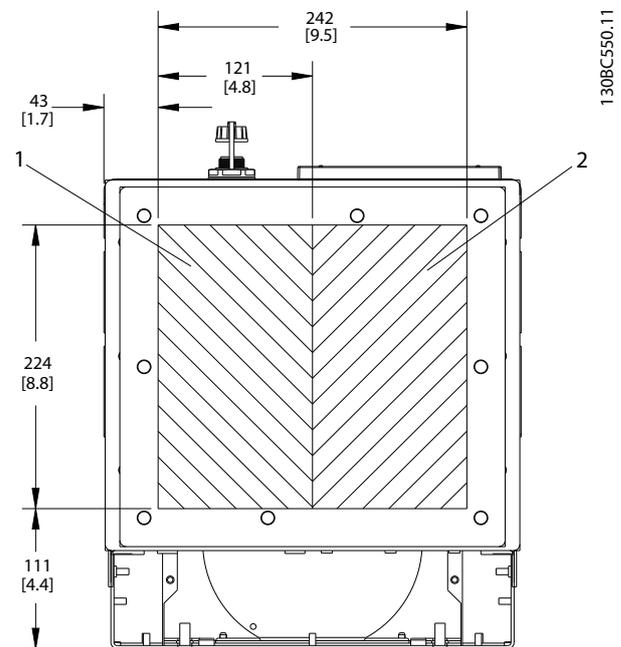


Abbildung 6.82 D5h & D6h, Untersicht

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 6.48 Legende zu Abbildung 6.82

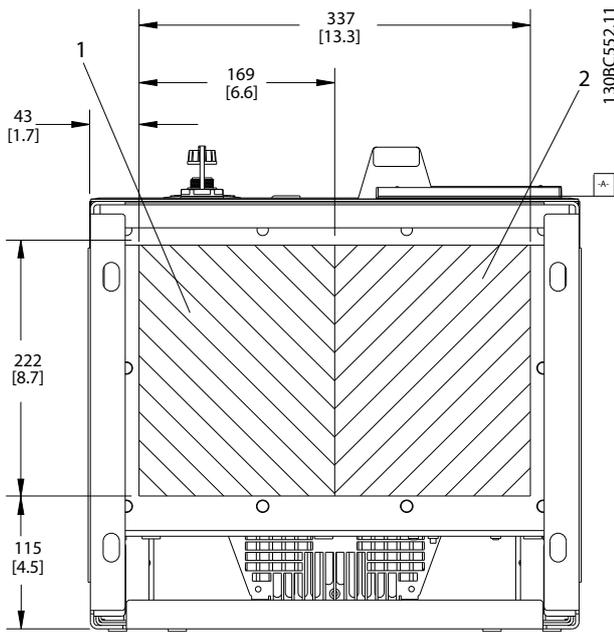


Abbildung 6.83 D7h & D8h, Untersicht

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 6.49 Legende zu *Abbildung 6.83*

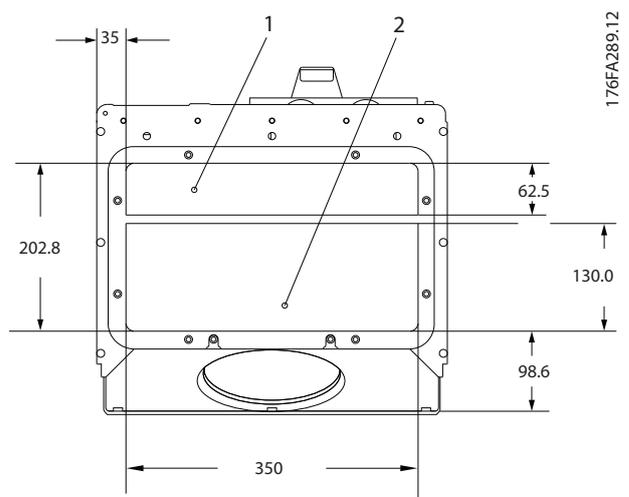


Abbildung 6.84 E1, Untersicht

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 6.50 Legende zu *Abbildung 6.84*

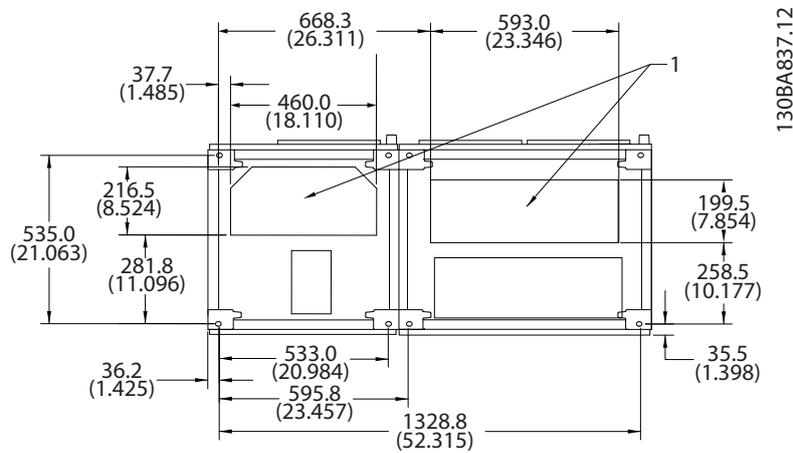
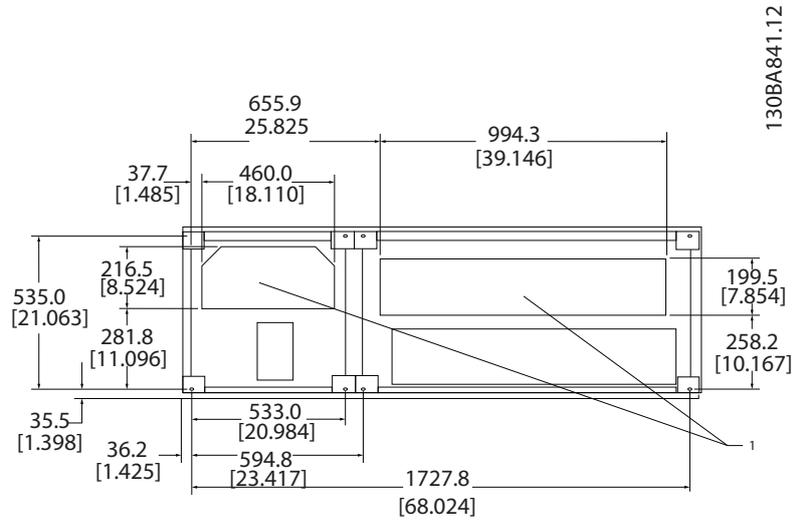


Abbildung 6.85 F1, Untersicht

1	Kabeleinführung
---	-----------------

Tabelle 6.51 Legende zu *Abbildung 6.85*



6

Abbildung 6.86 F2, Untersicht

1	Kabeleinführung
---	-----------------

Tabelle 6.52 Legende zu Abbildung 6.86

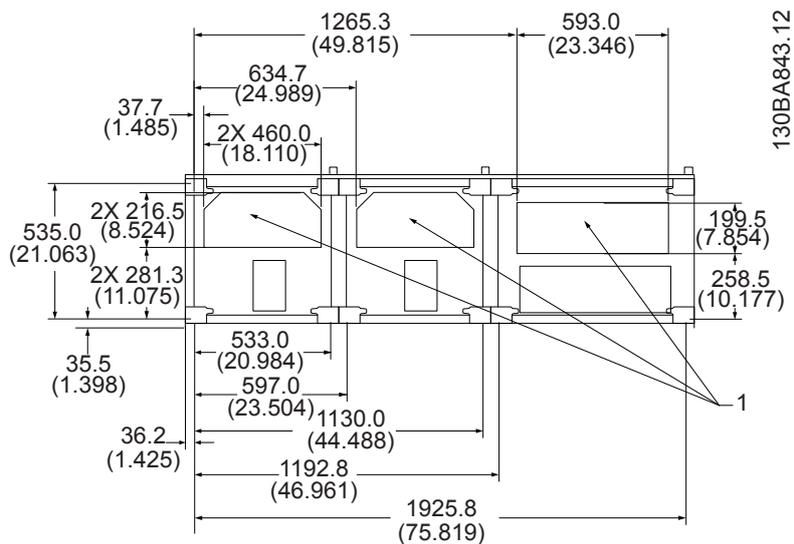


Abbildung 6.87 F3, Untersicht

1	Kabeleinführung
---	-----------------

Tabelle 6.53 Legende zu Abbildung 6.87

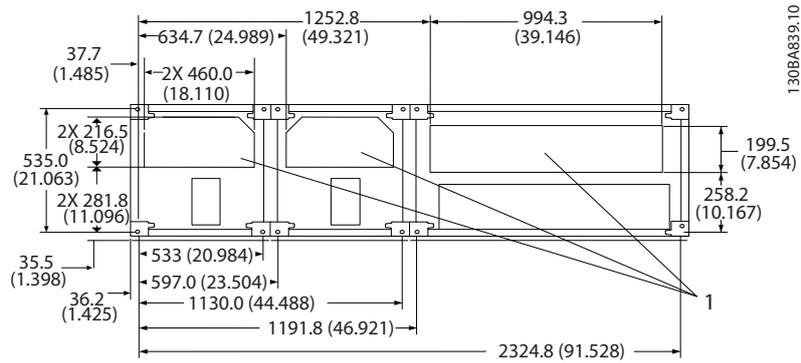


Abbildung 6.88 F4, Untersicht

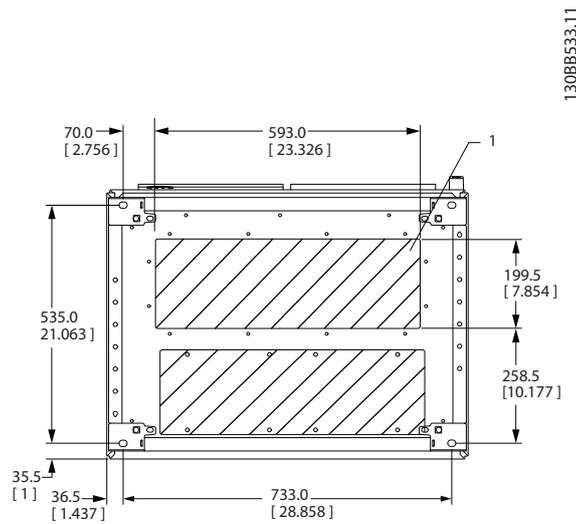
6

1	Kabeleinführung
---	-----------------

Tabelle 6.54 Legende zu Abbildung 6.88

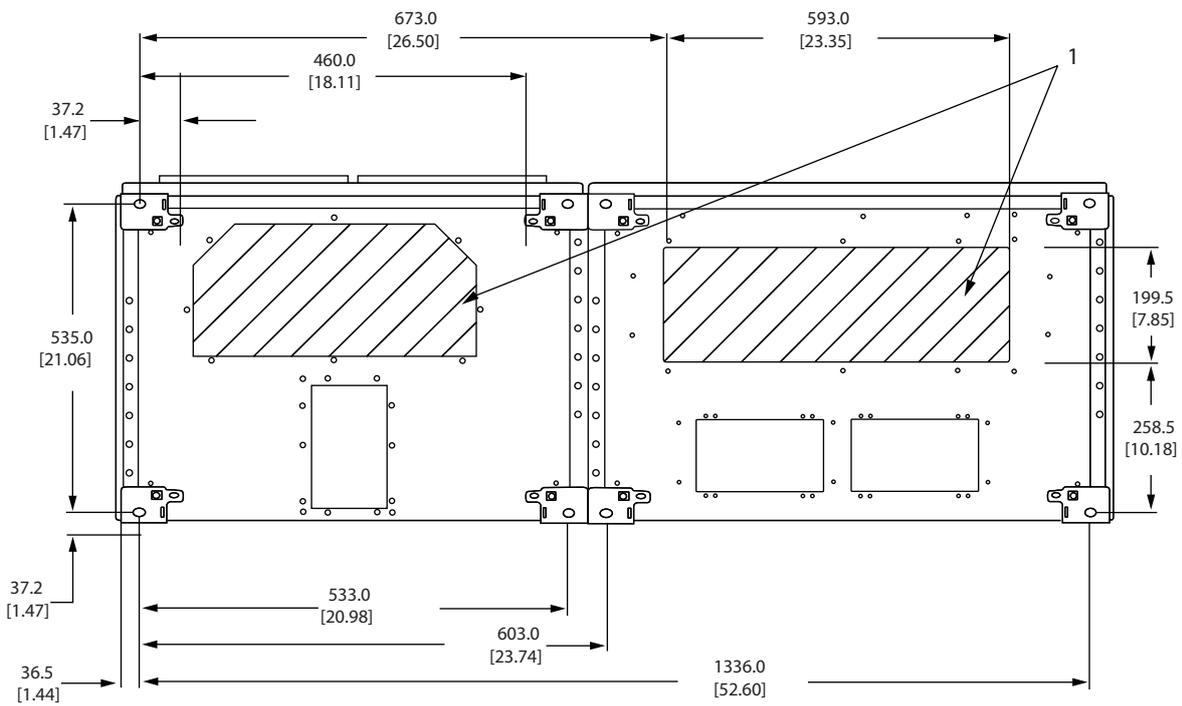
### 6.2.8 Kabel-/Rohreinführung, 12-Puls – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Die folgenden Abbildungen zeigen die Kabeleinführungspunkte an der Unterseite des Frequenzumrichters.



1	Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den schattierten Stellen an.
---	---

Abbildung 6.89 Baugröße F8

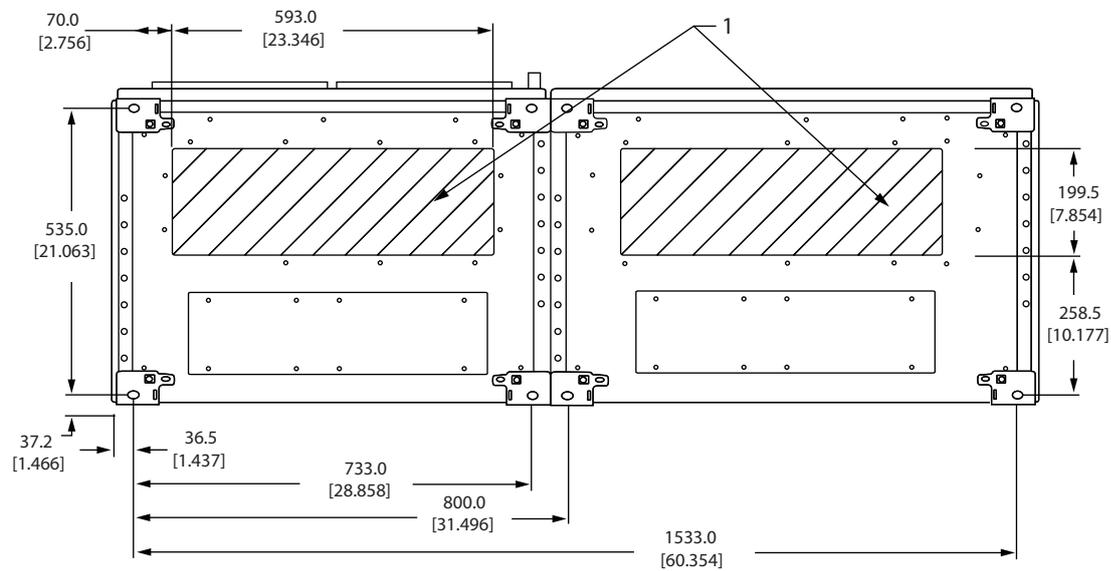


130BB698.10

Abbildung 6.90 Baugröße F9

1 Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den schattierten Stellen an.

Tabelle 6.55 Legende zu *Abbildung 6.90*

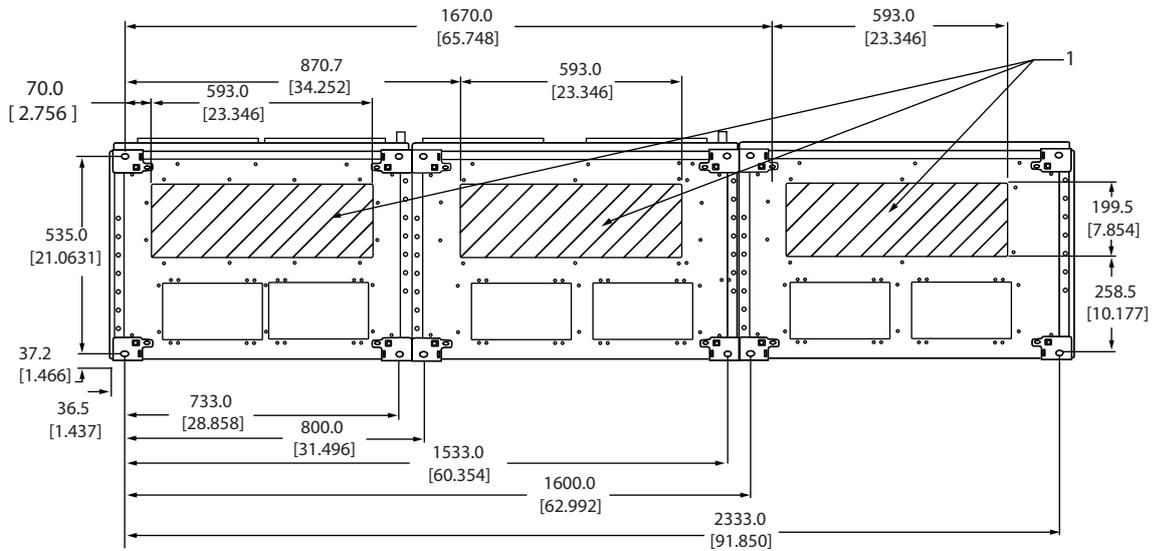


130BB694.10

Abbildung 6.91 Baugröße F10

1 Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den schattierten Stellen an.

Tabelle 6.56 Legende zu *Abbildung 6.91*

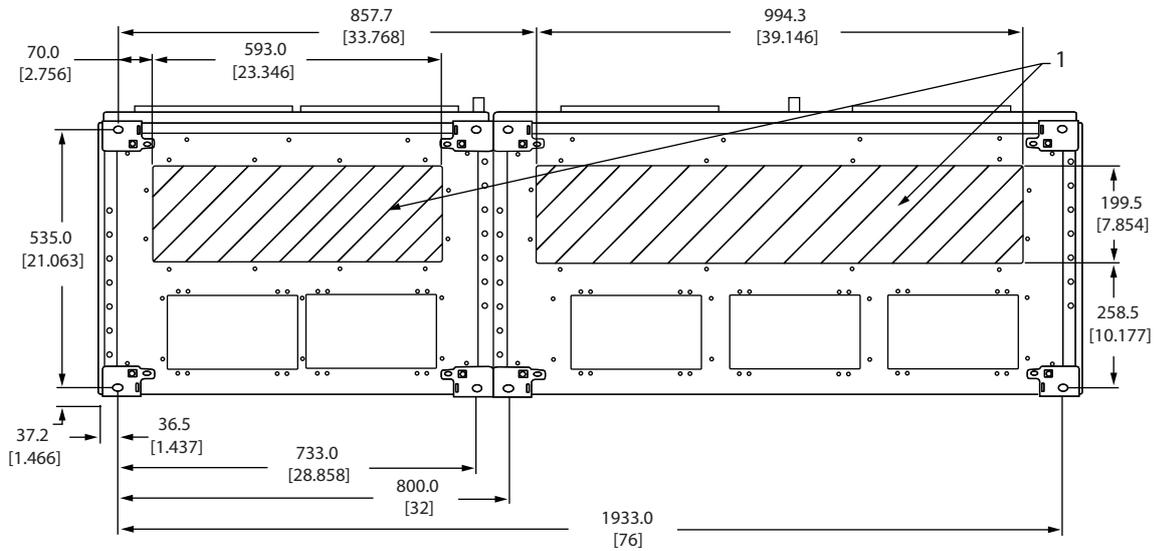


130BB695.10

Abbildung 6.92 Baugröße F11

1 Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den schattierten Stellen an.

Tabelle 6.57 Legende zu Abbildung 6.92

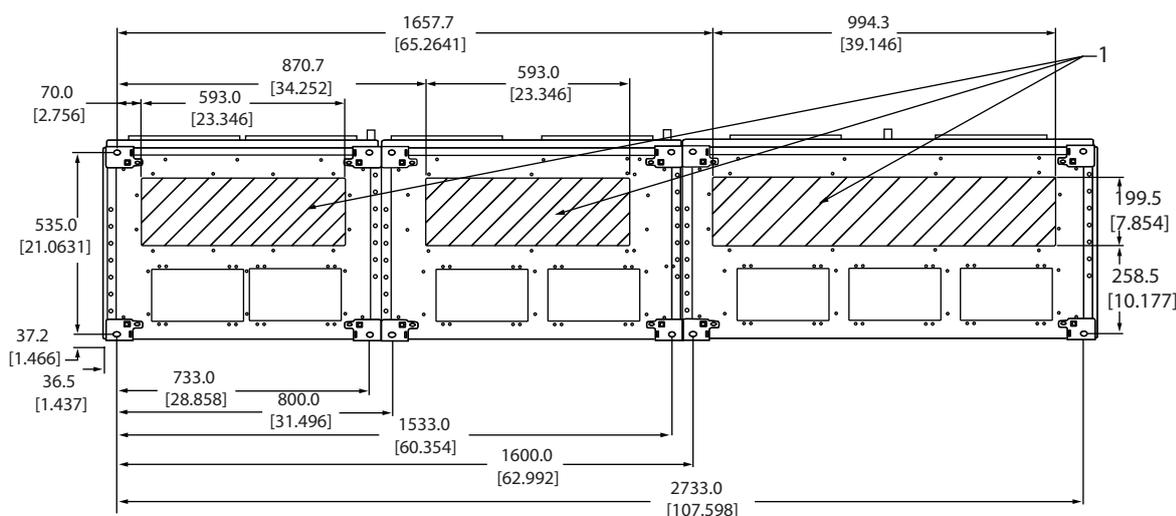


130BB696.10

Abbildung 6.93 Baugröße F12

1 Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den schattierten Stellen an.

Tabelle 6.58 Legende zu Abbildung 6.93



130BB697.10

6

Abbildung 6.94 Baugröße F13

1	Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den schattierten Stellen an.
---	---

Tabelle 6.59 Legende zu Abbildung 6.94

## 6.2.9 Kühlung und Luftstrom

### Kühlung

Zur Kühlung kann eine der folgenden Methoden genutzt werden:

- Kühlkanäle an der Unter- und Oberseite des Geräts
- Kühlung an der Hinterseite
- Kombination aus oberen und unteren Kühlkanälen und rückseitiger Kühlung

### Kanalkühlung

Es wurde eine spezielle Option entwickelt, um den Einbau von IP00/Chassis-Frequenzumrichtern in Rittal TS8-Schaltschränken mit Nutzung des Kühllüfters zur Zwangskühlung des rückseitigen Kühlkanals zu optimieren. Sie können die Wärme durch den Luftauslass an der Oberseite des Gehäuses nach außen führen, sodass die Wärme aus dem rückseitigen Kanal nicht innerhalb des Schaltraums entweichen kann, wodurch sich der Klimatisierungsbedarf des Raums deutlich reduziert.

### Rückseitige Kühlung

Sie können die durch den Kanal auf der Gehäuserückseite geleitete Kühlluft auch auf der Rückseite eines Rittal TS8-Schranks ein- und abführen. Mit dieser Methode kann der Kühlkanal Außenluft außerhalb der Einrichtung einziehen und die Wärmeverluste dann nach außen abgeben, um so den Klimatisierungsbedarf zu reduzieren.

### **HINWEIS**

Im Schaltschrank ist ein Türlüfter erforderlich, um die nicht durch den Lüftungskanal des Frequenzumrichters abgeführte Wärme und die durch weitere Komponenten im Schaltschrank erzeugte Wärme abzuführen. Sie müssen die insgesamt erforderliche Belüftung so berechnen, dass Sie die passenden Lüfter auswählen können. Einige Schaltschrankhersteller bieten Software an, mit der die Berechnung erfolgen kann.

### Luftzirkulation

Sie müssen für notwendige Luftströmung über den Kühlkörper sorgen. Die Luftströmungsrate wird in Tabelle 6.60 aufgeführt.

Frequenzumrichter- tertyp	Frequenzumrichtergröße		Gerätebaugröße	Gehäuseschutzart	Luftstrom m <sup>3</sup> /h (cfm)	
	380-480 V (T5)	525-690 V (T7)			Türlüfter/ Dachlüfter	Kühllüfter
6 Pulse	N110 bis N160	N75 bis N160	D1h, D5h, D6h	IP21/NEMA 1 oder IP54/NEMA 12	102 (60)	420 (250)
			D3h	IP20/Chassis		
	N200 bis N315	N200 bis N400	D2h, D7h, D8h	IP21/NEMA 1 oder IP54/NEMA 12	204 (120)	840 (500)
			D4h	IP20/Chassis		
	-	P450 bis P500	E1	IP21/NEMA 1 oder IP54/NEMA 12	340 (200)	1105 (650)
			E2	IP00/Chassis	255 (150)	
	P355 bis P450	P560 bis P630	E1	IP21/NEMA 1 oder IP54/NEMA 12	340 (200)	1445 (850)
			E2	IP00/Chassis	255 (150)	
	P500 bis P1M0	P710 bis P1M4	F1/F3, F2/F4	IP21/NEMA 1	700 (412)	985 (580)
				IP54/NEMA 12	525 (309)	
12 Pulse	P315 bis P1M0	P450 bis P1M4	F8/F9, F10/F11, F12/F13	IP21/NEMA 1	700 (412)	985 (580)
			IP54/NEMA 12	525 (309)		

Tabelle 6.60 Luftstrom über die Kühlkörper und durch den vorderen Kanal

\* Luftstrom pro Lüfter. Geräte der Baugröße F enthalten mehrere Lüfter.

#### Kühllüfter Baugröße F

Alle Frequenzrichter in diesem Größenbereich verfügen über Kühllüfter, die für Luftzirkulation über den Kühlkörper sorgen. Bei Geräten mit Schutzart IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) ist ein Kühllüfter in der Schaltschranktür eingebaut, um dem Gerät zusätzliche Kühlluft zuzuführen. Bei IP20-Geräten ist ein Kühllüfter oben auf dem Gerät befestigt, um für zusätzliche Kühlung zu sorgen. An der Eingangsplatte ist ein kleiner 24-V-DC-Mischlüfter montiert. Dieser Lüfter läuft, wenn der Frequenzrichter eingeschaltet ist.

Gleichspannung von der Leistungskarte versorgt die Lüfter. Der Mischlüfter wird mit 24 V DC vom Hauptschaltnetzteil versorgt. Der Kühlkörperlüfter und der Tür-/Dachlüfter werden mit 48 V DC von einem speziellen Schaltnetzteil auf der Leistungskarte versorgt. Zur Bestätigung des einwandfreien Betriebs gibt jeder Lüfter ein Drehzahl-Feedback an die Steuerkarte. Ein-/Aus-Steuerung und Drehzahlregelung der Lüfter dienen zur Verringerung der Geräuschentwicklung insgesamt sowie zur Verlängerung der Lüfterlebensdauer.

Die Lüfter von Geräten der Baugröße D werden unter folgenden Bedingungen aktiviert:

- Ausgangsstrom über 60 % des Nennstroms
- IGBT-Übertemperatur
- Niedrige IGBT-Temperatur
- Steuerkarte Übertemperatur
- DC-Halten aktiv
- DC-Bremse aktiv
- Dynamische Bremsschaltung aktiv

- Bei Vormagnetisierung des Motors
- Laufende AMA

Zusätzlich zu diesen Bedingungen werden die Lüfter immer kurz nach Anlegen der Netzspannung an den Frequenzrichter gestartet. Nach dem Starten laufen die Lüfter mindestens 1 Minute lang.

Unter folgenden Bedingungen laufen die Lüfter bei Geräten der Baugrößen E und F:

1. AMA
2. DC-Halten
3. Vormagnetisierung
4. DC-Bremse
5. 60 % des Nennstroms überschritten
6. Bestimmte Kühlkörpertemperatur überschritten (abhängig von der Leistungsgröße)
7. Spezifische Umgebungstemperatur der Leistungskarte überschritten (leistungsgrößenabhängig)
8. Spezifische Umgebungstemperatur der Steuerkarte überschritten

#### Externe Lüftungskanäle

Wenn Sie mehr Lüftungskanäle extern zum Rittal-Schalt-schrank anbringen, müssen Sie den Druckabfall in den Kanälen berechnen. Reduzieren Sie die Leistung des Frequenzrichters entsprechend dem Druckabfall mithilfe der folgenden Diagramme der Leistungsreduzierung.

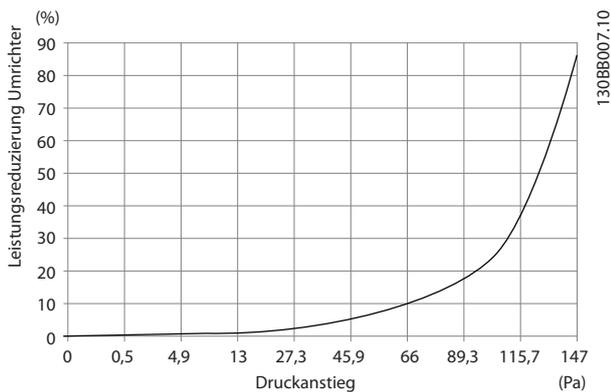


Abbildung 6.95 Baugröße D Leistungsreduzierung vs. Druckänderung. Luftzirkulation des Frequenzumrichters: 450 cfm (765 m<sup>3</sup>/h)

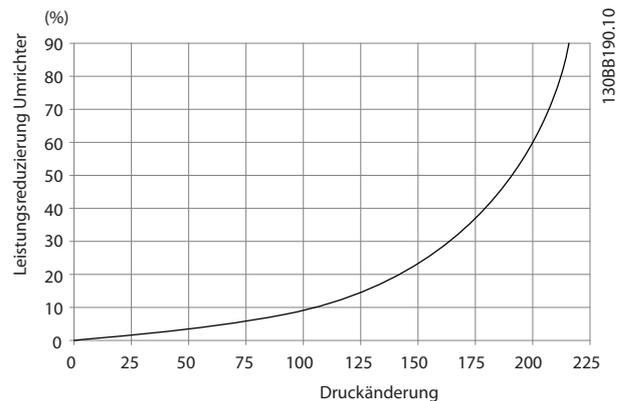


Abbildung 6.98 Baugrößen F1, F2, F3, F4 Leistungsreduzierung vs. Druckänderung. Luftzirkulation des Frequenzumrichters: 580 cfm (985 m<sup>3</sup>/h)

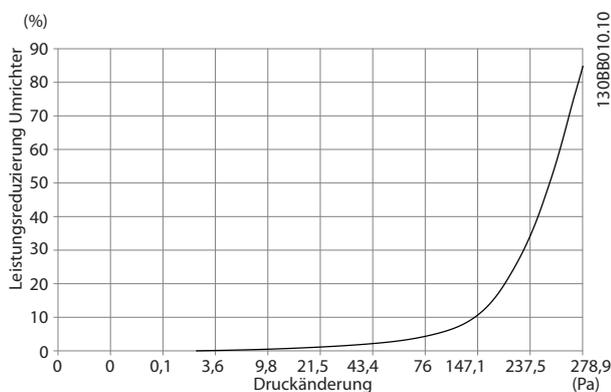


Abbildung 6.96 Baugröße E Leistungsreduzierung vs. Druckänderung (kleiner Lüfter), P250T5 und P355T7-P400T7  
Luftzirkulation des Frequenzumrichters: 650 cfm (1.105 m<sup>3</sup>/h)

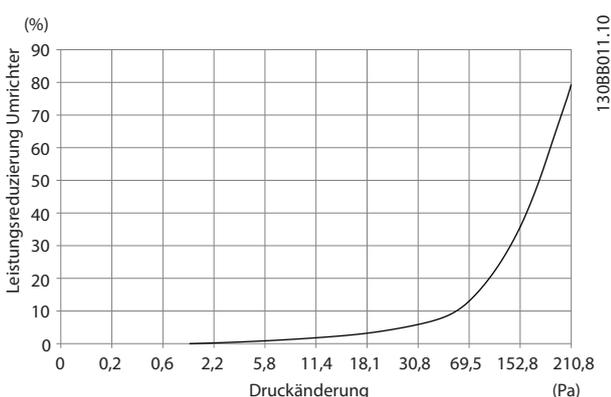


Abbildung 6.97 Baugröße E Leistungsreduzierung vs. Druckänderung (großer Lüfter), P315T5-P400T5 und P500T7-P560T7  
Luftzirkulation des Frequenzumrichters: 850 cfm (1.445 m<sup>3</sup>/h)

## 6.2.10 Wand-/Schrankmontage

Nur bei D1h- und D2h-Geräten wird aufgrund ihrer Klassifizierung nach IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) die Wandmontage außerhalb eines Gehäuses empfohlen. Auch wenn D3h- und D4h-Geräte an der Wand montiert werden können, wird die Schrankmontage in einem Gehäuse empfohlen. Bei Gerät E2 ist nur die Schrankmontage in einem Gehäuse vorgesehen.

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein wand- oder schrankmontiertes Gerät zu installieren:

1. Lassen Sie zwischen der Oberkante des Geräts und der Decke und zwischen Gerät und Boden einen Abstand von jeweils mindestens 225 mm, um eine ausreichende Kühlung zu gewährleisten.
2. Achten Sie darauf, auf der Unterseite des Geräts genügend Raum für die Kabeleinführung zu lassen.
3. Markieren Sie die Bohrungen gemäß den Installationszeichnungen und bohren Sie an den angegebenen Stellen.
4. Montieren Sie die für die Unterseite des Geräts vorgesehenen Schrauben und heben Sie den Frequenzumrichter darauf.
5. Neigen Sie den Frequenzumrichter gegen die Wand und montieren Sie die oberen Schrauben.
6. Ziehen Sie alle vier Schrauben fest an, um das Gerät an der Wand zu sichern.

## 6.2.11 Sockelaufstellung bei Baugröße D

Zum Lieferumfang der D7h- und D8h-Frequenzumrichter gehören ein Sockel und ein Wandabstandshalter. Installieren Sie erst den Abstandshalter hinter dem

Montageflansch, bevor Sie das Gehäuse an der Wand befestigen (siehe *Abbildung 6.99*).

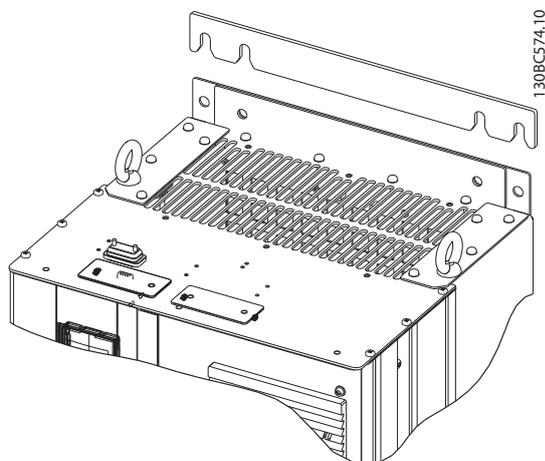


Abbildung 6.99 Wandabstandshalter

Führen Sie zur Sockelaufstellung des Geräts der Baugröße D die folgenden Schritte wie in *Abbildung 6.100* gezeigt durch:

1. Befestigen Sie den Sockel mit zwei M10-Muttern am rückwärtigen Kühlkanal.
2. Führen Sie zwei M5-Schrauben durch den hinteren Sockelflansch in die Sockelhalterung des Frequenzumrichters ein und ziehen Sie diese fest.

3. Führen Sie vier M5-Schrauben durch den vorderen Sockelflansch in die Befestigungsbohrungen der vorderen Kabeleinführungsplatte und ziehen Sie diese fest.

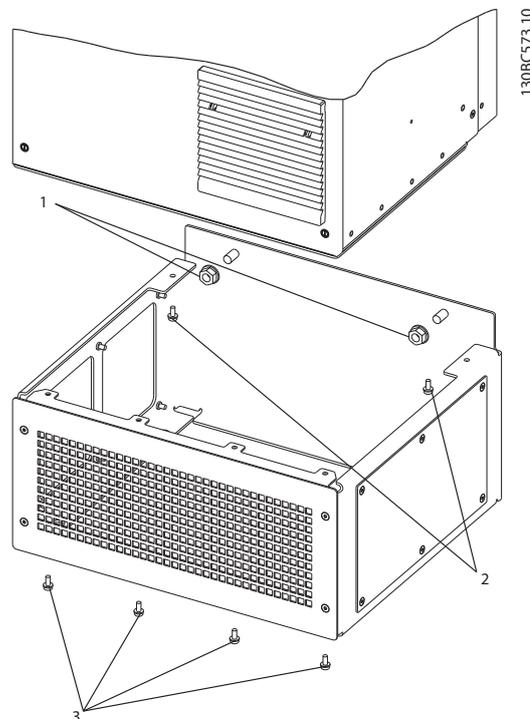


Abbildung 6.100 Installation des Sockels

### 6.2.12 Sockelaufstellung bei Baugröße E

Wie in *Abbildung 6.101* abgebildet, kann das Bodenblech von Gehäuse E1 entweder von innen oder von außerhalb des Gehäuses befestigt werden, was Ihnen Flexibilität beim Einbau gibt. Bei einer Montage von unten können die Stopfbuchsen und Kabel installiert werden, bevor der Frequenzumrichter auf den Sockel gesetzt wird.

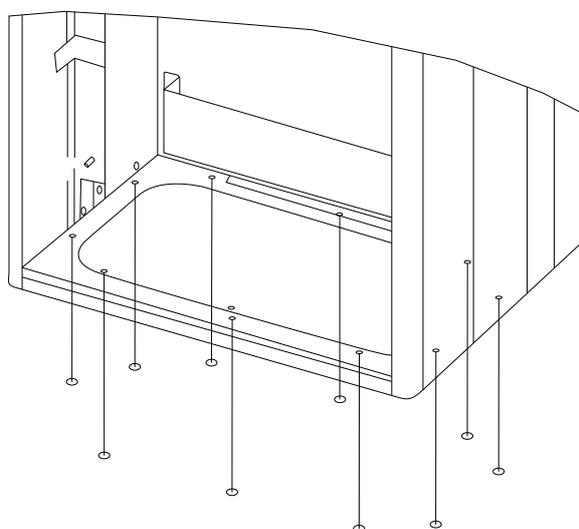
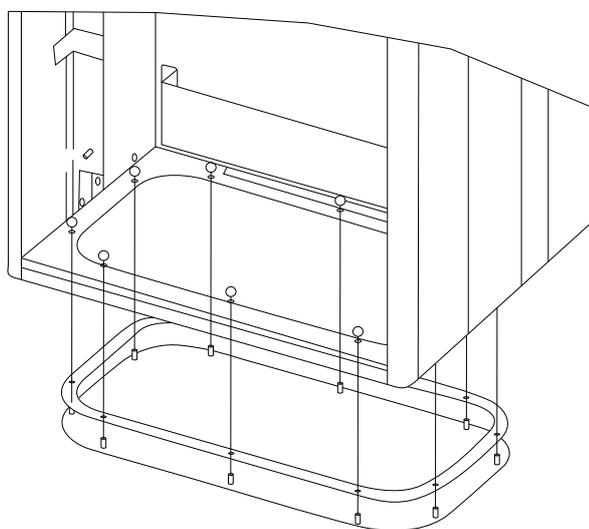


Abbildung 6.101 Montage des Bodenblechs, Gerätebaugröße E1.

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein sockelmontiertes Gerät der Baugröße E zu installieren:

1. Führen Sie alle M10x30-mm-Schrauben mit Zahn- und Unterlegscheiben durch die Bodenplatte in die Gewindebohrungen des Sockels ein. Installieren Sie vier Schrauben pro Schrank.

### 6.2.13 Sockelaufstellung bei Baugröße F

Die Frequenzumrichter der Baugröße F werden mit einem Sockel geliefert. Für die Sockelaufstellung von Frequenzumrichtern der Baugröße F sind 8 Schrauben statt 4 erforderlich, wie in *Abbildung 6.102* gezeigt.

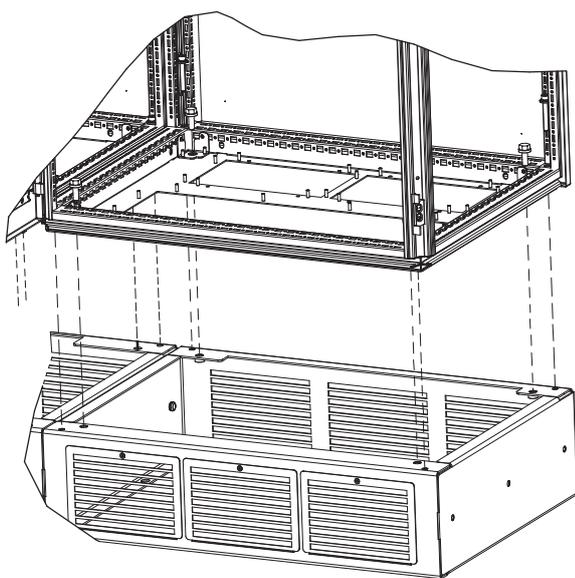


Abbildung 6.102 Sockelverschraubung

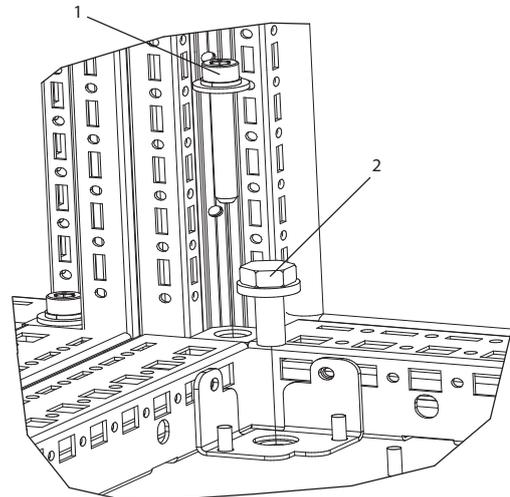


Abbildung 6.103 Detail zur Position der Befestigungselemente

1	Schraube M8x60 mm
2	Schraube M10x30 mm

Tabelle 6.61 Legende zu *Abbildung 6.103*

Führen Sie zur Sockelaufstellung des Geräts der Baugröße D die folgenden Schritte durch:

1. Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Deckenabstand von mindestens 100 mm einzuhalten.
2. Führen Sie alle M8x60-mm-Schrauben mit Zahn- und Unterlegscheiben durch den Rahmen in die Gewindebohrungen des Sockels ein. Installieren Sie 4 Schrauben pro Schrank. Siehe *Abbildung 6.103*
3. Führen Sie alle M10x30-mm-Schrauben mit Zahn- und Unterlegscheiben durch die Bodenplatte in die Gewindebohrungen des Sockels ein. Installieren Sie 4 Schrauben pro Schrank. Siehe *Abbildung 6.103*

1308X471.11

## 7 Elektrische Installation

### 7.1 Anschlüsse

#### 7.1.1 Drehmoment-Einstellungen

Beim Festziehen der elektrischen Verbindungen müssen Sie unbedingt einen Drehmomentschlüssel verwenden, um das richtige Drehmoment zu erzielen. Ein zu geringes oder zu hohes Drehmoment führt zu einem schlechten elektrischen Anschluss.

Siehe die Drehmoment-Einstellungen in *Tabelle 7.1*.

Gerätebaugröße	Klemme	Größe	Nenn Drehmoment [Nm (in-lbs)]	Drehmomentbereich [Nm (in-lbs)]	
D1h/D3h/D5h/D6h	Netz Motor Zwischenkreis- kopplung Rückspeisung	M10	29,5 (261)	19-40 (168-354)	
	Masse (Erde) Bremse	M8	14,5 (128)	8,5-20,5 (75-181)	
D2h/D4h/D7h/D8h	Netz Motor Rückspeisung Zwischenkreis- kopplung Masse (Erde)	M10	29,5 (261)	19-40 (168-354)	
	Bremse	M8		8,5-20,5 (75-181)	
E	Netz	M10	19,1 (169)	17,7-20,5 (156-182)	
	Motor				
	Zwischenkreis- kopplung				
	Erde				
	rückspeisefähig Bremse	M8	9,5 (85)	8,8-10,3 (78,2-90,8 in-lbs.)	
F	Netz	M10	19,1 (169)	17,7-0,5 (156-182 in-lbs.)	
	Motor				
	Zwischenkreis- kopplung				
	Rückspeisu ng:	DC- DC+	M8	9,5 (85)	8,8-10,3 (78,2-90,8)
			M10	19,1 (169)	17,7-20,5 (156-182)
	F8-F13 Rückspeisung		M10	19,1 (169)	17,7-20,5 (156-182.)
	Erde		M8	9,5 (85)	8,8-10,3 (78,2-90,8)
Bremse					

Tabelle 7.1 Anzugsdrehmomente der Anschlussklemmen

### 7.1.2 Stromanschlüsse

**HINWEIS**

Befolgen Sie stets die nationalen und lokalen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. UL-Anwendungen erfordern 75 °C-Kupferleiter. In Nicht-UL-Anwendungen können 75°C- und 90°C-Kupferleiter verwendet werden.

Die Anordnung der Kabelanschlüsse ist in *Abbildung 7.1* dargestellt. Die Dimensionierung der Kabelquerschnitte muss gemäß den Nennstromwerten und den lokalen Vorschriften erfolgen. Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe *Kapitel 4.3 Allgemeine Spezifikationen*.

Zum Schutz des Frequenzumrichters müssen entweder die empfohlenen Sicherungen verwendet werden, oder das Gerät muss über eingebaute Sicherungen verfügen. Hilfen zur Auswahl der Sicherungen finden Sie im Produkthandbuch des Frequenzumrichters. Achten Sie auf eine ordnungsgemäße Sicherung gemäß den lokalen Vorschriften.

Bei Ausführungen mit Netzschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.

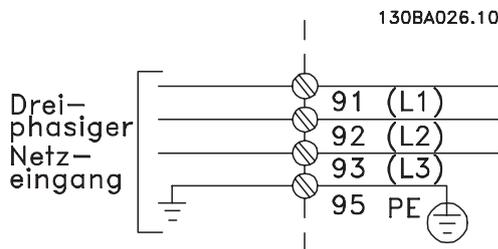


Abbildung 7.1 Netzkabelanschlüsse

**HINWEIS**

Das Motorkabel muss abgeschirmt sein. Bei Verwendung von ungeschirmten Motorkabeln werden bestimmte EMV-Anforderungen nicht eingehalten. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten. Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 7.8 EMV-gerechte Installation*.

**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), müssen Sie die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortführen.

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

Stellen Sie die Schirmverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Kabelschelle) her. Verwenden Sie hierzu das mitgelieferte Installationszubehör.

**Kabellänge und -querschnitt**

Die EMV-Prüfung des Frequenzumrichters wurde mit einer bestimmten Kabellänge durchgeführt. 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 die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz entsprechend den Anweisungen zu dem verwendeten Sinusfilter unter *14-01 Taktfrequenz* eingestellt werden.

Klemmen-Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspannung 0–100 % der Netzspannung. 3 Leiter vom Motor
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Dreieckschaltung
	W2	U2	V2		6 Leiter vom Motor
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Sternschaltung (U2, V2, W2) U2, V2 und W2 sind miteinander zu verbinden.

Tabelle 7.2 Motorkabelanschluss

<sup>1)</sup>Schutzleiteranschluss

**HINWEIS**

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

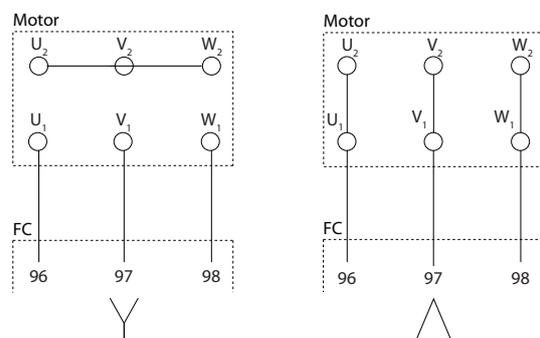


Abbildung 7.2 Motorkabelanschluss

Baugröße D Innenliegende Bauteile

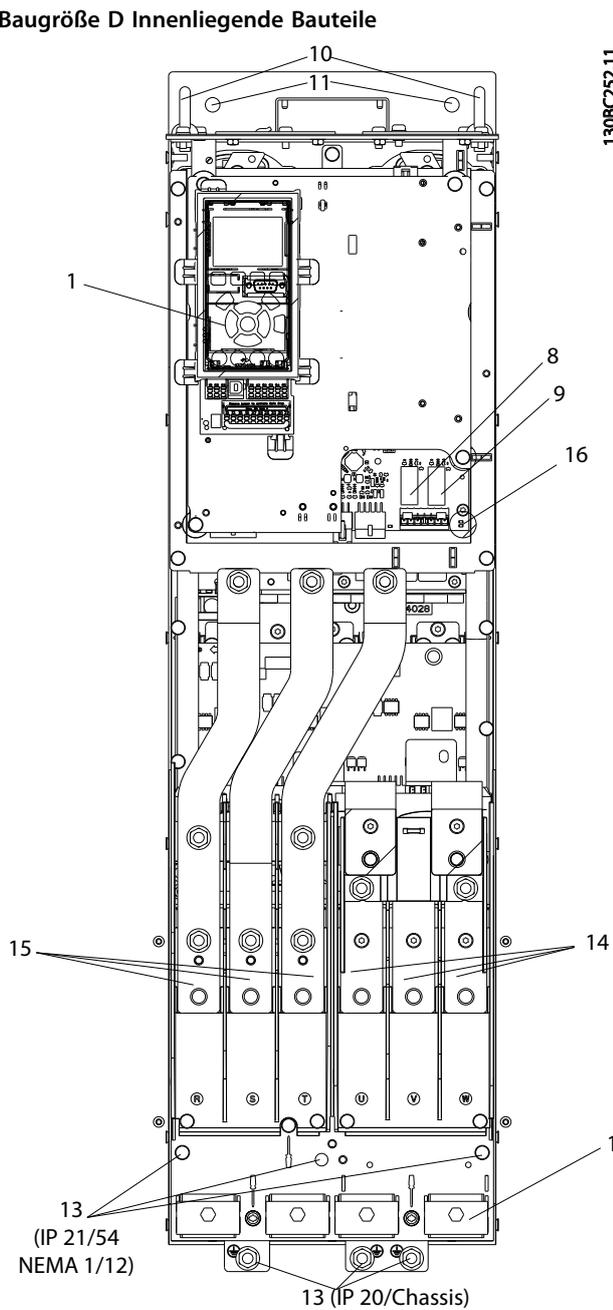


Abbildung 7.3 Baugröße D Innenliegende Bauteile

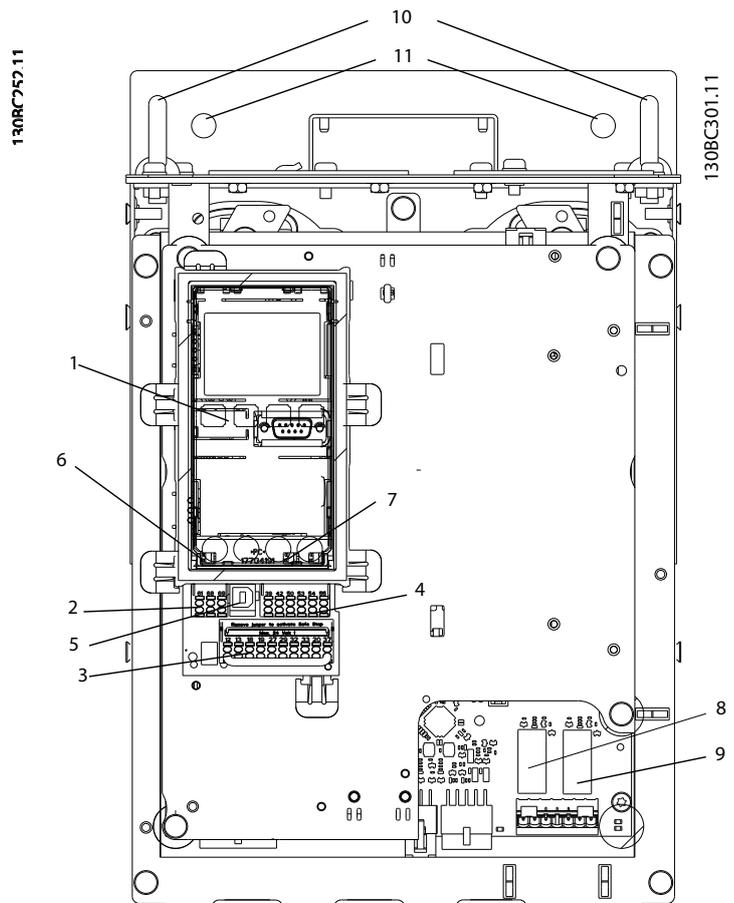


Abbildung 7.4 Nahansicht: LCP und Regelungsfunktionen

1	LCP-Bedienteil	9	Relais 2 (04, 05, 06)
2	Anschluss serielle RS485-Schnittstelle	10	Transportöse
3	Stecker für digitale E/A- und 24-V-Stromversorgung	11	Aufhängung für Montage
4	Stecker für analoge Schnittstellen	12	Kabelschelle (Schutzleiter)
5	USB-Anschluss	13	Masse (Erde)
6	Schalter für serielle Schnittstelle	14	Motorausgangsklemmen 96 (U), 97 (V), 98 (W)
7	Schalter für analoge Schnittstelle (A53), (A54)	15	Netzeingangsstecker 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3)
8	Relais 1 (01, 02, 03)		

Tabelle 7.3 Legende zu Abbildung 7.3 und Abbildung 7.4

**Anordnung der Klemmen - D1h/D2h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

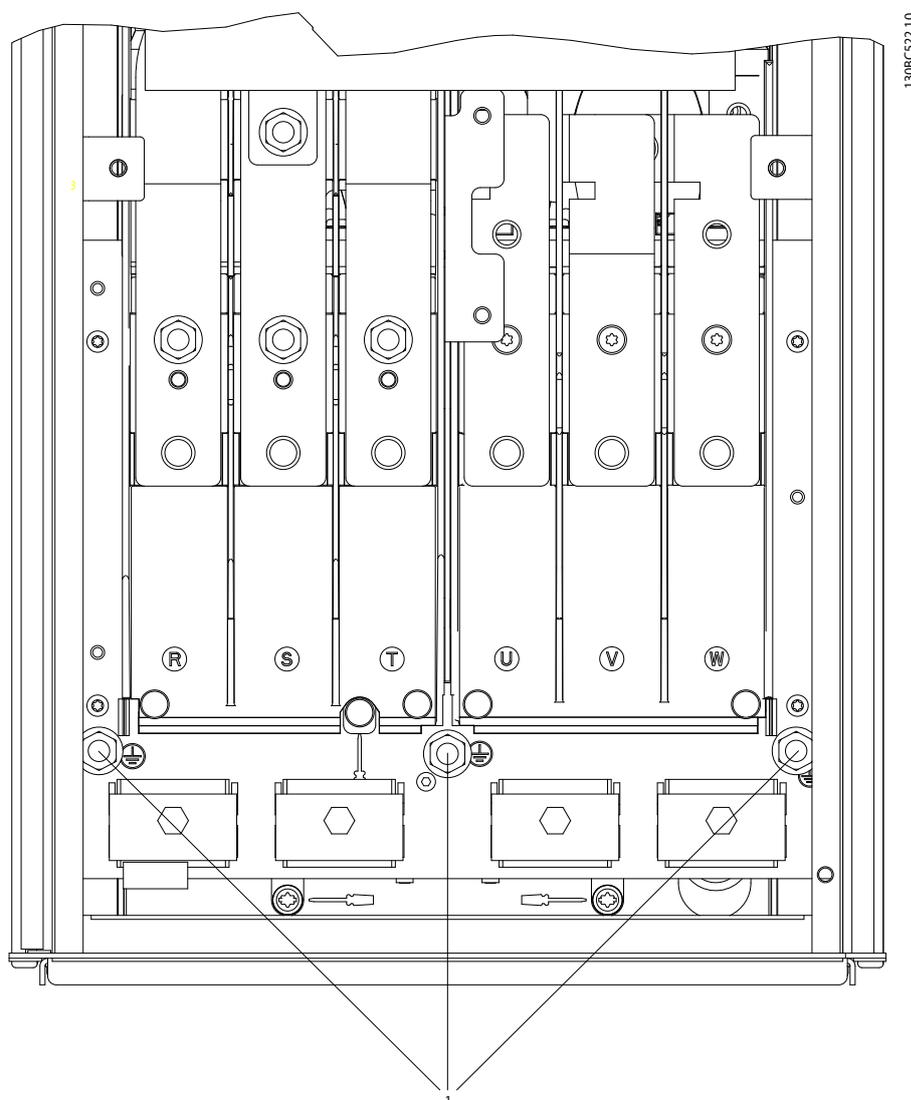
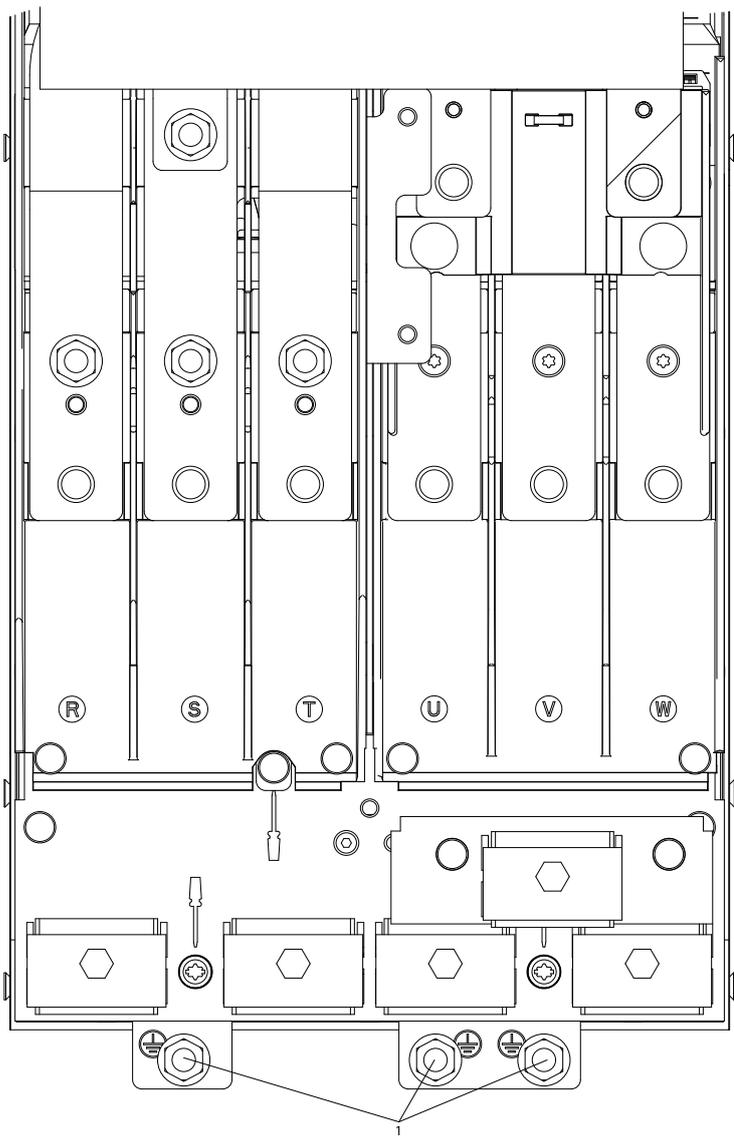


Abbildung 7.5 Position der Erdungsklemmen IP21 und IP54, D1h/D2h

**Anordnung der Klemmen - D3h/D4h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

7



130BC523.10

Abbildung 7.6 Anordnung der Erdungsklemmen IP20 (Chassis), D3h/D4h

1	Erdungsklemmen
---	----------------

Tabelle 7.4 Legende zu *Abbildung 7.5* und *Abbildung 7.6*

**Anordnung der Klemmen - D5h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

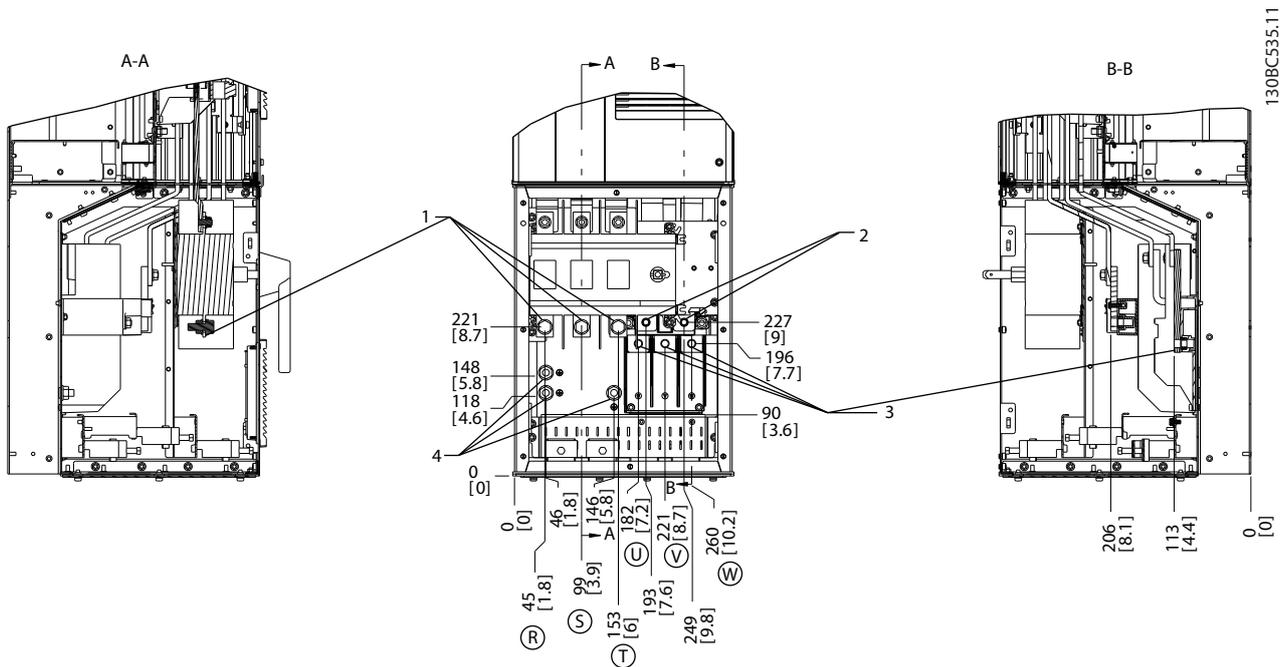
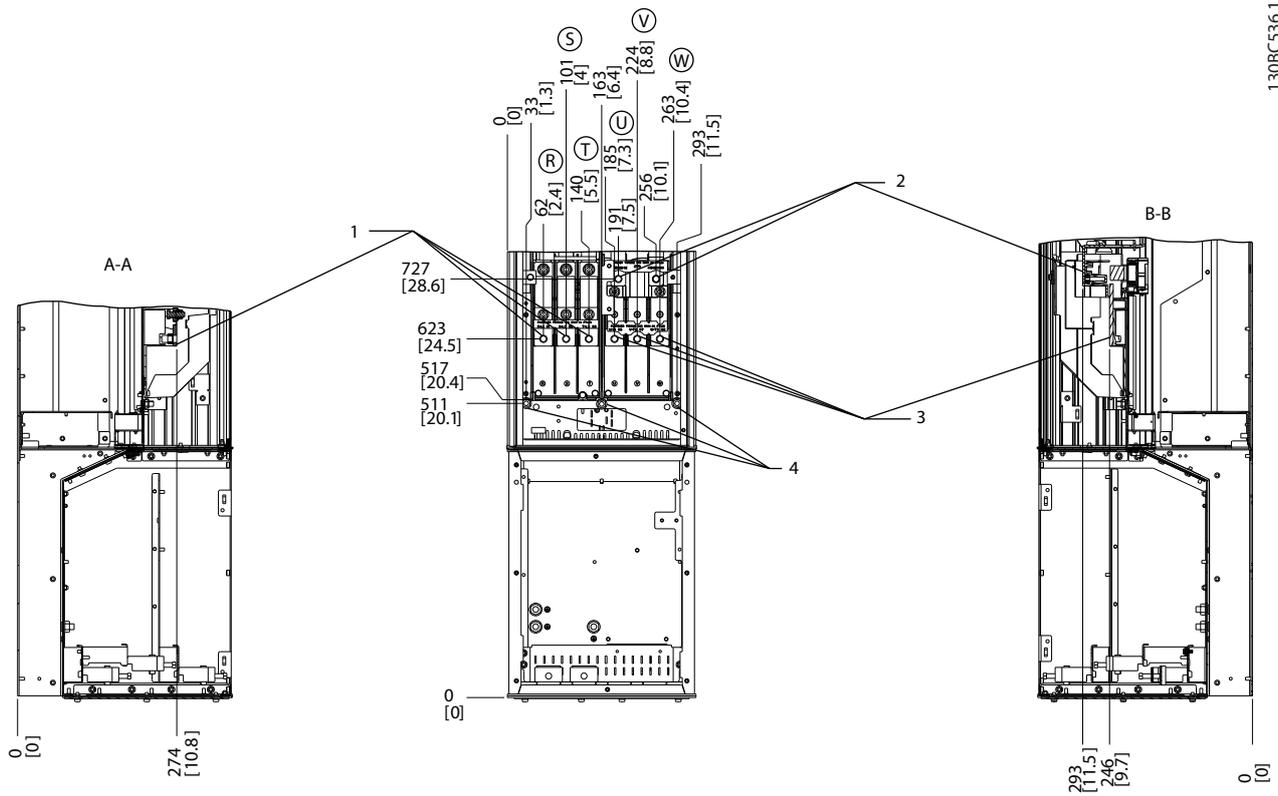


Abbildung 7.7 Anordnung der Klemmen, D5h mit Trennschalteroption

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen

Tabelle 7.5 Legende zu Abbildung 7.7



1308C536.11

7

Abbildung 7.8 Anordnung der Klemmen, D5h mit Bremsoption

1	Netzkl. (Power terminals)	3	Motorkl. (Motor terminals)
2	Bremskl. (Brake terminals)	4	Masse-/Erdungskl. (Ground terminals)

Tabelle 7.6 Legende zu *Abbildung 7.8*

**Anordnung der Klemmen - D6h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

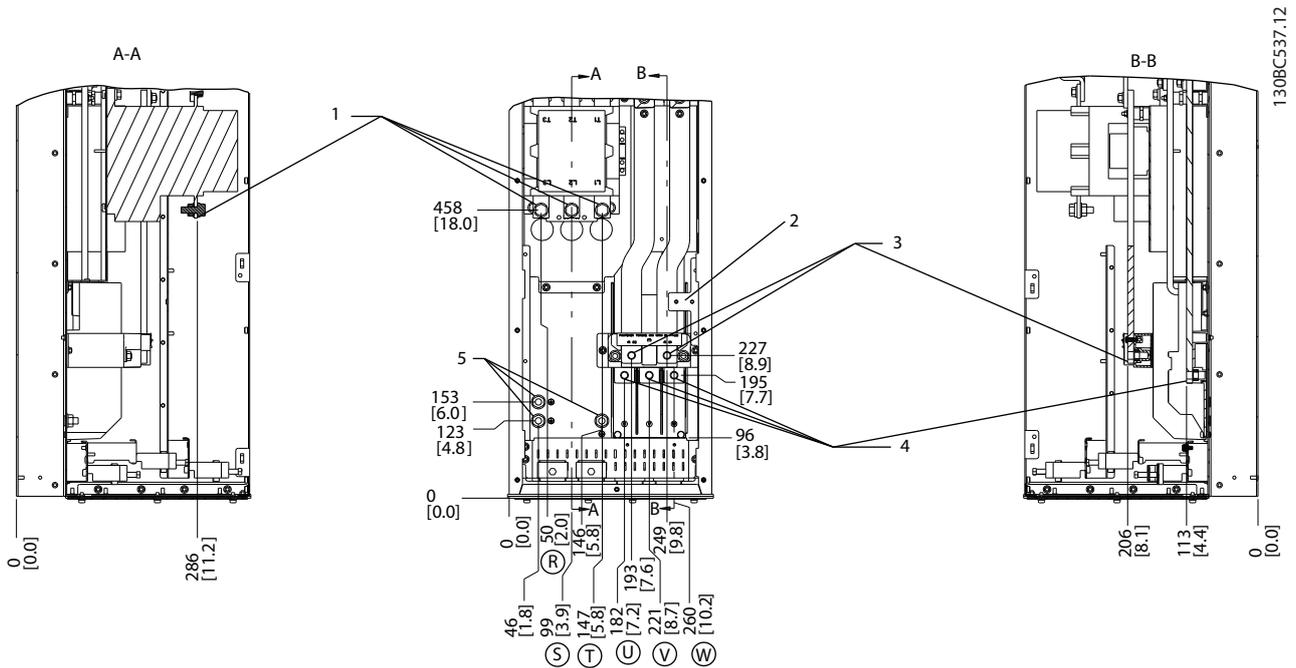


Abbildung 7.9 Anordnung der Klemmen, D6h mit Schützooption

1	Netzklemmen	4	Motorklemmen
2	TB6 Klemmenblock für Schütz	5	Masse-/Erdungsklemmen
3	Bremsklemmen		

Tabelle 7.7 Legende zu Abbildung 7.9

7

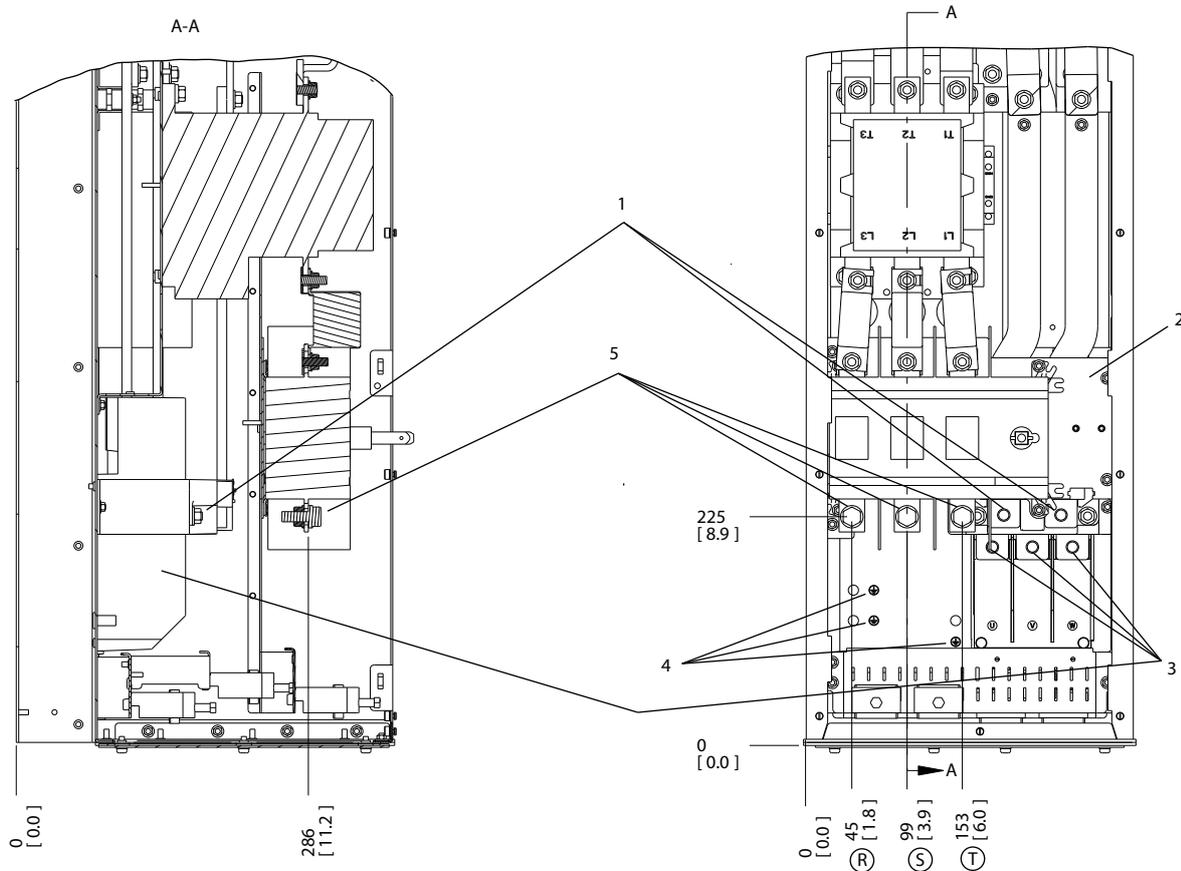
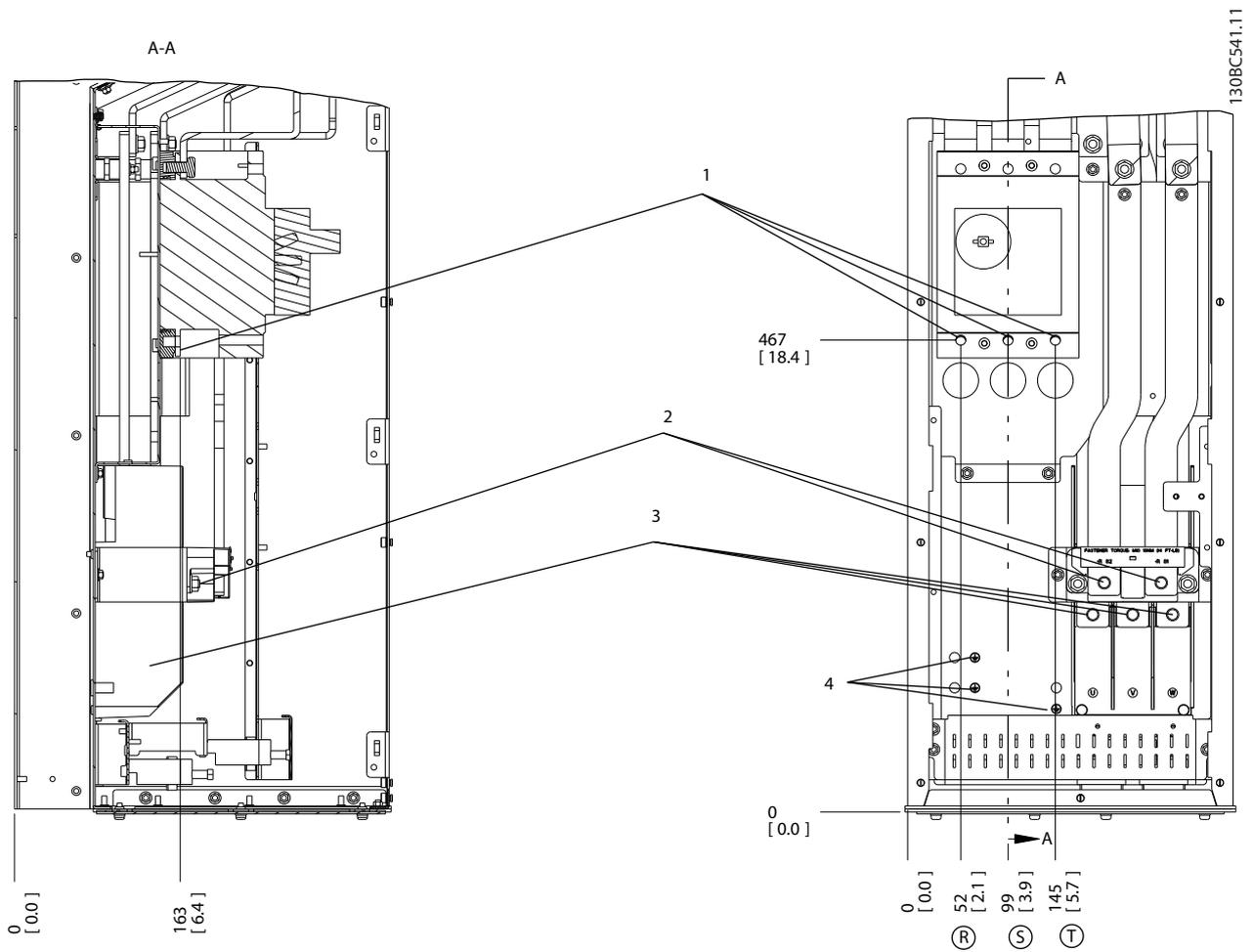


Abbildung 7.10 Anordnung der Klemmen, D6h mit Schütz- und Trennschalter optionen

1	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen
2	TB6 Klemmenblock für Schütz	5	Netzklemmen
3	Motorklemmen		

Tabelle 7.8 Legende zu Abbildung 7.10



7

Abbildung 7.11 Anordnung der Klemmen, D6h mit Leistungsschalterooption

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen

Tabelle 7.9 Legende zu Abbildung 7.11

Anordnung der Klemmen - D7h

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

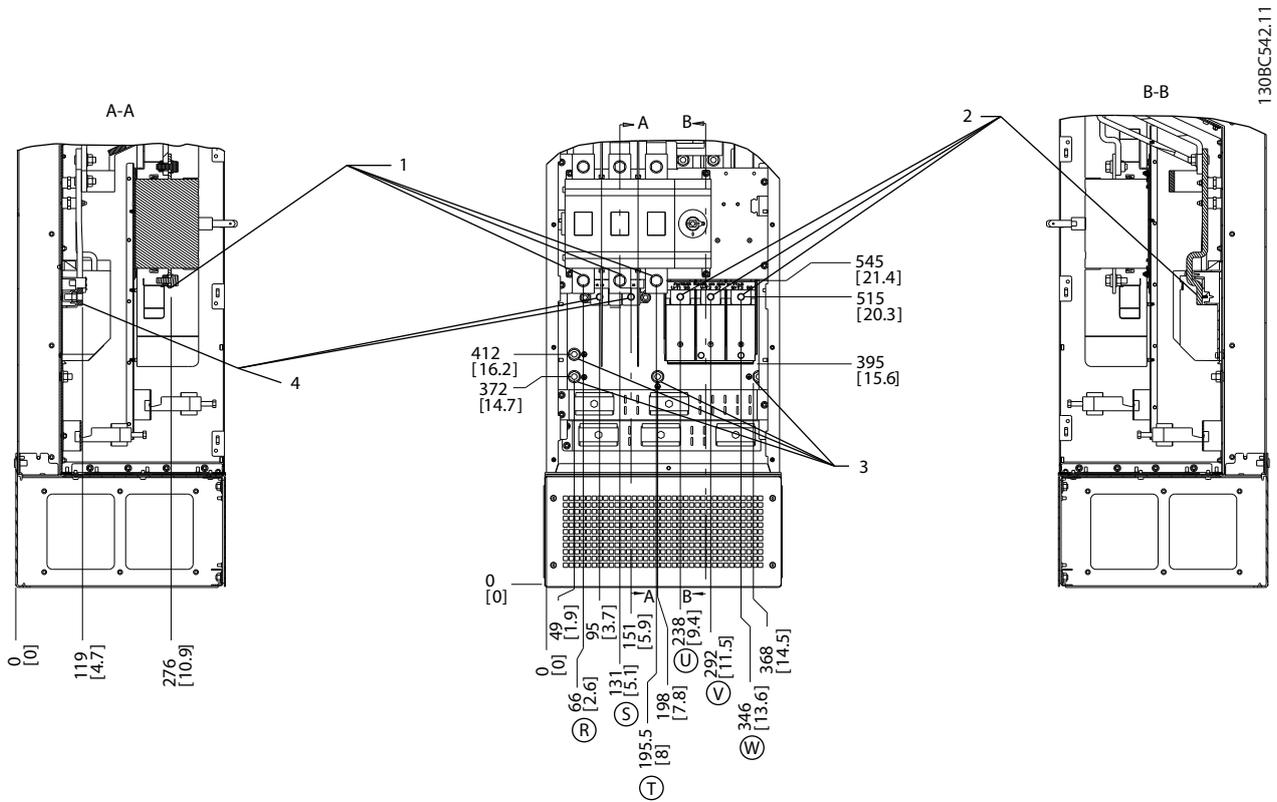


Abbildung 7.12 Anordnung der Klemmen, D7h mit Trennschalteroption

1	Netzklemmen	3	Masse-/Erdungsklemmen
2	Motorklemmen	4	Bremsklemmen

Tabelle 7.10 Legende zu Abbildung 7.12

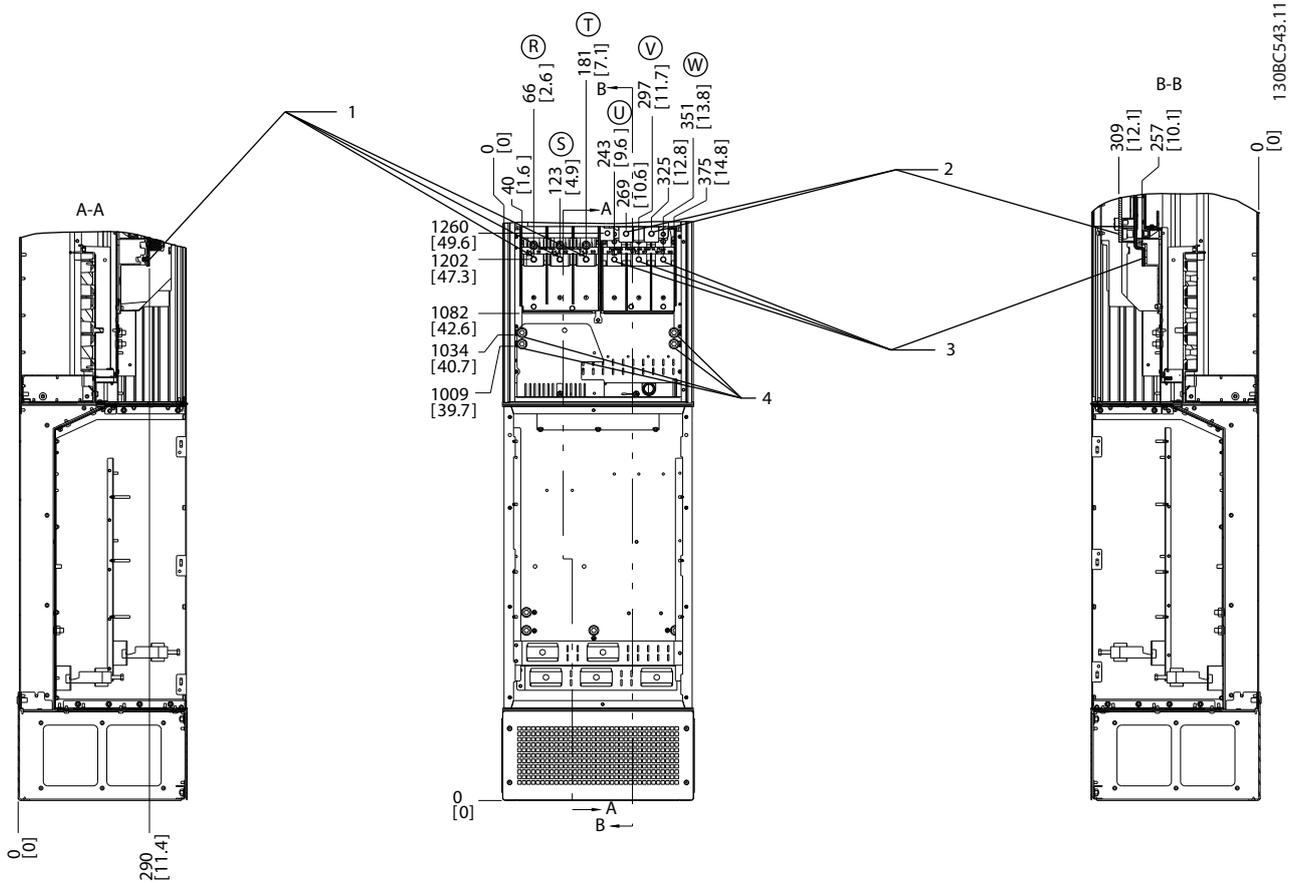


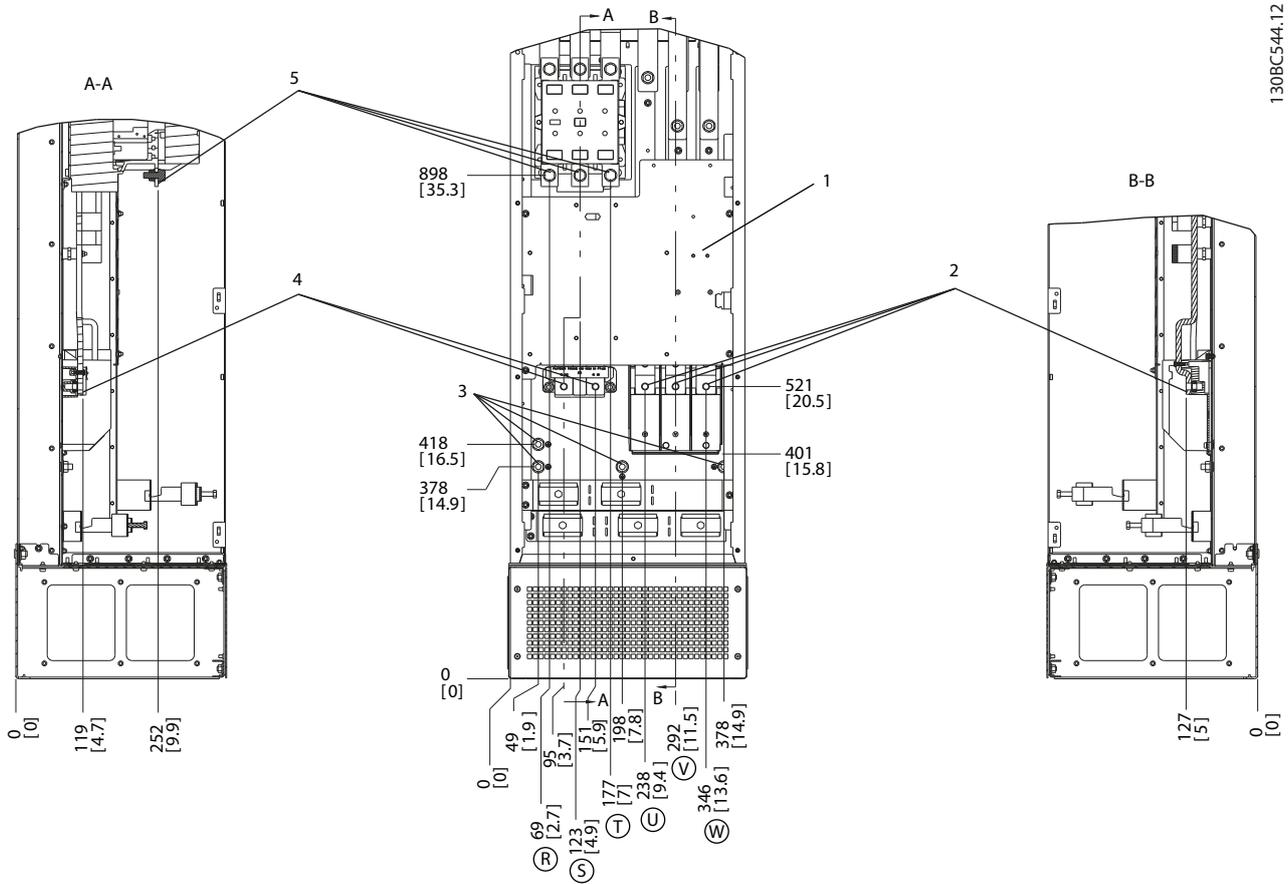
Abbildung 7.13 Anordnung der Klemmen, D7h mit Bremsoption

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen

Tabelle 7.11 Legende zu Abbildung 7.13

**Anordnung der Klemmen - D8h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.



130BC544.12

Abbildung 7.14 Anordnung der Klemmen, D8h mit Schützoption

1	TB6 Klemmenblock für Schütz	4	Bremsklemmen
2	Motorklemmen	5	Netzklemmen
3	Masse-/Erdungsklemmen		

Tabelle 7.12 Legende zu *Abbildung 7.14*

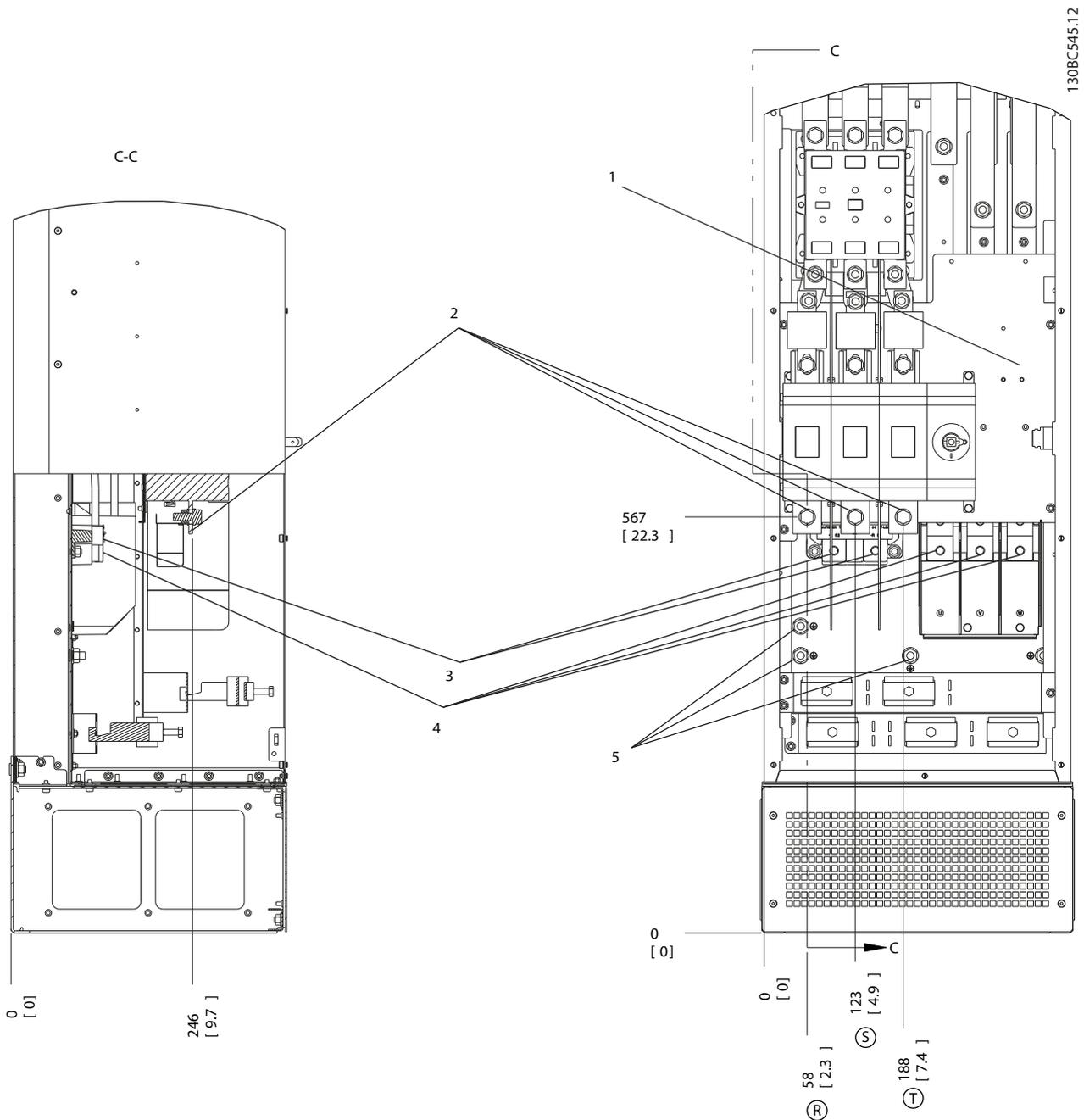


Abbildung 7.15 Anordnung der Klemmen, D8h mit Schütz- und Trennschalteroption

1	TB6 Klemmenblock für Schütz	4	Motorklemmen
2	Netzklemmen	5	Masse-/Erdungsklemmen
3	Bremsklemmen		

Tabelle 7.13 Legende zu *Abbildung 7.15*

7

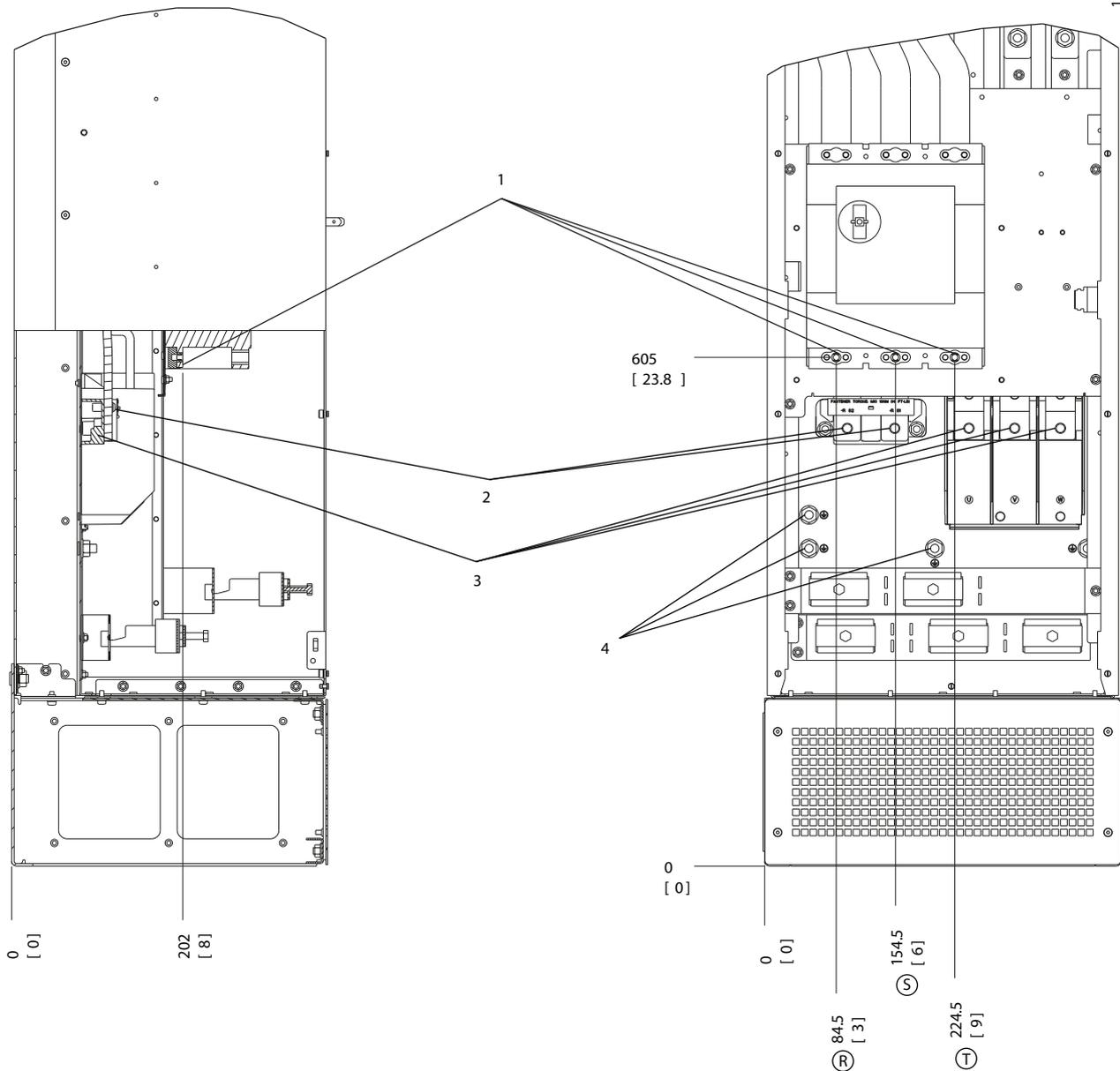


Abbildung 7.16 Anordnung der Klemmen, D8h mit Leistungsschalteroption

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen

Tabelle 7.14 Legende zu Abbildung 7.16

**Anordnung der Klemmen - E1**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

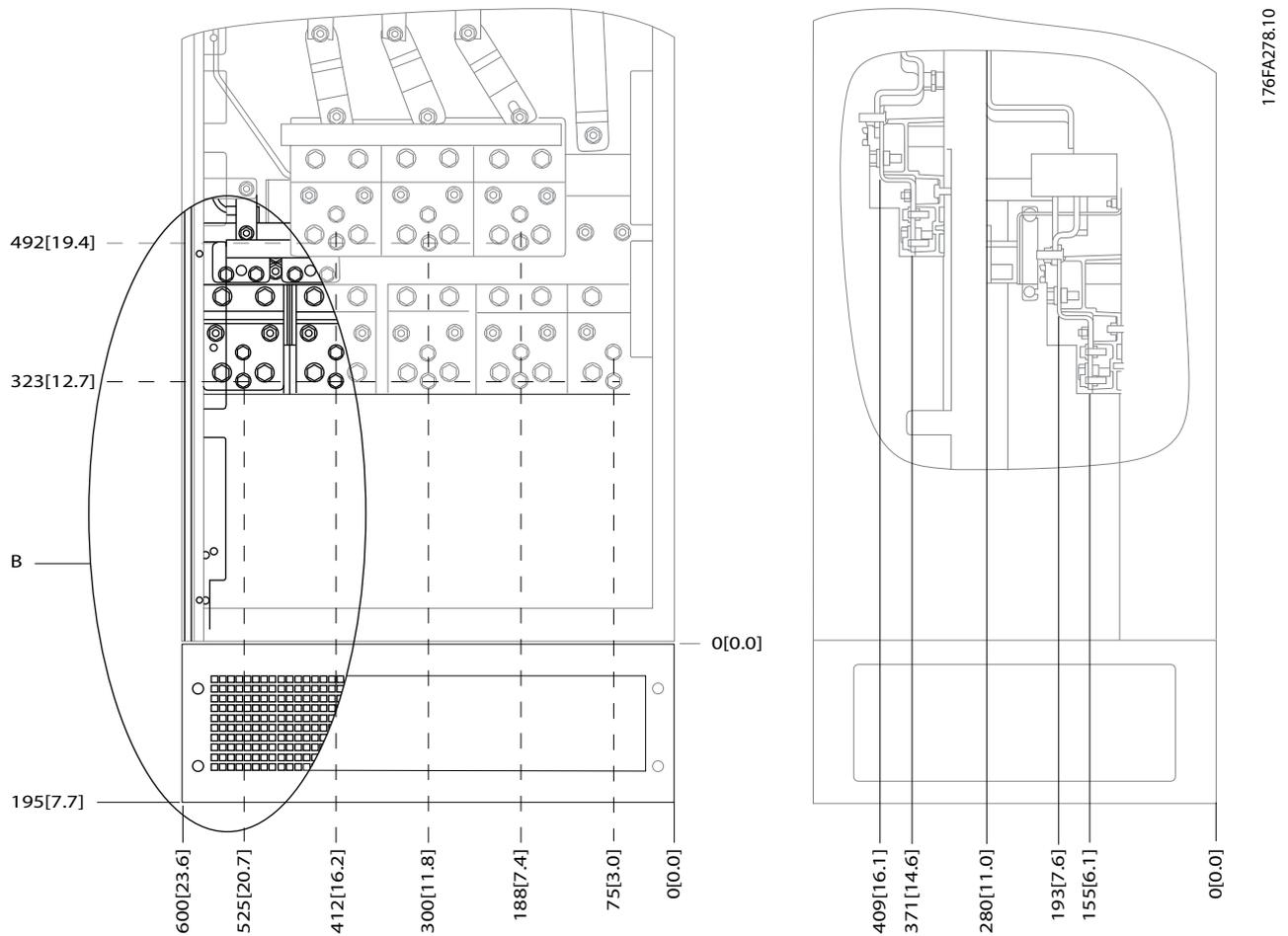


Abbildung 7.17 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

B	Frontansicht des Geräts
---	-------------------------

Tabelle 7.15 Legende zu *Abbildung 7.17*

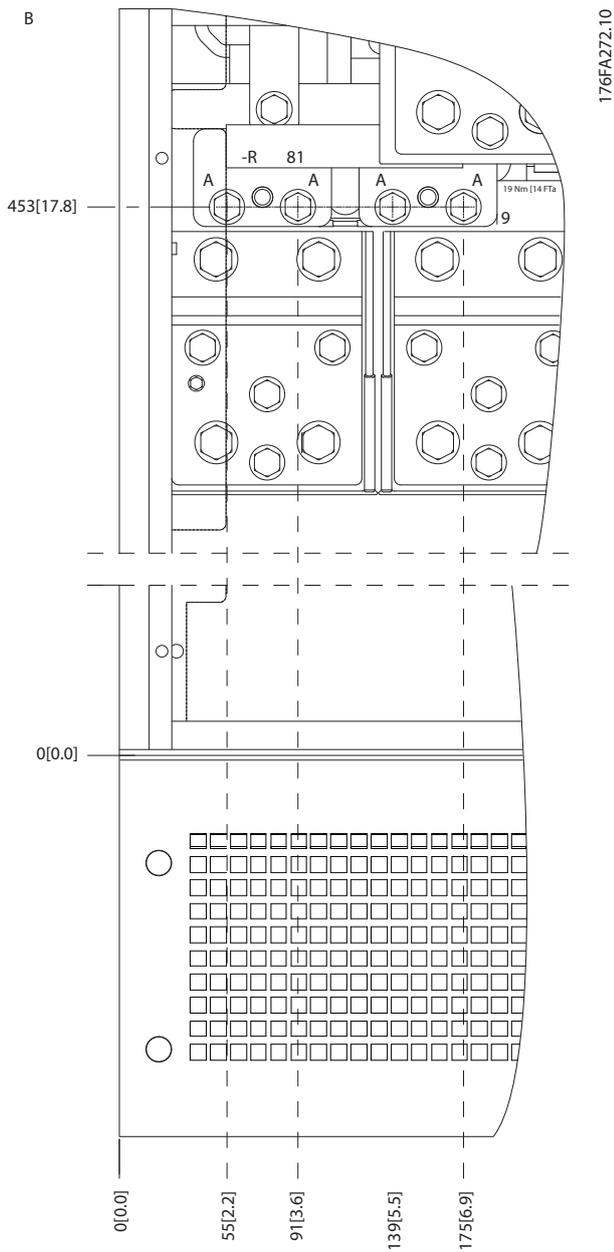
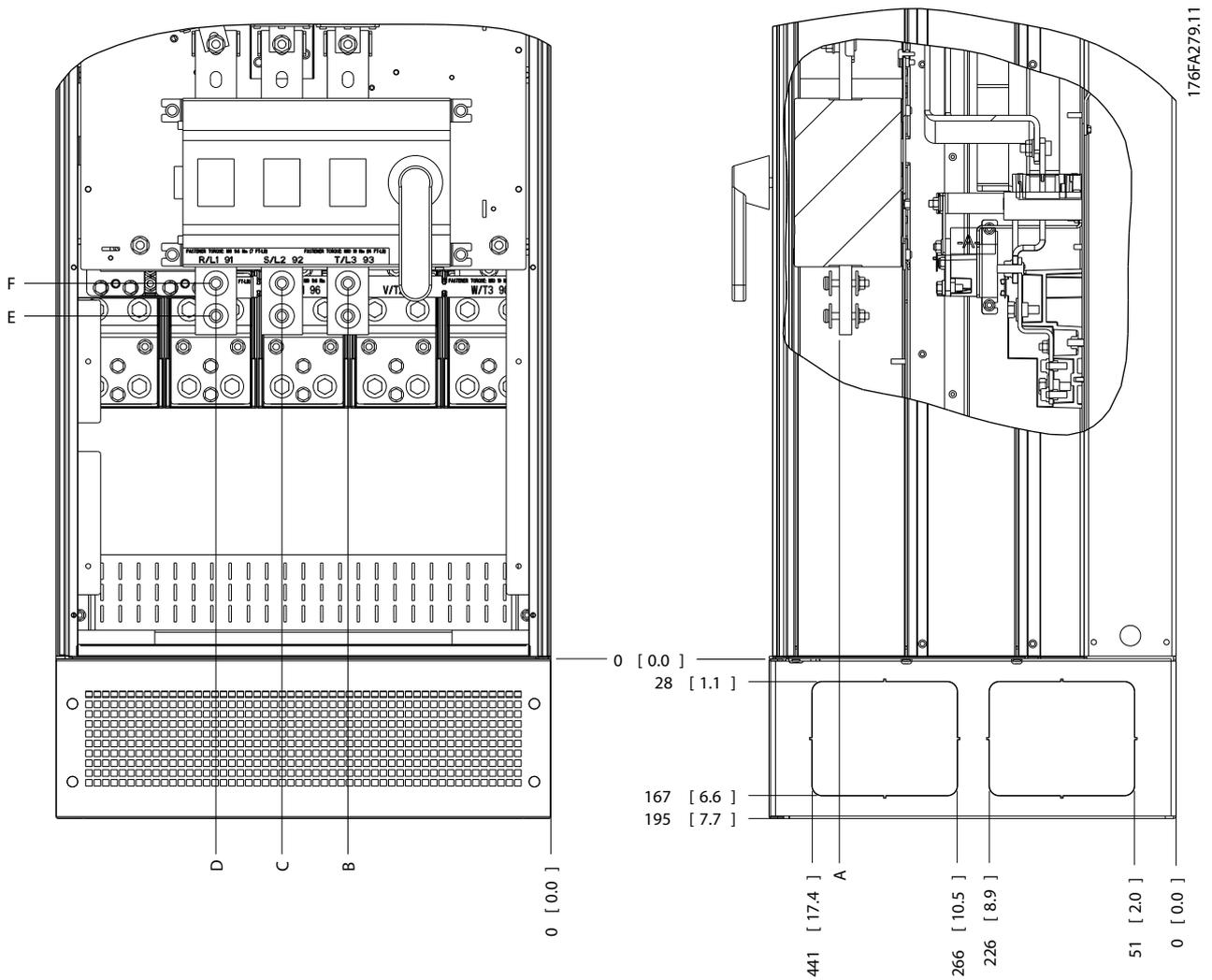


Abbildung 7.18 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) (Detail B)

7



7

Abbildung 7.19 Anordnung der Stromanschlüsse des Trennschalters bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Baugröße	Gerätetyp	Abmessungen für Trennklemme					
E1	IP54/IP21 UL und NEMA1/NEMA12						
	250/315 kW (400 V) und 355/450–500/630 kW (690 V)	381 (15,0)	253 (9,9)	253 (9,9)	431 (17,0)	562 (22,1)	k. A.
	315/355–400/450 kW (400 V)	371 (14,6)	371 (14,6)	341 (13,4)	431 (17,0)	431 (17,0)	455 (17,9)

Tabelle 7.16 Legende zu Abbildung 7.19

Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße E2

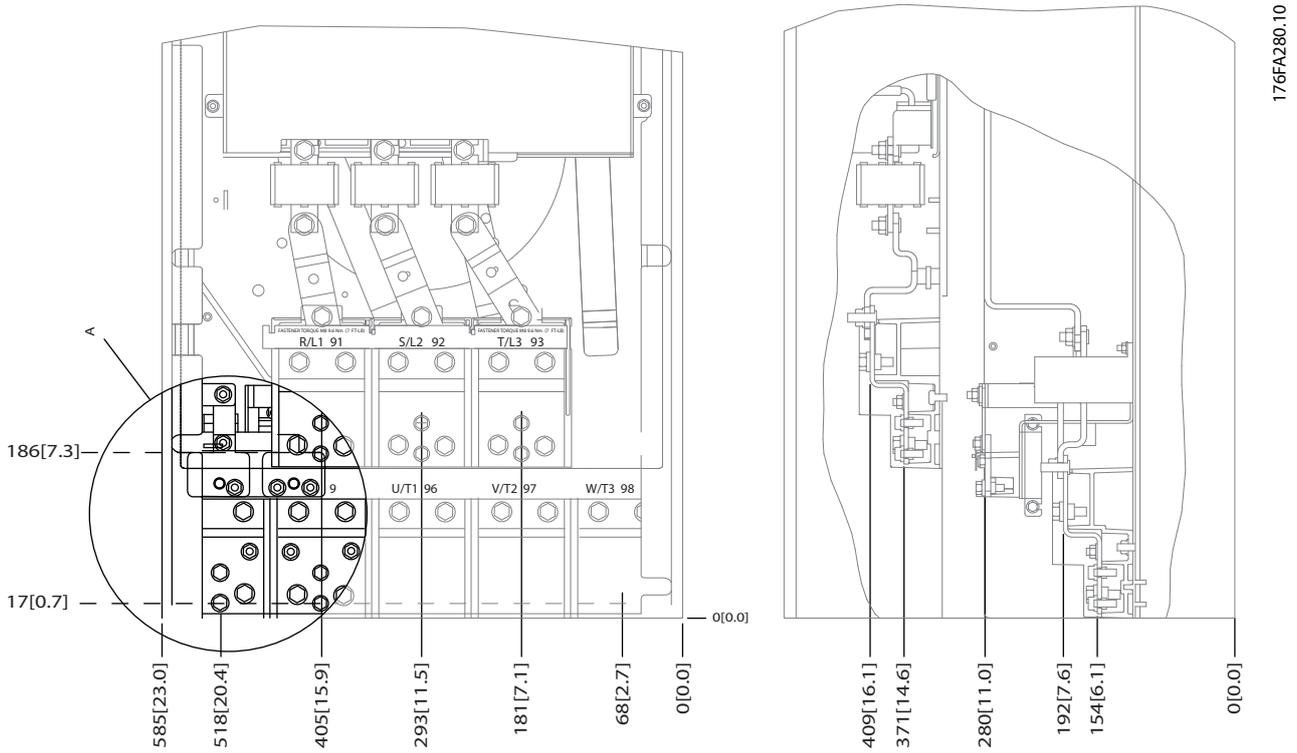


Abbildung 7.20 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00

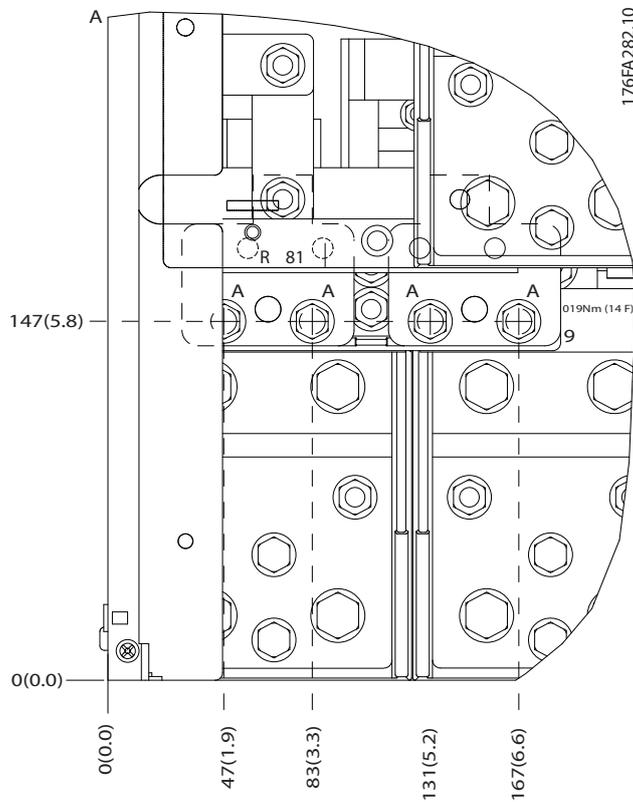


Abbildung 7.21 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00

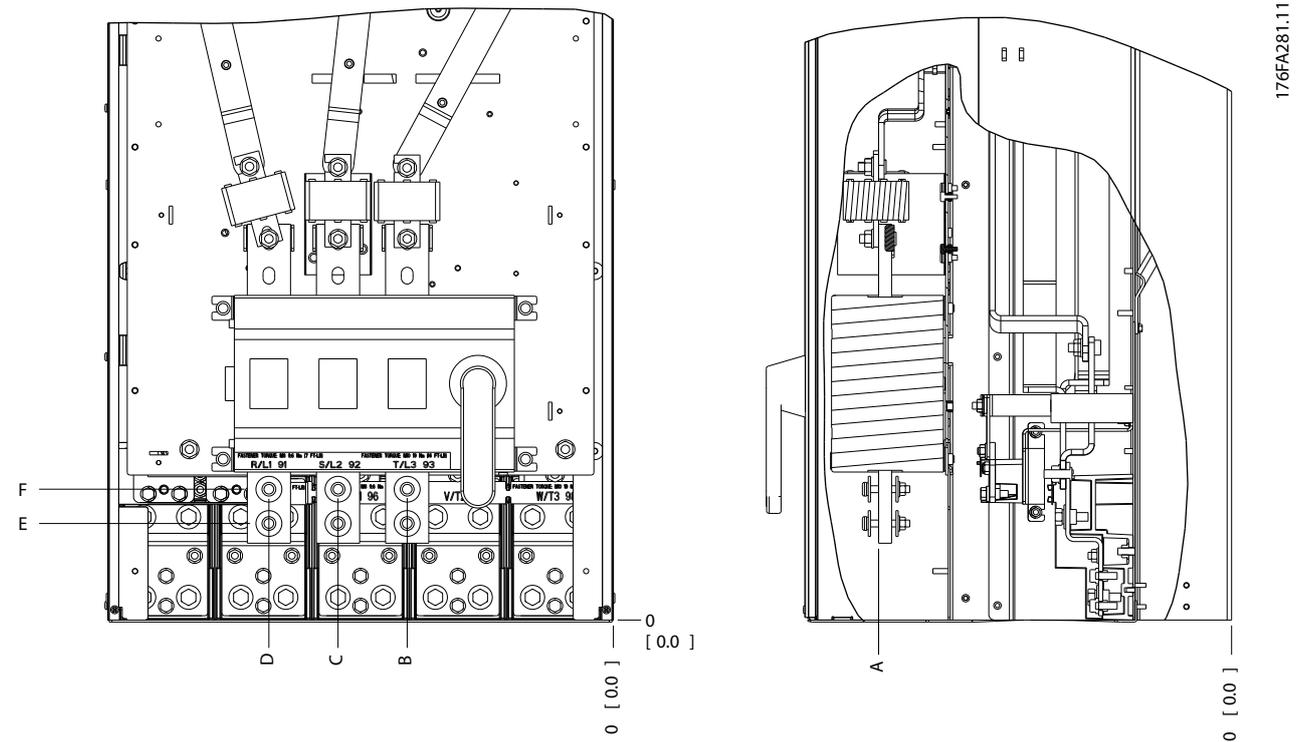


Abbildung 7.22 Netzanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00, Anordnung des Trennschalters

**HINWEIS**

Die Netzkabel sind schwer und ziemlich steif. Wählen Sie den optimalen Aufstellungsort für den Frequenzumrichter sorgfältig aus, um eine problemlose Installation der Kabel zu gewährleisten. An jeder Klemme lassen sich bis zu 4 Kabel mit Kabelschuhen oder eine Standard-Lüsterklemme anschließen. Die Erde wird an einen geeigneten Anschlusspunkt im Frequenzumrichter angeschlossen.

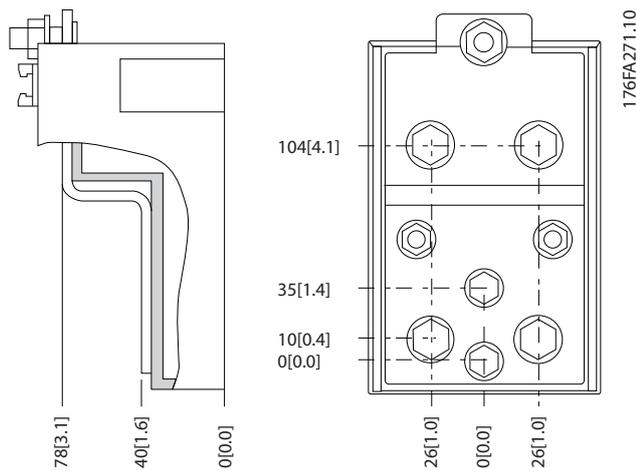


Abbildung 7.23 Detailansicht einer Klemme

**HINWEIS**

Netzanschlüsse sind an den Positionen A oder B möglich.

Baugröße	Gerätetyp	Abmessungen für Trennklemme					
		A	B	C	D	E	F
E2	250/315 kW (400 V) und 355/450–500/630 kW (690 V)	381 (15,0)	245 (9,6)	334 (13,1)	423 (16,7)	256 (10,1)	k. A.
	315/355–400/450 kW (400 V)	383 (15,1)	244 (9,6)	334 (13,1)	424 (16,7)	109 (4,3)	149 (5,8)

Tabelle 7.17 Stromanschlüsse, E2

**HINWEIS**

Es gibt 4 verschiedene F-Baugrößen: F1, F2, F3 und F4. F1 und F2 haben rechts einen Wechselrichterschrank und links einen Gleichrichterschrank. F3 und F4 sind jeweils F1- und F2-Geräte und verfügen über einen zusätzlichen Optionsschrank links neben dem Gleichrichter.

**7**
**Anordnung der Klemmen – Baugrößen F1 und F3**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

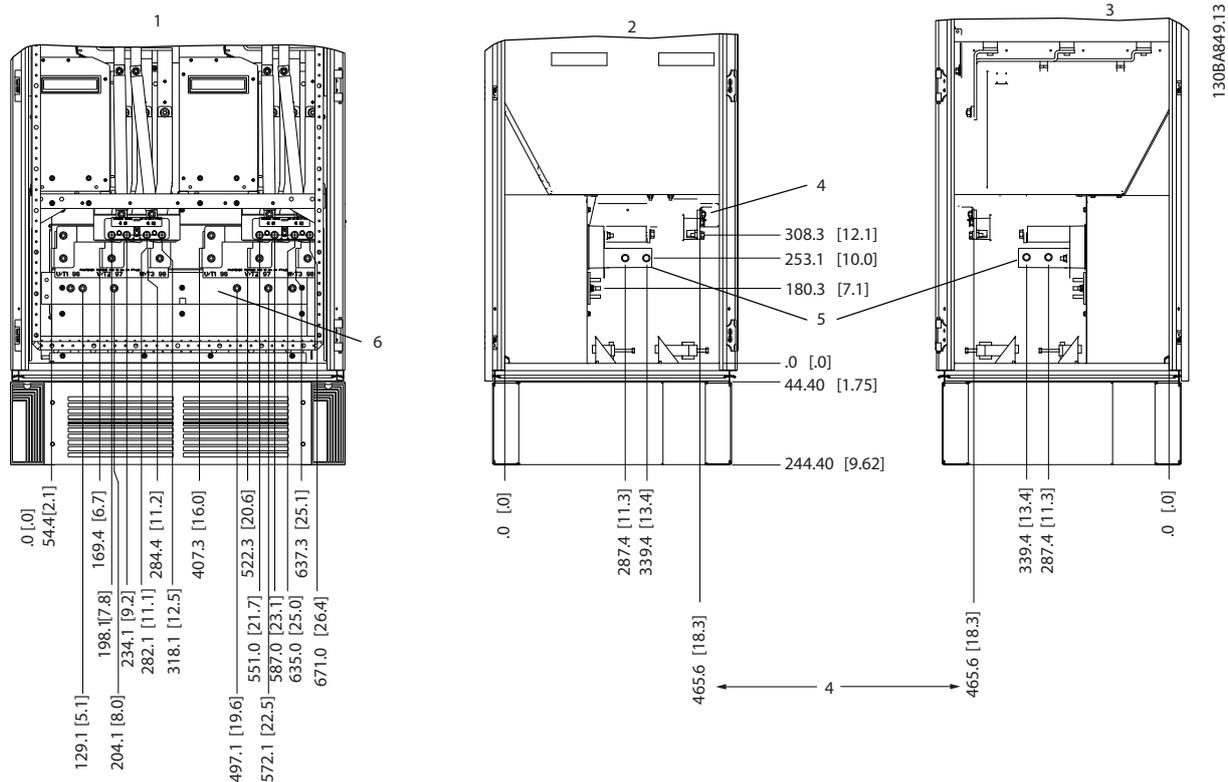


Abbildung 7.24 Anordnung der Klemmen – Wechselrichter-Schaltschrank – F1 und F3. Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Frontseite	4	Erdungsschiene
2	Linke Seite	5	Motorklemmen
3	Rechte Seite	6	Bremsklemmen

Tabelle 7.18 Legende zu Abbildung 7.24

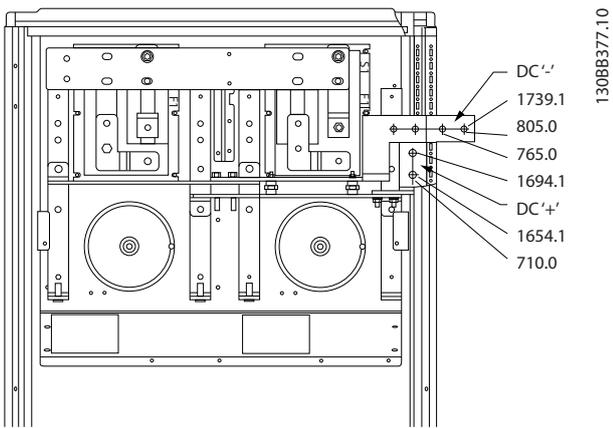


Abbildung 7.25 Regeneration Anordnung der Klemmen - F1 und F3

Anordnung der Klemmen – Baugrößen F2 und F4

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

7

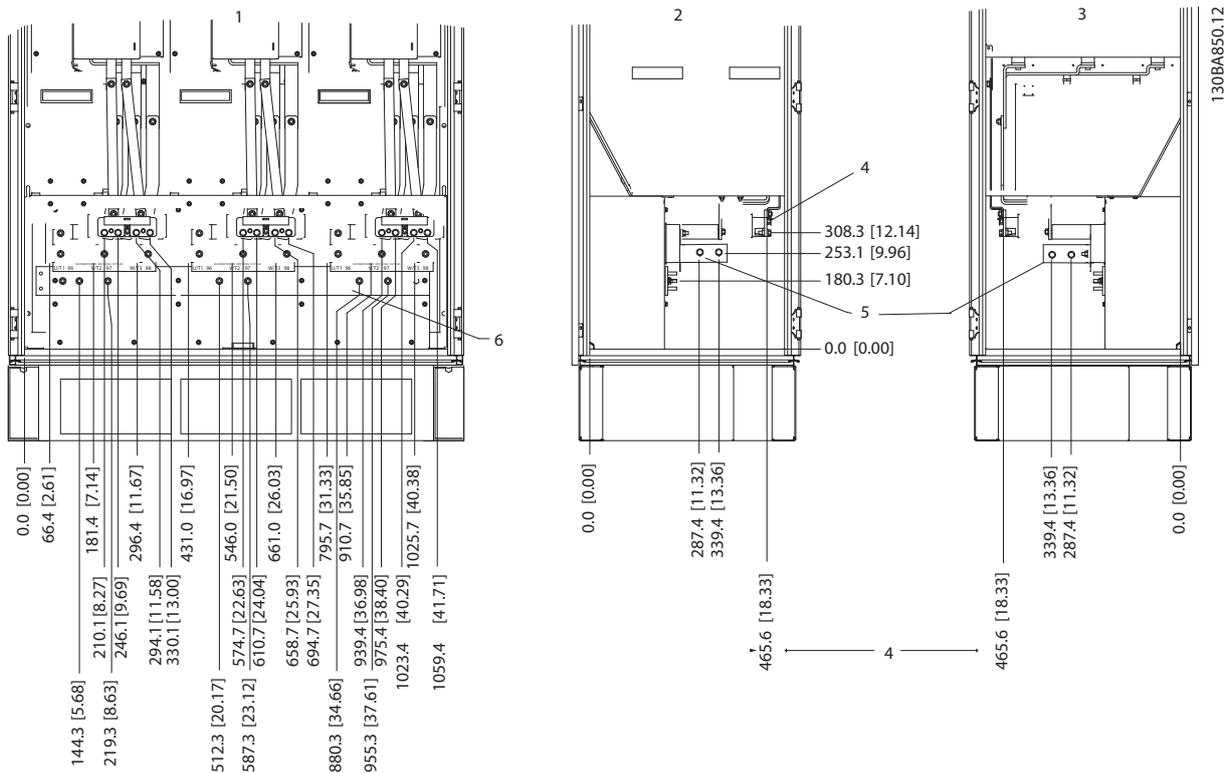


Abbildung 7.26 Anordnung der Klemmen – Wechselrichter-Schaltschrank – F2 und F4. Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Frontseite	3	Rechte Seite
2	Linke Seite	4	Erdungsschiene

Tabelle 7.19 Legende zu Abbildung 7.26

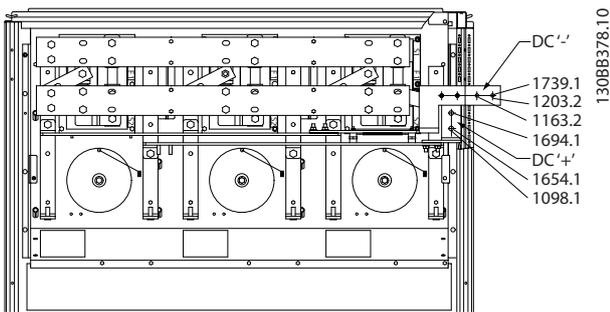


Abbildung 7.27 Anordnung der Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheit – F2 und F4

**Anordnung der Klemmen – Gleichrichter (F1, F2, F3 und F4)**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

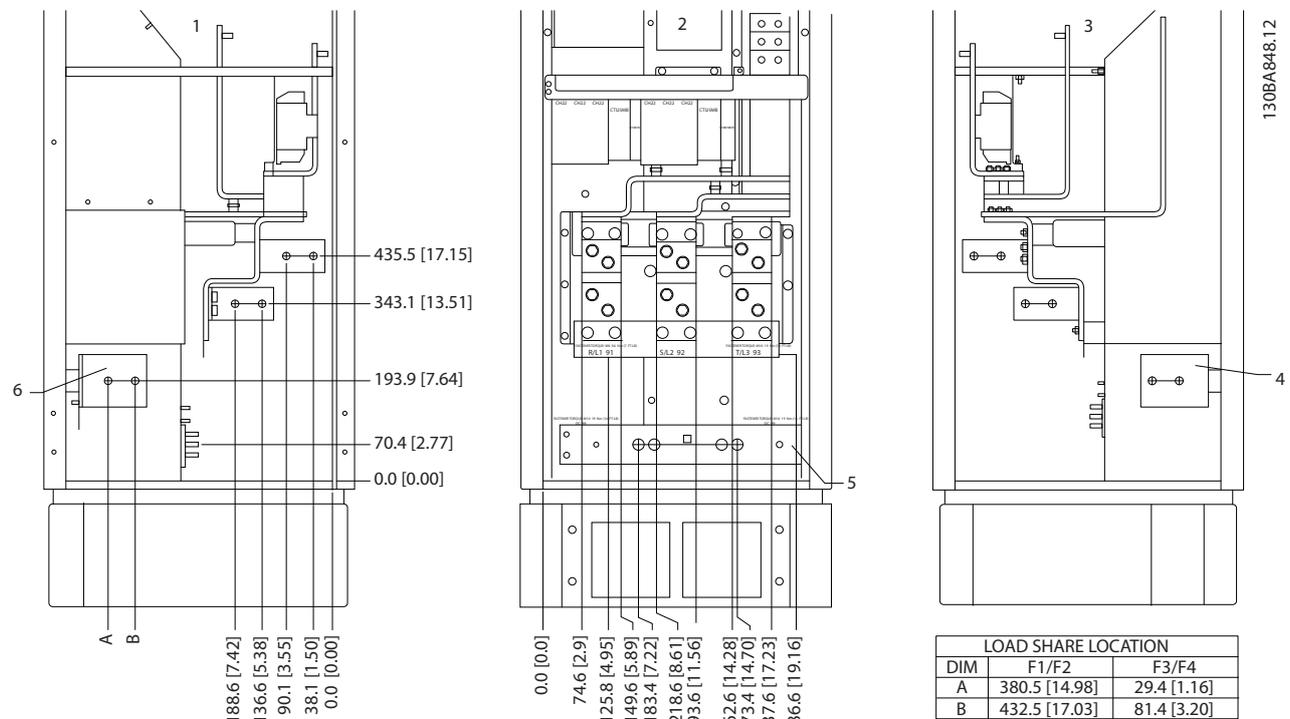


Abbildung 7.28 Anordnung der Klemmen – Gleichrichter. Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Linke Seite	4	Zwischenkreis Kopplungsklemme (-)
2	Frontseite	5	Erdungsschiene
3	Rechte Seite	6	Zwischenkreis Kopplungsklemme (+)

Tabelle 7.20 Legende zu *Abbildung 7.28*

**Anordnung der Klemmen – Optionsschrank (F3 und F4)**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

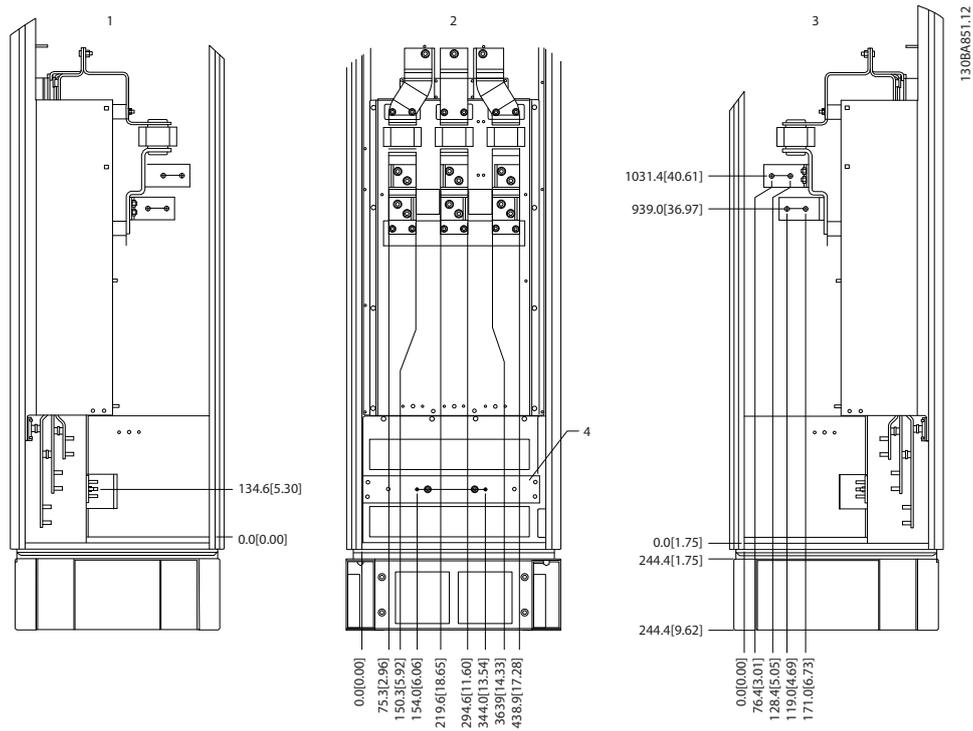


Abbildung 7.29 Anordnung der Klemmen – Optionsschrank. Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Linke Seite	3	Rechte Seite
2	Frontseite	4	Erdungsschiene

Tabelle 7.21 Legende zu *Abbildung 7.29*

**Anordnung der Klemmen – Optionsschrank mit Leistungsschalter/Molded Case Switch (F3 und F4)**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

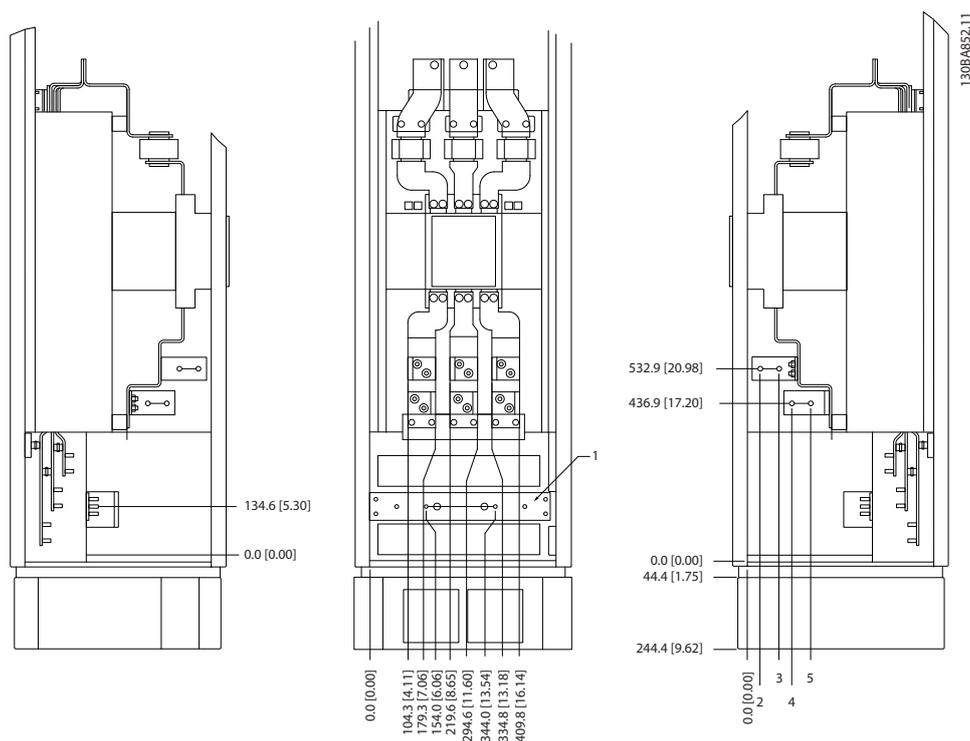


Abbildung 7.30 Anordnung der Klemmen – Optionsschrank mit Leistungsschalter/Molded Case Switch. Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Linke Seite	3	Rechte Seite
2	Frontseite	4	Erdungsschiene

Tabelle 7.22 Legende zu *Abbildung 7.30*

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 7.23 Dimensionierung der Klemmen

### 7.1.3 Stromanschlüsse 12-Puls-Frequenzumrichter

#### **HINWEIS**

Befolgen Sie stets die nationalen und lokalen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. UL-Anwendungen erfordern 75 °C-Kupferleiter. In Nicht-UL-Anwendungen können 75- und 90-°C-Kupferleitungen verwendet werden.

Die Anordnung der Kabelanschlüsse ist in *Abbildung 7.31* dargestellt. Die Dimensionierung der Kabelquerschnitte muss gemäß den Nennstromwerten und den lokalen Vorschriften erfolgen. Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe *Kapitel 7.8 EMV-gerechte Installation*.

Zum Schutz des Frequenzumrichters müssen entweder die empfohlenen Sicherungen verwendet werden, oder das Gerät muss über eingebaute Sicherungen verfügen. Sicherungsempfehlungen finden Sie unter *Kapitel 7.2.1 Sicherungen*. Achten Sie stets auf eine ordnungsgemäße Sicherung gemäß den lokalen Vorschriften.

Bei Ausführungen mit Netzschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.

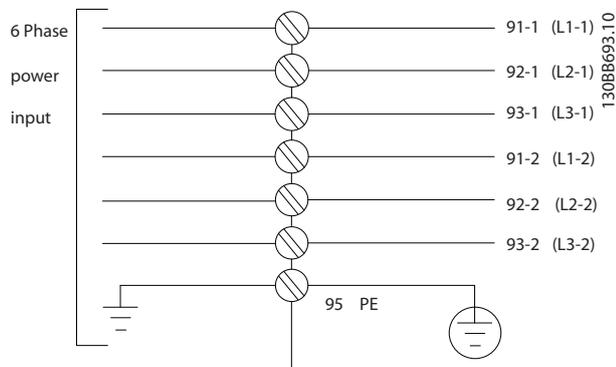


Abbildung 7.31 Netzanschluss

#### **HINWEIS**

Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 7.8 EMV-gerechte Installation*.

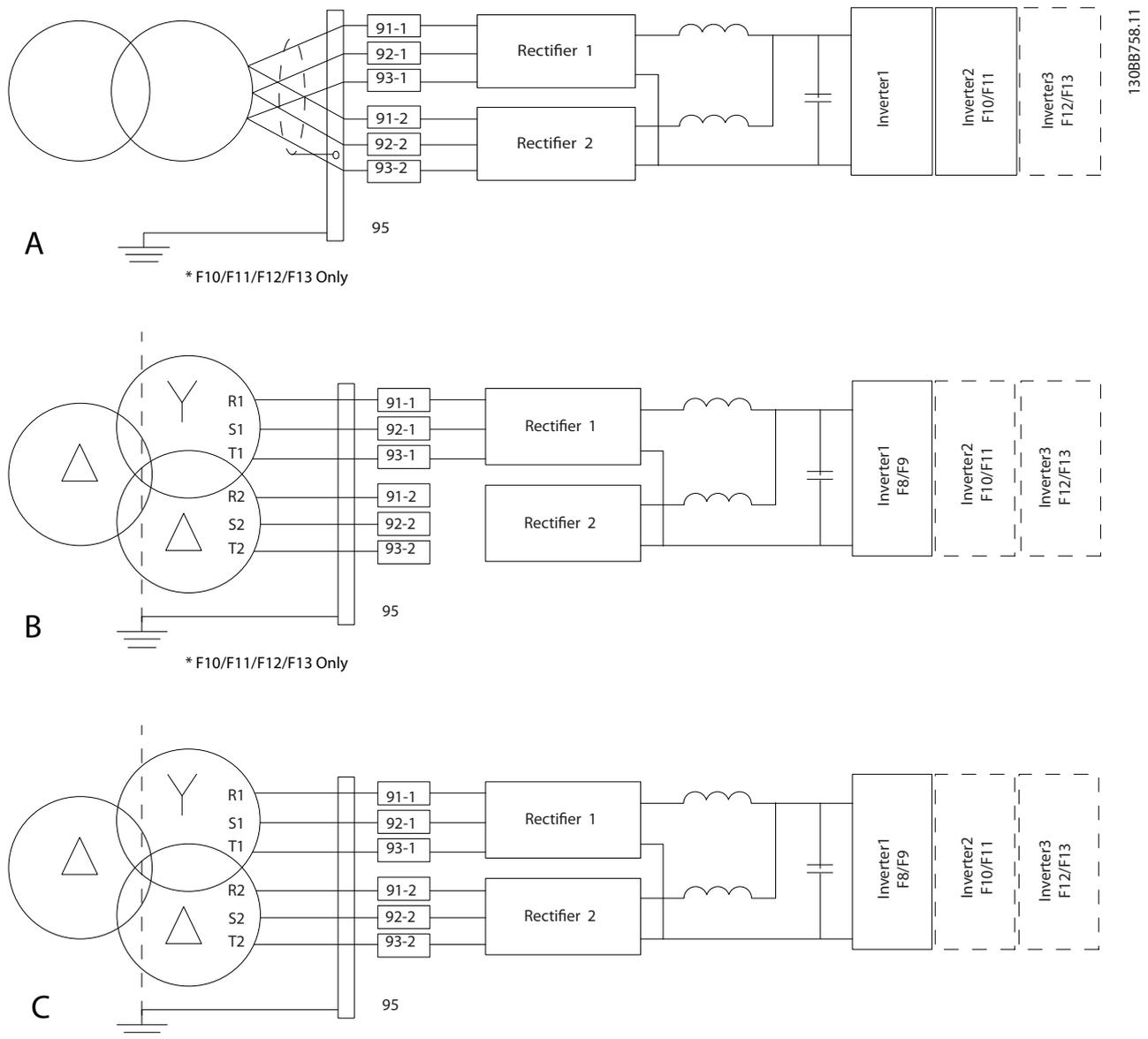


Abbildung 7.32 Netzanschlussoptionen für 12-Puls-Frequenzrichter

A	6-Puls-Schaltung <sup>1), 2), 3)</sup>
B	Modifizierte 6-Puls-Schaltung <sup>2), 3), 4)</sup>
C	12-Puls-Schaltung <sup>3), 5)</sup>

Tabelle 7.24 Legende zu *Abbildung 7.32*

**Hinweise:**

- 1) Dargestellt ist eine Parallelschaltung. Es kann ein einzelnes dreidriges Kabel mit ausreichender Kapazität verwendet werden. Es müssen Kurzschlusschienen installiert sein.
- 2) Bei 6-Puls-Schaltung geht die Oberschwingungsreduzierung durch den 12-Puls-Gleichrichter verloren.
- 3) Geeignet für den Anschluss an IT- und TN-Netze.
- 4) Im unwahrscheinlichen Fall eines Ausfalls eines der modularen 6-Puls-Gleichrichter lässt sich der Frequenzrichter bei reduzierter Last auch mit nur einem 6-Puls-Gleichrichter betreiben. Wenden Sie sich für detaillierte Informationen zum Wiederanschluss an Danfoss.
- 5) Hier wird keine Parallelschaltung der Netzkabel gezeigt. Bei Betrieb eines 12-Puls-Frequenzrichters als 6-Puls-Frequenzrichter ist auf die gleiche Anzahl und Länge der Netzkabel zu achten.

**HINWEIS**

Netzkabel sollten an beiden Gleichrichtern die gleiche Länge (  $\pm 10\%$  ) sowie an allen drei Phasen denselben Querschnitt aufweisen.

**Abschirmung von Kabeln**

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

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

Stellen Sie die Schirmverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Kabelschelle) her. Verwenden Sie hierzu das mitgelieferte Installationszubehör.

**Kabellänge und -querschnitt:**

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 die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz entsprechend den Anweisungen zu dem verwendeten Sinusfilter unter 14-01 Taktfrequenz eingestellt werden.

Klemmen-Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspannung 0–100 % der Netzspannung 3 Leiter vom Motor
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Dreieckschaltung
	W2	U2	V2		6 Leiter vom Motor
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Sternschaltung (U2, V2, W2) U2, V2 und W2 sind miteinander zu verbinden.

Tabelle 7.25 Klemmen

<sup>1)</sup> Schutzleiteranschluss

**HINWEIS**

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

### 7.1.4 Auswahlrichtlinien für 12-Puls-Transformatoren

Transformatoren, die zusammen mit 12-Puls-Frequenzumrichtern verwendet werden, müssen den folgenden Spezifikationen entsprechen.

Die Belastung basiert auf einem K-4-klassifizierten 12-Puls-Transformator mit einer Spannung von 0,5 % und Impedanzausgleich zwischen Sekundärwicklungen. Leitungen vom Transformator zu den Eingangsklemmen des Frequenzumrichters müssen gleiche Länge (bei einem Spielraum von 10 %) aufweisen.

Anschluss	Dy11 d0 oder Dyn 11d0
Phasenverschiebung zwischen Sekundärwicklungen	30°
Spannungsdifferenz zwischen Sekundärwicklungen	< 0,5 %
Kurzschluss-Impedanz von Sekundärwicklungen	>5%
Unterschied der Kurzschluss-Impedanz zwischen Sekundärwicklungen	< 5 % der Kurzschluss-Impedanz
Sonstige	Keine Erdung von Sekundärwicklungen gestattet. Statische Abschirmung empfohlen

### 7.1.5 Abschirmung gegen elektrische Störungen

#### Nur Geräte der Gerätebaugröße F

Befestigen Sie vor dem Anschluss des Leistungskabels das EMV-Abschirmblech, um optimale Störfestigkeit zu gewährleisten.

#### HINWEIS

Das EMV-Abschirmblech ist nur in Geräten mit Funkenstörfilter vorhanden.

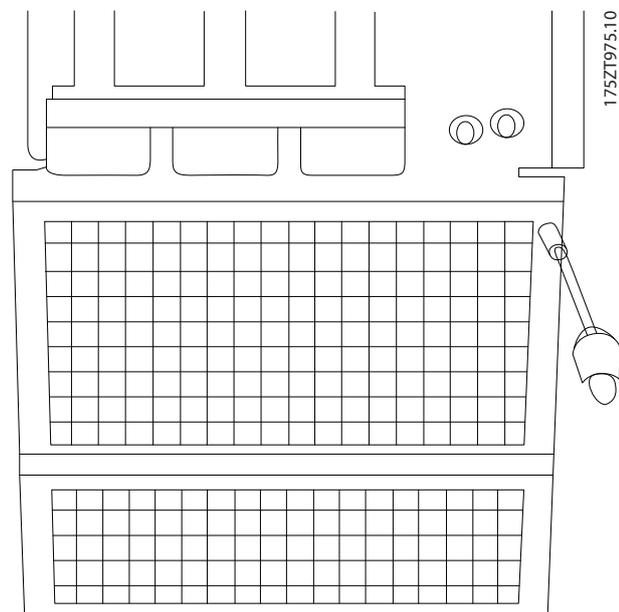


Abbildung 7.33 Montage der EMV-Abschirmung

betrieben werden muss, kann über die Leistungskarte eine externe Stromversorgung eingesetzt werden.

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

Klemmen-Nr.	Funktion
100, 101	Zusatzversorgung S, T
102, 103	Interne Versorgung S, T

Tabelle 7.26 Externe Stromversorgung

### 7.1.6 Externe Lüfterversorgung

#### Gerätebaugröße E und F

Bei einer DC-Versorgung des Frequenzumrichters oder falls der Kühllüfter unabhängig von der Netzversorgung

## 7.2 Sicherungen und Trennschalter

### 7.2.1 Sicherungen

Wir empfehlen, versorgungsseitig Sicherungen und/oder Trennschalter als Schutz für den Fall einer Bauteilstörung im Inneren des Frequenzumrichters zu verwenden.

#### **HINWEIS**

Dies ist obligatorisch, um Übereinstimmung mit IEC 60364 für CE oder NEC 2009 für UL sicherzustellen.

#### **⚠️ WARNUNG**

Sie müssen Personen und Gegenstände vor den Auswirkungen einer Bauteilstörung im Inneren des Frequenzumrichters schützen.

#### Schutz des Abzweigkreises

Zum Schutz der Anlage vor elektrischen Gefahren und Bränden müssen alle Abzweigkreise in einer Installation, wie sie etwa in Schaltanlagen und Maschinen vorliegen, in Übereinstimmung mit nationalen/internationalen Vorschriften mit einem Kurzschluss- und Überstromschutz versehen sein.

#### **HINWEIS**

Diese Empfehlungen behandeln nicht den Schutz des Abzweigkreises zur Erfüllung der UL-Anforderungen.

#### Kurzschluss-Schutz

Danfoss empfiehlt die Verwendung der in Kapitel 7.2.4 Leistung/Halbleiter Sicherungsgröße aufgeführten Sicherungen/Trennschalter zum Schutz von Wartungspersonal und Gegenständen im Falle einer Bauteilstörung im Frequenzumrichter.

### 7.2.2 Kurzschluss-Nennstrom (Short Circuit Current Rating, SCCR), Baugröße D

Wenn der Frequenzumrichter nicht mit Netztrennschalter, Schütz oder Trennschalter geliefert wird, beträgt der Kurzschluss-Nennstrom des Frequenzumrichters 100.000 A bei allen Spannungen (380-690 V).

Wenn der Frequenzumrichter mit Netztrennschalter geliefert wird, beträgt der SCCR des Frequenzumrichters 100.000 A bei allen Spannungen (380-690 V).

Wenn der Frequenzumrichter mit einem Trennschalter geliefert wird, hängt der Nennkurzschlussstrom von der Spannung ab. Siehe Tabelle 7.27.

	415 V	480 V	600 V	690 V
Baugröße D6h	120.000 A	100.000 A	65.000 A	70.000 A
Baugröße D8h	100.000 A	100.000 A	42.000 A	30.000 A

**Tabelle 7.27 Frequenzumrichter mit Trennschalter**

Wenn der Frequenzumrichter mit einer Option „Nur Schütz“ geliefert wird und extern gemäß Tabelle 7.28 abgesichert ist, ist der Nennkurzschlussstrom des Frequenzumrichters wie folgt:

	415 V IEC <sup>1)</sup>	480 V UL <sup>2)</sup>	600 V UL <sup>2)</sup>	690 V IEC <sup>1)</sup>
Baugröße D6h	100.000 A	100.000 A	100.000 A	100.000 A
Baugröße D8h (exklusive N250T5)	100.000 A	100.000 A	100.000 A	100.000 A
Baugröße D8h (nur N250T5)	100.000 A	Wenden Sie sich an das Werk.	Not applicable (keine Angabe)	

**Tabelle 7.28 Frequenzumrichter mit Schütz**

<sup>1)</sup> Mit Sicherung Busmann Typ LPJ-SP oder Gould Shawmut Typ AJT. Max. Sicherungsgröße 450 A für D6h und 900 A für D8h.

<sup>2)</sup> Für UL-Zulassung müssen Sicherungen der Klasse J oder L verwendet werden. Max. Sicherungsgröße 450 A für D6h und 600 A für D8h.

### 7.2.3 Empfehlungen

#### **⚠️ WARNUNG**

Im Falle einer Fehlfunktion kann das Nichtbeachten dieser Empfehlungen zu Gefahren für den Bediener und Schäden am Frequenzumrichter und anderen Geräten führen.

Danfoss empfiehlt die in der folgenden Tabelle aufgelisteten Sicherungen. Durch Auswahl der richtigen Sicherungen und Trennschalter minimieren Sie eventuelle Schäden aufgrund einer Überstrombedingung im Frequenzumrichter. Wenn Sicherungen/Trennschalter gemäß den Empfehlungen verwendet werden, betreffen mögliche Schäden hauptsächlich das Gerätinnere.

Weitere Informationen finden Sie im Anwendungshinweis für FC100, FC200 und FC300 Sicherungen und Trennschalter.

## 7.2.4 Leistung/Halbleiter Sicherungsgröße

Sicherungen oder Trennschalter müssen zwingend der Norm IEC 60364 entsprechen.

Gehäusegröße	FC300 Modell [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene Maximalgröße Sicherung
D	N90K	aR-315	aR-315
	N110	aR-350	aR-350
	N132	aR-400	aR-400
	N160	aR-500	aR-500
	N200	aR-630	aR-630
	N250	aR-800	aR-800
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
F	P450	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P800	aR-2500	aR-2500

Tabelle 7.29 Empfohlene Sicherungen für CE-Konformität, 380-500 V

Gehäusegröße	FC300 Modell [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene Maximalgröße Sicherung
D	N55	aR-160	aR-160
	N75	aR-315	aR-315
	N90	aR-315	aR-315
	N110	aR-315	aR-315
	N132	aR-315	aR-315
	N160	aR-550	aR-550
	N200	aR-550	aR-550
	N250	aR-550	aR-550
	N315	aR-550	aR-550
E	P355	aR-700	aR-700
	P400	aR-900	aR-900
	P500		
	P560		
F	P630	aR-1600	aR-1600
	P710	aR-2000	aR-2000
	P800	aR-2500	aR-2500
	P900		
	P1M0		

Tabelle 7.30 Empfohlene Sicherungen für CE-Konformität, 525-690 V

## 7.2.5 Leistung/Halbleiter Sicherungsoptionen

Nennleistung	Sicherungsoptionen							
	Bussmann Teilenummer	Littelfuse Teilenummer	Littelfuse Teilenummer	Bussmann Teilenummer	Siba Teilenummer	Ferraz-Shawmut Teilenummer	Ferraz-Shawmut Teilenummer (Europa)	Ferraz-Shawmut Teilenummer (Nordamerika)
N90K	170M2619	LA50QS300-4	L50S-300	FWH-300A	20 189 20.315	A50QS300-4	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110	170M2620	LA50QS350-4	L50S-350	FWH-350A	20 189 20.350	A50QS350-4	6,9URD31D08A0350	A070URD31KI0350
N132	170M2621	LA50QS400-4	L50S-400	FWH-400A	20 189 20.400	A50QS400-4	6,9URD31D08A0400	A070URD31KI0400
N160	170M4015	LA50QS500-4	L50S-500	FWH-500A	20 610 31.550	A50QS500-4	6,9URD31D08A0550	A070URD31KI0550
N200	170M4016	LA50QS600-4	L50S-600	FWH-600A	20 610 31.630	A50QS600-4	6,9URD31D08A0630	A070URD31KI0630
N250	170M4017	LA50QS800-4	L50S-800	FWH-800A	20 610 31.800	A50QS800-4	6,9URD32D08A0800	A070URD31KI0800

Tabelle 7.31 380-480/500 V, Gerätebaugröße D, Optionen für Netzsicherung

**HINWEIS**

Zur Einhaltung der UL-Konformität müssen Sie bei Frequenzumrichtern, die ohne die Option „Nur mit Schütz“ geliefert werden, Bussmann-Sicherungen der Serie 170M verwenden. *Tabelle 7.28* gibt die Werte für den Nennkurzschlussstrom und UL-Sicherungskriterien an, wenn der Frequenzumrichter mit der Option „Nur mit Schütz“ geliefert wird.

FC 302 [kW]	Empfohlene Sicherung für externe Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option für interne Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Siba externe Teilennr.	Ersatz extern 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 7.32 380-480/500 V, Gerätebaugröße E, Netzsicherungs-Optionen für UL-Konformität

FC 302 [kW]	Empfohlene Sicherung für externen Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option für interne Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Siba Ersatzteilnr.
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 7.33 380-480/500 V, Gerätebaugröße F, Netzsicherungs-Optionen für UL-Konformität

FC 302 [kW]	Interner Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Nennwert	Siba Ersatzteilnr.
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 7.34 380-480/500 V, Gerätebaugröße F, DC-Zwischenkreissicherungen für Wechselrichtermodul

VLT®-Modell	Bussmann Teilenummer	Siba Teilenummer	Ferraz-Shawmut Teilenummer (Europa)	Ferraz-Shawmut Teilenummer (Nordamerika)
N55k T7	170M2616	20 610 31.160	6,9URD30D08A0160	A070URD30KI0160
N75k T7	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N90k T7	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110 T7	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N132 T7	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N160 T7	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N200 T7	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N250 T7	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N315 T7	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550

Tabelle 7.35 Sicherungsoptionen für 525-690 V, Gerätebaugröße D

## HINWEIS

Zur Einhaltung der UL-Konformität müssen Sie bei Frequenzumrichtern, die ohne die Option „Nur mit Schütz“ geliefert werden, Bussmann-Sicherungen der Serie 170M verwenden. *Tabelle 7.28* gibt die Werte für den Nennkurzschlussstrom und UL-Sicherungskriterien an, wenn der Frequenzumrichter mit der Option „Nur mit Schütz“ geliefert wird.

FC 302 [kW]	Empfohlene Sicherung für externe Frequen- zumrichter Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option für interne Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Siba externe Teilenr.	Ersatz extern 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 7.36 525-690 V, Gerätebaugröße E, Netzsicherungs-Optionen für UL-Konformität

FC 302 [kW]	Empfohlene Sicherung für externen Frequenzum- richter Bussmann Teilenummer	Nennwert	Option für interne Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Siba Ersatzteilnr.
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 7.37 525-690 V, Gerätebaugröße F, Netzsicherungs-Optionen für UL-Konformität

FC 302 [kW]	Interner Frequenzumrichter Bussmann Teilenummer	Nennwert	Siba Ersatzteilnr.
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 7.38 525-690 V, Gerätebaugröße F, DC-Zwischenkreissicherungen für Wechselrichtermodul

<sup>1)</sup> 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 ersetzt werden.

<sup>2)</sup> Zur Erfüllung der UL-Anforderungen kann jede UL-gelistete Sicherung mit mindestens 500 V und dazugehörigem Nennstrom verwendet werden.

## 7.2.6 Ergänzende Sicherungen

### Ergänzende Sicherungen

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert
D	LPJ-21/2SP	2,5 A, 600 V

Tabelle 7.39 Empfehlung für Anti-Kondensations-Heizungssicherung, Baugröße D

### **HINWEIS**

Wenn ein Frequenzumrichter der Baugröße D mit einer Anti-Kondensations-Heizung geliefert wird, muss die Heizung durch den installierenden Vertragspartner betrieben, gesteuert und geschützt werden.

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert
E und F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabelle 7.40 Schaltnetzteil-Sicherung

Größe/Typ	Bussmann Teilenummer	LittelFuse	Nennwert
P355-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 7.41 Lüftersicherungen

	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	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 6 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, 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	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 10 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 15 A
Sicherung 6,3-10 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 15 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 20 A
Sicherung 10-16 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-25 SP oder SPI	25 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 25 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 20 A

Tabelle 7.42 Sicherungen der manuellen Motorregler

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert	Alternative Sicherungen
F	LPJ-30 SP oder SPI	30 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 30 A

Tabelle 7.43 30-A-Sicherung für sicherungsgeschützte Klemmen

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert	Alternative Sicherungen
F	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 6 A

Tabelle 7.44 Steuerungs-Transformator-Sicherung

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert
F	GMC-800 MA	800 mA, 250 V

Tabelle 7.45 NAMUR-Sicherung

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert	Alternative Sicherungen
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Alle gelisteten Sicherungen Klasse CC, 6 A

Tabelle 7.46 Sicherheitsrelais-Spulensicherung mit PILZ-Relais

## 7.2.7 High-Power-Sicherungen, 12 Pulse

Die Sicherungen unten sind für einen Kurzschlussstrom von max. 100.000 A<sub>eff.</sub> (symmetrisch) bei 240 V, 480 V, 500 V oder 600 V geeignet, abhängig von der Nennspannung des Frequenzumrichters. Mit der korrekten Sicherung liegt der Kurzschluss-Nennstrom (SCCR) des Frequenzumrichters bei 100.000 A<sub>eff.</sub>

Nennleistung	Baugröße	Nennwert		Bussmann Teilenr.	Ersatzteil Bussmann Teilenr.	Geschätzte Verlustleistung der Sicherung [W]	
		Spannung (UL)	Ampere			400 V	460 V
FC 302	Größe						
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 7.47 Netzsicherungen, 380-500 V

Nennleistung	Baugröße	Nennwert		Bussmann Teilenr.	Ersatzteil Bussmann Teilenr.	Geschätzte Verlustleistung der Sicherung [W]	
		Spannung (UL)	Ampere			600 V	690 V
FC 302	Größe						
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 7.48 Netzsicherungen, 525-690 V

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 7.49 DC-Zwischenkreissicherungen für Wechselrichtermodul, 380-500 V

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 7.50 DC-Zwischenkreissicherungen für Wechselrichtermodul, 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 ersetzt werden.

## 7.2.8 Ergänzende Sicherungen – High-Power

### Ergänzende Sicherungen

	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	Alle gelistete Doppellelemente der Klasse J, Zeitverzögerung, 6 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, 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	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 10 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 15 A
Sicherung 6,3-10 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 15 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Alle gelistete Doppellelemente der Klasse J, Zeitverzögerung, 20 A
Sicherung 10-16 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-25 SP oder SPI	25 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 25 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 20 A

Tabelle 7.51 Sicherungen der manuellen Motorregler

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert
F8-F13	KTK-4	4 A, 600 V

Tabelle 7.52 Schaltnetzteil-Sicherung

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 7.53 Lüftersicherungen

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert	Alternative Sicherungen
F8-F13	LPJ-30 SP oder SPI	30 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 30 A

Tabelle 7.54 30-A-Sicherung für sicherungsgeschützte Klemmen

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert	Alternative Sicherungen
F8-F13	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Alle gelisteten Doppellelemente, Klasse J, Zeitverzögerung, 6 A

Tabelle 7.55 Steuerungs-Transformator-Sicherung

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert
F8-F13	GMC-800 MA	800 mA, 250 V

Tabelle 7.56 NAMUR-Sicherung

Gerätebaugröße	Bussmann Teilenummer	Nennwert	Alternative Sicherungen
F8-F13	LP-CC-6	6 A, 600 V	Alle gelisteten Sicherungen Klasse CC, 6 A

Tabelle 7.57 Sicherheitsrelais-Spulensicherung mit Pilz-Relais

Geräte- baugrö- ße	Leistung & Spannung	Typ	Werkseitige Trennschaltereinstellungen	
			Abschaltwert [A]	Zeit [s]
F3	P450 380-500 V und P630-P710 525-690 V	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	P500-P630 380-500 V und P800 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	P710 380-500 V und P900- P1M2 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	P800 380-500 V	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabelle 7.58 Trennschalter für Baugröße F

## 7.3 Trennschalter und Schütze

### 7.3.1 Netztrennschalter – Gerätebaugrößen E und F

Gerätebaugröße	Leistung	Typ
<b>380-500 V</b>		
D5h/D6h	N55K-N132	ABB OT400U03
D7h/D8h	N160-N315	ABB OT600U03
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
<b>525-690 V</b>		
D5h/D6h	N90K-N132	ABB OT400U03
D7h/D8h	N160-N250	ABB OT600U03
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 7.59 Netztrennschalter, 6-Puls-Frequenzumrichter

## 7.3.2 Netztrennschalter, 12 Pulse

Gerätebaugröße	Leistung	Typ
<b>380-500 V</b>		
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
<b>525-690 V</b>		
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 7.60 Netztrennschalter, 12-Puls-Frequenzumrichter

## 7.3.3 Netzschütze

Baugröße	Leistung & Spannung	Schütz
D6h	N90K-N132 380-500 V	GE CK95CE311N
	N110-N160 380-480 V	GE CK95BE311N
	N55-N132 525-690 V	GE CK95CE311N
	N75-N160 525-690 V	GE CK95BE311N
D8h	N160-N250 380-500 V	GE CK11CE311N
	N200-N315 380-480 V	
	N160-N315 525-690 V	
	N200-N400 525-690 V	

Tabelle 7.61 Schütze für Baugröße D

Baugröße	Leistung & Spannung	Schütz
F3	P450-P500 380-500 V & P630-P800 525-690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560 380-500 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630 380-500 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900 525-690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710-P800 380-500 V & P1M2 525-690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabelle 7.62 Schütze für Baugröße F

**HINWEIS**

Netzschütze erfordern eine kundenseitige 230-V-Versorgung.

7.4 Zusätzliche Motorinformationen

7.4.1 Motorkabel

Sie können alle Arten dreiphasiger Standard-Asynchronmotoren mit einem Frequenzumrichter verwenden. Der Motor muss an die folgenden Klemmen angeschlossen werden:

- U/T1/96
- V/T2/97
- W/T3/98
- Erdungskabel auf Klemme 99

Werkseinstellung ist Rechtslauf, wobei der Frequenzumrichterausgang wie folgt angeschlossen ist:

Klemmen-Nr.	Funktion
96	Netz U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Erde

Tabelle 7.63 Motorleitungsklemmen

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

Tabelle 7.64 Wechselnde Motordrehung

Sie können die Drehrichtung durch Vertauschen von zwei Phasen im Motorkabel oder durch Ändern der Einstellung von 4-10 Motor Drehrichtung ändern.

Eine Motordrehrichtungsprüfung können Sie über 1-28 Motordrehrichtungsprüfung und in den in Tabelle 7.64 gezeigten Schritten durchführen.

**Anforderungen bei Baugröße F**

**Baugröße F1/F3**

Jedes Wechselrichtermodul muss über dieselbe Anzahl von Motorphasenkabel verfügen, und diese müssen in Vielfachen von 2 vorliegen (z. B. 2, 4, 6 oder 8). 1 Kabel ist

nicht zulässig. Die Kabel zwischen den Klemmen des Wechselrichtermoduls und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase müssen die gleiche Länge haben (mit einer Toleranz von 10 %). Als gemeinsamen Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen. Wenn beispielsweise Wechselrichtermodul A ein 100 m langes Kabel verwendet, könnten die nachfolgenden Wechselrichtermodule Kabellängen zwischen 90 und 110 m nutzen.

**Baugröße F2/F4**

Jedes Wechselrichtermodul muss über dieselbe Anzahl von Motorphasenkabeln verfügen, und diese müssen in Vielfachen von 3 vorliegen (z. B. 3, 6, 9 oder 12). 1 oder 2 Kabel sind nicht zulässig. Die Kabel zwischen den Klemmen des Wechselrichtermoduls und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase müssen die gleiche Länge haben (mit einer Toleranz von 10 %). Als gemeinsamen Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen. Wenn beispielsweise Wechselrichtermodul A ein 100 m langes Kabel verwendet, könnten die nachfolgenden Wechselrichtermodule Kabellängen zwischen 90 und 110 m nutzen.

**Anforderungen für Ausgangsverteiler**

Von jedem Wechselrichtermodul muss die gleiche Anzahl an gleich langen Kabeln (mindestens 2,5 Meter) zur gemeinsamen Klemme in der Klemmendose verlaufen.

**HINWEIS**

**Wenn im Zuge der Nachrüstung einer Anwendung eine ungleiche Anzahl an Kabeln pro Phase erforderlich ist, erfragen Sie bitte die Anforderungen und Dokumentation vom Hersteller oder verwenden Sie die Schaltschrankoption mit Einführung oben/unten.**

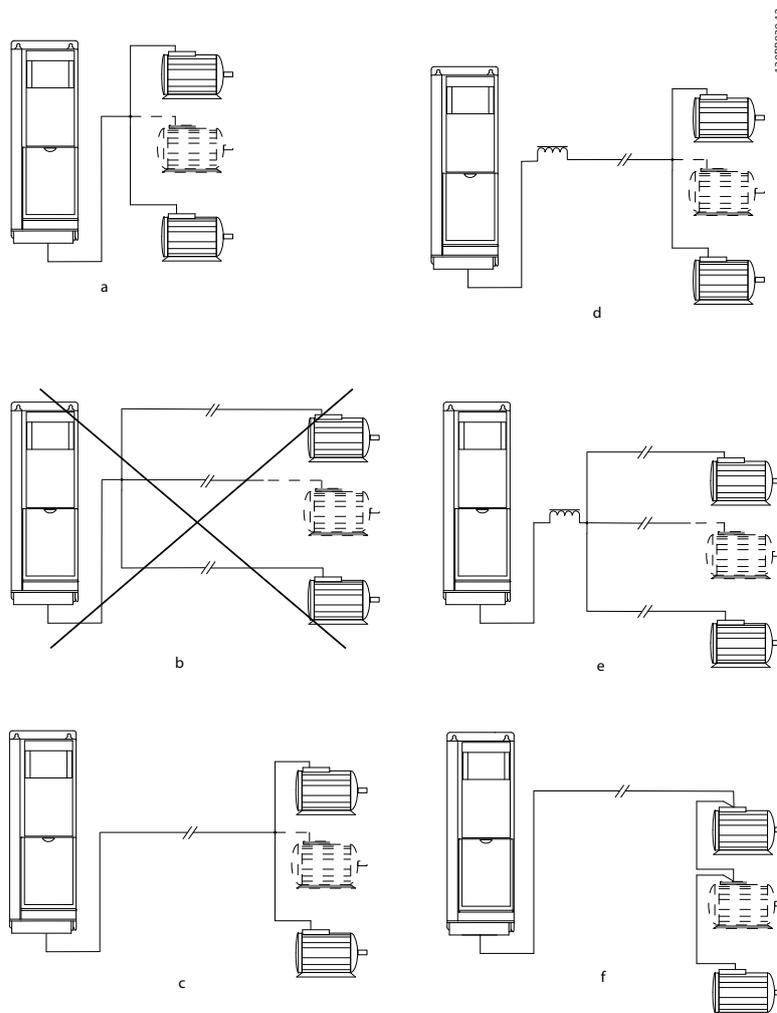
Das elektronische Thermorelais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn 1-90 Thermischer Motorschutz auf ETR-Abschaltung und 1-24 Motornennstrom auf den Motornennstrom (siehe Motor-Typenschild) eingestellt ist.

Für einen thermischen Motorschutz kann auch die Option MCB 112 PTC-Thermistorkarte verwendet werden. Diese Karte bietet ein ATEX-Zertifikat zum Schutz von Motoren in explosionsgefährdeten Bereichen, Zone 1/21 und Zone 2/22. Wenn 1-90 Thermischer Motorschutz auf [20] ATEX eingestellt ist, wird ETR in Kombination mit MCB 112 verwendet, wodurch es möglich ist, einen Ex-e-Motor in explosionsgefährdeten Bereichen zu regeln. Siehe das Programmierungshandbuch für Informationen zur Konfiguration des Frequenzumrichters für einen sicheren Betrieb von Ex e-Motoren.

### 7.4.2 Parallelschaltung von Motoren

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern/regeln. Bei parallelem Motoranschluss müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

- Führen Sie Anwendungen mit parallelen Motoren im U/f-Modus (Volt pro Hertz).
- Der VVC<sup>plus</sup>-Modus kann in einigen Anwendungen verwendet werden.
- Der gesamte Stromverbrauch der Motoren darf den maximalen Ausgangsnennstrom  $I_{INV}$  des Frequenzumrichters nicht übersteigen.
- Wenn sich die Motorgrößen stark unterscheiden, können beim Hochfahren und bei niedrigen Drehzahlen Probleme auftreten, da der relativ hohe Ohm-Widerstand der kleinen Motoren im Stator in solchen Situationen eine höhere Spannung erfordert.
- Das elektronische Thermorelais (ETR) des Frequenzumrichters kann nicht als Motor-Überlastschutz verwendet werden. Ein zusätzlicher Motorschutz durch Thermistoren in jeder Motorwicklung oder einzelne Thermorelais ist deshalb vorzusehen.
- Bei parallel geschalteten Motoren kann 1-02 Drehgeber Anschluss nicht verwendet werden, und 1-01 Steuerprinzip muss auf *Sondermotorkennlinie U/f* eingestellt sein.



A	Installationen mit <u>gemeinsamem</u> Anschluss wie in A und B gezeigt werden nur bei kurzen Kabeln empfohlen.
B	Beachten Sie die in <i>Kapitel 4.3 Allgemeine Spezifikationen</i> angegebene Maximallänge für Motorleitungen.

C	Die in Kapitel 4.3 Allgemeine Spezifikationen angegebene gesamte Motorkabellänge gilt nur, so lange die parallelen Kabel kurz gehalten werden, und zwar jeweils kürzer als 10 m. (Beispiel 1)
D	Berücksichtigen Sie den Spannungsabfall an den Motorleitungen. (Beispiel 1)
E	Berücksichtigen Sie den Spannungsabfall an den Motorleitungen. (Beispiel 2)
F	Die in Kapitel 4.3 Allgemeine Spezifikationen angegebene gesamte Motorkabellänge gilt nur, so lange die parallelen Kabel jeweils kürzer als 10 m gehalten werden. (Beispiel 2).

Abbildung 7.34 Unterschiedliche Parallelschaltungen von Motoren

### 7.4.3 Motorisolation

Verwenden Sie im Falle von Motorleitungen, deren Länge geringer oder gleich der in Kapitel 4.3 Allgemeine Spezifikationen angegebenen Maximallänge ist, die in Tabelle 7.65 abgebildeten Nennwerte für Motorisolation. Bei einem geringeren Isolationswert eines Motors empfiehlt Danfoss die Verwendung eines dU/dt- oder Sinusfilters.

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

Tabelle 7.65 Nennwerte für Motorisolation

### 7.4.4 Motorlagerströme

Bei allen Motoren, die bei FC 302-Frequenzumrichtern mit 90 kW oder höherer Leistung installiert sind, müssen B-seitig (gegenantriebsseitig) isolierte Lager eingebaut werden, um Lagerströme zu beseitigen. Um A-seitige (antriebsseitige) Lager- und Wellenströme auf ein Minimum zu beschränken, muss richtige Erdung von Frequenzumrichter, Motor, angetriebener Maschine und Motor zur angetriebenen Maschine gewährleistet sein.

Im Folgenden sind einige Standardstrategien zur Reduzierung der Stromstärke aufgeführt:

- Verwenden Sie ein isoliertes Lager.
- Gehen Sie ordnungsgemäß nach den Installationsverfahren vor.
  - Stellen Sie sicher, dass Motor und Lastmotor aufeinander abgestimmt sind.
  - Befolgen Sie die EMV-Installationsrichtlinie.
  - Verstärken Sie den Schutzleiter (PE), sodass die hochfrequent wirksame Impedanz im PE niedriger als bei den Eingangsstromleitungen ist.

- Sorgen Sie für eine gute Hochfrequenzverbindung zwischen Motor und Frequenzrichter. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Kabel mit einem 360°-Anschluss im Motor und im Frequenzrichter.
- Stellen Sie sicher, dass die Impedanz vom Frequenzrichter zur Gebäudeerdung niedriger als die Erdungsimpedanz der Maschine ist. Dies kann bei Pumpen schwierig sein.
- Stellen Sie eine direkte Erdverbindung zwischen Motor und Last her.

- Senken Sie die IGBT-Taktfrequenz.
- Ändern Sie die Wechselrichtersignalfrequenz, 60° AVM oder SFAVM.
- Installieren Sie ein Wellenerdungssystem oder verwenden Sie eine Trennkupplung.
- Tragen Sie leitfähiges Schmierfett auf.
- Verwenden Sie, sofern möglich, minimale Drehzahleinstellungen.
- Versuchen Sie sicherzustellen, dass die Netzspannung zur Erde symmetrisch ist. Dies kann bei IT-, TT-, TN-CS-Netzen oder Systemen mit geerdetem Zweig schwierig sein.
- Verwenden Sie ein dU/dt- oder Sinusfilter.



## 7.5 Steuerkabel und -klemmen

### 7.5.1 Zugang zu den Steuerklemmen

Alle Klemmen für die Steuerkabel befinden sich unter der Klemmenabdeckung an der Vorderseite des Frequenzumrichters. Entfernen Sie die Klemmenabdeckung mit Hilfe eines Schraubendrehers.

### 7.5.2 Steuerkabelführung

Befestigen und führen Sie alle Steuerleitungen wie in Abbildung 7.35 und Abbildung 7.36 abgebildet. Achten Sie auf den ordnungsgemäßen Anschluss der Abschirmungen, um optimale Störsicherheit zu gewährleisten.

**Feldbus-Verbindung**

Es werden Verbindungen zu den relevanten Optionen auf der Steuerkarte hergestellt. Weitere Informationen entnehmen Sie der entsprechenden Feldbus-Anleitung. Das Kabel muss befestigt und zusammen mit anderen Steuerleitungen innerhalb der Einheit geführt werden. Siehe *Abbildung 7.35 bis Abbildung 7.39.*

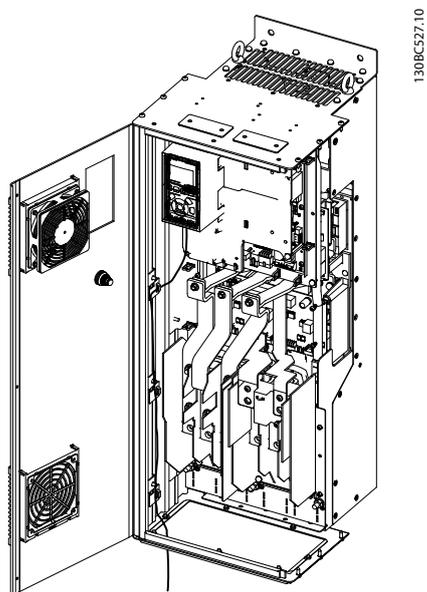


Abbildung 7.35 Steuerkartenverkablungsweg für D3h. Die Steuerkartenverkablung für D1h, D2h, D4h, E1 und E2 wird genauso geführt.

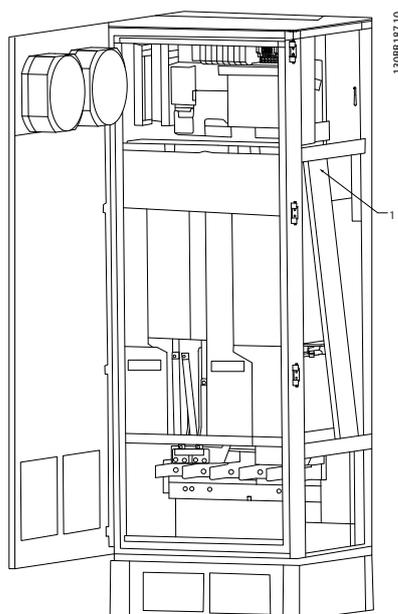


Abbildung 7.36 Steuerkartenverkablungsweg für F1/F3. Die Steuerkartenverkablung für F2/F4 wird genauso geführt.

hergestellt werden, wie dies in den folgenden Abbildungen gezeigt wird. In der Einheit IP21/54 (NEMA 1/ NEMA 12) muss eine Abdeckungsplatte entfernt werden. Die Bausatznummer für die oberseitige Feldbus-Verbindung ist 176F1742.

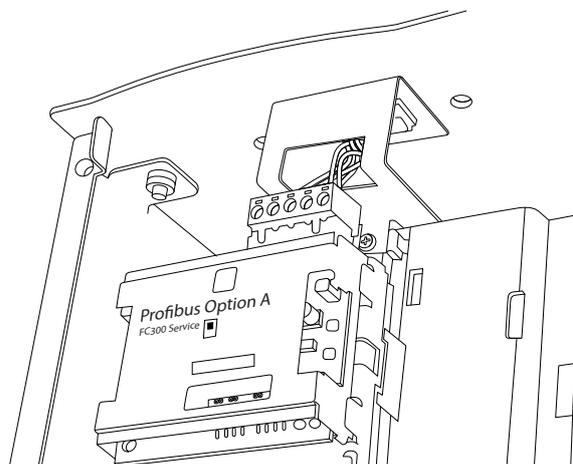


Abbildung 7.37 Oberer Eingang der Feldbuskabel

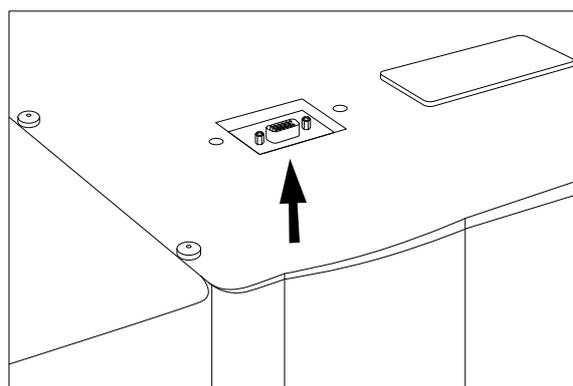


Abbildung 7.38 Installierter Bausatz für oberen Eingang der Profibuskabel

Bei Frequenzumrichtern der Baugrößen D und E kann die Feldbus-Verbindung über die Oberseite des Geräts

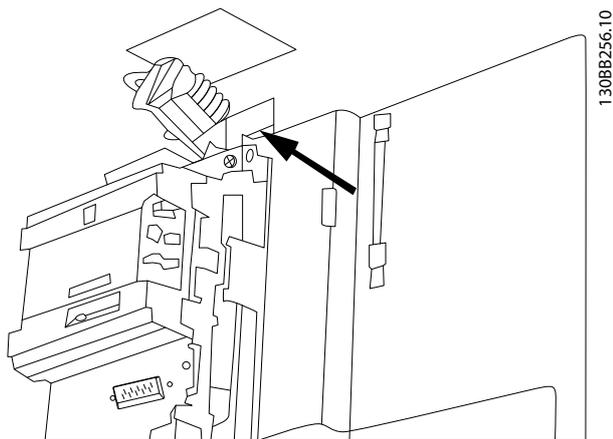


Abbildung 7.39 Schirmabschluss/Zugentlastung für Feldbusleiter

### Installation einer externen 24 V DC-Versorgung

Drehmoment: 0,5-0,6 Nm

Schraubengröße: M3

Die externe 24 V DC-Versorgung dient als Niederspannungsversorgung der Steuerkarte sowie etwaiger eingebauter Optionskarten. Dies ermöglicht den vollen Betrieb des LCP (einschl. Parametrierung) ohne Netzanschluss. Beachten Sie, dass beim Anschluss von 24 V DC eine Warnung wegen niedriger Spannung angezeigt wird; es findet jedoch keine Abschaltung statt.

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

Tabelle 7.66 Klemmennummern für externe 24 V-Versorgung

## **⚠️ WARNUNG**

Setzen Sie zur Gewährleistung ordnungsgemäßer galvanischer Trennung (gemäß PELV) an den Steuerklemmen des Frequenzumrichters eine 24-V-DC-Versorgung vom Typ PELV ein.

### 7.5.3 Steuerklemmen

#### Positionsnummern:

1. 10-poliger Stecker, Digital-E/A
2. 3-poliger Stecker, RS-485 Bus
3. 6-poliger Stecker, Analog-E/A
4. USB-Anschluss

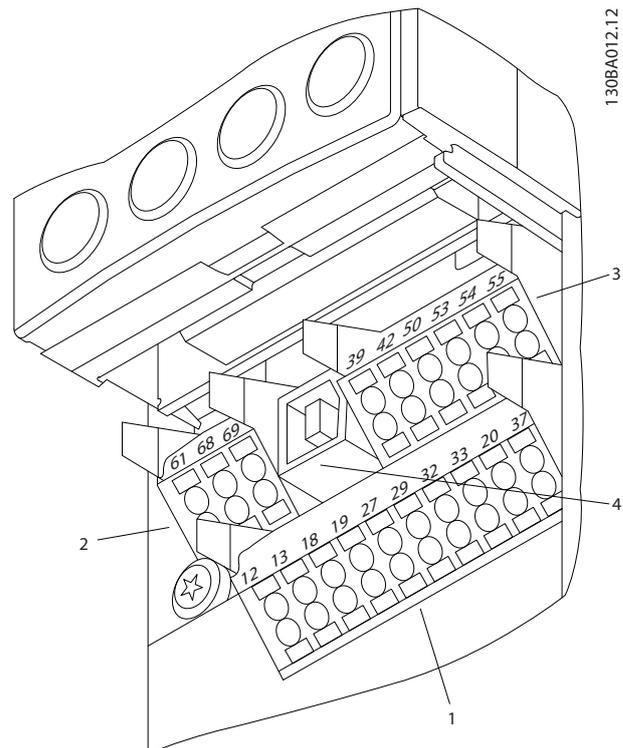


Abbildung 7.40 Steuerklemmen (alle Gerätebaugrößen)

### 7.5.4 Schalter S201 (A53), S202 (A54) und S801

Die Schalter S201 (A53) und S202 (A54) dienen dazu, eine Strom- (0–20 mA) oder Spannungskonfiguration (0–10 V) für die analogen Eingangsklemmen 53 bzw. 54 auszuwählen.

Schalter S801 (BUS TER.) dient dazu, für die serielle RS-485-Schnittstelle (Klemmen 68 und 69) die integrierten Busabschlusswiderstände zu aktivieren. Siehe *Abbildung 7.43*.

#### Werkseinstellung:

S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

S202 (A54) = AUS (Spannungseingang)

S801 (Busabschluss) = AUS

**HINWEIS**

Eine Änderung der Schalterstellung ist nur bei Netz-Aus zulässig.

130BA156.12

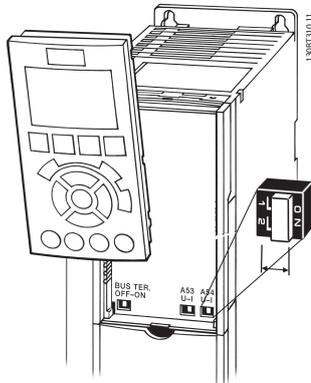


Abbildung 7.41 Lage der Schalter S801, S201 und S202 (von links nach rechts)

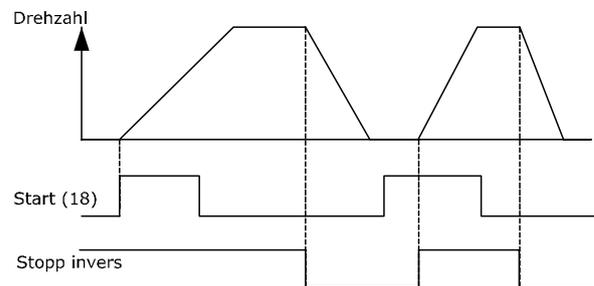
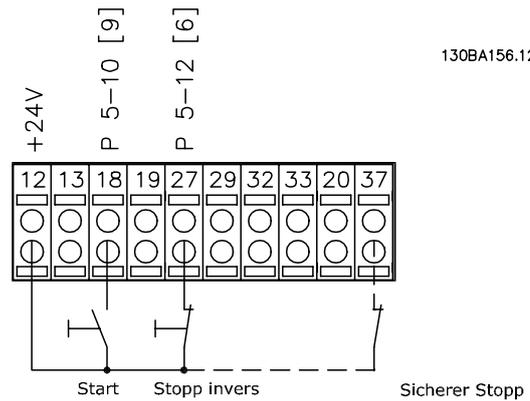


Abbildung 7.42 Einfaches Verdrahtungsbeispiel

7

### 7.5.5 Installieren der Steuerklemmen

**Steuerklemmen**

Gehen Sie folgendermaßen vor, um das Kabel an der Klemme zu befestigen:

1. Entfernen Sie 9–10 mm der Isolierung vom Kabelende.
2. Führen Sie einen Schraubendreher (max. 0,4x2,5 mm) in die quadratische Öffnung ein.
3. Führen Sie das Kabel in die angrenzende runde Öffnung ein.
4. Entfernen Sie den Schraubendreher. Das Kabel sitzt nun fest in der Klemme.

Gehen Sie folgendermaßen vor, um das Kabel aus der Klemme zu entfernen:

1. Führen Sie einen Schraubendreher (max. 0,4x2,5 mm) in die quadratische Öffnung ein.
2. Ziehen Sie das Kabel heraus.

### 7.5.6 Einfaches Verdrahtungsbeispiel

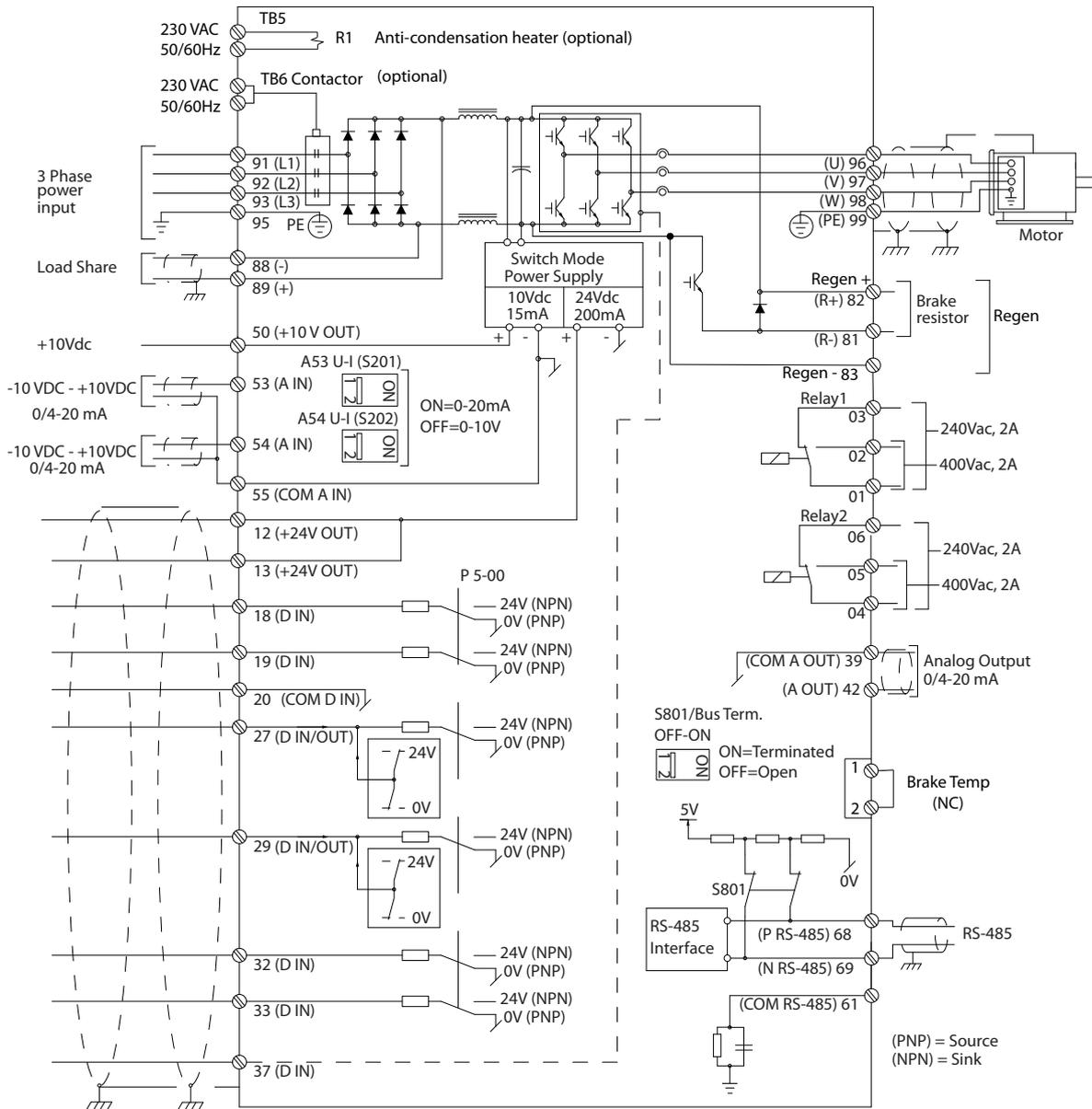
1. Stecken Sie die Klemmblöcke aus dem Beutel mit Zubehör auf die zugehörige Stiftleiste des Frequenzumrichters.
2. Verbinden Sie die Klemmen 18, 27 und 37 mit den Klemmen 12/13 (+24 V).

**Grundeinstellungen:**

- 18 = Start, 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [9]
- 27 = Stop invers, 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [6]
- 37=Sichere Abschaltung Motormoment (STO) invers

### 7.5.7 Installieren der Steuerkabel

#### Elektrische Installation



130BC532.10

7

Abbildung 7.43 Anschlussdiagramm, Frequenzumrichter der Baugröße D (A = analog, D = digital)

Klemme 37 wird für Funktion „Safe Torque Off“ (STO, sicher abgeschaltetes Moment) genutzt. Hinweise zur Installation der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ finden Sie unter Kapitel 3.12 Sicherer Stopp.

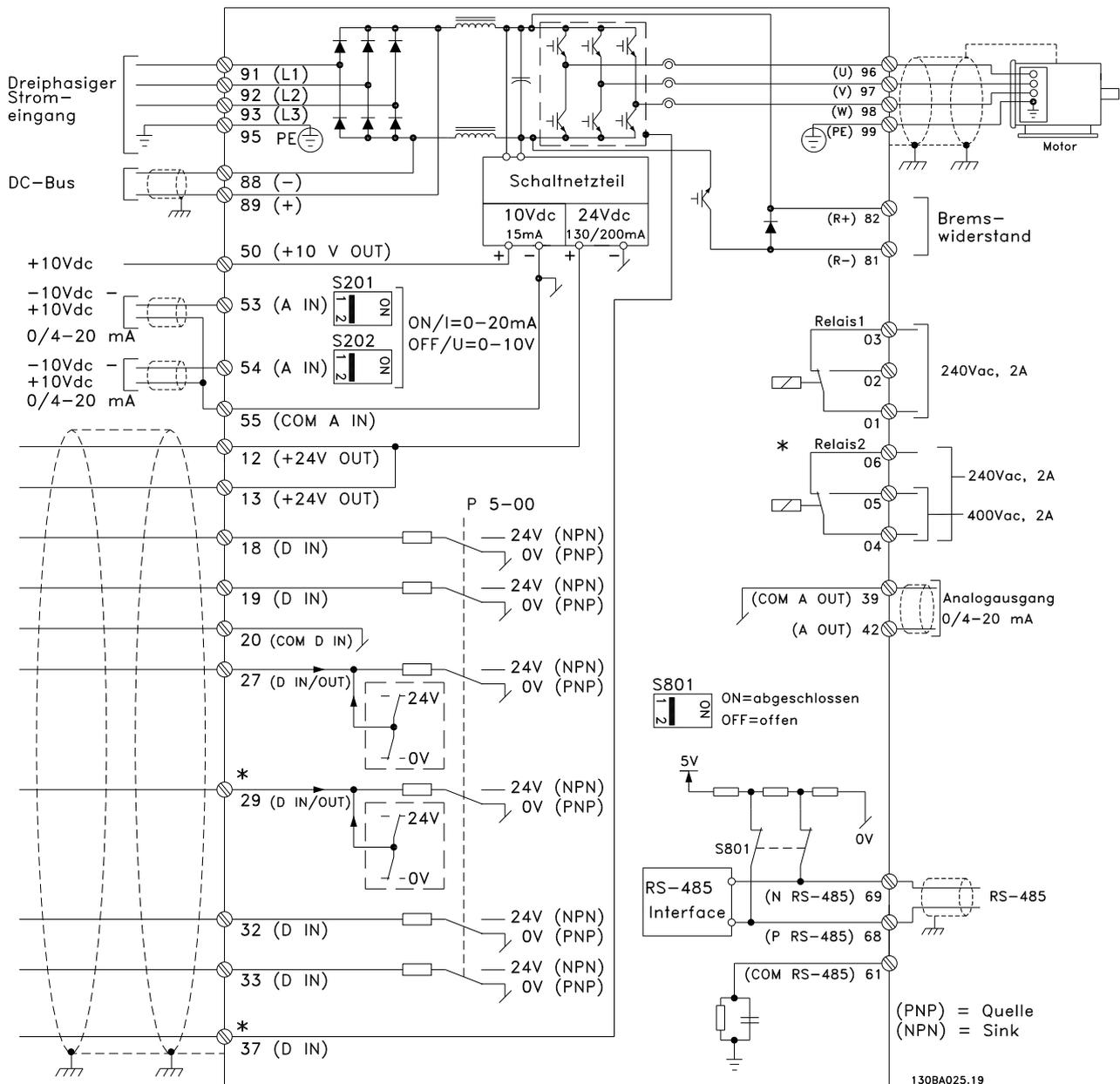


Abbildung 7.44 Anschlussdiagramm, Frequenzumrichter der Baugrößen E und F

Sehr lange Steuerkabel und Analogsignale können aufgrund von Störungen in den Netzkabeln zu Brummschleifen mit 50/60 Hz führen. In diesem Fall kann es erforderlich sein, die Abschirmung zu durchbrechen oder einen 100-nF-Kondensator zwischen Abschirmung und Chassis einzubauen. Schließen Sie die Digital- und Analogein- und -ausgänge aufgeteilt nach Signalart an die Bezugspotenziale des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55, 39) an, um Fehlerströme auf dem Massepotenzial zu verhindern. Zum Beispiel kann durch Schalten am Digitaleingang das analoge Eingangssignal gestört werden.

Eingangspolarität der Steuerklemmen

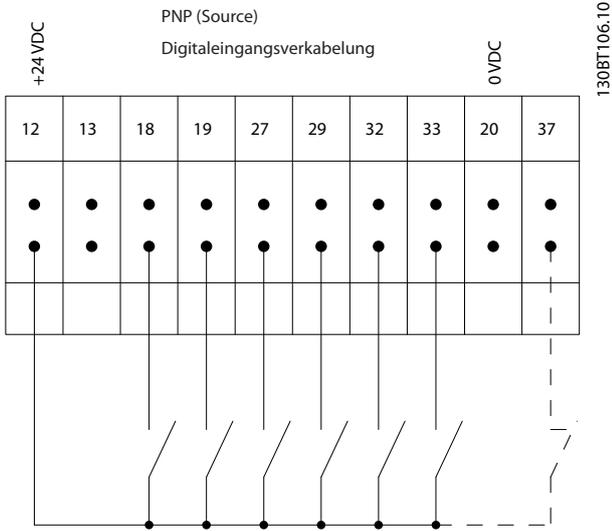


Abbildung 7.45 Eingangspolarität der Steuerklemmen (PNP Quelle)

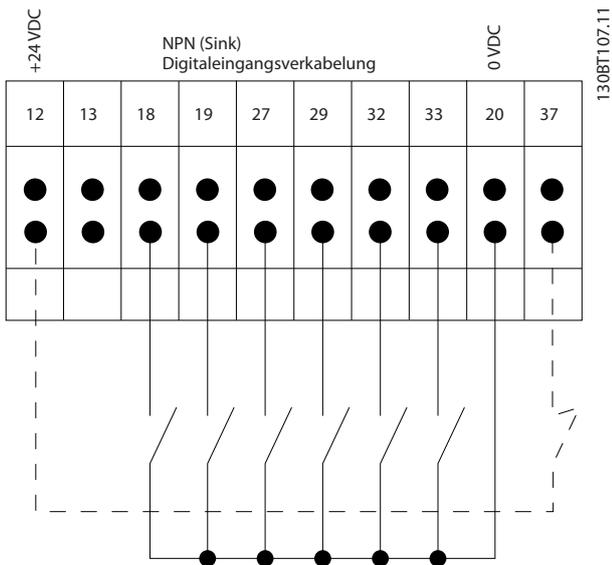


Abbildung 7.46 Eingangspolarität der Steuerklemmen (NPN Verbraucher)

**HINWEIS**

Verwenden Sie zur Einhaltung der Spezifikationen für EMV-Emissionen abgeschirmte Kabel. Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 7.8 EMV-gerechte Installation*.

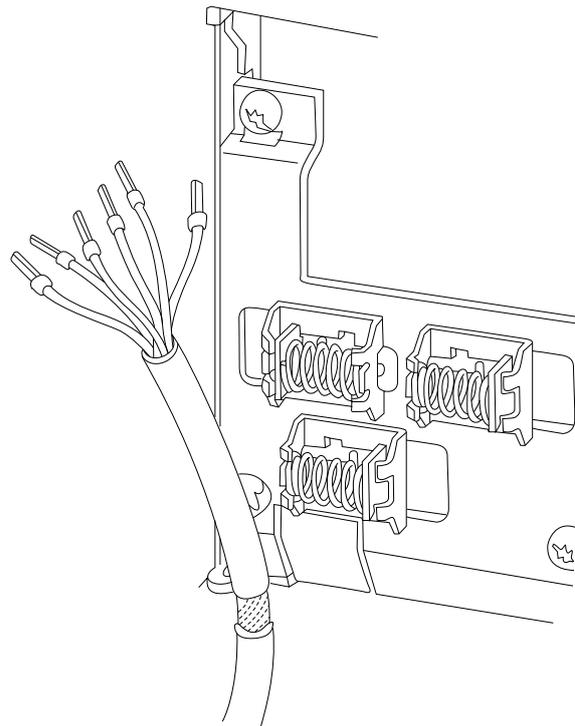


Abbildung 7.47 Schirmabschluss und Zugenlastung für Steuerkabel

7.5.8 12-Puls-Steuerkabel

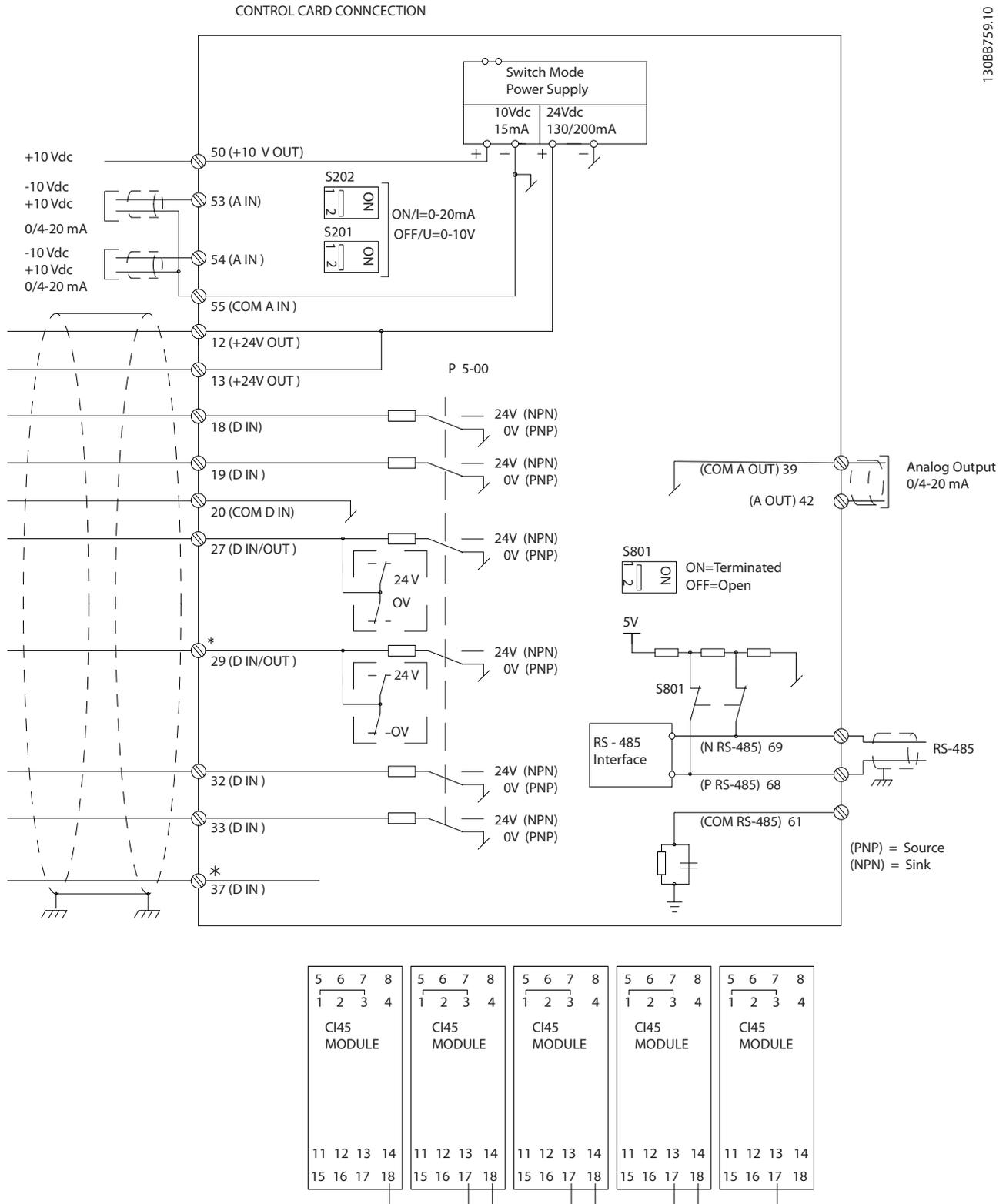
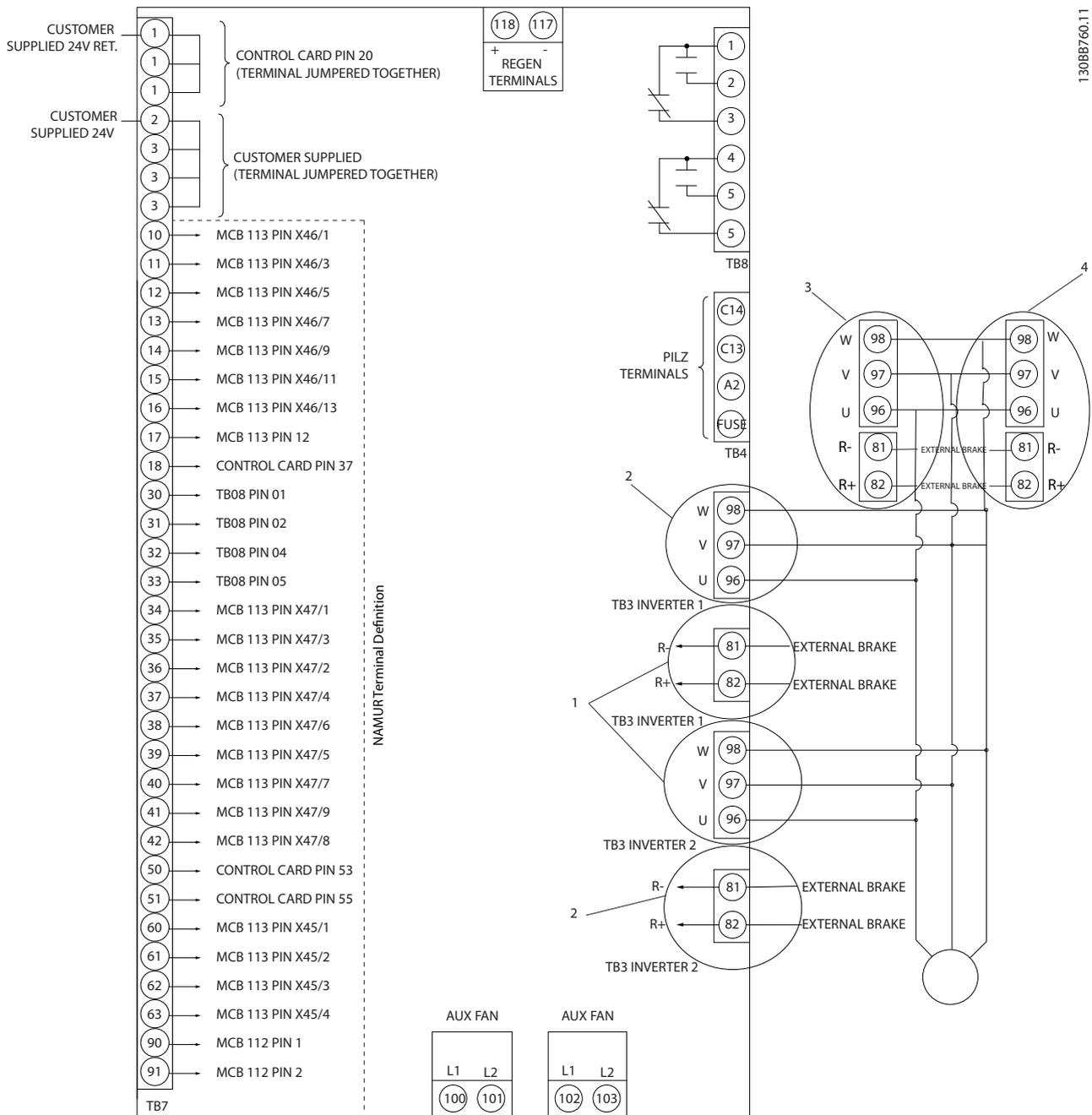


Abbildung 7.48 Steuerkabelschaltbild



130BB760.11

7

Abbildung 7.49 Elektrische Klemmen ohne Optionen

Klemme 37 ist der Eingang für die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“. Hinweise zur Installation der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ finden Sie unter Kapitel 3.12 Sicherer Stopp.

- 1) F8/F9 = (1) Klemmensatz
- 2) F10/F11 = (2) Klemmensätze
- 3) F12/F13 = (3) Klemmensätze

Eingangspolarität der Steuerklemmen

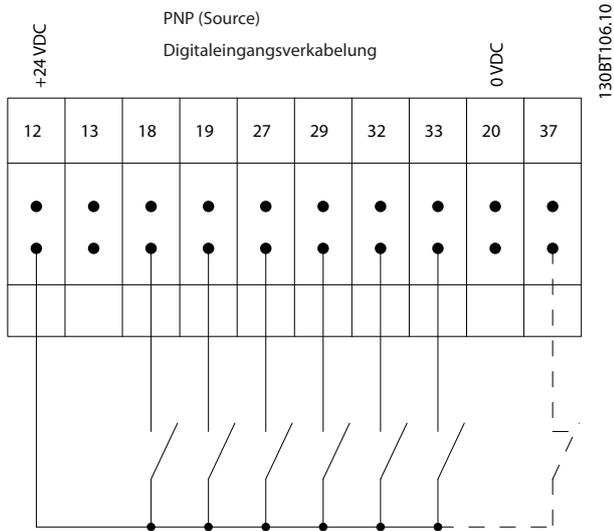


Abbildung 7.50 Eingangspolarität der Steuerklemmen

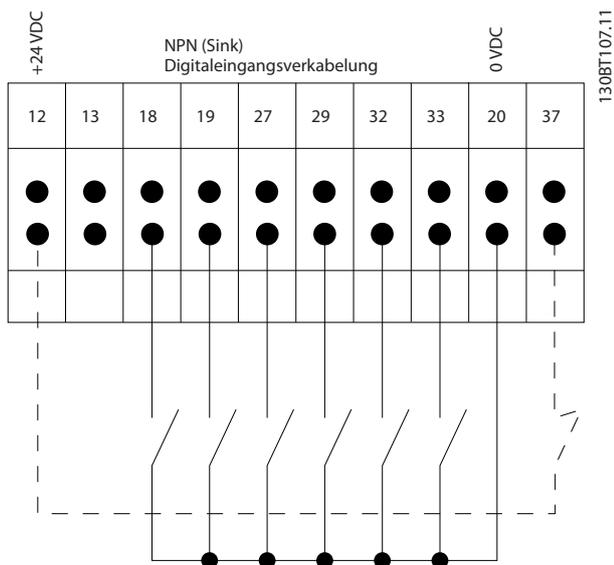


Abbildung 7.51 Eingangspolarität der Steuerklemmen

Relais 1 und Relais 2 werden in 5-40 Relaisfunktion, 5-41 Ein Verzög., Relais und 5-42 Aus Verzög., Relais programmiert.

Verwenden Sie das Optionsmodul MCB 105 für zusätzliche Relaisausgänge.

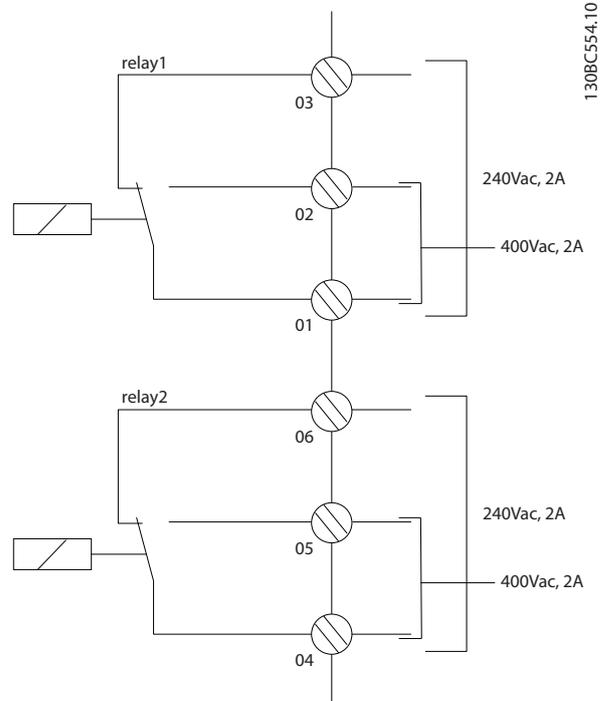


Abbildung 7.52 Baugröße D Zusätzliche Relaisausgänge

7.5.9 Relaisausgang Baugröße D

Relais 1

- Klemme 01: Bezugspotenzial
- Klemme 02: Schließer 400 V AC
- Klemme 03: Öffner 240 V AC

Relais 2

- Klemme 04: Bezugspotenzial
- Klemme 05: Schließer 400 V AC
- Klemme 06: Öffner 240 V AC

7.5.10 Relaisausgang Baugrößen E und F

Relais 1

- Klemme 01: Bezugspotenzial
- Klemme 02: Schließer 240 V AC
- Klemme 03: Öffner 240 V AC

Relais 2

- Klemme 04: Bezugspotenzial
- Klemme 05: Schließer 400 V AC
- Klemme 06: Öffner 240 V AC

Relais 1 und Relais 2 werden in 5-40 Relaisfunktion, 5-41 Ein Verzög., Relais und 5-42 Aus Verzög., Relais programmiert.

Verwenden Sie das Optionsmodul MCB 105 für zusätzliche Relaisausgänge.

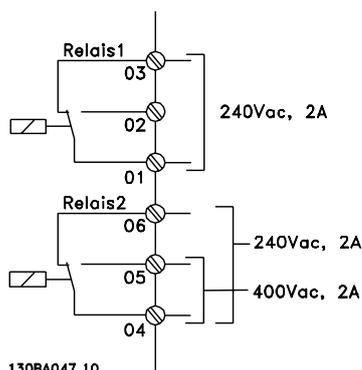


Abbildung 7.53 Zusätzliche Relaisausgänge für Baugrößen E und F

### 7.5.11 Temperaturschalter Bremswiderstand

#### Gerätebaugrößen D, E und F

Drehmoment: 0,5-0,6 Nm

Schraubengröße: M3

An diesem Eingang wird die Temperatur eines extern angeschlossenen Bremswiderstands überwacht. Wenn der Eingang zwischen 105 und 106 hergestellt ist, wird der Frequenzumrichter bei Warnung/Alarm 27 („Brems-IGBT“) abgeschaltet. Wenn die Verbindung zwischen 104 und 105 geschlossen wird, wird der Frequenzumrichter bei Warnung/Alarm 27 („Brems-IGBT“) abgeschaltet.

Installieren Sie einen KLIXON-Schalter, der „normal geschlossen“ ist. Wenn diese Funktion nicht genutzt wird, schließen Sie 106 und 104 zusammen kurz.

Normal geschlossen: 104-106 (werkseitig installierte Brücke)  
Normal offen: 104-105

Klemmen-Nr.	Funktion
106, 104, 105	Temperaturschalter Bremswiderstand.

Tabelle 7.67 Klemmen für Temperaturschalter Bremswiderstand

#### HINWEIS

Wenn die Temperatur des Bremswiderstands zu hoch wird und der Thermoschalter abschaltet, hört der Frequenzumrichter auf zu bremsen und der Motor geht in Freilauf.

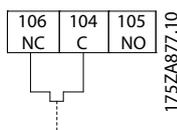


Abbildung 7.54 Temperaturschalter Bremswiderstand Anschluss

## 7.6 Zusätzliche Anschlüsse

### 7.6.1 DC-Busanschluss

Die DC-Bus-Zwischenkreisklemme dient zum Anschluss einer externen DC-Spannungsversorgung, wobei der Zwischenkreis aus einer externen Quelle versorgt wird.

Klemmen-Nr.	Funktion
88, 89	DC-Bus

Tabelle 7.68 DC-Bus-Zwischenkreisklemmen

Wenden Sie sich an Danfoss, wenn Sie weitere Informationen benötigen.

### 7.6.2 Zwischenkreiskopplung

Bei Zwischenkreiskopplungen sind zusätzliche Geräte und Sicherheitserwägungen erforderlich. Weitere Informationen entnehmen Sie dem *Anwendungshinweis Zwischenkreiskopplung*.

#### VORSICHT

Beachten Sie, dass an den Klemmen Spannungen von bis zu 1099 V DC auftreten können.

Klemmen-Nr.	Funktion
88, 89	Zwischenkreiskopplung

Tabelle 7.69 Zwischenkreiskopplungsklemmen

Das Verbindungskabel muss abgeschirmt sein; die Kabellänge zwischen Frequenzumrichter und der DC-Schiene ist auf maximal 25 m begrenzt.

Bei der Zwischenkreiskopplung werden die DC-Zwischenkreise mehrerer Frequenzumrichter zusammengeschaltet.

#### WARNUNG

Beachten Sie, dass der Frequenzumrichter aufgrund des Zwischenkreisanschlusses möglicherweise durch ein Trennen vom Netz nicht isoliert wird.

### 7.6.3 Installation des Anschlusskabels der Bremse

Das Verbindungskabel zum Bremswiderstand muss abgeschirmt sein; die Kabellänge zwischen Frequenzumrichter und der DC-Schiene ist auf maximal 25 m begrenzt.

- Schließen Sie die Abschirmung mithilfe der Kabelschellen an der leitfähigen Rückwand des

Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Bremswiderstands an.

- Wählen Sie den Querschnitt des Bremskabels passend zum Bremsmoment.

Nr.	Funktion
81, 82	Bremswiderstandsklemmen

Tabelle 7.70 Bremswiderstandsklemmen

Weitere Informationen finden Sie im *Projektierungshandbuch Bremswiderstand*.

## HINWEIS

Bei einem Kurzschluss im Brems-IGBT können Sie einen eventuellen Leistungsverlust im Bremswiderstand durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindern. Nur der Frequenzumrichter sollte das Schütz regeln.

## VORSICHT

Beachten Sie, dass an den Klemmen Spannungen von bis zu 1099 V DC auftreten können.

### Anforderungen bei Baugröße F

Schließen Sie in jedem Wechselrichtermodul die Bremswiderstände an die Bremsklemmen an.

## 7.6.4 Anschließen eines PC an den Frequenzumrichter

Um den Frequenzumrichter von einem PC aus zu steuern, installieren Sie die MCT 10-Konfigurationssoftware. Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS-485-Schnittstelle angeschlossen werden, wie im Programmierungshandbuch im Abschnitt *Busanschluss* beschrieben.

USB ist eine serielle Schnittstelle, die 4 abgeschirmte Signalleitungen mit geerdetem Stecker 4 zur Abschirmung des USB-Anschlusses am PC verwendet. Alle Standard-PCs werden ohne galvanische Trennung an der USB-Schnittstelle hergestellt.

Gehen sie nach den im VLT® AutomationDrive-Produkt-handbuch unter *Netzanschluss und Erdung* beschriebenen Erdungsempfehlungen vor, um eine Beschädigung des USB-Hostcontrollers durch die Abschirmung des USB-Kabels zu vermeiden.

Wenn der PC per USB-Kabel an den Frequenzumrichter angeschlossen wird, empfiehlt Danfoss die Verwendung eines USB-Reparaturschalters mit galvanischer Trennung, um den PC USB-Hostcontroller vor Erde/Masse-Potentialdifferenz zu schützen. Es wird auch empfohlen, kein PC-Leistungskabel mit geerdetem Stecker zu verwenden, wenn der PC per USB-Kabel an den Frequenzumrichter

angeschlossen ist. Dies verringert die Erde/Masse-Potentialdifferenz, beseitigt aber aufgrund der Erdung und Abschirmung, die an der USB-Schnittstelle des PCs angeschlossen sind, nicht alle Potentialdifferenzen.

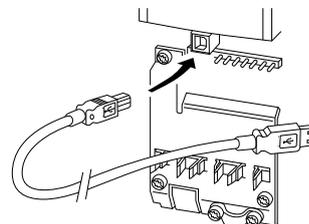


Abbildung 7.55 USB-Anschluss

## 7.6.5 PC-Software

Gehen Sie folgendermaßen vor, wenn Sie per MCT 10 Konfigurationssoftware Daten im PC speichern möchten:

- Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
- Starten Sie die MCT 10 Konfigurationssoftware.
- Wählen Sie im Abschnitt „Netzwerk“ den USB-Anschluss.
- Wählen Sie „Kopieren“.
- Wählen Sie die Auswahl „Projekt“.
- Wählen Sie „Einfügen“.
- Wählen Sie „Speichern unter“.

Alle Parameter sind nun gespeichert.

Gehen Sie folgendermaßen vor, um mittels der MCT 10 Konfigurationssoftware Daten vom PC auf den Frequenzumrichter zu übertragen:

- Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
- Starten Sie die MCT 10 Konfigurationssoftware.
- Wählen Sie „Öffnen“ – alle gespeicherten Dateien werden angezeigt.
- Öffnen Sie die gewünschte Datei.
- Wählen Sie „Zum Frequenzumrichter schreiben“.

Alle Parameter werden nun auf den Frequenzumrichter übertragen.

Für die *MCT 10 Konfigurationssoftware* ist ein gesondertes Handbuch erhältlich.

## 7.7 Sicherheit

### 7.7.1 Hochspannungsprüfung

Eine Hochspannungsprüfung darf nur nach Kurzschließen der Anschlüsse U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub>. Legen Sie eine Sekunde lang eine Spannung von max. 2,15 kV DC bei Frequenzumrichtern mit 380-500 V bzw. max. 2,525 kV bei Frequenzumrichtern mit 525-690 V zwischen dieser Verbindung und dem Chassis an.

#### **⚠️ WARNUNG**

Wird eine Hochspannungsprüfung der gesamten Anlage durchgeführt, so sind bei zu hohen Ableitströmen Netz- und Motoranschluss vom Frequenzumrichter abzuklemmen!

### 7.7.2 Erdung

Sie müssen folgende grundlegende Punkte bei der Installation eines Frequenzumrichters beachten, um die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) sicherzustellen.

- **Schutzerdung:**  
Der Frequenzumrichter hat einen hohen Ableitstrom und muss aus Sicherheitsgründen richtig geerdet werden. Beachten Sie alle geltenden Sicherheitsvorschriften.
- **Hochfrequenzerdung:**  
Halten Sie die Erdungsleiterverbindungen so kurz wie möglich.

Schließen Sie die verschiedenen Erdungssysteme mit geringstmöglicher Leiterimpedanz an. Sorgen Sie für geringstmögliche Leiterimpedanz, indem Sie den Leiter möglichst kurz und mit möglichst großer Leiteroberfläche wählen.

Die Metallgehäuse der verschiedenen Geräte werden mit geringstmöglicher HF-Impedanz an der Schrankrückwand montiert. Dies vermeidet, unterschiedliche HF-Spannungen für die einzelnen Geräte und vermeidet ebenfalls die Gefahr von Funkstörströmen, die in Verbindungskabeln auftreten, die Sie zwischen den Geräten verwenden. Verwenden Sie zum Erreichen einer niedrigen HF-Impedanz die Befestigungsschrauben der Geräte als HF-Verbindungen zur Rückwand. Entfernen Sie den isolierenden Lack oder Sonstiges von den Befestigungspunkten.

### 7.7.3 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 eine gute mechanische Verbindung des Erdungskabels mit der Erde (Klemme 95) sicherzustellen, muss die Erdung mit einer der folgenden Methoden verstärkt werden:

- Erdungskabel mit einem Durchmesser von min. 10 mm<sup>2</sup>
- zwei getrennt verlegte Erdungskabel, die die vorgeschriebenen Maße einhalten

## 7.8 EMV-gerechte Installation

### 7.8.1 Elektrische Installation – EMV-Schutzmaßnahmen

Nachstehend sind Hinweise für eine EMV-gerechte Installation von Frequenzumrichtern aufgeführt. Bitte halten Sie sich an diese Vorgaben, wenn eine Einhaltung der *Ersten Umgebung* nach EN 61800-3 gefordert ist. Handelt es sich um eine Installation in einer *Zweiten Umgebung* nach EN 61800-3 (industrielle Netze) oder wird die Installation von einem eigenen Trafo versorgt, darf von diesen Richtlinien abgewichen werden. Siehe auch *Kapitel 2.3.3 Danfoss Frequenzumrichter und CE-Kennzeichnung*, *Kapitel 3.5 Allgemeine EMV-Aspekte*, *Kapitel 3.5.2 EMV-Prüfergebnisse*, und *Kapitel 7.8.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.

#### **Bewährte Verfahren für eine EMV-gerechte elektrische Installation:**

- Benutzen Sie nur abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerkabel. Die Schirmabdeckung muss mindestens 80 % betragen. Die Schirmung muss aus Metall – in der Regel Kupfer, Aluminium, Stahl oder Blei – bestehen. Für das Netzkabel gelten keine speziellen Anforderungen.
- Bei Installationen mit starren Metallrohren sind keine abgeschirmten Kabel erforderlich; das Motorkabel muss jedoch in einem anderen Installationsrohr als die Steuer- und Netzkabel installiert werden. Es ist ein durchgehendes Installationsrohr vom Frequenzumrichter bis zum Motor erforderlich. Die EMV-Leistung flexibler Installationsrohre variiert sehr stark; hier sind entsprechende Herstellerangaben einzuholen.
- Erden Sie das Abschirmungsrohr bei Motor- und Steuerkabeln beidseitig. In einigen Fällen ist es nicht möglich, die Abschirmung an beiden Enden anzuschließen (fehlender Potenzialausgleich). Schließen Sie in diesem Fall zumindest die Abschirmung am Frequenzumrichter an. Siehe auch *Kapitel 7.7.2 Erdung*.
- Vermeiden Sie verdrehte Abschirmungsenden (Pigtails). Sie erhöhen die Impedanz der

Abschirmung und beeinträchtigen so den Abschirmeffekt bei hohen Frequenzen. Verwenden Sie stattdessen niederohmige Kabelschellen oder EMV-Kabelverschraubungen.

- Verwenden Sie nach Möglichkeit in Schaltschränken ebenfalls nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel.

Führen Sie die Abschirmung möglichst dicht an den elektrischen Anschluss.

Abbildung 7.56 zeigt ein Beispiel einer EMV-gerechten elektrischen Installation eines IP20-Frequenzumrichters. Er

ist in einem Schaltschrank mit Ausgangsschutz installiert und an eine SPS angeschlossen, die in einem separaten Schrank installiert ist. Auch andere Installationsweisen können ggf. eine ebenso gute EMV-Leistung erzielen, sofern zumindest die vorstehenden Richtlinien für eine ordnungsgemäße Installation befolgt wurden.

Wenn die Installation nicht gemäß den Vorgaben erfolgt oder wenn ungeschirmte Leitungen verwendet werden, können bestimmte Anforderungen hinsichtlich der Störausendung voraussichtlich nicht erfüllt werden, auch wenn die Anforderungen an die Störfestigkeit erfüllt bleiben. Siehe Kapitel 3.5.2 EMV-Prüfergebnisse.

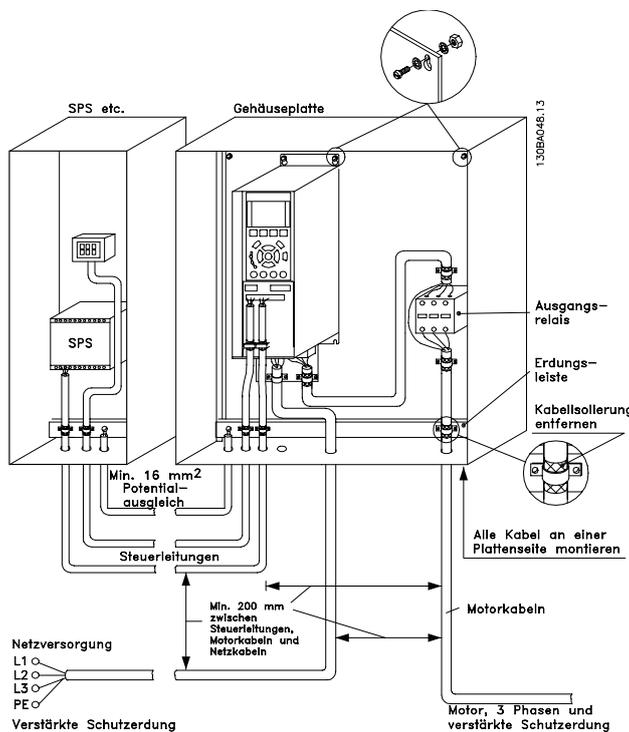


Abbildung 7.56 EMV-gerechte elektrische Installation eines Frequenzumrichters im Schaltschrank

7

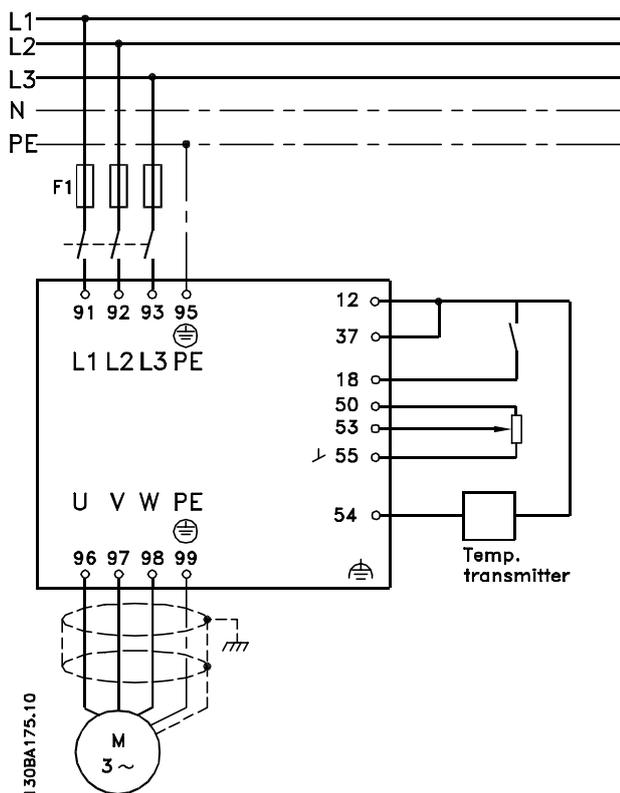


Abbildung 7.57 Elektrisches Anschlussdiagramm (6-Puls-Schaltung)

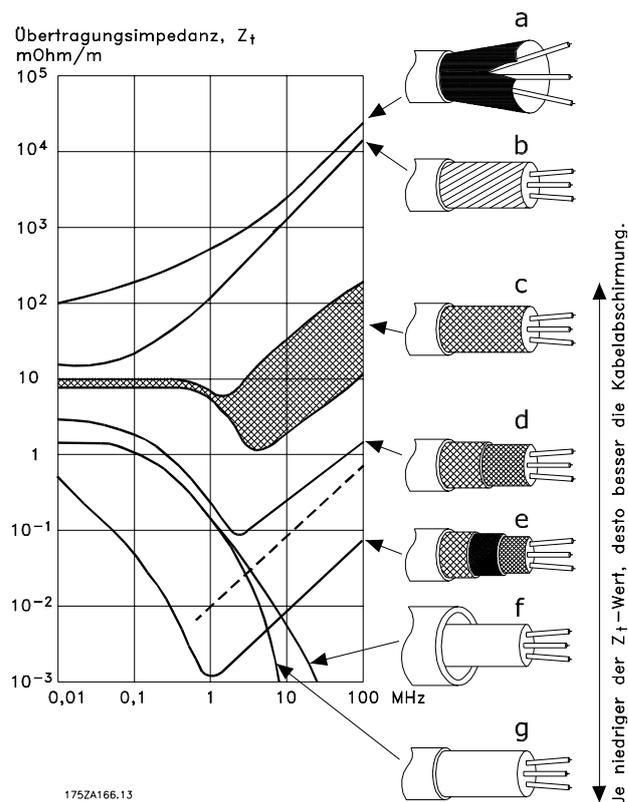


Abbildung 7.58 Übertragungsimpedanz  $Z_T$

7

### 7.8.2 EMV-gerechte Verkabelung

Danfoss empfiehlt die Verwendung geflochtener abgeschirmter Kabel, um die Immunität der Steuerkabel zu optimieren und EMV-Emissionen der Motorkabel zu verhindern.

Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Schwingungen zu reduzieren, hängt von der Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) ab. Die Abschirmung eines Kabels ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störungen zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerer Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) am wirksamsten sind.

Die Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) wird von den Kabelherstellern selten angegeben. Durch Sichtprüfung und Beurteilung der mechanischen Eigenschaften des Kabels lässt sich die Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) jedoch einigermaßen abschätzen. Siehe *Abbildung 7.58*.

### 7.8.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel

#### Ordnungsgemäße Abschirmung

Die bevorzugte Methode zur Abschirmung ist die beidseitige Befestigung von Steuer- und seriellen Schnittstellenkabeln mit Schirmbügeln, um möglichst großflächigen Kontakt von Hochfrequenzkabeln zu erreichen.

Wenn das Massepotenzial zwischen Frequenzrichter und SPS abweicht, können elektrische Störungen auftreten. Schaffen Sie Abhilfe durch das Anbringen eines Potenzialausgleichskabels neben dem Steuerkabel. Der Mindestleitungsquerschnitt beträgt 16 mm<sup>2</sup>.

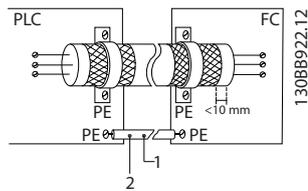


Abbildung 7.59 Potenzialausgleichskabel neben Steuerkabel

1	Min. 16 mm <sup>2</sup>
2	Potenzialausgleichskabel

Tabelle 7.71 Legende zu *Abbildung 7.59*

### 50/60 Hz Brummschleifen

Bei sehr langen Steuerleitungen können Brummschleifen auftreten. Beheben Sie dieses Problem durch Anschluss eines Schirmendes an Erde über einen 100-nF-Kondensator (mit möglichst kurzen Leitungen).

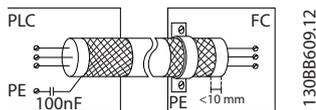


Abbildung 7.60 Beseitigen von Brummschleifen durch Anschließen von Erde/Masse an 100nF-Kondensator

### Vermeiden von EMV-Störungen an seriellen Schnittstellen

Diese Klemme ist über die interne RC-Verbindung an die Erdung angeschlossen. Verwenden Sie Twisted-Pair-Kabel zur Reduzierung von Störungen zwischen Leitern. Die empfohlene Methode ist in *Abbildung 7.62* dargestellt.

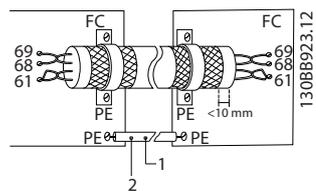


Abbildung 7.61 Verwendung von Kabeln mit verdrehtem Aderpaar zur Verringerung von Störungen

1	Min. 16 mm <sup>2</sup>
2	Potenzialausgleichskabel

Tabelle 7.72 Legende zu *Abbildung 7.61*

Alternativ können Sie die Verbindung zu Klemme 61 lösen:

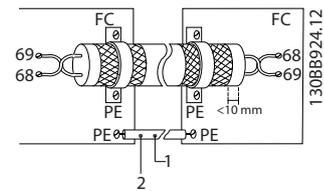


Abbildung 7.62 Reduzierung von Störungen durch Auslassen von Klemme 61

1	Min. 16 mm <sup>2</sup>
2	Potenzialausgleichskabel

Tabelle 7.73 Legende zu *Abbildung 7.62*

## 7.8.4 EMV-Schalter

### Ungeerdete Netzversorgung

Wird der Frequenzumrichter von einer isolierten Netzstromquelle (IT-Netz, potenzialfreie Dreieckschaltung oder geerdete Dreieckschaltung) oder TT/TNS-Netz mit geerdetem Zweig versorgt, wird empfohlen, den EMV-Schalter auf dem Frequenzumrichter über *14-50 EMV-Filter* und auf dem Filter über *14-50 EMV-Filter* auf [AUS]<sup>1)</sup> zu setzen. Weitere Informationen entnehmen Sie Norm IEC 364-3. In der Position AUS sind die Filterkondensatoren zwischen Chassis und Zwischenkreis abgeschaltet, um Schäden am Zwischenkreis zu vermeiden und die Erdkapazität gemäß IEC 61800-3 zu verringern. Wenn optimale EMV-Leistung erforderlich ist oder Motoren parallel angeschlossen sind oder die Motorleitung länger als 25 m ist, empfiehlt Danfoss die Einstellung von *14-50 EMV-Filter* auf [EIN].

Lesen Sie hierzu auch *Anwendungshinweis VLT am IT-Netz, MN50P*. Es ist wichtig, Isolationsmonitore zu verwenden, die zusammen mit der Leistungselektronik (IEC 61557-8) einsetzbar sind.

## 7.9 Netzversorgungsstörung/-rückwirkung

Ein Frequenzumrichter nimmt vom Netz einen nicht sinusförmigen Strom auf, der den Eingangsstrom  $I_{RMS}$  erhöht. Nicht sinusförmige Ströme können mithilfe einer Fourier-Analyse in Sinusströme verschiedener Frequenz zerlegt werden: Siehe *Tabelle 7.74*.

Oberwellenströme	$I_1$	$I_5$	$I_7$
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

Tabelle 7.74 Nicht sinusförmige Strom mit unterschiedlichen Frequenzen in Sinusströme zerlegt

Die Oberwellen tragen nicht direkt zur Leistungsaufnahme bei; sie erhöhen jedoch die Wärmeverluste im Transformator und den Kabeln. Daher ist es bei Anlagen mit einem relativ hohen Anteil an Gleichrichterlasten wichtig, die Oberwellenströme auf einem niedrigen Pegel

zu halten, um eine Überlast des Transformators und zu hohe Temperaturen in den Kabeln zu vermeiden.

**HINWEIS**

**Oberwellenströme können eventuell Kommunikationsgeräte stören, die an denselben Transformator angeschlossen sind, oder Resonanzen in Verbindung mit Blindstromkompensationsanlagen verursachen.**

Oberwellenstrom	Eingangsstrom
$I_{RMS}$	1,0
$I_1$	0,9
$I_5$	0,4
$I_7$	0,2
$I_{11-49}$	<0,1

Tabelle 7.75 Oberwellenströme verglichen mit dem RMS-Eingangsstrom

Um Oberwellenströme gering zu halten, sind Frequenzumrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet. Zwischenkreisdrosseln verringern die gesamte Spannungsverzerrung THD um 40 %.

7.9.1 Einfluss von Oberschwingungen in einer Energieverteilungsanlage

In *Abbildung 7.63* ist ein Transformator auf der Primärseite mit einem Verknüpfungspunkt (PCC1) an der Mittelspannungsversorgung verbunden. Der Transformator hat eine Impedanz  $Z_{xfr}$  und speist eine Reihe von Verbrauchern. Der Verknüpfungspunkt, an dem alle Verbraucher angeschaltet sind, ist PCC2. Jeder Verbraucher wird durch Kabel mit einer Impedanz  $Z_1, Z_2, Z_3$  angeschlossen.

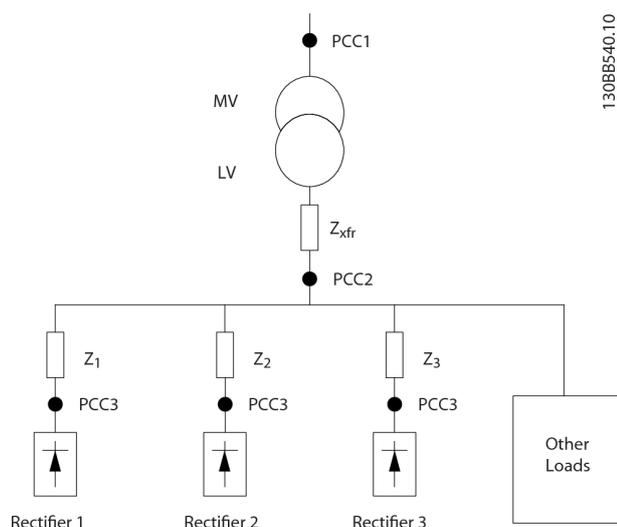


Abbildung 7.63 Kleine Verteilungsanlage

Von nicht linearen Lasten aufgenommene Oberwellenströme führen durch den Spannungsabfall an den Impedanzen des Verteilungssystems zu einer Spannungsverzerrung. Höhere Impedanzen ergeben höhere Grade an Spannungsverzerrung.

Die Stromverzerrung hat Auswirkungen auf die Geräteleistung und die individuellen Last in. Die Spannungsverzerrung beeinflusst die Systemleistung. Die Spannungsverzerrung im PCC kann nicht ermittelt werden, wenn nur die Oberschwingungsleistung der Last bekannt ist. Um die Verzerrung im PCC vorhersagen zu können, müssen die Konfiguration des Verteilungssystems und die entsprechenden Impedanzen bekannt sein.

Ein häufig verwendeter Begriff, um die Impedanz eines Stromnetzes zu beschreiben, ist das Kurzschlussverhältnis ( $R_{sce}$ ).  $R_{sce}$  ist definiert als das Verhältnis zwischen Kurzschluss-Scheinleistung der Versorgung am PCC ( $S_{sc}$ ) und der Nennscheinleistung der Last ( $S_{equ}$ ).

$$R_{sce} = \frac{S_{sce}}{S_{equ}}$$

wobei  $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{Versorgung}}$  und  $S_{equ} = U \times I_{equ}$

Die störende Wirkung von Oberschwingungen hat zwei Faktoren:

- Oberwellenströme tragen zu Systemverlusten in Verdrahtung und Transformator bei
- Spannungsverzerrung durch Oberschwingungen führt zu Störungen anderer Lasten und erhöht Verluste in anderen Lasten

7.9.2 Normen und Anforderungen zur Oberschwingungsbegrenzung

Die Anforderungen an die Oberschwingungsbegrenzungen können:

- anwendungsspezifisch, oder
- einzuhaltende Normen sein

Die anwendungsspezifischen Anforderungen beziehen sich auf eine konkrete Anlage, in der technische Gründe für die Begrenzung der Oberschwingungen vorliegen.

Beispiel: Ein 250-kVA-Transformator mit zwei angeschlossenen 110-kW-Motoren reicht aus, wenn einer der Motoren direkt an das Netz geschaltet und der andere über einen Frequenzumrichter gespeist wird. Der Transformator ist jedoch unterdimensioniert, wenn beide Motoren über Frequenzumrichter gespeist werden. Durch Verwendung zusätzlicher Maßnahmen zur Oberschwingungsreduzierung in der Anlage oder Wahl von Low Harmonic Drives ermöglichen den Betrieb beider Motoren mit Frequenzumrichtern.

Es gibt verschiedene Normen, Vorschriften und Empfehlungen zur Reduzierung von Oberschwingungen. Die folgenden Normen sind am häufigsten anwendbar:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Genauere Angaben zu jeder Norm entnehmen Sie *Oberwellenfilter AHF 005/010 für VLT 5000*.

### 7.9.3 Reduzierung, Vermeidung oder Kompensation von Oberschwingungen

In Fällen, in denen zusätzliche Oberschwingungsunterdrückung gefordert ist, bietet Danfoss die folgenden Geräte zur Reduzierung, Vermeidung oder Kompensation von Netzurückwirkungen:

- VLT 12-pulsige Frequenzumrichter
- VLT AHF-Filter
- VLT Low Harmonic Drives
- VLT Aktive Filter

Die Wahl der richtigen Lösung hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Das Stromnetz (Hintergrundverzerrung, Netzunsymmetrie, Resonanz und Art der Versorgung (Transformator/Generator))
- Anwendung (Lastprofil, Anzahl Lasten und Lastgröße)
- Örtliche/nationale Anforderungen/Vorschriften (IEEE519, IEC, G5/4 usw.)
- Gesamtbetriebskosten (Anschaffungskosten, Wirkungsgrad und Wartung)

### 7.9.4 Oberschwingungsberechnung

Verwenden Sie die kostenlose DanfossMCT 31-Berechnungssoftware, um das Ausmaß der Spannungsverzerrung am Netz sowie notwendige Gegenmaßnahmen zu bestimmen. Das Werkzeug *VLT® Oberschwingungsberechnung MCT 31* ist verfügbar unter [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

### 7.10 Fehlerstromschutzschalter

Sie können eine Zusätzliche Schutzerdung, Nullung oder der Einsatz eines FI-Schutzschalters (Fehlerstromschutzschalter) als zusätzliche Schutzmaßnahme verwenden, falls diese die Anforderungen der örtlichen Sicherheitsvorschriften erfüllen.

Bei einem Erdschluss kann im Fehlerstrom ein Gleichstromanteil enthalten sein. Fehlerstromschutzschalter sind gemäß den örtlichen Vorschriften anzuwenden. Die Relais müssen für die Absicherung von Geräten mit dreiphasigem Brückengleichrichter und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Nähere Angaben finden Sie unter *Kapitel 3.7 Erdableitstrom*.

### 7.11 Endgültige Konfiguration und Test

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Konfiguration zu testen und sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter funktioniert:

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

Der Motor ist entweder im Stern (Y) oder im Dreieck ( $\Delta$ ) geschaltet. Diese Information ist auf dem Motor-Typenschild zu finden.

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

Diese Liste rufen Sie auf, indem Sie erst die Taste [Quick Menu] am LCP drücken und dann „Q2 Inbetriebnahme-Menü“ wählen.

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

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

Wenn Sie die AMA-Ausführung vorzeitig abbrechen möchten, drücken Sie [Aus].

Die Durchführung einer AMA stellt die optimale Motorleistung sicher. Die AMA misst die elektrischen Ersatzschaltbilddaten des Motors.

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

**Erfolgreiche AMA**

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

**Fehlgeschlagene AMA**

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

**HINWEIS**

Ein Fehlschlagen der AMA hat häufig eine der folgenden Ursachen:

- falsch eingetragene Daten des Motor-Typenschilds
- Größenunterschied zwischen der Leistung von Motor und Frequenzumrichter

**4. Schritt. Stellen Sie Drehzahlgrenzen und Rampenzeiten ein.**

- 3-02 Minimaler Sollwert
- 3-03 Maximaler 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

## 8 Anwendungsbeispiele

### 8.1 Autom. Motoranpassung

#### HINWEIS

Um den Frequenzumrichter in Werkseinstellung zu betreiben, benötigen Sie ggf. Drahtbrücken zwischen Klemme 12 (oder 13) und Klemme 27.

Die Beispiele in diesem Abschnitt sollen als Schnellreferenz für häufige Anwendungen dienen. Folgende Hinweise gelten für alle Beispiele in diesem Kapitel.

- Parametereinstellungen sind die regionalen Werkseinstellungen, sofern nicht anders angegeben (in 0-03 Ländereinstellungen ausgewählt).
- Neben den Zeichnungen sind die Parameter für die Klemmen und ihre Einstellungen aufgeführt.
- Wenn Schaltereinstellungen für die analogen Klemmen A53 und A54 erforderlich sind, werden diese ebenfalls dargestellt

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Komplette AMA
+24 V	13	5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[2]* Motorfreilauf (inv.)
COM 20		*=Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen: Sie müssen Parametergruppe 1-2* Motordaten entsprechend dem Motor einstellen			
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 8.1 AMA mit angeschlossener Kl. 27

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Komplette AMA
+24 V	13	5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion
COM 20		*=Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen: Sie müssen Parametergruppe 1-2* Motordaten entsprechend dem Motor einstellen			
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 8.2 AMA ohne angeschlossene Kl. 27

### 8.2 Analoger Drehzahl Sollwert

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	6-10 Klemme 53 Skal.	
+24 V	13	6-11 Klemme 53 Skal.	Min.Spannung 0,07 V*
D IN	18	6-11 Klemme 53 Skal.	Max.Spannung 10 V*
D IN	19	6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/Istwert	0 U/min
COM	20	6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/Istwert	1500 U/min
D IN	27	*=Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen:			
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 8.3 Analoger Drehzahl Sollwert (Spannung)

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	6-12 Klemme 53	4 mA*
+24 V	13	Skal. Min.Strom	
D IN	18	6-13 Klemme 53	20 mA*
D IN	19	Skal. Max.Strom	
COM	20	6-14 Klemme 53	0 U/min
D IN	27	Skal. Min.-Soll/ Istwert	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	6-15 Klemme 53	1500 U/min
D IN	37	Skal. Max.-Soll/ Istwert	
		*=Werkseinstellung	
<b>Hinweise/Anmerkungen:</b>			

Tabelle 8.4 Analoger Drehzahlsollwert (Strom)

### 8.3 Start/Stop

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	5-10 Klemme 18	[8] Start*
+24 V	13	Digitaleingang	
D IN	18	5-12 Klemme 27	[0] Ohne Funktion
D IN	19	Digitaleingang	
COM	20	5-19 Klemme 37	[1] S.Stopp/ Sicherer Stopp Alarm
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
		*=Werkseinstellung	
<b>Hinweise/Anmerkungen:</b>			
Wenn 5-12 Klemme 27 Digital- eingang auf [0] Ohne Funktion programmiert ist, wird keine Drahtbrücke zu Klemme 27 benötigt.			

Tabelle 8.5 Start-/Stopp-Befehl mit „Sicherer Stopp“

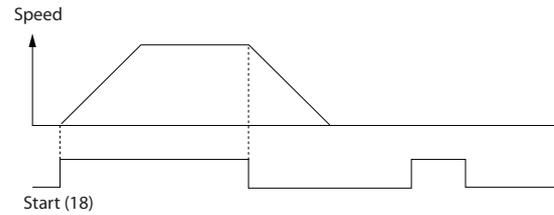


Abbildung 8.1 Start-/Stopp mit „Sicherer Stopp“

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	5-10 Klemme 18	[9] Puls-Start
+24 V	13	Digitaleingang	
D IN	18	5-12 Klemme 27	[6] Stopp Digitaleingang (invers)
D IN	19	Digitaleingang	
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
		*=Werkseinstellung	
<b>Hinweise/Anmerkungen:</b>			
Wenn 5-12 Klemme 27 Digital- eingang auf [0] Ohne Funktion programmiert ist, wird keine Drahtbrücke zu Klemme 27 benötigt.			

Tabelle 8.6 Puls-Start/Stop

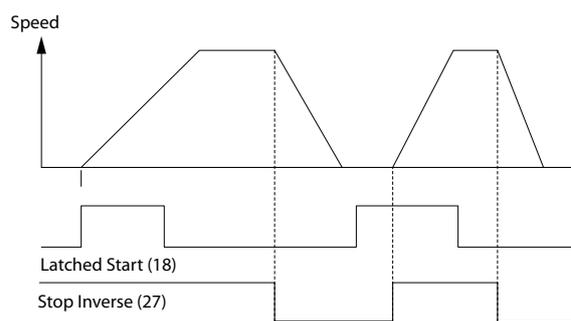


Abbildung 8.2 Puls-Start/Stop invers

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
		5-10 Klemme 18 Digitaleingang	[8] Start
		5-11 Klemme 19 Digitaleingang	[10] Reversierung*
		5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion
		5-14 Klemme 32 Digitaleingang	[16] Festsollwert Bit 0
		5-15 Klemme 33 Digitaleingang	[17] Festsollwert Bit 1
		3-10 Festsollwert	
		Festsollwert 0	25%
		Festsollwert 1	50%
		Festsollwert 2	75%
		Festsollwert 3	100%
		*=Werkseinstellung	
		<b>Hinweise/Anmerkungen:</b>	

Tabelle 8.7 Start/Stop mit Reversierung und 4 Festsdrehzahlen

## 8.5 Drehzahlsollwert mit manuellem Potenziometer

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
		6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung	0,07 V*
		6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung	10 V*
		6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/Istwert	0 U/min
		6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/Istwert	1500 U/min
		*=Werkseinstellung	
		<b>Hinweise/Anmerkungen:</b>	

Tabelle 8.9 Drehzahlsollwert (über ein manuelles Potenziometer)

## 8.4 Externe Alarmquittierung

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
		5-11 Klemme 19 Digitaleingang	[1] Reset
		*=Werkseinstellung	
		<b>Hinweise/Anmerkungen:</b>	

Tabelle 8.8 Externe Alarmquittierung

8.6 Drehzahlkorrektur auf/ab

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
		5-10 Klemme 18	[8] Start*
		Digitaleingang	
		5-12 Klemme 27	[19] Sollw. speich.
		Digitaleingang	
		5-13 Klemme 29	[21] Drehzahl auf
		Digitaleingang	
		5-14 Klemme 32	[22] Drehzahl ab
		Digitaleingang	
		*=Werkseinstellung	
		<b>Hinweise/Anmerkungen:</b>	

Tabelle 8.10 Drehzahl auf/Drehzahl ab

8.7 RS-485-Netzwerkverbindung

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
		8-30 FC-Protokoll	FC-Profil*
		8-31 Adresse	1*
		8-32 Baudrate	9600*
		*=Werkseinstellung	
		<b>Hinweise/Anmerkungen:</b> Wählen Sie in den oben genannten Parametern Protokoll, Adresse und Baudrate.	

Tabelle 8.11 RS-485-Netzwerkverbindung

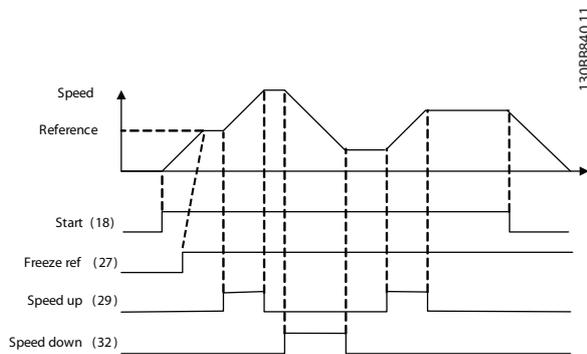


Abbildung 8.3 Drehzahlkorrektur auf/ab

### 8.8 Motorthermistor

## VORSICHT

Thermistoren müssen verstärkt oder zweifach isoliert werden, um die PELV-Anforderungen zu erfüllen.

VLT		Parameter	
+24 V	12	130BB686.12	<b>Funktion</b>
+24 V	13		<b>Einstellung</b>
D IN	18		1-90 Thermischer Motorschutz
D IN	19		[2]
COM	20		Thermistor-Abschalt.
D IN	27		1-93 Thermistoranschluss
D IN	29		[1] Analogeingang 53
D IN	32		*=Werkseinstellung
D IN	33		<b>Hinweise/Anmerkungen:</b> Wenn Sie nur eine Warnung wünschen, sollten Sie 1-90 Thermischer Motorschutz auf [1] Thermistor Warnung programmieren.
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 8.12 Motorthermistor

### 8.9 Relaiskonfiguration mit Smart Logic Control

FC		Parameter	
+24 V	12	130BB839.10	<b>Funktion</b>
+24 V	13		<b>Einstellung</b>
D IN	18		4-30 Drehgeberüberwachung
D IN	19		Funktion
COM	20		[1] Warnung
D IN	27		4-31 Drehgeber max. Fehlabweichung
D IN	29		100 U/min
D IN	32		4-32 Drehgeber Timeout-Zeit
D IN	33		5 s
D IN	37		7-00 Drehgeber-rückführung
+10 V	50		[2] MCB 102
A IN	53		17-11 Inkremental Auflösung
A IN	54		[Pulse/U]
COM	55		1024*
A OUT	42		13-00 Smart Logic Controller
COM	39		[1] Ein
			13-01 SL-Controller Start
			[19] Warnung
			13-02 SL-Controller Stopp
			[44] [Reset]-Taste
			13-10 Vergleicher-Operand
			[21] Nr. der Warnung
			13-11 Vergleicher-Funktion
			[1]*
			13-12 Vergleicher-Wert
			90
			13-51 SL-Controller Ereignis
			[22]
			Vergleicher 0
			13-52 SL-Controller Aktion
			[32] Digitalausgang A-AUS
			5-40 Relaisfunktion
			[80] SL-Digitalausgang A
			*=Werkseinstellung

Tabelle 8.13 Mit SLC ein Relais konfigurieren

	Parameter	
	Funktion	Einstellung
	<b>Hinweise/Anmerkungen:</b>	
	Wenn der Grenzwert der Drehgeberüberwachung überschritten wird, gibt der Frequenzumrichter Warnung 90 aus. Der SLC überwacht Warnung 90, und wenn Warnung 90 WAHR wird, löst dies Relais 1 aus. Externe Geräte benötigen möglicherweise eine Wartung. Wenn der Istwertfehler innerhalb von 5 s wieder unter diese Grenze fällt, läuft der Frequenzumrichter weiter, und die Warnung wird ausgeblendet. Drücken Sie [Reset] am LCP, um Relais 1 zurückzusetzen.	

Tabelle 8.14 Mit SLC ein Relais konfigurieren

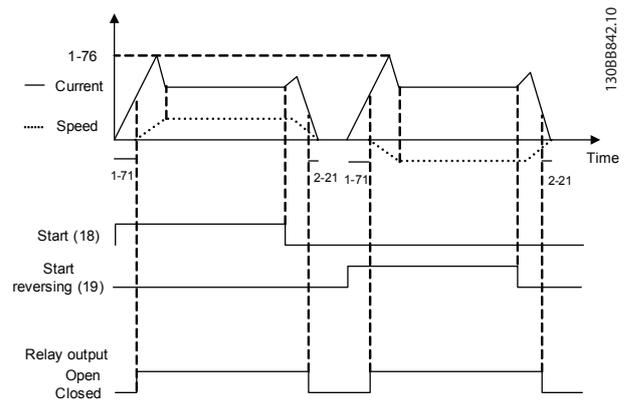


Abbildung 8.4 Mechanische Bremssteuerung

### 8.10 Mechanische Bremssteuerung

	Parameter	
	Funktion	Einstellung
<b>FC</b>		
+24 V 12	5-40 Relaisfunktion	[32] Mech. Bremse
+24 V 13		
D IN 18	5-10 Klemme 18	[8] Start*
D IN 19	Digitaleingang	
COM 20	5-11 Klemme 19	[11] Start + Reversierung
D IN 27	Digitaleingang	
D IN 29	1-71 Startverzög.	0,2
D IN 32	1-72 Startfunktion	[5] VVC+/Flux Re.
D IN 33		
D IN 37	1-76 Startstrom	Im,n
+10 V 50	2-20 Bremse öffnen bei	Anw.-abhängig
A IN 53	Motorstrom	
A IN 54		
COM 55	2-21 Bremse schliessen bei	Hälfte des Nennschlupfs des Motors
A OUT 42		
COM 39		
	*=Werkseinstellung	
	<b>Hinweise/Anmerkungen:</b>	
RI 01		
RI 02		
RI 03		
RI 04		
RI 05		
RI 06		

Tabelle 8.15 Mechanische Bremssteuerung

### 8.11 Drehgeberverbindung

Vor der Konfiguration des Drehgebers werden die Grundeinstellungen für eine Drehzahlregelung mit Rückführung gezeigt.

Siehe auch Kapitel 9.3 Drehgeber-Komponente MCB 102.

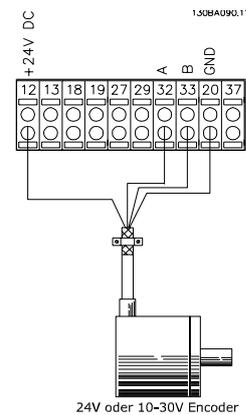


Abbildung 8.5 Drehgeberverbindung zum Frequenzumrichter

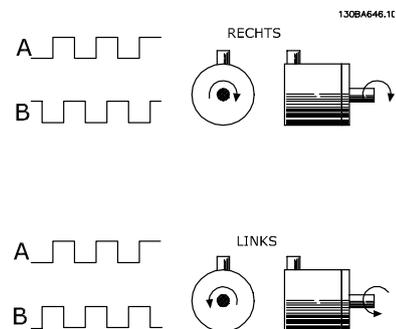


Abbildung 8.6 24-V-Inkrementalgeber. Maximale Kabellänge 5 m

## 8.12 Drehgeberrichtung

Die Drehrichtung des Drehgebers hängt von der Auswertung der Pulse durch den Frequenzumrichter ab. Auswertung im Rechtslauf [0] bedeutet, dass der A-Kanal sich 90 elektrische Grad vor Kanal B befindet. Auswertung im Linkslauf [1] bedeutet, dass der B-Kanal sich 90 elektrische Grad vor Kanal A befindet. Die Drehrichtung bezieht sich auf den Blick von vorne auf das Wellenende.

## 8.13 Frequenzumrichtersystem mit Rückführung

Ein Frequenzumrichtersystem mit Rückführung besteht in der Regel aus den folgenden Elementen:

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

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

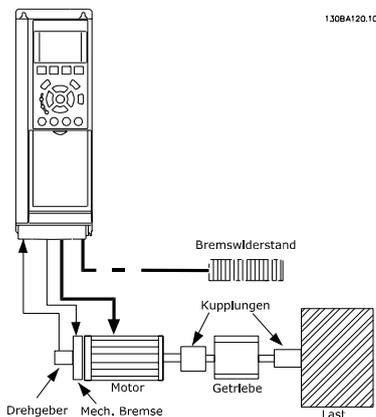


Abbildung 8.7 Basiseinstellung für FC 302 Drehzahlregelung mit Rückführung

## 8.14 Stopp und Drehmomentgrenze

Bei Anwendungen mit elektromechanischer Bremse, z. B. Hub- und Vertikalförderanwendungen, besteht die Möglichkeit, beim Überschreiten der Drehmomentgrenzen z. B. während einer Stopp-Rampe, die elektromechanische Bremse verzögerungsfrei zu aktivieren. Das Beispiel unten zeigt, wie Sie die Klemmen für diese Funktion programmieren müssen. Sie können die externe

Bremse an Relais 1 oder 2 anschließen (siehe Kapitel 3.9 Mechanische Bremssteuerung). Klemme 27 ist auf [2] Motorfreilauf (inv.) oder [3] Mot.freil./Res. inv., Klemme 29 Funktion auf [1] Ausgang und Klemme 29 Digitalausgang auf [27] Mom.grenze u. Stopp zu programmieren.

Ist ein Stoppbefehl über Klemme 18 aktiv, ohne dass sich der Frequenzumrichter in der Momentengrenze befindet, so fährt der Frequenzumrichter den Motor über die Rampenfunktion auf 0 Hz herunter. Befindet sich der Frequenzumrichter an der Drehmomentgrenze und es wird ein Stoppbefehl aktiviert, so wird Klemme 29 Digitalausgang (auf [27] Mom.grenze u. Stopp programmiert) aktiv. Das Signal an Klemme 27 wechselt von „Logisch 1“ zu „Logisch 0“, und der Motor geht in den Freilauf bei gleichzeitiger Aktivierung der mechanischen Bremse. Dies stellt sicher, dass die Hubanwendung auch dann stoppt, wenn der Frequenzumrichter selbst das notwendige Drehmoment nicht handhaben kann, etwa durch zu große Überlast.

Schließen Sie zur Programmierung von Stopp und Drehmomentgrenze die folgenden Klemmen an:

- Start/Stopp über Klemme 18  
5-10 Klemme 18 Digitaleingang[8] Start
- Schnellstopp über Klemme 27  
5-12 Klemme 27 Digitaleingang [2] Motorfreilauf (inv.)
- Klemme 29 Ausgang  
5-02 Klemme 29 Funktion Klemme 29 Funktion [1] Ausgang  
5-31 Klemme 29 Digitalausgang [27] Mom.grenze u. Stopp
- Relaisausgang [0] (Relais 1)  
5-40 Relaisfunktion [32] Mechanische Bremse

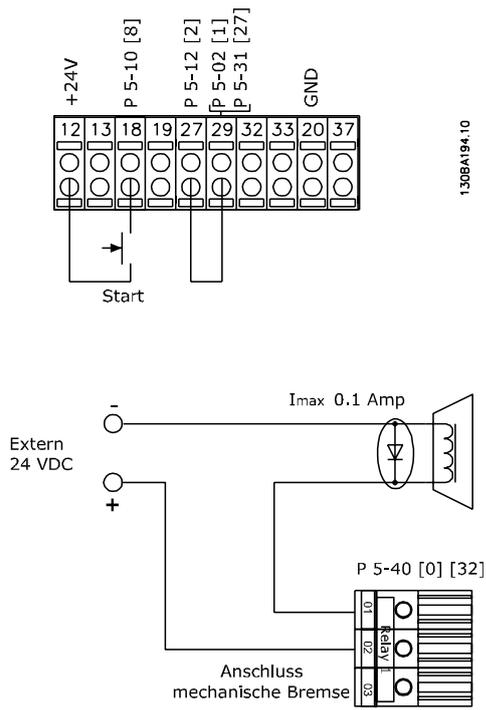


Abbildung 8.8 Klemmenanschlüsse für Stopp und Drehmomentgrenze

## 9 Optionen und Zubehör

### 9.1 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet für die Serie VLT® AutomationDrive umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an.

#### 9.1.1 Steckplatz A

Die Position von Steckplatz A ist für Feldbus-Optionen vorgesehen. Weitere Informationen entnehmen Sie den Anweisungen, die mit dem Zusatzgerät geliefert werden.

#### 9.1.2 Steckplatz B

Trennen Sie den Frequenzumrichter vom Netz. Angaben zur Entladezeit entnehmen Sie den Anweisungen, die mit der Zusatzkomponente geliefert werden.

Vergewissern Sie sich als Erstes, dass die Parameterdaten gespeichert wurden, bevor Optionsmodule in den Frequenzumrichter eingesetzt oder aus ihm entfernt werden. Die Parameterwerte können mit MCT 10 oder einer ähnlichen Software gespeichert werden. Gehen Sie dann folgendermaßen vor:

1. Entfernen Sie das LCP, die Klemmenabdeckung und die LCP-Frontabdeckung vom Frequenzumrichter.
2. Schieben Sie die MCB 10x-Optionskarte in Steckplatz B.
3. Verbinden Sie die Steuerkabel und entlasten Sie das Kabel über die mitgelieferten Kabelbänder.
4. Entfernen Sie die Aussparung in der Frontabdeckung des LCP, damit die Option unter die Frontabdeckung des LCP passt.
5. Bringen Sie die tiefere Frontabdeckung des LCP und die Klemmenabdeckung an.
6. Bringen Sie das LCP oder die Blindabdeckung an der Frontabdeckung des LCP an.
7. Schließen Sie die Netzversorgung wieder am Frequenzumrichter an.
8. Richten Sie die Ein-/Ausgangsfunktionen in den entsprechenden Parametern ein, wie unter Kapitel 4.3 Allgemeine Spezifikationen beschrieben.

#### 9.1.3 Steckplatz C

Trennen Sie den Frequenzumrichter vom Netz. Angaben zur Entladezeit entnehmen Sie den Anweisungen, die mit der Zusatzkomponente geliefert werden.

Vergewissern Sie sich, dass die Parameterdaten gespeichert wurden, bevor Optionsmodule in den Frequenzumrichter eingesetzt oder aus ihm entfernt werden. Die Parameterwerte können mit MCT 10 oder einer ähnlichen Software gespeichert werden.

Zum Installieren einer Zusatzkomponente in Steckplatz C ist ein Einbausatz erforderlich. Eine Liste der Bestellnummern von Einbausätzen finden Sie unter Kapitel 5 Bestellen des Frequenzumrichters. Das Installationsbeispiel in der Abbildung basiert auf einem MCB 112. Weitere Informationen zur Installation von MCO 305 entnehmen Sie dem separaten Produkthandbuch, das mit dem Zusatzgerät geliefert wird.

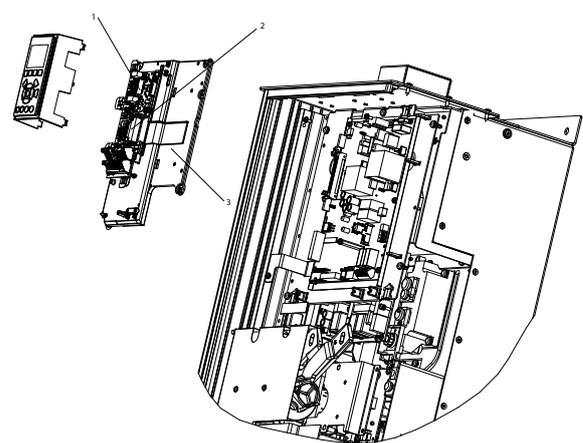


Abbildung 9.1 Positionen von Steckplatz für Zusatzkomponenten

1	Steckplatz A
2	Steckplatz B
3	Steckplatz C

Tabelle 9.1 Legende zu Abbildung 9.1

### 9.2 Mehrzweck-Eingangs-/Ausgangsmodul MCB 101

MCB 101 wird verwendet, um die Anzahl der digitalen und analogen Ein- und Ausgänge des FC 302 zu erhöhen. MCB 101 muss in Steckplatz B des VLT® AutomationDrive geschoben werden.

Inhalt:

- MCB 101 Optionsmodul
- Erweiterte Befestigung des LCP
- Klemmenabdeckung

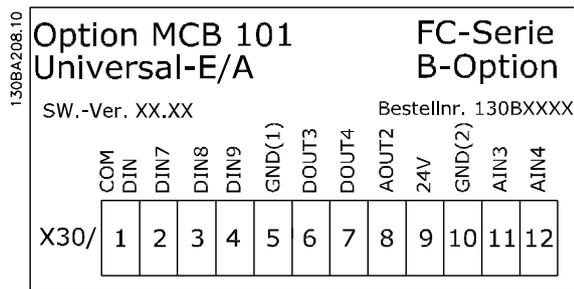


Abbildung 9.2 MCB 101 Optionsmodul

### 9.2.1 Galvanische Trennung im MCB 101

Digitale und analoge *Eingänge* sind von anderen Ein-/Ausgängen am MCB 101 und in der Steuerkarte des Frequenzumrichters galvanisch getrennt.

Digitale und analoge *Ausgänge* sind von anderen Ein-/Ausgängen am MCB 101 galvanisch getrennt, nicht aber von denen auf der Steuerkarte des Frequenzumrichters.

Wenn die Digitaleingänge 7, 8 oder 9 durch die interne 24-V-Spannungsversorgung (Klemme 9) angesteuert werden sollen, muss die Verbindung zwischen Klemme 1 und 5 wie in *Abbildung 9.3* abgebildet erstellt werden.

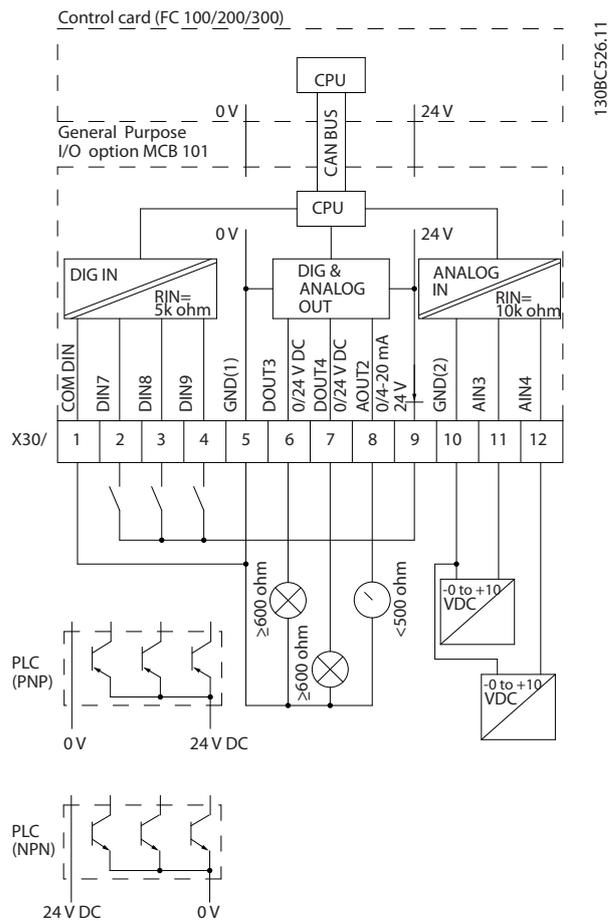


Abbildung 9.3 Prinzipschema

## 9.2.2 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4

Digitaleingänge	
Anzahl Digitaleingänge	4 (6)
Klemme Nr.	18, 19, 27, 29, 32, 33
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 Dauerlast
Pulsfrequenzbereich	0-110 kHz
Arbeitszyklus, Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangsimpedanz	> 2 kΩ

## 9.2.3 Analogeingänge – Klemme X30/11, 12

Analogeingang	
Anzahl Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54, X30.11, X30.12
Betriebsarten	Spannung
Spannungsniveau	-10 V bis +10 V
Eingangsimpedanz	> 10 kΩ
Max. Spannung	20 V
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Abweichung 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	FC 302: 100 Hz

## 9.2.4 Digitalausgänge – Klemme X30/6, 7

Digitalausgang	
Anzahl Digitalausgänge	2
Klemme Nr.	X30.6, X30.7
Spannungsniveau am Digital-/Pulsausgang	0-24 V
Max. Ausgangsstrom	40 mA
Max. Last	≥ 600 Ω
Max. kapazitive Last	< 10 nF
Min. Ausgangsfrequenz	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz	≤ 32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala

## 9.2.5 Analogausgang – Klemme X30/8

Analogausgang	
Anzahl Analogausgänge	1
Klemme Nr.	42
Strombereich am Analogausgang	0-20 mA
Max. Last GND – Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Abweichung: 0,5 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

### 9.3 Drehgeber-Komponente MCB 102

Das Drehgebermodul wird als Istwertanschluss für eine Flux-Steuerung mit Rückführung (1-02 Drehgeber Anschluss) oder für eine Drehzahlsteuerung mit Rückführung (7-00 Drehgeberrückführung) verwendet. Konfigurieren Sie die Drehgeber-Option in Parametergruppe 17-\*\* Drehgeber Opt.

Die Drehgeber-Option MCB 102 wird verwendet für:

- VVC<sup>plus</sup> 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<sup>®</sup>-Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Stegmann/SICK)
- EnDat-Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Heidenhain), unterstützt Version 2.1
- SSI-Drehgeber: Absolut

#### **HINWEIS**

Die LED sind nur bei entferntem LCP zu sehen. Die Reaktion im Falle eines Drehgeberfehlers kann in 17-61 Drehgeber Überwachung gewählt werden: Deaktiviert, Warnung oder Alarm.

Wenn das Drehgeber-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

- Drehgeber-Option MCB 102
- Erweiterte LCP-Befestigung und vergrößerte Klemmenabdeckung

Die Drehgeber-Option unterstützt nicht FC 302-Frequenzumrichter, die vor Woche 50/2004 hergestellt wurden. Min. Software-Version: 2.03 (15-43 Softwareversion)

Zuordnung von Anschlüssen X31	Inkrementalgeber (siehe Abbildung 9.4)	SinCos-Drehgeber Hiperface <sup>®</sup> (siehe Abbildung 9.5)	EnDat-Drehgeber	SSI-Drehgeber	Beschreibung
1	NC			24 V*	24 V-Ausgang (21-25 V, I <sub>max</sub> 125 mA)
2	NC	8 Vcc			8 V-Ausgang (7-12 V, I <sub>max</sub> : 200 mA)
3	5 VCC		5 Vcc	5 V*	5 V-Ausgang (5 V ± 5 %, I <sub>max</sub> : 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Eingang A	+COS	+COS		Eingang A
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 RS-485
10	Eingang Z inv.	-Daten RS-485	Taktausgang inv.	Taktausgang inv.	Eingang Z ODER -Daten RS-485
11	NC	NC	Dateneingang	Dateneingang	Künftiger Gebrauch
12	NC	NC	Dateneingang inv.	Dateneingang inv.	Künftiger Gebrauch
Max. 5 V an X31.5-12					

Tabelle 9.2 Drehgeber-Option MCB 102 Klemmenbeschreibungen für unterstützte Drehgebertypen

\* Versorgung für Drehgeber: siehe Daten an Drehgeber

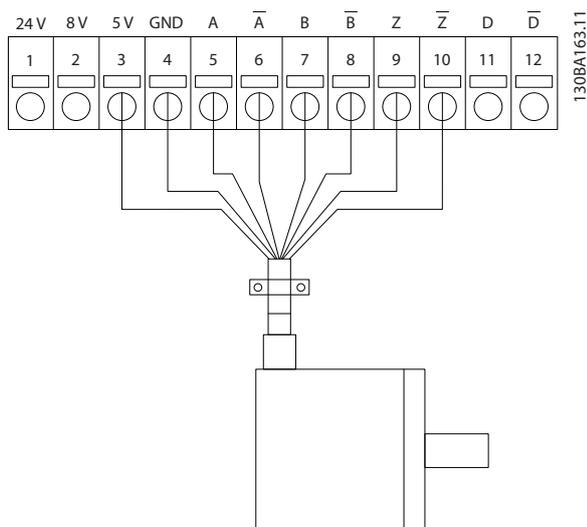


Abbildung 9.4 Inkrementalgeber

Max. Kabellänge 150 m.

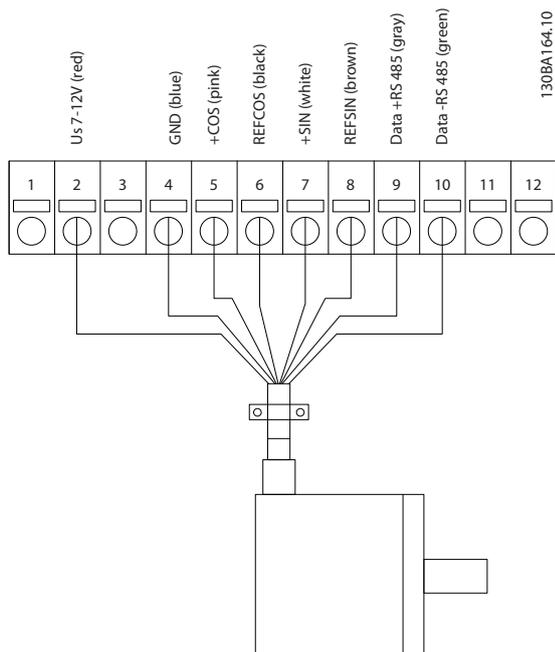


Abbildung 9.5 SinCos-Drehgeber Hiperface

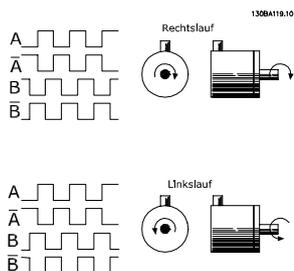


Abbildung 9.6 Drehrichtung

### 9.4 Resolver-Option MCB 103

Die Resolver-Option MCB 103 dient zur Rückführung eines Resolveristwertsignals vom Motor zum VLT® AutomationDrive. Resolver werden als Motor-Istwertgeber für bürstenlose Permanentmagnet-Synchronmotoren verwendet.

Wenn das Resolver-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

- Resolveroption MCB 103
- Erweiterte LCP-Befestigung und vergrößerte Klemmenabdeckung

Parameterauswahl: 17-5\* Resolver-Schnittstelle.

Die Resolver-Option MCB 103 unterstützt eine Vielzahl rotorversorgter Resolverarten.

Resolver Pole	17-50 Resolver Pole: 2 *2
Resolver Eingangsspannung	17-51 Resolver Eingangsspannung: 2,0-8,0 Vrms *7,0 Vrms
Resolver Eingangsfrequenz	17-52 Resolver Eingangsfrequenz: 2-15 kHz 10,0 kHz
Übersetzungsverhältnis	17-53 Übersetzungsverhältnis: 0,1-1,1 *0,5
Sekundäre Eingangsspannung	Max. 4 Vrms
Sekundäre Last	Ca. 10 kΩ

Tabelle 9.3 Technische Spezifikationen für Resolver

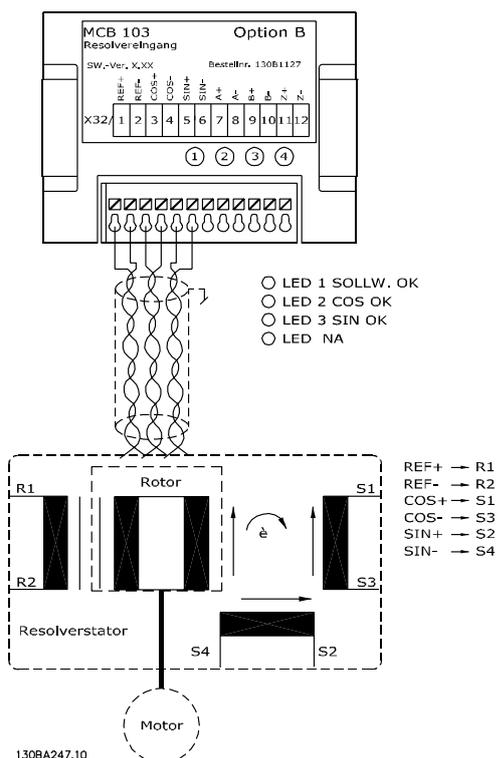


Abbildung 9.7 Resolver-Option MCB 103 mit Permanentmagnet-Motor

**HINWEIS**

Die Resolver-Option MCB 103 kann mit Resolverarten mit Rotorversorgung verwendet werden. Resolver mit Statorversorgung können nicht benutzt werden.

**LED-Anzeigen**

Die LED sind aktiv, wenn 17-61 Drehgeber Überwachung auf Warnung oder Alarm programmiert ist.

LED 1 leuchtet, wenn das Sollwertsignal zum Resolver i. O. ist.

LED 2 leuchtet, wenn das Cosinus-Signal vom Resolver i. O. ist.

LED 3 leuchtet, wenn das Sinus-Signal vom Resolver i. O. ist.

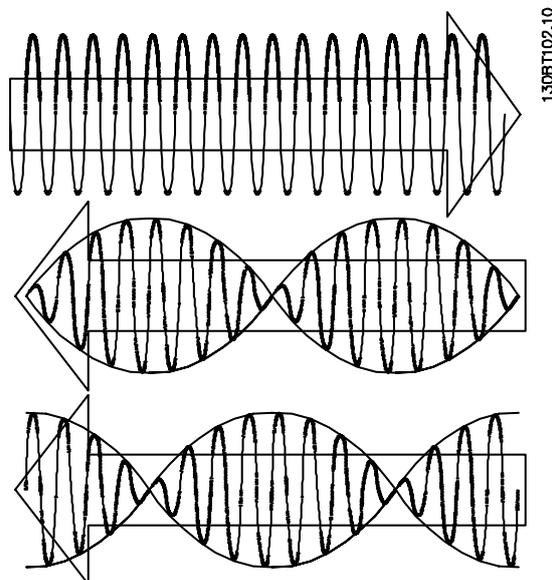


Abbildung 9.8 Permanentmagnet-Motor (PM) mit Resolver als Drehzahlrückführung

**Konfigurationsbeispiel**

In Abbildung 9.7 wird ein Permanentmagnet-Motor (PM) mit Resolver als Drehzahlrückführung verwendet. Ein PM-Motor muss normalerweise im Fluxvektorbetrieb betrieben werden.

**Verdrahtung**

Die max. Kabellänge ist 150 m bei Verwendung eines Kabels mit verdrehten Leitern.

**HINWEIS**

Verwenden Sie immer abgeschirmte Motor- und Bremschopperkabel. Resolver-Kabel müssen abgeschirmt sein und sollten von den Motorkabeln getrennt verlegt werden. Die Abschirmung des Resolver-Kabels muss richtig am Abschirmblech aufgelegt und auf der Motorseite mit dem Gehäuse (Erde) verbunden werden.

1-00 Regelverfahren	[1] Mit Drehgeber
1-01 Steuerprinzip	[3] Fluxvektor mit Geber
1-10 Motorart	[1] PM, Vollpol
1-24 Motornennstrom	Typenschild
1-25 Motornennndrehzahl	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 (gewöhnlich 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	[1] Aktiviert

Tabelle 9.4 Anzupassende Parameter

## 9.5 Relaisoption MCB 105

Die Option MCB 105 umfasst 3 Wechslerkontakte und muss in Optionssteckplatz B geschoben werden.

### Elektrische Daten

Max. Belastungsstrom der Klemme (AC-1) <sup>1)</sup> (ohmsche Last)	240 V AC 2 A
Max. Belastungsstrom der Klemme (AC-15) <sup>1)</sup> (induktive Last @ $\cos\varphi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Belastungsstrom der Klemme (DC-1) <sup>1)</sup> (ohmsche Last)	24 V DC 1 A
Max. Belastungsstrom der Klemme (DC-13) <sup>1)</sup> (induktive Last)	24 V DC 0,1 A
Min. Belastungsstrom der Klemme (DC)	5 V 10 mA
Max. Schaltfrequenz bei Nennlast/Min.-Last	6 min <sup>-1</sup> /20 <sup>-1</sup>

<sup>1)</sup> IEC 947 Teil 4 und 5

Wenn das Relais-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

- Relaismodul MCB 105
- Erweiterte LCP-Befestigung und vergrößerte Klemmenabdeckung
- Etikett für den Zugriff zu den Schaltern S201 (A53), S202 (A54) und S801
- Kabelbinder zur Befestigung von Kabeln am Relaismodul

Die Relais-Option unterstützt nicht FC 302-Frequenzumrichter, die vor Woche 50/2004 hergestellt wurden.  
Min. Software-Version: 2.03 (15-43 Softwareversion).

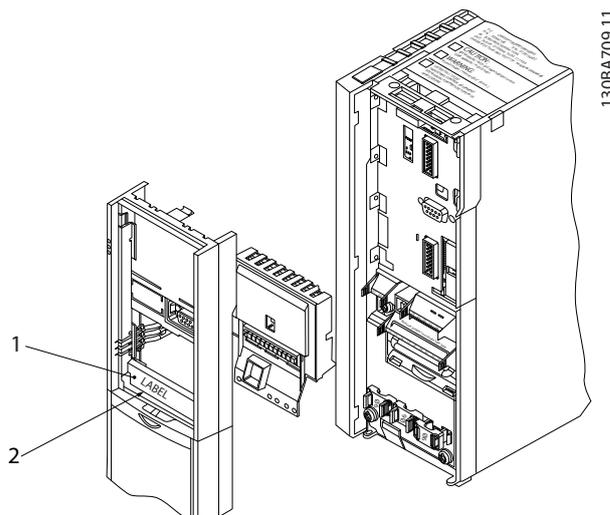


Abbildung 9.9 A2, A3 und B3

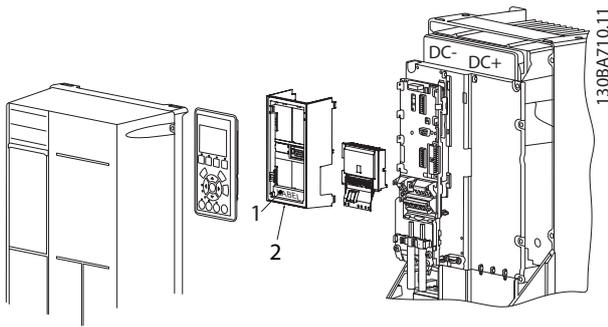


Abbildung 9.10 A5, B1-B4 und C1-C4

1) **WICHTIG!** Das Etikett MUSS wie in *Abbildung 9.10* gezeigt an der oberen Frontabdeckung des LCP angebracht werden, um die Kriterien der UL-Zulassung zu erfüllen.

**⚠️ WARNUNG**

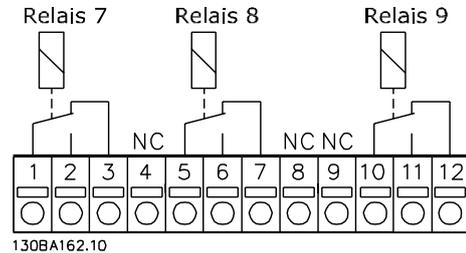
Vorsicht! Doppelte Stromversorgung. 24/48-V-Systeme nicht mit Hochspannungssystemen kombinieren.

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Option MCB 105 hinzuzufügen:

- Trennen Sie den Frequenzrichter vom Netz. Angaben zur Entladezeit entnehmen Sie den Anweisungen, die mit der Zusatzkomponente geliefert werden.
- Trennen Sie die spannungsführenden Anschlüsse an den Relaisklemmen von der Stromversorgung. Siehe *Abbildung 9.11*
- Entfernen Sie das LCP, die Klemmenabdeckung und die LCP-Befestigung vom Frequenzrichter.
- Schieben Sie die Zusatzkomponente MCB 105 in Steckplatz B.
- Schließen Sie die Steuerkabel an und befestigen Sie sie mit den beigefügten Kabelbindern.
- Achten Sie darauf, das Kabel auf der richtigen Länge abzuisolieren. Siehe *Abbildung 9.12*
- Verbinden Sie nie spannungsführende Teile (Hochspannung) mit Steuersignalen (PELV). Siehe *Abbildung 9.13*
- Setzen Sie die erweiterte LCP-Befestigung und die vergrößerte Klemmenabdeckung auf.
- Ersetzen Sie das LCP.
- Schließen Sie die Netzversorgung wieder am Frequenzrichter an.
- Wählen Sie die Relaisfunktionen unter *5-40 Relaisfunktion [6-8]*, *5-41 Ein Verzög., Relais [6-8]* und *5-42 Aus Verzög., Relais [6-8]*.

**HINWEIS**

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



NC = Öffner

Abbildung 9.11 Relais-Trennklemmen

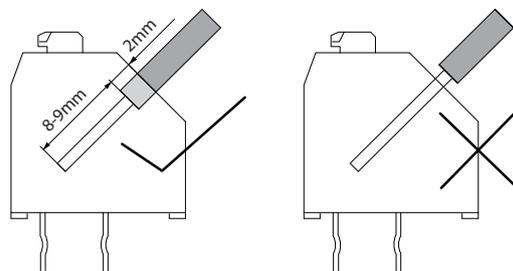


Abbildung 9.12 Abzuisolierende Kabellänge

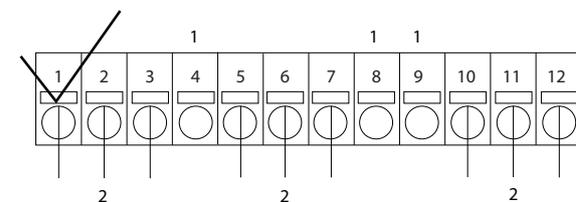
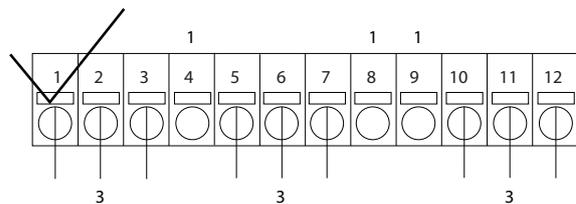
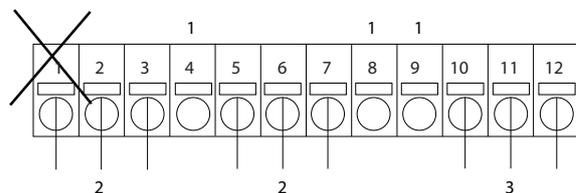


Abbildung 9.13 Sachgemäße Installation von stromführenden Teilen und Steuersignalen

## 9.6 Option zur externen 24-V-Versorgung MCB 107

Die externe 24-V-DC-Versorgung kann die Niederspannungsversorgung der Steuerkarte sowie etwaiger eingebauter Optionskarten übernehmen und gewährleistet so den vollen Betrieb des LCP auch ohne Netzversorgung.

### Spezifikation für externe 24-V-DC-Versorgung

Eingangsspannungsbereich	24 V DC $\pm 15\%$ (max. 37 V in 10 s)
Max. Eingangsstrom	2,2 A
Durchschnittl. Eingangsstrom für FC 302	0,9 A
Max. Kabellänge	75 m
Eingangskapazitätslast	10 $\mu$ F
Einschaltverzögerung	0,6 s
Die Eingänge sind geschützt.	

### Klemmennummern:

Klemme 35: - externe 24-V-DC-Versorgung

Klemme 36: + externe 24-V-DC-Versorgung

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Option für externe 24-V-Versorgung MCB 107 zu installieren:

1. Entfernen Sie das LCP oder die Blindabdeckung
2. Nehmen Sie die Klemmenabdeckung ab
3. Entfernen Sie das Kabel-Abschirmblech und die darunterliegende Kunststoffabdeckung
4. Stecken Sie die externe 24-V-DC Spannungsversorgung in den Optionssteckplatz
5. Bringen Sie das Kabel-Abschirmblech wieder an
6. Befestigen Sie die Klemmenabdeckung und das LCP oder die Blindabdeckung.

Im Falle von MCB 107 versorgt die externe 24-V-Spannungsversorgung das Steuerteil, und die interne 24-V-Stromversorgung wird automatisch getrennt. Nähere Informationen zur Installation entnehmen Sie der separaten Anweisung, die mit dem Zusatzgerät geliefert wird.

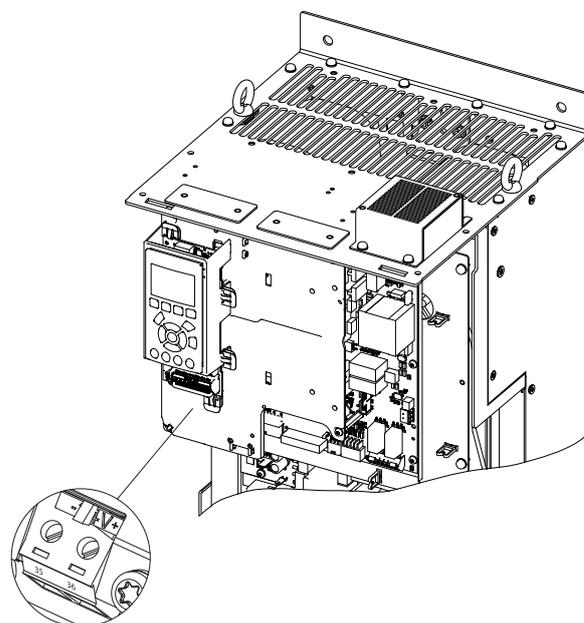


Abbildung 9.14 Anschluss der externen 24-V-Stromversorgung

## 9.7 PTC Thermistorkarte MCB 112

Mit der Komponente MCB 112 können Sie die Temperatur eines Elektromotors über einen galvanisch getrennten PTC-Thermistoreingang überwachen. Es handelt sich um eine B-Option für FC 302 mit „Sicher abgeschaltetes Moment“ (STO).

Informationen zur Montage und Installation des Optionsmoduls entnehmen Sie der Begleitdokumentation. Angaben zu anderen Anwendungsmöglichkeiten finden Sie unter .

X44/1 und X44/2 sind die Thermistor-Eingänge. X44/12 aktiviert für den FC 302 die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ (STO, Klemme 37), wenn die Thermistorwerte dies erforderlich machen, während X44/10 den FC 302 informiert, dass eine STO-Anforderung von MCB 112 eingegangen ist, um eine angemessene Alarmhandhabung zu gewährleisten. Einer der Digita-

leingänge des FC 302 (oder ein Digitaleingang einer montierten Option) muss für PTC-Karte 1 [80] konfiguriert sein, damit die Informationen von X44/10 verarbeitet werden können. 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp muss für die gewünschte Funktionalität für „Sicher abgeschaltetes Moment“ konfiguriert sein. Standardwert ist Alarm bei „Sicher abgeschaltetem Moment“.

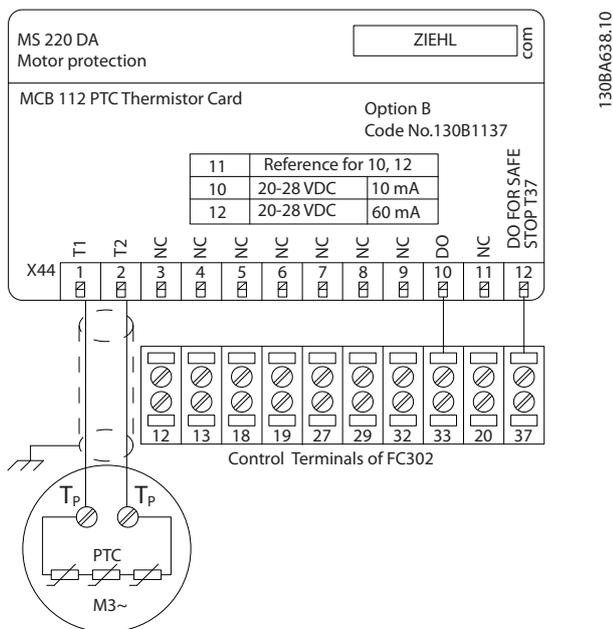


Abbildung 9.15 Installation von MCB 112

**ATEX-Zertifizierung mit FC 302**

MCB 112 ist ATEX-zertifiziert; dies bedeutet, dass der FC 302 zusammen mit Komponente MCB 112 nun in Motoren eingesetzt werden kann, die in einer explosionsgefährdeten Umgebung betrieben werden. Weitere Informationen entnehmen Sie der MCB 112 VLT® PTC-Themistorkarte.



Abbildung 9.16 ATEX-Symbol (ATmosphäre EXplosives)

**Elektrische Daten**

Anschluss des Widerstands

PTC in Übereinstimmung mit DIN 44081 und DIN 44082

Nummer	1,6 Widerstände in Serie
Absperrwert	3,3 Ω... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Rücksetzungswert	1,7 Ω ... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Trigger-Toleranz	± 6 °C
Gesamtwiderstand der Sensorschleife	< 1,65 Ω
Spannung an der Klemme	≤ 2,5 V für R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V für R=∞
Sensorstrom	≤ 1 mA
Kurzschluss	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Leistungsaufnahme	60 mA

Testbedingungen

EN 60 947-8	
Messspannung Surge-Widerstand	6000 V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Gemessene Isolationsspannung V <sub>bis</sub>	690 V
Galvanische Trennung zuverlässig bis V <sub>i</sub>	500 V
Dauerh. Umgebungstemperatur	-20 °C ... +60 °C
Feuchtigkeit	EN 60068-2-1 Trockene Hitze
EMV-Widerstand	5 --- 95%, keine Kondensation zulässig
EMV-Emissionen	EN61000-6-2
	EN61000-6-4

Vibrationswiderstand	10 ... 1000 Hz 1,14 g
Erschütterungsfestigkeit	50 g
Werte Sicherheitssystem	
EN 61508 für Tu = 75 °C dauerhaft	
SIL	2 bei Wartungszyklus von 2 Jahren 1 bei Wartungszyklus von 3 Jahren
HFT	0
PF (für jährlichen Funktionstest)	4,10 *10 <sup>-3</sup>
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
$\lambda_{DU}$	934 FIT
Bestellnummer	130B1137

## 9.8 MCB 113 Erweiterte Relais-Optionskarte

Der MCB 113 erweitert die standardmäßigen Ein- und Ausgänge des Frequenzumrichters um 7 Digitaleingänge, 2 Analogausgänge und 4 einpolige Lastrelais; dies sorgt für mehr Flexibilität und sorgt für Übereinstimmung mit den deutschen Empfehlungen NAMUR NE37.

Die Option MCB 113 ist als Standard-C1-Option für den Danfoss VLT® AutomationDrive vorgesehen und wird nach der Installation automatisch erkannt.

Informationen zu Montage und Installation der Option finden Sie unter *Kapitel 9.1.3 Steckplatz C*.

MCB 113 kann an Klemme X58/ an eine externe 24-V-Versorgung angeschlossen werden, um die galvanische Trennung zwischen dem VLT® AutomationDrive und der Optionskarte sicherzustellen. Wenn eine galvanische Trennung nicht erforderlich ist, kann die Optionskarte an die interne 24-V-Versorgung des Frequenzumrichters angeschlossen werden.

### HINWEIS

Es ist zulässig, 24-V-Signale mit Hochspannungssignalen in den Relais zu kombinieren, solange ein nicht verwendetes Relais dazwischen vorhanden ist.

Die Konfiguration von MCB 113 nehmen Sie in den Parametergruppen 5-1\* *Digitaleingänge*, 6-7\* *Analogausgang 3*, 6-8\* *Analogausgang 4*, 14-8\* *Optionen*, 5-4\* *Relais* und 16-6\* *Anzeig. Ein-/Ausg.* vor.

### HINWEIS

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

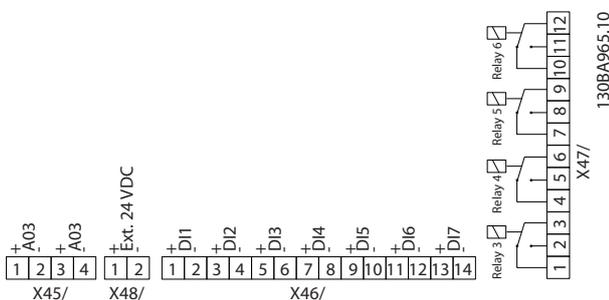


Abbildung 9.17 Elektrische Anschlüsse des MCB 113

## Elektrische Daten

### Relais

Anzahl	4 einpolige Lastrelais (Wechslerkontakte)
Last bei 250 V AC/30 V DC	8A
Last bei 250 V AC/30 V DC mit cos = 0,4	3,5 A
Überspannungskategorie (Kontakt-Erde)	III
Überspannungskategorie (Kontakt-Kontakt)	II
Kombination aus 250-V- und 24-V-Signalen	Zulässig mit einem ungenutzten Relais dazwischen
Maximale Durchsatzverzögerung	10 ms
Von Masse/ Chassis isoliert für den Einsatz in Systemen des IT-Netzes	

### Digitaleingänge

Anzahl	7
Bereich	0/24 V
Modus	PNP/NPN
Eingangsimpedanz	4 kW
Niedriger Auslösepegel	6,4 V

Hoher Auslösepegel	17 V
Max. Durchsatzverzögerung	10 ms

Analogausgänge

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

Analogausgänge

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

EMV

EMV	IEC 61000-6-2 und IEC 61800-3 hinsichtlich Störfestigkeit von Burst, ESD, Surge und leitungsgeführte Störgrößen.
-----	--

### 9.9 Bremswiderstände

In Anwendungen mit motorischem Bremsen wird Energie im Motor erzeugt und an den Frequenzumrichter zurückgegeben. Ist diese Energierückspeisung an den Motor nicht möglich, erhöht sich die Spannung im Zwischenkreis des Umrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse kann diese Erhöhung zur Abschaltung des Umrichters aufgrund von Überspannung führen. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der überschüssigen Energie, die durch generatorisches Bremsen entsteht. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Widerstands, seines Leistungsverlusts und seiner Größe. Danfoss bietet eine große Auswahl an unterschiedlichen Bremswiderständen, die speziell auf unsere Frequenzumrichter abgestimmt sind. Informationen zur Dimensionierung der Bremswiderstände finden Sie unter *Kapitel 3.8.3 Auswahl des Bremswiderstands*. Artikelnummern entnehmen Sie *Kapitel 5 Bestellen des Frequenzumrichters*.

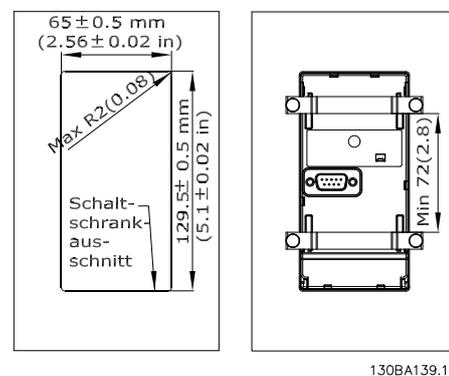


Abbildung 9.18 Abmessungen

### 9.10 Einbausatz für LCP-Bedienteil

Sie können die LCP Bedieneinheit durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite eines Schaltschranks integrieren. Sie dürfen die Befestigungsschrauben mit max. 1 Nm anziehen.

Gehäuse	Vorderseite IP66
Max. Kabellänge zwischen und Gerät	3 m
Kommunikationsstandard	RS-485

Tabelle 9.5 Technische Daten für die Montage eines LCP an IP66 Gehäuse

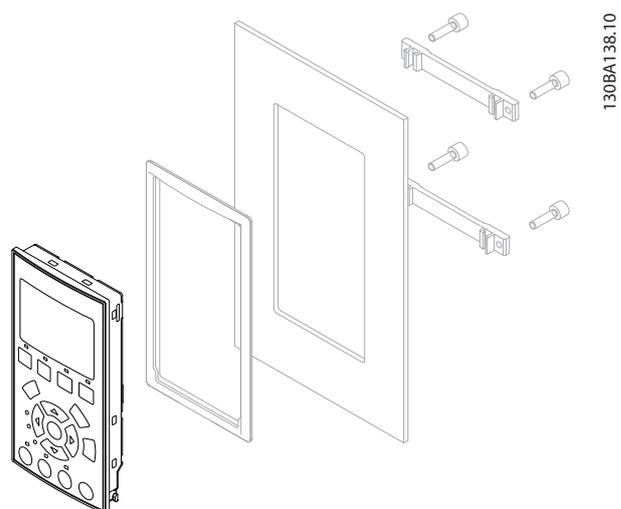


Abbildung 9.19 Bestellnummer 130B113, LCP-Einbausatz mit grafischer LCP-Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung

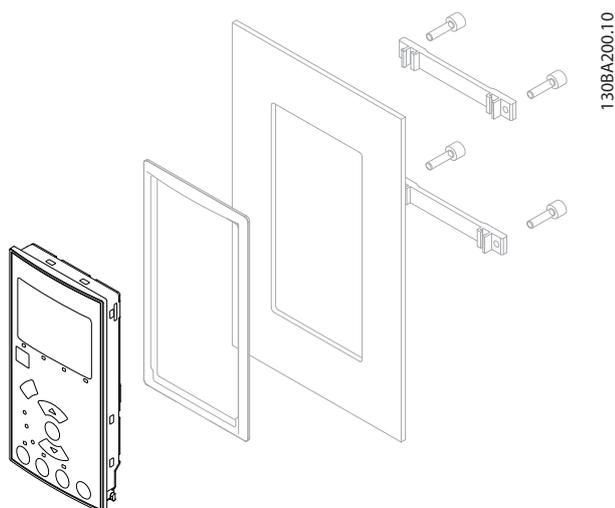


Abbildung 9.20 Bestellnummer 130B1114, LCP-Einbausatz mit numerischer LCP-Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung

Ein LCP-Einbausatz ohne LCP ist ebenfalls verfügbar. Bei IP66-Geräten lautet die Bestellnummer 130B1117. Verwenden Sie Bestellnummer 130B1129 für IP55-Geräte.

9

## 9.11 Sinusfilter

Wenn ein Motor durch einen Frequenzumrichter gesteuert wird, sind aus dem Motor Resonanzgeräusche zu hören. Die Geräusche treten aufgrund der Konstruktionsweise des Motors und immer dann auf, wenn einer der Wechselrichterschalter des Frequenzumrichters aktiviert wird. Die Frequenz des Resonanzgeräusches entspricht somit der Schaltfrequenz des Frequenzumrichters.

Für den FC300 bietet Danfoss einen Sinusfilter zur Dämpfung der akustischen Motorgeräusche an. Das Filter verringert die Rampe-Auf Zeit der Spannung, die Spitzenlastspannung  $U_{PEAK}$  und den Rippel-Strom  $\Delta I$  zum Motor. In der Folge werden Strom und Spannung beinahe sinusförmig, was die akustischen Motorgeräusche dämpft.

Auch der Rippel-Strom in den Spulen des Sinusfilters verursacht Geräusche. Dieses Problem kann durch Einbau des Filters in einen Schaltschrank oder ein ähnliches Gehäuse gelöst werden.

## 9.12 High-Power-Optionen

Bestellnummern für High-Power-Optionen finden Sie unter Kapitel 5 Bestellen des Frequenzumrichters.

### 9.12.1 Optionen für Gerätebaugröße D

#### 9.12.1.1 Zwischenkreiskopplungsklemmen

Die Zwischenkreiskopplungsklemmen ermöglichen einen Lastausgleich beim Zusammenschalten mehrerer Frequenzumrichter über die Gleichspannungszwischenkreise. Zwischenkreiskopplungsklemmen sind bei IP20-Frequenzumrichtern verfügbar und stehen aus dem Oberteil der Einheit heraus. Sie müssen eine Klemmenabdeckung (im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthalten) anbringen, um die IP20-Schutzart des Gehäuses zu erhalten. *Abbildung 9.21* zeigt die abgedeckten und nicht abgedeckten Klemmen.

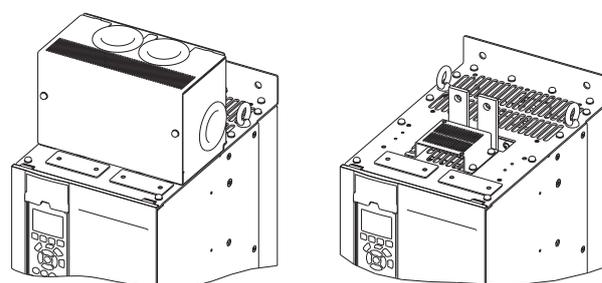


Abbildung 9.21 Zwischenkreiskopplungsklemmen bzw. Anschlüsse für Rückspeiseeinheiten mit Abdeckung (Links) und ohne Abdeckung (Rechts)

#### 9.12.1.2 Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheiten

Für Anwendungen mit generatorischem Betrieb sind Anschlüsse für Rückspeiseeinheiten lieferbar. Sie können eine Rückspeiseeinheit (von Drittanbietern erhältlich) an die Klemmen zum Anschluss der Rückspeiseeinheit anschließen, sodass die generatorisch erzeugte Leistung in das Netz zurückgespeist werden kann und Energiesparungen liefert. Anschlüsse für Rückspeiseeinheiten sind bei IP20-Frequenzumrichtern verfügbar und stehen aus dem Oberteil der Einheit heraus. Sie müssen eine Klemmenabdeckung (im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthalten) anbringen, um die IP20-Schutzart des Gehäuses zu erhalten. *Abbildung 9.21* zeigt die abgedeckten und nicht abgedeckten Klemmen.

#### 9.12.1.3 Stillstandsheizung

Sie können eine Stillstandsheizung im Frequenzumrichter einbauen, um Kondensation im Gehäuse zu verhindern, wenn der Frequenzumrichter ausgeschaltet ist. Die Heizung wird von der 230 V AC-Werksversorgung gespeist. Betreiben Sie die Heizung für optimale Ergebnisse nur dann, wenn das Gerät nicht läuft.

Danfoss empfiehlt eine träge 2,5-A-Sicherung, wie etwa Bussmann LPJ-21/2SP, zum Schutz der Heizung.

### 9.12.1.4 Bremschopper

Für Anwendungen, die generatorische Betriebszustände haben, steht optional ein Bremschopper bereit. Der Bremschopper ist an einen Bremswiderstand angeschlossen, der die Bremsenergie abführt und so einen Überspannungsfehler am DC-Zwischenkreis verhindert. Der Frequenzumrichter aktiviert automatisch den Bremschopper, sobald die DC-Zwischenkreisspannung einen bestimmten Wert überschreitet, der von der Nennspannung des Frequenzumrichters abhängt.

### 9.12.1.5 Netzabschirmung

Die Netzabschirmung ist eine Lexan-Abdeckung, die im Gehäuse angebracht wird, um Schutz gemäß den VBG-4 Unfallverhütungsvorschriften zu bieten.

### 9.12.1.6 Widerstandsfähigere Leiterplatten

Widerstandsfähigere Leiterplatten sind für Schiffs- und andere Anwendungen, die überdurchschnittlich starken Vibrationen ausgesetzt sind, erhältlich.

#### **HINWEIS**

**Widerstandsfähigere Leiterplatten sind erforderlich, um die Zulassung für Schiffsanwendungen zu erhalten.**

### 9.12.1.7 Kühlkörper-Zugangsdeckel

Zur einfacheren Reinigung des Kühlkörpers ist ein Kühlkörper-Zugangsdeckel optional erhältlich. Rückstände sind typisch für Umgebungen, die schwebenden Verunreinigungen ausgesetzt sind, wie etwa die Textilindustrie.

### 9.12.1.8 Netztrennung

Wenn eine lokale Methode zur Trennung des Frequenzumrichters vom Netz gewünscht wird, kann ein Netztrennschalter geliefert werden. Die Position des Trennschalters variiert nach Größe des Optionsschranks und dem Vorhandensein anderer optionaler Komponenten.

### 9.12.1.9 Schütz

Wenn eine lokale Methode zur Trennung des Frequenzumrichters vom Netz gewünscht wird, kann ein Schütz geliefert werden. Der Schütz wird mit einem kundenseitig bereitgestellten 50/60-Hz-Signal (230 V AC) betrieben.

#### **HINWEIS**

**Wenn eine UL-Zulassung erforderlich ist und der Frequenzumrichter mit einem Schütz geliefert wird, muss der Kunde externe Sicherungen anbringen, um die UL-Klassifizierung des Frequenzumrichters und einen Kurzschluss-Nennstrom von 100.000 A zu gewährleisten. Siehe Kapitel 7.2 Sicherungen und Trennschalter für Empfehlungen zu Sicherungen.**

### 9.12.1.10 Trennschalter

Wenn ein Überstromschutz per Trennschalter gewünscht wird, kann ein Trennschalter geliefert werden.

## 9.12.2 Optionen für Gerätebaugröße F

#### **Heizgeräte mit Thermostat**

In den Schaltschrankinnenraum von Frequenzumrichtern der Gerätebaugröße F integrierte Heizgeräte, die von einem automatischen Thermostat gesteuert werden, helfen bei der Feuchtigkeitsregulierung im Schaltschrank, was die Lebensdauer der Komponenten in feuchter Umgebung verlängert. Gemäß Werkseinstellungen, schaltet der Thermostat die Heizgeräte bei 10 °C (50 °F) einschaltet und bei 15,6 °C (60 °F) aus.

#### **Schaltschrankleuchte mit Steckdose**

Eine Leuchte, die in den Schaltschrankinnenraum von Frequenzumrichtern der Gerätebaugröße F eingebaut ist, verbessert die Sicht während Service- und Wartungsarbeiten. Das Gehäuse beinhaltet eine Steckdose zur zeitweisen Versorgung von Werkzeugen und anderen Geräten. Es sind zwei Spannungen verfügbar:

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

#### **Einrichtung der Transformator-Anzapfung**

Die Anzapfungen für Transformator T1 für auf die richtige Eingangsspannung konfiguriert werden, wenn eine oder mehrere der folgenden Optionen installiert sind:

- Heizgeräte mit Thermostat
- Schaltschrankleuchte mit Steckdose

Ein Frequenzumrichter mit 380–480/500 V wird zunächst an eine Anzapfung mit 525 V gelegt, und ein Frequenzumrichter mit 525–690 V an eine Anzapfung mit 690 V gelegt, um sicherzustellen, dass keine Überspannung von Nebengeräten auftritt, wenn die Anzapfung vor dem Anlegen von Spannung nicht geändert wird. Zur Einstellung der richtigen Anzapfung für den TB3 im Gleichrichter-Schaltschrank siehe *Tabelle 9.6*. Informationen zur Position im Frequenzumrichter finden Sie unter *Kapitel 7.1.2 Stromanschlüsse*.

Eingangsspannungsbereich [V]	Zu wählende Anzapfung [V]
380-440	400
441-490	460
491-550	525
551-625	575
626-660	660
661-690	690

Tabelle 9.6 Transformator-Anzapfung

**NAMUR-Klemmen**

NAMUR ist ein internationaler Verband von Anwendern der Automatisierungstechnik in der Prozessindustrie, in Deutschland hauptsächlich der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Die Auswahl dieser Option stellt Klemmen bereit, die nach den Spezifikationen des NAMUR-Standard für Eingangs- und Ausgangsklemmen von Antrieben angeordnet und beschriftet sind. Hierfür sind eine MCB 112-PTC-Thermistorkarte und eine MCB 113 erweiterte Relais-Optionskarten erforderlich.

**Fehlerstromschutzschalter**

Arbeitet nach dem Summenstromprinzip, um die Erdschlussströme in geerdeten und hochohmig geerdeten Systemen (TN- und TT-Systeme in der IEC-Terminologie) zu überwachen. Es gibt einen Vorwarn- (50 % des Hauptalarm-Sollwertes) und einen Hauptalarm-Sollwert. Jeder Sollwert ist einem einpoligen Lastrelais zum externen Gebrauch zugeordnet. Die Fehlerstromschutzeinrichtung erfordert einen externen Aufsteck-Stromwandler, der vom Kunden bereitgestellt und installiert wird. Zu den Funktionen zählen:

- In den Kreis „Sicher abgeschaltetes Moment“ des Frequenzumrichters integriert
- IEC 60755 Gerät vom Typ B überwacht AC, gepulste DC und reine DC-Erdschlussströme
- LED-Balkenanzeige des Erdschlussstrompegels von 10–100 % des Sollwerts
- Fehlerspeicher
- [Test/Reset]-Taste

**Isolationswiderstandsüberwachung (IRM)**

Überwacht den Isolationswiderstand zwischen den Phasenleitern und der Masse in nicht geerdeten Systemen (IT-Systeme in der IEC-Terminologie). Für das Isolationsniveau steht ein ohmscher Vorwarn- und ein Hauptalarm-Sollwert zur Verfügung. Jeder Sollwert ist einem einpoligen Lastrelais zum externen Gebrauch zugeordnet.

**HINWEIS**

**Sie können an jedes nicht geerdete System (IT-Netz) kann nur eine Isolationswiderstandswachung anschließen.**

Zu den Funktionen zählen:

- In die Schaltung „Sicher abgeschaltetes Moment“ des Frequenzumrichters integriert
- LCD-Display des ohmschen Werts des Isolationswiderstands
- Fehlerspeicher
- [Info]-, [Test]- und [Reset]-Tasten

**IEC Not-Aus mit Pilz Sicherheitsrelais**

Enthält eine redundante Vierleiter-Not-Aus-Taste, die an der Vorderseite des Gehäuses montiert ist. Ein Pilz-Relais überwacht sie mit der Schaltung „Sicher abgeschaltetes Moment“ und dem Netzschütz im Optionsschrank.

**Sicherer Stopp mit Pilz-Relais**

Bietet eine Lösung für die Option „Not-Aus“, ohne auf das Schütz in Frequenzumrichtern der Baugröße F zurückgreifen zu müssen.

**Manuelle Motorstarter**

Liefert dreiphasigen Strom für elektrische Gebläse, die häufig für größere Motoren benötigt werden. Den Strom für die Starter stellt lastseitig ein mit Strom versorgtes Schütz, ein Leistungsschalter oder ein Trennschalter bereit. Die Leistung wird vor jedem Starten des Motors abgesichert und ist ausgeschaltet, wenn die Leistungsversorgung des Frequenzumrichters unterbrochen ist. Wenn eine abgesicherte Schaltung mit 30 A bestellt wird, ist nur ein Starter gestattet, ansonsten können zwei Starter gewählt werden. Der Starter wird in die Schaltung für „Sicher abgeschaltetes Moment“ integriert.

Zu den Gerätefunktionen zählen:

- Betriebsschalter (ein/aus)
- Kurzschluss- und Überlastschutz mit Testfunktion
- Manuelle Reset-Funktion

**Durch Sicherung geschützte 30-A-Klemmen**

- Dreiphasiger Strom, der mit der eingehenden Netzspannung übereinstimmt, um kundenseitige Nebengeräte zu versorgen
- Nicht verfügbar, wenn zwei manuelle Motorstarter ausgewählt sind
- Die Klemmen sind ausgeschaltet, wenn die Stromversorgung des Frequenzumrichters unterbrochen ist
- Den Strom für die durch Sicherung geschützten Klemmen liefert lastseitig ein versorgtes Schütz, ein Leistungsschalter oder ein Trennschalter.

**DC-24-V-Netzteil**

- 5 A, 120 W, 24 V DC
- Gegen Ausgangs-Spitzenstrom, Überlast, Kurzschlüsse und Übertemperatur geschützt
- Für die Versorgung von kundenseitig bereitgestellten Zusatzgeräten wie Fühler, SPS-I/O,

Schütze, Temperaturfühler, Anzeigeleuchten und/oder anderer elektronischer Hardware

- Zu den Diagnosewerkzeugen zählen ein potenzialfreier DC-OK-Kontakt, eine grüne DC-OK-LED und eine rote Überlast-LED

#### **Externe Temperaturüberwachung**

Überwacht die Temperatur externer Systemkomponenten, wie etwa Motorwicklungen und/oder -lager. Diese Option umfasst fünf universelle Eingangsmodule. Die Module sind in die Schaltung für „Sicher abgeschaltetes Moment“ integriert und können per Feldbus-Netzwerk überwacht werden. Dies erfordert den Kauf der Option „Sicher abgeschaltetes Moment“ sowie eines separaten Modul-/Bus-Kopplers.

#### **Universelle Eingänge (5)**

Signalarten:

- RTD-Eingänge (einschließlich PT100), drei- oder vieradrig
- Thermoelement
- Analogstrom oder Analogspannung

Zusätzliche Merkmale:

- Ein universeller Ausgang, auf Analogspannung oder -strom konfigurierbar
- Zwei Ausgangsrelais (N.O.)
- Zweizeiliges LC-Display und LED-Diagnosewerkzeuge
- Erkennung von Drahtbruch an Sensorleitungen, Kurzschluss und falscher Polarität
- Schnittstellen-Software

## 10 RS-485 Installation und Konfiguration

### 10.1 Übersicht

RS-485 ist eine Zweileiter-Busschnittstelle, die mit einer busförmigen Netzwerktopologie kompatibel ist. Knoten 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, indem er installiert ist. Jeder mit einem Netzwerk verbundene Teilnehmer muss über alle Segmente hinweg eine einheitliche Teilnehmeradresse aufweisen.

Schließen Sie die Segmente an beiden Endpunkten ab – entweder mit Hilfe des Terminierungsschalters (S801) des Frequenzumrichters oder mit einem polarisierten Widerstandsnetzwerk. Verwenden Sie stets ein STP-Kabel (Screened Twisted Pair) für die Busverdrahtung, und beachten Sie stets die bewährten Installationsverfahren. Eine Erdung der Abschirmung mit geringer Impedanz an allen Teilnehmern ist wichtig, auch bei hohen Frequenzen. Schließen Sie daher die Abschirmung großflächig an Masse an, z. B. mit einer Kabelschelle oder einer leitfähigen Kabelverschraubung. Ein unterschiedliches Erdpotenzial 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, müssen Sie im gesamten Netzwerk immer den gleichen Kabeltyp verwenden. Beim Anschluss eines Motors an den Frequenzumrichter ist immer ein abgeschirmtes Motorkabel zu verwenden.

Kabel	AbgeschirmtAderpaar verdreht (STP)
Impedanz	120 Ω
Kabellänge	Max. 1.200 m (einschließlich Abzweigungen)
Max. 500 m von Station zu Station	

Tabelle 10.1 Motorkabel

### 10.2 Netzwerkverbindung

Ein oder mehrere Frequenzumrichter können mittels der standardisierten RS-485-Schnittstelle an einen Regler (oder Master) angeschlossen werden. Klemme 68 ist an das P-Signal (TX+, RX+) und Klemme 69 an das N-Signal (TX-, RX-) anzuschließen. Siehe die Abbildungen in Kapitel 7.7.2 Erdung.

Sollen mehrere Frequenzumrichter an einen Master angeschlossen werden, verdrahten Sie die Schnittstellen parallel.

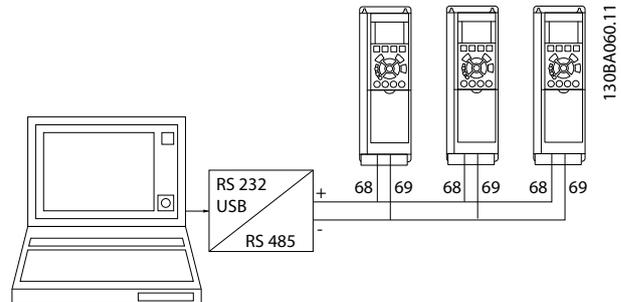


Abbildung 10.1 Parallele Verdrahtung

Zur Vermeidung von Potenzialausgleichsströmen über die Abschirmung kann der Kabelschirm über Klemme 61 einseitig geerdet werden (Klemme 61 ist intern über RC-Glied mit dem Gehäuse verbunden).

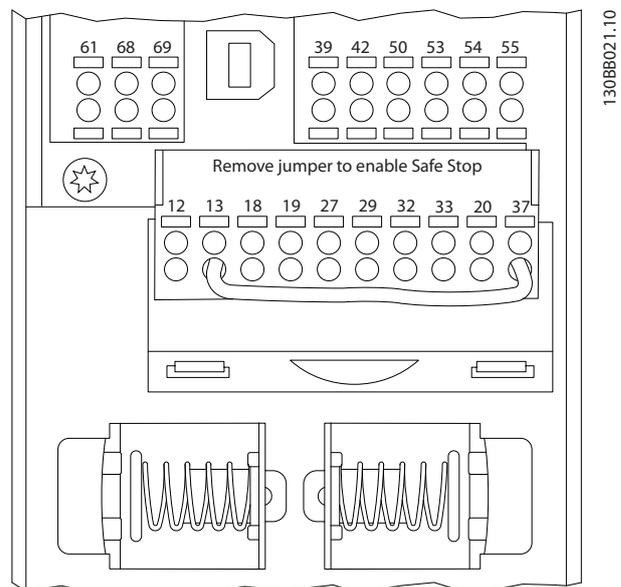


Abbildung 10.2 Steuerkartenklemmen

### 10.3 Busabschluss

Sie müssen den RS-485-Bus pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abschließen. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON“ zu stellen.

Weitere Informationen finden Sie unter Kapitel 7.5.4 Schalter S201 (A53), S202 (A54) und S801 .

Das Kommunikationsprotokoll muss auf 8-30 FC-Protokoll eingestellt sein.

## 10.4 RS-485 Installation und Konfiguration

### 10.4.1 EMV-Schutzmaßnahmen

Folgende EMV-Schutzmaßnahmen werden empfohlen, um einen störungsfreien Betrieb des RS-485-Netzes zu gewährleisten.

Einschlägige nationale und lokale Vorschriften und Gesetze, zum Beispiel im Hinblick auf den Anschluss von Schutzleitern, müssen beachtet werden. Das RS-485-Kommunikationskabel muss von Motor- und Bremswiderstandskabeln ferngehalten werden, um das Einkoppeln von Hochfrequenzstörungen von einem Kabel zum anderen zu vermeiden. In der Regel ist ein Abstand von 200 mm ausreichend. Wenn allerdings Kabel über weite Strecken parallel laufen, wird empfohlen, den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln einzuhalten. Lässt sich das Kreuzen der Kabel nicht vermeiden, muss das RS-485-Kabel in einem Winkel von 90° über Motor- und Bremswiderstandskabel geführt werden.

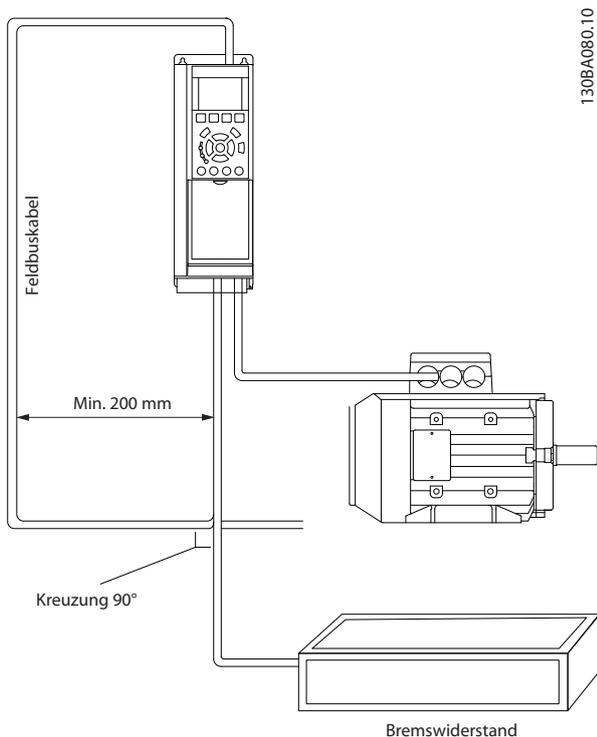


Abbildung 10.3 EMV-Schutzmaßnahmen

## 10.5 Übersicht zum FC-Protokoll

Das FC-Protokoll, das auch als FC-Bus oder Standardbus bezeichnet wird, ist der Standardfeldbus von Danfoss. Es definiert ein Zugriffsverfahren nach dem Master-Follower-

Prinzip für die Kommunikation über eine serielle Schnittstelle.

Es können maximal 126 Follower und ein Master an die Schnittstelle angeschlossen werden. Die einzelnen Follower werden vom Master über ein Adresszeichen im Telegramm angewählt. Nur wenn ein Follower eine fehlerfreie, an ihn adressierte Meldung empfangen hat, sendet er eine Antwortmeldung. Die direkte Nachrichtenübertragung unter Followern ist nicht möglich. Die Datenübertragung findet im Halbduplex-Betrieb statt.

Die Master-Funktion kann nicht auf einen anderen Teilnehmer übertragen werden (Ein-Master-System).

Die physikalische Schicht ist RS-485 und nutzt damit die im Frequenzumrichter integrierte RS-485-Schnittstelle. Das FC-Protokoll unterstützt unterschiedliche Telegrammformate:

- Ein kurzes Format mit 8 Bytes für Prozessdaten
- Ein langes Format von 16 Bytes, das außerdem einen Parameterkanal enthält
- Ein Format für Text

## 10.6 Netzwerkkonfiguration

### 10.6.1 Konfiguration des Frequenzumrichters

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

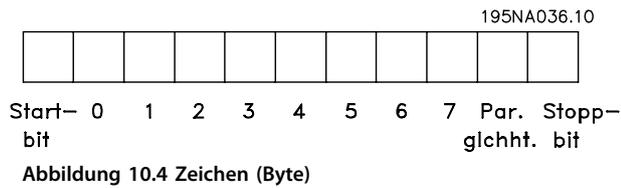
Parameternummer	Einstellung
8-30 FC-Protokoll	FC
8-31 Adresse	1-126
8-32 FC-Baudrate	2400-115200
8-33 Parität/Stoppsbits	Gerade Parität, 1 Stoppsbit (Werkseinstellung)

Tabelle 10.2 Parameter des FC-Protokolls

## 10.7 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll

### 10.7.1 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, das auf „1“ gesetzt wird, wenn Parität gegeben ist (d. h. dieselbe Anzahl binärer Einsen in den 8 Datenbits und dem Paritätsbit insgesamt vorliegt). Ein Zeichen endet mit einem Stoppsbit und besteht somit aus insgesamt 11 Bits.



### 10.7.2 Telegrammaufbau

Jedes Telegramm ist folgendermaßen aufgebaut:

1. Startzeichen (STX) = 02 Hex
2. Ein Byte zur Angabe der Telegrammlänge (LGE)
3. Ein Byte zur Angabe der Adresse des Frequenzumrichters (ADR)

Danach folgen verschiedene Nutzdaten (variabel, abhängig vom Telegrammtyp).

Das Telegramm schließt mit einem Datensteuerbyte (BCC).



Abbildung 10.5 Telegrammaufbau

10

### 10.7.3 Telegrammlänge (LGE)

Die Telegrammlänge ist die Anzahl der Datenbytes plus Adressbyte ADR und Datensteuerbyte BCC.

- Die Länge von Telegrammen mit 4 Datenbytes ist  $LGE=4+1+1=6$  Bytes
- Die Länge von Telegrammen mit 12 Datenbytes ist  $LGE=12+1+1=14$  Bytes
- Die Länge von Telegrammen, die Texte enthalten, ist  $10^1+n$  Bytes

<sup>1)</sup> Die 10 steht für die festen Zeichen, während das „n“ variabel ist (je nach Textlänge).

### 10.7.4 Frequenzumrichteradresse (ADR)

Es wird mit zwei verschiedenen Adressformaten gearbeitet. Der Adressbereich des Frequenzumrichters beträgt entweder 1–31 oder 1–126.

1. Adressformat 1–31:

- Bit 7 = 0 (Adressformat 1–31 aktiv)
- Bit 6 wird nicht verwendet

Bit 5=1: Broadcast, Adressbits (0–4) werden nicht benutzt

Bit 5=0: Kein Broadcast

Bit 0–4 = Frequenzumrichteradresse 1–31

2. Adressformat 1–126:

Bit 7 = 1 (Adressformat 1–126 aktiv)

Bit 0–6 = Frequenzumrichteradresse 1–126

Bit 0–6 = 0 Broadcast

Der Follower gibt das Adressbyte im Antworttelegramm unverändert an den Master zurück.

### 10.7.5 Datensteuerbyte (BCC)

Die Prüfsumme wird als XOR-Funktion berechnet. Bevor das erste Byte im Telegramm empfangen wird, lautet die berechnete Prüfsumme 0.

### 10.7.6 Das Datenfeld

Die Struktur der Nutzdaten hängt vom Telegrammtyp ab. Es gibt drei Telegrammtypen, die sowohl für Steuertelegramme (Master → Follower) als auch Antworttelegramme (Follower → Master) gelten.

Die drei Telegrammartentypen sind:

#### Prozessblock (PCD)

Der PCD besteht aus einem Datenblock mit 4 Byte (2 Wörtern) und enthält:

- Steuerwort und Sollwert (von Master zu Follower)
- Zustandswort und aktuelle Ausgangsfrequenz (von Slave zu Master)

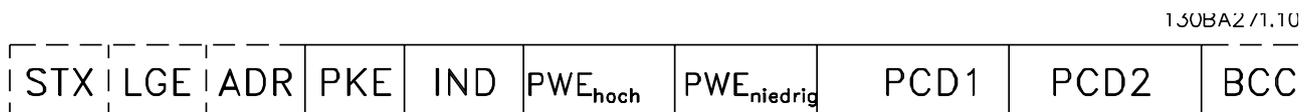


130BA269.10

Abbildung 10.6 PCD

#### Parameterblock

Der Parameterblock dient zur Übertragung von Parametern zwischen Master und Follower. Der Datenblock besteht aus 12 Byte (6 Wörtern) und enthält auch den Prozessblock.

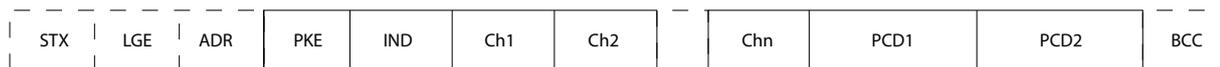


130BA2 / 1.10

Abbildung 10.7 Parameterblock

#### Textblock

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



130BA270.10

Abbildung 10.8 Textblock

### 10.7.7 Das PKE-Feld

Das PKE-Feld enthält zwei untergeordnete Felder:

- Parameterbefehle und Antworten (AK)
- Parameternummer (PNU)

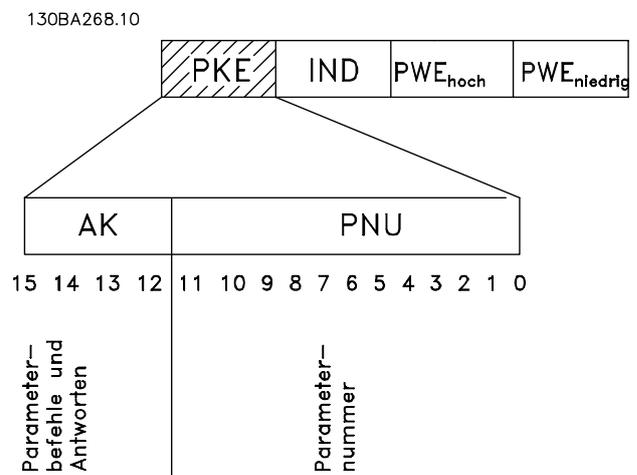


Abbildung 10.9 PKE-Feld

Die Bits Nr. 12–15 übertragen Parameterbefehle vom Master zum Follower und senden bearbeitete Follower-Antworten an den Master zurück.

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 10.3 Parameterbefehle Master ⇒ Follower

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 10.4 Antwort Follower⇒Master

Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, sendet der Follower diese Antwort:  
 0111 Befehl kann nicht ausgeführt werden  
 und gibt folgende Fehlermeldung im Parameterwert (PWE) aus:

PWE niedrig (Hex)	Fehlermeldung
0	Angewandte Parameternummer nicht vorhanden
1	Auf den definierten Parameter besteht kein Schreibzugriff
2	Datenwert überschreitet die Parametergrenzen
3	Angewandtes Unterverzeichnis (Subindex) nicht vorhanden
4	Parameter nicht vom Typ Array
5	Datentyp passt nicht zum definierten Parameter
11	Der Datenaustausch im definierten Parameter ist im aktuellen Modus des Frequenzumrichters nicht möglich. Bestimmte Parameter können nur geändert werden, wenn der Motor ausgeschaltet ist.
82	Kein Buszugriff auf definierten Parameter
83	Datenänderungen sind nicht möglich, da die Werkseinstellung gewählt ist

Tabelle 10.5 Fehlermeldung

## 10.7.8 Parameternummer (PNU)

Die Bits Nr. 0–11 dienen zur Übertragung der Parameternummern. Die Funktion des betreffenden Parameters ist der Parameterbeschreibung im *Programmierungshandbuch* zu entnehmen.

## 10.7.9 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 2 Bytes, einem Lowbyte und einem Highbyte.

Nur das Low Byte wird als Index verwendet.

## 10.7.10 Parameterwert (PWE)

Der Parameterwertblock besteht aus zwei Wörtern (4 Bytes); der Wert hängt vom definierten Befehl (AK) ab. Verlangt der Master einen Parameterwert, so enthält der PWE-Block keinen Wert. Um einen Parameterwert zu ändern (schreiben), wird der neue Wert in den PWE-Block geschrieben und vom Master zum Follower gesendet.

Antwortet der Follower auf eine Parameteranfrage (Lesebefehl), so wird der aktuelle Parameterwert im PWE-Block an den Master übertragen. Wenn ein Parameter keinen numerischen Wert enthält, sondern mehrere Datenoptionen, z. B. *0-01 Sprache [0] Englisch* und *[4] Dänisch*, wird der Datenwert durch Eingabe des Werts in den PWE gewählt. Über die serielle Kommunikationsschnittstelle können nur Parameter des Datentyps 9 (Textblock) gelesen werden.

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

Zum Beispiel kann in *15-40 FC-Typ* die Leistungsgröße und Netzspannung gelesen werden. Wird eine Textfolge übertragen (gelesen), so ist die Telegrammlänge variabel, da die Texte unterschiedliche Längen haben. Die Telegrammlänge ist im zweiten Byte (LGE) des Telegramms definiert. Bei Textübertragung zeigt das Indexzeichen an, ob es sich um einen Lese- oder Schreibbefehl handelt.

Um einen Text über den PWE-Block lesen zu können, muss der Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex eingestellt werden. Das Highbyte des Indexzeichens muss „4“ sein.

Einige Parameter enthalten Text, der über die serielle Schnittstelle geschrieben werden kann. Um einen Text über den PWE-Block schreiben zu können, stellen Sie Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex ein. Das Highbyte des Indexzeichens muss „5“ sein.

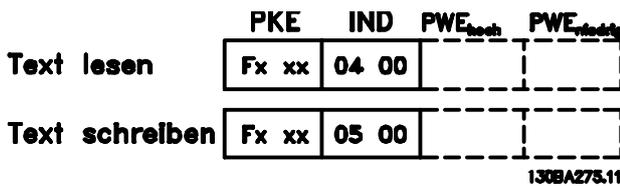


Abbildung 10.10 PWE

### 10.7.11 Unterstützte Datentypen

„Ohne Vorzeichen“ bedeutet, dass das Telegramm kein Vorzeichen enthält.

Datentypen	Beschreibung
3	Ganzzahl 16 Bit
4	Ganzzahl 32 Bit
5	Ohne Vorzeichen 8 Bit
6	Ohne Vorzeichen 16 Bit
7	Ohne Vorzeichen 32 Bit
9	Textblock
10	Bytestring
13	Zeitdifferenz
33	Reserviert
35	Bitsequenz

Tabelle 10.6 Unterstützte Datentypen

### 10.7.12 Umwandlung

Die verschiedenen Attribute jedes Parameters sind im Abschnitt „Werkseinstellungen“ aufgeführt. Parameterwerte werden nur als ganze Zahlen übertragen. Aus diesem Grund werden Umrechnungsfaktoren zur Übertragung von Dezimalwerten verwendet.

4-12 Min. Frequenz [Hz] hat einen Umrechnungsfaktor von 0,1.

Soll die Mindestfrequenz auf 10 Hz eingestellt werden, übertragen Sie den Wert 100. Der Umrechnungsfaktor 0,1 bedeutet, dass der übertragene Wert mit 0,1 multipliziert wird. Der Wert 100 wird somit als 10,0 erkannt.

Beispiele:

- 0 s⇒Umrechnungsindex 0
- 0,00 s⇒Umrechnungsindex -2
- 0 ms⇒Umrechnungsindex -3
- 0,00 ms⇒Umrechnungsindex -5

Umrechnungsindex	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 10.7 Umrechnungstabelle

### 10.7.13 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
Steuertelegramm (Master⇒Follower Steuerwort)	Sollwert
Steuertelegramm (Follower⇒Master) Statuswort	Aktuelle Ausgabe-frequenz

Tabelle 10.8 PCD-Sequenz

## 10.8 Beispiele

### 10.8.1 Schreiben eines Parameterwerts

Ändern Sie 4-14 Max Frequenz [Hz] in 100 Hz. Schreiben Sie die Daten in EEPROM.

PKE = E19E Hex – Schreiben eines Einzelworts in 4-14 Max Frequenz [Hz]  
 IND = 0000 Hex  
 PWE<sub>high</sub> = 0000 Hex  
 PWE<sub>low</sub>=03E8 Hex - Datenwert 1.000, entsprechend 100 Hz, siehe Kapitel 10.7.12 Umwandlung.

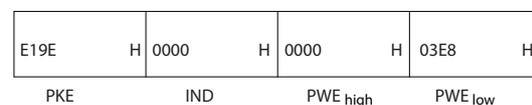


Abbildung 10.11 Telegramm

130BA092.10

## HINWEIS

4-14 Max Frequenz [Hz] ist ein einzelnes Wort, und der in EEPROM zu schreibende Parameter lautet „E“. Parameter 4-14 ist 19E in hexadezimaler Schreibweise.

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA093.10

Abbildung 10.12 Antwort von Master Antwort Follower

## 10.8.2 Lesen eines Parameterwertes

Den Wert in 3-41 Rampenzeit Auf 1 lesen

PKE = 1,155 Hex – Parameterwert lesen in 3-41 Rampenzeit Auf 1

IND = 0000 Hex

PWE<sub>high</sub> = 0000 Hex

PWE<sub>low</sub> = 0000 Hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA094.10

Abbildung 10.13 Parameterwert

10

Lautet der Wert in 3-41 Rampenzeit Auf 1 10 s, lautet die Antwort des Slave an den Master:

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA267.10

Abbildung 10.14 Antwort des Follower an den Master

3E8 Hex entspricht 1000 im Dezimalformat. Der Umwandlungsindex für 3-41 Rampenzeit Auf 1 ist -2.

3-41 Rampenzeit Auf 1 ist vom Typ Ohne Vorzeichen 32.

## 10.9 Übersicht zu Modbus RTU

### 10.9.1 Voraussetzungen

Danfoss geht davon aus, dass der installierte Regler die in diesem Handbuch aufgeführten Schnittstellen unterstützt und dass alle Anforderungen an den Regler und auch an den Frequenzumrichter sowie sämtliche entsprechenden Einschränkungen unbedingt erfüllt werden.

### 10.9.2 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.

### 10.9.3 Übersicht zu Modbus RTU

Ungeachtet der Art des physischen Kommunikationsnetzwerks wird in der Übersicht zum Modbus RTU der Vorgang beschrieben, den ein Regler beim Anfordern von Zugriff auf ein anderes Gerät verwendet. Dieser Vorgang umfasst auch die Art und Weise, wie die Modbus RTU auf Anforderungen von einem anderen Gerät antwortet und wie Fehler erkannt und gemeldet werden. Zudem etabliert er ein allgemeines Format für das Layout und die Inhalte der Meldungsfelder.

Während der Kommunikation über ein Modbus RTU-Netzwerk legt das Protokoll Folgendes fest:

- Wie jeder Regler seine Geräteadresse lernt,
- eine an ihn adressierte Meldung erkennt,
- die Art der auszuführenden Aktion bestimmt und
- Daten oder andere Informationen aus der Meldung ausliest.

Wenn eine Antwort erforderlich ist, erstellt der Regler die Antwortmeldung und sendet sie.

Regler kommunizieren mithilfe einer Master-Follower-Technik, bei der nur ein Gerät (der Master) Transaktionen (so genannte Abfragen) einleiten kann. Die anderen Geräte (Slaves) antworten, indem sie den Master mit den angeforderten Daten versorgen oder die in der Abfrage angeforderte Maßnahme ergreifen.

Der Master kann einzelne Slaves direkt ansprechen oder eine Broadcast-Meldung an alle Slaves einleiten. Follower senden eine Meldung (Antwort) auf Abfragen zurück, die einzeln an sie adressiert wurden. Bei Broadcast-Anfragen vom Master werden keine Antworten zurückgesendet. Das Modbus-Protokoll definiert das Format für die Abfragen vom Master, indem die Geräteadresse (oder Broadcast-Adresse), ein Funktionscode zur Bestimmung der verlangten Aktion, alle zu übertragenden Daten und ein Fehlerprüffeld in das Protokoll eingetragen werden. Die Antwortmeldung des Followers wird ebenfalls über das Modbus-Protokoll erstellt. Sie enthält Felder für die Bestätigung der ergriffenen Maßnahme, jegliche zurückzusendenden Daten und ein Feld zur Fehlerprüfung. Wenn beim Empfang der Meldung ein Fehler auftritt oder der Follower die angeforderte Maßnahme nicht durchführen kann, erstellt der Follower eine Fehlermeldung und sendet diese als Antwort oder ein Timeout tritt auf.

## 10.9.4 Frequenzumrichter mit Modbus-RTU

Der Frequenzumrichter kommuniziert im Modbus RTU-Format über die integrierte RS-485-Schnittstelle. Die 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
- Stoppen des Frequenzumrichters auf unterschiedliche Arten:  
Freilaufstopp  
Schnellstopp  
DC-Bremstopp  
Normaler Stopp (Rampenstopp)
- Reset nach Fehlerabschaltung
- Betrieb mit verschiedenen Festdrehzahlen
- Start mit Reversierung
- Änderung des aktiven Parametersatzes
- Steuerung des integrierten Relais des Frequenzumrichters

Der Bussollwert wird in der Regel zur Drehzahlregelung verwendet. Es ist außerdem möglich, auf die Parameter zuzugreifen, ihre Werte zu lesen und ggf. 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.

## 10.10 Netzwerkkonfiguration

### 10.10.1 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/Stopbits	Gerade Parität, 1 Stoppbit (Werkseinstellung)

## 10.11 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke

### 10.11.1 Frequenzumrichter mit Modbus-RTU

Die Regler sind für die Kommunikation über RTU-Modus (Remote Terminal Unit) am Modbus-Netz eingerichtet, wobei jedes Byte einer Meldung zwei hexadezimale 4-Bit-Zeichen enthält. Das Format für jedes Byte ist wie in *Tabelle 10.9* gezeigt.

Startbit	Datenbyte						Stopp/Parität	Stopp

Tabelle 10.9 Beispielformat

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

Tabelle 10.10 Bitdetail

### 10.11.2 Modbus RTU-Meldungsaufbau

Eine Modbus RTU-Meldung wird vom sendenden Gerät in einen Block gepackt, der einen bekannten Anfangs- und Endpunkt besitzt. Dadurch ist es dem empfangenden Gerät möglich, am Anfang der Meldung zu beginnen, den Adressenabschnitt zu lesen, festzustellen, welches Gerät adressiert ist (oder alle Geräte, im Fall einer Broadcast-Meldung) und festzustellen, wann die Meldung beendet ist. Unvollständige Meldungen 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-Meldungen mit Adresse 0 sind Broadcast-Meldungen. Auf Broadcast-Meldungen ist keine Antwort erlaubt. Ein typischer Meldungsblock wird in *Tabelle 10.11* gezeigt.

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 10.11 Typischer Modbus RTU-Meldungsaufbau

### 10.11.3 Start-/Stoppfeld

Meldungen beginnen mit einer Sendepause von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit. Dies entspricht einem Vielfachen der Baudrate, mit der im Netzwerk die Datenübertragung stattfindet (in der Abbildung als Start T1-T2-T3-T4 angegeben). Das erste übertragene Feld ist die Geräteadresse. Nach dem letzten übertragenen Intervall markiert ein identisches Intervall von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit das Ende der Meldung. Nach diesem Intervall kann eine neue Meldung beginnen. Der gesamte Meldungsblock 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 Meldung handelt. Beginnt eine neue Meldung früher als 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit nach einer vorangegangenen Meldung, interpretiert es das empfangende Gerät als Fortsetzung der vorangegangenen Meldung. Dies führt zu einem Timeout (einer Zeitüberschreitung und damit keiner Antwort vom Follower), da der Wert im letzten CRC-Feld für die kombinierten Meldungen nicht gültig ist.

### 10.11.4 Adressfeld

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

### 10.11.5 Funktionsfeld

Das Feld für den Funktionscode eines Meldungsblocks enthält acht Bits. Gültige Codes liegen im Bereich von 1 bis FF. Funktionsfelder dienen zum Senden von Meldungen zwischen Master und Follower. Wenn eine Meldung vom

Master zu einem Follower-Gerät übertragen wird, teilt das Funktionscodefeld dem Follower mit, welche Aktion durchzuführen ist. Wenn der Follower 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 Follower den ursprünglichen Funktionscode. Im Fall einer Ausnahmeantwort sendet der Follower 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 Follower einen individuellen Code in das Datenfeld der Antwortmeldung. Dadurch wird der Master über die Art des Fehlers oder den Grund der Ausnahme informiert. Siehe Kapitel 10.11.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes.

### 10.11.6 Datenfeld

Das Datenfeld setzt sich aus Sätzen von je 2 hexadezimalen Zeichen im Bereich von 00 bis FF (hexadezimal) zusammen. Diese Folgen bestehen aus einem RTU-Zeichen. Das Datenfeld der von einem Master zu Follower-Geräten gesendeten Meldung enthält zusätzliche Informationen, die der Slave verwenden muss, um die vom Funktionscode festgelegte Aktion durchführen zu können. Dazu gehören z. B. Spulen- oder Registeradressen, die Anzahl der zu bearbeitenden Punkte oder die Zählung der Istwert-Datenbytes im Feld.

### 10.11.7 CRC-Prüffeld

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

### 10.11.8 Adressieren von Einzelregistern

Im Modbus-Protokoll sind alle Daten in Einzelregistern (Spulen) und Halteregeistern organisiert. Einzelregister enthalten ein einzelnes Bit, während Halteregeister ein 2-Byte-Wort (d. h. 16 Bit) enthalten. Alle Datenadressen in Modbus-Meldungen werden als Null referenziert. Das erste Auftreten eines Datenelements wird als Element Nr. 0 adressiert. Ein Beispiel: Die als „Spule 1“ in einem programmierbaren Regler eingetragene Spule wird im Datenadressfeld eines Modbus-Telegramms als 0000 adressiert. Spule 127 (dezimal) wird als Spule 007E hexadezimal (126 dezimal) adressiert.

Halteregeister 40001 wird im Datenadressfeld der Meldung als 0000 adressiert. Im Funktionscodefeld ist bereits eine „Halteregeister“-Operation spezifiziert. Daher ist die Referenz „4XXXX“ implizit. Halteregeister 40108 wird als Register 006B hexadezimal (107 dezimal) adressiert.

Spulennr.	Beschreibung	Signalrichtung
1–16	Frequenzumrichter Steuerwort (siehe <i>Tabelle 10.13</i> )	Master an Follower
17–32	Drehzahl- oder Sollwert des Frequenzumrichters Bereich 0x0–0xFFFF (-200 % ... ~200 %)	Master an Follower
33–48	Zustandswort des Frequenzumrichters (siehe <i>Tabelle 10.13</i> )	Follower an Master
49–64	Regelung ohne Rückführung: Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters mit Rückführung: Istwertsignal des Frequenzumrichters	Follower an Master
65	Parameterschreibsteuerung (Master → Follower)	Master an Follower
	0 = Parameteränderungen werden zum RAM des Frequenzumrichters geschrieben.	
	1 = Parameteränderungen werden zum RAM und EEPROM des Frequenzumrichters geschrieben.	
66-65536	Reserviert	

Tabelle 10.12 Einzel- und Halteregeister

Spule	0	1
01	Festsollwertanwahl LSB	
02	Festsollwertanwahl MSB	
03	DC-Bremse	Keine DC-Bremse
04	Freilaufstopp	Kein Freilaufstopp
05	Schnellstopp	Kein Schnellstopp
06	Freq. speichern	Freq. nicht speichern
07	Rampenstopp	Start
08	Kein Reset	Reset
09	Keine Festdrehzahl 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	Parametersatzwahl LSB	
15	Parametersatzwahl MSB	
16	Keine Reversierung	Reversierung

Tabelle 10.13 Frequenzumrichter-Steuerwort (FC-Profil)

Spule	0	1
33	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
34	Frequenzumrichter nicht bereit	Frequenzumrichter bereit
35	Motorfreilaufstopp	Sicherheitsverriegelung
36	Kein Alarm	Alarm
37	Unbenutzt	Unbenutzt
38	Unbenutzt	Unbenutzt
39	Unbenutzt	Unbenutzt
40	Keine Warnung	Warnung
41	Istwert≠Sollwert	Ist=Sollwert
42	Hand-Betrieb	Betriebsart Auto
43	Außerh. Freq.-Ber.	In Freq.-Bereich
44	Gestoppt	In Betrieb
45	Unbenutzt	Unbenutzt
46	Keine Spannungswarnung	Spannungswarnung
47	Nicht in Stromgrenze	Stromgrenze
48	Keine Temperaturwarnung	Warnung Übertemp.

Tabelle 10.14 Frequenzumrichter-Zustandswort (FC-Profil)

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 Steuerwortregister (CTW).
50010	Eingangsdaten: Bussollwertregister (REF)
...	...
50200	Ausgangsdaten: Frequenzumrichter Zustandswortregister (ZSW).
50210	Ausgangsdaten: Frequenzumrichter-Hauptistwertregister (HIW).

Tabelle 10.15 Haltereister

\* Zur Angabe der beim Zugriff auf Indexparameter zur verwendenden Indexnummer

### 10.11.9 Steuern des Frequenzumrichters

In diesem Abschnitt werden Codes zur Verwendung in der Funktion und den Datenfeldern einer Modbus RTU-Meldung erläutert.

### 10.11.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes

Modbus RTU unterstützt die in *Tabelle 10.16* aufgeführten Funktionscodes im Funktionsfeld einer Meldung.

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

Tabelle 10.16 Funktionscodes

Funktion	Funktionscode	Subfunktionscode	Subfunktion
Diagnose	8	1	Kommunikation neu starten (Restart communication)
		2	Diagnoseregister angeben (Return diagnostic register)
		10	Zähler und Diagnoseregister löschen (Clear counters and diagnostic register)
		11	Zahl Busmeldungen angeben (Return bus message count)
		12	Buskommunikations-Fehlernummer ausgeben (Return bus communication error count)
		13	Busausnahme-Fehlernummer ausgeben (Return bus exception error count)
		14	Zahl Followermeldungen angeben (Return follower message count)

Tabelle 10.17 Funktionscodes

### 10.11.11 Modbus-Ausnahmecodes

Eine umfassende Erläuterung des Aufbaus einer Ausnahmecode-Antwort finden Sie unter *Kapitel 10.11.2 Modbus RTU-Meldungsaufbau*.

Code	Bezeichnung	Bedeutung
1	Unzulässige Funktion	Der in der Anfrage empfangene Funktionscode ist keine zulässige Aktion für den Server (oder Follower). Es kann sein, dass der Funktionscode nur für neuere Geräte gilt und im ausgewählten Gerät nicht implementiert wurde. Es könnte auch anzeigen, dass der Server (oder Follower) im falschen Zustand ist, um eine Anforderung dieser Art zu verarbeiten, z. B. weil er nicht konfiguriert ist und aufgefordert wird, Registerwerte zu senden.
2	Unzulässige Datenadresse	Die in der Anfrage empfangene Datenadresse ist keine zulässige Adresse für den Server (oder Follower). Genauer gesagt ist die Kombination aus Referenznummer und Transferlänge ungültig. Bei einem Regler mit 100 Registern wäre eine Anfrage mit Offset 96 und Länge 4 erfolgreich, eine Anfrage mit Offset 96 und Länge 5 erzeugt jedoch Ausnahmefehler 02.
3	Unzulässiger Datenwert	Ein im Anfragedatenfeld enthaltener Wert ist kein zulässiger Wert für den Server (oder Follower). Dies zeigt einen Fehler in der Struktur des Rests einer komplexen Anforderung an, z. B. dass die implizierte Länge falsch ist. Es bedeutet jedoch genau NICHT, dass ein zur Speicherung in einem Register gesendetes Datenelement einen Wert hat, der außerhalb der Erwartung des Anwendungsprogramms liegt, da das Modbus-Protokoll die Bedeutung eines bestimmten Werts eines bestimmten Registers nicht kennt.
4	Follower-Gerätefehler	Ein nicht behebbarer Fehler trat auf, während der Server (oder Follower) versuchte, die angeforderte Aktion auszuführen.

Tabelle 10.18 Modbus-Ausnahmecodes

## 10.12 Zugriff auf Parameter

### 10.12.1 Parameterverarbeitung

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

### 10.12.2 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.

### 10.12.3 IND

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

### 10.12.4 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.

### 10.12.5 Umrechnungsfaktor

Da ein Parameterwert nur als ganze Zahl übertragen werden kann, muss zur Übertragung von Dezimalzahlen ein Umrechnungsfaktor benutzt werden. Siehe *Kapitel 10.8 Beispiele*.

### 10.12.6 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 6 HEX „Einzelregister voreinstellen“ für 1 Register (16 Bit) und die Funktion 10 HEX „Mehrere Register voreinstellen“ für 2 Register (32 Bit) geschrieben. Lesbare Längen reichen von 1 Register (16 Bit) bis zu 10 Registern (20 Zeichen).

#### Nicht-standardmäßige Datentypen

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

### 10.13 FU-Steuerprofil

#### 10.13.1 Steuerwort entsprechend dem FC-Profil

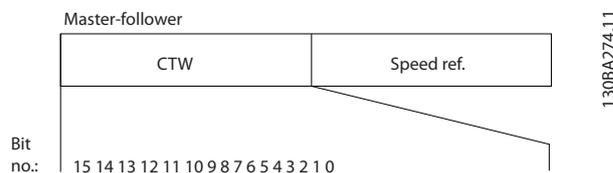


Abbildung 10.15 SW Master an Follower

Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	Externe Anwahl lsb
01	Sollwert	Externe Anwahl msb
02	DC-Bremse	Rampe
03	Motorfreilauf	Kein Motorfreilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Ausgangsfrequenz halten	Rampe
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Reset
08	Ohne Funktion	Festdrz. JOG
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Relais 01 aktiv
12	Ohne Funktion	Relais 02 aktiv
13	Parametersatzanwahl	(lsb)
14	Parametersatzanwahl	(msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

#### Erläuterung der Steuerbits

##### Bits 00/01

Bit 00 und 01 werden benutzt, um zwischen den vier Sollwerten zu wählen, deren Vorprogrammierung Sie unter *3-10 Festsollwert* in *to Tabelle 10.19* finden.

Programmierer Sollwert	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	[0] 3-10 Festsollwert	0	0
2	[1] 3-10 Festsollwert	0	1
3	[2] 3-10 Festsollwert	1	0
4	[3] 3-10 Festsollwert	1	1

Tabelle 10.19 Steuerbits

**HINWEIS**

Treffen Sie eine Auswahl in *8-56 Festsollwertanwahl*, 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-Bremmung und Stopp. Stellen Sie den Bremsstrom und die Bremsdauer in *2-01 DC-Bremsstrom* und *2-02 DC-Bremszeit* ein.

Bit 02 = „1“ führt zur Rampe.

**Bit 03, Motorfreilauf**

Bit 03=„0“: Der Frequenzumrichter lässt den Motor austrudeln (Ausgangstristoren werden „abgeschaltet“).  
Bit 03=„1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

Treffen Sie eine Auswahl in *8-50 Motorfreilauf*, um festzulegen, wie Bit 03 ein Gate mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang bildet.

**Bit 04, Schnellstopp**

Bit 04=„0“: Lässt die Motordrehzahl über Rampe bis zum Stopp auslaufen (eingestellt in *3-81 Rampenzeit Schnellstopp*).

**Bit 05, Ausgangsfrequenz speichern**

Bit 05=„0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz (in Hz) wird gespeichert. Sie können die gespeicherte Drehzahl dann nur an den Digitaleingängen (*5-10 Klemme 18 Digitaleingang* bis *5-15 Klemme 33 Digitaleingang*), programmiert auf *Drehzahl auf* und *Drehzahl ab*, ändern.

**HINWEIS**

Ist „Ausgangsfrequenz speichern“ aktiv, kann der Frequenzumrichter nur gestoppt werden durch Auswahl von:

- Bit 03, Motorfreilaufstopp.
- Bit 02, DC-Bremse.
- Digitaleingang (*5-10 Klemme 18 Digitaleingang* bis *5-15 Klemme 33 Digitaleingang*) programmiert auf *DC-Bremmung*, *Motorfreilaufstopp* oder *Reset* und *Motorfreilaufstopp*.

**Bit 06, Rampe Stopp/Start**

Bit 06=„0“: Bewirkt einen Stopp, indem die Motordrehzahl über den entsprechenden Parameter für Rampenzeit Ab bis zum Stopp reduziert wird.

Bit 06=„1“: Ermöglicht dem Frequenzumrichter, den Motor zu starten, 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 an einem Digitaleingang bildet.

**Bit 07, Reset:**

Bit 07=„0“: Kein Reset.

Bit 07=„1“: Reset einer Abschaltung. Reset wird auf der ansteigenden Signalfanke aktiviert, d. h., beim Übergang von logisch „0“ zu logisch „1“.

**Bit 08, Jog**

Bit 08 = „1“: Die Ausgangsfrequenz wird festgelegt durch *3-19 Festdrehzahl Jog [UPM]*.

**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**

Teilt dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort benutzt oder ignoriert wird. Bit 10 = „0“: Das Steuerwort wird ignoriert.

Bit 10=„1“: Das Steuerwort wird verwendet. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Sie können also das Steuerwort deaktivieren, wenn es beim Aktualisieren oder Lesen von Parametern nicht benutzt werden soll.

**Bit 11, Relais 01**

Bit 11 = „0“: Relais nicht aktiviert.

Bit 11=„1“: Relais 01 ist aktiviert, wenn in *5-40 Relaisfunktion Steuerwort Bit 11* gewählt wurde.

**Bit 12, Relais 04**

Bit 12=„0“: Relais 04 ist nicht aktiviert.

Bit 12=„1“: Relais 01 ist aktiviert, vorausgesetzt *Steuerwort Bit 12* wurde in *5-40 Relaisfunktion* gewählt.

**Bit 13/14, Parametersatzanwahl**

Mit Bit 13 und 14 können Sie unter den in *Tabelle 10.20* aufgeführten vier Parametersätzen auswählen.

Parametersatz	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

**Tabelle 10.20 Parametersatzanwahl**

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

Treffen Sie eine Auswahl in 8-55 *Satzanwahl*, um festzulegen, wie Bit 13/14 ein Gate mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen bildet.

**Bit 15 Reversierung**

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung.  
 Bit 15 = „1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist Reversierung in 8-54 *Reversierung* auf Digital eingestellt. Bit 15 bewirkt eine Reversierung nur dann, wenn eine serielle Schnittstelle, Logik oder Bus UND Klemme ausgewählt ist.

**10.13.2 Zustandswort entsprechend dem FC-Profil**

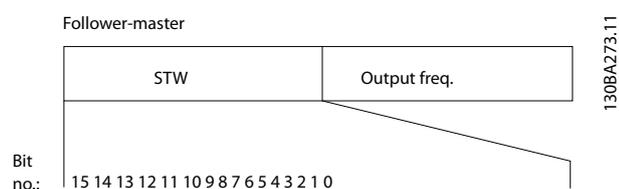


Abbildung 10.16 ZSW Follower → Master

Bit	Bit=0	Bit = 1
00	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
01	FU nicht bereit	Bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	Kein Fehler	Fehler (keine Abschaltung)
05	Reserviert	-
06	Kein Fehler	Abschaltblockierung
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Ohne Funktion	In Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, Auto Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

**Erläuterung der Zustandsbits**

**Bit 00, Steuerung nicht bereit/bereit**

Bit 00=„0“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet.  
 Bit 00=„1“: Der Frequenzumrichterregler ist bereit, es liegt jedoch möglicherweise keine Stromversorgung zum Leistungsteil vor (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

**Bit 01, Frequenzumrichter bereit**

Bit 01=„1“: Der Frequenzumrichter ist betriebsbereit, aber der Freilaufbefehl ist über die Digitaleingänge oder über serielle Kommunikation aktiv.

**Bit 02, Motorfreilaufstopp**

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“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor.

Bit 03=„1“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Um den Fehler zurückzusetzen, muss ein [Reset] ausgeführt werden.

**Bit 04, Kein Fehler/Fehler (keine Abschaltung)**

Bit 04=„0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor.

Bit 04=„1“: Der Frequenzumrichter meldet einen Fehler, aber schaltet nicht ab.

**Bit 05, Nicht verwendet**

Bit 05 wird im Zustandswort nicht benutzt.

**Bit 06, Kein Fehler/Abschaltsperr**

Bit 06=„0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor.

Bit 06=„1“: Der Frequenzumrichter ist abgeschaltet und blockiert.

**Bit 07, Keine Warnung/Warnung**

Bit 07=„0“: Es liegen keine Warnungen vor.

Bit 07=„1“: Eine Warnung liegt vor.

**Bit 08, Drehzahl ≠ Sollwert/Drehzahl = Sollwert**

Bit 08=„0“: Der Motor läuft, die aktuelle Drehzahl entspricht aber nicht dem voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. bei der Rampe auf/ab der Fall sein.

Bit 08 = „1“: Die Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

**Bit 09, Ort-Betrieb/Bussteuerung**

Bit 09=„0“: [Stop/Reset] wird an der Bedieneinheit aktiviert oder die *Ort-Steuerung* in 3-13 *Sollwertvorgabe* wird ausgewählt. Der Frequenzumrichter wird entweder über Steuerklemmen oder per serieller Kommunikation gesteuert.

Bit 09=„1“ Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle gesteuert werden.

**Bit 10, Frequenzgrenze überschritten**

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 ist innerhalb der festgelegten Grenzen.

**Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb**

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft nicht.

Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal, oder die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

**Bit 12, FU OK/gestoppt, autom. Start**

Bit 12 = „0“: Es liegt keine vorübergehende Übertemperatur des Wechselrichters vor.

Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter 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 ist zu hoch bzw. zu niedrig.

**Bit 14, Drehmoment OK/Grenze überschritten**

Bit 14 = „0“: Der Motorstrom liegt unter der in 4-18 Stromgrenze gewählten Drehmomentgrenze.  
 Bit 14 = „1“: Die Drehmomentgrenze in 4-18 Stromgrenze ist überschritten.

**Bit 15, Timer OK/Grenze überschritten**

Bit 15= „0“: Die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz des Frequenzumrichters überschreiten nicht 100 %.  
 Bit 15 = „1“: Einer der Timer überschreitet 100 %.

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

**10.13.3 Bus (Drehzahl) Sollwert**

Der Sollwert für die Drehzahl wird an den Frequenzumrichter als relativer Wert in % übermittelt. Der Wert wird in Form eines 16-Bit-Wortes übermittelt. In Ganzzahlen (0–32767) entspricht der Wert 16384 (4000 Hex) 100 %. Negative Werte werden über Zweier-Komplement formatiert. Die tatsächliche Ausgangsfrequenz (HIW) wird auf gleiche Weise wie der Bussollwert skaliert.

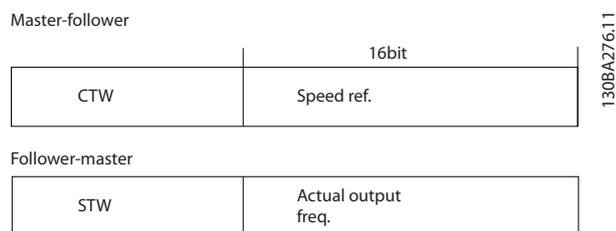


Abbildung 10.17 Bus (Drehzahl) Sollwert

Der Sollwert und HIW werden gemäß in *Abbildung 10.18* skaliert.

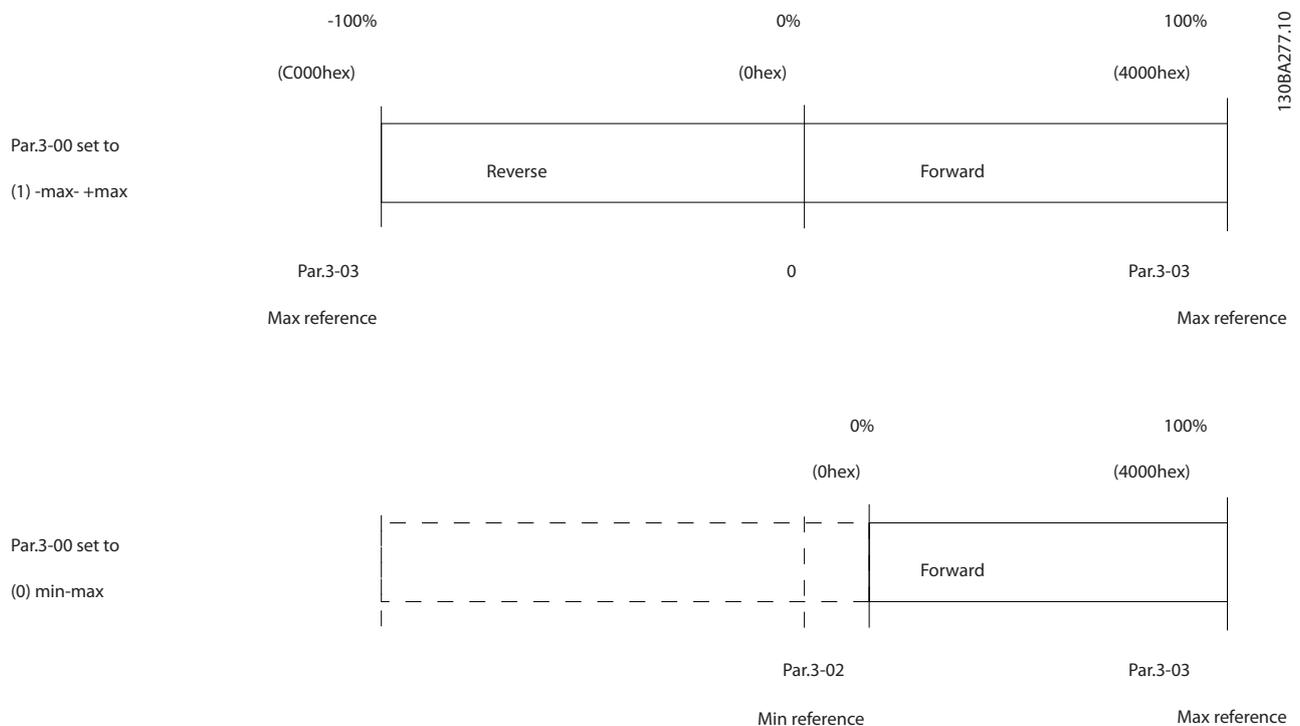


Abbildung 10.18 Sollwert und HIW

### 10.13.4 Steuerwort gemäß PROFIdrive-Profil (CTW)

Das Steuerwort dient zum Senden von Befehlen vom Master (z. B. einem PC) an einen Follower.

Bit	Bit=0	Bit = 1
00	AUS 1	EIN 1
01	AUS 2	EIN 2
02	AUS 3	EIN 3
03	Motorfreilauf	Kein Motorfreilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Pulsausgang halten	Rampe verwenden
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Reset
08	Festdrehzahl JOG 1 AUS	Festdrehzahl JOG 1 EIN
09	Festdrehzahl JOG 2 AUS	Festdrehzahl JOG 2 EIN
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Frequenzkorrektur Ab
12	Ohne Funktion	Frequenzkorrektur Auf
13	Parametersatzanzahl	(lsb)
14	Parametersatzanzahl	(msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

Tabelle 10.21 Bitwerte für Steuerwort, PROFIdrive-Profil

10

#### Erläuterung der Steuerbits

##### Bit 00, AUS 1/EIN 1

Normale Rampenstopps mit den Rampenzeiten der tatsächlich ausgewählten Rampe.

Bit 00=„0“ führt zum Stopp und Aktivierung des Ausgangs Relais 1 oder 2, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz beträgt und wenn [Relais 123] in *5-40 Relaisfunktion* ausgewählt wurde.

Wenn Bit 00=„1“, befindet sich der Frequenzumrichter in Zustand 1: „Einschalten gesperrt“.

##### Bit 01, AUS 2/EIN 2

Motorfreilaufstopp

Wenn Bit 01=„0“, werden Motorfreilaufstopp und die Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2 durchgeführt, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz beträgt und wenn [Relay 123] in *5-40 Relaisfunktion* ausgewählt wurde.

Wenn Bit 01=„1“, befindet sich der Frequenzumrichter in Zustand 1: „Einschalten gesperrt“. Siehe hierzu *Tabelle 10.22*, am Ende dieses Abschnitts.

##### Bit 02, AUS 3/EIN 3

Schnellstopp unter Verwendung der Rampenzeit von *3-81 Rampenzeit Schnellstopp*.

Wenn Bit 02=„0“, werden ein Schnellstopp und die Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2 durchgeführt, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz beträgt und wenn [Relais 123] in *5-40 Relaisfunktion* ausgewählt wurde.

Wenn Bit 02=„1“, befindet sich der Frequenzumrichter in Zustand 1: „Einschalten gesperrt“.

##### Bit 03, Motorfreilauf/Kein Motorfreilauf

Motorfreilaufstopp Bit 03=„0“ führt zu einem Stopp.

Wenn Bit 03=„1“ ist, kann der Frequenzumrichter starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

#### HINWEIS

Die Auswahl in *8-50 Motorfreilauf* legt fest, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

##### Bit 04, Schnellstopp/Rampe

Schnellstopp unter Verwendung der Rampenzeit von *3-81 Rampenzeit Schnellstopp*.

Wenn Bit 04=„0“ ist, wird ein Schnellstopp durchgeführt.

Wenn Bit 04=„1“ ist, kann der Frequenzumrichter starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

#### HINWEIS

Die Auswahl in *8-51 Schnellstopp* legt fest, wie Bit 04 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

##### Bit 05, Pulsausgang halten/Rampe verwenden

Wenn Bit 05=„0“ ist, wird die aktuelle Ausgangsfrequenz beibehalten, auch wenn der Sollwert geändert wird.

Wenn Bit 05=„1“ ist, kann der Frequenzumrichter wieder seine Regulierungsfunktion übernehmen; der Betrieb wird gemäß dem entsprechenden Sollwert ausgeführt.

##### Bit 06, Rampe Stopp/Start

Normaler Rampenstopp unter Verwendung der Rampenzeiten der tatsächlichen Rampe (wie gewählt). Zudem wird Ausgangsrelais 01 oder 04 aktiviert, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz beträgt und wenn Relais 123 in *5-40 Relaisfunktion* ausgewählt wurde.

Bit 06=„0“ führt zu einem Stopp.

Wenn Bit 06=„1“ ist, kann der Frequenzumrichter starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

#### HINWEIS

Die Auswahl in *8-53 Start* legt fest, wie Bit 06 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

##### Bit 07, Keine Funktion/Reset

Reset nach einem Abschalten.

Bestätigt das Ereignis im Fehlerpuffer.

Wenn Bit 07=„0“ ist, tritt kein Reset auf.

Bei einer Änderung des Neigungswinkels von Bit 07 auf „1“ wird nach dem Ausschalten ein Reset durchgeführt.

##### Bit 08, Festdrehzahl JOG 1 AUS/EIN

Aktivierung die vorprogrammierte Drehzahl in *8-90 Bus-Festdrehzahl 1*. JOG 1 ist nur möglich, wenn Bit 04=„0“ und Bit 00-03=„1“.

**Bit 09, Festdrehzahl JOG 2 AUS/EIN**

Aktivierung der vorprogrammierten Drehzahl in 8-91 *Bus-Festdrehzahl 2*. JOG 2 ist nur möglich, wenn Bit 04=„0“ und Bit 00-03=„1“.

**Bit 10, Daten nicht gültig/Daten gültig**

Teilt dem Frequenzrichter mit, ob das Steuerwort benutzt oder ignoriert werden soll.

Wenn Bit 10=„0“ ist, wird das Steuerwort ignoriert, wenn Bit 10=„1“ ist, wird das Steuerwort benutzt. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Sie könne also das Steuerwort deaktivieren, wenn es nicht in Verbindung mit der Aktualisierung oder dem Lesen von Parametern benutzt werden soll.

**Bit 11, Keine Funktion/Frequenzkorrektur ab**

Reduziert den Sollwert um den in 3-12 *Frequenzkorrektur Auf/Ab* gegebenen Betrag.

Wenn Bit 11=„0“, wird keine Änderung des Sollwerts durchgeführt. Wenn Bit 11=„1“, wird der Sollwert herabgesetzt.

**Bit 12, Keine Funktion/Frequenzkorrektur Auf**

Erhöht den Drehzahl-Sollwert um den in 3-12 *Frequenzkorrektur Auf/Ab* angegebenen Betrag.

Wenn Bit 12=„0“, wird keine Änderung des Sollwerts durchgeführt.

Wenn Bit 12=„1“, wird der Sollwert erhöht.

Wenn sowohl Verlangsamung als auch Beschleunigung aktiviert sind (Bit 11 und 12=„1“), hat die Verlangsamung Priorität. Dies bedeutet, dass der Drehzahl-Sollwert verringert wird.

**Bits 13/14, Satzanwahl**

Auswahl zwischen den 4 Parametersätzen gemäß *Tabelle 10.22*:

Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in 0-10 *Aktiver Satz* ausgewählt wurde. Die Auswahl in 8-55 *Satzanwahl* legt fest, wie Bit 13 und 14 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft sind. Ein Umschalten zwischen den Parametersätzen bei laufendem Motor ist nur möglich, wenn diese in 0-12 *Satz verknüpfen* mit verknüpft wurden.

Parametersatz	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabelle 10.22 Bits 13/14 Parametersatz-Optionen

**Bit 15, Keine Funktion/Reversierung**

Wenn Bit 15=„0“, wird keine Reversierung ausgelöst. Bit 15=„1“ verursacht Reversierung.

Hinweis: n der Werkseinstellung ist Reversierung in 8-54 *Reversierung auf digital* eingestellt.

**HINWEIS**

Bit 15 löst nur dann eine Reversierung aus, wenn eine *serielle Schnittstelle, Bus ODER Klemme oder Bus UND Klemme* gewählt ist.

### 10.13.5 Zustandswort gemäß PROFIdrive-Profil (STW)

Das Zustandswort informiert ein Master-Gerät (z. B. einen PC) über den Status eines Followers.

Bit	Bit=0	Bit = 1
00	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
01	FU nicht bereit	Bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	AUS 2	EIN 2
05	AUS 3	EIN 3
06	Start möglich	Start nicht möglich
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Ohne Funktion	In Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, Autom.Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

Tabelle 10.23 Bitwerte für Zustandswort, PROFIdrive-Profil

**Erläuterung der Zustandsbits**
**Bit 00, Steuerung nicht bereit/bereit**

Wenn Bit 00=„0“, ist Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3) – andernfalls wird der Frequenzrichter ausgeschaltet (Abschaltung).

Wenn Bit 00=„1“, ist die Frequenzrichtersteuerung bereit, es gibt jedoch möglicherweise keine Spannungsversorgung für die vorhandene Einheit (im Fall einer externen 24-V-Versorgung des Steuerungssystems).

**Bit 01, VLT nicht bereit/bereit**

Gleiche Bedeutung wie Bit 00, es liegt jedoch eine Stromversorgung der Leistungseinheit vor. Der Frequenzrichter ist bereit, wenn er die erforderlichen Startsignale empfängt.

**Bit 02, Motorfreilauf/aktivieren**

Wenn Bit 02=„0“, sind Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts gleich „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3 oder Motorfreilauf) – andernfalls wird der Frequenzrichter abgeschaltet (Abschaltung).

Wenn Bit 02=„1“, sind Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts gleich „1“; der Frequenzrichter wird nicht abgeschaltet.

**Bit 03, Kein Fehler/Keine Abschaltung**

Wenn Bit 03=„0“, liegt keine Fehlerbedingung für den Frequenzumrichter vor.

Wenn Bit 03=„1“, wurde der Frequenzumrichter abgeschaltet und kann erst nach einem Resetsignal wieder starten.

**Bit 04, EIN 2/AUS 2**

Wenn Bit 01 des Steuerworts gleich „0“, dann Bit 04=„0“.

Wenn Bit 01 des Steuerworts gleich „1“, dann Bit 04=„1“.

**Bit 05, EIN 3/AUS 3**

Wenn Bit 01 des Steuerworts gleich „0“, dann Bit 05=„0“.

Wenn Bit 02 des Steuerworts gleich „1“, dann Bit 05=„1“.

**Bit 06, Start möglich/Start nicht möglich**

Wenn PROFIdrive in 8-10 *Steuerwortprofil* ausgewählt wurde, ist Bit 06 „1“ nach einer Abschaltungsbestätigung, nach der Aktivierung von AUS2 oder AUS3, und nach dem Anschalten der Netzspannung. Start nicht möglich wird zurückgesetzt, wenn Bit 00 des Steuerworts auf „0“ gesetzt wird und Bit 01, 02 und 10 „1“ gesetzt werden.

**Bit 07, Keine Warnung/Warnung**

Bit 07=„0“ bedeutet, dass keine Warnungen vorliegen.

Bit 07=„1“ bedeutet, dass eine Warnungen vorliegt.

**Bit 08, Drehzahl ≠ Sollwert/Drehzahl = Sollwert**

Wenn Bit 08=„0“, weicht die aktuelle Motordrehzahl vom eingerichteten Drehzahlsollwert ab. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn die Drehzahl beim Starten/Stoppen durch Rampe auf/ab geändert wird.

Wenn Bit 08=„1“, entspricht die aktuelle Motordrehzahl dem eingerichteten Drehzahlsollwert.

**Bit 09, Ort-Betrieb/Bussteuerung**

Bit 09=„0“ zeigt an, dass der Frequenzumrichter mit der [Stop]-Taste am LCP gestoppt wurde oder dass [0] *Umschalt. Hand/Auto* oder [2] *Ort* in 3-13 *Sollwertvorgabe* ausgewählt wurden.

Wenn Bit 09=„1“, kann der Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle gesteuert werden.

**Bit 10, Frequenzgrenze überschritten/Frequenzgrenze OK**

Wenn Bit 10=„0“, befindet sich die Ausgangsfrequenz außerhalb der in 4-52 *Warnung Drehz. niedrig* und 4-53 *Warnung Drehz. hoch* festgelegten Grenzen.

Wenn Bit 10=„1“, liegt die Ausgangsfrequenz innerhalb der angegebenen Grenzwerte.

**Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb**

Wenn Bit 11=„0“, dreht sich der Motor nicht.

Wenn Bit 11=„1“, so hat der Frequenzumrichter ein Startsignal, oder die Ausgangsfrequenz liegt über 0 Hz.

**Bit 12, FU OK/gestoppt, autom.Start**

Wenn Bit 12=„0“, ist derzeit keine Überlast im Wechselrichter vorhanden.

Wenn Bit 12=„1“, wurde der Wechselrichter aufgrund von Überlastung gestoppt. Allerdings wurde der Frequenzumrichter nicht ausgeschaltet (Alarm) und startet erneut, sobald die Überlastung beendet ist.

**Bit 13, Spannung OK/Spannung überschritten**

Wenn Bit 13=„0“, liegt die Spannung des Frequenzumrichters innerhalb der festgelegten Grenzwerte.

Wenn Bit 13=„1“, ist die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters zu hoch oder zu niedrig.

**Bit 14, Drehmoment OK/Drehmoment überschritten**

Wenn Bit 14=„0“, liegt das Motordrehmoment unterhalb des in 4-16 *Momentengrenze motorisch* oder

4-17 *Momentengrenze generatorisch* gewählten Grenzwerts. Wenn Bit 14=„0“, ist der in 4-16 *Momentengrenze motorisch* oder 4-17 *Momentengrenze generatorisch* gewählten Grenzwert überschritten.

**Bit 15, Timer OK/Timer überschritten**

Wenn Bit 15=„0“, haben die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz des Frequenzumrichters 100 % nicht überschritten.

Wenn Bit 15=„1“, so hat einer der Timer 100 % überschritten.

**Index**

**A**

Abgeschirmt..... 217

Abgeschirmter Steuerkabel..... 225

Abgestrahlte Störung..... 42

Abkürzungen..... 9

Ableitstrom..... 47

Abmessungen 12-Puls..... 122

Abmessungen 6-Puls..... 109

Abschaltung..... 12

Abschirmung..... 171, 197, 198

Abschirmung von Kabeln..... 171, 197

Abstandsanforderungen..... 109, 122

Advanced Vector Control..... 23

Aggressive Umgebungsbedingungen..... 15

Aktiver Sollwert..... 25

Alarmquittierung..... 232

Allgemeine Erwägungen..... 128, 129

Allgemeine Schutzmaßnahmen..... 13

AMA..... 11, 228

AMA Anwendungsbeispiele..... 230

AMA Durchführung ohne angeschlossene Kl. 27..... 230

AMA mit angeschlossener Kl.T27..... 230

Analogausgänge..... 11, 81, 240

Analogeingänge..... 11, 80, 240

Anheben des Frequenzumrichters..... 107

Anheben mit einer Traverse..... 107

Anordnung der Klemmen..... 185

Anordnungen der Klemmen..... 142

Anordnungen der Klemmen Baugröße D..... 130

Anordnungen der Klemmen Baugröße F..... 148

Anordnungen der Klemmen Baugröße F, 12 Pulse..... 153

Anordnungen der Klemmen Gerätebaugröße E..... 142

Anschließen eines PC an den Frequenzumrichter..... 222

Anschlussdiagramm für Baugröße E..... 22

Anschlussdiagramm für Baugröße F..... 22

Anschlüsse elektrisch..... 170

Anstiegszeit..... 85

Antriebskonfigurator..... 89

Arbeitszyklus..... 48

Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb..... 11

Aufbau von Modbus-Meldungen..... 261

Ausgänge analog..... 81

Ausgänge digital..... 82

Ausgänge Relais..... 82

Ausgangsfrequenz speichern..... 267

Ausgangsfrequenz speichern..... 10

Auspacken..... 106

Automatische Leistungsreduzierung..... 88

Automatische Motoranpassung..... 11, 228

AVM..... 12

**B**

Baugröße D Anschlussdiagramm..... 21

Benutzerdefiniertes Ereignis..... 53

Besondere Betriebsbedingungen..... 85

Bestellen von Bremswiderständen..... 95

Bestellen von dU/dt Filtern..... 104

Bestellformular Typencode..... 89

Bestellnummern..... 89

Bestelloptionen..... 94

Bestellung des Oberwellenfilters..... 97

Bestellung von Sinusfiltern..... 102

Bremse AC..... 48

Bremse DC..... 48

Bremse dynamisch..... 48

Bremse elektromagnetisch..... 50

Bremse mechanisch halten..... 50

Bremse statisch..... 48

Bremsfunktion..... 50

Bremsleistung..... 11, 50

Bremswiderstand..... 11, 48, 249

Bremswiderstand\_Bestellung..... 95

Bremswiderstand\_Temperaturschalter..... 221

Bremswiderstandsklemmen..... 222

Bremszyklus..... 49

Brummschleifen..... 226

**C**

CE-Konformität und -Kennzeichnung..... 13, 14

CE-Konformitätskennzeichnung..... 8

Copyright..... 8

**D**

DC-24-V-Netzteil..... 252

DC-Bremse..... 267

DC-Busanschluss..... 4

Deckenabstandsanforderungen..... 109, 122

Definitionen..... 10

DeviceNet..... 94

DeviceNet-Produkt Handbuch.....	8	EMV-Richtlinie 2004/108/EG.....	14
Digitalausgänge.....	11, 82, 240	EMV-Schalter.....	226
Digitaleingänge.....	11, 80, 240	EMV-Schutzmaßnahmen.....	255
Drehgeber.....	11, 241	EMV-Vorsichtsmaßnahmen.....	223
Drehgeber-.....	235	Endgültige Konfiguration der Installation und Test.....	228
Drehgeberrichtung.....	236	Energieverteilung.....	227
Drehmoment.....	170	Entladung des Kondensators.....	13
Drehmoment begrenzen.....	55	Entladungszeiten.....	13
Drehmoment-Einstellungen.....	170	Entsorgungshinweise.....	13
Drehmomentgrenze.....	236	Erdableitstrom.....	47, 223
Drehmomentregelung.....	18	Ergänzende Sicherungen.....	206
Drehzahl ändern auf/ab.....	233	ETR.....	11
Drehzahl_PID_Anschlüsse für Regelung.....	35	Externe 24-V-DC-Versorgung.....	246
Drehzahl_PID_Regelung.....	34	Externe Alarmquittierung.....	232
Drehzahl_PID_Regelung Optimierung.....	41	Externe Temperaturüberwachung.....	253
Drehzahl_PID_Regelung Parameter.....	34	Extreme Betriebszustände.....	54
Drehzahl-PID.....	23		
Drehzahlregelung.....	18	<b>F</b>	
Drehzahlsollwert.....	230	Fachgrundnorm Störungsaussendung.....	44
Drehzahlsollwert angeben.....	230, 231	FC-Profil.....	266
DU/dt.....	85	FC-Protokoll.....	255
Durch Sicherung geschützte 30-A-Klemmen.....	252	Fehlerstromschutzschalter.....	11, 228
		Fehlerstromschutzschalter Trennfrequenz.....	48
<b>E</b>		Fehlerstromschutzschalter verwenden.....	47
Einfaches Verdrahtungsbeispiel.....	214	Fehlgeschlagene AMA.....	229
Einfluss von Oberschwingungen in einer Energieverteilungs- anlage.....	227	Feldbus-Verbindung.....	212
Eingänge analog.....	80	Feldgebundene Störaussendung.....	44
Eingänge digital.....	80	Feldgebundene Störungen.....	42
Eingänge Puls-/Drehgeber.....	81	Fern-Betrieb (Auto On).....	25
Eingangsfunktionen.....	10	Festdrehzahl JOG.....	10
Elektrische Installation.....	214, 215	Festdrehzahlen.....	232
Elektrische Installation EMV-Richtlinien.....	223	Filter.....	97, 102, 104
Elektrische Spezifikationen 380-500 V.....	62, 66	Fluxvektor.....	24
Elektrische Spezifikationen 525-690 V.....	69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78	Frequenzkorrektur Auf/Ab.....	28
Elektrische Störungen.....	198	Frequenzumrichter mit Modbus-RTU.....	261
Elektromechanische Bremse.....	236	Funktstörungen.....	43
Elektronisches Thermorelais.....	11		
Empfang des Frequenzumrichters.....	106	<b>G</b>	
EMV Verwendung geeigneter Kabel.....	225	Galvanische Trennung.....	46
EMV-Anforderungen.....	44	Gegen-EMK.....	55
EMV-Emissionen.....	42	Gehäusetypen.....	14
EMV-Immunitätsanforderungen.....	45	Generatorisch erzeugte Überspannung.....	54
EMV-Prüfergebnisse.....	44	Generatorisches Bremsen.....	48
EMV-Richtlinie (2004/108/EG).....	13	Gerätebaugröße.....	17
		Gewerbeumgebung, Emissionsanforderungen.....	44
		Gewicht.....	121, 127

Grenze Mindestdrehzahl.....	55	LCP Bedieneinheit.....	11
Grenzwertbremse.....	49	Leistung/Halbleiter Sicherungsoptionen.....	201
<b>H</b>			
Haltebremse mechanisch.....	48	Leistungsfaktor.....	12
Hand-Steuerung (Hand On).....	25	Leitungsgeführte Störaussendung.....	44
Heizgeräte mit Thermostat.....	251	Literatur.....	8
Heizung.....	250	Logikregeln.....	53
Hiperface®.....	11	Losbrechmoment.....	10
Hubanwendung.....	50, 51	Lüfter.....	165
<b>I</b>			
IEC Not-Aus mit Pilz Sicherheitsrelais.....	252	Lüfter externe Stromversorgung.....	198
Index (IND).....	258	Lüfter externe Versorgung.....	198
Industriebereich, Emissionsanforderungen.....	44	Luftfeuchtigkeit.....	16
Initialisierung.....	11	Luftzirkulation.....	165
Installation einer externen 24 V DC-Versorgung.....	213	<b>M</b>	
Installation elektrisch.....	170	Manuelle Leistungsreduzierung.....	86
Installationsvorbereitung.....	106	Manuelle Motorstarter.....	252
Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVCplus.....	25	Maschinenrichtlinie (2006/42/EG).....	13
IP-Codes.....	15	Massenträgheit.....	55
Isolationswiderstandsüberwachung (IRM).....	252	MCB 101.....	238
IT-Netz.....	226	MCB 102.....	11, 36, 241
<b>J</b>			
JOG.....	267	MCB 103.....	242
<b>K</b>			
Kabel EMV.....	225	MCB 105.....	244
Kabeleinführungspunkte.....	159, 162	MCB 107.....	246
Kabeleinlass.....	128	MCB 112.....	59, 238, 246, 252
Kabellänge und -querschnitt.....	171	MCB 113.....	248, 252
Kabellänge und -querschnitt.....	197	MCM.....	11
Kabellängen und Querschnitte.....	79	Mechanische Bremse Hub.....	50, 51
Kabelschellen.....	223	Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen.....	51
Kanalkühlung.....	165	Mechanische Installation.....	128
Kennzeichnung der Softwareversion.....	8	Mechanische_Bremsteuerung.....	50, 51
Klemmensteuerung.....	213	Mechanische_Bremsteuerung Anwendungsbeispiel.....	235
Konstantmoment (CT)-Kennlinie.....	11	Mit 12-Puls-Geräten verwendete Transformatoren.....	198
Kühlung.....	165	Mit Rückführung.....	236
Kurzschluss (Motorphase – Phase).....	54	Modbus RTU.....	260, 261
Kurzschluss-Schutz.....	199	Modbus Steuerwort.....	264
Kurzschlussverhältnis.....	227	Modbus Zustandswort.....	264
<b>L</b>			
LCP.....	10, 11, 25, 249	Modbus-Ausnahmecodes.....	265
		Modbus-Protokoll.....	260
		Montage von Zusatzkomponenten.....	238
		Motor.....	10
		Motorfreilauf.....	267, 268
		Motorisolation.....	211
		Motor-Istwert.....	24
		Motorkabel.....	209, 223
		Motorklemmen, verwendet mit.....	10

Motornendrehzahl.....	10	Profibus.....	94
Motorphasen.....	54	Profibus-Produktbuch.....	8
Motorschutz Drehmomentgrenze.....	55	Programmierreihenfolge für die PID-Drehzahlregelung.....	35
Motorschutz Minimale Drehzahlgrenze.....	55	Programmierung von Drehmomentgrenze und Stopp.....	236
Motorschutz Stromgrenze.....	55	Programmierungshandbuch.....	8
Motorschutzfunktionen.....	80	Projektierungshandbuch.....	8
Motorspannung.....	85	Prozess_PID_Regelung.....	37
<b>N</b>		Prozess_PID_Regelung Beispiel.....	39
NAMUR.....	252	Prozess_PID_Regelung Optimierung.....	41
NEMA-Normen.....	14	Prozess_PID_Regelung Parameter.....	37
Netzausfall.....	55	Prozess_PID_Regelung Programmierreihenfolge.....	40
Netzschütz.....	208	Puls-/Drehgebereingänge.....	81
Netzversorgung.....	12	Puls-Start/Stopp.....	231
Netzversorgungsstörung.....	226	<b>R</b>	
Netzverzerrung.....	47	RCD.....	11
Netzwerkverbindung.....	254	Reduzierung.....	228
Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG).....	13	Reduzierung von Motorströmen.....	211
<b>O</b>		Reduzierung von Oberschwingungen.....	228
Oberwellen Netzversorgung.....	226	Referenz.....	230
Oberwellenfilter.....	97	Regelung des Drehmoments.....	18
<b>Ö</b>		Regelungsstruktur Advanced Vector Control.....	23
Öffentliches Niederspannungsnetz.....	44	Regelungsstruktur Fluxvektor ohne Geber.....	24
<b>O</b>		Regelverfahren.....	25
Option Fehlerstromschutzschalter für Baugröße F.....	252	Regeneration.....	121, 191
Option Sicher_abgeschaltetes_Moment für Baugröße F....	252	Relais Einstellung mit Smart Logic Controller.....	234, 235
Optionen Baugröße F.....	251	Relaisausgänge.....	82, 220
Optionen für Baugröße D.....	250	RS-485.....	254
OVC.....	55	RS-485-Netzwerkverbindung.....	233
<b>P</b>		Rückseitige Kühlung.....	165
Parallelschaltung.....	210	Rückspeisung.....	250
Parameterwerte.....	266	<b>S</b>	
PC-Software.....	222	Safe_Torque_Off Klemme 37.....	57
PID_Drehzahlregler Optimieren.....	36	Schalten am Ausgang.....	54
PID_Regelung Drehzahl.....	34	Schalter S201 (A53), S202 (A54) und S801.....	213
PID_Regelung Prozess.....	37	Schaltmodus.....	12
PID-Drehzahl.....	18	Schaltplan für Baugröße D.....	21
PID-Regler.....	11	Schaltplan für Baugröße E.....	22
Pilz-Relais.....	252	Schaltplan für Baugröße F.....	22
Platz.....	128	SchlupfAusgleich.....	12
Potentiometer.....	232	Schutz.....	15
Produktbuch.....	8	Schutz des Abzweigkreises.....	199
		Schutzerdung.....	223
		Schutzfunktionen und Eigenschaften.....	80
		Schutzgrad.....	46

Schutzkleinspannung.....	46	Steuerkarte, serielle USB-Schnittstelle.....	83
Serielle Kommunikationsschnittstelle.....	10	Steuerkartenleistung.....	83
Serielle Schnittstelle.....	10, 83, 225	Steuerklemmen.....	19, 213, 214
SFAVM.....	12	Steuern des Frequenzumrichters.....	264
Sicher abgeschaltetes Moment.....	56	Steuerungseigenschaften.....	82
Sicher_abgeschaltetes_Moment Verwendung mit externer Sicherheitsvorrichtung.....	59	Steuerverfahren.....	19
Sicher_abgeschaltetes_Moment FC302.....	61	Steuerwort.....	266
Sicherheits-Hochspannungsprüfung.....	223	Steuerwort gemäß PROFIdrive-Profil (CTW).....	270
Sicherung.....	195	Stopfbuchse_Installationsrohr_Einführung 12-Puls.....	162
Sicherungen.....	171, 199	Stopfbuchse_Installationsrohr_Einführung 6-Puls.....	159
Sicherungen, ergänzende.....	203	Störgeräusche.....	84
Sicherungsoptionen.....	201	Stromanschlüsse.....	171
Signaltrennung.....	47	Stromanschlüsse 12-Puls-Frequenzumrichter.....	195
Sinusfilter.....	171, 197, 250	Stromanschlüsse 12-Puls-Umrichter.....	195
Smart Logic Controller.....	53	Stromgrenze.....	55
Socket.....	167, 169	Synchrone Motordrehzahl.....	10
Sockelaufstellung.....	167	<b>T</b>	
Software PC.....	222	Tabellen für 12-Puls-Sicherungen.....	204
Softwareversion Kennzeichnung.....	8	Tabellen für Leistungsreduzierung.....	87
Software-Versionen.....	95	Taktfrequenz.....	171, 197
Sollwert aktiv.....	25	Telegrammlänge (LGE).....	256
Sollwert analog.....	29	Temperaturüberwachung.....	80
Sollwert Analog.....	10	THD.....	12
Sollwert Binär.....	10	Thermischer Motorschutz.....	55, 209, 269
Sollwert Bus.....	10, 29	Thermischer Schutz.....	9, 55
Sollwert Fern.....	27	Thermistor.....	12, 234
Sollwert fest.....	29	Totzone um Null.....	30
Sollwert Fest.....	10	Transportmaße.....	121, 127
Sollwert Puls.....	10, 29	Trennschalter.....	175, 178, 180, 183, 187, 189, 199, 207
Sollwert speichern.....	28	Typenschild.....	106
Sollwertgrenzen.....	28	<b>U</b>	
Sollwertskalierung.....	29	UL-Normen.....	14
Sollwertverarbeitung.....	27	Umgebungen.....	83
Spannungsniveau.....	80	USB-Anschluss.....	213
Spezifikationen Drehmomentkennlinie.....	79	<b>V</b>	
Spezifikationen Elektrisch.....	62, 69	Verbindung von PC und Frequenzumrichter.....	222
Spezifikationen Kabellängen und Querschnitte.....	79	Verdrahtung.....	171, 195
Spezifikationen Luftzirkulation.....	166	Verdrahtung des Bremswiderstands.....	52
Spezifikationen Motorausgang.....	79	Verdrahtungsdiagramm Baugröße D.....	215
Spezifikationen Netzversorgung.....	79	Verdrahtungsdiagramm Baugröße E.....	216
Spezifikationen Steuerkarte.....	82	Verdrahtungsdiagramm Baugröße F.....	216
Start/Stop mit Reversierung und Festdrehzahlen.....	232	Vergleicher.....	53
Start-/Stopp-Befehl mit „Sicherer Stopp“.....	231	Verkabelungsführung.....	211
Statisches Bremsen.....	48		
Steuerkabel.....	215, 218, 223, 226		

Verknüpfungspunkt.....	227
Vibrationen.....	16
Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes.....	265
Vorsichtsmaßnahmen EMV.....	223
VT-Kennlinie.....	12
SpannungsvektorsteuerungVVCplus.....	12
VVCplus.....	23
VVCplus statische Überlast.....	55

## W

Wand-/Schrankmontage.....	167
Was ist unter der CE-Konformität und -Kennzeichnung zu verstehen?.....	13
Was unter die Richtlinien fällt.....	14
Widerstandsfähigere Leiterplatten.....	251
Wirkungsgrad.....	84
Wohnumgebung, Emissionsanforderungen.....	44

## Z

Ziegler-Nichols-Verfahren.....	41
Zugang zu den Steuerklemmen.....	211
Zulassungen & Zertifizierungen.....	61
Zustandswort.....	268
Zustandswort gemäß PROFIdrive-Profil (STW).....	271
Zwischenkreis.....	54, 85
Zwischenkreisdrosseln.....	84
Zwischenkreiskopplung.....	121, 221, 250





.....  
Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen der angemessenen und zumutbaren Änderungen an seinen Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.  
.....

Danfoss A/S  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

