



# Projektierungshandbuch VLT<sup>®</sup> HVAC Drive FC 102

110-1400 kW





## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs</b>	<b>8</b>
1.1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs	8
1.1.1 Verfügbare Literatur	8
<b>2 Einführung</b>	<b>14</b>
2.1 Sicherheit	14
2.1.1 Sicherheitshinweis	14
2.2 CE-Kennzeichnung	15
2.2.1 CE-Konformität und -Kennzeichnung	15
2.2.2 Was unter die Richtlinien fällt	16
2.2.3 Danfoss Frequenzumrichter und CE-Kennzeichnung	16
2.2.4 Übereinstimmung mit der EMV-Richtlinie 2004/108/EG	16
2.3 Luftfeuchtigkeit	16
2.4 Aggressive Umgebungsbedingungen	16
2.5 Vibrationen und Erschütterungen	17
2.6 Sicher abgeschaltetes Moment	17
2.6.1 Elektrische Klemmen	17
2.6.2 Installation „Sicher abgeschaltetes Moment“	18
2.6.3 Zulassungen & Zertifizierungen	19
2.7 Vorteile	20
2.7.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Regelung von Lüftern und Pumpen	20
2.7.2 Der klare Vorteil: Energieeinsparung	20
2.7.3 Beispiele für Energieeinsparungen	20
2.7.4 Beispiel für Energieeinsparungen	21
2.7.5 Beispiel mit variablem Fluss über ein Jahr	21
2.7.6 Bessere Regelung	22
2.7.7 Korrektur des Leistungsfaktors $\cos \varphi$	23
2.7.8 Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter nicht erforderlich	23
2.7.9 Das Verwenden eines Frequenzumrichters spart Geld	24
2.7.10 Ohne einen Frequenzumrichter	24
2.7.11 Mit einem Frequenzumrichter	25
2.7.12 Anwendungsbeispiele	25
2.7.13 Variabler Luftvolumenstrom	26
2.7.14 Die VLT-Lösung	26
2.7.15 Konstanter Volumenstrom	27
2.7.16 Die VLT-Lösung	27
2.7.17 Kühlturmgebläse	28
2.7.18 Die VLT-Lösung	28

2.7.19 Kondenswasserpumpen	30
2.7.20 Die VLT-Lösung	30
2.7.21 Primärpumpen	31
2.7.22 Die VLT-Lösung	31
2.7.23 Hilfspumpen	33
2.7.24 Die VLT-Lösung	33
<b>2.8 Steuerungsaufbau</b>	<b>34</b>
2.8.1 Steuerprinzip	34
2.8.2 Regelstruktur ohne Rückführung	35
2.8.3 PM/EC+ Motorsteuerung	36
2.8.4 Handsteuerung (Hand On) und Fernsteuerung (Auto On)	36
2.8.5 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung)	37
2.8.6 Istwertverarbeitung	38
2.8.7 Istwertumwandlung	39
2.8.8 Sollwertverarbeitung	40
2.8.9 Beispiel eines PID-Reglers mit Rückführung	41
2.8.10 Programmierreihenfolge	42
2.8.11 Einstellen des Reglers mit Rückführung	43
2.8.12 Manuelle PID-Anpassung	43
<b>2.9 Allgemeine EMV-Aspekte</b>	<b>43</b>
2.9.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen	43
2.9.2 Emissionsanforderungen	45
2.9.3 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)	46
2.9.4 Allgemeine Aspekte zur Oberwellenemission	47
2.9.5 Oberwellenemissionsanforderungen	47
2.9.6 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)	47
2.9.7 Störfestigkeitsanforderungen	48
<b>2.10 Galvanische Trennung (PELV)</b>	<b>50</b>
<b>2.11 Erdableitstrom</b>	<b>51</b>
<b>2.12 Bremsfunktion</b>	<b>52</b>
2.12.1 Auswahl des Bremswiderstands	52
2.12.2 Berechnung des Bremswiderstands	52
2.12.3 Steuerung mit Bremsfunktion	53
2.12.4 Verkabelung des Bremswiderstands	53
<b>2.13 Extreme Betriebszustände</b>	<b>54</b>
<b>3 Auswahl</b>	<b>57</b>
<b>3.1 Optionen und Zubehör</b>	<b>57</b>
3.1.1 Mehrzweck-Eingangs-/Ausgangsmodul MCB 101	57
3.1.2 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4	58
3.1.3 Analoge Spannungseingänge – Klemme X30/10–12	58

3.1.4 Digitalausgänge – Klemme X30/5–7	58
3.1.5 Analogausgänge – Klemme X30/5+8	58
3.1.6 Relais-Option MCB 105	59
3.1.7 24-V-Notstromoption MCB 107 (Option D)	60
3.1.8 Analoge I/O-Option MCB 109	62
3.1.9 MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte	64
3.1.10 Sensoreingangsoption MCB 114	66
3.1.10.1 Elektrische und mechanische Spezifikationen	67
3.1.10.2 Elektrische Verdrahtung	68
3.1.11 Optionen für die Baugröße D	68
3.1.11.1 Zwischenkreiskopplungsklemmen	68
3.1.11.2 Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheiten	68
3.1.11.3 Stillstandsheizung	68
3.1.11.4 Bremschopper	68
3.1.11.5 Netzabschirmung	69
3.1.11.6 Widerstandsfähigere Leiterplatten	69
3.1.11.7 Kühlkörper-Zugangsdeckel	69
3.1.11.8 Netztrennung	69
3.1.11.9 Schütz	69
3.1.11.10 Trennschalter	69
3.1.12 Schaltschrankoptionen für die Baugröße F	69
3.1.13 LCP-Einbausatz	71
3.1.14 Ausgangsfilter	71
<b>4 Bestellen des Frequenzumrichters</b>	<b>72</b>
4.1 Bestellformular	72
4.2 Bestellnummern	77
4.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör	77
4.2.2 Oberwellenfilter (Advanced Harmonic Filters, AHF)	79
4.2.3 Sinusfiltermodule, 380–690 V AC	85
4.2.4 Bestellnummern: dU/dt-Filter	87
4.2.5 Bestellnummern: Bremswiderstände	88
<b>5 Installation</b>	<b>89</b>
5.1 Mechanische Installation	89
5.1.1 Abmessungen	89
5.1.2 Abmessungen, 12-Puls-Geräte	102
5.1.3 Aufstellung	108
5.1.4 Sockelaufstellung bei Baugröße D	108
5.1.5 Sockelaufstellung bei Baugröße F	109
5.1.6 Heben	110

5.1.7 Sicherheitstechnische Anforderungen für die Aufstellung	111
5.2 Elektrische Installation	112
5.2.1 Allgemeine Hinweise zu Kabeln	112
5.2.2 Motorkabel	113
5.2.3 Elektrische Installation von Motorkabeln	113
5.2.4 Vorbereiten von Bodenplatten	114
5.2.5 Kabel-/Rohreinführung – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)	114
5.2.6 Kabel-/Rohreinführung, 12-Puls – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)	118
5.2.7 Stromanschlüsse	121
5.2.8 Stromanschlüsse 12-Puls-Frequenzumrichter	146
5.2.9 Sicherungen	148
5.2.10 Sicherungsangaben	149
5.2.11 Steuerklemmen	150
5.2.12 Steuerkabelklemmen	150
5.2.13 Einfaches Verdrahtungsbeispiel	151
5.2.14 Elektrische Installation, Steuerkabel	152
5.2.15 12-Puls-Steuerkabel	155
5.2.16 Schalter S201, S202 und S801	157
5.3 Abschließende Konfiguration und Test	157
5.4 Zusätzliche Anschlüsse	159
5.4.1 Netztrennschalter	159
5.4.2 Trennschalter	160
5.4.3 Netzschütze	160
5.4.4 Temperaturschalter Bremswiderstand	161
5.4.5 Externe Lüfterversorgung	161
5.4.6 Relaisausgang Baugröße D	161
5.4.7 Relaisausgang Baugrößen E und F	162
5.5 Installation verschiedener Verbindungen	164
5.6 Sicherheit	166
5.6.1 Hochspannungsprüfung	166
5.6.2 Schutzerdung	166
5.7 EMV-gerechte Installation	166
5.7.1 Elektrische Installation – EMV-Schutzmaßnahmen	166
5.7.2 EMV-gerechte Verkabelung	167
5.8 Fehlerstromschutzschalter	169
<b>6 Anwendungsbeispiele</b>	<b>170</b>
6.1.1 Start/Stopp	170
6.1.2 Puls-Start/Stopp	170
6.1.3 Potentiometer-Sollwert	171
6.1.4 Automatische Motoranpassung (AMA)	171

6.1.5 Smart Logic Control	171
6.1.6 Programmierung der Smart Logic Control	172
6.1.7 SLC-Anwendungsbeispiel	173
6.1.8 Einfacher Kaskadenregler	175
6.1.9 Pumpenzuschaltung mit Führungspumpen-Wechsel	176
6.1.10 Systemstatus und Betrieb	176
6.1.11 Schaltbild für Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl	177
6.1.12 Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel	177
6.1.13 Schaltbild für Kaskadenregler	178
6.1.14 Start/Stop-Bedingungen	178
<b>7 Installation und Konfiguration</b>	<b>179</b>
7.1 Installation und Konfiguration	179
7.1.1 Netzwerkverbindung	179
7.1.2 Hardware-Konfiguration	180
7.1.3 Parametereinstellungen für Modbus-Kommunikation	180
7.1.4 EMV-Schutzmaßnahmen	180
7.2 Übersicht zum FC-Protokoll	181
7.3 Netzwerkkonfiguration	181
7.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll	181
7.4.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)	181
7.4.2 Telegrammaufbau	182
7.4.3 Länge (LGE)	182
7.4.4 Adresse (ADR)	182
7.4.5 Datensteuerbyte (BCC)	183
7.4.6 Das Datenfeld	183
7.4.7 Das PKE-Feld	183
7.4.8 Parameternummer (PNU)	185
7.4.9 Index (IND)	185
7.4.10 Parameterwert (PWE)	185
7.4.11 Vom Frequenzrichter unterstützte Datentypen	185
7.4.12 Umwandlung	185
7.4.13 Prozesswörter (PCD)	186
7.5 Beispiele	186
7.5.1 Schreiben eines Parameterwerts	186
7.5.2 Lesen eines Parameterwertes	186
7.6 Übersicht zu Modbus RTU	187
7.6.1 Voraussetzungen	187
7.6.2 Was der Anwender bereits wissen sollte	187
7.6.3 Übersicht zu Modbus RTU	187

7.6.4 Frequenzumrichter mit Modbus RTU	187
7.7 Netzwerkkonfiguration	188
7.7.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU	188
7.8 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke	188
7.8.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU	188
7.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau	188
7.8.3 Start-/Stoppfeld	188
7.8.4 Adressfeld	189
7.8.5 Funktionsfeld	189
7.8.6 Datenfeld	189
7.8.7 CRC-Prüffeld	189
7.8.8 Adressieren von Einzelregistern	189
7.8.9 Steuern des Frequenzumrichters	191
7.8.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes	192
7.8.11 Modbus-Ausnahmecodes	193
7.9 Parameterzugriff	193
7.9.1 Parameterverarbeitung	193
7.9.2 Datenspeicherung	193
7.9.3 IND	193
7.9.4 Textblöcke	193
7.9.5 Umrechnungsfaktor	193
7.9.6 Parameterwerte	193
7.10 Beispiele	194
7.10.1 Spulenzustand lesen (01 HEX)	194
7.10.2 Einzelne Spule erzwingen/schreiben (05 HEX)	194
7.10.3 Mehrere Spulen zwangsetzen/schreiben (0F HEX)	195
7.10.4 Halteregeister lesen (03 HEX)	195
7.10.5 Voreingestelltes, einzelnes Register (06 HEX)	196
7.10.6 Voreingestellte multiple Register (10 HEX)	196
7.11 Danfoss FU-Steuerprofil	197
7.11.1 Steuerwort gemäß FC-Profil (8-10 Steuerprofil = FC-Profil)	197
<b>8 Allgemeine Daten und Fehlerbehebung</b>	<b>200</b>
8.1 Allgemeine technische Daten	200
8.1.1 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC	200
8.1.2 Netzversorgung 3 x 525-690 VAC	203
8.1.3 Spezifikationen zu 12 Puls	207
8.2 Wirkungsgrad	214
8.3 Störgeräusche	215
8.4 Spitzenspannung am Motor	215



8.5 Besondere Betriebsbedingungen	217
8.5.1 Zweck der Leistungsreduzierung	217
8.5.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur	217
8.5.3 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung	219
8.5.4 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck	219
8.5.5 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl	219
8.6 Fehlersuche und -behebung	220
8.6.1 Alarmwörter	225
8.6.2 Warnwörter	226
8.6.3 Erweiterte Zustandswörter	227
8.6.4 Einführung Warnung und Alarm	228
<b>Index</b>	<b>235</b>

# 1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs

## 1.1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs

**VLT® HVAC Drive  
FC102 Baureihen**





Dieses Handbuch beschreibt alle  
VLT® HVAC Drive-Frequenzum-  
richter mit Software-Version 3.9x.  
Die vollständige Software-Versions-  
nummer finden Sie unter  
*15-43 Softwareversion.*

**Tabelle 1.1 Informationen über die Software-Version**

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.

### 1.1.1 Verfügbare Literatur

- Das *VLT® HVAC Drive-Produkt*handbuch ist im Lieferumfang des Geräts enthalten und enthält Informationen zu Installation und Inbetriebnahme.
- Das *VLT® HVAC Drive-Projektierung*shandbuch enthält alle technischen Informationen zum Frequenzumrichter, Baugrößen D, E und F, sowie Informationen zur kundenspezifischen Anpassung und Anwendung.
- Das *VLT® HVAC Drive-Programmierung*shandbuch enthält Informationen über die Programmierung und eine vollständige Beschreibung aller Parameter.
- Anwendungshinweis, Anleitung zur temperaturbedingten Leistungsreduzierung.
- Die PC-gestützte Konfigurationssoftware MCT 10 ermöglicht Ihnen das Konfigurieren des Frequenzumrichters auf einem Windows™-PC.
- Danfoss VLT® Energy Box-Software unter [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/).
- Produkthandbuch VLT® HVAC Drive BACnet.
- Produkthandbuch VLT® HVAC Drive Metasys.
- Produkthandbuch VLT® HVAC Drive FLN.

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)

1.1.2 Zulassungen

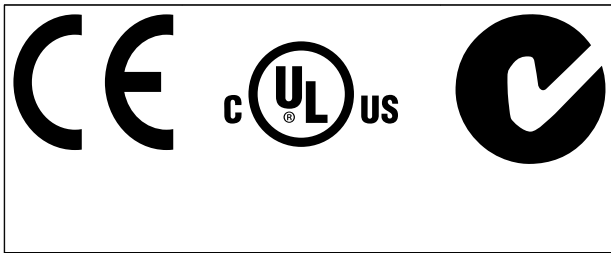


Tabelle 1.2 Konformitätskennzeichnungen: CE, UL und C-Tick

Der Frequenzumrichter erfüllt die Anforderungen des thermischen Gedächtnisses UL508C. Weitere Informationen finden Sie unter Kapitel 2.13.1 *Thermischer Motorschutz*

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.

Wechselstrom	AC
American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß	AWG
Ampere	A
Automatische Motoranpassung	AMA
Stromgrenze	I <sub>LIM</sub>
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 <sub>M,N</sub>
Motornennfrequenz	f <sub>M,N</sub>
Motornennleistung	P <sub>M,N</sub>
Motornennspannung	U <sub>M,N</sub>
Permanentmagnet-Motor	PM Motor
Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage	PELV
Leiterplatte	PCB
Wechselrichter-Nennausgangsstrom	I <sub>INV</sub>
Umdrehungen pro Minute	U/min [UPM]
Generatorische Klemmen	rückspeisefähig
Sekunde	Sek.
Synchrone Motordrehzahl	n <sub>s</sub>
Drehmomentgrenze	T <sub>LIM</sub>
Volt	V
Der maximale Ausgangsstrom	I <sub>VLT,MAX</sub>
Der vom Frequenzumrichter gelieferte Nennausgangsstrom	I <sub>VLT,N</sub>

Tabelle 1.3 In diesem Handbuch verwendete Abkürzungen

**Frequenzumrichter:**

$I_{VLT,MAX}$

Der maximale Ausgangsstrom.

$I_{VLT,N}$

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.

$U_{M,N}$

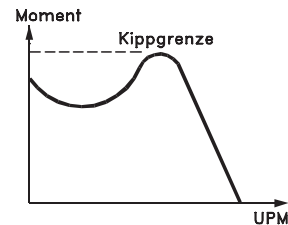
Die Motornennspannung (Typenschilddaten).

**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.

**Einschaltsperrbefehl**

Ein Stoppbefehl, der zur Gruppe 1 der Steuerbefehle gehört.

**Stoppbefehl**

Siehe Parametergruppe Steuerbefehle.

**Sollwerte:**

**Analog Sollwert**

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

**Binärsollwert**

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

**Bussollwert**

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<sub>MAX</sub>**

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<sub>MIN</sub>**

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.  $1 \text{ MCM} \equiv 0,5067 \text{ mm}^2$ .

**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 Motorersatzschaltbildes 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**

Gesamtüberschwingungsgehalt. 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 quittiert 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).

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

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

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

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

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 Einführung

### 2.1 Sicherheit

#### 2.1.1 Sicherheitshinweis

#### **⚠️ WARNUNG**

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

#### Sicherheitsvorschriften

1. Stellen Sie sicher, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker ziehen.
2. Sie können die Taste [Stop/Reset] nicht als Sicherheitsschalter benutzen. Durch diese wird das Gerät nicht vom Netz getrennt.
3. In Übereinstimmung mit den geltenden nationalen und örtlichen Vorschriften:
  - Stellen Sie einen ordnungsgemäßen Schutzleiter am Gerät her
  - Schützen Sie den Benutzer vor der Versorgungsspannung
  - Schützen Sie den Motor vor Überlast
4. Stellen Sie sicher, dass die Erdableitströme 3,5 mA überschreiten.
5. Der Schutz vor Motorüberlastung wird durch *1-90 Motor Thermal Protection* eingestellt. Wünschen Sie diese Funktion, setzen Sie *1-90 Motor Thermal Protection* auf den Datenwert [4] *ETR-Abschaltung* (Standardwert) oder auf den Datenwert [3] *ETR-Warnung*.

#### **HINWEIS**

Die Funktion wird beim 1,16-Fachen des Motornennstroms und der Motornennfrequenz initialisiert. Für den nordamerikanischen Markt: Die ETR-Funktionen bieten einen Motorüberlastschutz der Klasse 20 gemäß NEC.

6. Sie dürfen die Stecker für die Motor- und Netzversorgung nicht entfernen, während der Frequenzumrichter an die Netzspannung angeschlossen ist. Stellen Sie sicher, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker ziehen.
7. Der Frequenzumrichter hat außer L1, L2 und L3 noch weitere Spannungseingänge, wenn eine DC-Zwischenkreiskopplung und eine externe 24-V-DC-Versorgung installiert sind. Stellen Sie sicher, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker abziehen.

#### Installation in großen Höhenlagen

#### **⚠️ WARNUNG**

Wenden Sie sich bei einer Installation in einer Höhe von mehr als 3 km (350–500 V) oder 2 km (525–690 V) hinsichtlich PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) an Danfoss.

#### Warnung vor unerwartetem Anlauf

1. Der Motor kann bei Netzanschluss wie folgt gestoppt werden:
  - digitale Befehle
  - Busbefehle
  - SollwertEinstellung
  - lokaler Stopp

Ein unerwarteter Anlauf kann weiterhin auftreten.

2. Während der Programmierung des VLT-Frequenzumrichters kann der Motor ohne Vorwarnung anlaufen. Aktivieren Sie immer [Stop/Reset] vor der Änderung von Daten.
3. Ein gestoppter Motor kann wieder anlaufen, wenn die folgenden Bedingungen auftreten:
  - Eine Störung in der Elektronik des Frequenzumrichters
  - Eine temporäre Überlast
  - Eine Störung im Versorgungsnetz
  - Eine Unterbrechung des Motoranschlusses

Weitere Sicherheitsrichtlinien sind im Produkthandbuch zu finden.



**⚠️ WARNUNG**

**Entladungszeit**

Die Zwischenkreiskondensatoren des Frequenzumrichters können auch bei abgeschaltetem Frequenzumrichter geladen bleiben. Zur Vermeidung von elektrischen Gefahren müssen die folgenden Schutzmaßnahmen ergriffen:

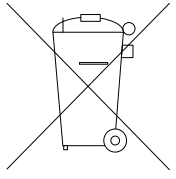
- Trennen Sie die Netzversorgung
- Trennen Sie alle Permanentmagnet-Motoren
- Trennen Sie alle Gleichstromquellen. Dazu zählen eine Batterienotversorgung oder USV sowie Gleichstrom-Zwischenkreisverbindungen mit anderen Geräten

Wenn Sie diese Wartezeit nach Trennen der Netzversorgung vor Wartungs- oder Reparaturarbeiten nicht einhalten, kann dies Tod oder schwere Verletzungen zur Folge haben. Siehe *Tabelle 2.1* für Entladezeiten.

Nennleistung [kW]	380–480 V	525–690 V
110–315	20 Minuten	
45–400		20 Minuten
315–1000	40 Minuten	
450–1200		30 Minuten

Tabelle 2.1 Entladungszeiten des DC-Kondensators

2.1.2 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

2.2 CE-Kennzeichnung

2.2.1 CE-Konformität und -Kennzeichnung

**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 technischen Daten oder die Qualität eines Produkts sagt die CE-Kennzeichnung nichts aus. Frequenzumrichter fallen unter drei EU-Richtlinien:

**Die Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)**

Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion fallen nun unter die Maschinenrichtlinie. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung. Frequenzumrichter ohne Sicherheitsfunktion fallen nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch für den Einsatz in einer Maschine geliefert, so stellt Danfoss Informationen zu Sicherheitsaspekten des Frequenzumrichters zur Verfügung.

**Die 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 von 50–1000 V AC und 75–1500 V DC. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung.

**Die EMV-Richtlinie (2004/108/EG)**

EMV ist die Abkürzung für elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Verträglichkeit bedeutet, dass die gegenseitigen elektronischen Störungen zwischen verschiedenen 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 in *Kapitel 5.7 EMV-gerechte Installation* erklärt. Zusätzlich sind Spezifikationen zu den Normen, die Danfoss-Produkte erfüllen, zu finden. Danfoss bietet die in den technischen Daten angegebenen Filter und weitere Unterstützung zum Erzielen einer optimalen EMV-Sicherheit an.

Fachleute setzen den Frequenzumrichter als komplexes Bauteil ein, 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.

## 2.2.2 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 Frequenzumrichter drei typische Situationen. Siehe Kapitel 2.2.3 Danfoss Frequenzumrichter und CE-Kennzeichnung und Kapitel 2.2.4 Übereinstimmung mit der EMV-Richtlinie 2004/108/EG für CE-Kennzeichnung und EMV-Konformität.

1. Der Frequenzumrichter wird direkt an den Endverbraucher verkauft. Der Frequenzumrichter wird beispielsweise direkt in einem Heimwerkermarkt verkauft. Der Endkunde ist ein Laie, der den Frequenzumrichter in Kombination mit einem Freizeit- oder Haushaltsgerät verwendet. Für derartige Anwendungen bedarf der Frequenzumrichter der CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie.
2. Der Frequenzumrichter ist für die Installation in Anlagen bestimmt, z. B. in Produktionsanlagen oder um eine von Fachleuchten konstruierte und installierte Heizungs- oder Lüftungsanlage. 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. Verwenden Sie Bauteile, Geräte und Systeme, die eine CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie besitzen.
3. Der Frequenzumrichter wird als Teil eines Komplettsystems (z. B. einer Klimaanlage) verkauft. Es wird ein komplettes System angeboten. Das gesamte System muss gemäß der EMV-Richtlinie CE-gekennzeichnet sein. Dies kann der Hersteller entweder durch den Einsatz CE-gekennzeichneter Bauteile gemäß EMV-Richtlinie oder durch Überprüfung der EMV-Eigenschaften des Systems gewährleisten. Das vollständige System muss nicht getestet werden, wenn nur CE-gekennzeichnete Bauteile verwendet werden.

### 2.2.3 Danfoss Frequenzumrichter und CE-Kennzeichnung

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

Das CE-Zeichen kann jedoch viele verschiedene Spezifikationen abdecken. Überprüfen Sie also das CE-Zeichen.

Danfoss versieht die Frequenzumrichter mit einem CE-Zeichen gemäß der Niederspannungsrichtlinie. Wenn der Frequenzumrichter korrekt installiert ist, ist eine Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie garantiert. Zur Bestätigung, dass unsere CE-Kennzeichnung der Niederspannungsrichtlinie entspricht, stellt Danfoss eine Konformitätserklärung aus.

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

Weitere Informationen zur EMV siehe Kapitel 5.7 EMV-gerechte Installation.

Danfoss bietet gerne weitere Unterstützung, damit optimale EMV-Ergebnisse erzielt werden.

### 2.2.4 Übereinstimmung mit der EMV-Richtlinie 2004/108/EG

Fachleute setzen den Frequenzumrichter als komplexes Bauteil ein, 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 2.9 Allgemeine EMV-Aspekte.

## 2.3 Luftfeuchtigkeit

Der Frequenzumrichter wurde zur Erfüllung des Standards IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 9.4.2.2 bei 50 °C entwickelt.

## 2.4 Aggressive Umgebungsbedingungen

Ein Frequenzumrichter besteht aus vielen mechanischen und elektronischen Komponenten. Alle reagieren mehr oder weniger empfindlich auf Umwelteinflüsse.

### **▲VORSICHT**

**Der Frequenzumrichter darf nicht in Umgebungen installiert werden, deren Atmosphäre Flüssigkeiten, Partikel 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**

Installieren Sie die Funktion „Sicherer Stopp“ nur in einem Gehäuse der Schutzart IP54 oder höher (oder einer entsprechenden Umgebung). Dies soll Querschlüsse und Kurzschlüsse zwischen Klemmen, Anschlüssen, Strombahnen und sicherheitsbezogenen Schaltungen durch Fremdbjekte vermeiden.

Flüssigkeiten können sich schwebend in der Luft befinden und im Frequenzumrichter kondensieren. Dadurch können Bauteile und Metallteile korrodieren. Dampf, Öl und Salzwasser können ebenfalls zur Korrosion von Bauteilen und Metallteilen führen. Für solche Umgebungen empfehlen sich Geräte gemäß Schutzart IP54/55. Als zusätzlicher Schutz 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 Partikeln in der Luft. In staubiger Umgebung sind Geräte gemäß Schutzart IP54/55 (NEMA 12) oder ein Schaltschrank für IP00/IP20 (NEMA 1)-Geräte zu empfehlen.

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

Derartige chemische Reaktionen können die elektronischen Bauteile sehr schnell beschädigen. In solchen Umgebungen empfiehlt es sich, das Gerät in einen extern belüfteten Schaltschrank einzubauen, sodass die aggressiven Gase vom Frequenzumrichter ferngehalten werden. Die optionale Beschichtung der Platinen bietet in solchen Bereichen zusätzlichen Schutz.

**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 müssen Sie die Umgebungsluft auf Flüssigkeiten, Partikel und Gase überprüfen, indem Sie bestehende Anlagen in dieser Umgebung auf Einflüsse solcher Stoffe kontrollieren. Typische Anzeichen für über die 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 bei vorhandenen Installationen.

Bauformen D und E können optional einen Kühlkanal aus Edelstahl erhalten, der zusätzlichen Schutz vor aggressiven Umgebungsbedingungen bietet. Jedoch müssen Sie weiterhin für eine ausreichende Belüftung der Innenbauteile des Frequenzumrichters sorgen. Weitere Informationen erhalten Sie von Danfoss.

**2.5 Vibrationen und Erschütterungen**

Der Frequenzumrichter wurde gemäß folgender Normen geprüft:

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

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

**2.6 Sicher abgeschaltetes Moment****2.6.1 Elektrische Klemmen**

Der Frequenzumrichter ist für Installationen mit der Sicherheitsfunktion *Sicher abgeschaltetes Moment* (wie definiert durch Entwurf CD IEC 61800-5-2) oder *Stoppkategorie 0* (wie definiert in EN 60204-1) geeignet.

Er ist für die Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 in EN 954-1 ausgelegt und als dafür geeignet zugelassen. 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 ausreichend sind.

Die typische Reaktionszeit für die Klemme 37 beträgt < 10 ms.

## 2.6.2 Installation „Sicher abgeschaltetes Moment“

Gehen Sie zur Installation einer Stopp-Funktion der Kategorie 0 (EN 60204) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1) folgendermaßen vor:

1. Entfernen Sie die Drahtbrücke (Jumper) zwischen Klemme 37 und 24 V DC. Es reicht nicht aus, die Drahtbrücke nur durchzuschneiden oder durchzubrechen. Sie muss vollständig entfernt werden, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Siehe Drahtbrücke in *Abbildung 2.1*.
2. Schließen Sie Klemme 37 mit einem gegen Kurzschluss geschützten Kabel an die 24-V-DC-Versorgung an. Die 24-V-DC-Versorgung muss durch eine Trennvorrichtung gemäß EN 954-1 Kategorie 3 gesichert sein. Sind die Trennvorrichtung und der Frequenzumrichter im selben Schaltschrank untergebracht, darf auch ein nicht abgeschirmtes Kabel verwendet werden.

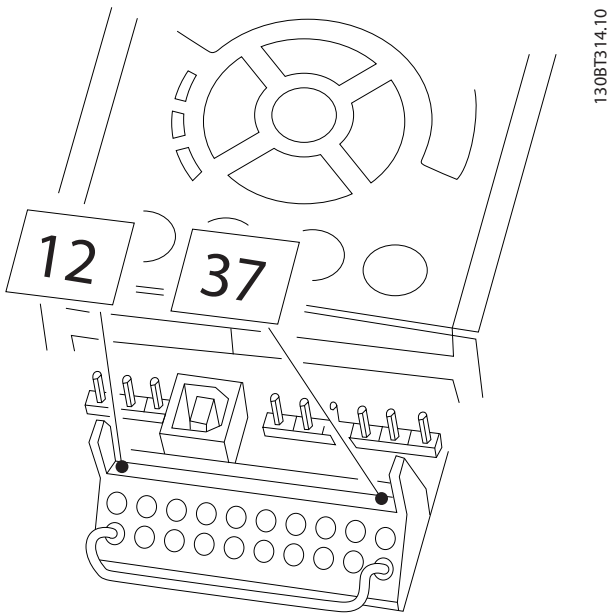


Abbildung 2.1 Drahtbrücke zwischen Klemme 37 und 24 V DC

Abbildung 2.2 zeigt als Beispiel eine Anwendung mit Stopp der Kategorie 0 (EN 60204-1) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1). Durch Öffnen eines Türkontakts wird der Stromkreis unterbrochen. Die Abbildung zeigt auch, wie eine nicht sicherheitsgerichtete Hardware-Freilauffunktion geschaltet wird.

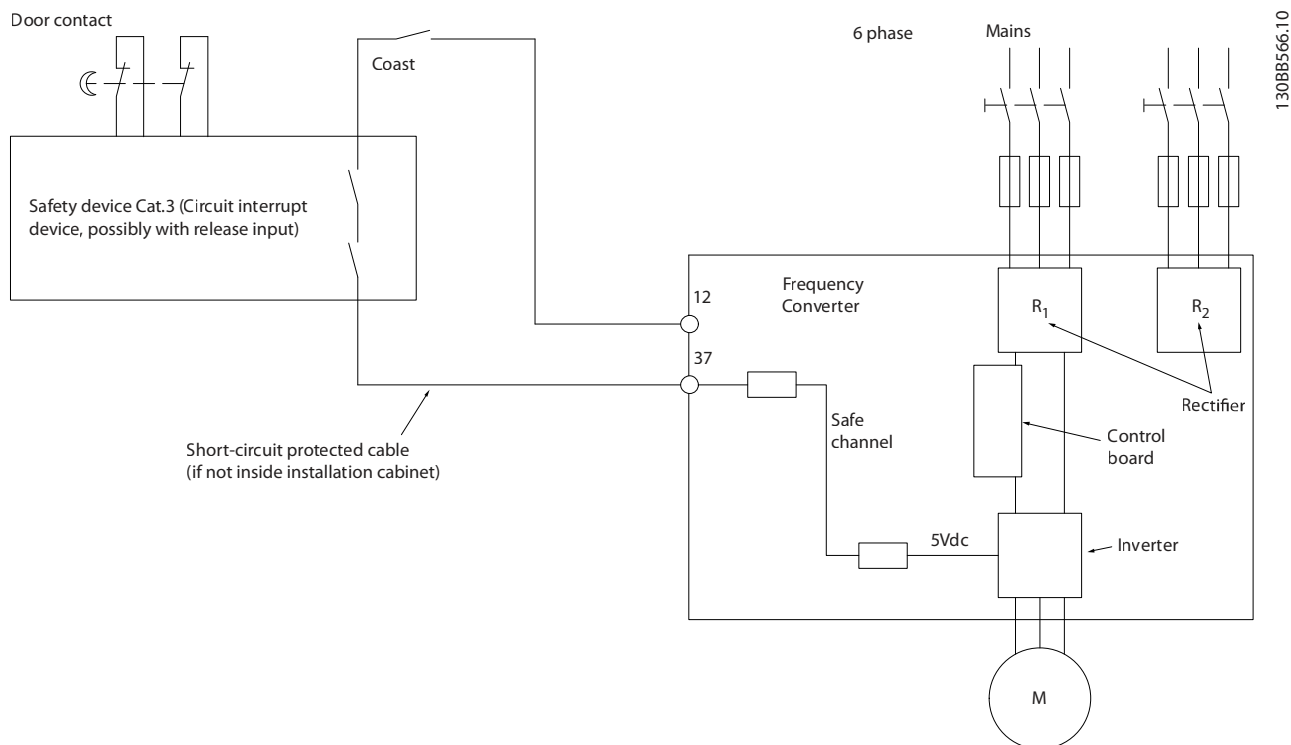


Abbildung 2.2 Installation mit der Stoppkategorie 0 und der Sicherheitskategorie 3

**⚠ VORSICHT**

IT-Netz

Schließen Sie 400-V-Frequenzumrichter mit EMV-Filtern nicht an ein Stromnetz mit einer Spannung zwischen Phase und Erde von mehr als 440 V an. Bei IT-Netzen und Dreieck-Erde-Netzen (geerdeter Zweig) darf die Netzspannung 440 V zwischen Phase und Erde überschreiten.

2.6.3 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).

## 2.7 Vorteile

### 2.7.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Regelung von Lüftern und Pumpen

Der Frequenzumrichter nutzt die Tatsache, dass Zentrifugallüfter und Kreiselpumpen den Proportionalitätsgesetzen für solche Anwendungen folgen. Nähere Informationen finden Sie im Abschnitt *Kapitel 2.7.3 Beispiele für Energieeinsparungen*.

### 2.7.2 Der klare Vorteil: Energieeinsparung

Der klare Vorteil beim Einsatz eines Frequenzumrichters zur Drehzahlregelung von Lüftern oder Pumpen sind die erreichbaren Einsparungen im Hinblick auf den Energieverbrauch.

Im Vergleich zu alternativen Regelsystemen bietet ein Frequenzumrichter die höchste Energieeffizienz zur Regelung von Lüftungs- und Pumpenanlagen.

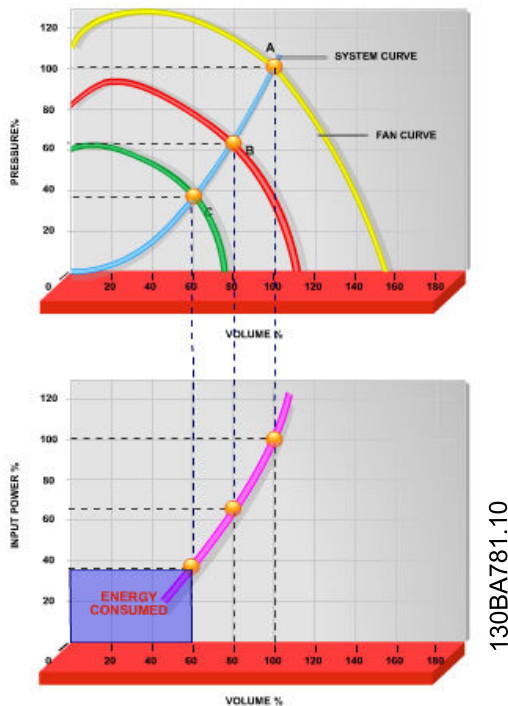


Abbildung 2.3 Energieeinsparungen mit reduzierter Lüfterkapazität

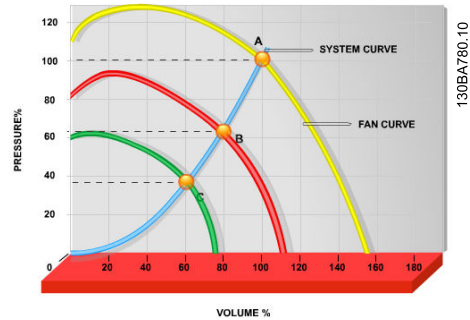


Abbildung 2.4 Lüfterkurven für reduzierte Lüftervolumen.

### 2.7.3 Beispiele für Energieeinsparungen

Wie in *Abbildung 2.5* beschrieben wird der Durchfluss durch Änderung der UPM geregelt. Durch Reduzierung der Drehzahl um nur 20 % gegenüber der Nenndrehzahl wird der Durchfluss um 20 % reduziert. Der Durchfluss ist direkt proportional zur Drehzahl. Der Stromverbrauch wird dagegen um 50 % reduziert.

Soll die Anlage an nur sehr wenigen Tagen im Jahr einen Durchfluss erzeugen, der 100 % entspricht, jedoch im Durchschnitt unter 80 % des Nenndurchflusswertes, so erreicht man eine Energieeinsparung von mehr als 50 %.

Abbildung 2.5 beschreibt die Abhängigkeit von Durchfluss, Druck und Leistungsaufnahme von der Drehzahl.

Q = Durchfluss	P = Leistung
Q <sub>1</sub> = Nenndurchfluss	P <sub>1</sub> = Nennleistung
Q <sub>2</sub> = Gesenkter Durchfluss	P <sub>2</sub> = Gesenkte Leistung
H = Druck	n = Drehzahlregelung
H <sub>1</sub> = Nenndruck	n <sub>1</sub> = Nenndrehzahl
H <sub>2</sub> = Gesenkter Druck	n <sub>2</sub> = Gesenkte Drehzahl

Tabelle 2.3 Proportionalitätsgesetze

$$\text{Durchfluss: } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{Druck: } \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\text{Leistung: } \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

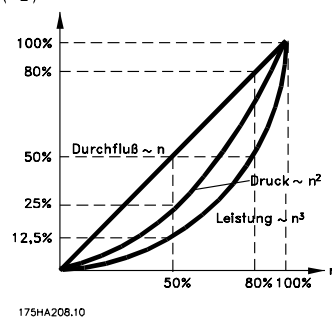


Abbildung 2.5 Proportionalitätsgesetze

### 2.7.4 Beispiel für Energieeinsparungen

Mit der Frequenzumrichter-Lösung von Danfoss können größere Energieeinsparungen erzielt werden als mit herkömmlichen Energiesparlösungen. Der Frequenzumrichter kann die Lüfterdrehzahl entsprechend der thermischen Belastung des Systems steuern. Weiterhin kann der Frequenzumrichter die Funktion eines Gebäudeleitsystems (BMS) übernehmen.

Das Diagramm (Abbildung 2.6) zeigt die typischen Energieeinsparungen, die mit drei wohlbekannten Lösungen möglich sind, wenn das Lüftervolumen auf 60 % reduziert wird.

Wie im Diagramm dargestellt, können in typischen Anwendungen mehr als 50 % Energie eingespart werden.

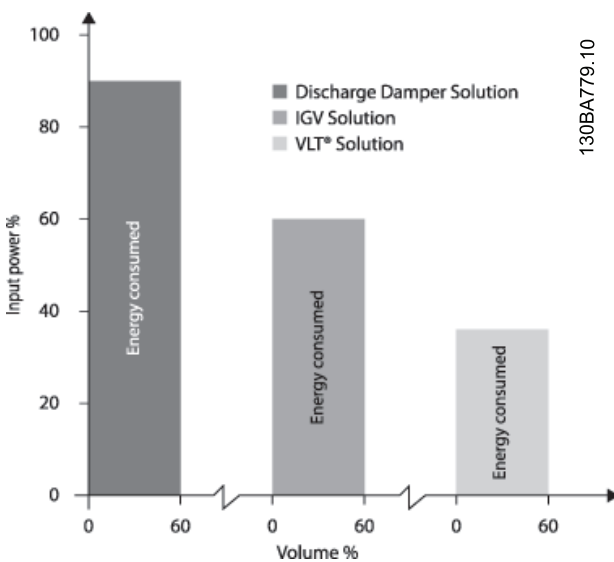


Abbildung 2.6 Drei übliche Systeme zur Einsparung von Energie

Durch Entladungsdämpfer wird die Leistungsaufnahme leicht gesenkt. Durch Leitschaukeln ist eine Reduzierung um 40 % möglich; deren Installation ist allerdings kostspielig. Mit der leicht zu installierenden Frequenzumrichter-Lösung von Danfoss wird der Energieverbrauch um über 50 % reduziert.

### 2.7.5 Beispiel mit variablem Fluss über ein Jahr

Tabelle 2.4 basiert auf einer Pumpenkennlinie berechnet, die von einem Pumpendatenblatt stammt. Das erzielte Ergebnis zeigt Energieeinsparungen von über 50 % bei der gegebenen Durchflussverteilung über ein Jahr. Die Amortisationszeit hängt vom Preis pro kWh sowie vom Preis des Frequenzumrichters ab. In diesem Beispiel beträgt sie weniger als ein Jahr im Vergleich zu Ventilen und konstanter Drehzahl.

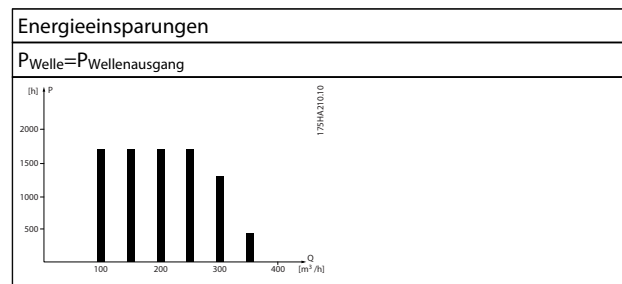


Tabelle 2.4 Durchflussverteilung über ein Jahr

m <sup>3</sup> /h	Verteilung		Ventilregelung		Steuerung/Regelung	
	%	Stunden	Leistungs- A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	Verbrauch kWh	Leistungs- A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	Verbrauch kWh
350	5	438	42,5	18,615	42,5	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0	40,296	3,5	6,132
Σ	100	8760		275,064		26,801

Tabelle 2.5 Energieeinsparungen – Berechnung

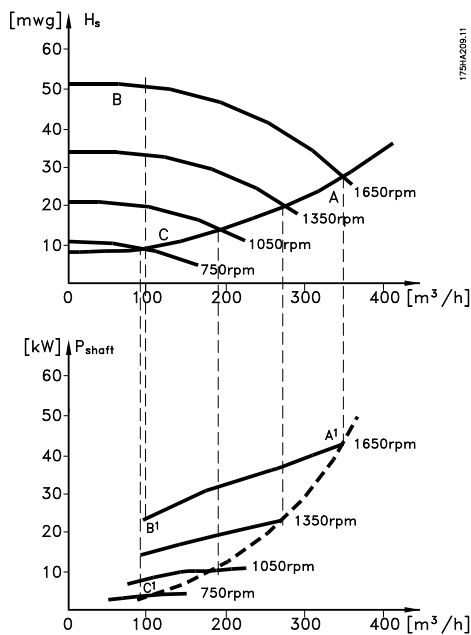


Abbildung 2.7 Energieeinsparung bei einer Pumpenanwendung

### 2.7.6 Bessere Regelung

Durch den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Durchfluss- oder Druckregelung ergibt sich ein Regelsystem, das sich sehr genau regulieren lässt.

Mithilfe eines Frequenzumrichters kann die Drehzahl eines Lüfters oder einer Pumpe stufenlos geändert werden, sodass sich auch eine stufenlose Regelung des Durchflusses und des Drucks ergibt.

Darüber hinaus passt ein Frequenzumrichter die Lüfter- oder Pumpendrehzahl schnell an die geänderten Durchfluss- oder Druckbedingungen in der Anlage an.

Einfache Prozessregelung (Durchfluss, Pegel oder Druck) über integrierten PID-Regler.



### 2.7.7 Korrektur des Leistungsfaktors $\cos \varphi$

In der Regel liefert der VLT<sup>®</sup> HVAC Drive mit einem  $\cos \varphi$  von 1 eine Korrektur des Leistungsfaktors für den  $\cos \varphi$  des Motors. Damit muss der  $\cos \varphi$  des Motors bei der Dimensionierung der Kompensationsanlage nicht mehr berücksichtigt werden.

### 2.7.8 Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter nicht erforderlich

Wenn größere Motoren gestartet werden, müssen in vielen Ländern Geräte verwendet werden, die den Startstrom begrenzen. In konventionelleren Systemen sind Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter weit verbreitet. Solche Motorstarter sind bei Verwendung eines Frequenzumrichters nicht erforderlich.

Wie in *Abbildung 2.8* gezeigt, benötigt ein Frequenzumrichter nicht mehr als den Nennstrom.

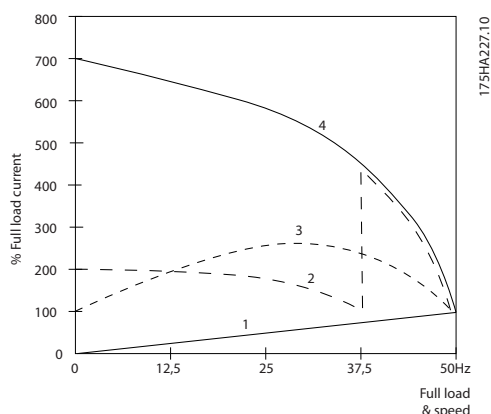


Abbildung 2.8 Stromverbrauch bei Verwendung eines Frequenzumrichters

1 = VLT <sup>®</sup> HVAC Drive
2 = Stern-/Dreieckstarter
3 = Softstarter
4 = Start direkt am Netz

Tabelle 2.6 Legende zu *Abbildung 2.8*

### 2.7.9 Das Verwenden eines Frequenzumrichters spart Geld

Der Frequenzumrichter macht einige Geräte überflüssig, die ansonsten eingesetzt werden würden. Die Höhe der Kosten für die Aufstellung der beiden Anlagen lässt sich berechnen. Die beiden in *Abbildung 2.9* und *Abbildung 2.10* gezeigten Systeme können in etwa zum gleichen Preis eingerichtet werden.

### 2.7.10 Ohne einen Frequenzumrichter

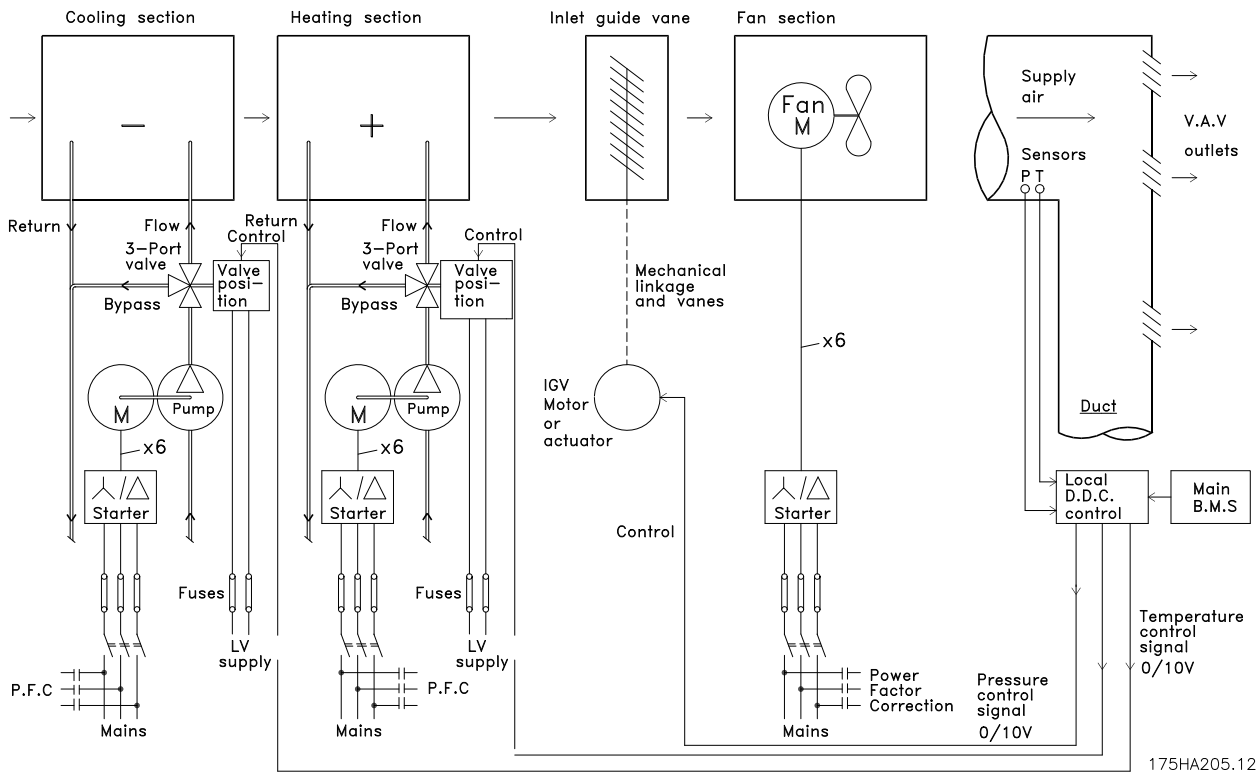


Abbildung 2.9 Herkömmliches Lüftersystem

DDC	Direkte digitale Regelung
VVS	Variabler Luftvolumenstrom
Sensor P	Druck
EMS	Energiemanagementsystem
Sensor T	Temperatur

Tabelle 2.7 Legende zu *Abbildung 2.9*

### 2.7.11 Mit einem Frequenzumrichter

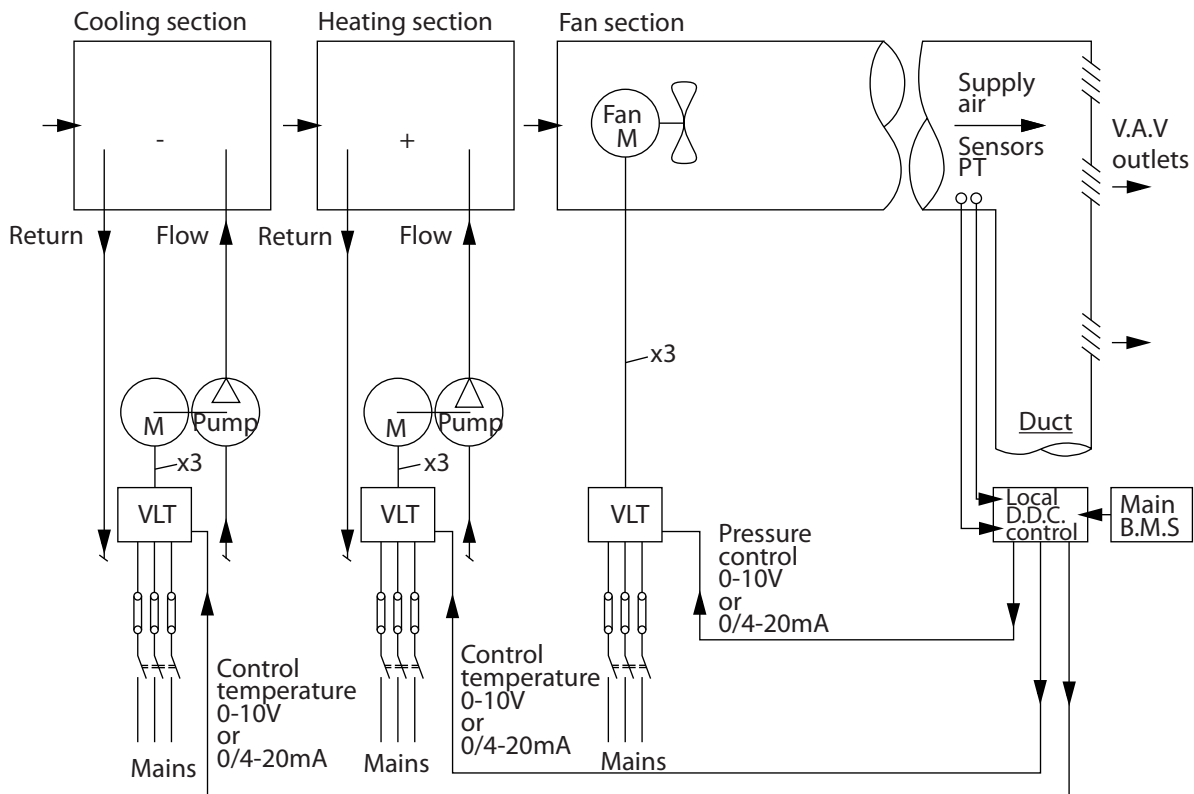


Abbildung 2.10 Durch Frequenzumrichter geregeltes Lüftungssystem

### 2.7.12 Anwendungsbeispiele

Auf den folgenden Seiten finden Sie einige typische Anwendungsbeispiele aus dem Bereich HLK. Wenn Sie weitere Informationen zu einer Anwendung benötigen, können Sie bei Ihrem Danfoss-Lieferanten einen Anwendungshinweis bestellen, auf dem die Anwendung komplett beschrieben ist.

- Variabler Luftvolumenstrom: Verbesserung von VVS-Lüftungsanlagen
- Konstanter Volumenstrom: Verbesserung von KVS-Lüftungsanlagen
- Kühlturmgebläse: Verbesserung der Lüftersteuerung an Kühltürmen
- Kondenswasserpumpen: Verbesserung von Kondenswasserpumpensystemen
- Primärpumpen: Verbesserung von Primärpumpen in Primär-/Sekundärsystemen
- Hilfspumpen: Verbesserung der Hilfspumpen in Primär-/Sekundärsystemen

### 2.7.13 Variabler Luftvolumenstrom

2

Systeme mit variablem Luftvolumenstrom (VVS) dienen zur Regelung der Lüftungs- und Temperaturverhältnisse in Gebäuden. Zentrale VVS-Systeme gelten dabei als die energiesparendste Methode zur Gebäudeklimatisierung. Zentrale Systeme sind effizienter als dezentrale Systeme.

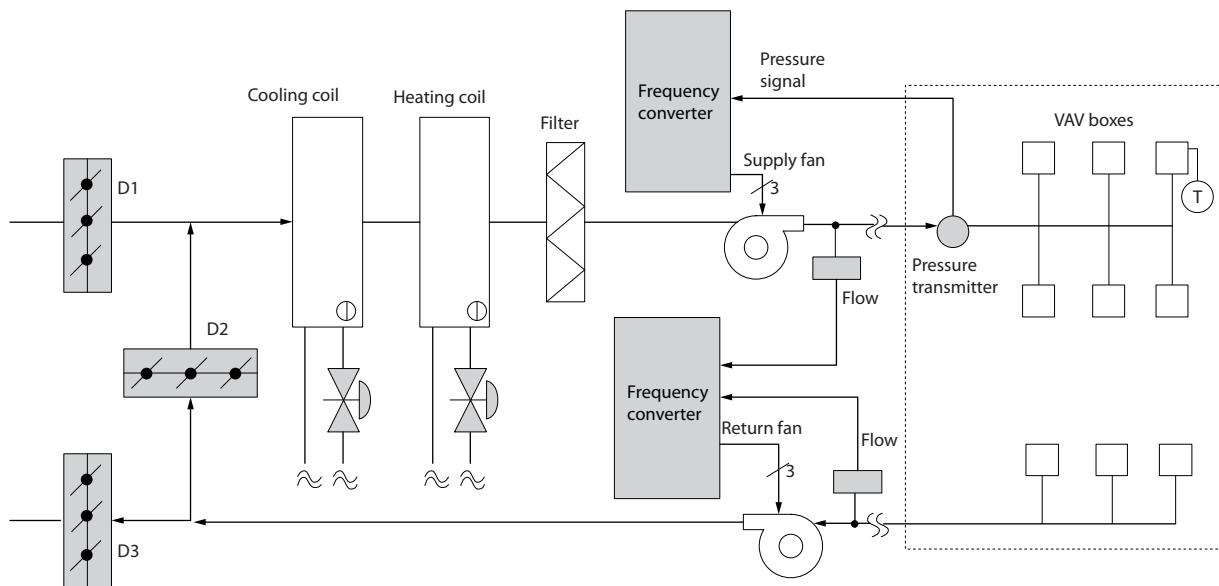
Der höhere Wirkungsgrad ergibt sich aus der Nutzung größerer Kühllüfter und Kälteanlagen, die einen sehr viel höheren Wirkungsgrad haben als kleine Motoren und verzweigte luftgekühlte Kälteanlagen. Außerdem trägt der geringere Wartungsaufwand zur Kostensenkung bei.

### 2.7.14 Die VLT-Lösung

Während Dämpfer und IGVs dafür sorgen, dass der Druck im Leitungssystem konstant bleibt, kann durch eine Frequenzumrichter-Lösung viel mehr Energie eingespart und die Installation weniger komplex gehalten werden. Statt einen künstlichen Druckabfall zu erzeugen oder den Wirkungsgrad des Lüfters zu senken, senkt der Frequenzumrichter die Lüfterdrehzahl, um den vom System geforderten Fluss und Druck zur Verfügung zu stellen.

Zentrifugalgeräte wie Lüfter senken den von ihnen produzierten Druck und Fluss, während ihre Drehzahl sinkt. Die Leistungsaufnahme wird gesenkt.

Der Abluftventilator wird laufend überwacht bzw. geregelt, um eine gleichbleibende Strömungsdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf aufrechtzuerhalten. Bei Einsatz des hochmodernen PID-Reglers des HVAC-Frequenzumrichters kann auf zusätzliche Regler verzichtet werden.



130BB455.10

Abbildung 2.11 In einem VVS-System eingesetzte Frequenzumrichter

### 2.7.15 Konstanter Volumenstrom

Systeme für konstanten Volumenstrom (KVS) sind zentrale Lüftungsanlagen, die zur Belüftung großer Gemeinschaftsbereiche mit geringen Mengen temperierter Frischluft eingesetzt werden. Sie waren die Vorläufer der variablen Luftsysteme und sind auch in älteren, gewerblich genutzten Mehrzonengebäuden zu finden. Diese Systeme heizen Frischluft mit Klimageräten vor, die mit Heizspulen ausgestattet sind. Viele werden auch zur Klimatisierung von Gebäuden eingesetzt und verfügen daher auch über eine Kühlspule. Gebläsekonvektoren werden häufig verwendet, um die Heiz- und Kühlanforderungen in den einzelnen Zonen zu unterstützen.

### 2.7.16 Die VLT-Lösung

Mit einem Frequenzumrichter sind erhebliche Energieeinsparungen bei gleichzeitiger angemessener Regelung des Gebäudes möglich. Temperatur- oder CO<sub>2</sub>-Sensoren können für Istwertsignale an Frequenzumrichter verwendet werden. Ganz gleich, ob Temperatur, Luftqualität oder beides gesteuert werden soll – bei einem konstanten Volumenstromsystem kann der Regelbetrieb den jeweiligen Verhältnissen im Gebäude angepasst werden. Je weniger Menschen sich im geregelten Bereich befinden, desto weniger Frischluft wird benötigt. Der CO<sub>2</sub>-Sensor misst niedrigere Werte und senkt die Drehzahl der Versorgungslüfter. Der Rückführungslüfter moduliert zur Aufrechterhaltung eines statischen Drucksollwerts oder einer festgelegten Differenz zwischen der Stromversorgung und Rückführungsluftströmen.

Die Anforderungen zur Temperaturregelung variieren je nach Außentemperatur und der Personenzahl im geregelten Bereich. Wenn die Temperatur unter den Sollwert absinkt, kann der Versorgungslüfter die Drehzahl verringern. Der Rückführungslüfter moduliert zur Aufrechterhaltung eines statischen Drucksollwerts. Durch Reduzierung der Luftströmung wird auch die zur Beheizung oder Kühlung der Luft aufgewendete Energie verringert, was weitere Einsparungen zur Folge hat. Verschiedene Funktionen des dedizierten Danfoss HVAC-Frequenzumrichters können zur Verbesserung der Leistung des CAV-Systems verwendet werden. Ein Problem bei der Regelung eines Lüftungssystems ist schlechte Luftqualität. Die programmierbare Mindestfrequenz kann zur Aufrechterhaltung einer Mindestmenge an Versorgungsluft unabhängig vom Ist- oder Sollwertsignal eingestellt werden. Der Frequenzumrichter beinhaltet auch einen 3-Zonen- und 3-Sollwert-PID-Regler, was eine Überwachung der Temperatur und Luftqualität ermöglicht. Der Frequenzumrichter wird auch dann, wenn die Temperaturanforderungen erfüllt sind, für eine ausreichende Luftzufuhr sorgen, um auch die Anforderungen an die Luftqualität zu erfüllen. Der Regler kann zwei Istwertsignale zur Regelung des Rückführungslüfters überwachen und vergleichen und gleichzeitig einen festgelegten Differenzialluftstrom zwischen der Versorgung und der Rückführungsleitung aufrechterhalten.

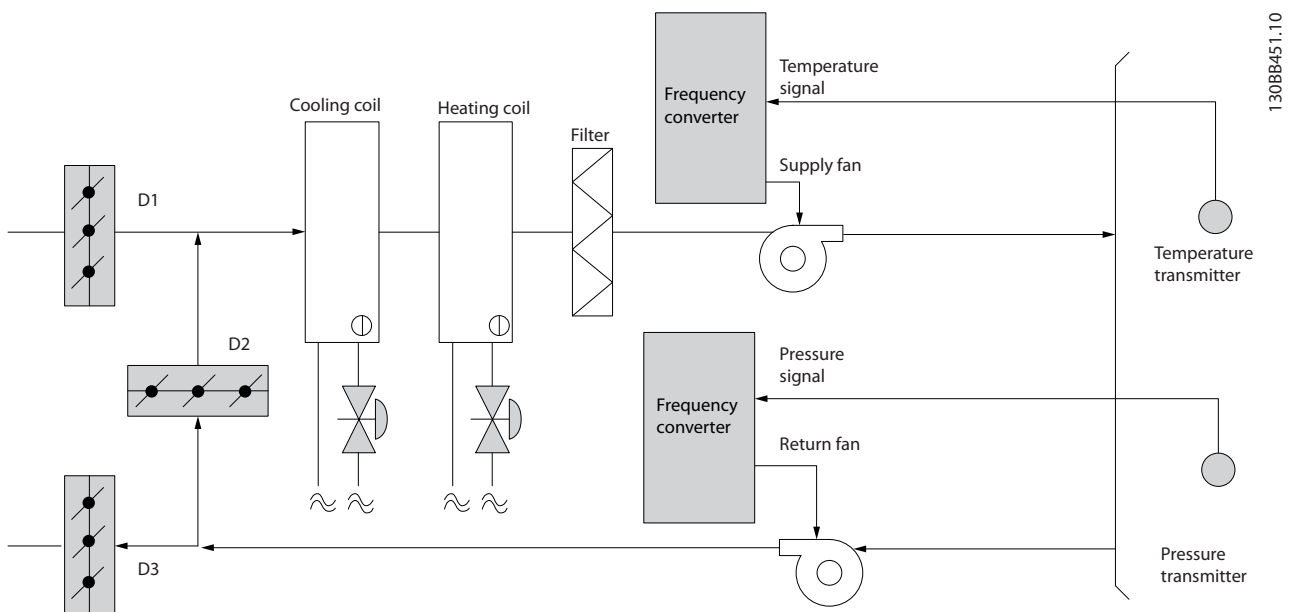


Abbildung 2.12 Ein in einem KVS-System eingesetzter Frequenzumrichter

### 2.7.17 Kühlturmgebläse

Kühlturmgebläse dienen zur Kühlung von Kondensatorwasser in wassergekühlten Kälteanlagen. Diese sind am effizientesten, wenn es um die Kaltwasserbereitung geht - sie sind bis zu 20 % effizienter als luftgekühlte Anlagen. Je nach den klimatischen Verhältnissen sind Kühltürme häufig die energiesparendste Methode zur Kühlung des Kondensatorwassers wassergekühlter Kühlanlagen.

Kühltürme kühlen das Kondenswasser durch Verdunstung.

Um die Oberfläche des Kondensatorwassers zu vergrößern, wird dieses in den Kühlturm gesprüht. Das Kühlturmgebläse führt Luft durch den Füllbereich und unterstützt damit die Verdunstung des Wassers. Durch die Verdunstung wird dem Wasser Energie entzogen, was eine Temperatursenkung bewirkt. Das gekühlte Wasser wird im Kühlturmbecken aufgefangen, von wo es wieder in den Kondensator der Kühlanlage zurückgepumpt wird. Danach wiederholt sich der Kreislauf.

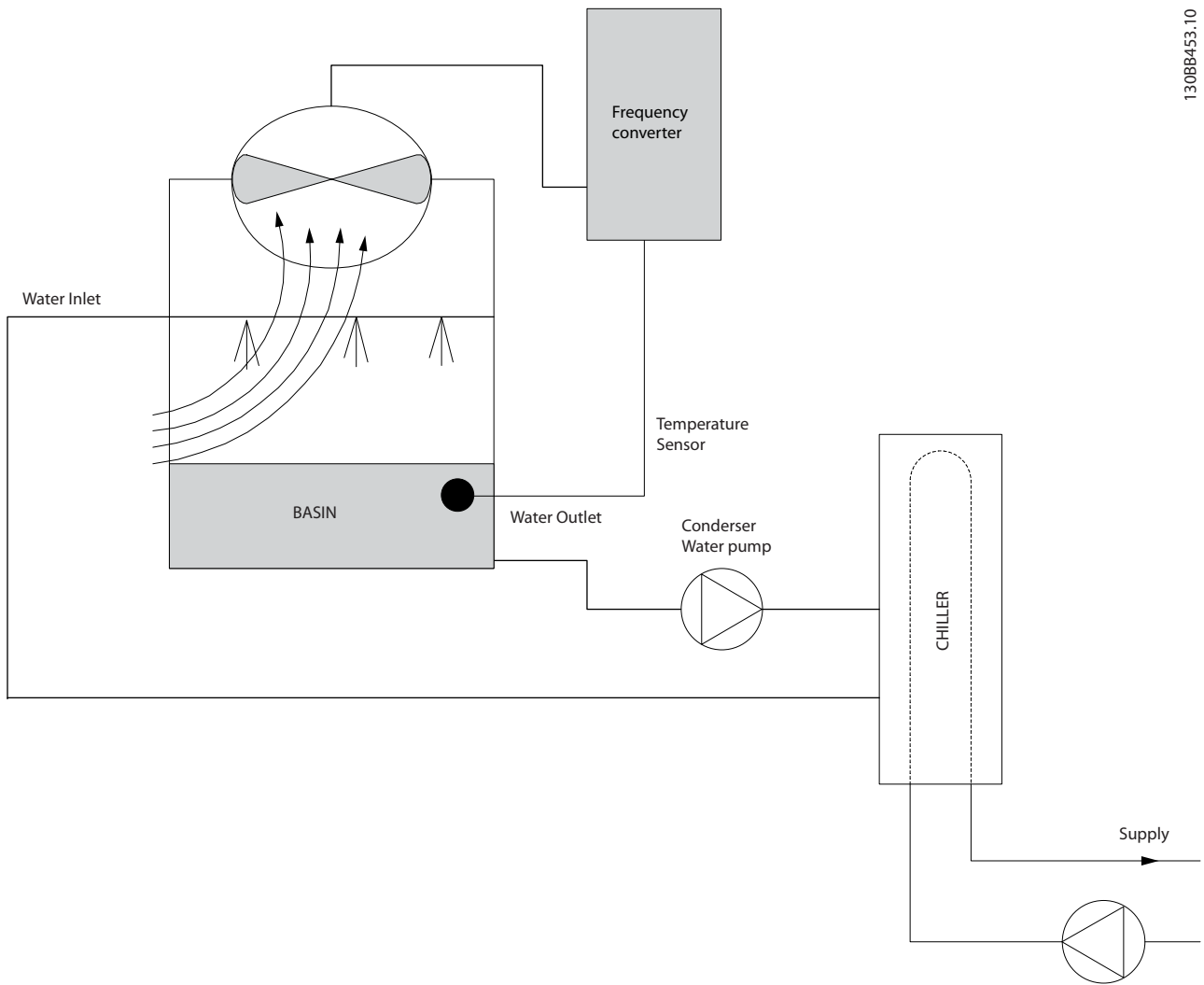
### 2.7.18 Die VLT-Lösung

Mit einem Frequenzumrichter können die Kühlturmlüfter auf die erforderliche Drehzahl zur Aufrechterhaltung der Kondensatorwassertemperatur geregelt werden. Die Frequenzumrichter können auch zum Ein- und Ausschalten des Lüfters nach Bedarf verwendet werden.

Wenn die Drehzahl der Kühlturmlüfter bei einem Danfoss HVAC-Frequenzumrichter unter einen bestimmten Wert absinkt, reduziert sich der Kühleffekt. Bei Verwendung eines Getriebes zur Frequenzregelung des Turmlüfters kann eine Mindestdrehzahl von 40 bis 50 % erforderlich sein.

Die kundenseitig programmierbare Mindestfrequenz ermöglicht die Aufrechterhaltung der Mindestdrehzahl auch dann, wenn der Istwert oder der Drehzahlsollwert eigentlich niedrigere Drehzahlen bewirken sollten.

Der Frequenzumrichter kann als Standardfunktion so programmiert werden, dass er in einen „Schlafmodus“ wechselt und der Lüfter stoppt, bevor eine höhere Drehzahl erforderlich ist. Außerdem haben einige Kühlturmlüfter unerwünschte Frequenzen, die zu Schwingungen führen können. Diese Frequenzen lassen sich durch Frequenzabblendung im Frequenzumrichter leicht vermeiden.



13.08B453.10

2

Abbildung 2.13 Bei einem Kühlturmgebläse eingesetzte Frequenzumrichter

2

2.7.19 Kondenswasserpumpen

Kondenswasserpumpen werden hauptsächlich zur Wasserzirkulation durch den Kondensatorteil wassergekühlter Kühlanlagen und den dazugehörigen Kühlturm eingesetzt. Das Kondenswasser nimmt die Wärme aus dem Kondensator in sich auf und gibt sie im Kühlturm wieder ab. Diese Systeme sind am effizientesten, wenn es um die Kaltwasserbereitung geht - sie sind bis zu 20 % effizienter als luftgekühlte Anlagen.

2.7.20 Die VLT-Lösung

Ein Frequenzumrichter kann als Ergänzung zu Kondenswasserpumpen eingesetzt werden, um das Drosselventil und/oder eine Trimmung der Pumpenlaufräder zu ersetzen.

Durch den Einsatz eines Frequenzumrichters anstelle eines Drosselventils wird die Energie eingespart, die ansonsten durch das Ventil aufgenommen würde. Das Einsparpotenzial kann dabei mindestens 15-20 % ausmachen. Die Trimmung des Pumpenlaufrads lässt sich nicht rückgängig machen: Wenn sich daher die Bedingungen ändern und ein höherer Durchfluss erforderlich ist, muss das Laufrad ausgetauscht werden.

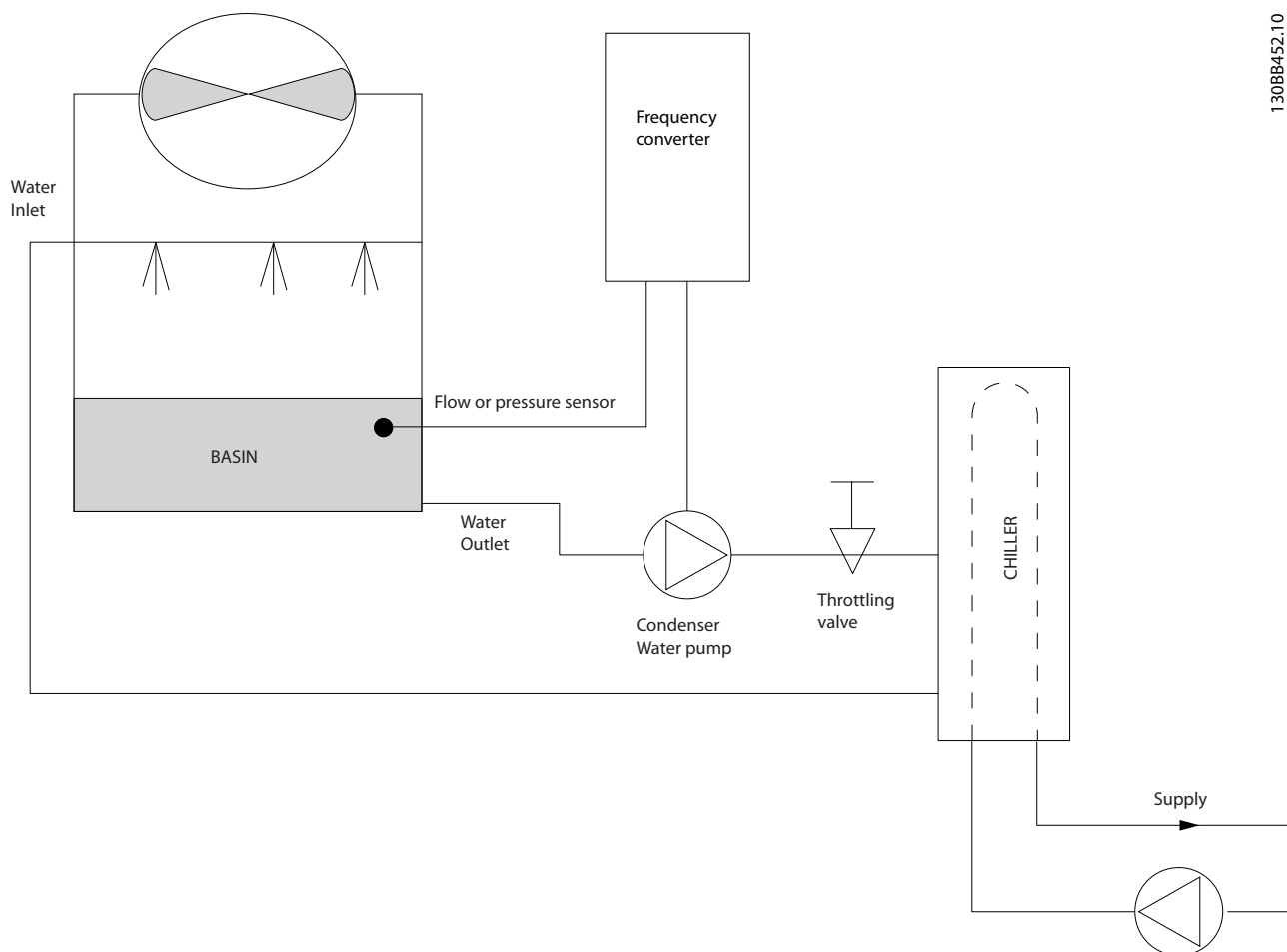


Abbildung 2.14 Mit einer Kondenswasserpumpe eingesetzter Frequenzumrichter



### 2.7.21 Primärpumpen

Primärpumpen in einem Primär-/Sekundärpumpensystem können zur Aufrechterhaltung einer konstanten Strömung durch Geräte eingesetzt werden, bei denen sich Betrieb und Steuerung im Falle schwankender Strömungen schwierig gestalten. Das primäre/sekundäre Pumpsystem bietet eine Trennung von „primärem“ Produktionskreis und „sekundärem“ Verteilerkreis. Durch die Trennung kann der Auslegungsdurchfluss z. B. in Kühlern konstant bleiben und die Geräte ordnungsgemäß arbeiten, während gleichzeitig die Strömung im restlichen System variieren kann.

Wenn die Verdampfer-Strömungsgeschwindigkeit in einem Kühler abnimmt, tritt bei dem zu kühlenden Wasser eine Überkühlung ein. Im Zuge davon versucht der Kühler, seine Kühlleistung zu verringern. Wenn die Strömungsgeschwindigkeit weit genug oder zu schnell absinkt, kann der Kühler seine Last nicht schnell genug abwerfen, und durch die geringere Verdampfungstemperatur des Kühlers wird der Kühler sicherheitshalber abgeschaltet; ein manuelles Quittieren ist notwendig. Dieser Fall tritt häufiger in großen Anlagen ein, besonders dann, wenn zwei oder mehr Kühler parallel geschaltet sind und eine Primär-/Sekundärpumpenfunktion nicht eingesetzt wird.

### 2.7.22 Die VLT-Lösung

Je nach Größe des Systems und des Primärkreislaufs kann der Energieverbrauch des Primärkreislaufs sehr groß werden.

Ein Frequenzumrichter kann als Ergänzung zum Primärsystem eingesetzt werden, um das Drosselventil und/oder eine Trimmung der Pumpenlaufräder zu ersetzen und auf diese Weise die Betriebskosten zu senken. Zwei Regelverfahren sind dabei gebräuchlich:

Beim ersten Verfahren wird ein Durchflussmesser genutzt. Da die gewünschte Strömungsgeschwindigkeit bekannt und konstant ist, kann am Auslass jedes Kühlers ein Durchflussmesser installiert und zur direkten Steuerung der Pumpe eingesetzt werden. Mithilfe des eingebauten PID-Reglers wird der Frequenzumrichter stets die passende Strömungsgeschwindigkeit aufrecht erhalten und sogar den sich ändernden Widerstand im Primärrohrkreislauf ausgleichen, wenn Kühler und ihre Pumpen zu- und abgeschaltet werden.

Bei der anderen Methode handelt es sich um die örtliche Drehzahlbestimmung, bei der der Bediener einfach die Ausgangsfrequenz herabsetzt, bis der Auslegungsdurchfluss erreicht ist.

Das Benutzen eines Frequenzumrichters zur Senkung der Pumpendrehzahl ähnelt dem Trimmen der Pumpenlaufräder, außer dass der Pumpenwirkungsgrad höher bleibt. Man verringert einfach die Pumpendrehzahl, bis der richtige Durchfluss erreicht ist, und hält danach die entsprechende Drehzahl konstant. Bei jedem Zuschalten des Kühlers arbeitet die Pumpe mit dieser Drehzahl. Da der Primärkreislauf keine Regelventile oder sonstigen Vorrichtungen hat, die die Systemkurve beeinflussen könnten, und die durch Zu- und Abschalten von Kühlern hervorgerufenen Schwankungen geringfügig sind, ist eine solche konstante Drehzahl angemessen. Falls die Strömungsgeschwindigkeit im System später erhöht werden muss, kann der Frequenzumrichter einfach die Pumpendrehzahl erhöhen, sodass kein neues Pumpenlaufrad erforderlich ist.

2

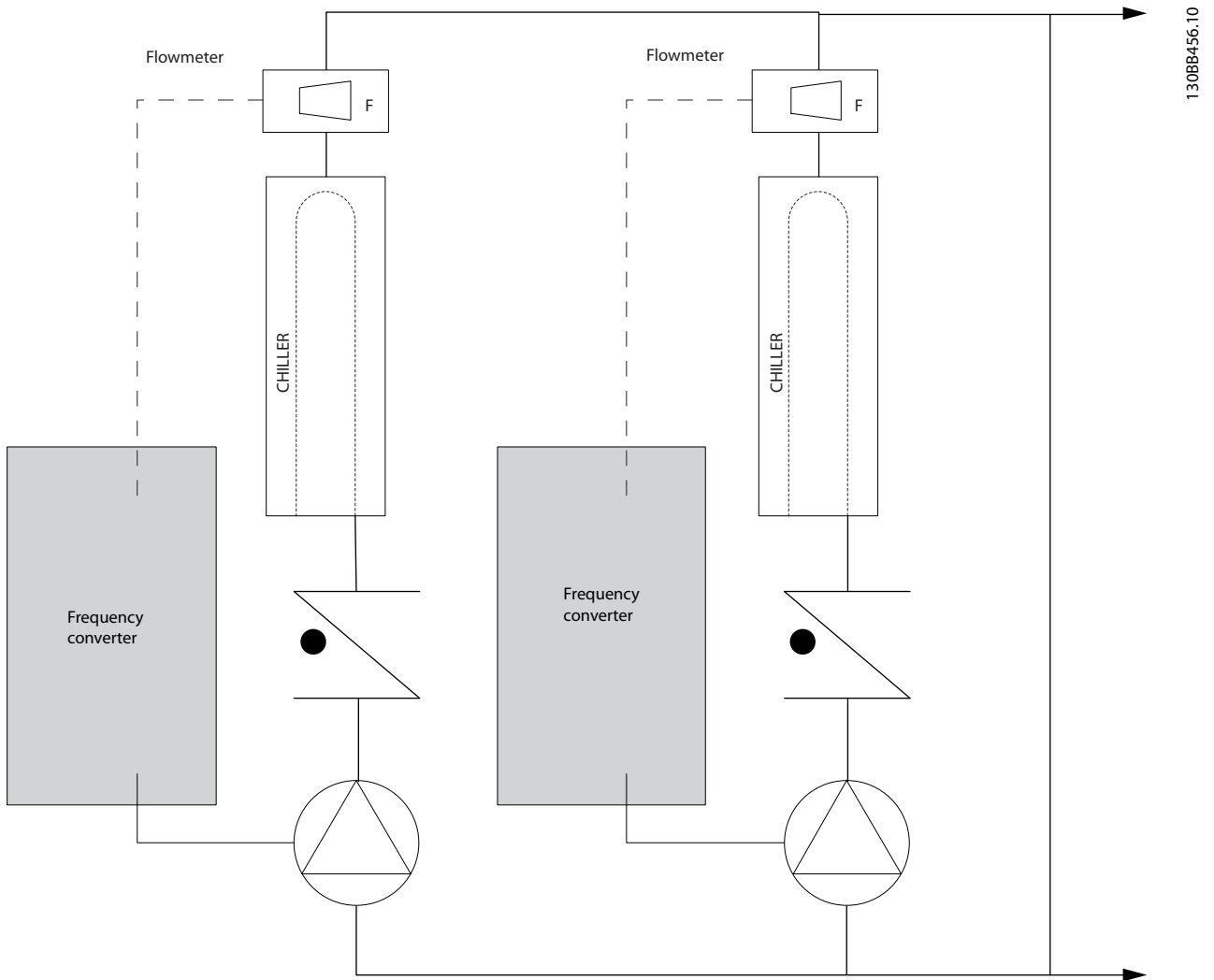


Abbildung 2.15 Mit Primärpumpen in einem Primär-/Sekundärpumpensystem eingesetzte Frequenzumrichter

### 2.7.23 Hilfspumpen

Hilfspumpen in einem gekühlten Primär-/Sekundärwasserpumpensystem dienen zur Verteilung des gekühlten Wassers aus dem Primärproduktionskreislauf in die Lastbereiche. Das Primär-/Sekundärpumpensystem dient zur hydraulischen Abkopplung eines Rohrkreislaufs vom anderen. In diesem Fall dient die Primärpumpe zur Aufrechterhaltung einer konstanten Strömung durch die Kühler und erlaubt gleichzeitig variierende Strömungswerte in den Hilfspumpen und somit eine bessere Steuerung und einen niedrigeren Energieverbrauch.

Wenn kein Primär-/Sekundärkonzept eingesetzt und ein System mit variablem Volumen konstruiert wird, kann der Kühler für den Fall, dass die Strömungsgeschwindigkeit weit genug oder zu schnell absinkt, seine Last nicht schnell genug abgeben. Dies hat zur Folge, dass die bei zu niedriger Verdampfertemperatur ansprechende Sicherheitsvorrichtung den Kühler abschaltet, worauf dieser durch ein Reset wieder aktiviert werden muss. Dieser Fall tritt häufiger in großen Anlagen ein, besonders dann, wenn zwei oder mehr Kühler parallel geschaltet sind.

### 2.7.24 Die VLT-Lösung

Zwar hilft ein Primär-/Sekundärsystem mit 2-Wege-Ventilen, Energie zu sparen und Systemsteuerungsprobleme leichter zu bewältigen, aber eine volle Nutzung des Einspar- und Steuerungspotenzials ist erst durch die Ergänzung von Frequenzumrichtern möglich.

Wenn die Sensoren an den richtigen Punkten angebracht werden, sind die Pumpen mithilfe von Frequenzumrichtern in der Lage, ihre Drehzahl anzupassen und sie der Systemkurve statt der Pumpenkurve folgen zu lassen.

Auf diese Weise wird weniger Energie verschwendet. Darüber hinaus werden die meisten Fälle von Überdruck, dem Zwei-Wege-Ventile unterliegen können, vermieden.

Mit Erreichen der vorgegebenen Last schalten die Zwei-Wege-Ventile ab, wodurch der an der Last und dem Zwei-Wege-Ventil gemessene Differenzdruck erhöht wird. Mit Ansteigen dieses Drucks verlangsamt sich die Pumpe, um den Sollwert zu halten. Die Sollwertgröße wird durch Summieren des Druckabfalls der Last und des Zwei-Wege-Ventils unter Auslegungsbedingungen errechnet.

#### **HINWEIS**

Bitte beachten Sie, dass mehrere Pumpen im Parallelbetrieb mit gleicher Drehzahl laufen müssen, um die Energieeinsparung zu erhöhen. Diese haben entweder individuell zugeordnete Frequenzumrichter oder nur einen Frequenzumrichter, der die Pumpen parallel betreibt.

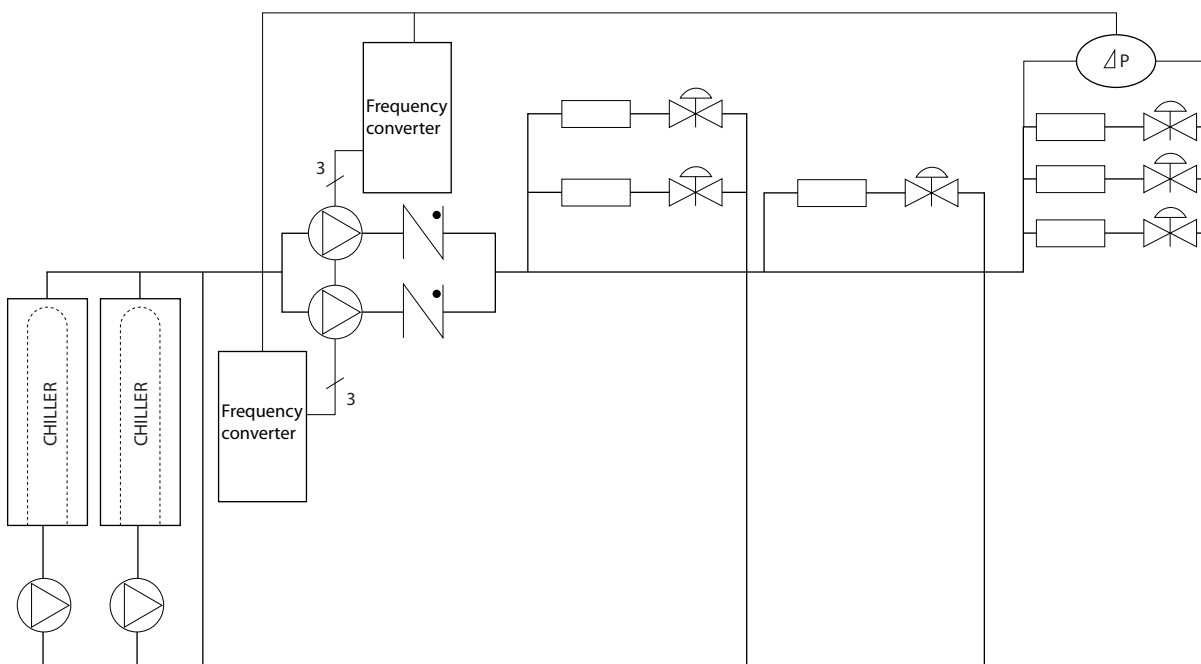


Abbildung 2.16 Mit Hilfspumpen in einem Primär-/Sekundärpumpensystem eingesetzte Frequenzumrichter

## 2.8 Steuerungsaufbau

### 2.8.1 Steuerprinzip

2

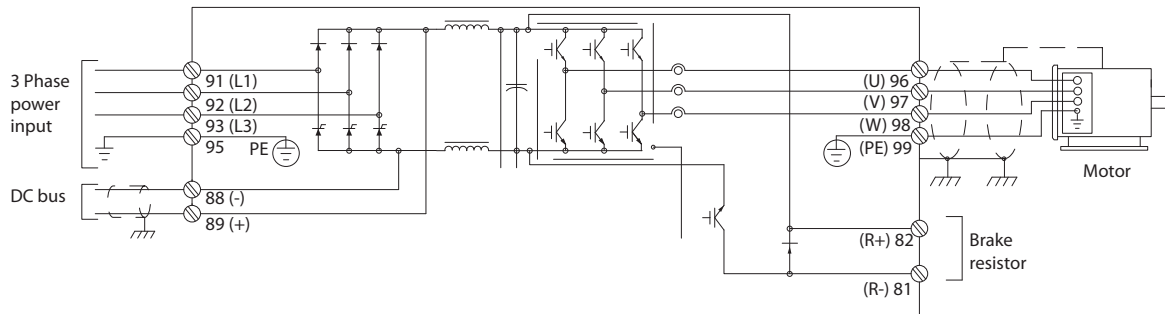


Abbildung 2.17 Regelungsstruktur, 6-pulsig

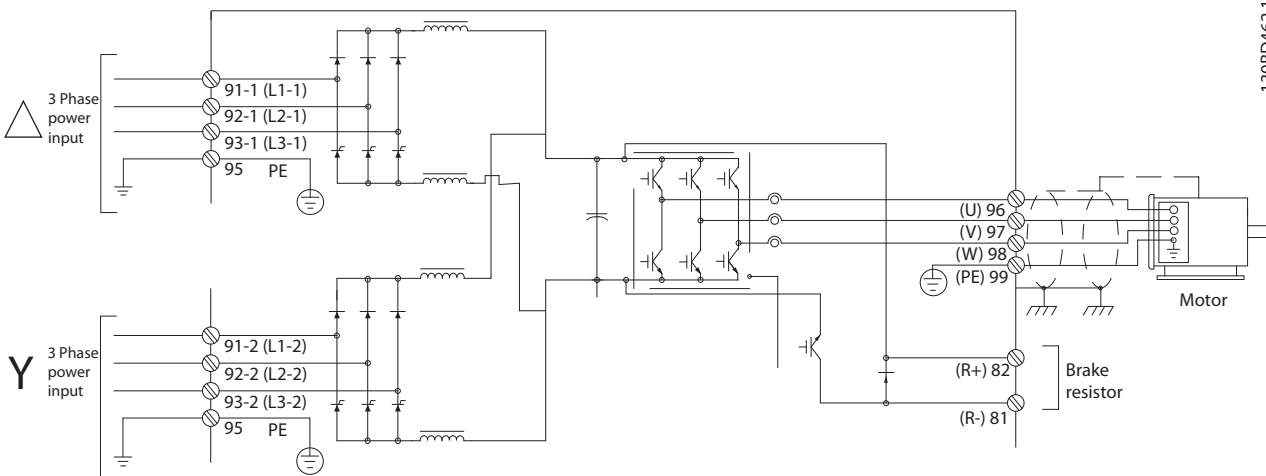


Abbildung 2.18 Regelungsstruktur, 12-pulsig

Der Frequenzumrichter ist eine Hochleistungseinheit für anspruchsvolle Anwendungen. Er kann verschiedene Motorsteuerprinzipien durchführen, einschließlich:

- U/f-Sondermotor-Modus
- VVC<sup>plus</sup>
- Käfigläufer-Asynchronmotoren

Der Kurzschlusschutz beim Frequenzumrichter wird von Stromwandlern in allen 3 Motorphasen realisiert.

In 1-00 Regelverfahren kann der Schutz ausgewählt werden, wenn eine Rückführung verwendet wird.

2.8.2 Regelstruktur ohne Rückführung

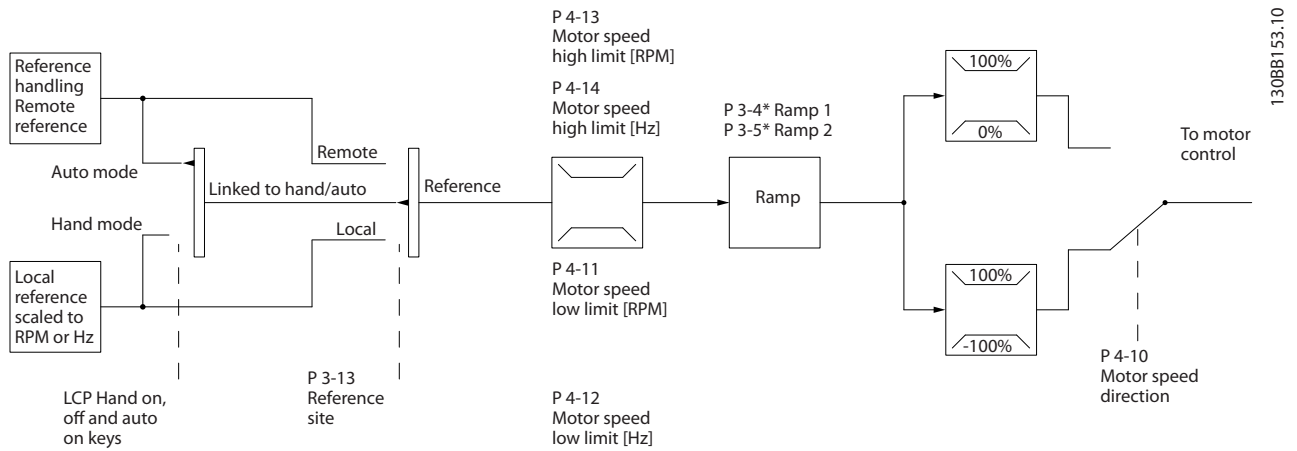


Abbildung 2.19 Struktur ohne Rückführung

In der in *Abbildung 2.19* dargestellten Konfiguration ist 1-00 Regelverfahren auf [0] Regelung ohne Rückführung eingestellt. Der Frequenzumrichter empfängt aus dem Sollwertsystem den resultierende Sollwert oder den Ortsollwert. Er verarbeitet sie in der Rampen- und Drehzahlbegrenzung, bevor er sie an die Motorsteuerung sendet. Die maximale Frequenzgrenze beschränkt den Ausgang der Motorsteuerung.

### 2.8.3 PM/EC+ Motorsteuerung

Das Danfoss EC+ Konzept ermöglicht den Betrieb von hocheffizienten PM-Motoren in IEC-Standardbaugrößen mit Danfoss-Frequenzumrichter.

Das Inbetriebnahmeverfahren ist mit dem für Asynchronmotoren (Induktionsmotoren) bei Nutzung der Danfoss VVC<sup>plus</sup> PM-Steuerungsstrategie vergleichbar.

Vorteile für Kunden:

- Option der Motortechnologie (Permanentmagnet- oder Asynchronmotor)
- Installation und Betrieb wie bei Asynchronmotoren
- Herstellerunabhängig bei Auswahl der Systemkomponenten, z. B. Motoren
- Bester Systemwirkungsgrad durch Auswahl der besten Komponenten
- Mögliche Nachrüstung in vorhandenen Anlagen
- Hochleistungsbereich: 1,1 -1400 kW bei Asynchronmotoren und 1,1-22 kW bei PM-Motoren

Strombegrenzungen:

- Gegenwärtig nur bis 22 kW unterstützt
- Gegenwärtig auf Vollpol-PM-Motoren beschränkt
- LC-Filter in Verbindung mit PM-Motoren nicht unterstützt
- Der Algorithmus zur Überspannungssteuerung wird bei PM-Motoren nicht unterstützt
- Der Algorithmus für kinetischen Speicher wird bei PM-Motoren nicht unterstützt
- Der AMA-Algorithmus wird bei PM-Motoren nicht unterstützt
- Keine fehlende Motorphasenerkennung
- Kein Kippschutz
- Keine ETR-Funktion

### 2.8.4 Handsteuerung (Hand On) und Fernsteuerung (Auto On)

Der Frequenzumrichter kann manuell über das Bedienteil vor Ort (LCP) oder aus der Ferne über Analog-/Digitaleingänge oder serielle Schnittstellen betrieben werden. Der Frequenzumrichter kann über das LCP mit den Tasten [Hand On] (Hand ein) und [Off] (Aus) gestartet und gestoppt werden, falls in den folgenden Parametern zugelassen:

- 0-40 [Hand On]-LCP Taste
- 0-41 [Off]-LCP Taste

- 0-42 [Auto On]-LCP Taste
- 0-43 [Reset]-LCP Taste

Sie können Alarme über die [Reset]-Taste quittieren. Nach Drücken der [Hand On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Hand-Betrieb und verwendet den Ortsollwert, den Sie mithilfe der Pfeiltasten [▲] und [▼] einstellen können.

Nach Drücken der [Auto On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Auto-Betrieb und verwendet standardmäßig den Fernsollwert. In diesem Modus lässt sich der Frequenzumrichter über die Digitaleingänge bzw. verschiedene serielle Schnittstellen (RS485, USB oder einen optionalen Feldbus) steuern. Mehr Informationen zum Starten, Stoppen, Ändern von Rampen und Parametersätzen finden Sie in Parametergruppe 5-1\* (Digitaleingänge) oder Parametergruppe 8-5\* (serielle Kommunikation).

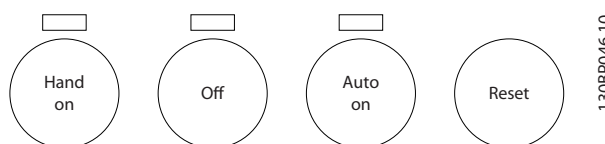


Abbildung 2.20 LCP-Tasten

Hand Off Auto LCP-Tasten	Sollwertvorgabe 3-13 Sollwert- vorgabe	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 2.8 Bedingungen für den Ort- oder Fernsollwert

Tabelle 2.8 zeigt, unter welchen Bedingungen der Ort- oder Fernsollwert aktiv ist. Einer von beiden ist immer aktiv, es können jedoch nicht beide gleichzeitig aktiv sein.

Der Ortsollwert versetzt den Konfigurationsmodus in eine Regelung ohne Rückführung, die unabhängig von den Einstellungen in 1-00 Regelverfahren ist.

Der Ortsollwert wird bei einem Ausschalten wiederhergestellt.

### 2.8.5 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung)

Der interne Regler macht den Frequenzumrichter zu einem Teil des geregelten Systems. Der Frequenzumrichter empfängt ein Istwertsignal von einem Sensor im System. Daraufhin vergleicht er diesen Istwert mit einem Sollwert und erkennt ggf. eine Abweichung zwischen diesen beiden Signalen. Zum Ausgleich dieser Abweichung passt er dann die Drehzahl des Motors an.

Beispiel: Eine Pumpenanwendung, in der die Drehzahl der Pumpe so geregelt werden muss, dass der statische Druck in einer Leitung konstant bleibt. Der gewünschte statische Druckwert wird als Sollwert an den Frequenzumrichter übermittelt. Ein statischer Drucksensor misst den tatsächlichen statischen Druck in der Leitung und übermittelt diesen als Istwertsignal an den Frequenzumrichter. Wenn das Istwertsignal größer ist als der Sollwert, wird der Frequenzumrichter verlangsamt und verringert so den Druck. Ist der Leitungsdruck niedriger als der Sollwert, beschleunigt der Frequenzumrichter zur Erhöhung des von der Pumpe gelieferten Drucks.

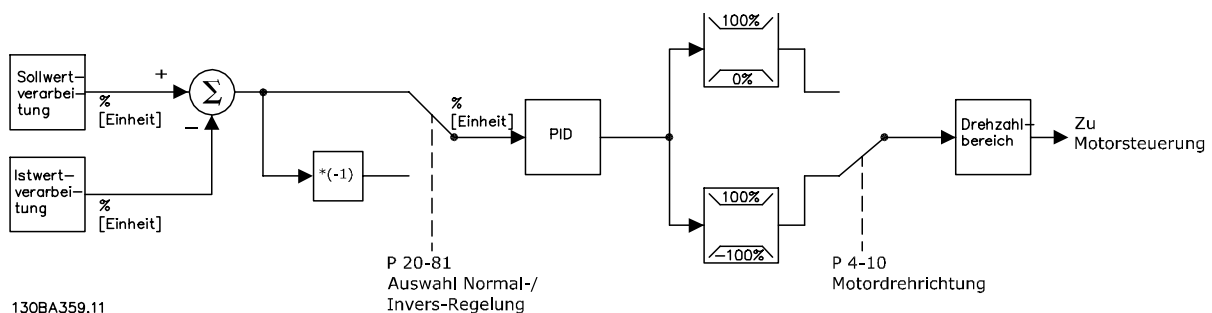


Abbildung 2.21 Blockschaltbild des Reglers mit Rückführung

Auch wenn der Regler mit Rückführung oft bereits mit den Standardwerten eine zufrieden stellende Leistung erreicht, lässt sich die Regelung des Systems durch Optimierung einiger Parameter des Reglers mit Rückführung häufig noch verbessern. Die PI-Konstanten lassen sich auch automatisch optimieren.

2.8.6 Istwertverarbeitung

2

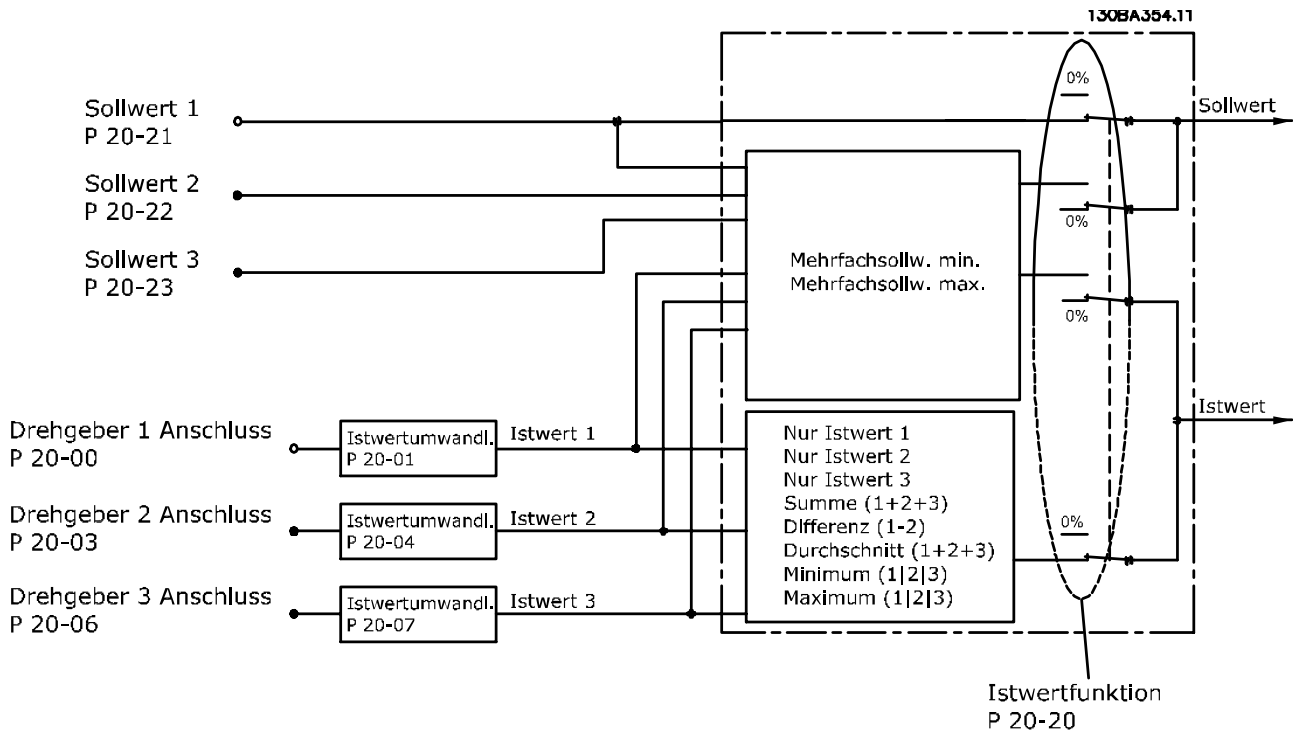


Abbildung 2.22 Blockschaltbild über die Verarbeitung von Istwertsignalen

Die Istwertverarbeitung lässt sich so konfigurieren, dass sie mit Anwendungen arbeitet, die eine erweiterte Steuerung erfordern, wie etwa mehrere Soll- und Istwerte. Drei Regelverfahren sind gebräuchlich.



### Einzelne Zone, einzelner Sollwert

Einzelne Zone, einzelner Sollwert ist eine grundlegende Konfiguration. Sollwert 1 wird zu einem anderen Sollwert (falls vorhanden, siehe Kapitel 2.8.8 *Sollwertverarbeitung*) addiert und das Istwertsignal wird mit der 20-20 *Istwertfunktion* gewählt.

### Mehrere Zonen, einzelner Sollwert

„Mehrere Zonen, einzelner Sollwert“ verwendet 2 oder 3 Istwertensoren, erfordert aber nur einen Sollwert. Der Istwert kann hinzugefügt, abgezogen (nur Istwert 1 und 2) oder aus ihm kann der Durchschnitt gebildet werden. Zusätzlich kann der maximale oder minimale Wert verwendet werden. Sollwert 1 wird ausschließlich bei dieser Konfiguration eingesetzt.

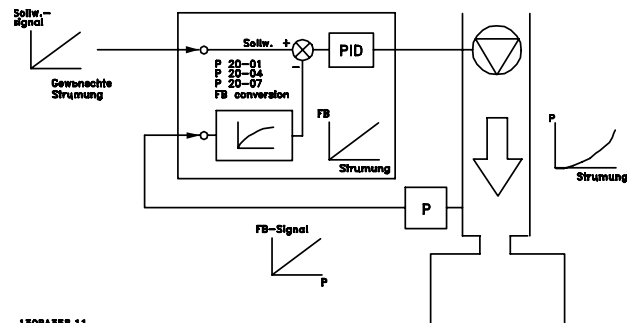
Wenn Sie [13] *Multisollwert min.* ausgewählt haben, regelt das Sollwert-/Istwert-Paar mit der größten Differenz die Drehzahl des Frequenzumrichters. Bei [14] *Multisollwert max.* versucht der Frequenzumrichter, alle Zonen auf der Ebene ihrer jeweiligen Sollwerte oder unter ihren jeweiligen Sollwerten zu halten. Schließlich versucht er bei [13] *Multisollwert min.*, alle Zonen auf Ebene ihrer jeweiligen Sollwerte oder über ihren jeweiligen Sollwerten zu halten.

### Beispiel:

Bei einer „Zwei Zonen, zwei Sollwerte“ Anwendung beträgt der Zone 1 Sollwert 15 bar und der Istwert 5,5 bar. Der Sollwert der Zone 2 beträgt 4,4 bar und der Istwert 4,6 bar. Wenn [14] *Multisollwert max.* eingestellt ist, werden der Sollwert und Istwert der Zone 2 an den PID-Regler gesendet, da diese die geringere Differenz aufweist (der Istwert ist größer als der Sollwert, was eine negative Differenz ergibt). Wenn [13] *Multisollwert min.* ausgewählt wurde, wird der Sollwert und Istwert der Zone 1 an den PID-Regler gesendet, da dieser die größere Differenz aufweist (der Istwert ist kleiner als der Sollwert, was eine positive Differenz ergibt).

## 2.8.7 Istwertumwandlung

In einigen Anwendungen kann die Umwandlung des Istwertsignals hilfreich sein. Zum Beispiel kann ein Drucksignal für eine Durchflussrückführung verwendet werden. Da die Quadratwurzel des Druck proportional zum Durchfluss ist, ergibt die Quadratwurzel des Drucksignals einen zum Durchfluss proportionalen Wert. Dies wird in *Abbildung 2.23* gezeigt.



130BA358.11

Abbildung 2.23 Istwertumwandlung

2.8.8 Sollwertverarbeitung

Einzelheiten zum Betrieb ohne Rückführung und mit Rückführung.

2

130BA357.11

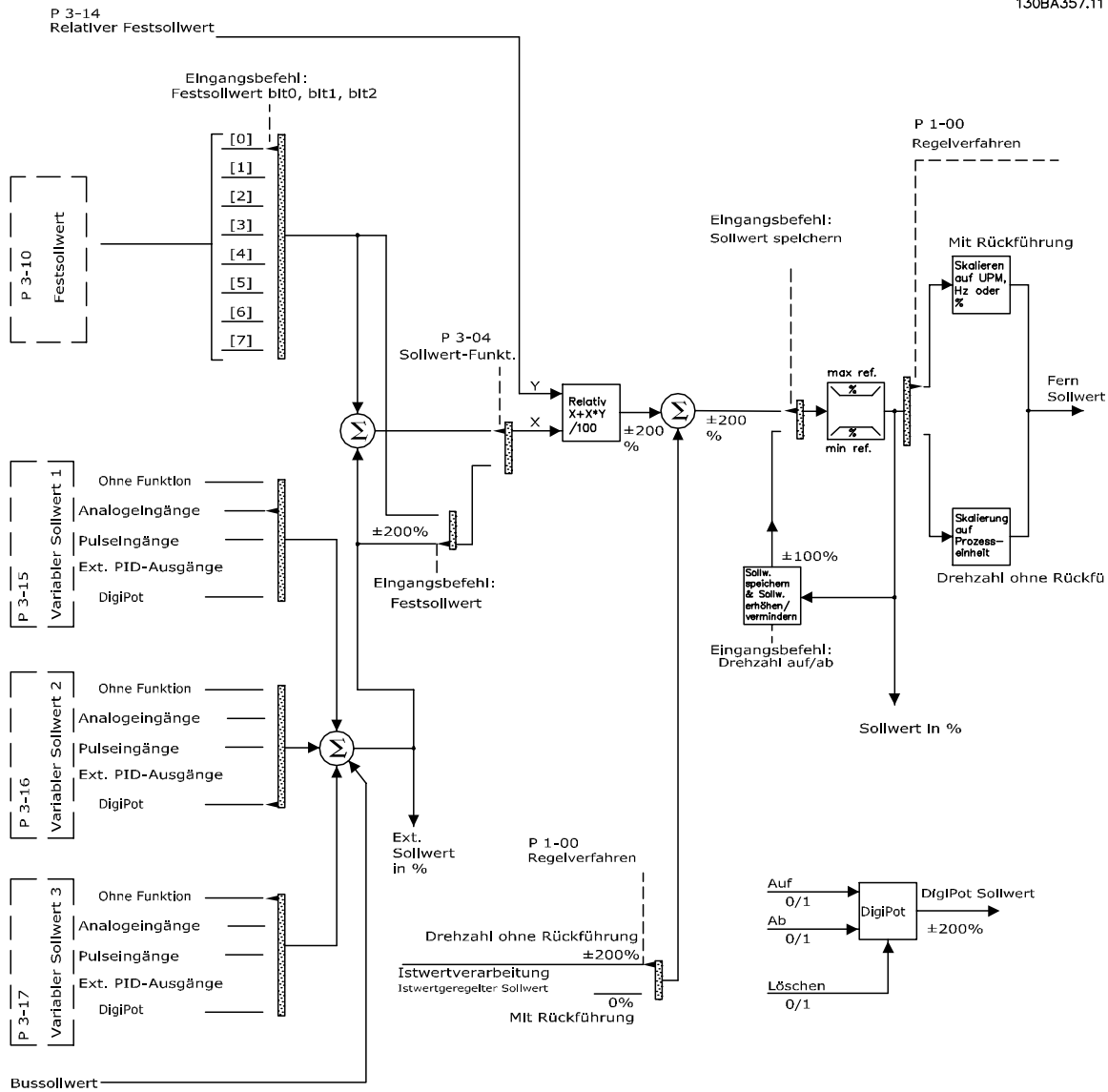


Abbildung 2.24 Fernsollwert

Der Fernsollwert besteht aus:

- Festsollwerten
- Externen Sollwerten (Analogeingänge, Pulsfrequenzeingänge, Eingänge des digitalen Potentiometers und Sollwerte des seriellen Kommunikationsbusses)
- Dem relativen Festsollwert
- Dem durch Rückführung geregelten Sollwert

Im Frequenzrichter können bis zu 8 Festsollwerte programmiert werden. Sie können den aktiven Festsollwert mithilfe von Digitaleingängen oder dem seriellen Kommunikationsbus auswählen. Der Sollwert kann auch von extern kommen, für gewöhnlich von einem Analogeingang. Diese externe Quelle wird von einem der 3 Sollwertquellparameter (3-15 Variabler Sollwert 1, 3-16 Variabler Sollwert 2 und 3-17 Variabler Sollwert 3) ausgewählt.

DigiPot ist ein digitales Potentiometer. Dieses wird häufig auch als Drehzahl auf-/Drehzahl ab-Regler oder Gleitpunktregler bezeichnet. Zur Einrichtung programmieren Sie einen Digitaleingang zur Erhöhung des Sollwerts und einen anderen Digitaleingang zur Verringerung des Sollwerts. Ein dritter Digitaleingang kann zum Reset des DigiPot-Sollwerts dienen. Alle variablen Sollwerte sowie der Bus-Sollwert ergeben durch Addition den gesamten externen Sollwert. Der externe Sollwert, der Festsollwert oder die Summe aus beiden kann als aktiver Sollwert ausgewählt werden. Schließlich kann dieser Sollwert mithilfe von 3-14 Relativer Festsollwert skaliert werden.

Der skalierte Sollwert wird wie folgt berechnet:

$$\text{Sollwert} = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

Mit X als externem Sollwert ist der Festsollwert oder die Summe aus den beiden und Y 3-14 Relativer Festsollwert in [%].

Wenn Y, 3-14 Relativer Festsollwert, auf 0 % eingestellt ist, wird der Sollwert nicht von der Skalierung beeinflusst.

## 2.8.9 Beispiel eines PID-Reglers mit Rückführung

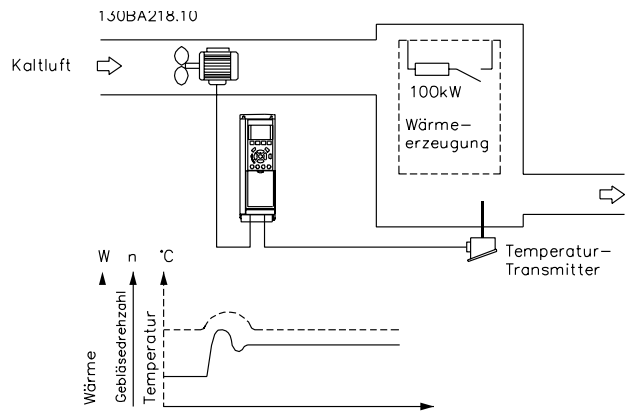


Abbildung 2.25 Regelung mit Rückführung für eine Lüftungsanlage

In einer Lüftungsanlage muss die Temperatur auf einem konstanten Wert gehalten werden. Die gewünschte Temperatur wird mithilfe eines 0–10 V Potenziometers zwischen -5 und +35 °C eingestellt. Da es sich hierbei um eine Kühlanwendung handelt, muss die Drehzahl des Lüfters für eine höhere Kühlluftströmung erhöht werden, wenn sich die Temperatur über dem Sollwert befindet. Der Temperatursensor arbeitet in einem Bereich von -10 bis +40 °C und ist mit einem Zweileiter-Messumformer ausgestattet, um ein 4–20-mA-Signal zu liefern. Der Ausgangsfrequenzbereich des Frequenzrichters beträgt 10 bis 50 Hz.

1. Start/Stopp über den Schalter zwischen Klemme 12 (+24 V) und 18.
2. Temperatursollwert über Potenziometer (-5 bis +35 °C, 0 bis 10 V) an den folgenden Klemmen:
  - 50 (+10 V)
  - 53 (Eingang)
  - 55 (Masse)
3. Temperaturistwert über Geber (-10 bis 40 °C, 4 bis 20 mA) an Klemme 54. Schalter S202 hinter dem LCP-Bedienteil ist auf ON (Stromeingang) eingestellt.

## 2.8.10 Programmierreihenfolge

2

**HINWEIS**

In diesem Beispiel wird ein Induktionsmotor verwendet, d. h. 1-10 Motorart = [0] Asynchron.

Funktion	Parameter-Nr.	Einstellung
1) Stellen Sie sicher, dass der Motor einwandfrei läuft. Gehen Sie wie folgt vor:		
Stellen Sie die Motorparameter mithilfe der Typenschilddaten ein.	1-2*	Siehe Motor-Typenschild
Verfahren für eine automatische Motoranpassung (AMA) durchführen.	1-29	[1] Aktivieren Sie die komplette AMA und führen Sie anschließend die AMA-Funktion aus.
2) Prüfen Sie, ob der Motor in die richtige Richtung läuft.		
Führen Sie eine Motordrehrichtungsprüfung durch.	1-28	Wenn sich der Motor in die falsche Richtung dreht, schalten Sie ihn vorübergehend aus und tauschen Sie zwei Motorphasen aus.
3) Stellen Sie sicher, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf sichere Werte eingestellt sind		
Stellen Sie sicher, dass die Rampeneinstellungen innerhalb des Leistungsbereichs des Frequenzumrichters liegen und zulässigen Spezifikationen für den Anwendungsbetrieb entsprechen.	3-41	60 s
	3-42	60 s Abhängig von Motor-/Lastgröße! Auch im Hand-Betrieb aktiv.
Hält den Motor von Reversierung ab (falls notwendig)	4-10	[0] Rechtslauf
Zulässige Grenzwerte für die Motordrehzahl einstellen.	4-12	10 Hz, Motor min. Drehzahl
	4-14	50 Hz, Motor max. Drehzahl
	4-19	50 Hz, Max. Ausgangsfrequenz Frequenzumrichter
Schalter von Regelung ohne Rückführung zu Regelung mit Rückführung	1-00	[3] Mit Rückführung
4) Den Istwert des PID-Reglers konfigurieren.		
Das richtige Sollwert-/Istwert-Gerät auswählen.	20-12	[71] bar
5) Konfigurieren Sie den Sollwert für den PID-Regler.		
Legen Sie zulässige Grenzwerte für den Sollwert fest.	20-13	0 bar
	20-14	10 bar
Wählen Sie Strom oder Spannung mittels der Schalter S201/S202 aus		
6) Skalieren Sie die für Sollwert und Istwert verwendeten Analogeingänge.		
Skalieren Sie den Analogeingang 53 für den Druckbereich des Potenziometers (0–10 bar, 0–10 V).	6-10	0 V
	6-11	10 V (Standardeinstellung)
	6-14	0 bar
	6-15	10 bar
Skalieren Sie den Analogeingang 54 für den Drucksensor (0–10 bar, 4–20 mA)	6-22	4 mA
	6-23	20 mA (Standardeinstellung)
	6-24	0 bar
	6-25	10 bar
7) Stellen Sie die PID-Regler-Parameter ein.		
Passen Sie - falls erforderlich - den Regler mit Rückführung an.	20-93 20-94	Siehe unten, Optimierung des PID-Reglers.
8) Fertig		
Speichern Sie die Parametereinstellung im LCP	0-50	[1] Speichern in LCP

Tabelle 2.9 Programmierreihenfolge

### 2.8.11 Einstellen des Reglers mit Rückführung

Nachdem der PID-Regler eingestellt worden ist, sollte seine Leistung getestet werden. In vielen Fällen kann seine Leistung unter Verwendung der Werkseinstellungen von *20-93 PID-Proportionalverstärkung* und *20-94 PID Integrationszeit* akzeptabel sein. In einigen Fällen kann es jedoch hilfreich sein, diese Parameterwerte zu optimieren, um ein schnelleres Ansprechen des Systems zu ermöglichen, gleichzeitig jedoch Übersteuern der Drehzahl zu kontrollieren.

### 2.8.12 Manuelle PID-Anpassung

1. Starten Sie den Motor.
2. Stellen Sie *20-93 PID-Proportionalverstärkung* auf 0,3 ein, und erhöhen Sie den Wert, bis das Istwertsignal zu schwingen beginnt. Starten/stoppen Sie den Frequenzumrichter ggf. oder nehmen Sie stufenweise Änderungen am Sollwert vor, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen.
3. Reduzieren Sie die PI-Proportionalverstärkung, bis sich das Istwertsignal stabilisiert. Reduzieren Sie die Proportionalverstärkung um 40-60 %.
4. Stellen Sie *20-94 PID Integrationszeit* auf 20 Sek. ein und reduzieren Sie den Wert, bis das Istwertsignal zu schwingen beginnt. Starten/stoppen Sie den Frequenzumrichter ggf. oder nehmen Sie stufenweise Änderungen am Sollwert vor, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen.
5. Erhöhen Sie die PID-Integrationszeit, bis sich das Istwertsignal stabilisiert. Erhöhen Sie die Integrationszeit um 15-50 %.
6. *20-95 PID-Differentiationszeit* darf nur für schnell reagierende Systeme eingesetzt werden. Der typische Wert beträgt 25 % von *20-94 PID Integrationszeit*. Verwenden Sie die Differentialfunktion nur dann, wenn Proportionalverstärkung und Integrationszeit optimal eingestellt sind. Stellen Sie sicher, dass Schwingungen des Istwertsignals durch das Tiefpassfilter des Istwertsignals (bei Bedarf Parameter 6-16, 6-26, 5-54 oder 5-59) ausreichend gedämpft werden.

## 2.9 Allgemeine EMV-Aspekte

### 2.9.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

Elektromagnetische Störungen sind im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz zu betrachten. 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, in Verbindung mit hohem  $dU/dt$  der Motorspannung, werden Ableitströme erzeugt.

Die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels erhöht den Ableitstrom (siehe *Abbildung 2.26*), da abgeschirmte Kabel eine höhere Kapazität zu Erde haben als nicht abgeschirmte Kabel. Wird der Ableitstrom nicht gefiltert, verursacht dies in der Netzzuleitung größere Störungen im Funkfrequenzbereich unterhalb von etwa 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 ( $I_4$ ), das vom abgeschirmten Motorkabel über die Erde zurückfließen muss.

Die Abschirmung verringert zwar die abgestrahlte Störung, erhöht jedoch die Niederfrequenzstörungen am Netz. Die Motorkabel-Abschirmung muss an den Schaltschrank des Frequenzumrichters sowie an den Motorschaltschrank angeschlossen sein. Dies geschieht am besten durch die Verwendung von integrierten Schirmbügeln, um verdrehte Abschirmungsenden (Pigtails) zu vermeiden. Diese erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, wodurch der Abschirmungseffekt reduziert und der Ableitstrom erhöht wird ( $I_4$ ).

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

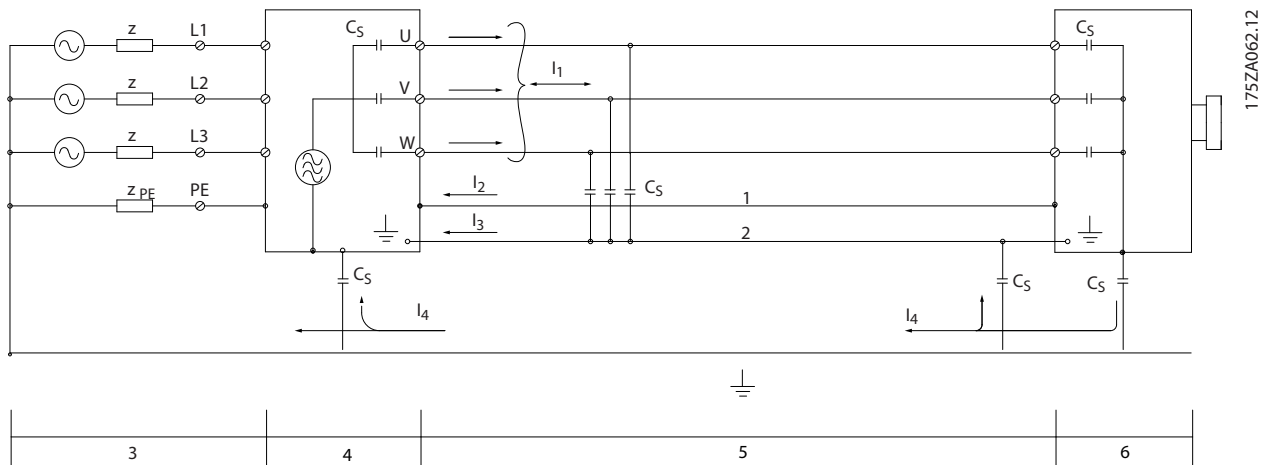


Abbildung 2.26 Ableitströme verursachen

1	Erdungskabel
2	Schirmgeflecht
3	Netzversorgung
4	Frequenzumrichter
5	Abgeschirmte Motorleitung
6	Motor

Tabelle 2.10 Legende zu *Abbildung 2.26*

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

Beim Einsatz nicht abgeschirmter Kabel 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. Interferenzen von mehr als 50 MHz (in der Luft) werden von der Regelelektronik erzeugt. Weitere Informationen zu EMV finden Sie unter *Kapitel 5.7 EMV-gerechte Installation*.

## 2.9.2 Emissionsanforderungen

Gemäß der EMV-Produktnorm für drehzahlveränderbare Frequenzumrichter, EN/IEC 61800-3:2004, hängen die EMV-Anforderungen von der beabsichtigten Verwendung des Frequenzumrichters ab. In der EMV-Produktnorm sind vier Kategorien definiert. Die Definitionen der 4 Kategorien und die Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen der Netzversorgungsspannung zeigt *Tabelle 2.11*.

Kategorie	Definition	Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen gemäß Grenzwerten in EN 55011
C1	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse B
C2	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V, die weder steckerfertig noch beweglich sind und von Fachkräften installiert und in Betrieb genommen werden müssen.	Klasse A Gruppe 1
C3	In der zweiten Umgebung (Industriebereich) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse A Gruppe 2
C4	In der zweiten Umgebung (Industriebereich) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung gleich oder über 1000 V oder einem Nennstrom gleich oder über 400 A oder vorgesehen für den Einsatz in komplexen Systemen.	Keine Grenzlinie. Es sollte ein EMV-Plan erstellt werden.

**Tabelle 2.11 Emissionsanforderungen**

Wenn die Fachgrundnorm Störungsaussendung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzumrichter die Grenzwerte in *Tabelle 2.12* einhalten.

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

**Tabelle 2.12 Emissionsanforderungen, generische Standards**

2

2.9.3 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)

Die Prüfergebnisse aus *Tabelle 2.13* wurden unter Verwendung eines Frequenzumrichters (mit Optionen, falls relevant), eines abgeschirmten Steuerkabels, eines Steuerkastens mit Potenziometer sowie eines Motors und abgeschirmten Motorkabels erzielt.

EMV-Filtertyp	Phasen- typ	Leitungsgebundene Störaussendung Maximale Länge des geschirmten Kabels			Feldgebundene Störaussendung	
		Industriebereich	Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbereich sowie Kleinbetriebe	Industriebereich	Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbereich sowie Kleinbetriebe	
Aufbau:	S / T	EN 55011 Klasse A2	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B
<b>H2</b> (6-pulsig)		Messgerät	Messgerät	Messgerät		
110–1000 kW 380–480 V	<b>T4</b>	50	Nein	Nein	Nein	Nein
45–1200 kW 525–690 V	<b>T7</b>	150	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>H4</b> (6-pulsig)						
110–1000 kW 380–480 V	<b>T4</b>	150	150	Nein	Ja	Nein
110–400 kW 525–690 V	<b>T7</b>	150	30	Nein	Nein	Nein
<b>B2</b> (12-pulsig)						
250–800 kW 380–480 V	<b>T4</b>	150	Nein	Nein	Nein	Nein
355–1200 kW 525–690 V	<b>T7</b>	150	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>B4</b> (12-pulsig)						
250–800 kW 380–480 V	<b>T4</b>	150	150	Nein	Ja	Nein
355–1200 kW 525–690 V	<b>T7</b>	150	25	Nein	Nein	Nein

Tabelle 2.13 EMV-Prüfergebnisse (Emission)

**⚠️ WARNUNG**

In einer häuslichen Umgebung kann dieses Produkt Funkstörungen verursachen. In diesem Fall sind zusätzliche Maßnahmen zur Minderung dieser Störungen erforderlich. Diese Art von Power-Drive-System ist nicht auf den Einsatz in einem öffentlichen Netz mit Niederspannung ausgelegt, das Privathaushalte versorgt. Bei der Verwendung in einem solchen Netz sind Funkfrequenzstörungen zu erwarten.



### 2.9.4 Allgemeine Aspekte zur Oberwellenemission

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 mit einer Grundfrequenz von 50 Hz zerlegt werden:

Oberschwingungsströme	$I_1$	$I_5$	$I_7$
Hz	50	250	350

Tabelle 2.14 Oberwellenströme

Die Oberwellen tragen nicht direkt zur Leistungsaufnahme bei; sie erhöhen jedoch die Wärmeverluste bei der Installation (Transformator, Leitungen). Bei Anlagen mit einem relativ hohen Anteil an Gleichrichterlasten ist es deshalb wichtig, die Oberschwingungen auf einem niedrigen Pegel zu halten, um eine Überlastung des Transformators und zu hohe Temperaturen in den Leitungen zu vermeiden.

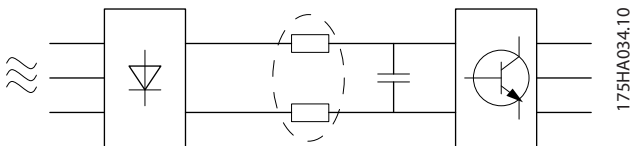


Abbildung 2.27 Oberwellendiagramm

#### HINWEIS

**Oberwellenströme können eventuell Kommunikationsgeräte stören, die an denselben Transformator angeschlossen sind, oder Resonanzen in Verbindung mit Blindstromkompensationsanlagen verursachen.**

Um die Netzrückwirkung gering zu halten, sind Danfoss Frequenzumrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet. So wird der Eingangsstrom  $I_{RMS}$  normalerweise um 40 % reduziert.

Die Spannungsverzerrung in der Netzversorgung hängt von der Größe der Oberwellenströme multipliziert mit der internen Netzimpedanz der betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung THD wird aus den einzelnen Spannungsüberschwingungen nach folgender Formel berechnet:

$$THD\% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2}$$

( $U_N$  % von U)

### 2.9.5 Oberwellenemissionsanforderungen

Optionen:	Definition:
1	IEC/EN 61000-3-2 Klasse A bei Dreiphasengeräten (bei Profigeräten nur bis zu 1 kW Gesamtleistung).
2	IEC/EN 61000-3-12 Geräte mit 16 A-75 A und professionell genutzte Geräte ab 1 kW bis 16 A Phasenstrom.

Tabelle 2.15 An die öffentliche Netzversorgung angeschlossene Geräte

### 2.9.6 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)

Leistungsgrößen bis zu PK75 bei T2 und T4 entsprechen der IEC/EN 61000-3-2 Klasse A. Leistungsgrößen von P1K1 bis zu P18K bei T2 und bis zu P90K bei T4 entsprechen IEC/EN 61000-3-12, Tabelle 4. Die Leistungsgrößen P110 bis P450 bei T4 entsprechen außerdem IEC/EN 61000-3-12, obwohl dies nicht erforderlich ist, da die Ströme über 75 A haben.

	Einzelner Oberwellenstrom $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Tatsächlich (typisch)	40	20	10	8
Grenzwert für $R_{sce} \geq 120$	40	25	15	10
	Oberwellenstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THD		PWHD	
Tatsächlich (typisch)	46		45	
Grenzwert für $R_{sce} \geq 120$	48		46	

Tabelle 2.16 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)

Vorausgesetzt, dass die Kurzschlussleistung der Versorgung  $S_{sc}$  mindestens

$$SSC = \sqrt{3} \times RSCE \times U_{Netz} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

an der Schnittstelle zwischen der Benutzerversorgung und der öffentlichen Versorgung ( $R_{sce}$ ) beträgt.

Der Monteur oder der Benutzer des Geräts muss – ggf. durch Nachfrage beim Betreiber des Verteilernetzes – sicherstellen, dass das Gerät nur an eine Stromversorgung mit einer Kurzschlussleistung  $S_{sc}$  angeschlossen wird, die mindestens dem in der Gleichung angegebenen Wert entspricht.

Andere Leistungsgrößen dürfen Sie nur nach Absprache mit dem Betreiber des Verteilernetzes an das öffentliche Stromversorgungsnetz anschließen.

Übereinstimmung mit verschiedenen Systemebenen-Richtlinien:

Die in der Tabelle vorhandenen Daten zu Oberwellenströmen entsprechen IEC/EN61000-3-12 mit Bezug zur Produktnorm der Leistungsfrequenzumrichter-Systeme. Sie können als Grundlage zur Berechnung der Einflüsse der Oberwellenströme auf das Stromversorgungssystem und zur Dokumentation der Übereinstimmung mit den relevanten regionalen Richtlinien verwendet werden: IEEE 519 -1992; G5/4.

## 2.9.7 Störfestigkeitsanforderungen

Die Störfestigkeitsanforderungen für Frequenzumrichter sind abhängig von der Installationsumgebung. In Industriebereichen sind die Anforderungen höher als in Wohn- oder Bürobereichen. Alle Danfoss-Frequenzumrichter erfüllen die Störfestigkeitsanforderungen in Industriebereichen und dementsprechend auch die niedrigeren Anforderungen in Wohn- und Bürobereichen.

Um die Störfestigkeit gegenüber EMV-Emissionen durch andere zugeschaltete elektrische Geräte zu dokumentieren, wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest durchgeführt, und zwar in einem System bestehend aus Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant), abgeschirmtem Steuerkabel und Steuerkasten mit Potenziometer, Motorkabel und Motor. Die Prüfungen wurden nach den folgenden Fachgrundnormen durchgeführt:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrostatischer Entladungen von 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):** Burst-Transienten: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Surge-Transienten: Simulation von Transienten, z. B. durch Blitzschlag in nahe gelegenen Anlagen.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** HF-Gleichtakt: Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Siehe Tabelle 2.17.

Spannungsbereich: 380-480 V, 525-600 V, 525-690 V					
Fachgrundnorm	Impulskette IEC 61000-4-4	Surge-Transienten IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Abgestrahlte elektromagne- tische Felder IEC 61000-4-3	HF-Gleichtakt- spannung IEC 61000-4-6
Akzeptanzkriterien	B	B	B	A	A
Leitung	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 Veff.
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Veff.
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Veff.
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Veff.
Steuerkabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Veff.
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Veff.
Relaisleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Veff.
Anwendungs- und Feldbus- Optionen	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Veff.
LCP-Kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 Veff.
Externe 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2Ω DM <sup>2)</sup> 1 kV/12Ω CM <sup>3)</sup>	—	—	10 Veff.
Gehäuse	—	—	8 kV AD <sup>4)</sup> 6 kV CD <sup>5)</sup>	10 V/m	—

**Tabelle 2.17 EMV-Immunitätstabelle**

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

<sup>2)</sup>AD-Luftentladung (Air Discharge)

<sup>3)</sup>CD-Kontaktentladung (Contact Discharge)

<sup>4)</sup>CM-Gleichtakt (Common mode)

<sup>5)</sup>DM-Gegentakt (Differential mode)

## 2.10 Galvanische Trennung (PELV)

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

PELV (Schutzkleinspannung - Protective extra low voltage) bietet Schutz durch eine Kleinspannung. 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. (Gilt nicht für geerdeten Dreieckszweig über 400 V.)

Die galvanische (sichere) 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.

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

Die galvanische PELV-Trennung ist an sechs Punkten vorhanden. Siehe *Abbildung 2.28*:

Um den PELV-Schutzgrad beizubehalten, müssen alle steuerklemmenseitig angeschlossenen Geräte den PELV-Anforderungen entsprechen.

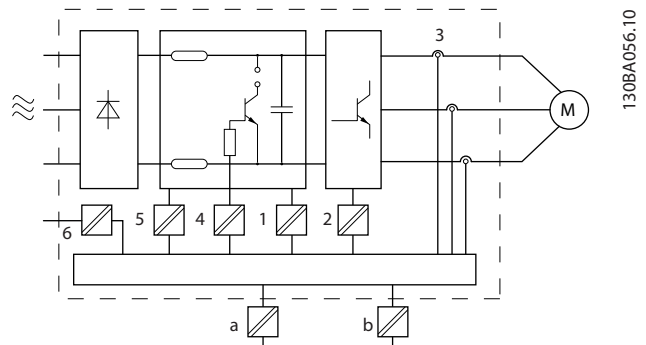


Abbildung 2.28 Galvanische Trennung

1	Stromversorgung (SMPS) einschließlich Signaltrennung der Zwischenkreisspannung $U_{DC}$
2	Gate-Treiber zur Ansteuerung der IGBTs (Triggertransformatoren/Optokoppler)
3	Stromwandler
4	Brems Elektronik (Optokoppler)
5	Einschaltstrombegrenzung, Funkenstörung und Temperaturmesskreise
6	Ausgangsrelais
a	Funktionale galvanische Trennung
b	Funktionale galvanische Trennung

Tabelle 2.18 Legende zu *Abbildung 2.28*

Eine funktionale galvanische Trennung ist für die optionale externe 24 V-Versorgung und für die -Standardbuschnittstelle vorgesehen.

### **⚠️ WARNUNG**

Installation in großer Höhenlage:

380–480 V, Gehäuse A, B und C: Bei Höhenlagen von mehr als 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss bezüglich PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

380–480 V, Gehäuse D, E und F: Bei Höhenlagen über 3 km über NN sollten Sie Danfoss bezüglich PELV (Schutzkleinspannung) zurate ziehen.

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

**! WARNUNG**

Das Berühren spannungsführender Teile – auch nach der Trennung vom Netz – ist lebensgefährlich. Achten Sie darauf, dass andere Spannungseingänge, wie z. B. Zwischenkreiskopplung (Zusammenschalten eines DC-Zwischenkreises) sowie der Motoranschluss beim kinetischen Speicher, ausgeschaltet sind. Lassen Sie vor dem Berühren elektrischer Bauteile mindestens die in *Tabelle 2.1* angegebene Zeit verstreichen. Eine kürzere Wartezeit ist nur zulässig, wenn auf dem Typenschild für das jeweilige Gerät angegeben.

2.11 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 Frequenzumrichtertechnik nutzt hohe Schaltfrequenzen bei gleichzeitig hoher Leistung. Dies erzeugt einen Ableitstrom in der Erdverbindung. Ein Fehlerstrom im Frequenzumrichter an den Ausgangsleistungsklemmen kann eine Gleichstromkomponente enthalten, die die Filterkondensatoren laden und einen transienten Erdstrom verursachen kann. Der Ableitstrom gegen Erde setzt sich aus verschiedenen Faktoren zusammen und hängt von verschiedenen Systemkonfigurationen ab, wie EMV-Filter, abgeschirmte Motorkabel und Leistung des Frequenzumrichters.

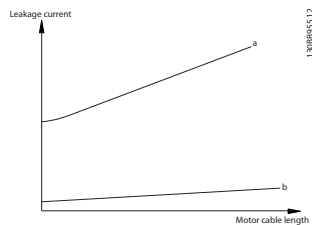


Abbildung 2.29 Einfluss von Kabellänge und Leistungsgröße auf den Ableitstrom.  $P_a > P_b$ .

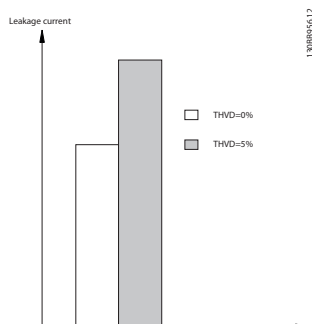


Abbildung 2.30 Die Netzverzerrung beeinflusst den Ableitstrom.

**HINWEIS**

Wenn Sie ein 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.

EN/IEC61800-5-1 (Produktnorm für Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl) stellt besondere Anforderungen, wenn der Erdableitstrom 3,5 mA übersteigt. Die Erdverbindung muss auf eine der folgenden Arten verstärkt werden:

- 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, zum Einsatz kommen, sind die folgenden Anforderungen einzuhalten:

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

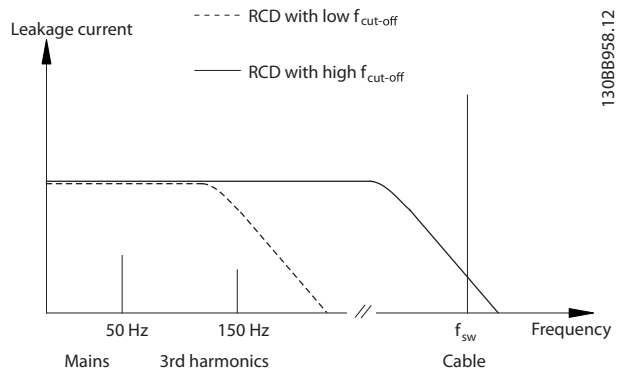


Abbildung 2.31 Hauptbeiträge zum Ableitstrom.

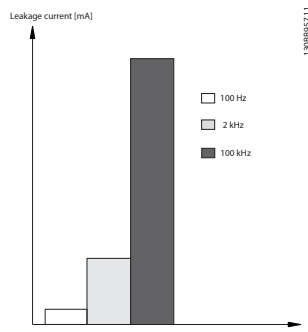


Abbildung 2.32 Einfluss der Frequenz des Fehlerstromschutzschalters

Siehe auch Anwendungshinweis zum Fehlerstromschutzschalter für weitere Informationen.

## 2.12 Bremsfunktion

### 2.12.1 Auswahl des Bremswiderstands

Bei bestimmten Anwendungen, z. B. bei Lüftungsanlagen eines Tunnels oder Bahnhofs, ist es vorteilhaft, den Motor schneller anzuhalten, als es durch die Kontrolle per Rampe ab oder durch Freilauf möglich ist. Setzen Sie in solchen Anwendungen dynamisches Bremsen mit einem Bremswiderstand ein, um sicherzustellen, dass die Energie vom Widerstand und nicht vom Frequenzumrichter aufgenommen wird.

Ist der Betrag der kinetischen Energie, die in jedem Bremszeitraum zum Widerstand übertragen wird, unbekannt, kann die durchschnittliche Leistung auf Basis der Zykluszeit und Bremszeit berechnet werden, was als Aussetzbetrieb bezeichnet wird. Der Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, für den der Widerstand ausgelegt ist. *Abbildung 2.33* zeigt einen typischen Bremszyklus.

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

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

T = Zykluszeit in Sekunden

t<sub>b</sub> ist die Bremszeit in Sekunden (als Teil der gesamten Zykluszeit)

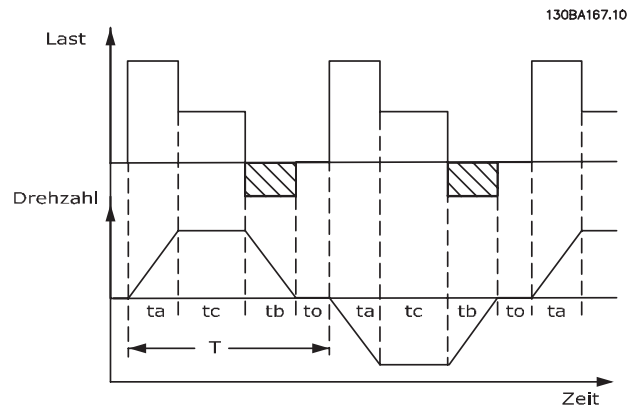


Abbildung 2.33 Typischer Bremszyklus

Danfoss bietet Bremswiderstände mit Arbeitszyklen von 10 % und 40 % an, die für die Benutzung mit den Frequenzumrichtern der Serie VLT® HVAC Drive geeignet sind. Bei Anwendung eines Arbeitszyklus von 10 % kann der Bremswiderstand die Bremsleistung über 10 % der Zykluszeit aufnehmen. Die verbleibenden 90 % dienen zur Wärmeableitung im Widerstand.

### 2.12.2 Berechnung des Bremswiderstands

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

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

Der Bremswiderstand hängt von der Zwischenkreisspannung (U<sub>DC</sub>) ab.

Die Bremsfunktion des Frequenzumrichters wird in 3 Bereichen der Netzstromversorgung umgesetzt:

Größe	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Abschaltung
3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V
3 x 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabelle 2.19 Auswirkung der Bremsfunktion an der Netzstromversorgung

### HINWEIS

Prüfen Sie, ob Ihr Bremswiderstand für eine Spitzen-spannung von 820 V bzw. 1130 V zugelassen ist, wenn Sie keine Danfoss-Bremswiderstände einsetzen.

Danfoss empfiehlt folgende Bremswiderstände  $R_{rec}$ : Diese gewährleisten, dass der Frequenzumrichter mit dem maximal verfügbaren Bremsmoment ( $M_{br(\%)}$ ) von 110 % bremst. Die entsprechende Formel lässt sich wie folgt schreiben:

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

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

$\eta$  beträgt normalerweise 0,98

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

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

### HINWEIS

Informationen zur Auswahl des richtigen Widerstands finden Sie im Projektierungshandbuch Bremswiderstand.

### HINWEIS

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

### HINWEIS

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

### ⚠️ WARNUNG

Berühren Sie den Bremswiderstand nicht, da er während des Bremsens sehr heiß werden kann.

## 2.12.3 Steuerung mit Bremsfunktion

Die Bremse ist gegen einen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt. Der Bremstransistor wird auf eine Kurzschlussbedingung hin überwacht. Eine eventuell vorhandene thermische Überwachung (Klixon) des Bremswiderstands kann vom Frequenzumrichter ausgewertet werden.

Die aktuelle Bremsleistung und die mittlere Bremsleistung der letzten 120 Sekunden kann ausgelesen werden. 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* legen Sie fest, welche Funktion ausgeführt wird, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung den in *2-12 Bremswiderstand Leistung (kW)* eingestellten Grenzwert überschreitet.

### HINWEIS

Überwachen der Bremsleistung ist keine Sicherheitsfunktion. Hierfür ist ein Thermoschalter erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdschluss geschützt.

*Überspannungssteuerung (OVC)* für Geräte ohne Bremswiderstand kann als eine alternative Bremsfunktion in *2-17 Überspannungssteuerung* gewählt werden. Diese Funktion ist für alle Geräte aktiv. Sie stellt sicher, dass bei Anstieg der Zwischenkreisspannung eine Abschaltung verhindert werden kann. Dies geschieht durch Anheben der Ausgangsfrequenz zur Begrenzung der Zwischenkreisspannung.

### HINWEIS

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

## 2.12.4 Verkabelung des Bremswiderstands

### EMV (Twisted-Pair-Kabel/Abschirmung)

Um elektrische Störgeräusche von den Kabeln zwischen dem Bremswiderstand und dem Frequenzumrichter zu verringern, müssen Sie die Drähte verdrehen.

Verwenden Sie eine Metallabschirmung für verbesserte EMV-Leistung.

## 2.13 Extreme Betriebszustände

### Kurzschluss (Motorphase – Phase)

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

Siehe Zertifikat in *Kapitel 2.6.3 Zulassungen & Zertifizierungen*.

### Schalten am Ausgang

Das Schalten am Ausgang, zwischen Motor und Frequenzumrichter, ist zulässig. Das Schalten am Ausgang kann den Frequenzumrichter nicht beschädigen, jedoch zur Anzeige von Fehlermeldungen führen.

### Generatorisch erzeugte Überspannung

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

- Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h. die Last erzeugt Energie.
- Während der Verzögerung („Rampe ab“), bei hohem Trägheitsmoment, niedriger Reibung und zu kurzer Rampenzeit, 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 (elektromotorische Gegenkraft) 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 Motornenn-drehzahl* und *1-39 Motorpolzahl* berechnet. Wenn Überdrehzahl des Motors möglich ist, wird ein Bremswiderstand empfohlen.

## **⚠️ WARNUNG**

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 Spannungspegels abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen.

Siehe *2-10 Bremsfunktion* und *2-17 Überspannungssteuerung* bezüglich der Möglichkeiten zur Regelung des Zwischenkreisspannungspegels.

## **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 läuft der Frequenzumrichter weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter den minimalen Stoppepegel fällt – normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung. Die Höhe der Netzspannung vor dem Ausfall und die aktuelle Motorbelastung bestimmen, wie lange der Wechselrichter im Freilauf ausläuft.

### Statische Überlast im VVC<sup>plus</sup>-Modus

Wird der Frequenzumrichter überlastet (Drehmomentgrenze in *4-16 Momentengrenze motorisch/ 4-17 Momentengrenze generatorisch* wird überschritten), reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren. Bei extremer Überlastung kann jedoch ein Strom auftreten, der den Frequenzumrichter nach kurzer Zeit zum Abschalten zwingt.

Sie können den Betrieb innerhalb der Momentengrenze in *14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* zeitlich begrenzen (0-60 s).

## 2.13.1 Thermischer Motorschutz

Der thermische Motorschutz schützt den Motor vor Überhitzung. Dies ist eine elektronische Funktion, die ein Bimetallrelais basierend auf internen Messungen simuliert. Die Kennlinie ist in *Abbildung 2.34* dargestellt:

In *Abbildung 2.34* zeigt die X-Achse das Verhältnis zwischen  $I_{\text{Motor}}$  und  $I_{\text{Nenn-Motor}}$ . Die Y-Achse zeigt die Zeit in Sekunden, bevor ETR eingreift und den Frequenzumrichter abschaltet. Die Kurven zeigen die charakteristische Nenn-drehzahl bei doppelter Nenn-drehzahl und Nenn-drehzahl x 0,2.



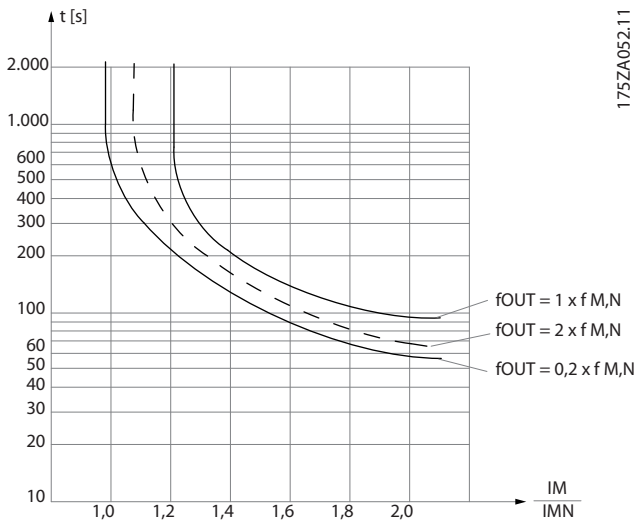


Abbildung 2.34 Nenndrehzahl

175ZA052.11

**Beispiel: Bei Verwendung eines Digitaleingangs und 24 V als Stromversorgung:**

Der Frequenzumrichter schaltet sich ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.

Parametereinstellung:

Stellen Sie 1-90 Thermischer Motorschutz auf Thermistor Abschalt. [2] ein.

Stellen Sie 1-93 Thermistoranschluss auf Digitaleingang 33 [6] ein.

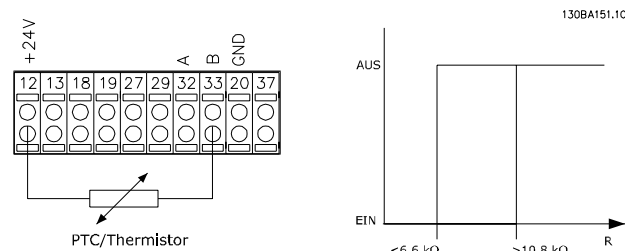


Abbildung 2.36 Digitaleingang und 24-V-Stromversorgung

Es ist klar, dass ETR bei niedriger Drehzahl durch die geringere Kühlung des Motors bei niedrigerer Wärmeentwicklung abschaltet. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt. Die Funktion ETR berechnet die aktuelle Motor Temperatur laufend auf Basis des aktuellen Motorstroms und der aktuellen Motordrehzahl. Die berechnete Motor Temperatur kann in 16-18 Therm. Motorschutz im Frequenzumrichter abgelesen werden.

Der Thermistorabschaltwert liegt bei > 3 kΩ.

Integrieren Sie zum Wicklungsschutz einen Thermistor (PTC-Sensor) im Motor.

Der Motorüberlastschutz kann über eine Reihe von Verfahren realisiert werden: PTC-Sensor in Motorwicklungen, mechanischer Thermoschalter (Klixon-Schalter) oder elektronisches Thermorelais (ETR).

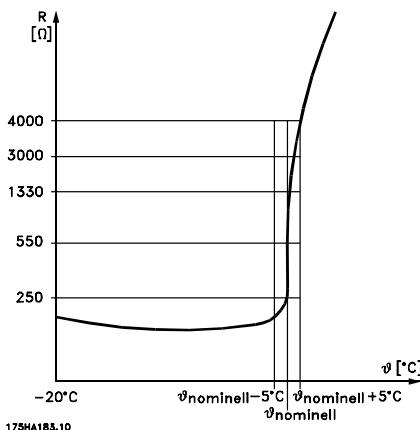


Abbildung 2.35 Abschaltung

175HA183.10

**Beispiel: Bei Verwendung eines Digitaleingangs und 10 V als Stromversorgung:**

Der Frequenzumrichter schaltet sich ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.

Parametereinstellung:

Stellen Sie 1-90 Thermischer Motorschutz auf Thermistor Abschalt. [2] ein.

Stellen Sie 1-93 Thermistoranschluss auf Digitaleingang 33 [6] ein.

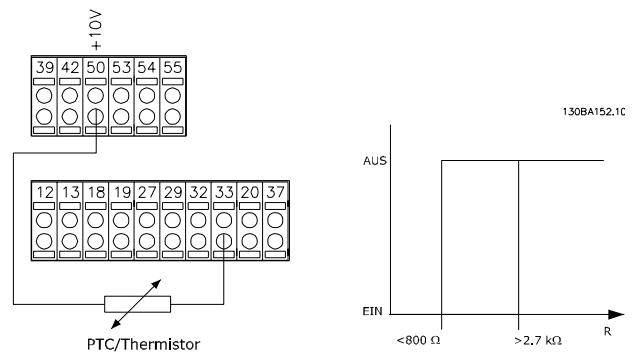


Abbildung 2.37 Digitaleingang und 10-V-Stromversorgung

**Beispiel: Bei Verwendung eines Analogeingangs und 10 V als Stromversorgung:**

Der Frequenzumrichter schaltet sich ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.

Parametereinstellung:

Stellen Sie 1-90 *Thermischer Motorschutz* auf [2] *Thermistor Abschalt.* ein.

Stellen Sie 1-93 *Thermistoranschluss* auf [2] *Analogeingang* 54 ein.

Wählen Sie keine Sollwertquelle aus.

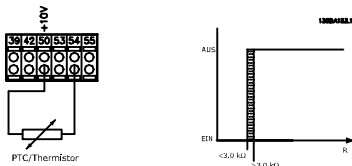


Abbildung 2.38 Analogeingang und 10-V-Stromversorgung

Eingang Digital/Analog	Versorgungs- spannung V Abschaltwerte	Grenzwert Abschaltwerte
Digital	24	< 6,6 k $\Omega$ - > 10,8 k $\Omega$
Digital	10	< 800 $\Omega$ - > 2,7 k $\Omega$
Analog	10	< 3,0 k $\Omega$ - > 3,0 k $\Omega$

Tabelle 2.20 Schwellwert Abschaltwerte nach Eingang und Spannung

**HINWEIS**

Prüfen Sie, ob die gewählte Versorgungsspannung der Spezifikation des benutzten Thermistorelements entspricht.

**Fazit**

Die Drehmomentgrenze schützt den Motor unabhängig von der Drehzahl vor Überlast. Das ETR schützt den Motor vor Überhitzung. Ein weiterer Motorüberlastschutz ist nicht notwendig. So regelt das ETR bei Erhitzung des Motors, wie lange der Motor mit hoher Temperatur laufen kann, bevor er gestoppt wird, um Überhitzung zu vermeiden. Wenn der Motor überlastet ist, ohne dass die Temperatur erreicht wird, bei der das ETR den Motor abschaltet, schützt die Drehmomentgrenze den Motor und die Anwendung vor Überlast.

Das ETR wird in 1-90 *Thermischer Motorschutz* aktiviert und durch 4-16 *Momentengrenze motorisch* gesteuert. Die Einstellung der Verzögerungszeit, nach der der Frequenzumrichter durch die Momentengrenze-Warnung abgeschaltet wird, erfolgt in 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit*.

### 3 Auswahl

#### 3.1 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an.

##### 3.1.1 Mehrzweck-Eingangs-/Ausgangsmodul MCB 101

MCB 101 wird verwendet, um die Anzahl der Digitaleingänge und -ausgänge sowie der Analogeingänge und -ausgänge zu erhöhen.

MCB 101 muss in Steckplatz B des Frequenzumrichters gesteckt werden.

- MCB 101 Optionsmodul
- Erweitertes LCP-Gehäuse
- Klemmenabdeckung

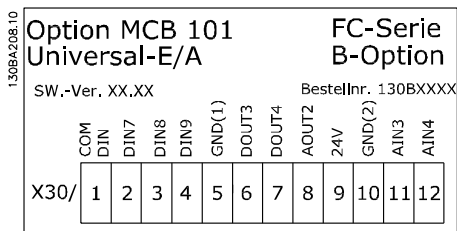


Abbildung 3.1 MCB 101

#### Galvanische Trennung im MCB 101

Digital-/Analogeingänge sind von anderen Ein-/Ausgängen am MCB 101 und in der Steuerkarte des Frequenzumrichters galvanisch getrennt. Digital-/Analogausgänge im MCB 101 sind von anderen Ein-/Ausgängen am MCB 101 galvanisch getrennt, aber nicht von den Ein-/Ausgängen auf der Steuerkarte.

Wenn die interne 24-V-Spannungsversorgung (Klemme 9) zum Ansteuern der Digitaleingänge 7, 8 oder 9 verwendet wird, muss der Anschluss zwischen Klemme 1 und 5 erfolgen; dieser ist in *Abbildung 3.2* abgebildet.

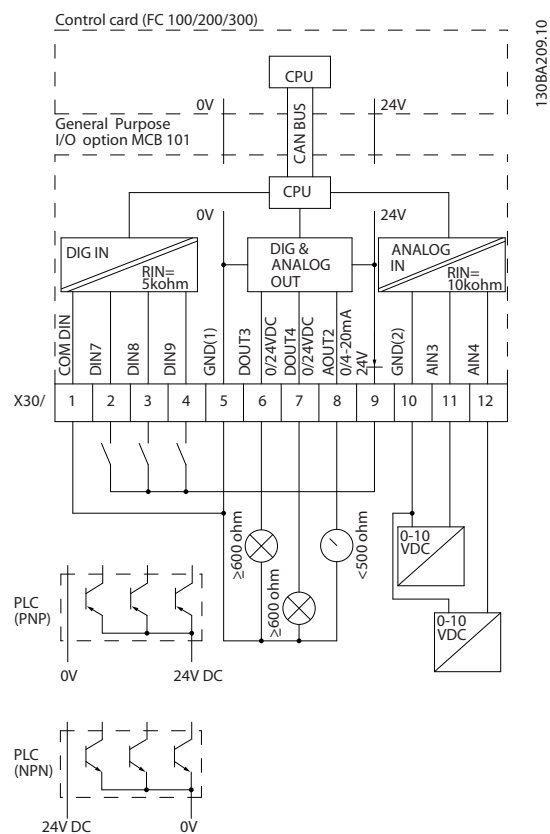


Abbildung 3.2 Prinzipschema

### 3.1.2 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4

Parameter für Inbetriebnahme: 5-16, 5-17 und 5-18				
Anzahl Digitaleingänge	Spannungspegel	Spannungspegel	Toleranz	Max. Eingangsimpedanz
3	0-24 V DC	PNP-Typ: Masse = 0 V Logik „0“: Eingang < 5 V DC Logik „0“: Eingang > 10 V DC NPN-Typ: Masse = 24 V Logik „0“: Eingang > 19 V DC Logik „0“: Eingang < 14 V DC	$\pm 28$ V Dauerbetrieb $\pm 37$ V bei Betrieb für mind. 10 s	Ca. 5 k $\Omega$

Tabelle 3.1 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4

### 3.1.3 Analoge Spannungseingänge – Klemme X30/10–12

Parameter für Inbetriebnahme: 6-3*, 6-4* und 16-76				
Anzahl analoge Spannungseingänge	Standardisiertes Eingangssignal	Toleranz	Auflösung	Max. Eingangsimpedanz
2	0-10 V DC	$\pm 20$ V Dauerbetrieb	10 Bit	Ca. 5 k $\Omega$

Tabelle 3.2 Analoge Spannungseingänge – Klemme X30/10–12

### 3.1.4 Digitalausgänge – Klemme X30/5–7

Parameter für Inbetriebnahme: 5-32 und 5-33			
Anzahl Digitalausgänge	Ausgangsniveau	Toleranz	Max. Impedanz
2	0 oder 2 V DC	$\pm 4$ V	$\geq 600 \Omega$

Tabelle 3.3 Digitalausgänge – Klemme X30/5–7

### 3.1.5 Analogausgänge – Klemme X30/5+8

Parameter für Inbetriebnahme: 6-6* und 16-77			
Anzahl Analogausgänge	Ausgangssignalpegel	Toleranz	Max. Impedanz
1	0/4–20 mA	$\pm 0,1$ mA	< 500 $\Omega$

Tabelle 3.4 Analogausgänge – Klemme X30/5+8

### 3.1.6 Relais-Option MCB 105

Die MCB 105 Option umfasst 3 SPDT-Kontakte und muss in Optionssteckplatz B gesteckt werden.

Elektrische Daten:

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

<sup>1)</sup>IEC 947 Teil 4 und 5

Wenn das Relais-Optionskit separat bestellt wird, enthält dieser Folgendes:

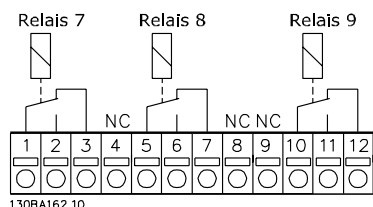
- Relaismodul MCB 105
- Erweitertes LCP-Gehäuse und vergrößerte Klemmenabdeckung
- Etikett für den Zugriff zu den Schaltern S201, S202 und S801
- Kabelbinder zur Befestigung von Kabeln am Relaismodul

Ergänzen der MCB 105-Option:

1. Trennen Sie die spannungsführenden Anschlüsse an den Relaisklemmen von der Stromversorgung.
2. Verbinden Sie nie spannungsführende Teile mit Steuersignalen (PELV).
3. 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] aus.

### HINWEIS

(Index [6] ist Relais 7, Index [7] ist Relais 8 und Index [8] ist Relais 9)



NC = Öffner

Abbildung 3.3 Einbaulage der Relais

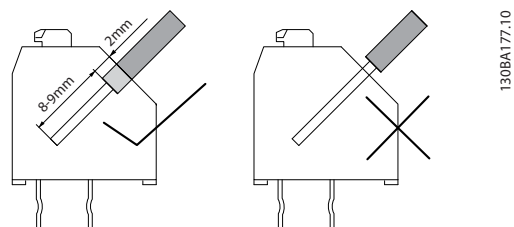


Abbildung 3.4 Korrekte Installation

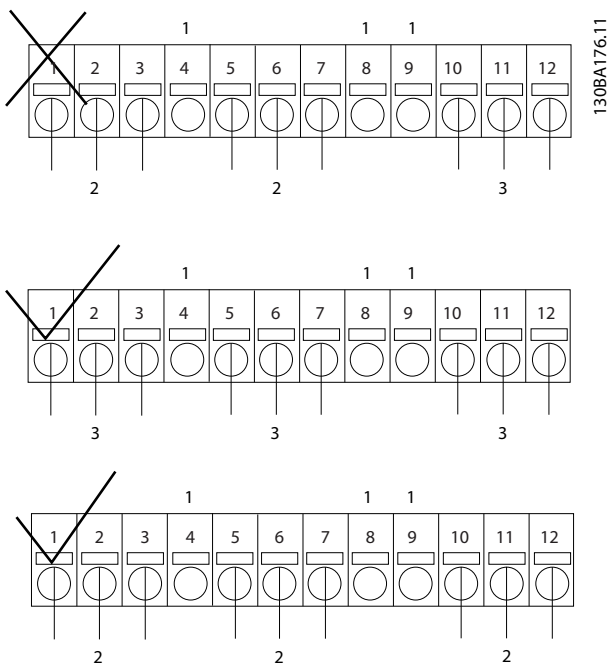


Abbildung 3.5 Position von NC, PELV und stromführenden Teilen

1	NC
2	Spannungsführendes Teil
3	PELV

Tabelle 3.5 Legende zu

**⚠️ WARNUNG**

Kombinieren Sie keine Niederspannungsteile und PELV-Systeme. Bei einem Einfachfehler kann es gefährlich sein, das System zu berühren; Berührung kann zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

3.1.7 24-V-Notstromoption MCB 107 (Option D)

**Externe 24-V-DC-Versorgung**

Die externe 24 V DC-Versorgung kann die Niederspannungsversorgung der Steuerkarte sowie etwaiger eingebauter Optionskarten übernehmen. Die externe Spannungsversorgung ermöglicht den Betrieb des LCP (einschließlich der Parametereinstellung) und des Feldbusses, ohne dass das Leistungsteil ans Netz angeschlossen ist.

Technische Daten für externe 24 V-Versorgung:

Eingangsspannungsbereich	24 V DC $\pm$ 15 % (max. 37 V in 10 s)
Max. Eingangsstrom	2,2 A
Durchschnittlicher Eingangsstrom des Frequenzumrichters	0,9 A
Max. Kabellänge	75 m
Eingangskapazitätslast	< 10 $\mu$ F
Einschaltverzögerung	< 0,6 s.

Die Eingänge sind geschützt.

Klemmen Nr.:

Klemme 35: (-) externe 24 V DC-Versorgung.

Klemme 36: (+) externe 24 V DC-Versorgung.

Führen Sie folgende Schritte durch:

1. Entfernen Sie die Blindabdeckung oder das LCP
2. Nehmen Sie die Klemmenabdeckung ab
3. Entfernen Sie die Kabel-Abfangplatte und die darunterliegende Kunststoffabdeckung
4. Stecken Sie die externe 24-V-DC Spannungsversorgung in den Optionssteckplatz
5. Bringen Sie die Kabel-Abfangplatte wieder an
6. Befestigen Sie die Klemmenabdeckung und das LCP oder die Blindabdeckung.

Wenn die externe 24-V Spannungsversorgung MCB 107 das Steuerteil versorgt, wird die interne 24-V-Stromversorgung automatisch getrennt.

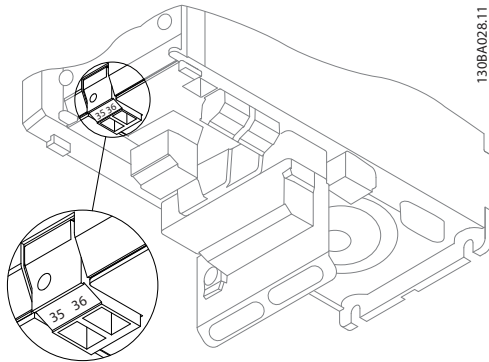


Abbildung 3.6 Anschluss an externe 24-V-Versorgung (A2-A3).

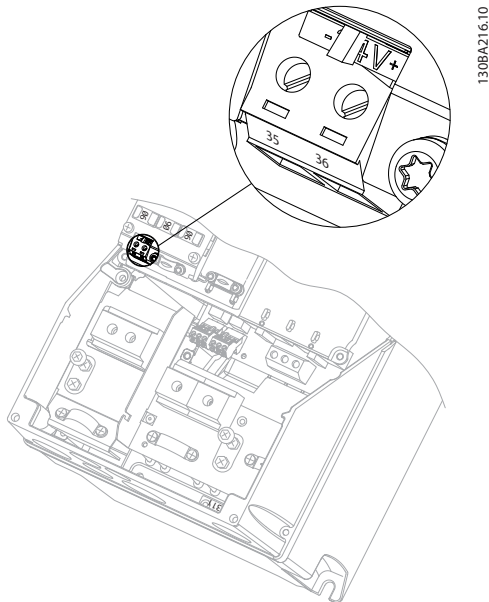


Abbildung 3.7 Anschluss an externe 24-V-Versorgung (A5-C2).

### 3.1.8 Analoge I/O-Option MCB 109

Verwenden Sie die Analog-I/O-Karte z. B. in den folgenden Fällen:

- Als Batteriepufferung der Uhrfunktion auf der Steuerkarte
- Als allgemeine Erweiterung der auf der Steuerkarte verfügbaren analogen I/O-Schnittstellen, z. B. zur Mehrzonensteuerung mit drei Druckgebern.
- Nutzung des Frequenzumrichters als dezentraler I/O-Baustein für ein Gebäudemanagementsystem mit Eingängen für Sensoren und Ausgängen für Drosselklappen und Ventilstellglieder
- Unterstützung erweiterter PID-Regler mit I/O-Schnittstellen für Sollwerteingänge, Geber-/Sensoreingänge und Ausgänge für Stellglieder

#### Analog-I/O-Konfiguration

3 Analogeingänge für:

- 0–10 V DC

ODER

- 0–20 mA (Spannungseingang 0–10 V) durch Installation eines 510-Ω-Widerstands an Klemmen
- 4–20 mA (Spannungseingang 2–10 V) durch Installation eines 510-Ω-Widerstands an Klemmen
- Ni 1000-Temperaturfühler mit 1000 Ω bei 0 °C. Technische Daten gemäß DIN43760
- Pt 1000-Temperaturfühler mit 1000 Ω bei 0 °C. Technische Daten gemäß IEC 60751

3 Analogausgänge, die 0–10 V DC liefern.

#### HINWEIS

Innerhalb der verschiedenen Widerstandstandardgruppen verfügbare Werte:

E12: Nächster Standardwert ist 470 Ω, wodurch sich ein Eingang von 449,9 Ω und 8,997 V ergibt.

E24: Nächster Standardwert ist 510 Ω, wodurch sich ein Eingang von 486,4 Ω und 9,728 V ergibt.

E48: Nächster Standardwert ist 511 Ω, wodurch sich ein Eingang von 487,3 Ω und 9,746 V ergibt.

E96: Nächster Standardwert ist 523 Ω, wodurch sich ein Eingang von 498,2 Ω und 9,964 V ergibt.

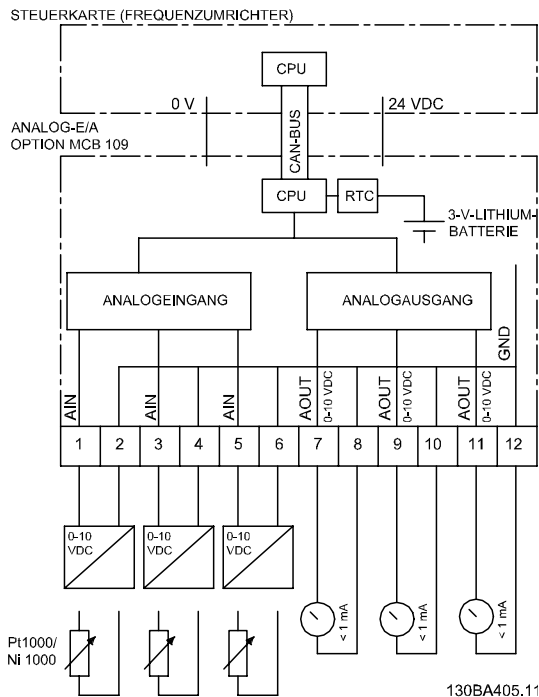


Abbildung 3.8 Prinzipschaltbild für im Frequenzumrichter integrierte Analog-I/O.



**Analogeingänge – Klemme X42/1-6**

Parametergruppe für Anzeige: 18-3\*. Siehe auch *VLT® HVAC Drive FC 102 Programmierungshandbuch*

Parametergruppe für Konfiguration: 26-0\*, 26-1\*, 26-2\* und 26-3\*. Siehe auch *VLT® HVAC Drive FC 102 Programmierungshandbuch*

3 Analogeingänge	Arbeitsbereich	Auflösung	Genauigkeit	Abtastung	Max. Last	Impedanz
Verwendung als Temperaturfühler-eingang	-50 bis +150 °C	11 Bit	-50 °C ±1 Kelvin +150 °C ± 2 Kelvin	3 Hz	-	-
Verwendung als Spannungseingang	0–10 V DC	10 Bit	0,2 % der Gesamtskala bei kal. Temperatur	2,4 Hz	+/-20 V Dauerbetrieb	ca. 5 kΩ

**Tabelle 3.6 Spezifikationen des Analogeingangs**

Bei Verwendung als Spannungseingang sind Analogeingänge für jeden Eingang über Parameter skalierbar.

Bei Verwendung für Temperaturfühler ist die Skalierung der Analogeingänge auf den notwendigen Signalpegel für den vorgegebenen Temperaturbereich voreingestellt.

Bei Verwendung von Analogeingängen für Temperaturfühler kann der Umrichter den Istwert in °C und °F anzeigen.

Beim Einsatz mit Temperaturfühlern beträgt die max. Kabellänge zum Anschluss von Sensoren 80 m bei nicht abgeschirmten/nicht verdrehten Leitern.

**Analogausgänge – Klemme X42/7-12**

Parametergruppe für Auslesen und Schreiben von Daten: 18-3\*. Siehe auch *VLT® HVAC Drive FC 102 Programmierungshandbuch*

Parametergruppe für Konfiguration: 26-4\*, 26-5\* und 26-6\*. Siehe auch *VLT® HVAC Drive FC 102 Programmierungshandbuch*

3 Analogausgänge	Ausgangssignalpegel	Auflösung	Linearität	Max. Last
Volt	0–10 V DC	11 Bit	1 % der Gesamtskala	1 mA

**Tabelle 3.7 Spezifikationen des Analogausgangs**

Analogausgänge sind über Parameter für jeden Ausgang skalierbar.

Die Funktionszuordnung erfolgt über Parameter und hat die gleichen Optionen wie die Analogausgänge auf der Steuerkarte.

Nähere Informationen zu den Parametern finden Sie im *VLT® HVAC Drive FC 102 Programmierungshandbuch*.

**Echtzeituhr (RTC) mit Batteriepufferung**

Das Datumsformat der Echtzeituhr umfasst Jahr, Monat, Datum, Stunde, Minute und Wochentag.

Die integrierte Lithium-Pufferbatterie hat eine Lebensdauer von mind. 10 Jahren bei Betrieb des Frequenzumrichters bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C. Fällt die Batteriepufferung aus, müssen Sie die analoge I/O-Option austauschen.

### 3.1.9 MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte

Die MCB 112-Option ermöglicht die Überwachung der Temperatur eines Elektromotors über einen galvanisch getrennten PTC-Thermistoreingang. Dies ist eine B-Option für Frequenzumrichter mit der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“.

Informationen zur Montage und Installation der Option siehe *Kapitel 6 Anwendungsbeispiele* für verschiedene Anwendungsmöglichkeiten.

X44/1 und X44/2 sind die Thermistoreingänge, X44/12 ermöglicht „Sicher abgeschaltetes Moment“ des Frequenzumrichters (T-37), wenn die Thermistorwerte es erforderlich machen, und X44/10 informiert den Frequenzumrichter, dass eine Anforderung für „Sicher abgeschaltetes Moment“ vom MCB 112 gesendet wurde, um eine geeignete Alarmhandhabung zu gewährleisten. Einer der Digitaleingänge des Frequenzumrichters (oder ein DI einer montierten Option) muss auf die PTC-Karte 1 [80] eingestellt werden, damit die Informationen ab X44/10 verwendet werden. Konfigurieren Sie *5-19 Terminal 37 Safe Stop* auf die gewünschte STO-Funktion (der Alarm „Sicher abgeschaltetes Moment“ ist Standard).

#### ATEX-Zertifizierung

Das MCB 112 wurde für ATEX zertifiziert, d. h. dass der Frequenzumrichter mit dem MCB 112 in Kombination mit Motoren in explosionsgefährdeten Atmosphären verwendet werden kann. Siehe das Produkthandbuch MCB 112 für weitere Informationen.



Tabelle 3.8 ATEX-Logo

**Elektrische Daten**
**Anschluss des Widerstands**

PTC entspricht DIN 44081 und DIN 44082

Nummer	1 bis 6 Widerstände in Reihe
Abschaltwert	3,3 $\Omega$ ... 3,65 $\Omega$ ... 3,85 $\Omega$
Reset-Wert	1,7 $\Omega$ ... 1,8 $\Omega$ ... 1,95 $\Omega$
Auslösungstoleranz	$\pm 6$ °C
Kollektiver Widerstand der Sensorrückführung	< 1,65 $\Omega$
Klemmenspannung	$\leq 2,5$ V bei $R \leq 3,65$ $\Omega$ , $\leq 9$ V bei $R = \infty$
Sensorstrom	$\leq 1$ mA
Kurzschluss	20 $\Omega \leq R \leq 40$ $\Omega$
Anschlussleistung	60 mA

**Testbedingungen**

EN 60 947-8

Messung des Stoßspannungswiderstands	6000 V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Messung der Trennungsspannung $V_{bis}$	690 V
Zuverlässige galvanische Trennung bis $V_i$	500 V
Zul. Umgebungstemperatur	-20 °C ... +60 °C
	EN 60068-2-1 Trockene Wärme
Feuchtigkeit	5 bis 95 %, keine Kondensation zulässig
EMV-Festigkeit	EN61000-6-2
EMV-Emissionen	EN61000-6-4
Schwingungsfestigkeit	10 bis 1000 Hz 1,14 g
Stoßfestigkeit	50 g

**Schutzsystemwerte**

 EN 61508 bei  $T_u = 75$ °C laufend

SIL	2 für Wartungszyklus von 2 Jahren 1 für Wartungszyklus von 3 Jahren
HFT	0
PFD (bei jährlicher Funktionsprüfung)	$4,10 \cdot 10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
$\lambda_{DU}$	934 FIT

### 3.1.10 Sensoreingangsoption MCB 114

Die Sensoreingangs-Optionskarte MCB 114 kann in den folgenden Fällen verwendet werden:

- Sensoreingang für Temperatugeber PT100 und PT1000 zur Überwachung der Lagertemperaturen
- Als allgemeine Erweiterung der Analogeingänge mit einem zusätzlichen Eingang für die Mehrzonensteuerung oder Differenzdruckmessungen
- Unterstützen erweiterte PID-Regler mit I/Os für Sollwert, Geber-/Sensoreingänge

Typische Motoren, die zum Schutz der Lager vor Überlast mit Temperatugebern ausgestattet sind, verfügen über 3 PT100/1000-Temperatugeber; einer vorn, einer im Lager am hinteren Ende und einer in den Motorwicklungen. Die Danfoss-Option MCB 114 unterstützt 2- oder 3-adrige Sensoren mit separaten Temperaturgrenzen für Unter-/Übertemperaturen. Eine Auto-Erkennung des Sensortyps, PT100 oder PT1000, wird beim Einschalten durchgeführt.

Die Option kann einen Alarm erzeugen, wenn die gemessene Temperatur unterhalb der benutzerdefinierten Untergrenze oder oberhalb der benutzerdefinierten Obergrenze liegt. Die an den einzelnen Sensoren gemessenen Temperaturen können auf dem Display angezeigt oder durch Anzeigeparameter ausgelesen werden. Wenn ein Alarm auftritt, können die Relais oder Digitalausgänge aktiv hoch programmiert werden, indem [21] *Übertemperaturwarnung* in der Parametergruppe 5-\*\* ausgewählt wird.

Ein Fehlerzustand hat eine gemeinsame, ihm zugewiesene Warnungs-/Alarmnummer, und zwar Alarm/Warnung 20, Temp. Eingangsfehler. Alle vorhandenen Ausgänge können aktiv programmiert werden, wenn die Warnung bzw. der Alarm auftritt.

## 3.1.10.1 Elektrische und mechanische Spezifikationen

## Analogeingang

Anzahl Analogeingänge	1
Format	0–20 mA oder 4–20 mA
Adern	2
Eingangsimpedanz	<200 Ω
Abtastrate	1 kHz
Filter 3. Ordnung	100 Hz bei 3 dB

Die Option kann den Analogsensor mit 24 V DC (Klemme 1) versorgen.

## Temperatursensoreingang

Anzahl der Analogeingänge, die PT100/1000 unterstützen	3
Signaltyp	PT100/1000
Anschluss	PT 100 2- oder 3-adrige/PT1000 2- oder 3-adrig
Frequenz PT100 und PT1000 Eingang	1 Hz für jeden Kanal
Auflösung	10 Bit
	-50bis +204 °C
Temperaturbereich	-58 bis +399 °F

## Galvanische Trennung

Die anzuschließenden Sensoren müssen vom Netzspannungsniveau galvanisch getrennt werden

IEC 61800-5-1 und UL508C

## Verkablung

Maximale Länge des Signalkabels	500 m
---------------------------------	-------

### 3.1.10.2 Elektrische Verdrahtung

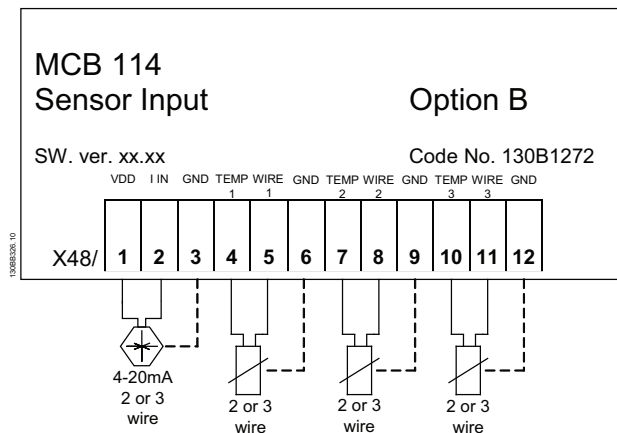


Abbildung 3.9 MCB 114

Klemme	Bezeichnung	Funktion
1	VDD	24 V DC zur Versorgung des Sensors mit 4-20 mA
2	I in	4-20 mA Eingang
3	GND	Analogeingang GND
4, 7, 10	Temp 1, 2, 3	Temperatureingang
5, 8, 11	Draht 1, 2, 3	3. Drahteingang, wenn 3 Drahtsensoren verwendet werden
6, 9, 12	GND	Temp. Eingang GND

Tabelle 3.9 Legende zu Abbildung 3.9

### 3.1.11 Optionen für die Baugröße D

#### 3.1.11.1 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 3.10* zeigt die abgedeckten und nicht abgedeckten Klemmen.

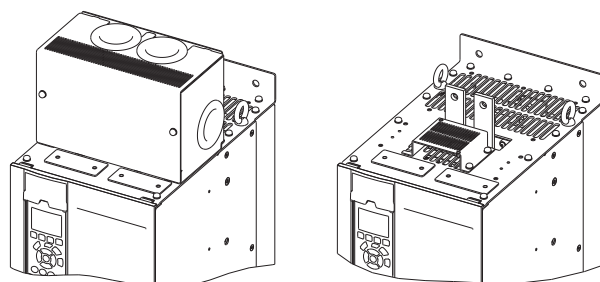


Abbildung 3.10 Zwischenkreiskopplungsklemmen bzw. Anschlüsse für Rückspeiseeinheiten mit Abdeckung (Links) und ohne Abdeckung (Rechts)

#### 3.1.11.2 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 3.10* zeigt die abgedeckten und nicht abgedeckten Klemmen.

#### 3.1.11.3 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 Busmann LPJ-21/2SP, zum Schutz der Heizung.

#### 3.1.11.4 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.

### 3.1.11.5 Netzabschirmung

Die Netzabschirmung ist eine Lexan-Abdeckung, die im Gehäuse angebracht wird, um Schutz gemäß den VBG-4 Unfallverhütungsvorschriften zu bieten.

### 3.1.11.6 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.**

### 3.1.11.7 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.

### 3.1.11.8 Netztrennung

Die Trennungsoption ist für beide Ausführungen der Optionsschaltschränke verfügbar. Die Position der Trennung ist von der Größe des Optionsschranks und von der Bedingung abhängig, ob weitere Optionen vorhanden sind. *Tabelle 3.10* bietet ausführlichere Informationen zu den verwendeten Trennschaltern.

Spannung	Frequenzumrichtermodell	Hersteller und Typ des Trennschalters
380–500 V	N110T5–N160T4	ABB OT400U03
	N200T5–N315T4	ABB OT600U03
525–690 V	N75KT7–N160T7	ABB OT400U03
	N200T7–N400T7	ABB OT600U03

Tabelle 3.10 Informationen zur Netztrennung

### 3.1.11.9 Schütz

Das Schütz Ein kundenseitig bereitgestelltes 50/60-Hz-Signal (230 V AC) versorgt das Schütz.

Spannung	Frequenzumrichtermodell	SchützhHersteller und -typ	Nutzungskategorie nach IEC
380–500 V	N110T5–N160T4	GE CK95BE311N	AC-3
	N200T5–N250T4	GE CK11CE311N	AC-3
	N315T4	GE CK11CE311N	AC-1
525–690 V	N75KT7–N160T7	GE CK95BE311N	AC-3
	N200T7–N400T7	GE CK11CE311N	AC-3

Tabelle 3.11 Informationen zum Schütz

#### **HINWEIS**

Bei Anwendungen, die eine UL-Approbation erfordern, muss der Kunde externe Sicherungen anbringen, wenn der Frequenzumrichter mit einem Schütz geliefert wird, um die UL-Einstufung des Frequenzumrichters und ein Nennkurzschlussvermögen von 100.000 A beizubehalten. Siehe *Kapitel 5.2.9 Sicherungen Kapitel 5.2.10 Sicherungsangaben* für Sicherungsempfehlungen.

### 3.1.11.10 Trennschalter

*Tabelle 3.12* bietet detaillierte Informationen zum Typ des als Option gelieferten Trennschalters mit den verschiedenen Geräten und Leistungsbereichen.

[V]	Frequenzumrichtermodell	Hersteller und Typ des Trennschalters
380–500	N110T5–N132T5	ABB T5L400TW
	N160T5	ABB T5LQ400TW
	N200T5	ABB T6L600TW
	N250T5	ABB T6LQ600TW
	N315T5	ABB T6LQ800TW
525–690	N75KT7–N160T7	ABB T5L400TW
	N200T7–N315T7	ABB T6L600TW
	N400T7	ABB T6LQ600TW

Tabelle 3.12 Informationen zum Trennschalter

## 3.1.12 Schaltschränkooptionen für die Baugröße F

#### Heizgeräte mit Thermostat

Im Inneren der Schaltschränke für Frequenzumrichter der Baugröße F sind mehrere Heizgeräte montiert. Diese Heizgeräte werden von einem automatischen Thermostat geregelt und ermöglichen die Regelung der Feuchtigkeit im Schaltschrank. Gemäß Werkseinstellungen, schaltet der Thermostat die Heizgeräte bei 10 °C (50 °F) einschaltet und bei 15,6 °C (60 °F) aus.

#### Schaltschränkleuchte mit Steckdose

Eine Leuchte, die in den Schaltschränkeninnenraum von Frequenzumrichtern der Baugröße 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 2 Spannungen verfügbar:

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

### Einrichtung der Transformator-Anzapfung

Wenn die Schaltschrankleuchte und der Schaltschrankausgang und/oder die Heizgeräte und Thermostate installiert sind, müssen sie die Anzapfungen für Transformator T1 auf die richtige Eingangsspannung einstellen. 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 an Klemme T1 im Gleichrichter-Schaltschrank siehe *Tabelle 3.13*.

Eingangsspannungsbereich	Zu wählende Anzapfung
380 V-440 V	400 V
441 V-490 V	460 V
491 V-550 V	525 V
551 V-625 V	575 V
626 V-660 V	660 V
661 V-690 V	690 V

Tabelle 3.13 Einrichtung der 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 dem NAMUR-Standard für Eingangs- und Ausgangsklemmen von Antrieben entsprechen. Hierfür sind eine MCB 112 PTC-Thermistorkarte und eine erweiterte Relaiskarte MCB 113 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. Jedem Sollwert ist ein einpoliges Alarmrelais zum externen Gebrauch zugeordnet. Die Fehlerstromschutzeinrichtung erfordert einen externen Aufsteck-Stromwandler (vom Kunden bereitgestellt und installiert).

- 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. Jedem Sollwert ist ein einpoliges Alarmrelais zum externen Gebrauch zugeordnet.

### HINWEIS

Sie können an jedes nicht geerdete System (IT-Netz) kann nur eine Isolationswiderstandswachung anschließen.

- In den Kreis „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

Beinhaltet eine redundante 4-adrige Not-Aus-Drucktaste, die sich auf der Vorderseite des Schaltschranks befindet, und ein Pilz-Relais, das diese mithilfe des Kreises „Sicher abgeschaltetes Moment“ des Frequenzumrichters und des Netzschützes im Optionsschrank überwacht.

### 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 Motorstarter abgesichert und ist ausgeschaltet, wenn die Leistungsversorgung des Frequenzumrichters unterbrochen ist. Sie können bis zu zwei Startern einsetzen (nur einer, wenn Sie eine abgesicherte Schaltung mit 30 A bestellen) und in den Kreis „Sicher abgeschaltetes Moment“ des Frequenzumrichters einbauen.

Zu den Gerätefunktionen zählen:

- Betriebsschalter (ein/aus)
- Kurzschluss- und Überlastschutz mit Testfunktion
- Manuelle Quittierfunktion

### Durch Sicherung geschützte 30-A-Klemmen

- Dreiphasiger Strom, der mit der eingehenden Netzspannung übereinstimmt, um kundenseitige Nebengeräte zu versorgen
- Nicht verfügbar, wenn Sie 2 manuelle Motorstarter ausgewählt haben
- 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



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 Frequenzumrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse kann diese Erhöhung zur Abschaltung des Umrichters aufgrund von Überlast führen. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der Energie des DC-Zwischenkreises im Frequenzumrichter. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Widerstands, seines Leistungsverlusts und seiner Größe. Danfoss bietet eine Vielzahl verschiedener Widerstände an, die speziell für Danfoss-Frequenzumrichter ausgelegt sind.

### 3.1.13 LCP-Einbausatz

Wenn sich der Frequenzumrichter in einem größeren Schaltschrank befindet, kann das LCP mit dem Fern-Einbausatz vom Frequenzumrichter zum vorderen Bereich des Schrankes verlegt werden. Der LCP-Schaltschrank hat die Schutzart IP66. Ziehen Sie die Befestigungsschrauben mit einem Drehmoment von max. 1 Nm an.

Gehäuse	Vorderseite IP66
	3 m
	8 m für Option
Max. Kabellänge zwischen LCP und Gerät	130B1129
Kommunikationsstandard	RS-485

Tabelle 3.14 Technische Daten

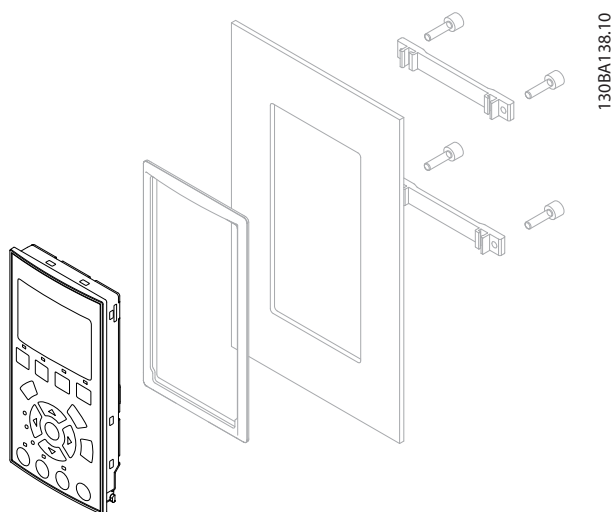


Abbildung 3.11 LCP-Einbausatz mit grafischer LCP-Bedien-einheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung Bestellnummer 130B1113

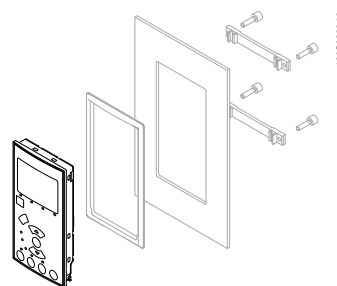


Abbildung 3.12 LCP-Einbausatz mit numerischer LCP-Bedien-einheit, Befestigungselementen und Dichtung Bestellnummer 130B1114

### 3.1.14 Ausgangsfilter

Durch die schnelle Taktfrequenz des Frequenzumrichters entstehen Nebeneffekte, die sich auf den Motor und das lokale Netz auswirken. Diese Nebeneffekte werden durch 2 verschiedene Filtertypen gedämpft: das dU/dt-Filter und das Sinusfilter.

#### dU/dt-Filter

Die Kombination aus schnellen Spannungs- und Stromanstiegen gefährden die Motorisolation bis hin zur Zerstörung. Diese schnellen Energieänderungen können ebenfalls in den Zwischenkreis des Wechselrichters rückgespeist werden und zur Abschaltung führen. Das dU/dt-Filter reduziert die Anstiegszeit der Spannung, die maximale Amplitude der Spannungsspitzen und Ladestromspitzen. Es vermeidet so vorzeitige Alterung und Überschlag in der Motorisolation. dU/dt-Filter reduzieren damit elektromagnetische Störungen in den Motorleitungen. Der Spannungsverlauf ist noch immer impulsförmig, der dU/dt-Anteil wird jedoch im Vergleich zur Installation ohne Filter reduziert.

#### Sinusfilter

Sinusfilter sind Tiefpassfilter, die eine sinusförmige Spannungswellenform zwischen den Phasen und sinusförmige Stromwellenformen erzeugen. Durch den sinusförmigen Verlauf von Spannung und Strom entfällt der Einsatz spezieller Frequenzumrichtermotoren mit verstärkter Isolation. Zudem reduzieren die Sinusfilter die Motorstörgeräusche. Neben den Funktionen des dU/dt-Filters senkt das Sinusfilter ebenfalls die Belastung der Motorisolation und Lagerströme im Motor. Dies verlängert die Motorlebensdauer und die Wartungsintervalle. Sinusfilter ermöglichen den Anschluss langer Motorkabel in Anwendungen, bei denen der Motor in größerer Entfernung vom Frequenzumrichter installiert ist. Die Länge ist beschränkt, da das Filter die Ableitströme in den Kabeln nicht reduziert.

## 4 Bestellen des Frequenzumrichters

### 4.1 Bestellformular

#### 4.1.1 Antriebskonfigurator

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

Um Standard-Frequenzumrichter und Frequenzumrichter mit eingebauten Optionen zu bestellen, schicken Sie einfach den Typencode, der das Produkt beschreibt, an die örtliche Danfoss-Vertretung.

Der Typencode ist eine Zeichenkette zur Beschreibung der Konfiguration, zum Beispiel:

FC-102N132KT4E21H1XGCXXXSXXXAGBKCXXXDX

Sie können mit dem webbasierten Antriebskonfigurator den geeigneten Frequenzumrichter für Ihre Anwendung zusammenstellen und erhalten dann den entsprechenden Typencode. Der Antriebskonfigurator erzeugt automatisch eine 8-stellige Bestellnummer, mit der Sie den Frequenzumrichter über Ihre Vertretung vor Ort bestellen können. Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und an ihren Danfoss-Verkaufsingenieur senden.

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

Die Tabellen mit den Typencodes und den Konfigurationsoptionen gelten für die Gerätebaugrößen A, B und C. Detaillierte Informationen zu diesen Baugrößen finden Sie im entsprechenden Projektierungshandbuch.

#### 4.1.2 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	-		0						T					H					X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D	

13088565.10

Abbildung 4.1 Beispiel für einen Typencode

Beschreibung	Position	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC
Frequenzumrichter-Serie	4-6	102
Erzeugungscode	7	N
Nennleistung	8-10	75-400 kW

#### Beispiel einer Antriebskonfigurator-Schnittstellenkonfiguration:

Die in den Feldern angezeigten Zahlen beziehen sich auch die Buchstaben-/Zifferposition im Typencode-String, gelesen von links nach rechts.

Produktgruppen	1-2
Frequenzumrichter-Baureihe	3-5
Nennleistung	8-10
Phasen	6-9
Netzspannung	10-11
Gehäuse	12-14
EMV-Filter	15-16
Bremse	17
Display (LCP)	18
Beschichtung der Platine	19
Netzoption	20
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 4.1 Typencode-Zeichenpositionen

Beschreibung	Position	Mögliche Auswahl
Netzspannung	11–12	T4: 380–480 V AC T7: 525–690 V AC
Gehäuse	13–15	E20: IP20 (Gehäuse – zur Installation in externen Schaltschränken) E2S: IP20/Gehäuse, Baugröße D3h C2S: IP20/Gehäuse, Baugröße D3h, Edelstahl-Kühlkanal E21: IP21 (NEMA 1) E2D: IP 21 (NEMA 1), Baugröße D1h E5D: IP54 (NEMA 12), Baugröße D1h E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) mit Netzabschirmung E5M: IP54 (NEMA 12) mit Netzabschirmung C20: IP20 (Gehäuse) + Kühlkanal aus Edelstahl H21: IP21 (NEMA 1) + Heizung H54: IP54 (NEMA 12) + Heizung
EMV-Filter	16–17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter Klasse A1 <sup>1)</sup>
Bremse	18	X: Keine Bremse IGBT B: Montierte Bremse IGBT T: Sicher abgeschaltetes Moment U: Bremschopper + Sicher abgeschaltetes Moment R: Regenerationsklemmen S: Bremse + Anschlüsse für Rückspeiseeinheit (nur IP20)
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil N: Numerisches LCP-Bedienteil X: Ohne LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine R: Robuste Platine
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 4: Netzschütz + Sicherungen 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung (nur IP20) D: Zwischenkreiskopplungsklemmen (nur IP20) E: Netztrennschalter + Schütz + Sicherungen J: Trennschalter + Sicherungen
Anpassung	22	X: Standard-Kabeleinführungen Q: Kühlkörper-Zugangsdeckel
Anpassung	23	X: Keine Anpassung
Softwareversion	24–27	Aktuelle Software
Software-Sprache	28	
1): Erhältlich für alle Frequenzumrichter der Baugröße D.		

Tabelle 4.2 Typencode für Frequenzumrichter der Baugröße D

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC
Frequenzumrichter-Serie	4-6	102
Nennleistung	8-10	450-630 kW
Phasen	11	Drei Phasen (T)
Netzspannung	11- 12	T 4: 380-500 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13- 15	E00: IP00/Gehäuse – zur Installation in externen Schaltschränken C00: IP00/Gehäuse (zur Installation in externen Schaltschränken) mit Edelstahl-Kühlkanal E21: IP21/NEMA Typ 1 E54: IP54/NEMA Typ 12 E2M: IP21/NEMA Typ 1 mit Netzabschirmung E5M: IP54/NEMA Typ 12 mit Netzabschirmung
EMV-Filter	16- 17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter Klasse A1 <sup>1)</sup>
Bremse	18	B: Montierte Bremse IGBT X: Keine Bremse IGBT R: Regenerationsklemmen
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil N: Numerisches LCP-Bedienteil X: Ohne LCP-Bedienteil (nur Baugröße D, IP00 und IP21)
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	Reserviert
Anpassung	23	Reserviert
Softwareversion	24- 27	Aktuelle Software
Software-Sprache	28	
A-Optionen	29-30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: MCA 121 EtherNet/IP
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Allgemeine I/O-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analoge I/O-Option BY: MCO 101 Erweiterte Kaskadenregelung
C <sub>0</sub> Optionen	33-34	CX: Keine Optionen
C <sub>1</sub> Optionen	35	X: Keine Optionen 5: MCO 102 Erweiterte Kaskadenregelung
Software für die C-Option	36-37	XX: Standard-Software
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: DC-Notstromversorgung
1) Nur für alle Baugrößen E mit 380-480/500 V AC erhältlich		
2) Informationen zu Anwendungen, die eine maritime Zertifizierung erfordern, erhalten Sie auf Anfrage von Ihrer Danfoss-Niederlassung.		

Tabelle 4.3 Typencode für Frequenzumrichter der Baugröße E

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC
Frequenzumrichter-Serie	4-6	102
Nennleistung	8-10	500-1200 kW
Netzspannung	11- 12	T 4: 380-480 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13- 15	E21: IP21/NEMA Typ 1 E54: IP54/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
EMV-Filter	16- 17	B2: 12-pulsig mit Klasse A2 EMV BE: 12-pulsig mit Fehlerstromschutzeinrichtung/A2 EMV BH: 12-pulsig mit IRM/A1 EMV BG: 12-pulsig mit IRM/A2 EMV B4: 12-pulsig mit Klasse A1 EMV BF: 12-pulsig mit Fehlerstromschutzeinrichtung/A1 EMV BH: 12-pulsig mit IRM/A1 EMV H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter, Klasse A12, 3) HE: Fehlerstromschutzeinrichtung mit EMV-Filter <sup>2)</sup> der Klasse A2 HF: Fehlerstromschutzeinrichtung mit EMV-Filter <sup>2, 3)</sup> der Klasse A1 HG: IRM mit EMV-Filter <sup>2)</sup> der Klasse A2 HH: IRM mit EMV-Filter <sup>2, 3)</sup> der Klasse A1 HJ: NAMUR-Klemmen und EMV-Filter <sup>1)</sup> der Klasse A2 HK: NAMUR-Klemmen mit EMV-Filter <sup>1, 2, 3)</sup> der Klasse A1 HL: Fehlerstromschutzeinrichtung mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter <sup>1, 2)</sup> der Klasse A2 HM: Fehlerstromschutzeinrichtung mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter <sup>1, 2, 3)</sup> der Klasse A1 HN: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter <sup>1, 2)</sup> der Klasse A2 HP: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter <sup>1, 2, 3)</sup> der Klasse A1
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert C: Sicher abgeschaltetes Moment mit Pilz-Sicherheitsrelais D: Sicher abgeschaltetes Moment mit Pilz-Sicherheitsrelais und Bremse IGBT E: Sicher abgeschaltetes Moment mit Pilz-Sicherheitsrelais und Regenerationsklemmen X: Keine Bremse IGBT R: Regenerationsklemmen M: IEC Not-Aus Drucktaste (mit Pilz-Sicherheitsrelais) <sup>4)</sup> N: IEC Not-Aus Drucktaste mit Bremse IGBT und Bremsklemmen <sup>4)</sup> P: IEC-Not-Aus-Drucktaste mit Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheit <sup>4)</sup>
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine

Netzoption	21	X: Keine Netzoption 7: Sicherung 3 <sup>2)</sup> : Netztrennschalter und Sicherung 5 <sup>2)</sup> : Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung E: Netztrennschalter, Schütz und Sicherungen <sup>2)</sup> F: Netztrennschalter, Schütz und Sicherungen <sup>2)</sup> G: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen und Sicherungen <sup>2)</sup> H: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen und Sicherungen <sup>2)</sup> J: Netztrennschalter und Sicherungen <sup>2)</sup> K: Netztrennschalter, Zwischenkreisklemmen und Sicherungen <sup>2)</sup>
A-Optionen	29–30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: MCA 121 EtherNet/IP
B-Optionen	31–32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Allgemeine I/O-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analoge I/O-Option BY: MCO 101 Erweiterte Kaskadenregelung
C <sub>0</sub> Optionen	33–34	CX: Keine Optionen
C <sub>1</sub> Optionen	35	X: Keine Optionen 5: MCO 102 Erweiterte Kaskadenregelung
Software für die C-Option	36–37	XX: Standard-Software
D-Optionen	38–39	DX: Keine Option D0: DC-Notstromversorgung

Tabelle 4.4 Typencode für Frequenzumrichter der Baugröße F

## 4.2 Bestellnummern

### 4.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnummer
<b>Diverse Ausrüstung</b>		
Profibus D-Sub 9	Anschlussset für IP20	130B1112
Profibus-Bausatz für den oberen Eingang	Bausatz für den oberen Eingang Profibus-Anschluss - Bauformen D + E	176F1742
Klemmenleisten	Schraubanschlussklemmen zum Austausch von Federzugklemmen Anschlüsse: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Stck. 10-polig</li> <li>• 1 Stck. 6-polig</li> <li>• 1 Stck. 3-polig</li> </ul>	130B1116
<b>LCPs und Einbausätze</b>		
LCP 101	Numerisches LCP-Bedienteil (NLCP)	130B1124
LCP 102	Grafisches LCP-Bedienteil (GLCP)	130B1107
LCP-Kabel	Separates LCP-Kabel, 3 m	175Z0929
LCP-Einbausatz	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich grafischem LCP, Befestigungen, 3 m langem Kabel und Dichtung	130B1113
LCP-Einbausatz	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich numerischem LCP, Befestigungen und Dichtung	130B1114
LCP-Einbausatz	Einbausatz für Schaltschrankeinbau für alle LCPs, einschließlich Befestigungen, 3 m langem Kabel und Dichtung	130B1117
LCP-Einbausatz	Vorderer Einbausatz, Bauform IP55	130B1129
LCP-Einbausatz	Einbausatz für Schaltschrankeinbau für alle LCPs, einschließlich Befestigungen und Dichtung – ohne Kabel	130B1170

Tabelle 4.5 Sie können die Optionen bereits als werkseitig montiert bestellen.

Typ	Beschreibung	Bemerkung
<b>Optionen für Steckplatz A</b>		<b>Bestellnummer Beschichtet</b>
MCA 101	Profibus-Option DP V0/V1	130B1200
MCA 104	DeviceNet-Option	130B1202
MCA 108	Lonworks	130B1206
MCA 109	BACnet-Gateway zum Einbau. Verwenden Sie nicht die Relaisoption MCB 105-Karte	130B1244
MCA 120	Profinet	130B1135
MCA 121	Ethernet	130B1219
<b>Optionen für Steckplatz B</b>		
MCB 101	Mehrzweck-Eingangs-/Ausgangsoption	
MCB 105	Relaisoption	
MCB 109	Analog-E/A-Option und Batteriereserve für Echtzeituhr	130B1243
MCB 112	ATEX PTC	130B1137
MCB 114	Sensoreingang - unbeschichtet	130B1172
	Sensoreingang - beschichtet	130B1272
<b>Option für Steckplatz D</b>		
MCB 107	24-V-DC-externe Spannungsversorgung	130B1208
<b>Externe Optionen</b>		
EtherNet/IP	Ethernet-Master	

**Tabelle 4.6 Steckplätze A, B, D & Externe Optionen**

Informationen zur Kompatibilität von Feldbus- und Anwendungsoptionen mit älteren Software-Versionen erhalten Sie von Ihrem Danfoss-Händler.

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	Bemerkung
<b>Ersatzteile</b>			
Frequenzumrichter-Steuerkarte	Mit Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“	130B1150	
Frequenzumrichter-Steuerkarte	Ohne Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“	130B1151	

**Tabelle 4.7 Steuerkarte**



## 4.2.2 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		Verluste		Störge- räusche [dBA]	Baugröße	
				[kW]	[A]	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 4.8 Oberwellenfilter 380-415 V, 50 Hz, Baugröße D

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nenn- strom [A]	Typi- scher Motor [kW]	VLT-Modell und Nennstrom- werte		Verluste		Störge- räusche [dBA]	Baugröße	
				[kW]	[A]	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 4.9 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 4.10 Oberwellenfilter 380–415 V, 60 Hz, Baugröße D

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nenn- strom [A]	Typi- scher Motor [kW]	VLT-Modell/ Nenn- strom [kW] [A]		Verluste		Störge- räusche [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 4.11 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 [PS] [A]		Verluste		Stör- geräusche [dBA]	Baugröße	
						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		

**4**

Tabelle 4.12 Oberwellenfilter 440–480 V, 60 Hz, Baugröße D

Kennziffer AHF005 IP00/IP20	Kennziffer AHF010 IP00/IP20	Filter- nenns- trom [A]	Typi- scher Motor [PS]	VLT-Modell/ Nennstrom [kW] [A]		Verluste		Störge- räusche [dBA]	Baugröße	
						AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
						2x130B2200 2x130B1766	2x130B1784 2x130B1498		582	500
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 4.13 Oberwellenfilter 440–480 V, 60 Hz, Baugrößen E und F

Kennziffer AHF005 IP00/ IP20	Kennziffer AHF010 IP00/ IP20	Filter- nenns- trom 50 Hz	Typischer Motor	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Stör- geräusche	Baugröße	
						AHF005	AHF010			
		[A]	[PS]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]	AHF005	AHF010
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 4.14 Oberwellenfilter, 600 V, 60 Hz

Kennziffer AHF005 IP00/ IP20	Kennziffer AHF010 IP00/ IP20	Filter- nenns- trom 50 Hz	Typischer Motor	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Störge- räusche	Baugröße	
						AHF005	AHF010			
		[A]	[PS]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]	AHF005	AHF010
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 3x139B5226	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 4.15 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 Motorggröße	500-550 V		Typische Motorggröße	551-690 V		AHF005		AHF010	AHF005
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]		
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 4.16 Oberwellenfilter, 500-690 V, 50 Hz

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

Tabelle 4.17 Oberwellenfilter, 500-690 V, 50 Hz

## 4.2.3 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 4.18 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	130B4156	130B4157
450	596	600	570	560	570	E1/E2, F8/F9		
500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9	2X130B4129	2X130B4151
500	659			630	630	F1/F3, F10/F11		
		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 4.19 Sinusfiltermodule 525–690 V

**HINWEIS**

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

Siehe auch *Projektierungshandbuch Oberwellenfilter*.



## 4.2.4 Bestellnummern: dU/dt-Filter

Typische Anwendungsdaten										Baugröße	Filterbestellnummer	
380-480 V [T4]				525-690 V [T7]								
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz				
[kW]	[A]	[PS]	[A]	[kW]	[A]	[PS]	[A]	[kW]	[A]		IP00	IP23
90	177	125	160	90	137	125	131			D1h/D3h	130B2847	130B2848
110	212	150	190	110	162	150	155	110	131	D1h/D3h		
132	260	200	240	132	201	200	192	132	155	D1h/D3h, D2h/D4h, D13		
160	315	250	302	160	253	250	242	160	192	D2h/D4h, D13	130B2849	130B3850
200	395	300	361	200	303	300	290	200	242	D2h/D4h, D13		
250	480	350	443	250	360	350	344	250	290	D2h/D4h, D11 E1/E2, E9, F8/F9	130B2851	130B2852
315	588	450	535	315	429	400	410	315	344	D2h/D4h, E9, F8/F9		
355	658	500	590	355	470	450	450	355	380	E1/E2, E9, F8/F9		
								400	410	E1/E2, F8/F9	130B2853	130B2854
								450	450	E1/E2, F8/F9		
400	745	600	678	400	523	500	500	500	500	E1/E2, E9, F8/F9		
450	800	600	730	450	596	600	570	560	570	E1/E2, E9, F8/F9	2x130B28492	2x130B28502
				500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9		
450	800	600	730							F1/F3, F10/F11, F18		
500	880	650	780	500	659	650	630			F1/F3, F10/F11, F18	2x130B2851	2x130B2852
								630 <sup>2</sup>	630 <sup>2</sup>	F1/F3, F10/F11		
560	990	750	890	560	763	750	730	710	730	F1/F3, F10/F11, F18		
630	1120	900	1050	670	889	950	850	800	850	F1/F3, F10/F11, F18	2x130B2851	2x130B2852
710	1260	1000	1160	750	988	1050	945			F1/F3, F10/F11, F18		
								900	945	F1/F3, F10/F11	2x130B2853	2x130B2854
710	1260	1000	1160	750	988	1050	945			F2/F4, F12/F13	3x130B2849	3x130B2850
								900	945	F2/F4, F12/F13	3x130B2851	3x130B2852
800	1460	1200	1380	850	1108	1150	1060	1000	1060	F2/F4, F12/F13		
1000	1720	1350	1530	1000	1317	1350	1260	1200	1260	F2/F4, F12/F13		
				1100	1479	1550	1415	1400	1415	F2/F4, F12/F13	3x130B2853	3x130B2854

Tabelle 4.20 Bestellnummern für dU/dt-Filter

**HINWEIS**

Siehe auch das Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter.

## 4.2.5 Bestellnummern: Bremswiderstände

Informationen zur Auswahl von Bremswiderständen finden Sie im Projektierungshandbuch für Bremswiderstände. Mit dieser Tabelle können Sie für jede Frequenzumrichtergröße den zugehörigen Mindestwiderstand bestimmen.

380–480 V AC			
Umrichterdaten			
Aqua FC202 [T4]	Pm (NO) [kW]	Anzahl Bremschopper <sup>1)</sup>	R <sub>min</sub>
N110	110	1	3,6
N132	132	1	3
N160	160	1	2,5
N200	200	1	2
N250	250	1	1,6
N315	315	1	1,2
P355	355	1	1,2
P400	400	1	1,2
P500	500	2	0,9
P560	560	2	0,9
P630	630	2	0,8
P710	710	2	0,7
P800	800	3	0,6
P1M0	1000	3	0,5

Tabelle 4.21 Bremschopperdaten, 380–480 V

525–690 V AC			
Umrichterdaten			
Aqua FC202 [T7]	Pm (NO) [kW]	Anzahl Bremschopper <sup>1)</sup>	R <sub>min</sub>
N75K	75	1	13,5
N90K	90	1	8,8
N110	110	1	8,2
N132	132	1	6,6
N160	160	1	4,2
N200	200	1	4,2
N250	250	1	3,4
N315	315	1	2,3
N400	400	1	2,3
P450	450	1	2,3
P500	500	1	2,1
P560	560	1	2
P630	630	1	2
P710	710	2	1,3
P800	800	2	1,1
P900	900	2	1,1
P1M0	1000	3	1
P1M2	1200	3	0,8
P1M4	1400	3	0,7

Tabelle 4.22 Bremschopperdaten, 525–690 V

$R_{min}$  = Mindestbremswiderstand, der mit diesem Frequenzumrichter verwendet werden kann. Ist der Frequenzumrichter mit mehreren Bremschoppern ausgestattet, entspricht der Widerstandswert der Summe aller parallel geschalteten Widerstände.

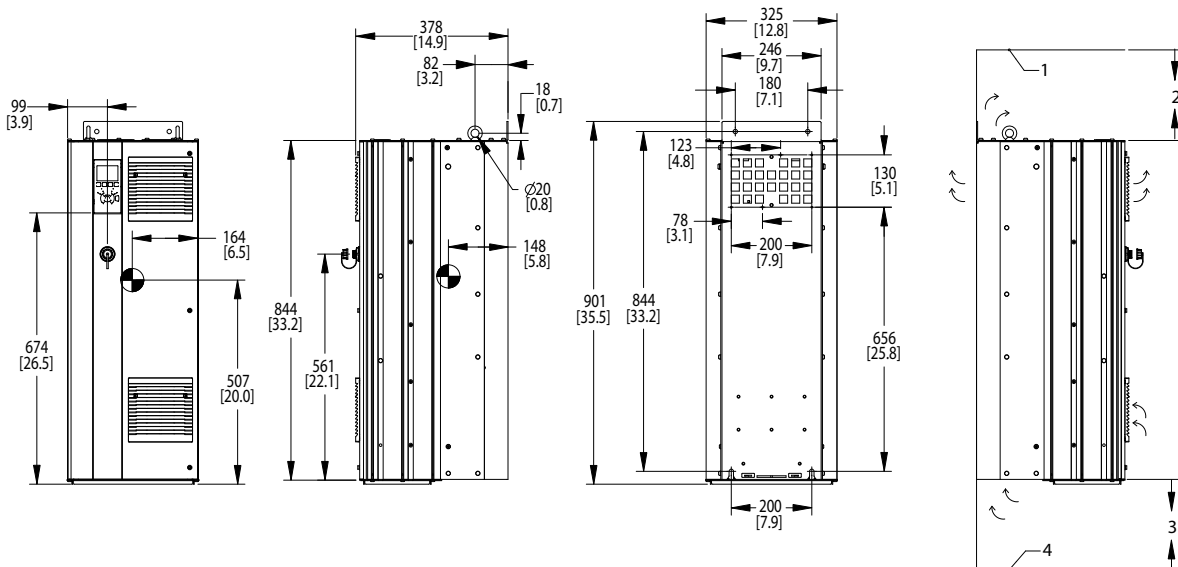
$R_{br, nom}$  = erforderlicher Nennwiderstand, um 150 % Bremsmoment zu erreichen.

<sup>1)</sup> Größere Frequenzumrichter verfügen über mehrere Wechselrichtermodule mit einem Bremschopper in jedem Wechselrichter. Verbinden Sie jeden Bremschopper mit Widerständen gleicher Größe.

## 5 Installation

### 5.1 Mechanische Installation

#### 5.1.1 Abmessungen



130BC515.11

5

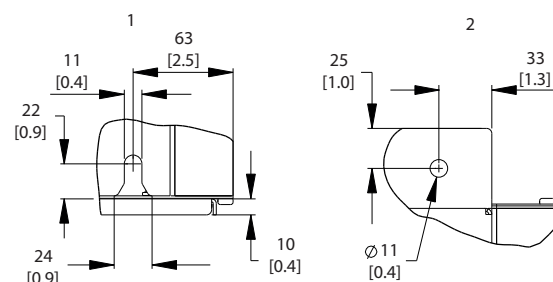
Abbildung 5.1 Abmessungen, D1h

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

Tabelle 5.1 Legende zu *Abbildung 5.1*

### HINWEIS

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



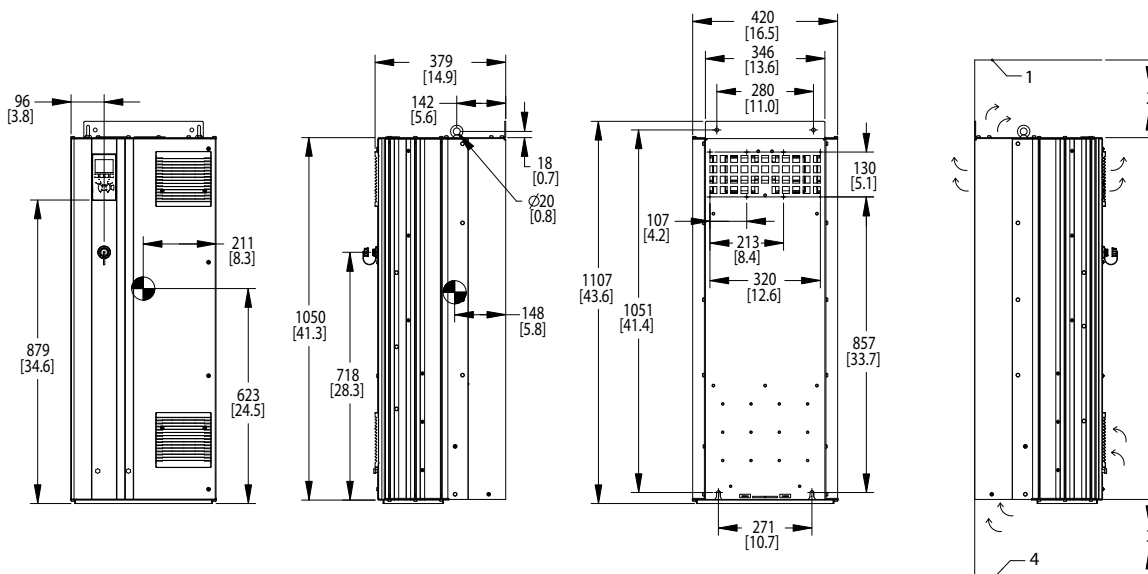
130BD514.10

Abbildung 5.2 Detail Abmessungen, D1h

1	Detail des unteren Befestigungsschlitzes
2	Detail des oberen Befestigungspunkts

Tabelle 5.2 Legende zu *Abbildung 5.2*

5



130BC516.11

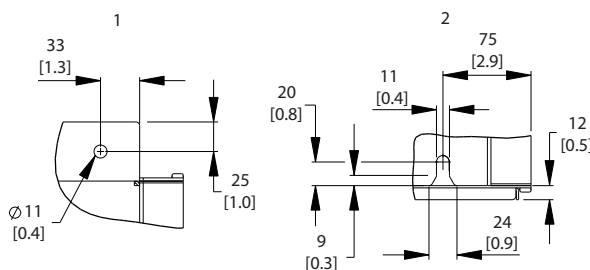
Abbildung 5.3 Abmessungen, D2h

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

Tabelle 5.3 Legende zu *Abbildung 5.3*

**HINWEIS**

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

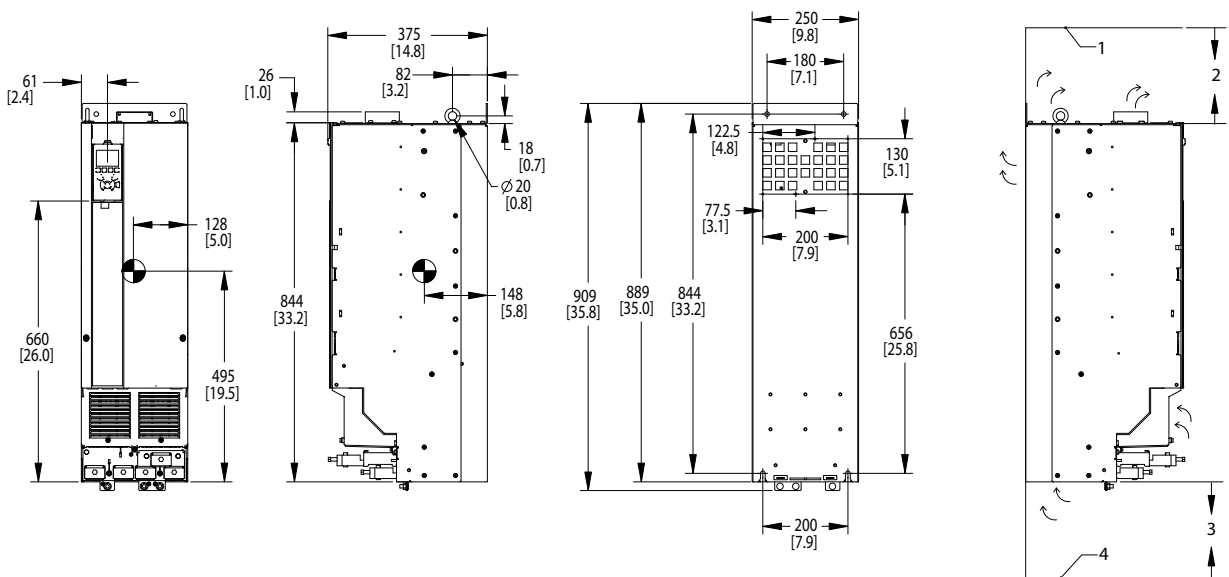


130BD515.10

Abbildung 5.4 Detail Abmessungen, D2h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 5.4 Legende zu *Abbildung 5.4*



1308C517.11

5

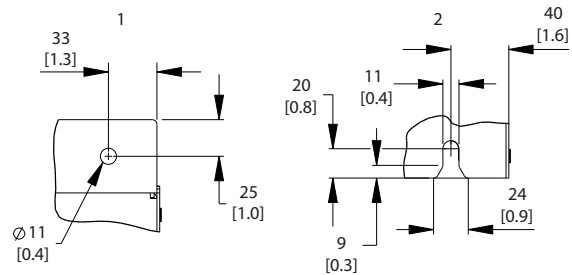
Abbildung 5.5 Abmessungen, D3h

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

Tabelle 5.5 Legende zu *Abbildung 5.5*

**HINWEIS**

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



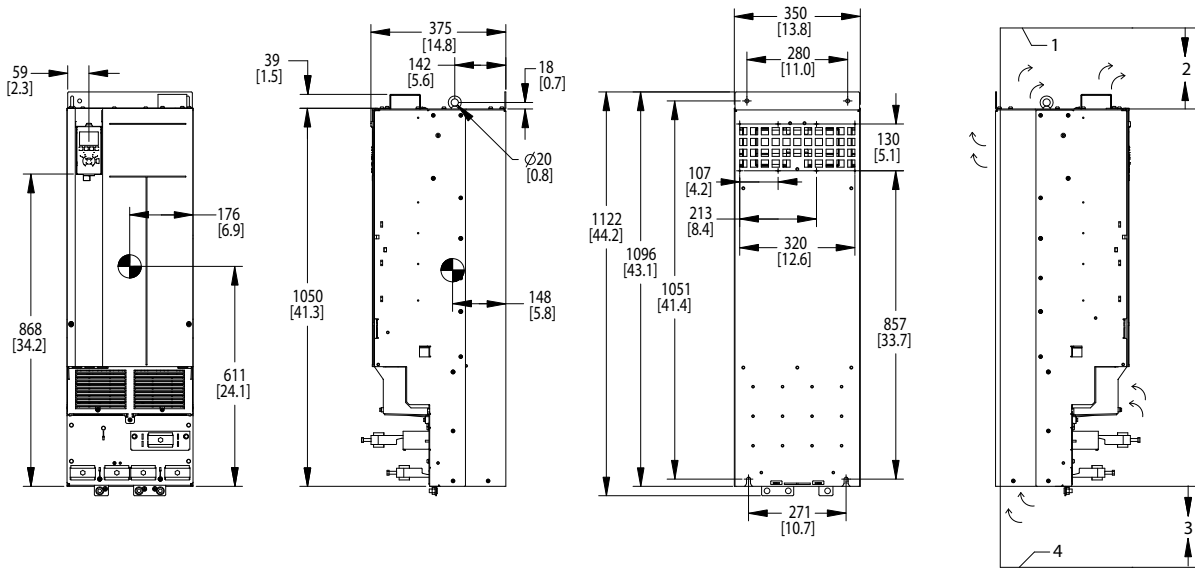
1308D517.10

Abbildung 5.6 Detail Abmessungen, D3h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 5.6

5



130BC5 18.11

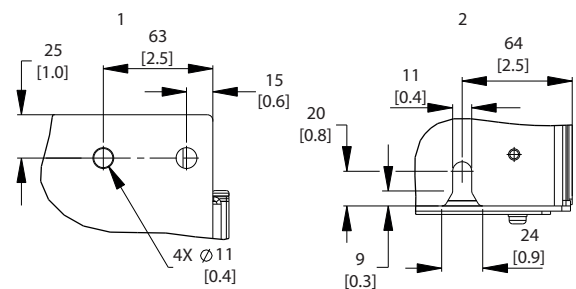
Abbildung 5.7 Abmessungen, D4h

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

Tabelle 5.7 Legende zu *Abbildung 5.7*

**HINWEIS**

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

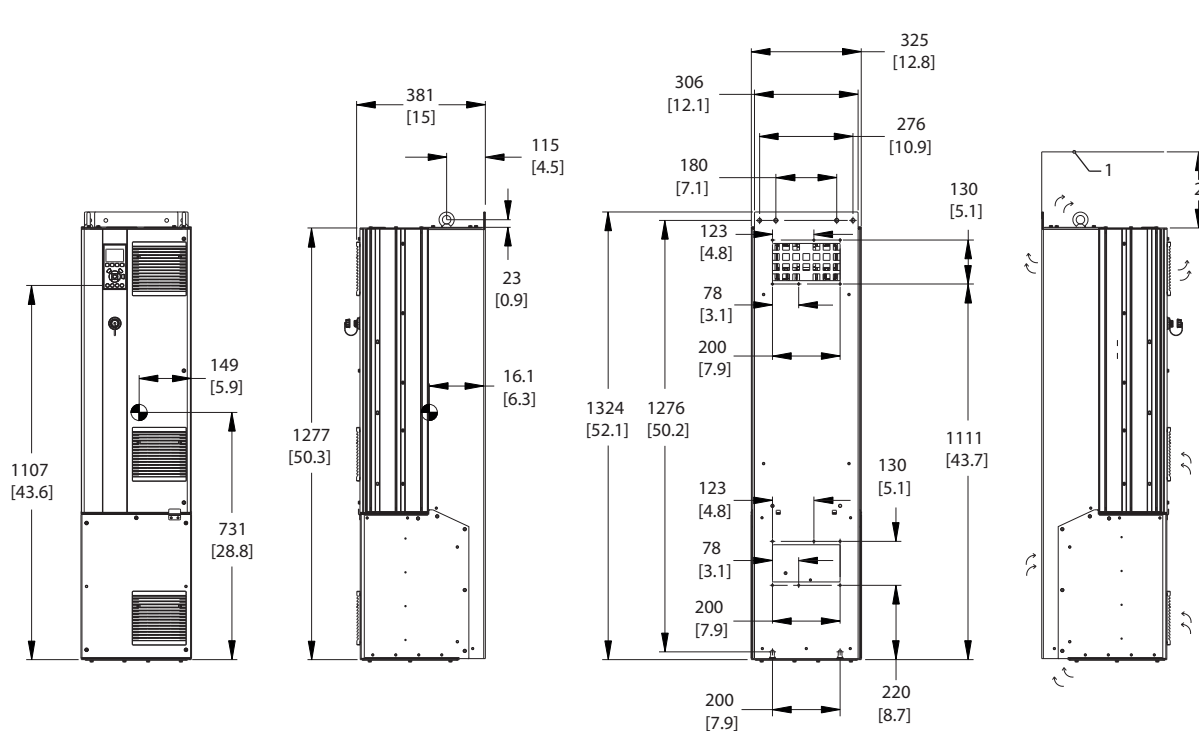


130BD5 18.10

Abbildung 5.8 Detail Abmessungen, D4h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 5.8 Legende zu *Abbildung 5.8*



130BD463.10

5

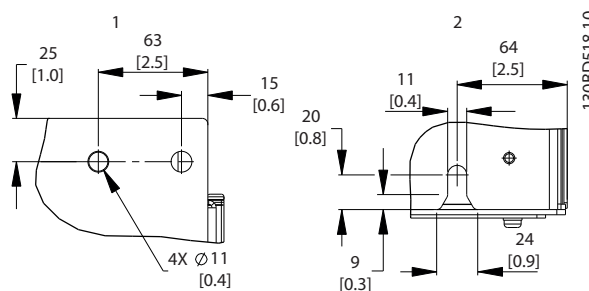
Abbildung 5.9 Abmessungen, D5h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm

Tabelle 5.9 Legende zu *Abbildung 5.9*

**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 5.10 Detail Abmessungen, D5h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 5.10 Legende zu *Abbildung 5.10*

5

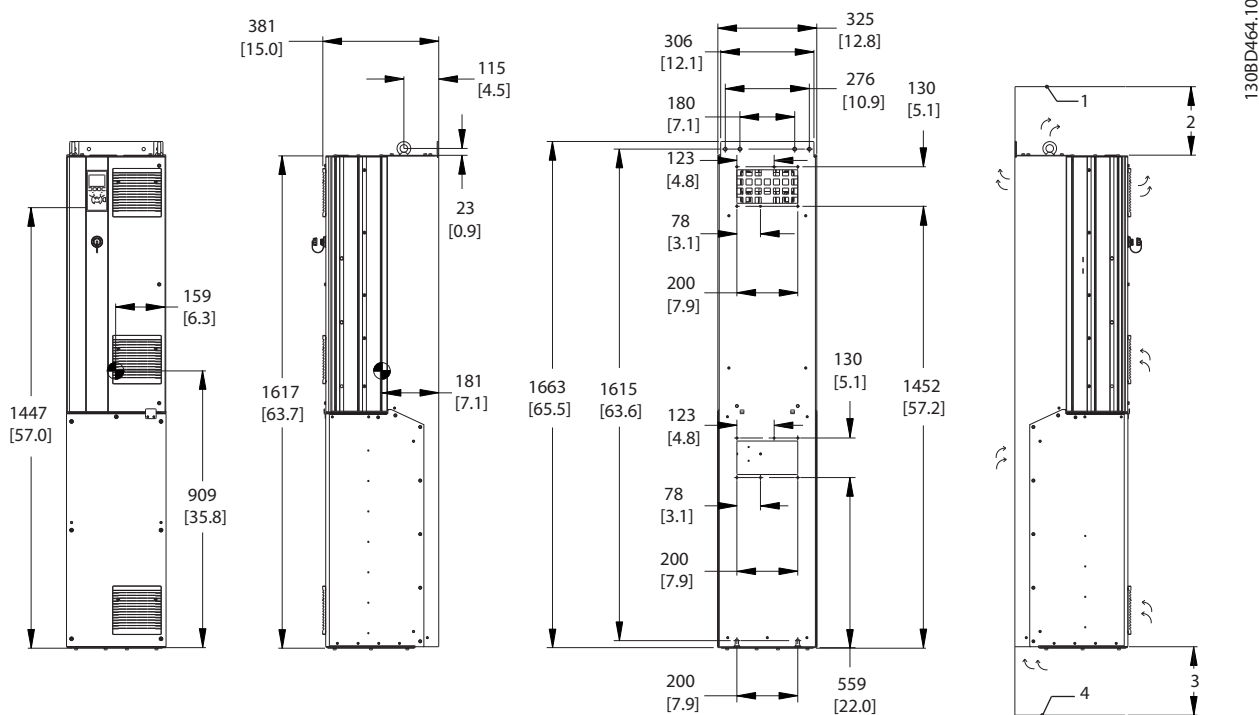


Abbildung 5.11 Abmessungen, D6h

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

Tabelle 5.11 Legende zu *Abbildung 5.11*

**HINWEIS**

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

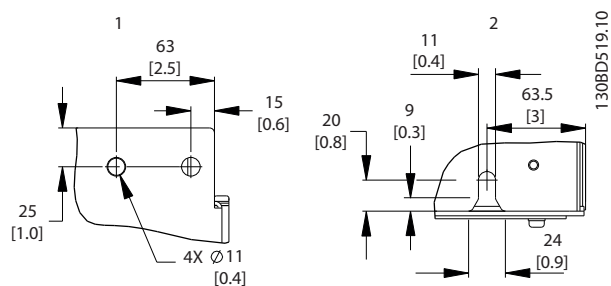


Abbildung 5.12 Detail Abmessungen, D6h

1	Detail des oberen Befestigungspunkts
2	Detail des unteren Befestigungsschlitzes

Tabelle 5.12 Legende zu *Abbildung 5.12*



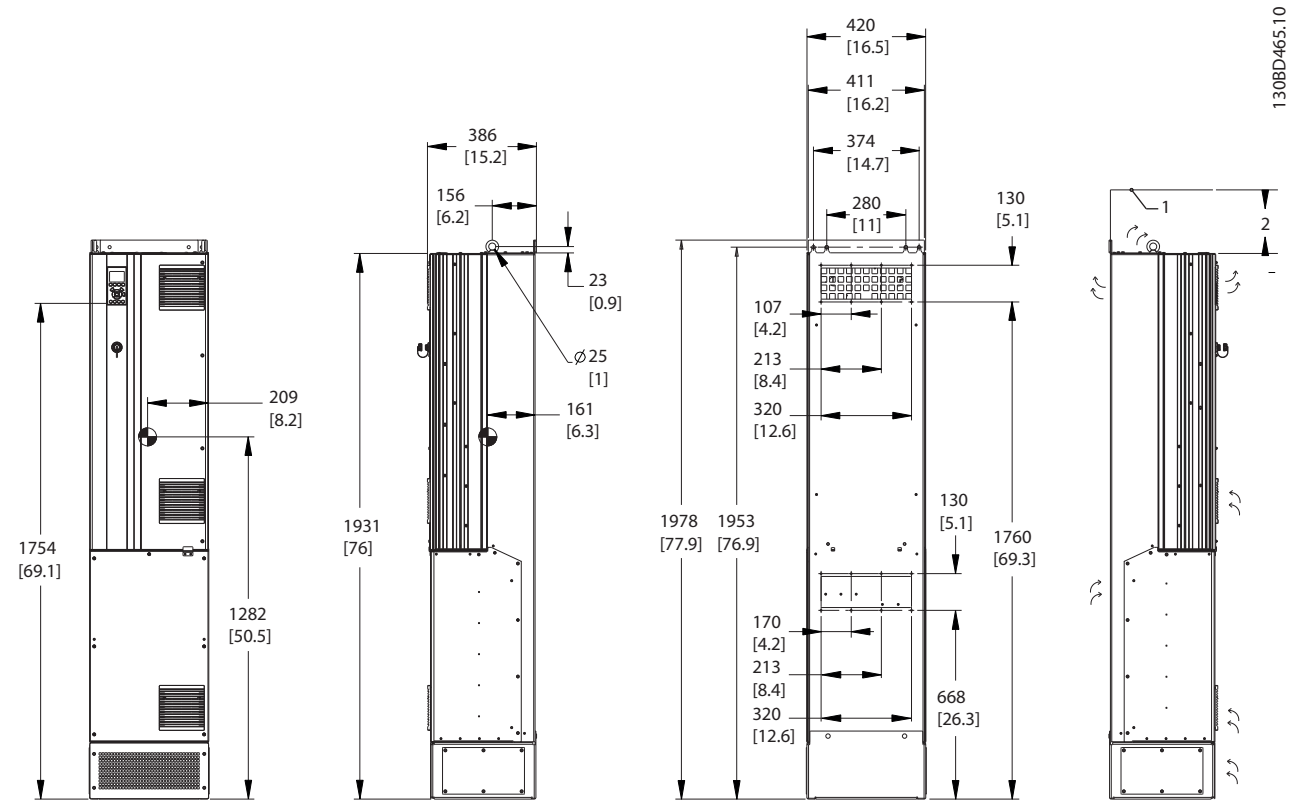


Abbildung 5.13 Abmessungen, D7h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm

Tabelle 5.13 Legende zu *Abbildung 5.13*

**HINWEIS**

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

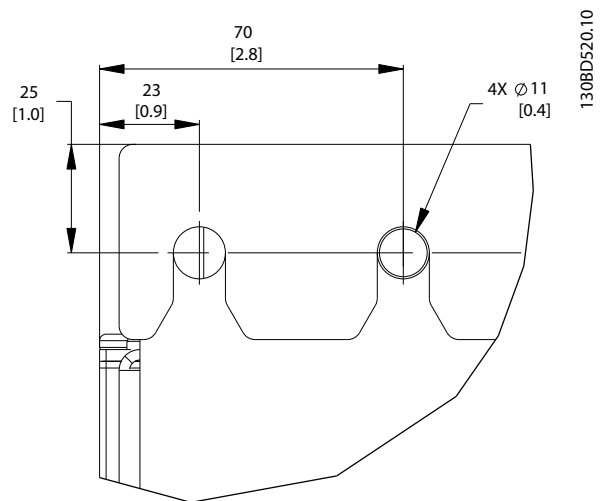
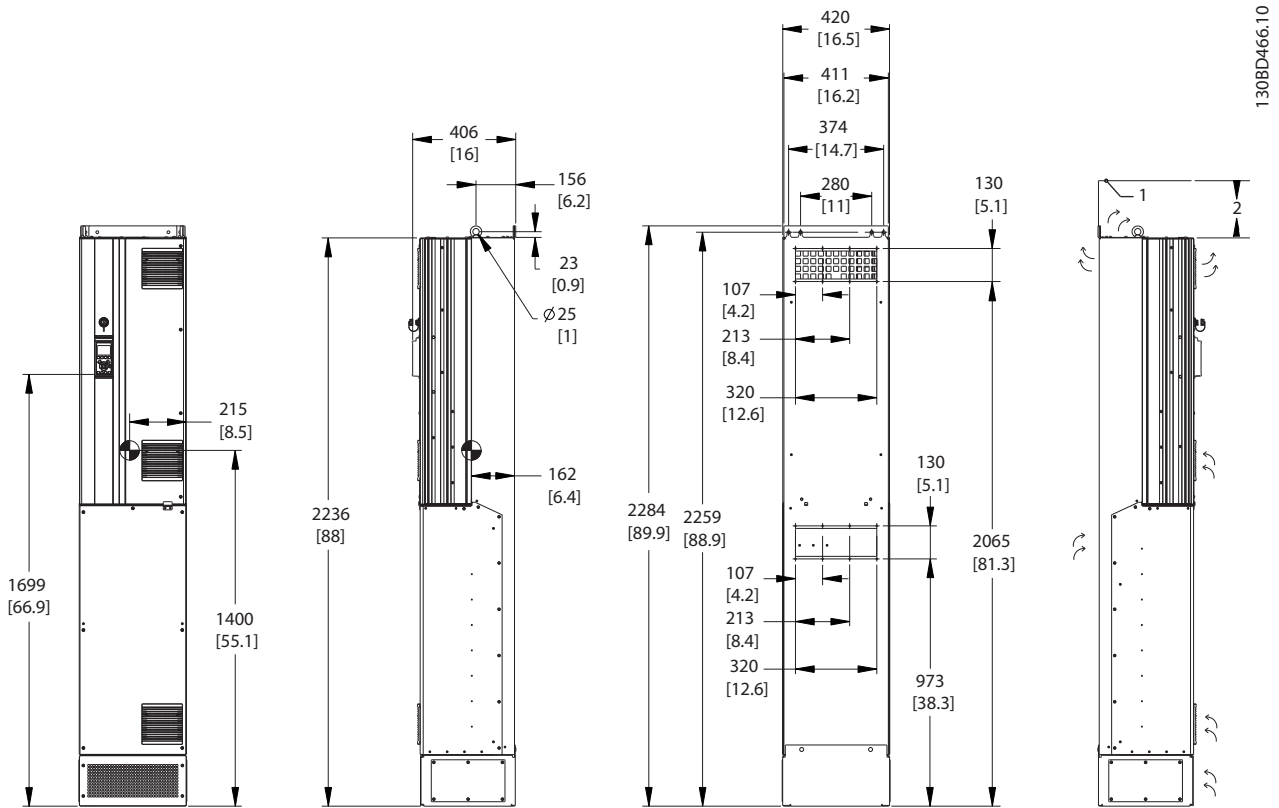


Abbildung 5.14 Detail der Abmessung des oberen Befestigungspunkts, D7h

5



130BD466.10

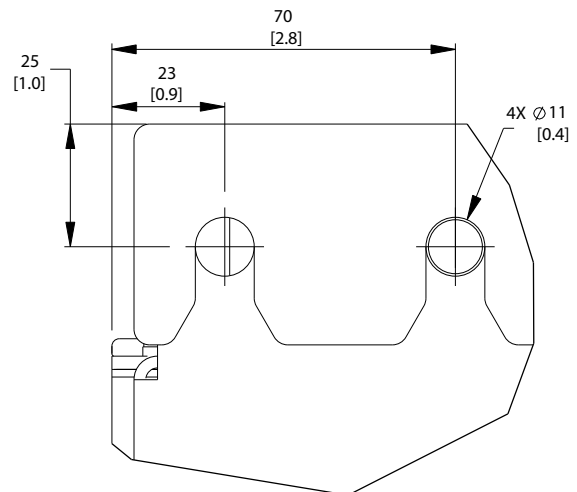
Abbildung 5.15 Abmessungen, D8h

1	Decke
2	Abstand Auslass min. 225 mm

Tabelle 5.14 Legende zu *Abbildung 5.15*

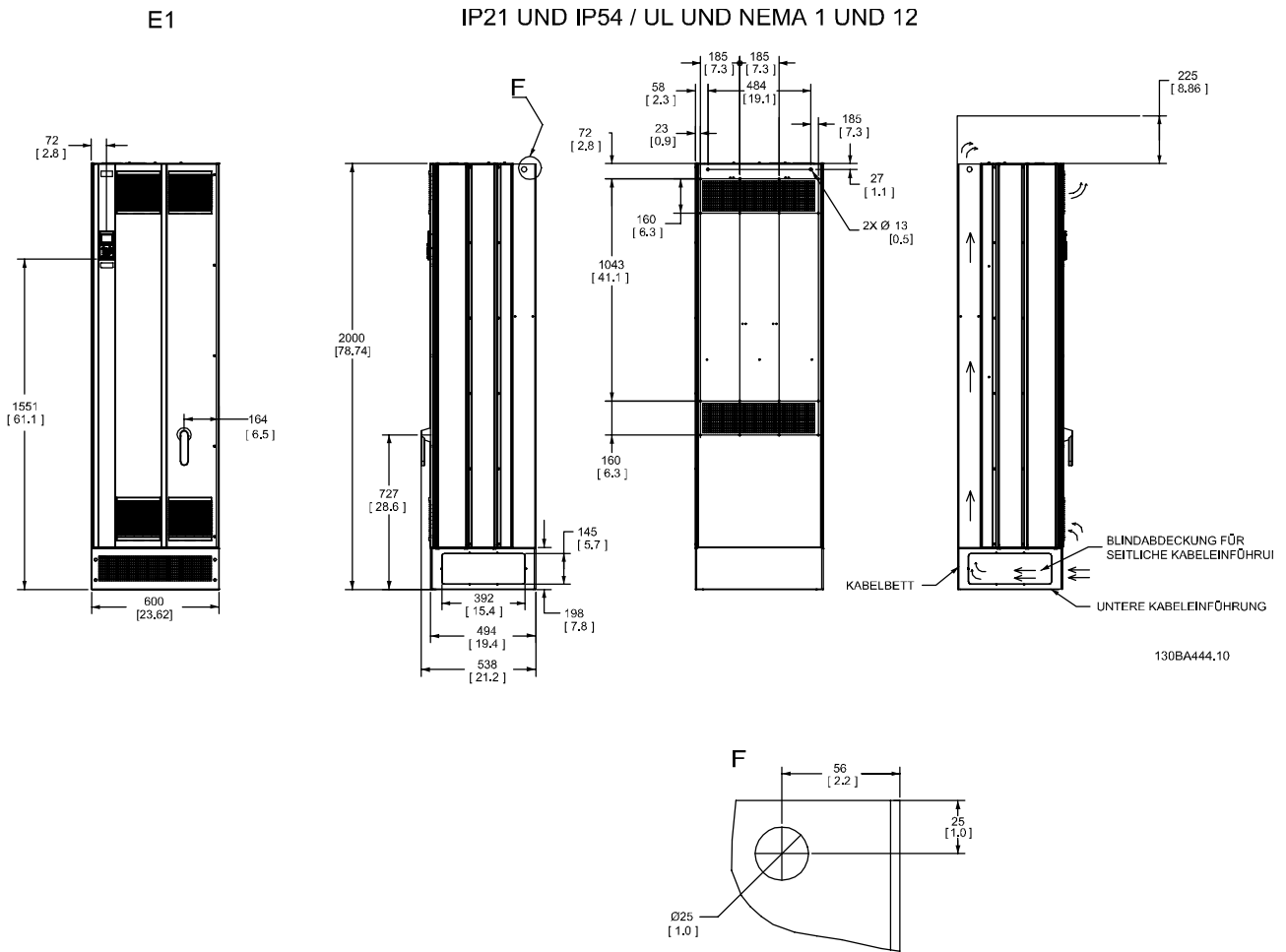
**HINWEIS**

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



130BD521.10

Abbildung 5.16 Detail der Abmessung des oberen Befestigungspunkts, D8h



5

Abbildung 5.17 Abmessungen, E1

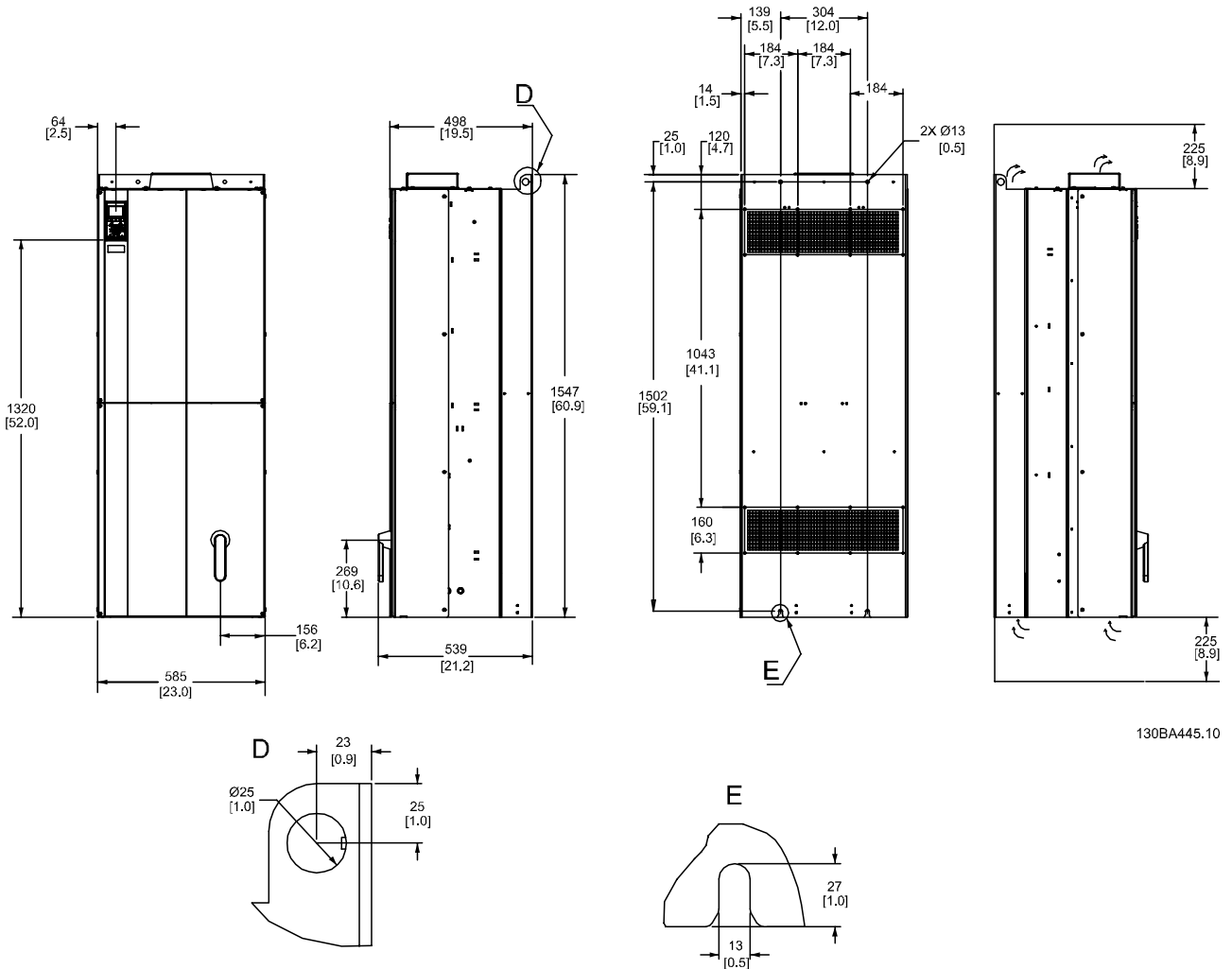
F	Detail Hebeöse
---	----------------

Tabelle 5.15 Legende zu *Abbildung 5.17*

5

E2

IP00 / CHASSIS



130BA445.10

Abbildung 5.18 Abmessungen, E2

D	Detail Hebeöse
E	Steckplätze hinten

Tabelle 5.16 Legende zu *Abbildung 5.18*

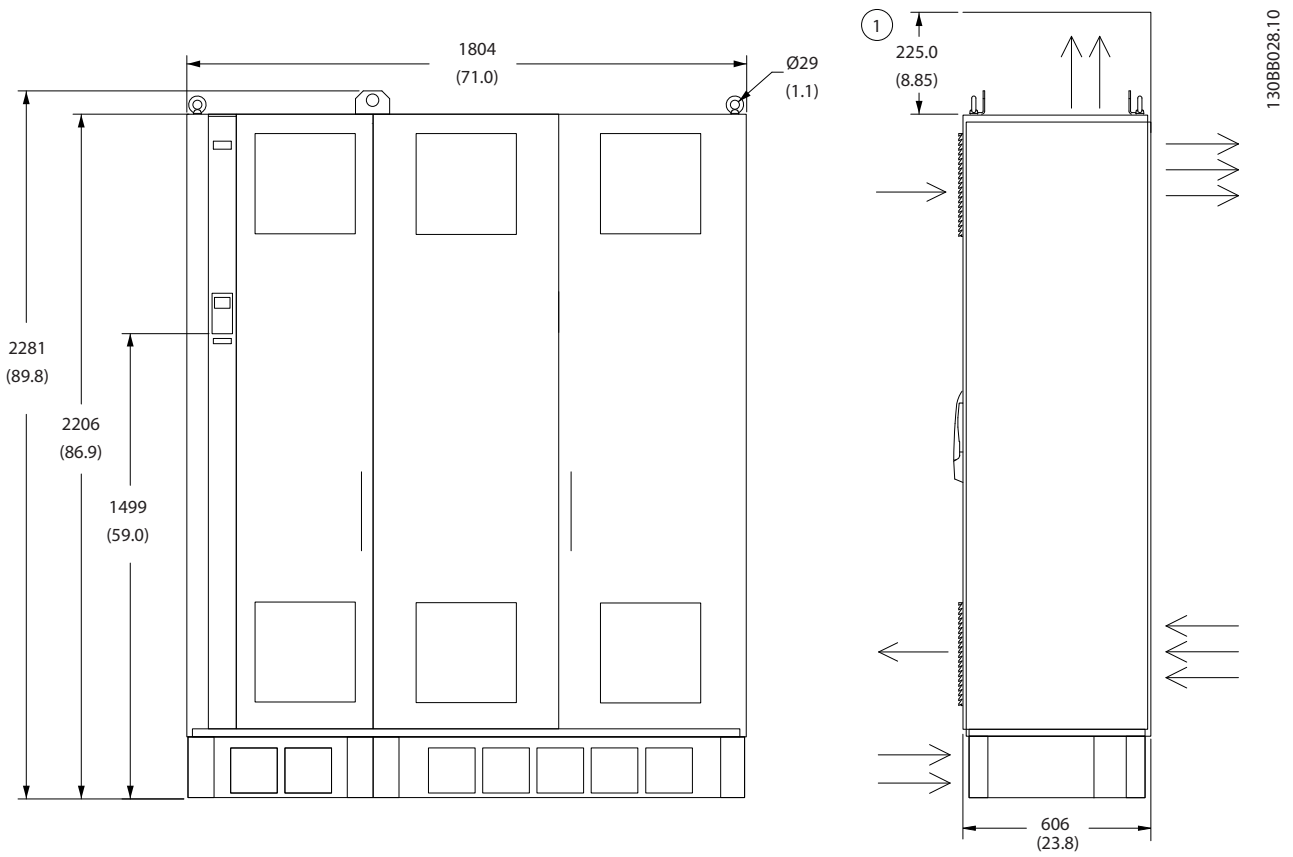


Abbildung 5.19 Abmessungen, F2

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

Tabelle 5.17 Legende zu *Abbildung 5.19*

5

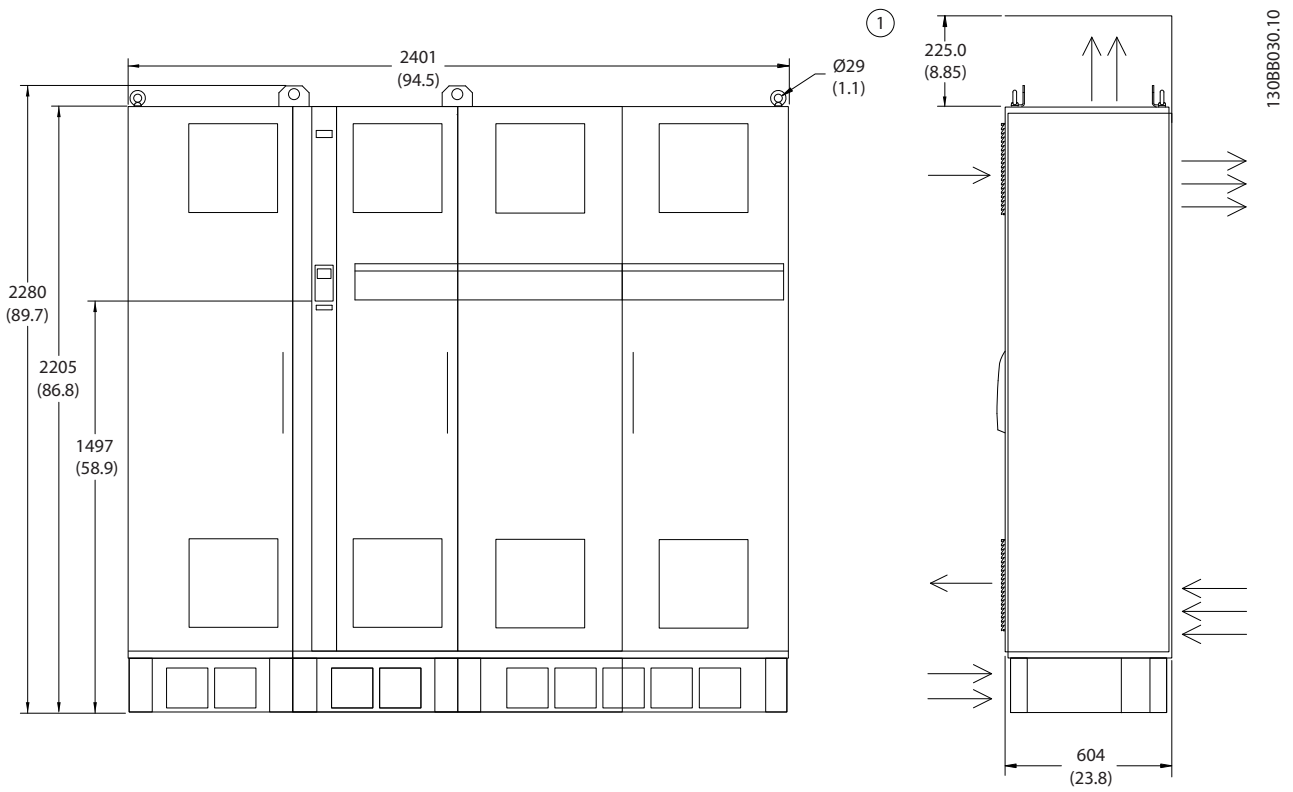


Abbildung 5.20 Abmessungen, F4

1 Mindestabstand zur Decke

Tabelle 5.18 Legende zu *Abbildung 5.20*

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 NEMA		21/54 Typ 1/12	21/54 Typ 1/12	20 Chassis	20 Chassis	20 Chassis	20 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 5.19 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 NEMA		21/54 Typ 1/12	21/54 Typ 1/12	21/54 Typ 1/12	21/54 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 5.20 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 NEMA		21, 54 NEMA 12	00 Chassis	21, 54 NEMA 12	21, 54 NEMA 12	21, 54 NEMA 12	21, 54 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 5.21 Abmessungen, Gerätebaugröße E1-E2, F1-F4

5.1.2 Abmessungen, 12-Puls-Geräte

5

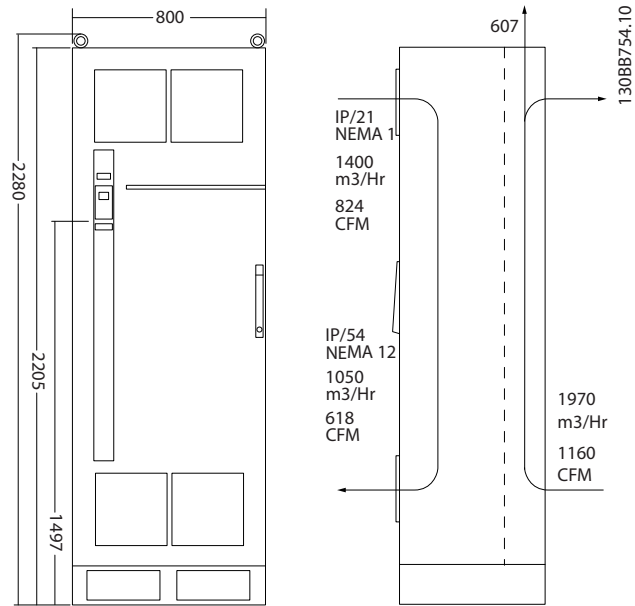


Abbildung 5.21 Abmessungen (mm), F8



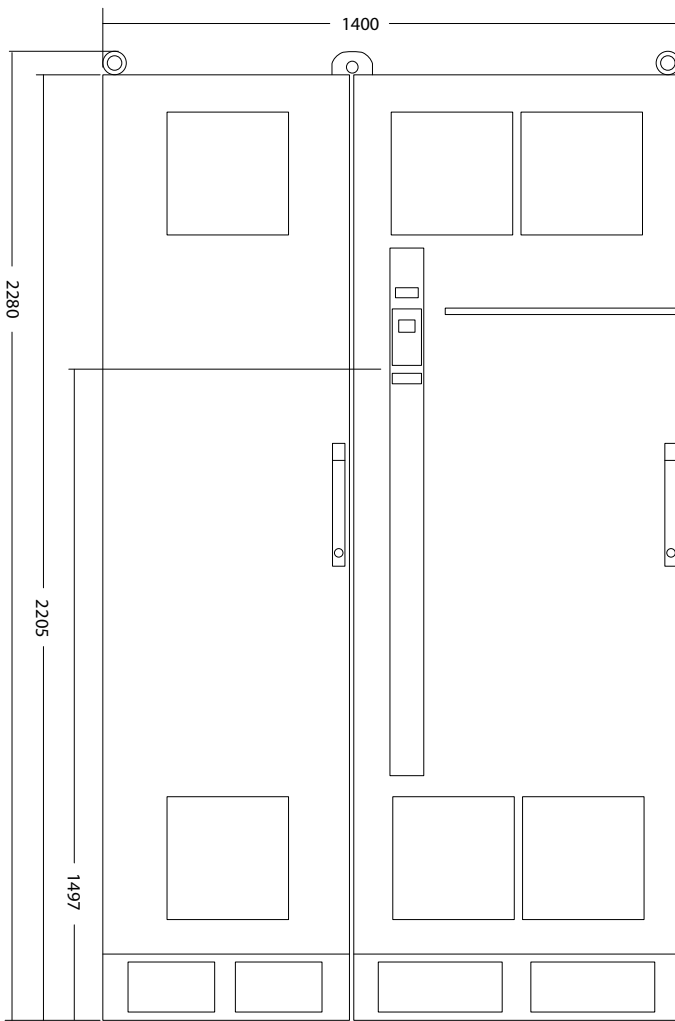
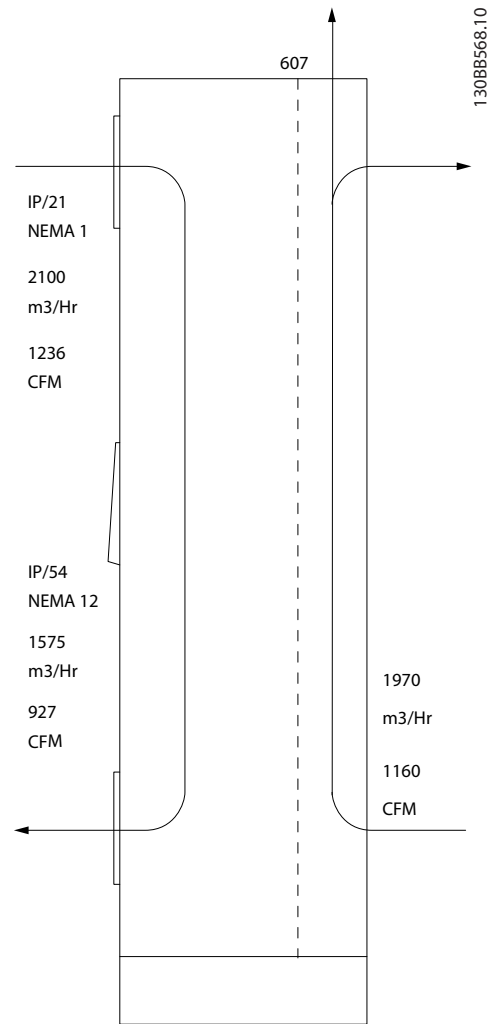


Abbildung 5.22 Abmessungen (mm), F9



5

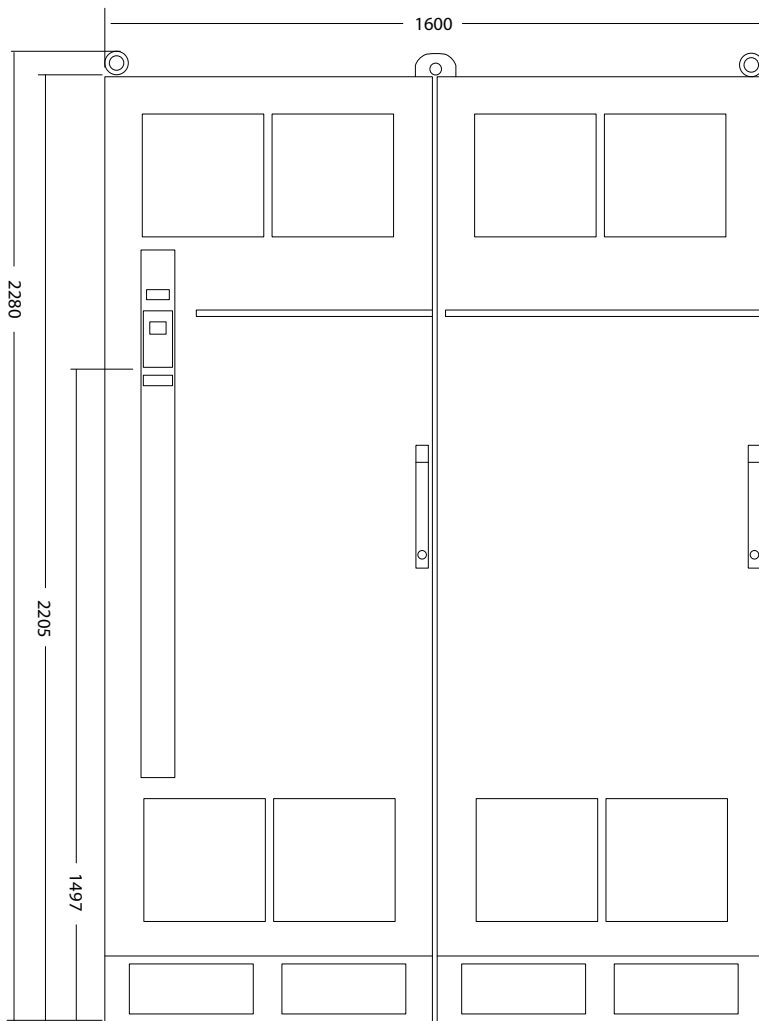
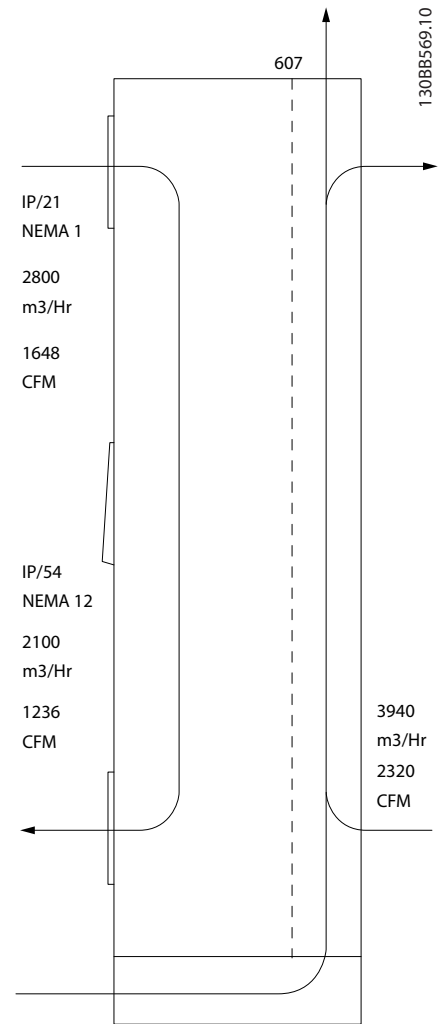


Abbildung 5.23 Abmessungen (mm), F10



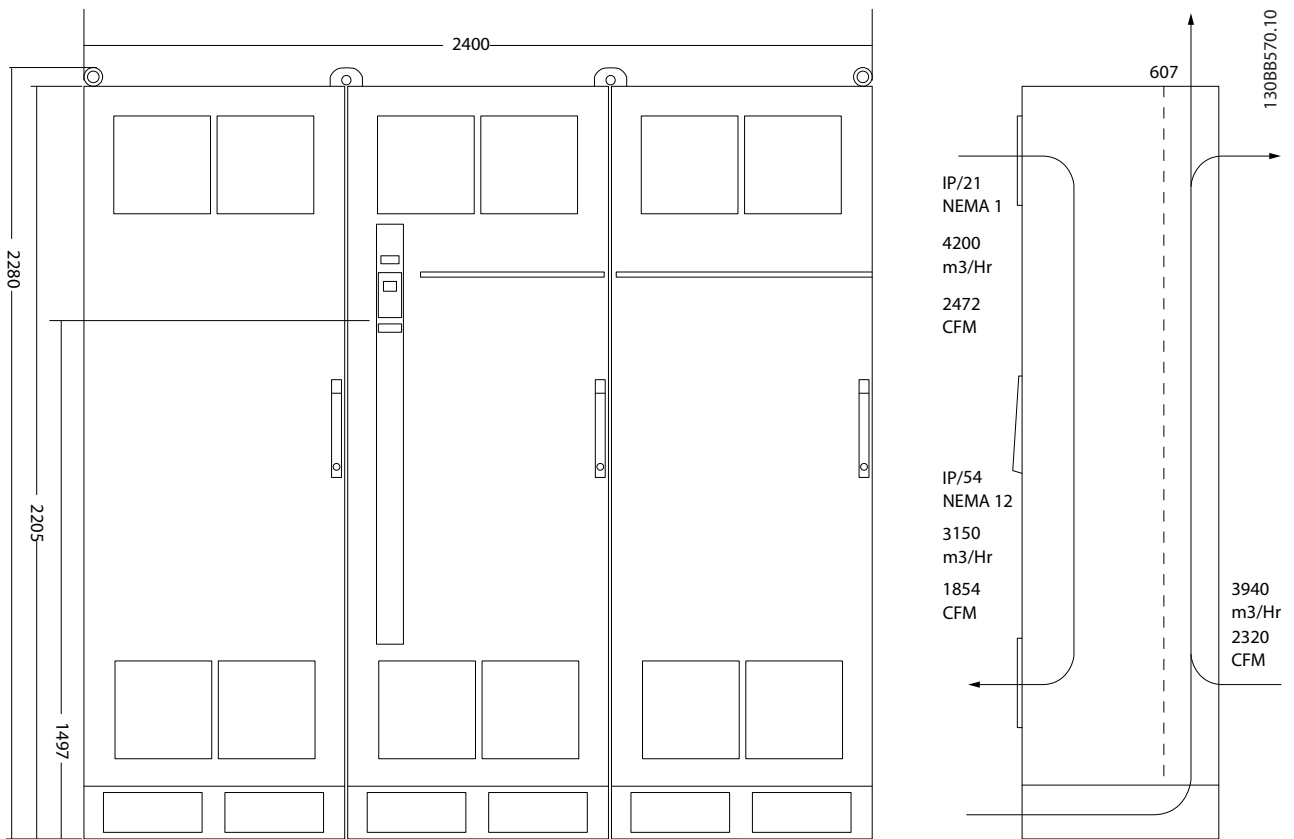


Abbildung 5.24 Abmessungen (mm), F11

5

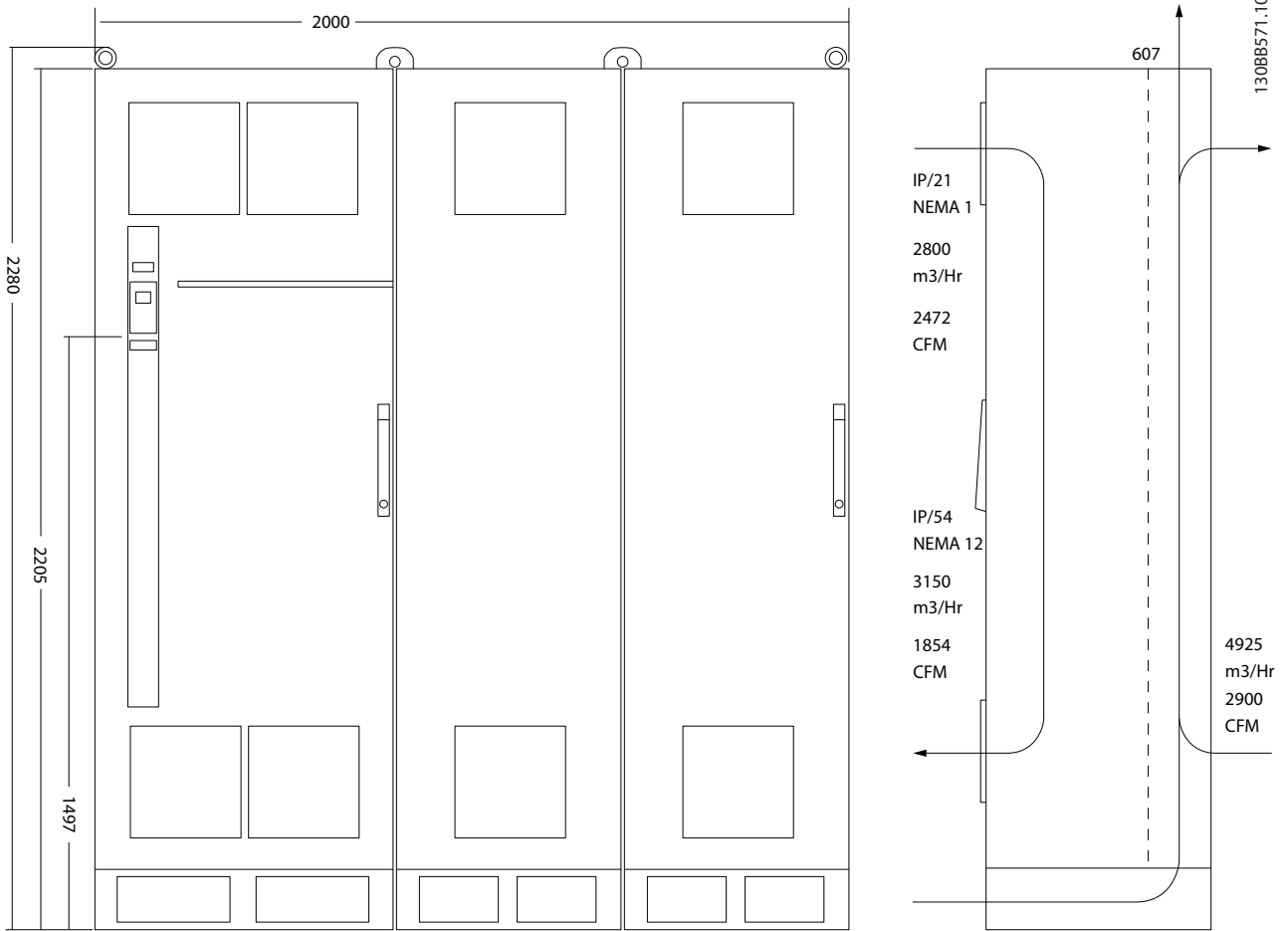


Abbildung 5.25 Abmessungen (mm), F12

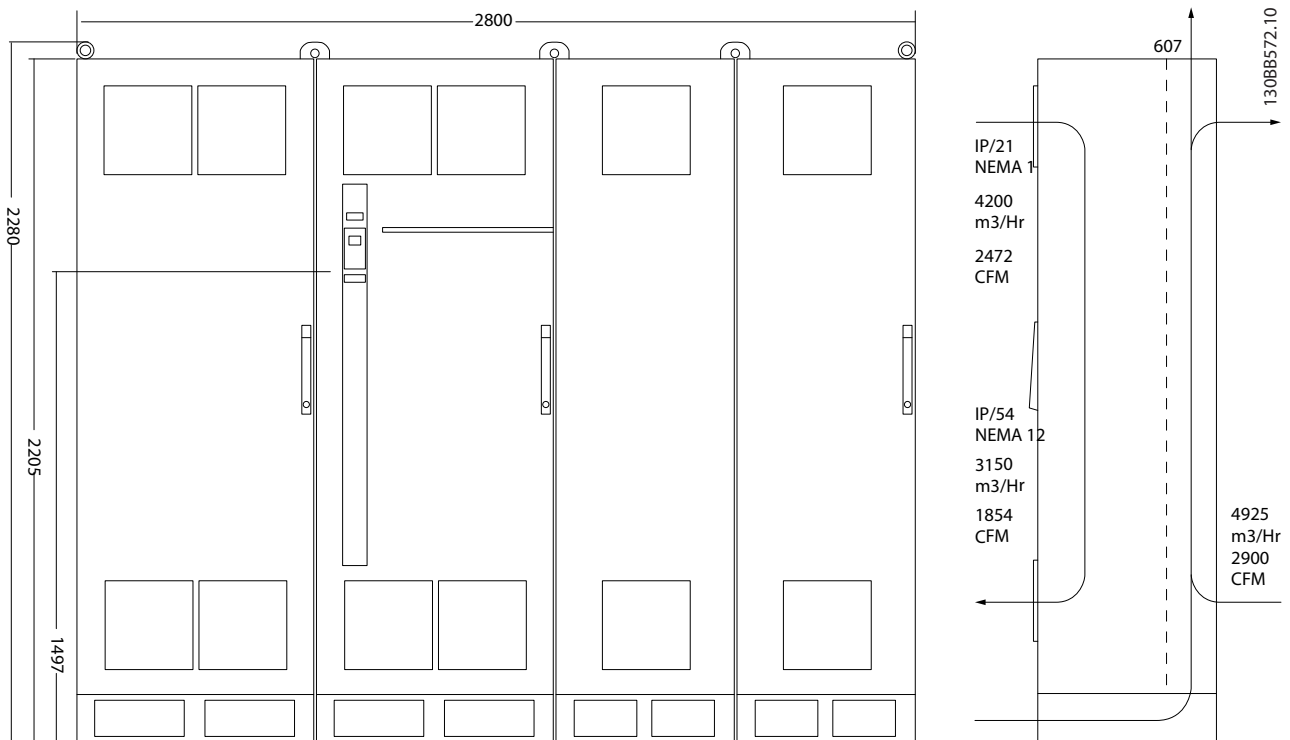


Abbildung 5.26 Abmessungen (mm), F13

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 NEMA		21, 54 NEMA 1/ NEMA 12	21, 54 NEMA 1/ NEMA 12	21, 54 NEMA 1/ NEMA 12	21, 54 NEMA 1/ NEMA 12	21, 54 NEMA 1/ NEMA 12	21, 54 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 5.22 Abmessungen, 12-Puls-Einheit, Gerätebaugrößen F8-F13

### 5.1.3 Aufstellung

1. Bohren Sie Löcher gemäß den angegebenen Maßen.
2. Verwenden Sie Schrauben, die für die jeweilige Montagefläche geeignet sind. Ziehen Sie alle 4 Schrauben fest an.

Sie können mehrere Frequenzumrichter Seite-an-Seite ohne Zwischenraum aufstellen. Wichtig ist eine stabile Rückwand.

Gehäuse	Abstand [mm]
D1h/D2h/D3h/D4h/D5h/D6h/D7h/D8h	225
E1/E2	225
F1/F2/F3/F4	225
F8/F9/F10/F11/F12/F13	225

Tabelle 5.23 Erforderlicher Abstand oberhalb und unterhalb des Frequenzumrichters

#### **HINWEIS**

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

### 5.1.4 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 5.27*).

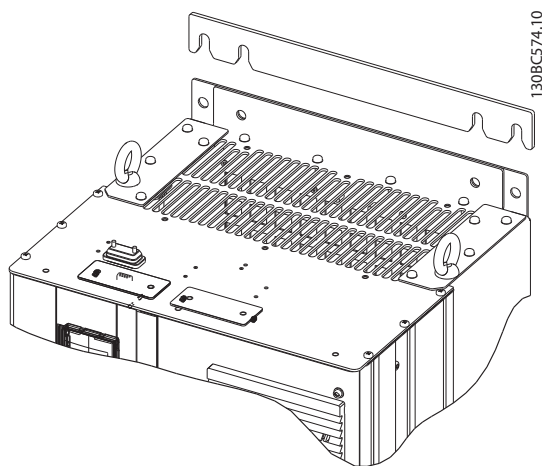


Abbildung 5.27 Wandabstandshalter

Führen Sie zur Sockelaufstellung des Geräts der Baugröße D die folgenden Schritte wie in *Abbildung 5.28* 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.

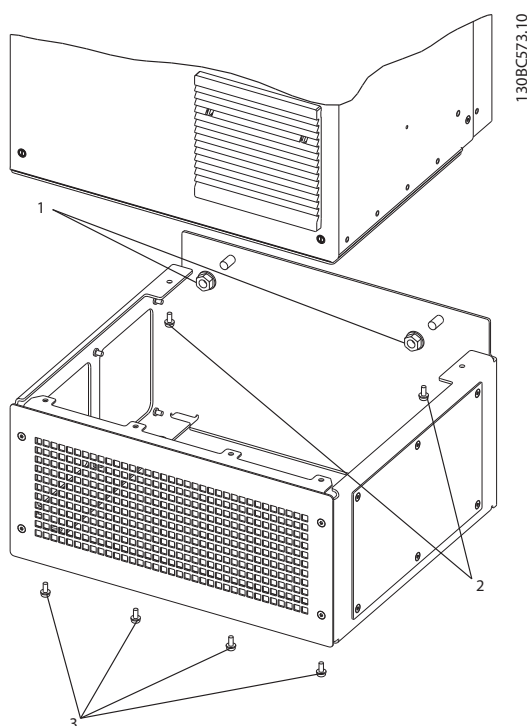


Abbildung 5.28 Installation des Sockels

### 5.1.5 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 5.29* gezeigt.

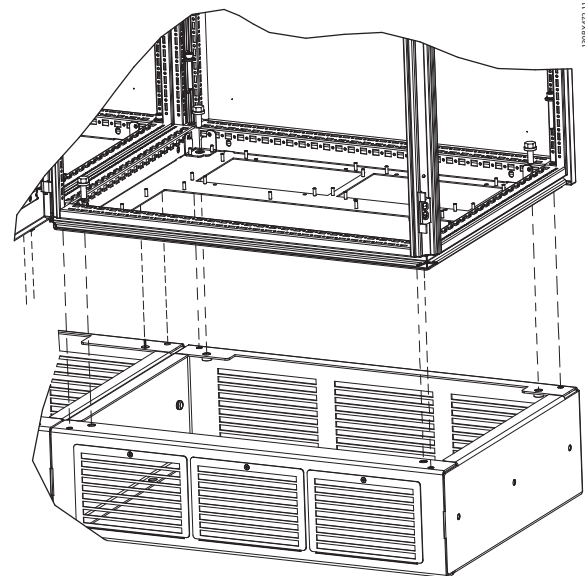


Abbildung 5.29 Sockelverschraubung

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 5.30*
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 5.30*

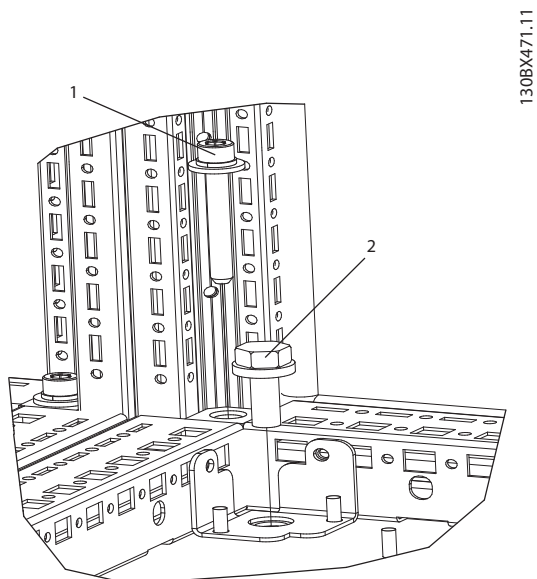


Abbildung 5.30 Detail zur Position der Befestigungselemente

1	Schraube M8x60 mm
2	Schraube M10x30 mm

Tabelle 5.24 Legende zu *Abbildung 5.30*

### 5.1.6 Heben

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

Die folgenden Abbildungen zeigen die empfohlenen Hebeverfahren für die verschiedenen Gerätebaugrößen. Neben *Abbildung 5.33*, *Abbildung 5.34* und *Abbildung 5.35* ist auch das Heben der Baugröße F mit einer Traverse zulässig.

## **⚠️ WARNUNG**

Die Traverse muss dem Gewicht des Frequenzrichters standhalten können. Siehe *Kapitel 5.1.1 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.

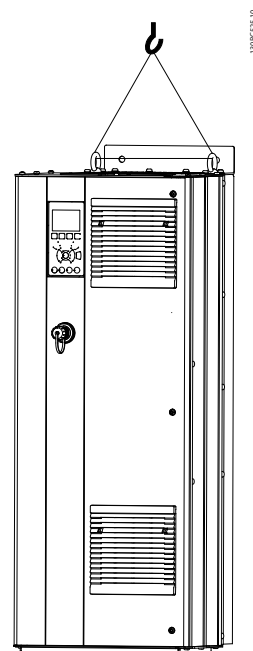


Abbildung 5.31 Empfohlenes Hebeverfahren für Baugröße D

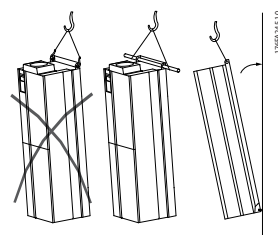


Abbildung 5.32 Empfohlenes Hebeverfahren für Baugröße E

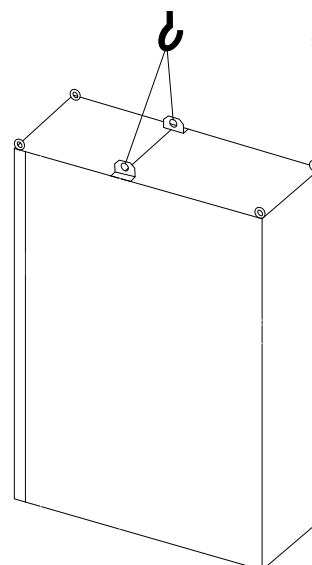


Abbildung 5.33 Empfohlenes Hebeverfahren für die Baugrößen F1, F2, F9 und F10



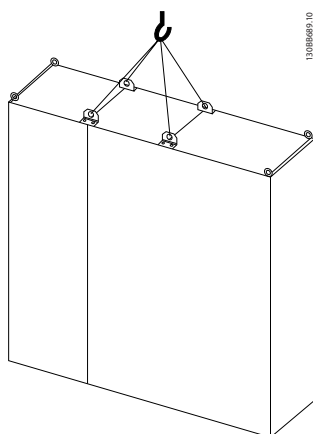


Abbildung 5.34 Empfohlenes Hebeverfahren für die Baugrößen F3, F4, F11, F12 und F13

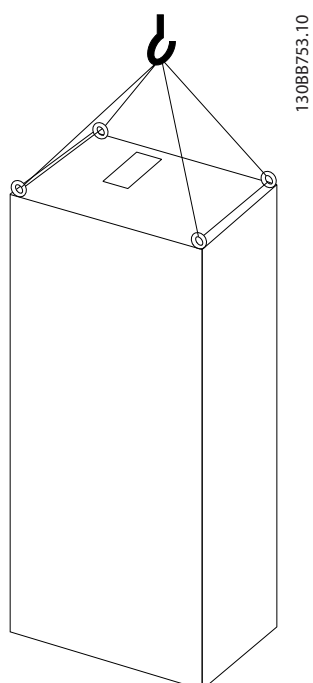


Abbildung 5.35 Empfohlenes Hebeverfahren für Baugröße F8

### 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 5.1.5 Sockelaufstellung bei Baugröße F.

### 5.1.7 Sicherheitstechnische Anforderungen für die Aufstellung

#### ▲VORSICHT

Um schwere Verletzungen oder Geräteschäden zu vermeiden, beachten Sie insbesondere bei der Aufstellung großer Geräte die aufgeführten Informationen zur Montage vor Ort und zu den Integrationsätzen.

#### ▲VORSICHT

Der Frequenzumrichter ist luftgekühlt. Um das Gerät vor Überhitzung zu schützen, achten Sie darauf, dass die Umgebungstemperatur die maximale Nenntemperatur nicht überschreitet. Bei Umgebungstemperaturen zwischen 45 und 55 °C kommt es zu einer Leistungsreduzierung des Frequenzumrichters. Siehe Kapitel 8.5.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur. Bleibt diese temperaturabhängige Leistungsreduzierung unberücksichtigt, verringert sich ggf. die Lebensdauer des Frequenzumrichters.

### 5.1.8 Montage vor Ort

IP 21/IP 4X top/TYPE 1-Einbausätze oder IP 54/55-Geräte werden empfohlen.

## 5.2 Elektrische Installation

### 5.2.1 Allgemeine Hinweise zu Kabeln

#### **HINWEIS**

Informationen zu den Netz- und Motoranschlüssen des VLT® HVAC Drive finden Sie im Produkthandbuch des VLT® HVAC Drive High Power.

#### **HINWEIS**

Allgemeine Hinweise zu Kabeln

Befolgen Sie stets die nationalen und lokalen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur.

Verwenden Sie nach Möglichkeit Kupferleiter (60/75 °C).

**5**

Baugröße	Klemme	Größe	Nenndrehmoment [Nm (in-lbs)]	Drehmomentbereich [Nm (in-lbs)]	
D1h/D3h/D5h/D6h	Netz Motor Zwischenkreis- kopplung Regeneration	M10	29,5 (261)	19-40 (168-354)	
	Masse (Erde) Bremsen	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)	
	Bremsen	M8		8,5-20,5 (75-181)	
E	Netz	M10	19,1 (169)	17,7-20,5 (156-182)	
	Motor				
	Zwischenkreis- kopplung				
	Erde				
	rückspeisefähig Bremsen	M8	9,5 (85)	8,8-10,3 (78,2-90,8 in-lbs.)	
F	Netz	M10	19,1 (169)	17,7-20,5 (156-182 in-lbs.)	
	Motor				
	Zwischenkreis- kopplung				
	Regen:	DC-	M8	9,5 (85)	8,8-10,3 (78,2-90,8)
		DC+	M10	19,1 (169)	17,7-20,5 (156-182)
	F8-F9 Regen		M10	19,1 (169)	17,7-20,5 (156-182)
	Erde Bremsen		M8	9,5 (85)	8,8-10,3 (78,2-90,8)

Tabelle 5.25 Anzugsdrehmomente der Anschlussklemmen

## 5.2.2 Motorkabel

Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe *Kapitel 8 Allgemeine Daten und Fehlerbehebung*.

- Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten.
- Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.
- Schließen Sie den Motorkabelschirm am Abschirmblech des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Motors an.
- Stellen Sie die Schirmungsverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Kabelschelle) her. Verwenden Sie hierzu das mitgelieferte Installationszubehör.
- Vermeiden Sie verdrehte Abschirmnitzen, da diese die Hochfrequenzabschirmung beeinträchtigen.
- Wenn Sie den Kabelschirm unterbrechen müssen (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), müssen Sie die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortführen.

### Anforderungen der Baugröße F

**Anforderungen bei Baugrößen F1/F3:** Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 2 sein (2, 4, 6 oder 8), damit an beide Wechselrichtermodulklemmen dieselbe Anzahl an Leitern angeschlossen ist. Die Kabel zwischen den Klemmen des Wechselrichtermoduls und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase müssen die gleiche Länge haben (mit einer Toleranz von 10 %). Als gemeinsamer Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen.

**Anforderungen für Baugrößen F2/F4:** Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 3 sein (3, 6, 9 oder 12), damit an jede Wechselrichtermodulklemme dieselbe Anzahl an Leitern angeschlossen ist. Die Leiter müssen zwischen den Wechselrichtermodulklemmen und dem ersten Bezugspotenzial einer Phase die gleiche Länge mit einer Toleranz von 10 % aufweisen. Als gemeinsamer Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen.

**Anforderungen bei Baugrößen F8/F9:** Die Kabel zwischen den Klemmen des Wechselrichtermoduls und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase müssen die gleiche Länge haben (mit einer Toleranz von 10 %). Als gemeinsamer Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen.

**Anforderungen bei Baugrößen F10/F11:** Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 2 sein (2, 4, 6 oder 8), damit an beide Wechselrichtermodulklemmen dieselbe Anzahl an Leitern angeschlossen ist. Die Kabel zwischen den Klemmen des Wechselrichtermoduls und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase müssen die gleiche Länge haben (mit einer Toleranz von 10 %). Als gemeinsamer Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen.

**Anforderungen bei Baugrößen F12/F13:** Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 3 sein (3, 6, 9 oder 12), damit an jede Wechselrichtermodulklemme dieselbe Anzahl an Leitern angeschlossen ist. Die Leiter müssen zwischen den Wechselrichtermodulklemmen und dem ersten Bezugspotenzial einer Phase die gleiche Länge mit einer Toleranz von 10 % aufweisen. Als gemeinsamer Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen.

**Anforderungen bei Baugrößen F14:** Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 4 sein (4, 8, 12 oder 16), damit an jede Wechselrichtermodulklemme dieselbe Anzahl an Leitern angeschlossen ist. Die Leiter müssen zwischen den Wechselrichtermodulklemmen und dem ersten Bezugspotenzial einer Phase die gleiche Länge mit einer Toleranz von 10 % aufweisen. Als gemeinsamer Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen.

**Anforderungen für Ausgangsverteiler:** Von jedem Wechselrichtermodul muss die gleiche Anzahl an gleich langen Kabeln (mindestens 2,5 Meter) zur gemeinsamen Klemme in der Klemmdose 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 Schaltschrankstromschienenoption mit Einführung oben/unten.

## 5.2.3 Elektrische Installation von Motorkabeln

**Abschirmung der Kabel:** Vermeiden Sie die Installation mit verdrehten Kabelenden (verdrehten Abschirmungsenden) 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 Schirmungsverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Kabelschelle) her. Verwenden Sie hierzu das mitgelieferte Installationszubehör.

Wenn Sie den Kabelschirm unterbrechen müssen (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), müssen Sie die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortführen.

**Kabellänge und -querschnitt:** Der Frequenzumrichter ist mit einer bestimmten Kabellänge und einem bestimmten Kabelquerschnitt getestet worden. Wird der Kabelquerschnitt erhöht, so erhöht sich auch der kapazitive Widerstand des Kabels - und damit der Ableitstrom. Die Kabellänge muss dann entsprechend verringert werden. 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 Frequência de Chaveamento* eingestellt werden.

**Aluminiumleiter:** Verwenden Sie keine Aluminiumleiter. Die Klemmen können zwar Aluminiumleiter aufnehmen, aber die Leiteroberfläche muss sauber sein, und Oxidation muss zuvor entfernt und durch neutrales, säurefreies Fett zukünftig verhindert werden.

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

### 5.2.4 Vorbereiten von Bodenplatten

1. Nehmen Sie die Bodenplatte vom Frequenzumrichter ab.
2. Sorgen Sie für eine Unterstützung der Bodenplatte um das zu stanzende oder zu bohrende Loch.
3. Entgraten Sie das Loch.
4. Befestigen Sie die Kabeleinführung am Frequenzumrichter.

### 5.2.5 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.

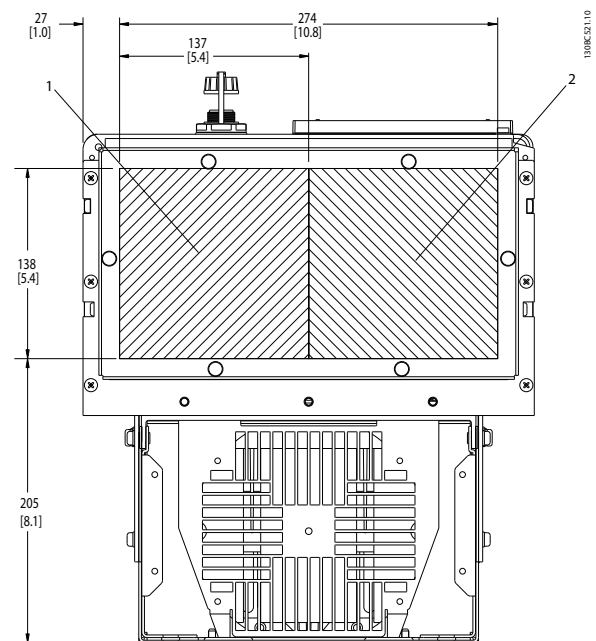


Abbildung 5.36 D1h, Ansicht von unten 1) Netzseite 2) Motorseite

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 5.26 Legende zu Abbildung 5.36

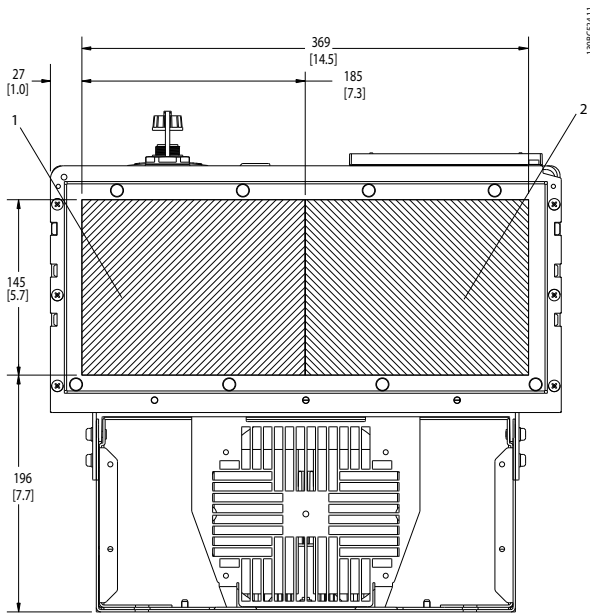


Abbildung 5.37 D2h, Untersicht

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 5.27 Legende zu *Abbildung 5.37*

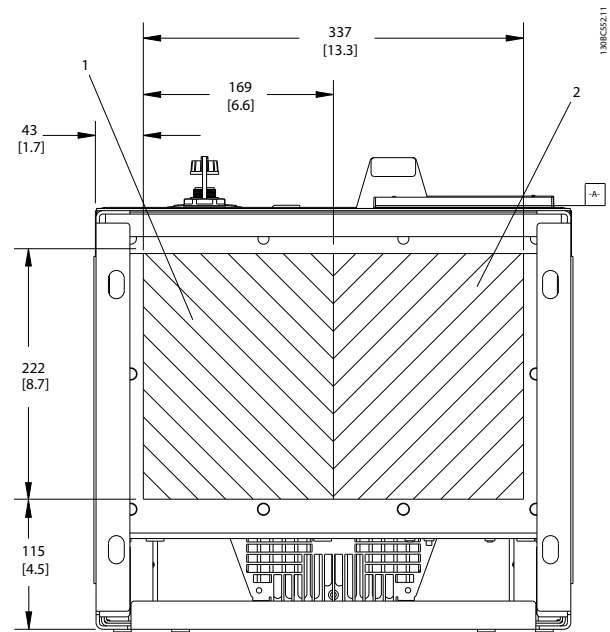


Abbildung 5.39 D7h & D8h, Untersicht

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 5.29 Legende zu *Abbildung 5.39*

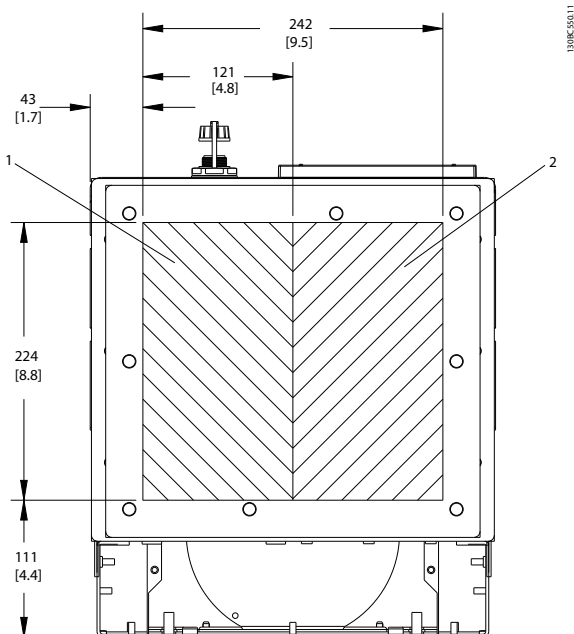


Abbildung 5.38 D5h & D6h, Untersicht

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 5.28 Legende zu *Abbildung 5.38*

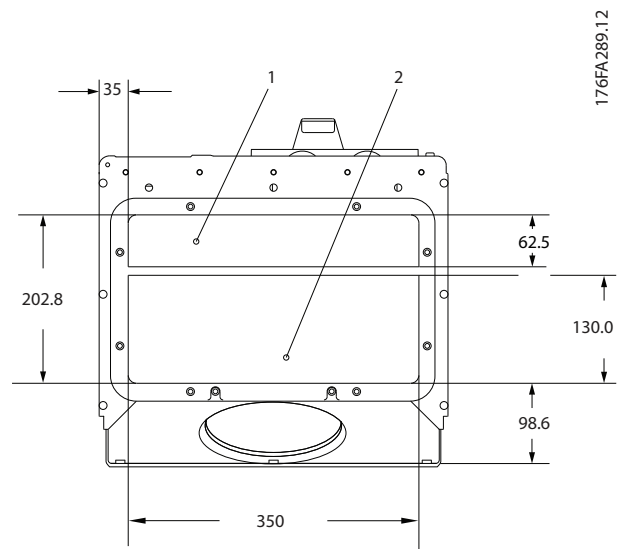


Abbildung 5.40 E1, Untersicht

1	Netzseite
2	Motorseite

Tabelle 5.30 Legende zu *Abbildung 5.40*

5

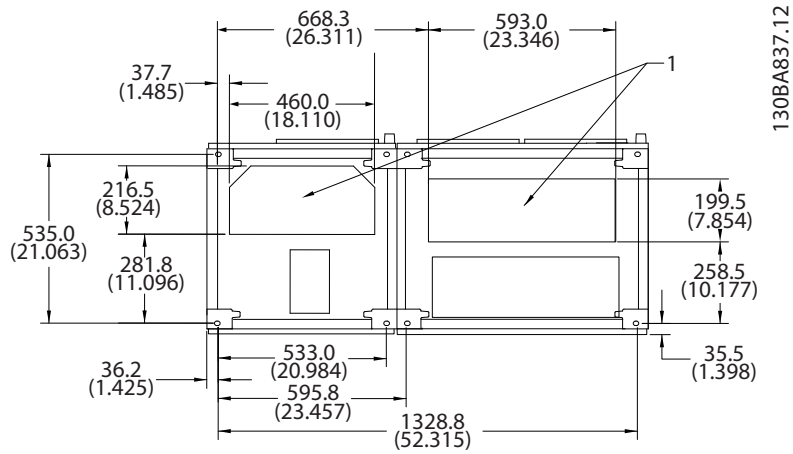


Abbildung 5.41 F1, Untersicht

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

Tabelle 5.31 Legende zu *Abbildung 5.41*

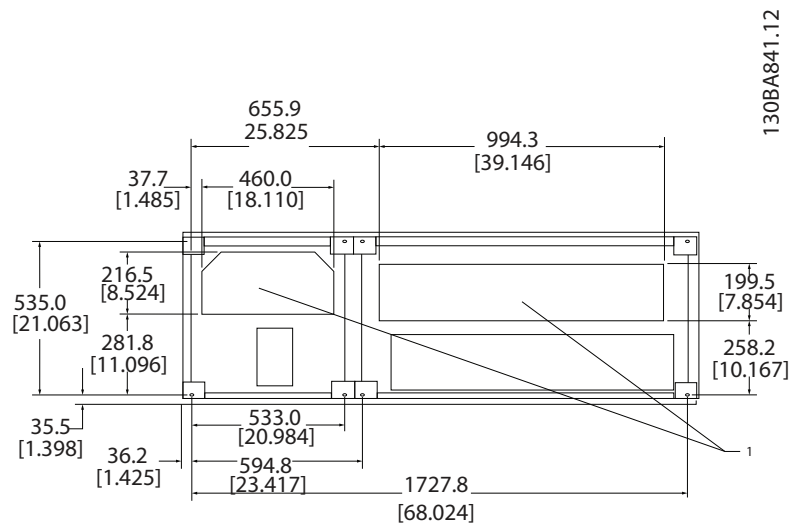


Abbildung 5.42 F2, Untersicht

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

Tabelle 5.32 Legende zu *Abbildung 5.42*

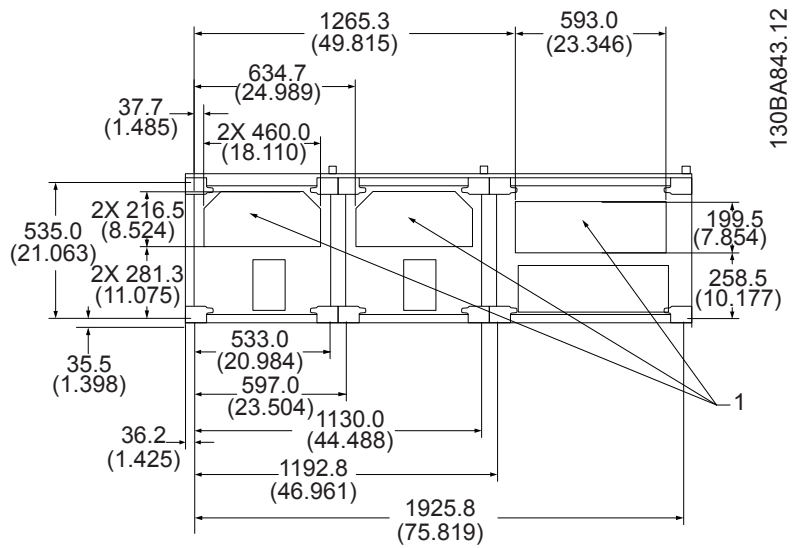


Abbildung 5.43 F3, Untersicht

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

Tabelle 5.33 Legende zu *Abbildung 5.43*

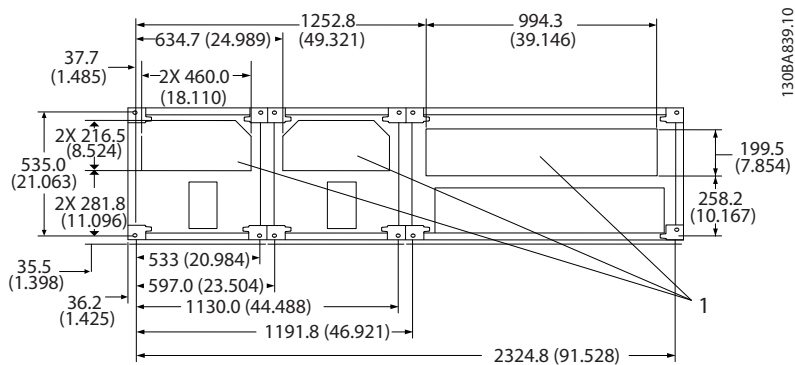


Abbildung 5.44 F4, Untersicht

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

Tabelle 5.34 Legende zu *Abbildung 5.44*

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

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

5

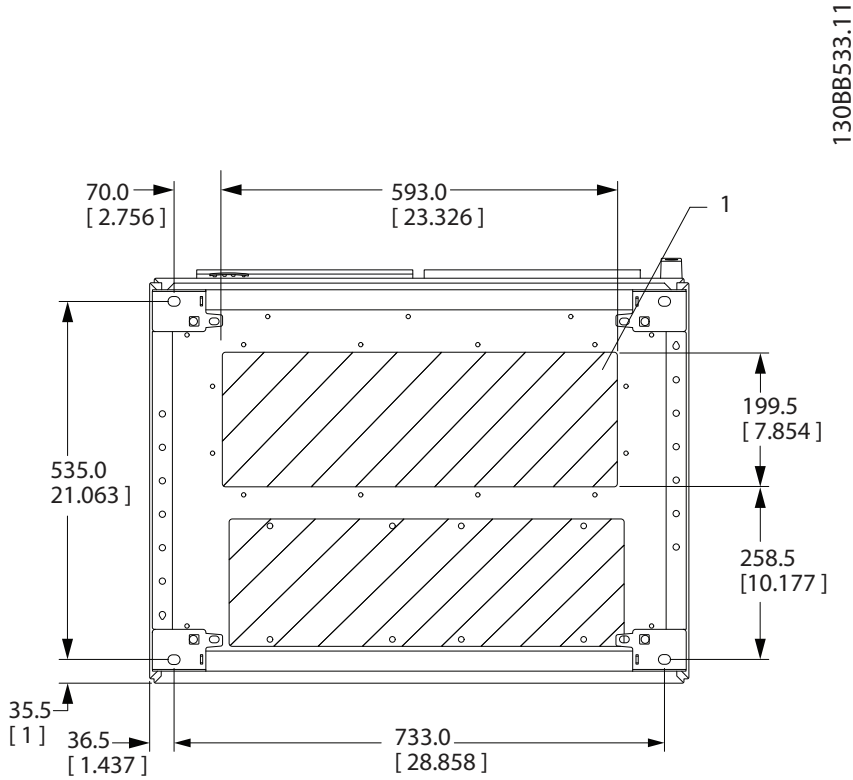


Abbildung 5.45 Baugröße F8

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

Tabelle 5.35 Legende zu *Abbildung 5.45*



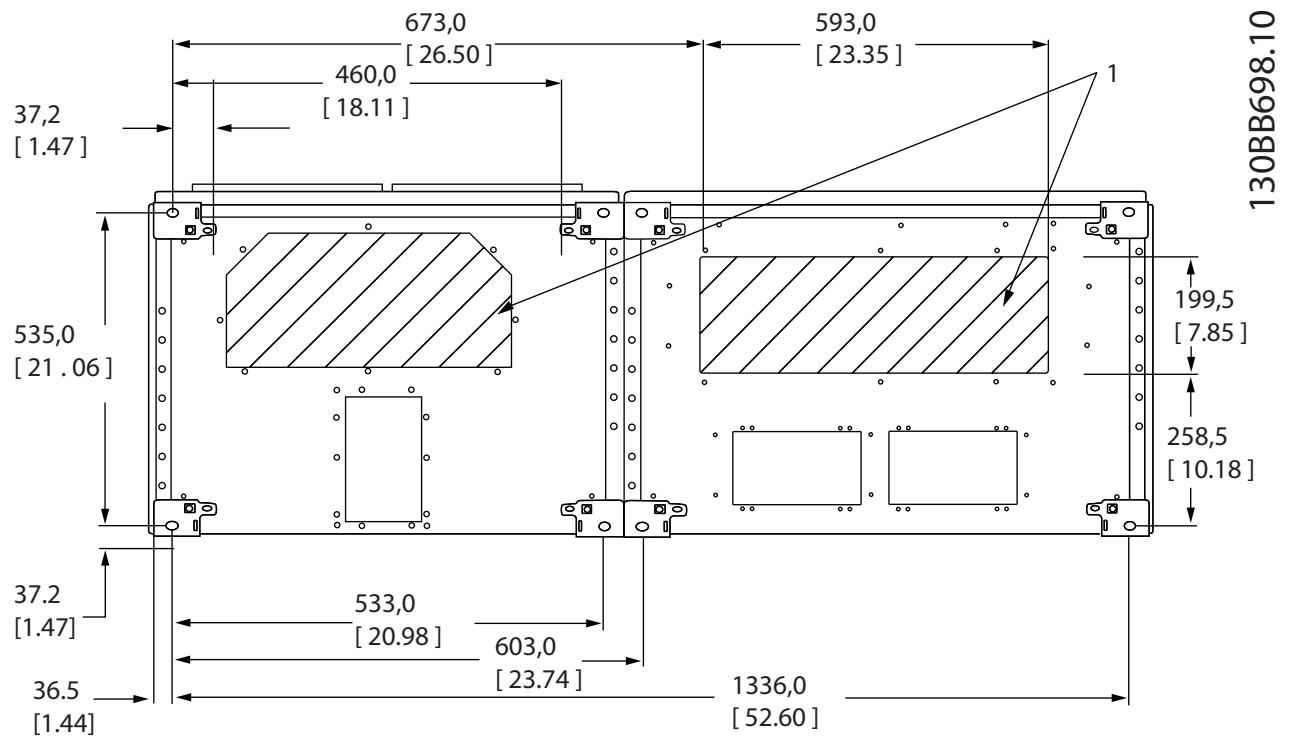


Abbildung 5.46 Baugröße F9

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

Tabelle 5.36 Legende zu Abbildung 5.46

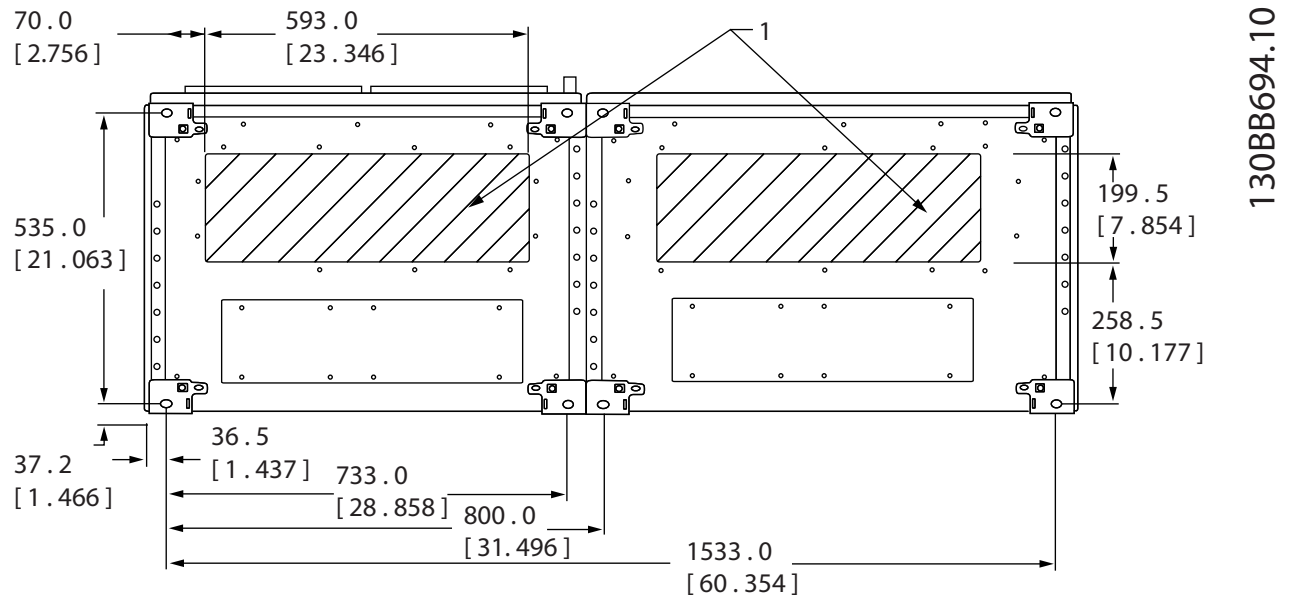
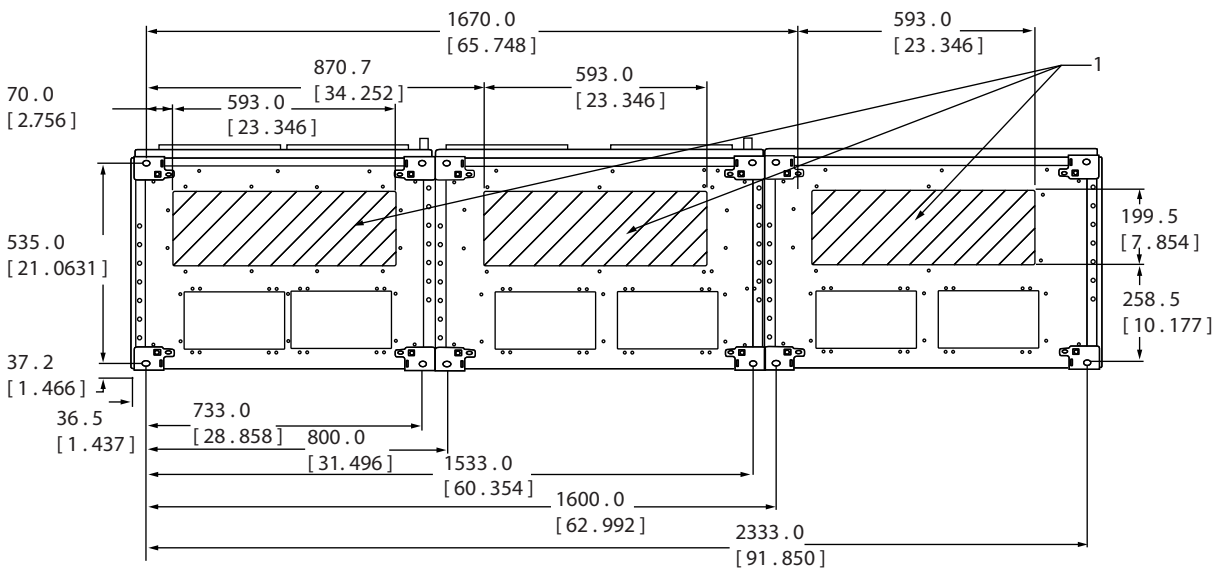


Abbildung 5.47 Baugröße F10

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

Tabelle 5.37 Legende zu Abbildung 5.47

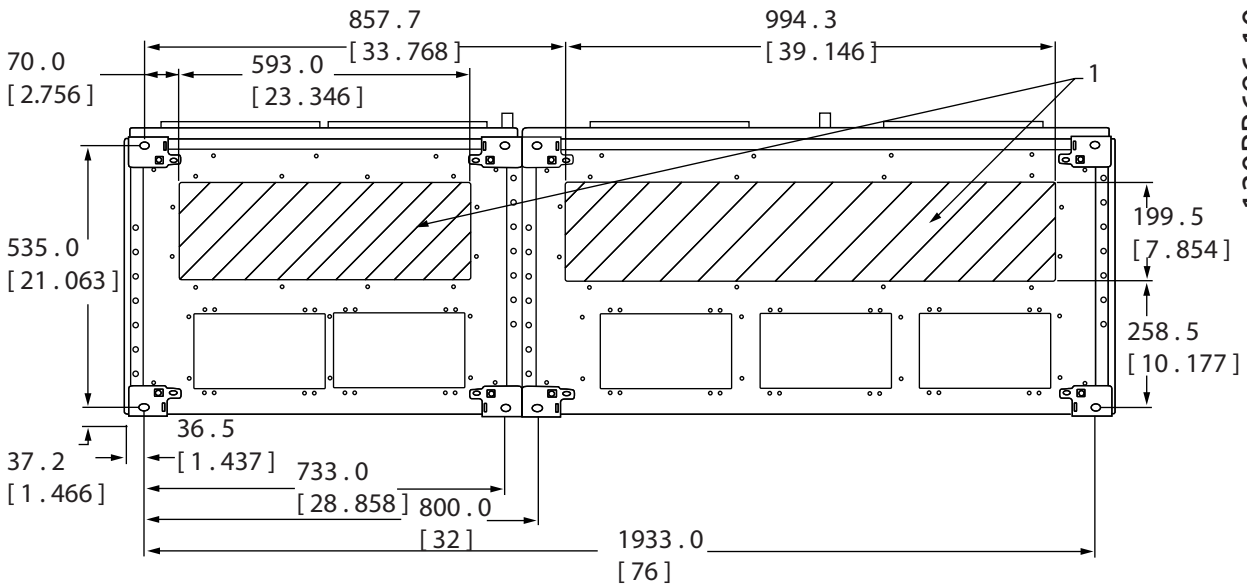


130BB695.10

Abbildung 5.48 Baugröße F11

1 Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den schattierten Stellen an.

Tabelle 5.38 Legende zu Abbildung 5.48



130BB696.10

Abbildung 5.49 Baugröße F12

1 Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den schattierten Stellen an.

Tabelle 5.39 Legende zu Abbildung 5.49

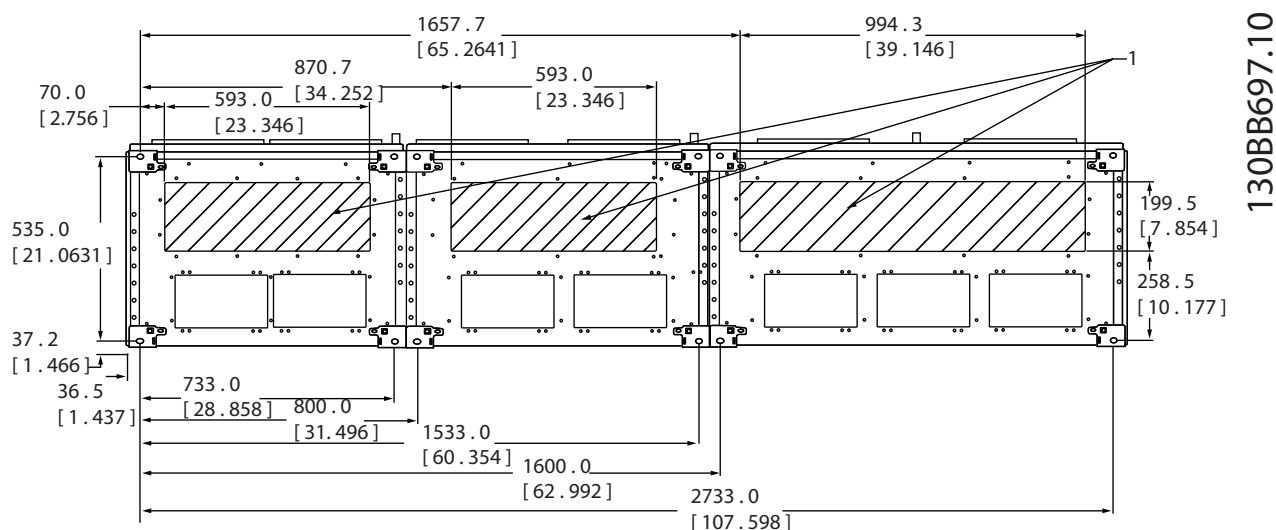


Abbildung 5.50 Baugröße F13

1 Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den schattierten Stellen an.

Tabelle 5.40 Legende zu *Abbildung 5.50*

### 5.2.7 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 5.51* dargestellt. Die Dimensionierung der Kabelquerschnitte muss gemäß den Nennstromwerten und den lokalen Vorschriften erfolgen. Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe *Kapitel 8.1 Allgemeine technische Daten*.

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.

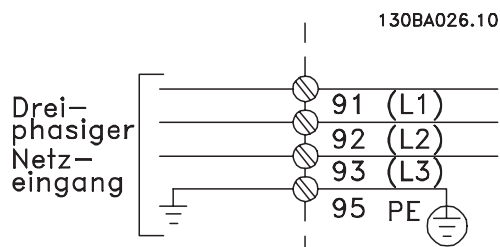


Abbildung 5.51 Netzkabelanschlüsse

**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 5.7 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 Switching Frequency 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 5.41 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.

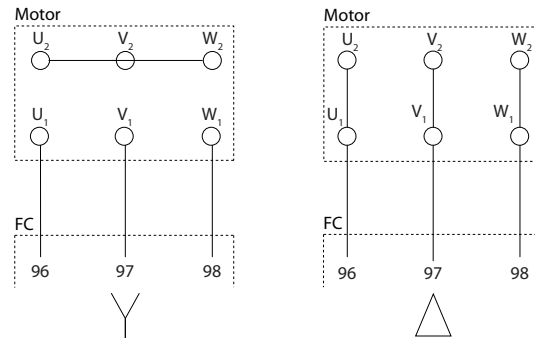


Abbildung 5.52 Motorkabelanschluss

175ZA114.11

Baugröße D Innenliegende Bauteile

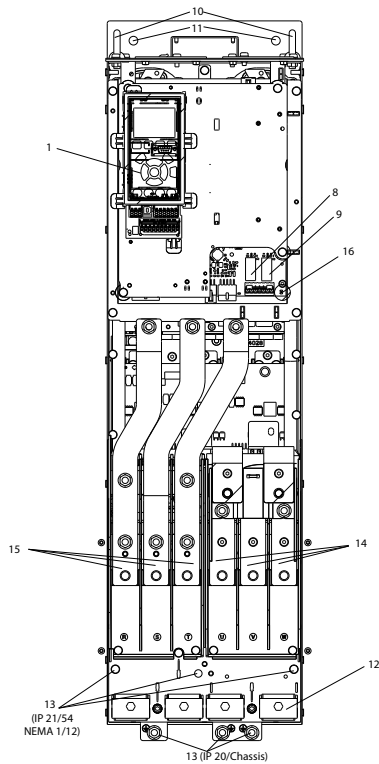


Abbildung 5.53 Baugröße D Innenliegende Bauteile

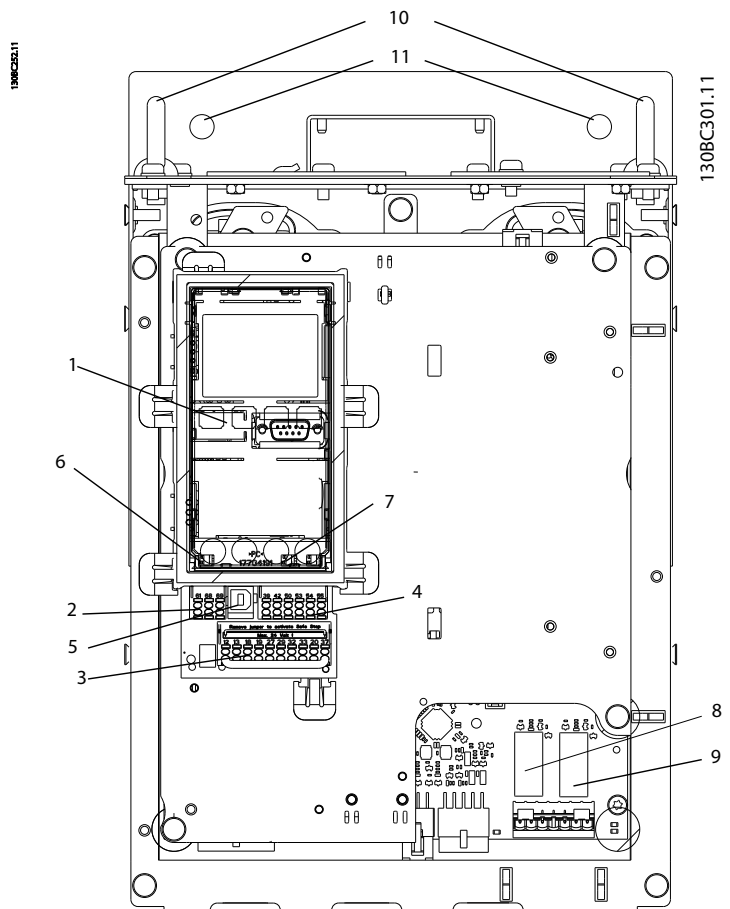


Abbildung 5.54 Nahansicht: LCP und Regelungsfunktionen

5

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 5.42 Legende zu *Abbildung 5.53* und *Abbildung 5.54*

**Anordnung der Klemmen - D1h/D2h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

5

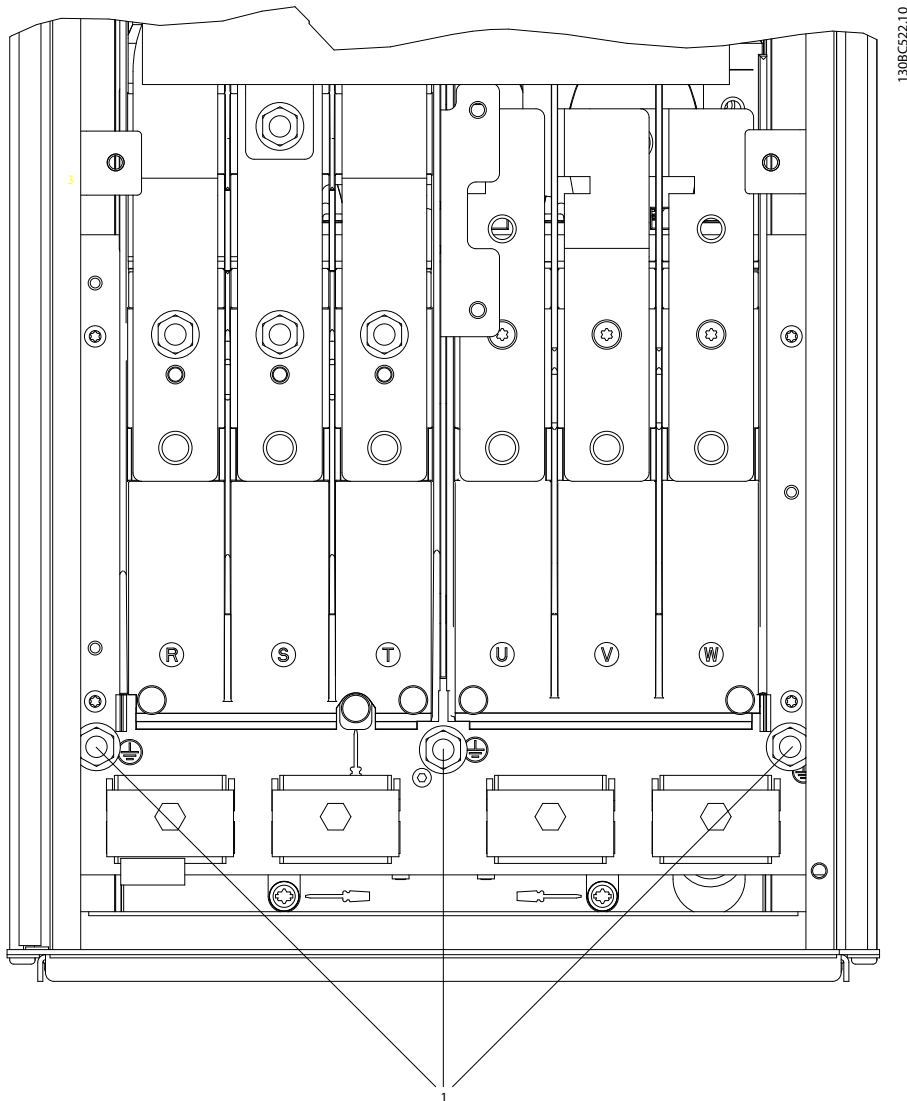
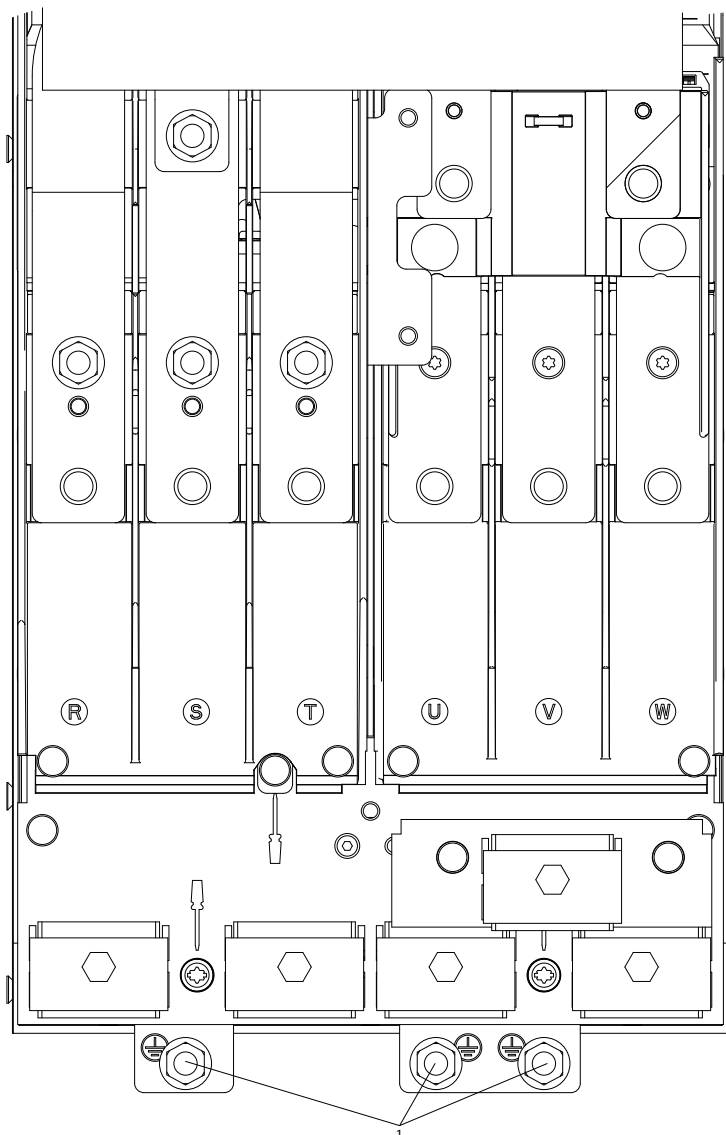


Abbildung 5.55 Position der Erdungsklemmen IP21 und IP54, D1h/D2h

**Anordnung der Klemmen - D3h/D4h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.



1306523.10

5

Abbildung 5.56 Anordnung der Erdungsklemmen IP20 (Chassis), D3h/D4h

1	Erdungsklemmen
---	----------------

Tabelle 5.43 Legende zu *Abbildung 5.55* und *Abbildung 5.56*

**Anordnung der Klemmen - D5h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

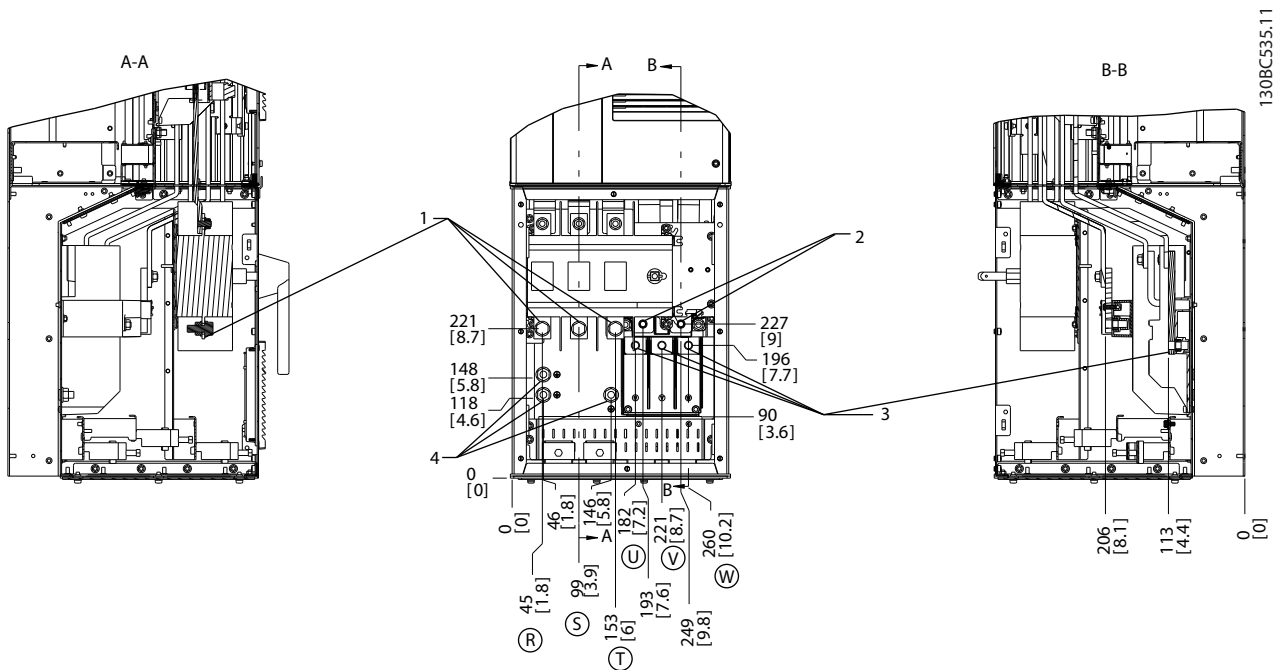
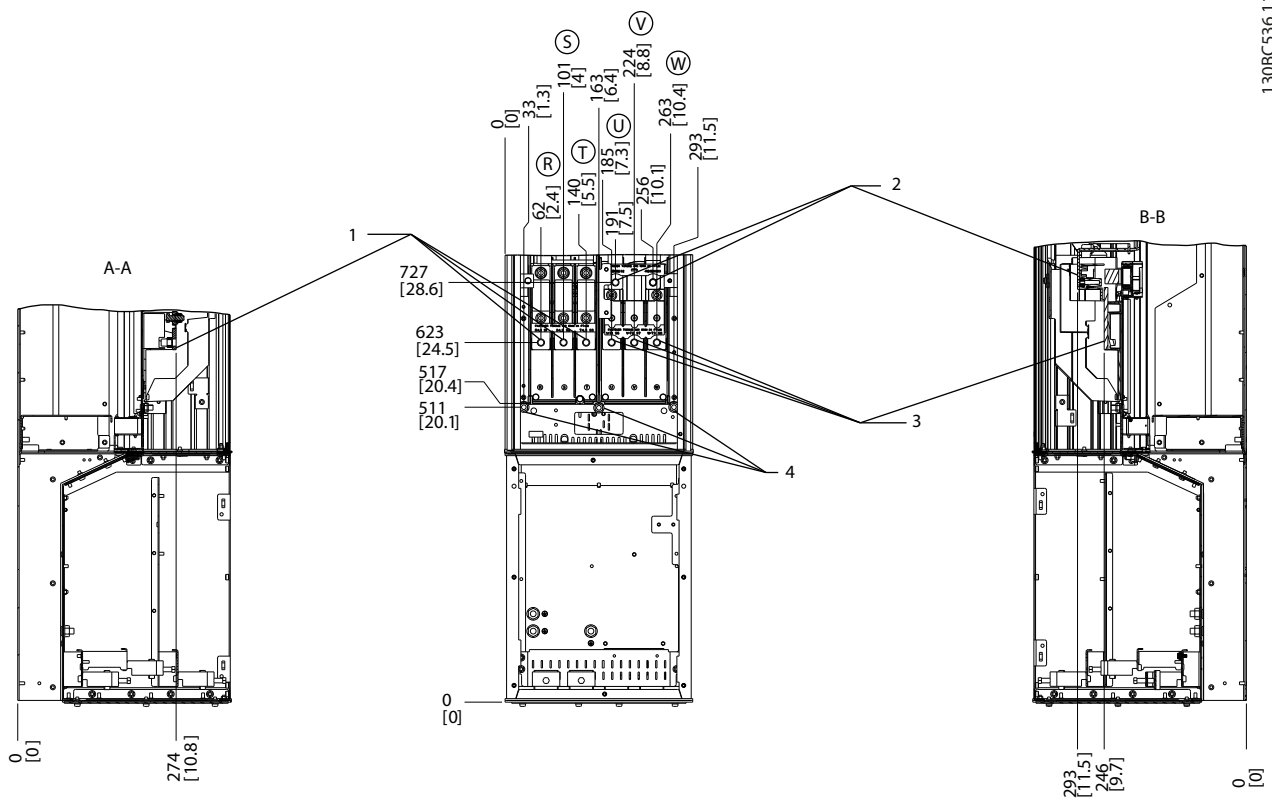


Abbildung 5.57 Anordnung der Klemmen, D5h mit Trennschalteroption

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen

Tabelle 5.44 Legende zu *Abbildung 5.57*





130BC536.11

5

Abbildung 5.58 Anordnung der Klemmen, D5h mit Bremsoption

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen

Tabelle 5.45 Legende zu Abbildung 5.58

**Anordnung der Klemmen - D6h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

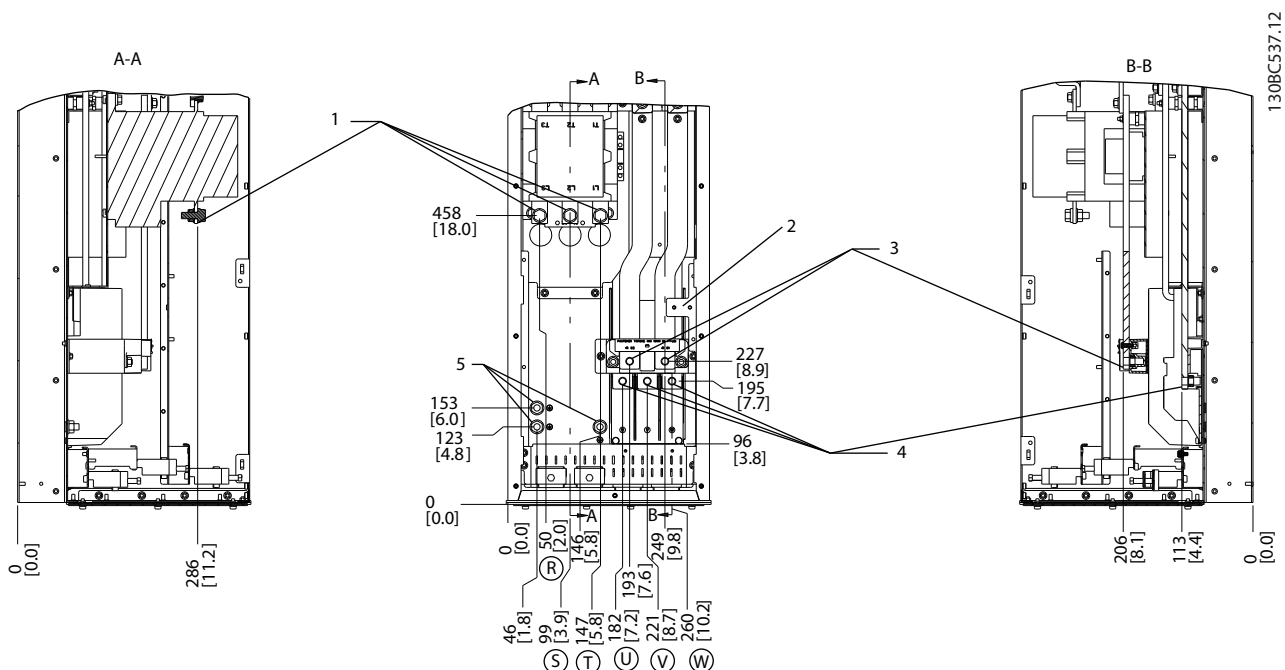


Abbildung 5.59 Anordnung der Klemmen, D6h mit Schützoption

1	Netzklemmen	4	Motorklemmen
2	TB6 Klemmenblock für Schütz	5	Masse-/Erdungsklemmen
3	Bremsklemmen		

Tabelle 5.46 Legende zu *Abbildung 5.59*

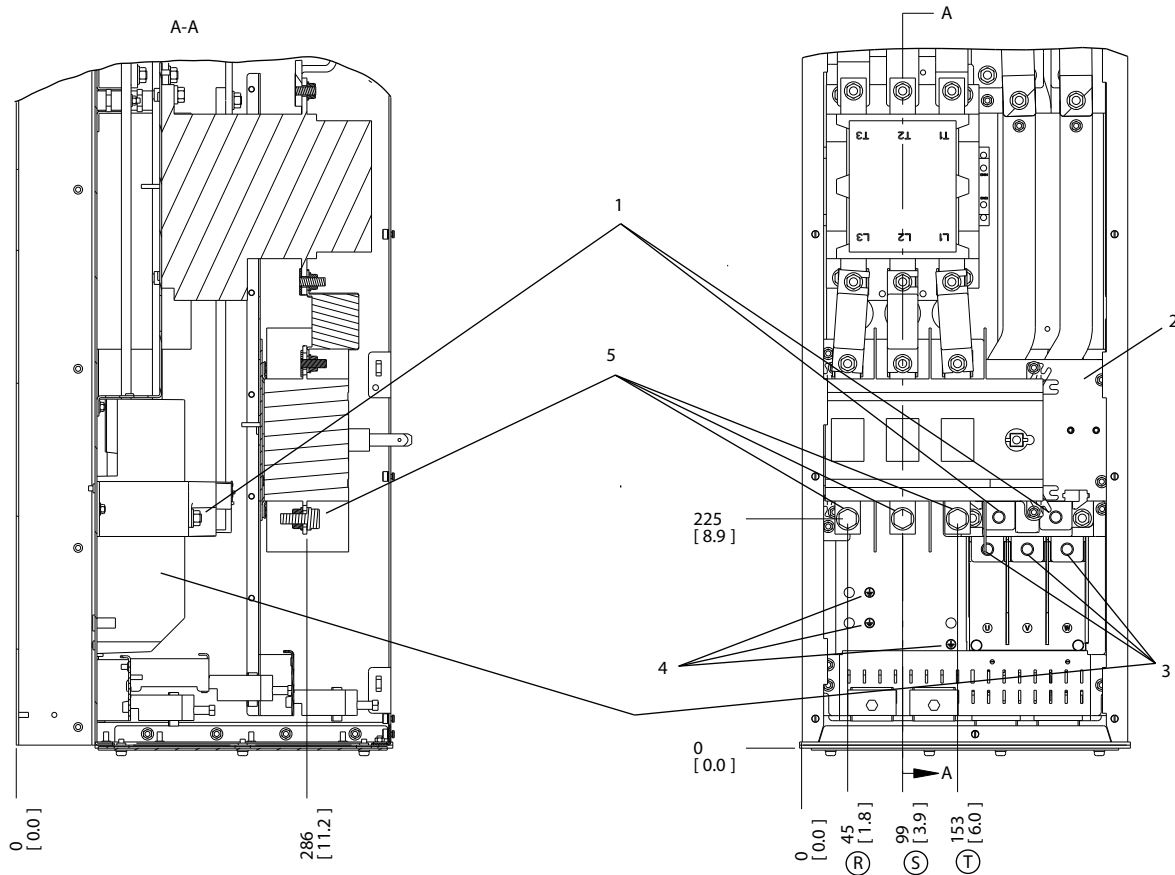


Abbildung 5.60 Anordnung der Klemmen, D6h mit Schütz- und Trennschalter optionen

1	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen
2	TB6 Klemmenblock für Schütz	5	Netzklemmen
3	Motorklemmen		

Tabelle 5.47 Legende zu Abbildung 5.60

5

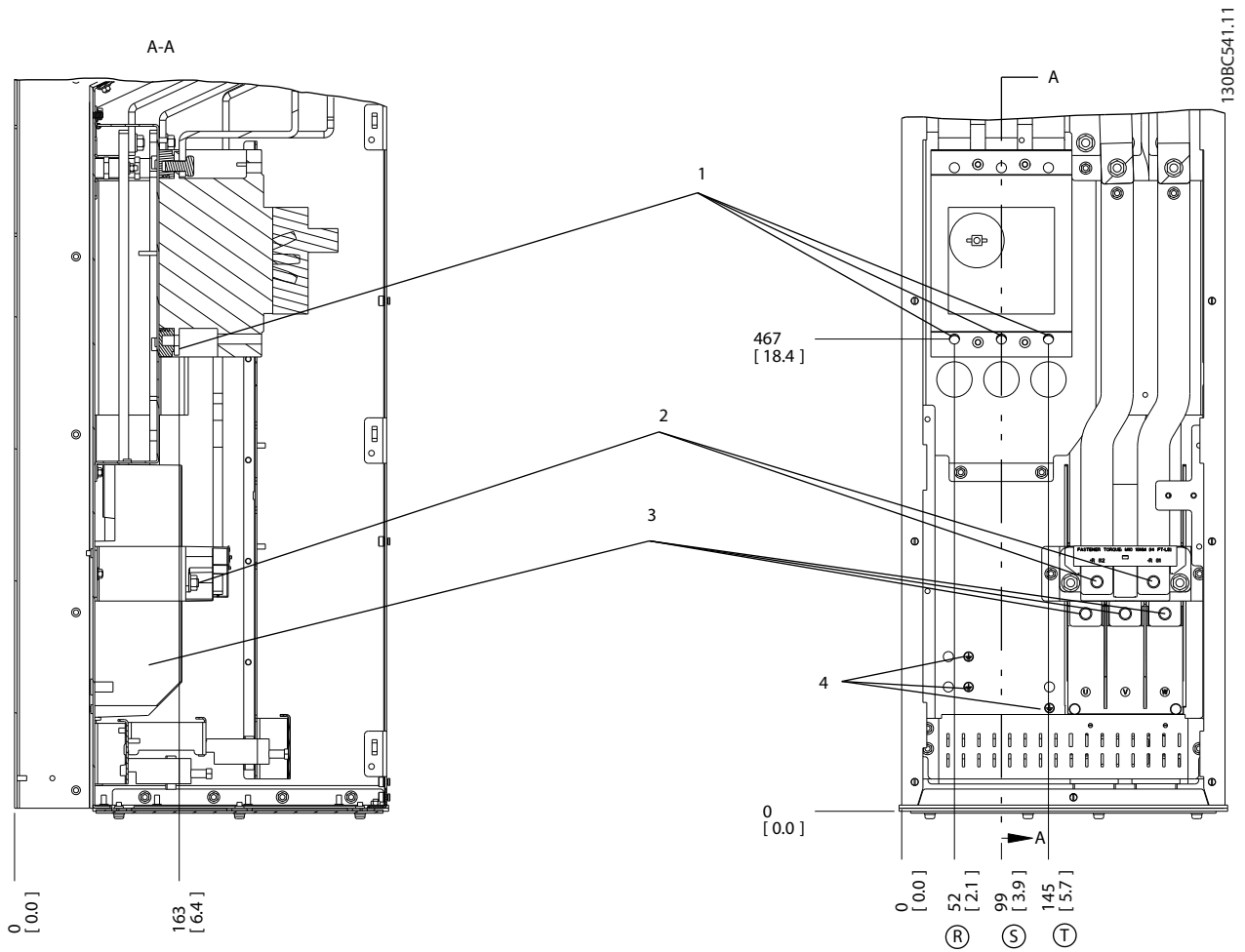


Abbildung 5.61 Anordnung der Klemmen, D6h mit Leistungsschalterooption

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen

Tabelle 5.48 Legende zu Abbildung 5.61

**Anordnung der Klemmen - D7h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

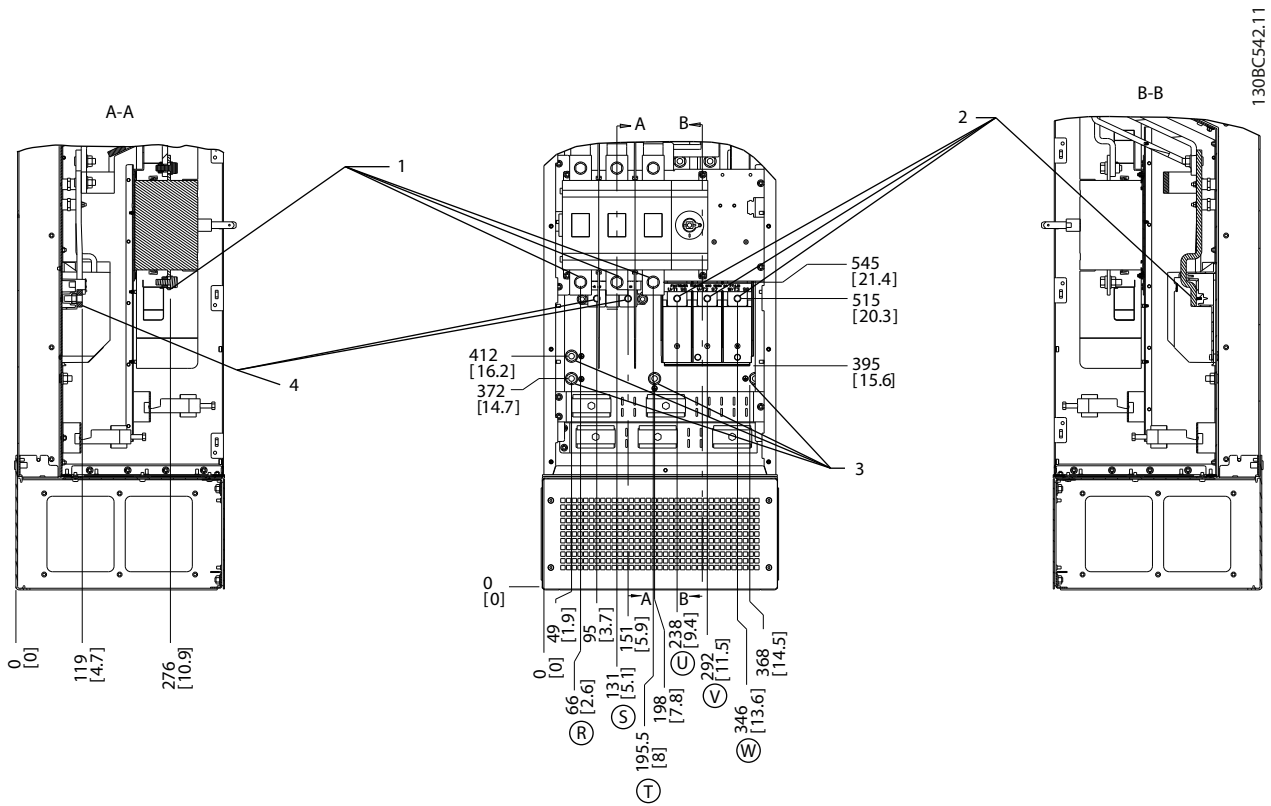


Abbildung 5.62 Anordnung der Klemmen, D7h mit Trennschalteroption

1	Netzklemmen	3	Masse-/Erdungsklemmen
2	Motorklemmen	4	Bremsklemmen

Tabelle 5.49 Legende zu Abbildung 5.62

5

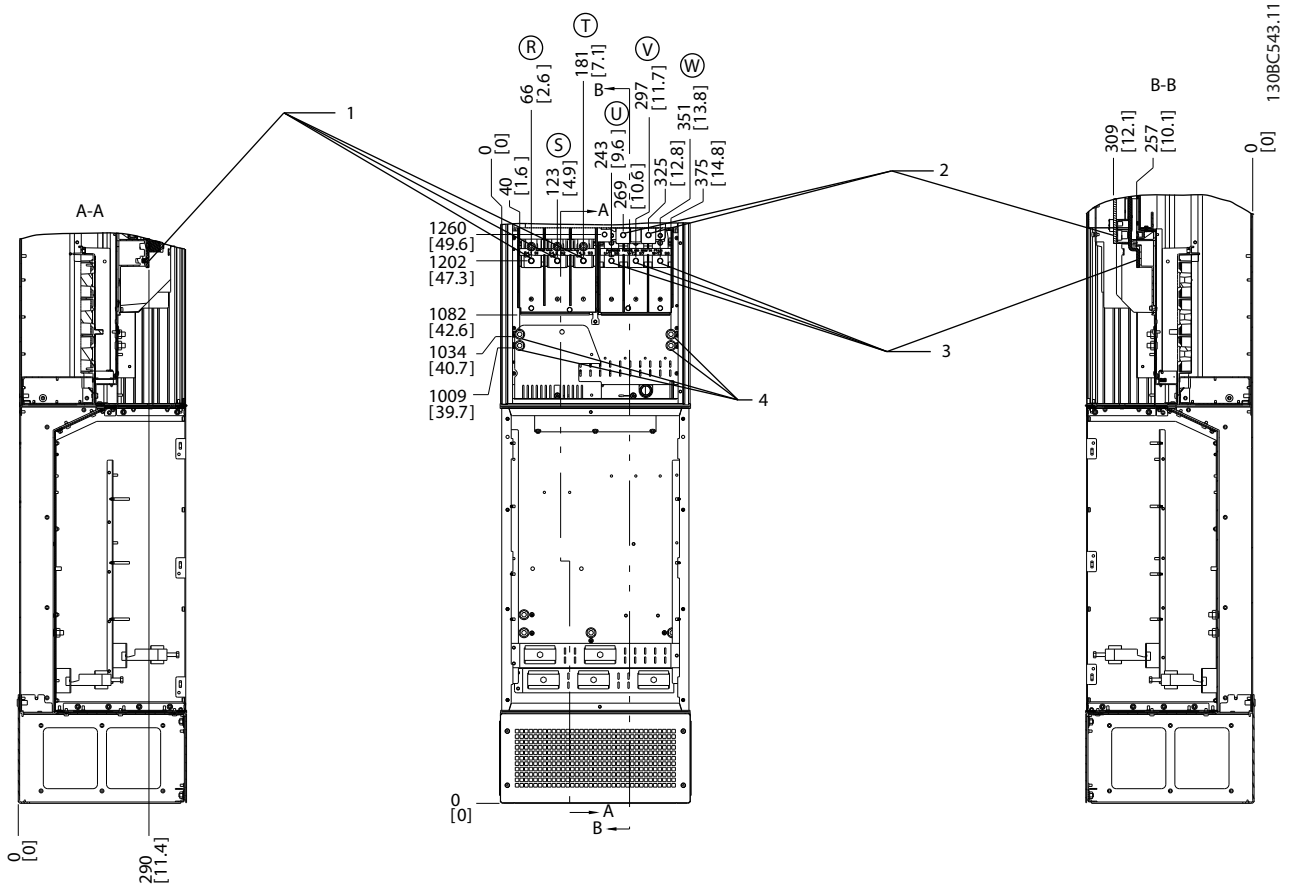


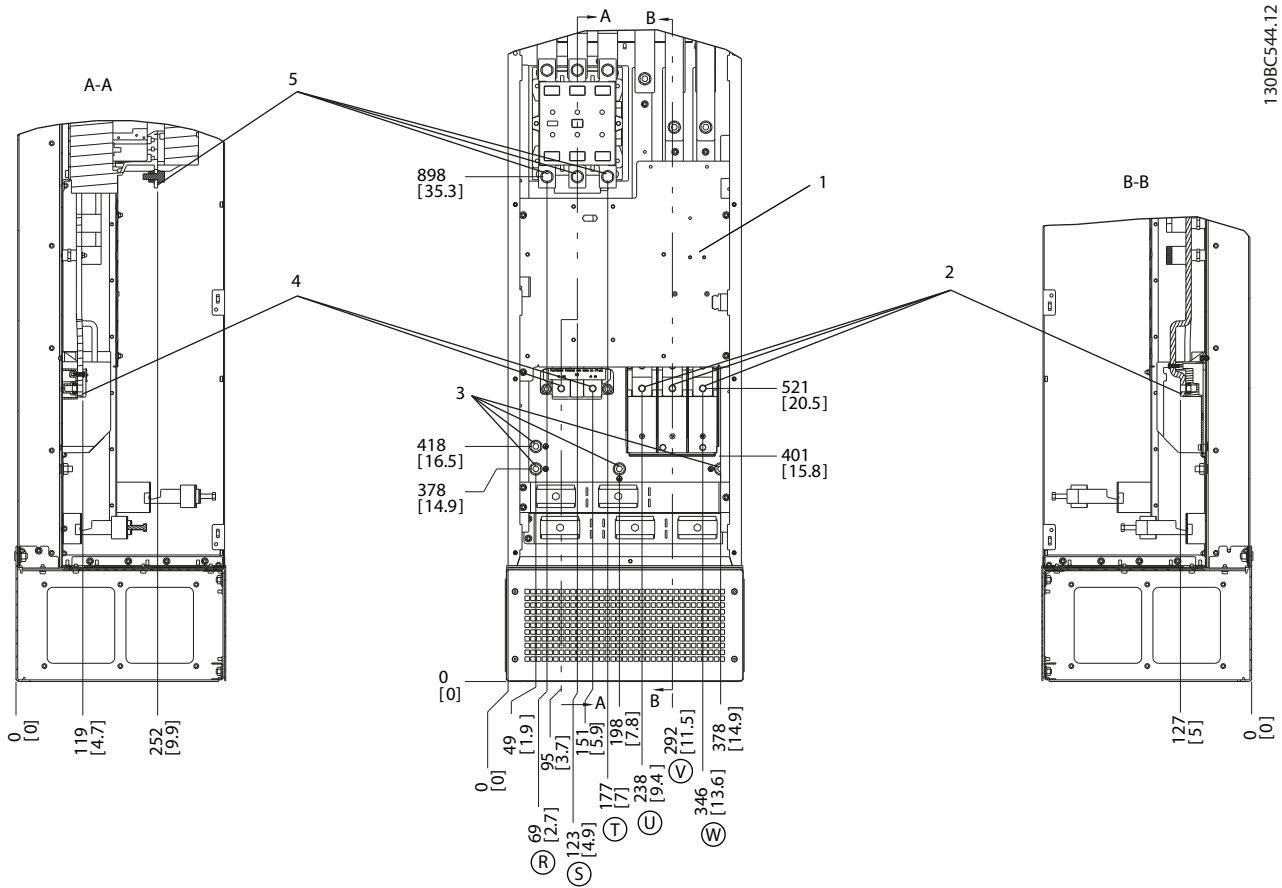
Abbildung 5.63 Anordnung der Klemmen, D7h mit Bremsoption

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen

Tabelle 5.50 Legende zu Abbildung 5.63

**Anordnung der Klemmen - D8h**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.



130BC544.12

5

Abbildung 5.64 Anordnung der Klemmen, D8h mit Schützoption

1	TB6 Klemmenblock für Schütz	4	Bremsklemmen
2	Motorklemmen	5	Netzklemmen
3	Masse-/Erdungsklemmen		

Tabelle 5.51 Legende zu *Abbildung 5.64*

5

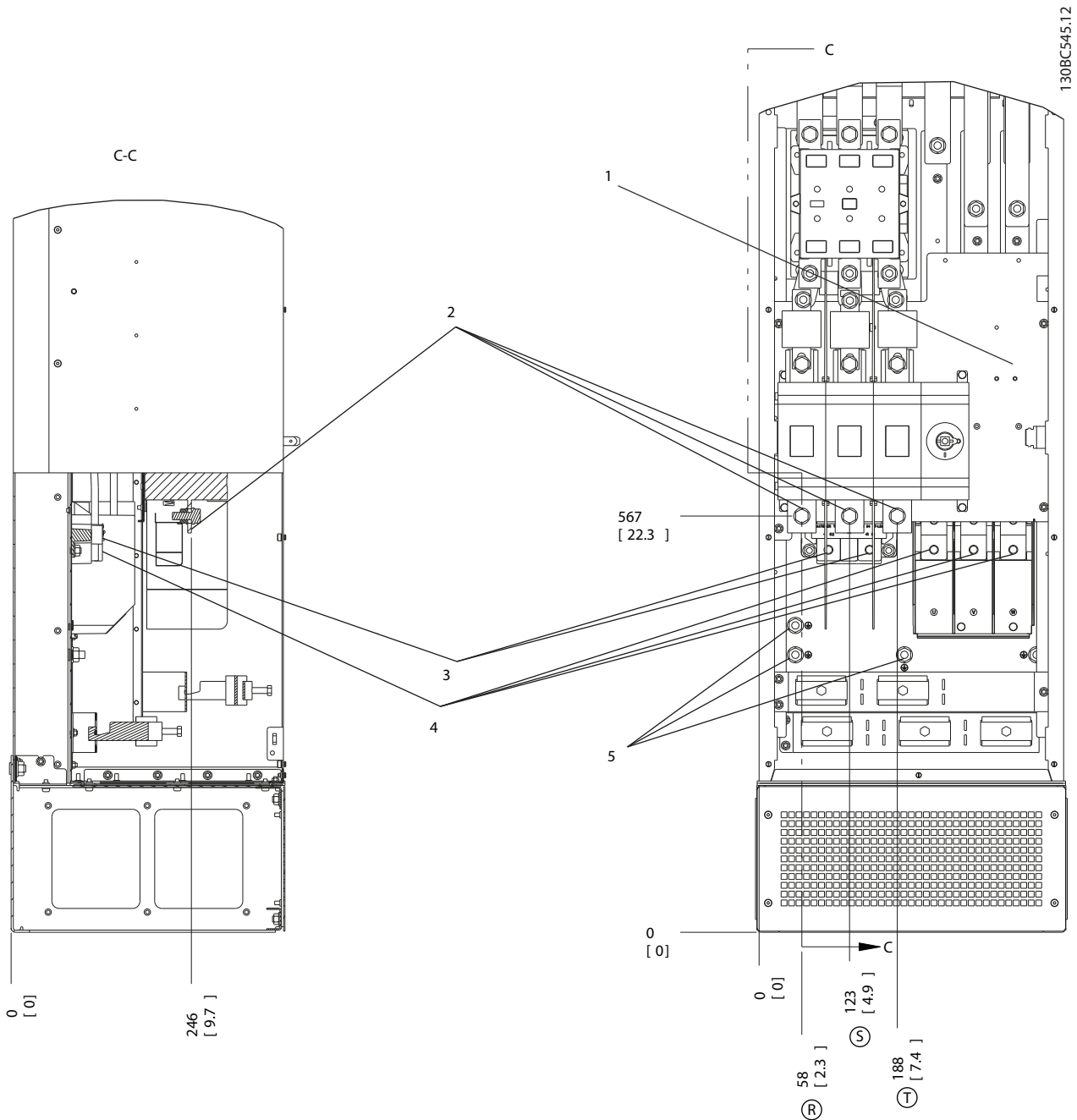


Abbildung 5.65 Anordnung der Klemmen, D8h mit Schütz- und Trennschalteroption

1	TB6 Klemmenblock für Schütz	4	Motorklemmen
2	Netzklemmen	5	Masse-/Erdungsklemmen
3	Bremsklemmen		

Tabelle 5.52 Legende zu *Abbildung 5.65*



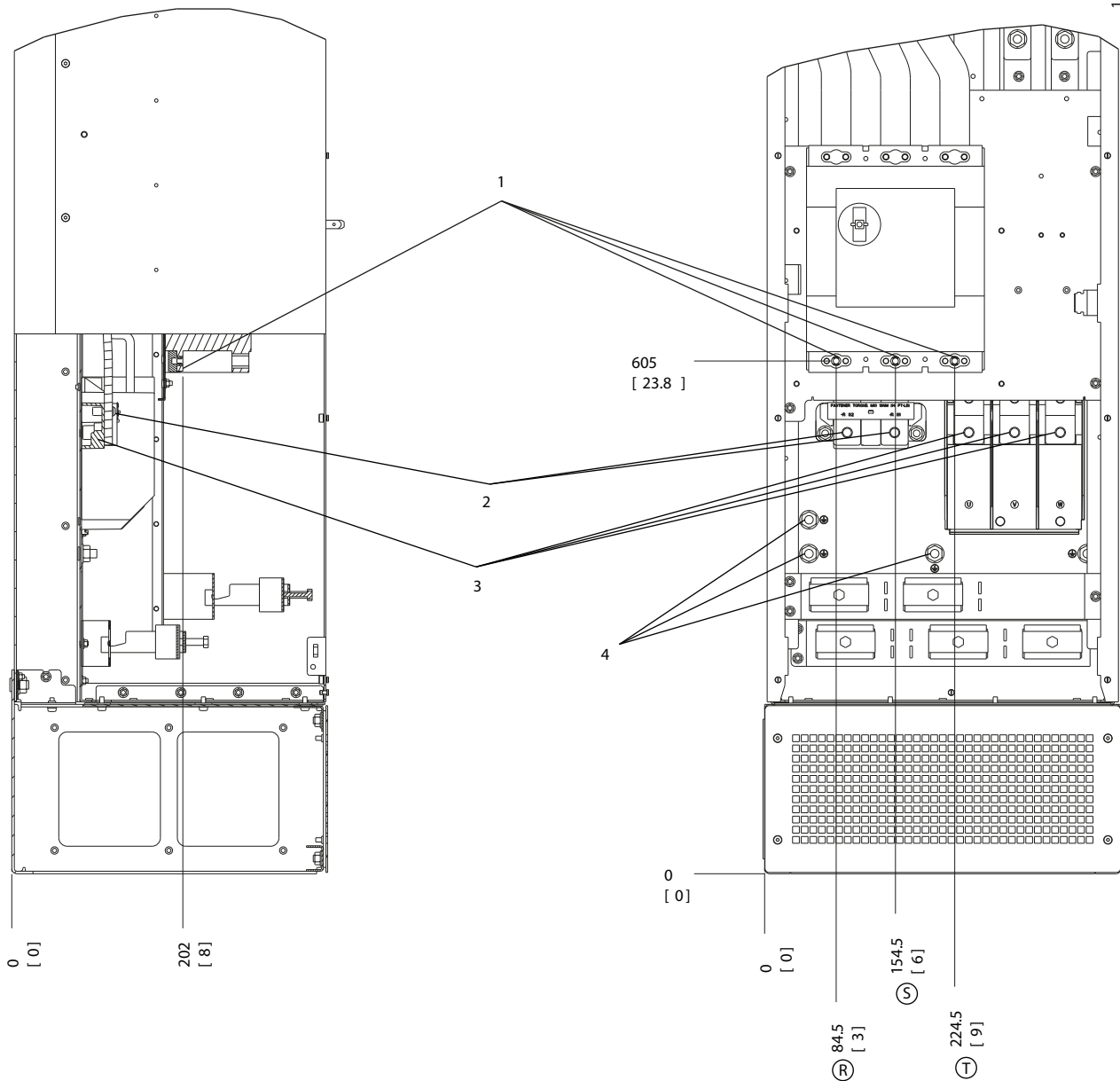


Abbildung 5.66 Anordnung der Klemmen, D8h mit Leistungsschalteroption

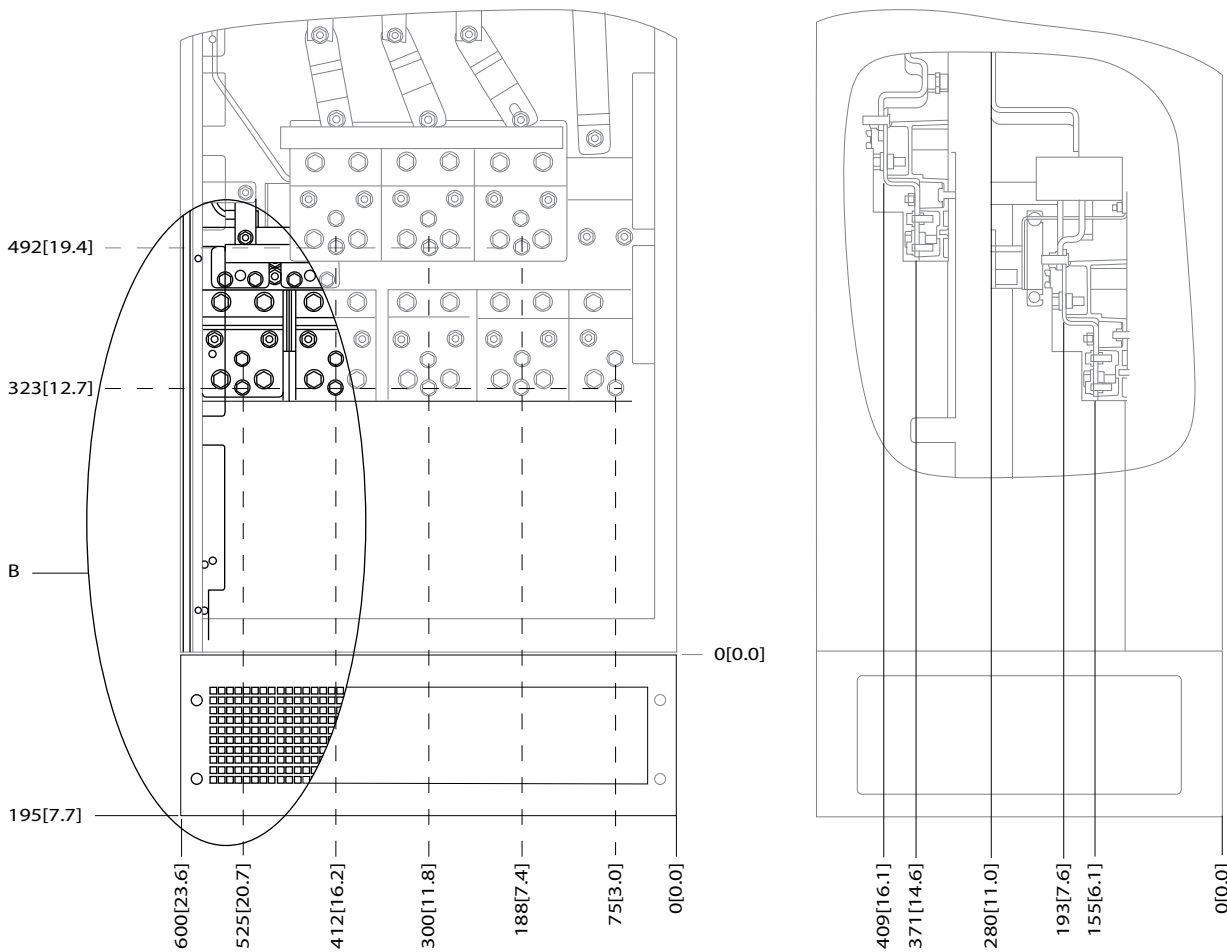
1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Masse-/Erdungsklemmen

Tabelle 5.53 Legende zu Abbildung 5.66

**Anordnung der Klemmen - E1**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

5



176FA278.10

Abbildung 5.67 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

B	Frontansicht des Geräts
---	-------------------------

Tabelle 5.54 Legende zu *Abbildung 5.67*

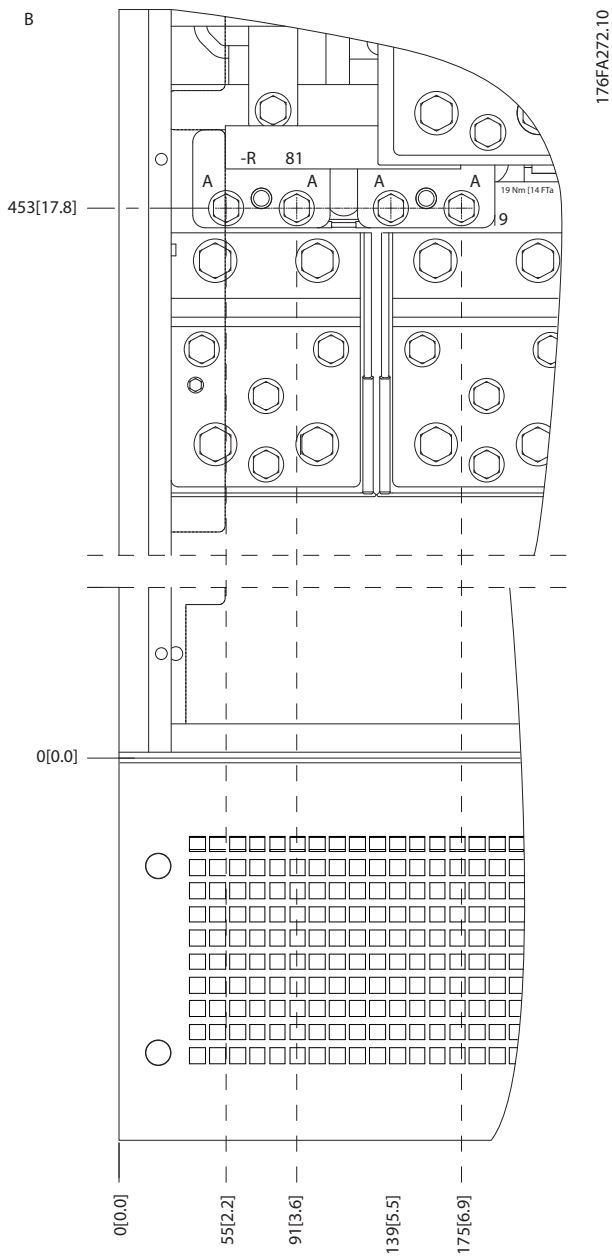


Abbildung 5.68 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) (Detail B)

5

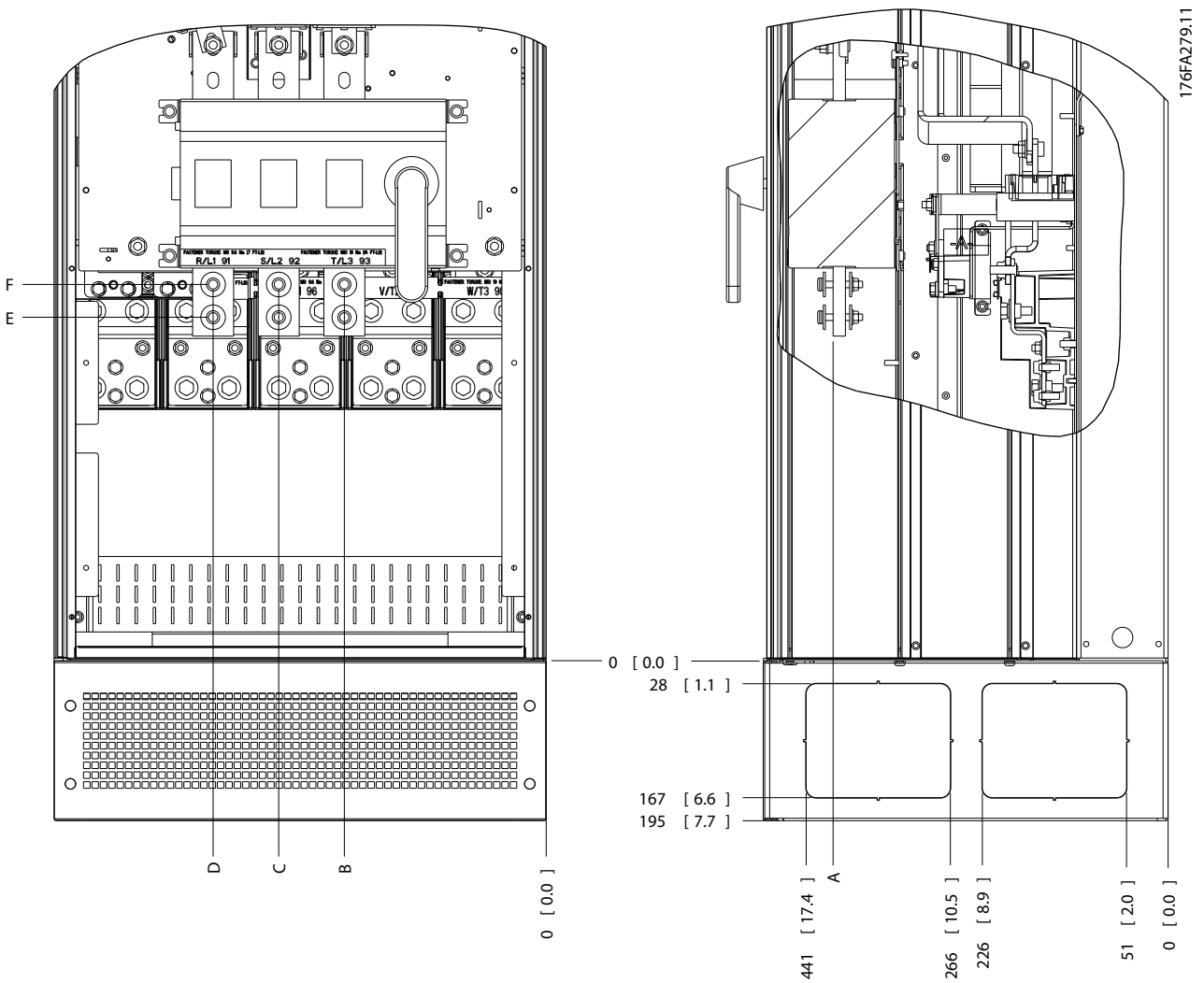
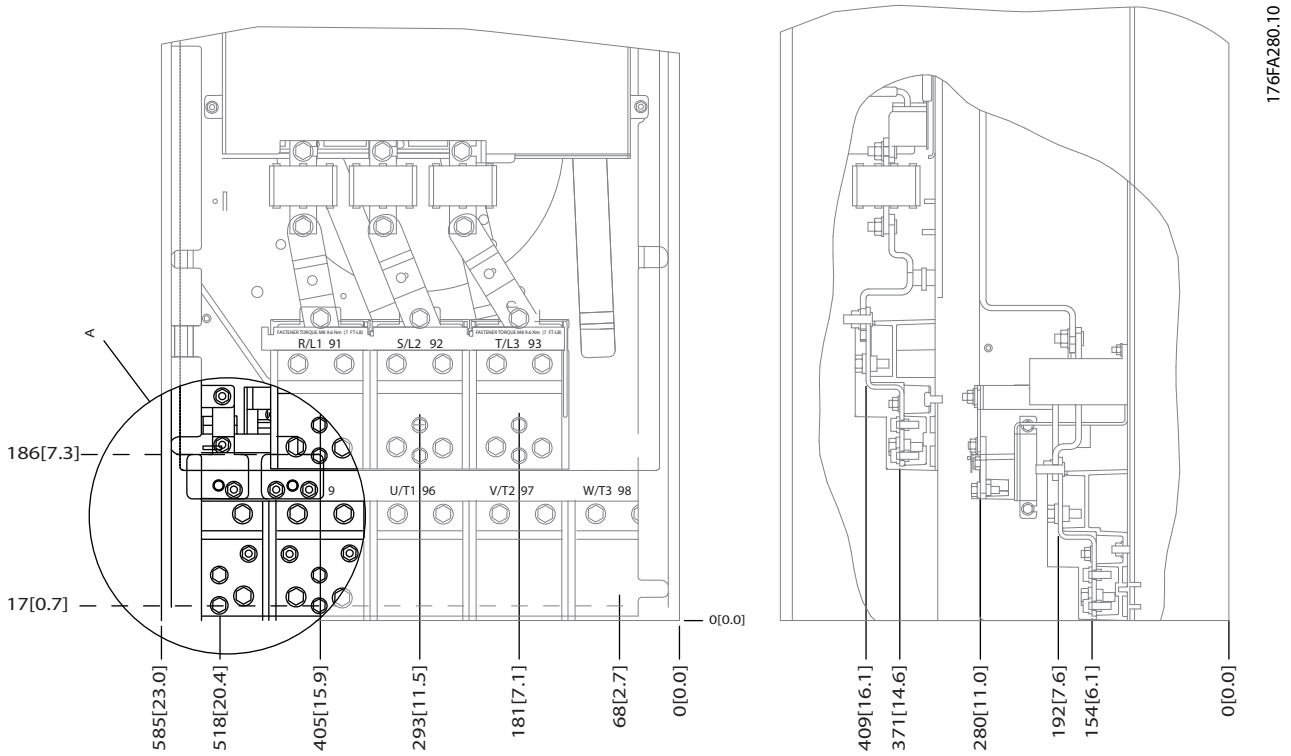


Abbildung 5.69 Anordnung der Stromanschlüsse des Trennschalters bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

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 5.55 Legende zu Abbildung 5.69

Anordnungen der Klemmen – Gerätebaugröße E2



5

Abbildung 5.70 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00

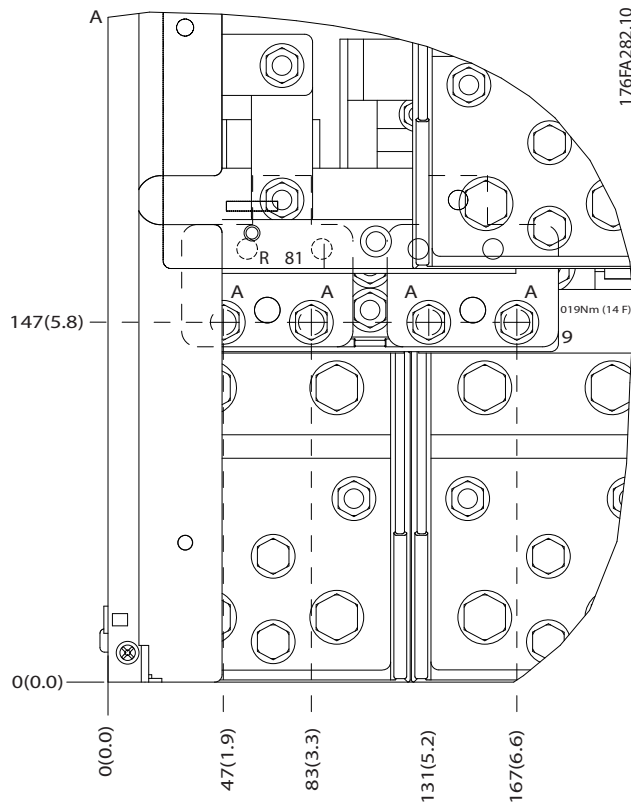


Abbildung 5.71 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00

5

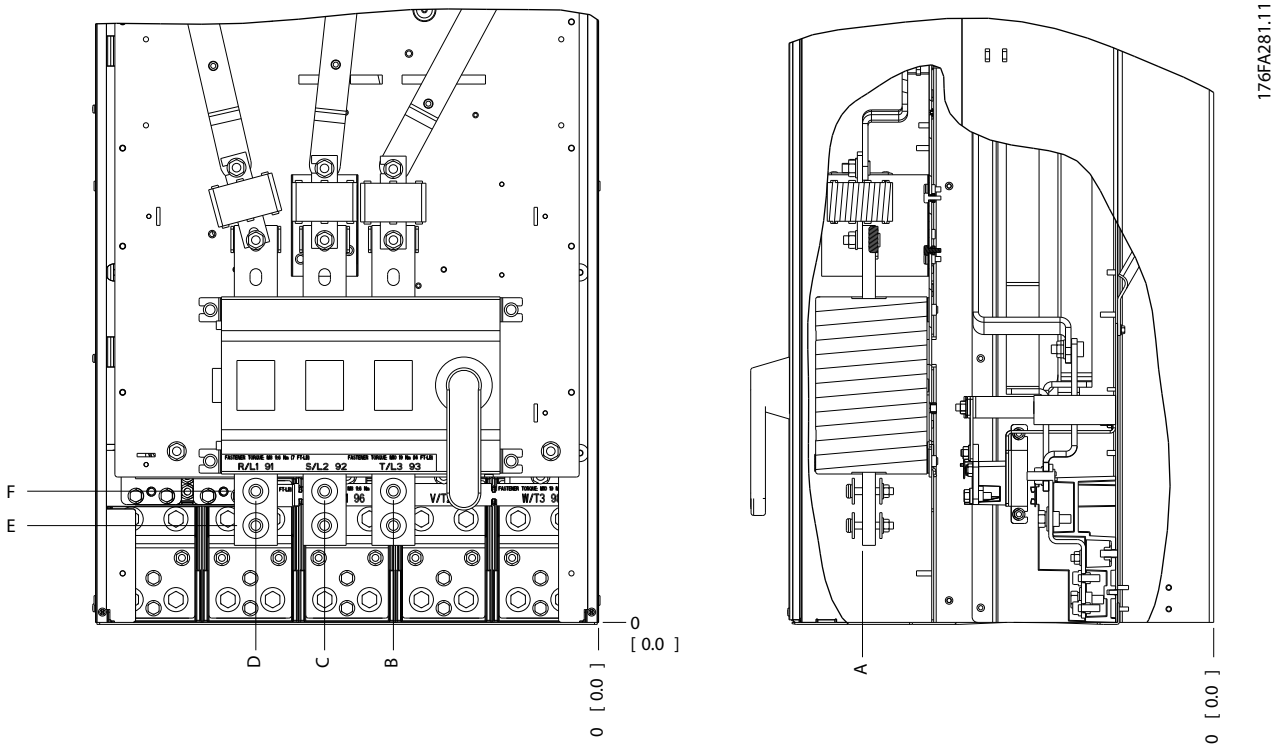


Abbildung 5.72 Netzanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00, Anordnung des Trennschalters

**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.

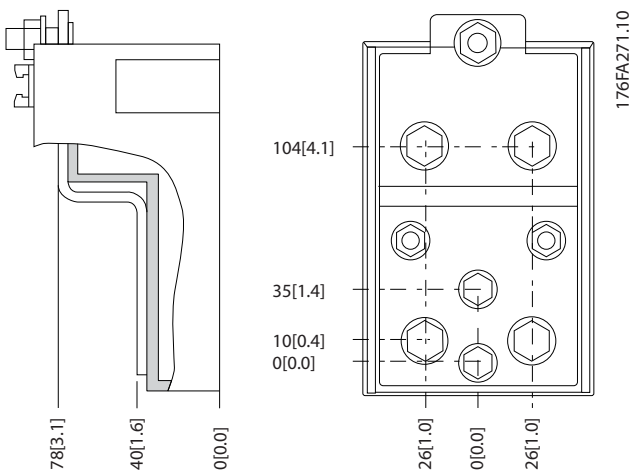


Abbildung 5.73 Detailansicht einer Klemme

**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 5.56 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.

**Anordnung der Klemmen – Baugrößen F1 und F3**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

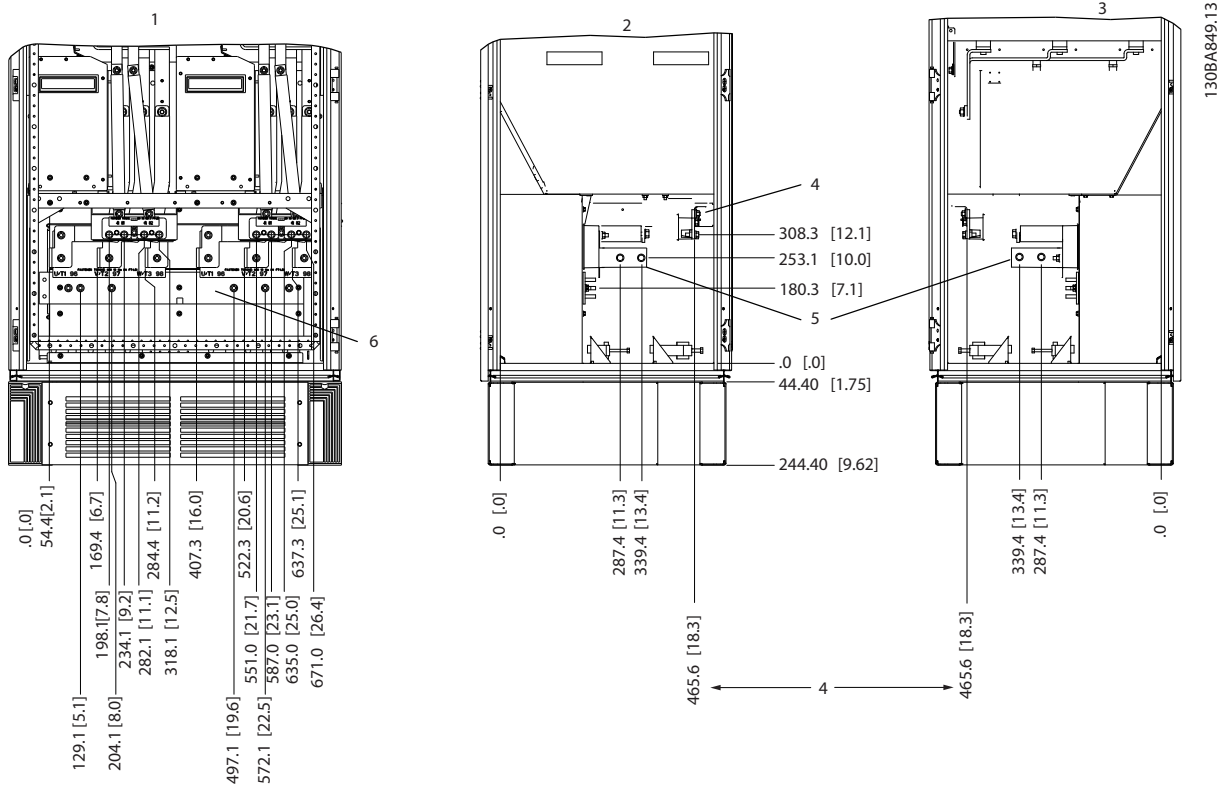


Abbildung 5.74 Anordnung der Klemmen – Wechselrichter-Schaltschrank – F1 und F3. Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Frontseite	4	Erdungsschiene
2	Linke Seite	5	Motorklemmen
3	Rechte Seite	6	Bremsklemmen

Tabelle 5.57 Legende zu *Abbildung 5.74*

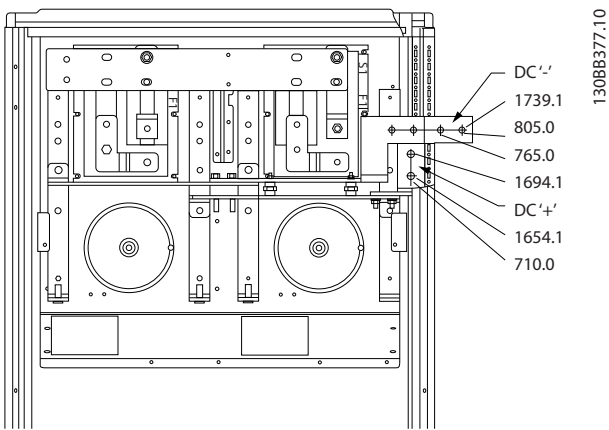


Abbildung 5.75 Regeneration Anordnung der Klemmen - F1 und F3

Anordnung der Klemmen – Baugrößen F2 und F4

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

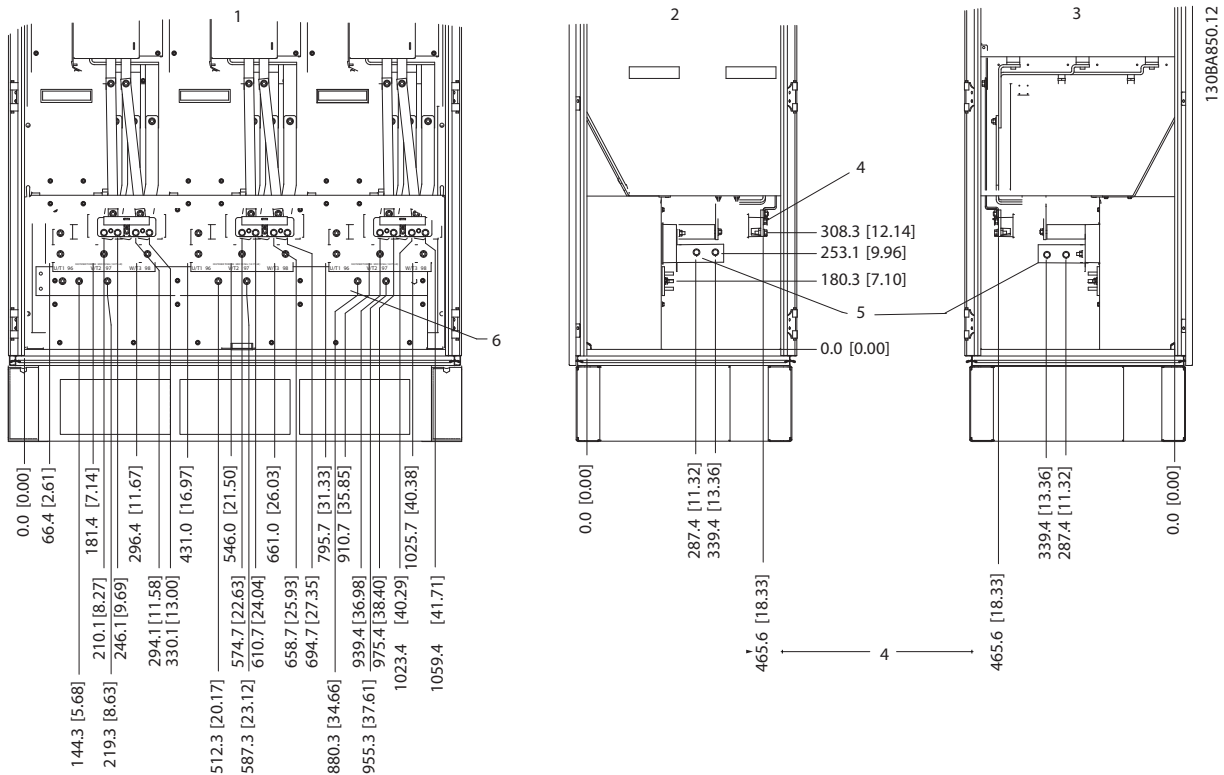


Abbildung 5.76 Anordnung der Klemmen – Wechselrichter-Schaltschrank – F2 und F4. Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Frontseite	3	Rechte Seite
2	Linke Seite	4	Erdungsschiene

Tabelle 5.58 Legende zu Abbildung 5.76



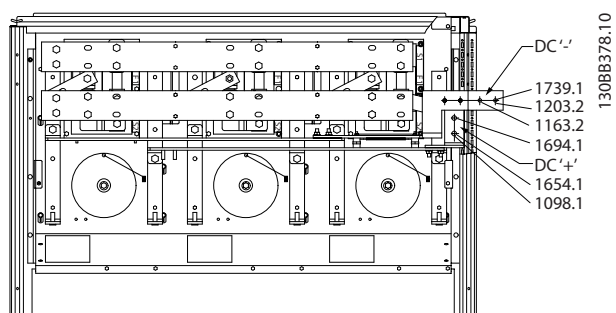


Abbildung 5.77 Anordnung der Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheit – F2 und F4

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

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmanordnungen.

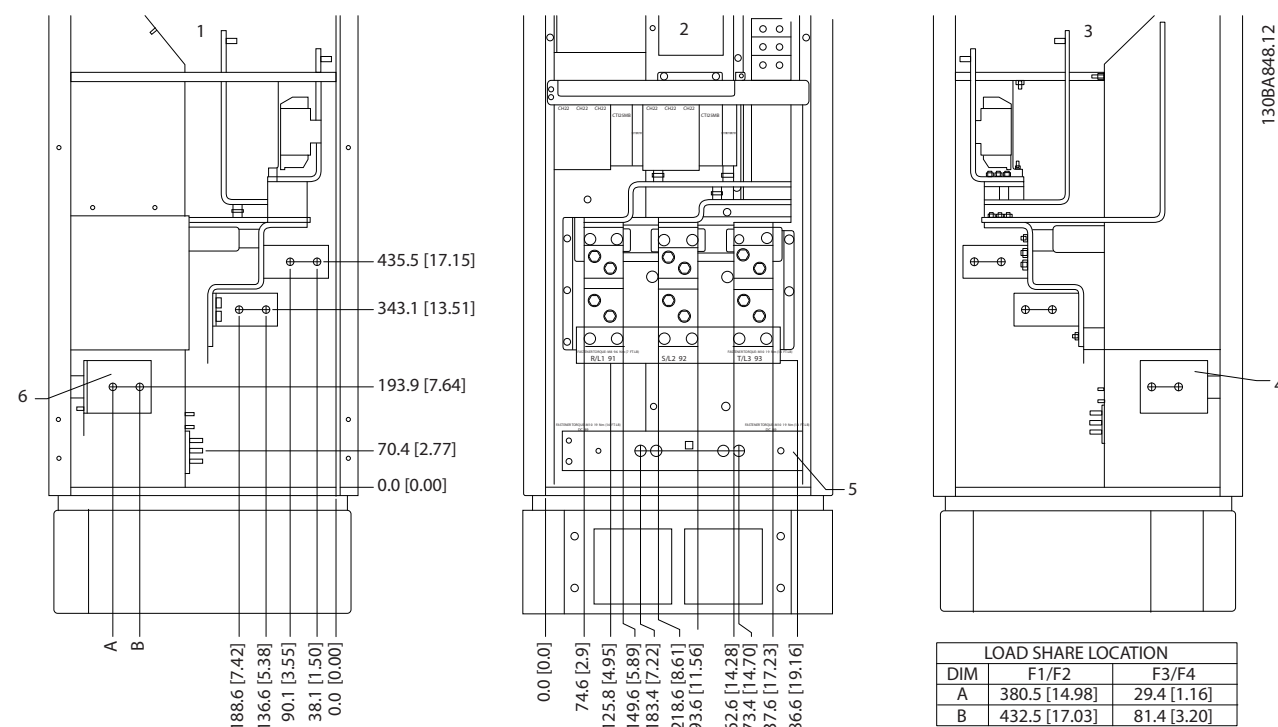


Abbildung 5.78 Anordnung der Klemmen – Gleichrichter. Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Linke Seite	4	Zwischenkreis Kopplungsklemme (-)
2	Frontseite	5	Erdungsschiene
3	Rechte Seite	6	Zwischenkreis Kopplungsklemme (+)

Tabelle 5.59 Legende zu Abbildung 5.78

**Anordnung der Klemmen – Optionsschrank (F3 und F4)**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

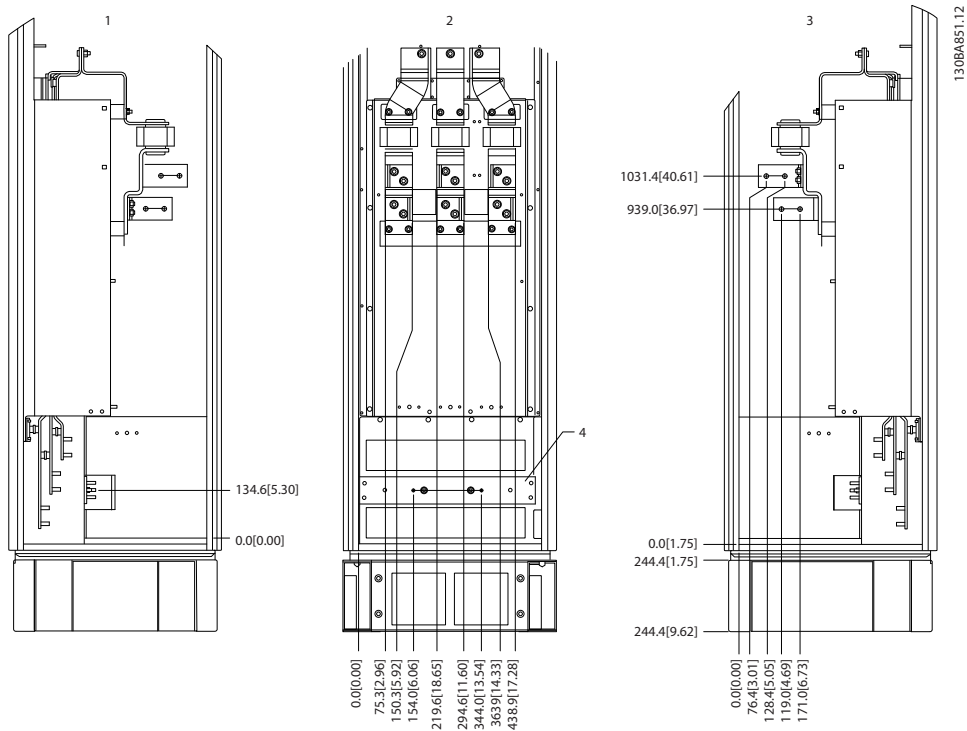


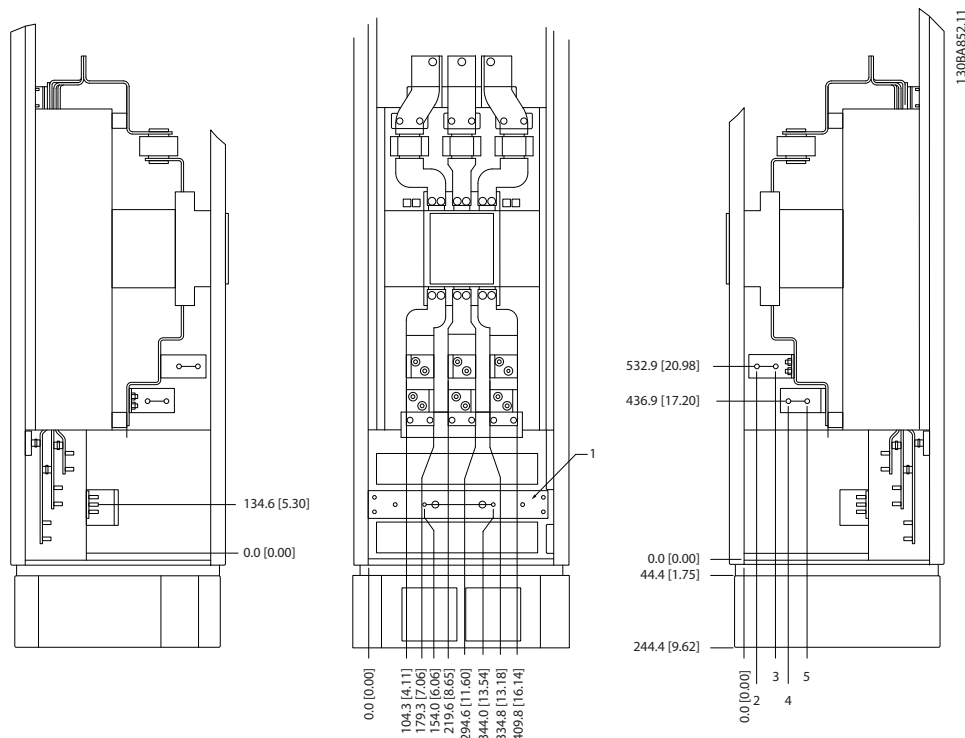
Abbildung 5.79 Anordnung der Klemmen – Optionsschrank. Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1	Linke Seite	3	Rechte Seite
2	Frontseite	4	Erdungsschiene

Tabelle 5.60 Legende zu *Abbildung 5.79*

**Anordnung der Klemmen – Optionsschrank mit Leistungsschalter/Molded Case Switch (F3 und F4)**

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.



5

Abbildung 5.80 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 5.61 Legende zu Abbildung 5.80

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 5.62 Dimensionierung der Klemmen

## 5.2.8 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 5.81* dargestellt. Die Dimensionierung der Kabelquerschnitte muss gemäß den Nennstromwerten und den lokalen Vorschriften erfolgen. Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe *Kapitel 8.1 Allgemeine technische Daten*.

5

Zum Schutz des Frequenzumrichters müssen entweder die empfohlenen Sicherungen verwendet werden, oder das Gerät muss über eingebaute Sicherungen verfügen. Sicherungsempfehlungen finden Sie unter *Kapitel 5.2.9 Sicherungen*. Achten Sie stets auf eine ordnungsgemäße Sicherung gemäß den lokalen Vorschriften.

Bei Ausführungen mit Netzschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.

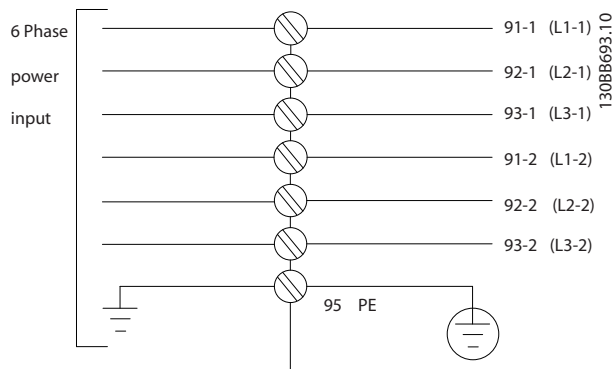
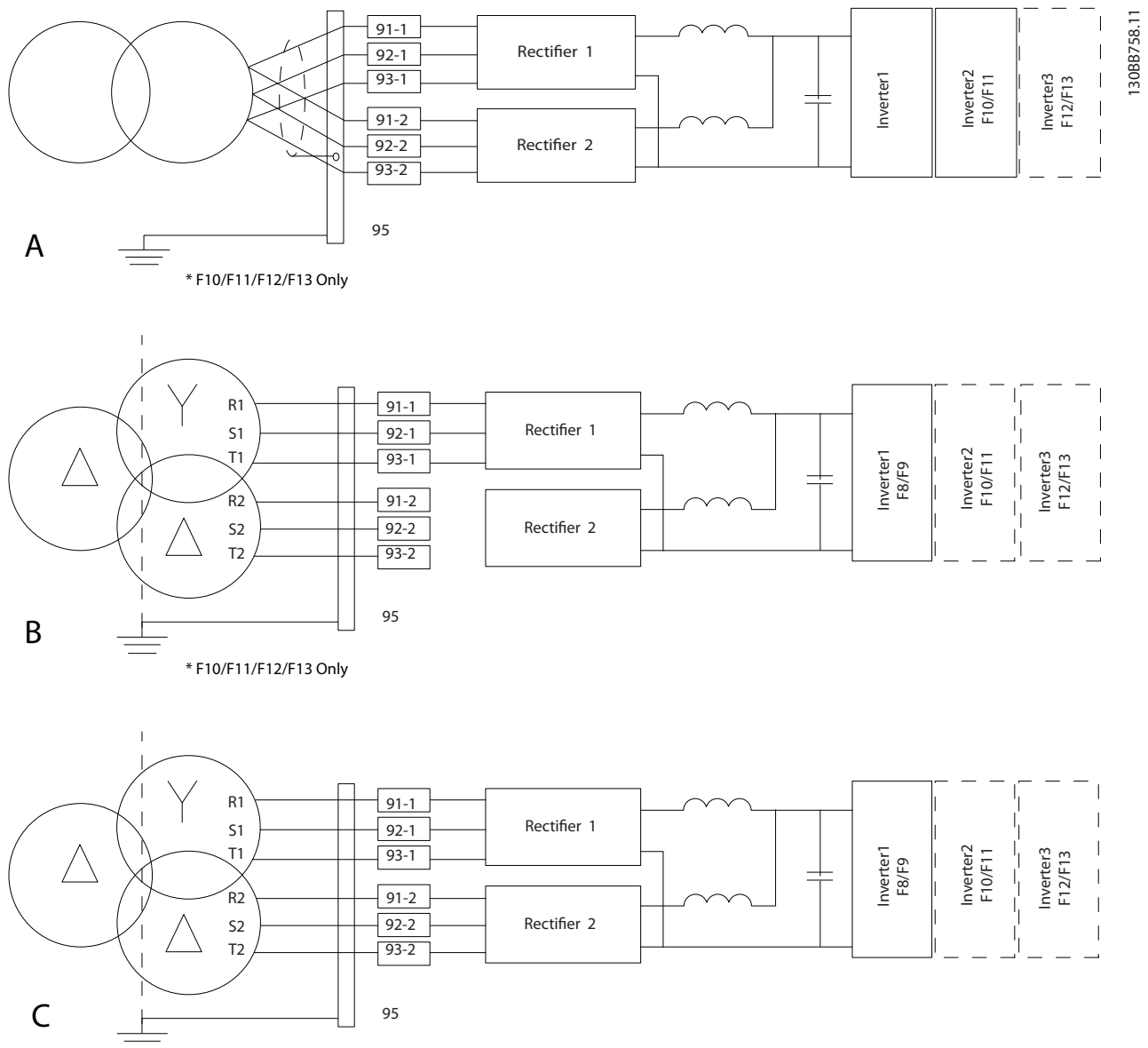


Abbildung 5.81 Netzanschluss

### **HINWEIS**

Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 5.7 EMV-gerechte Installation*.



13088758.11

Abbildung 5.82 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 5.63 Legende zu *Abbildung 5.82*

**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 ( ±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 Motorschutz 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 *Switching Frequency* 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 5.64 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.

5.2.9 Sicherungen

**HINWEIS**

Bei allen aufgeführten Sicherungen handelt es sich um die max. Sicherungsgröße.

**Abzweigschutz:**

Zum Schutz der Installation vor elektrischen Gefahren und Bränden müssen alle Abzweigkreise in einer Installation, in Getrieben, Maschinen usw. gemäß nationalen und internationalen Richtlinien vor Kurzschluss und Überstrom geschützt sein.

**Kurzschluss-Schutz:**

Der Frequenzumrichter muss gegen Kurzschluss abgesichert werden, um elektrische Gefahren und ein Brandrisiko zu vermeiden. Danfoss empfiehlt die in *Tabelle 5.65* und *Tabelle 5.66* aufgeführten Sicherungen, um das Bedienpersonal und die Installation im Fall einer internen Funktionsstörung zu schützen. Der Frequenzumrichter selbst gewährleistet einen vollständigen Kurzschlusschutz am Motorausgang.

**Überstromschutz:**

Sorgen Sie für Überlastschutz gemäß den geltenden Bestimmungen, um Brandgefahr durch Überhitzen der Kabel in der Anlage zu vermeiden. Der Frequenzumrichter verfügt über einen internen Überstromschutz, den Sie als Überlastschutz zwischen FU und Motor benutzen können (nicht UL/cUL zugelassen). Siehe 4-18 *Stromgrenze*. Die Sicherungen müssen für einen Kurzschlussstrom von max. 100.000 A<sub>rms</sub> (symmetrisch) bei 500/600 V ausgelegt sein.

## 5.2.10 Sicherungsangaben

Gehäusegröße	Leistung [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung
D	N110T4	aR-315	aR-315
	N132T4	aR-350	aR-350
	N165	aR-400	aR-400
	N200T4	aR-550	aR-550
	N250T4	aR-630	aR-630
	N315T4	aR-800	aR-700
E	P355-P450	aR-900	aR-900
F	P500-P560	aR-1600	aR-1600
	P630-P710	aR-2000	aR-2000
	P800-P1M0	aR-2500	aR-2500

5

Tabelle 5.65 380–480 V, empfohlene Sicherungen, Baugrößen D, E und F

Gehäusegröße	Leistung [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung
D	N75K	aR-160	aR-160
	N90K-N160	aR-160	aR-160
	N200-N400	aR-550	aR-550
E	P450-P500T7	aR-700	aR-700
	P560-P630T7	aR-900 (500–560)	aR-900 (500–560)
F	P710-P1M0T7	aR-1600	aR-1600
	P1M2T7	aR-2000	aR-2000
	P1M4T7	aR-2500	aR-2500

Tabelle 5.66 525–690 V, empfohlene Sicherungen, Baugrößen D, E und F

### 5.2.11 Steuerklemmen

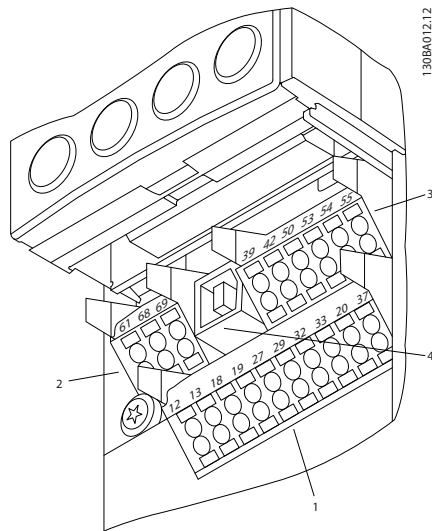


Abbildung 5.83 Steuerklemmen (alle Bauformen)

1	10-poliger Stecker, Digital-I/O
2	3-poliger Stecker, RS-485 Bus
3	6-poliger Analog-I/O
4	USB-Anschluss

Tabelle 5.67 Legende zu *Abbildung 5.83*

### 5.2.12 Steuerkabelklemmen

So befestigen Sie das Kabel an der Klemme:

1. Entfernen Sie 9–10 mm der Isolierung vom Kabelende.
2. Führen Sie einen Schraubendreher (max. 0,4 x 2,5 mm) in die rechteckige 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.

Der Steuerkabel-Drehmomentwert beträgt 0,5-0,6 Nm

So entfernen Sie das Kabel aus der Klemme:

1. Führen Sie einen Schraubendreher<sup>1)</sup> in die rechteckige Öffnung ein.
2. Ziehen Sie das Kabel heraus.

#### Verdrahtung der Steuerklemmen

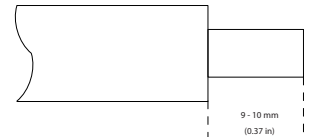


Abbildung 5.84 Entfernen Sie die Isolierung

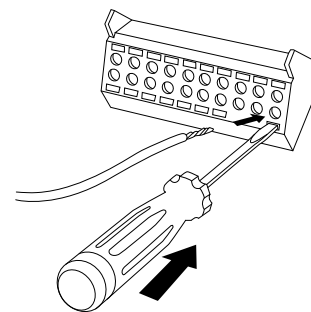


Abbildung 5.85 Führen Sie einen Schraubendreher und das Kabel ein

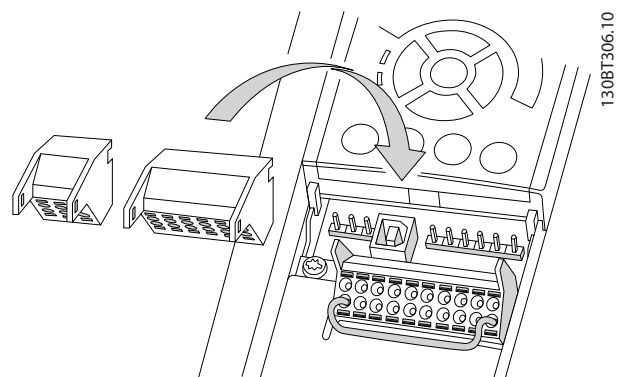


Abbildung 5.86 Steuerkabelklemmen



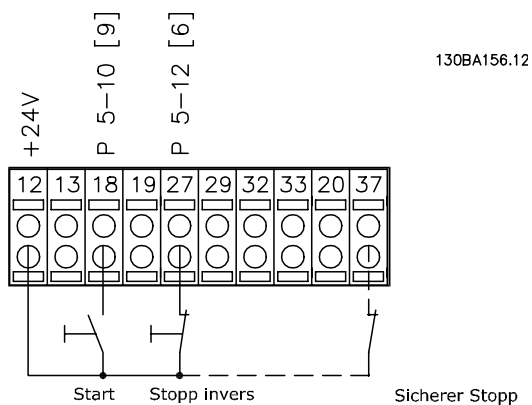
### 5.2.13 Einfaches Verdrahtungsbeispiel

1. Stecken Sie die Klemmblöcke aus dem mitgelieferten Montagezubehör auf die zugehörige Stiftleiste des Frequenzumrichters.
2. Verbinden Sie die Klemmen 18 und 27 mit Klemmen 12/13 (+24 V).

Werkseinstellungen:

18 = Puls-Start

27 = Stopp (inv.)



5

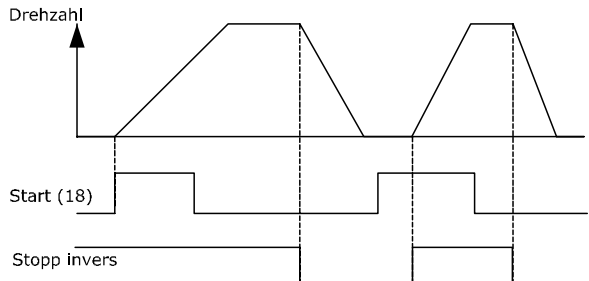
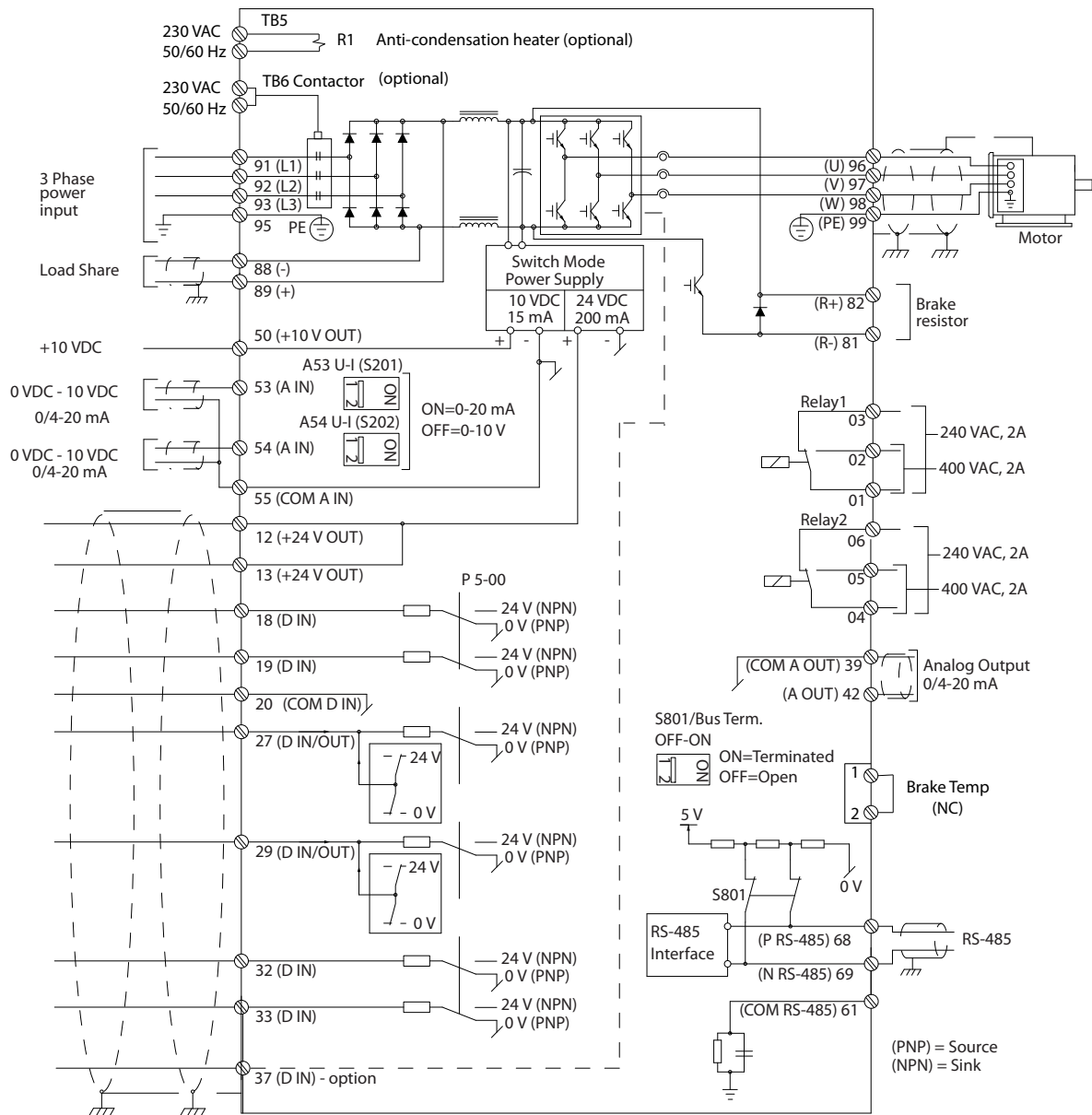


Abbildung 5.87 Klemme 37 ist nur mit „Safe Torque Off“ (STO) (sicher abgeschaltetes Moment) verfügbar.

5.2.14 Elektrische Installation, Steuerkabel

5



130BC548:12

Abbildung 5.88 Anschlussdiagramm für Baugröße D

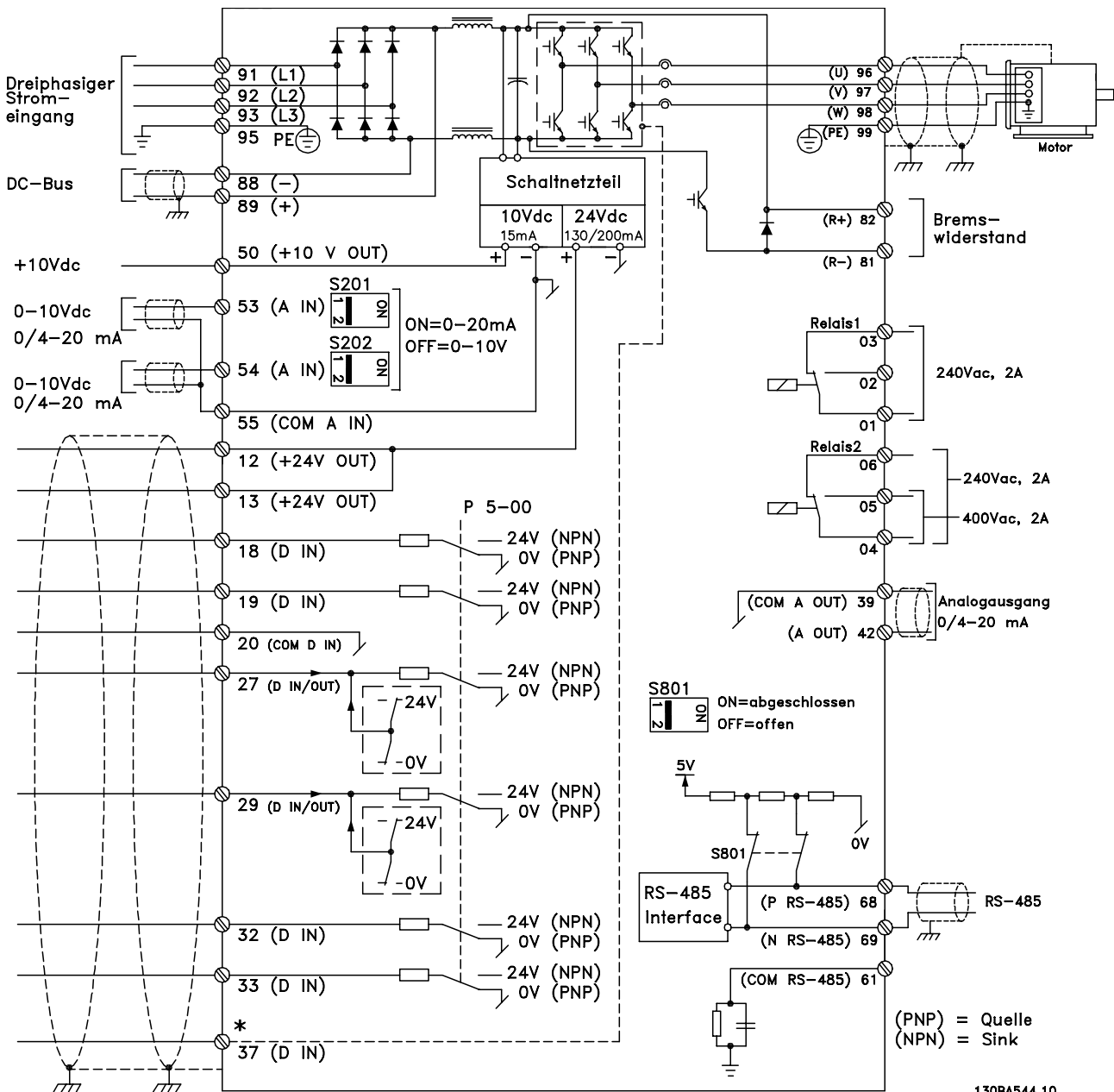


Abbildung 5.89 Anschlussdiagramm für Baugrößen E und F (6-Puls)

\*Eingang „Safe Torque Off“ (STO) (sicher abgeschaltetes Moment) nur mit der Funktion „Safe Torque Off“ (STO) (sicher abgeschaltetes Moment) verfügbar

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

In diesem Fall sollten Sie testen, ob durch einseitiges Auflegen des Kabelschirms oder durch Verbinden des Kabelschirms über einen 100-nF-Kondensator mit Masse eine Besserung herbeigeführt werden kann.

Sie müssen die Digital- und Analogein- und -ausgänge aufgeteilt nach Signalart an die Bezugspotentiale des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55, 39) anschließen, um eine gegenseitige Beeinträchtigung durch Fehlerströme zu vermeiden. Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

**HINWEIS**

Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

Benutzen Sie einen Bügel aus dem Montagezubehör, um die Abschirmung an das Schirmblech des Frequenzumrichters für Steuerkabel anzuschließen.

5

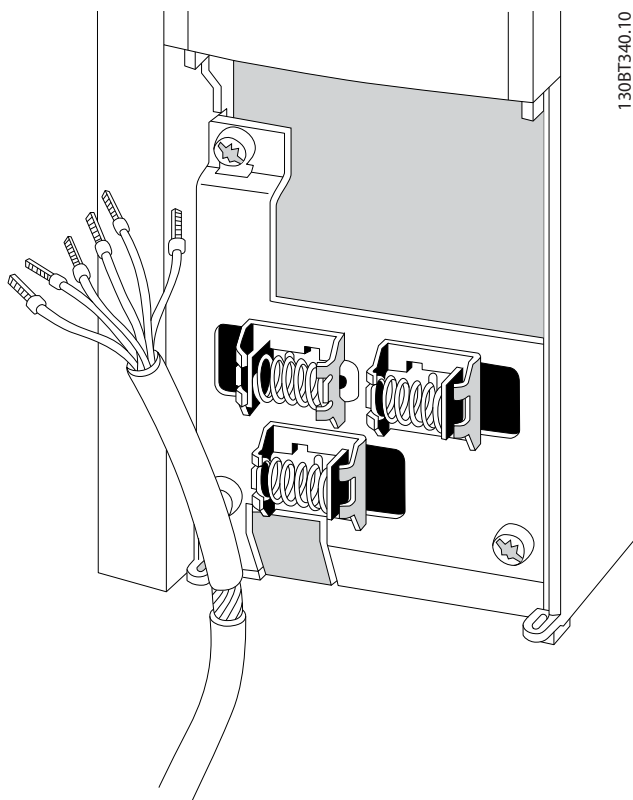


Abbildung 5.90 Abgeschirmtes Steuerkabel

5.2.15 12-Puls-Steuerkabel

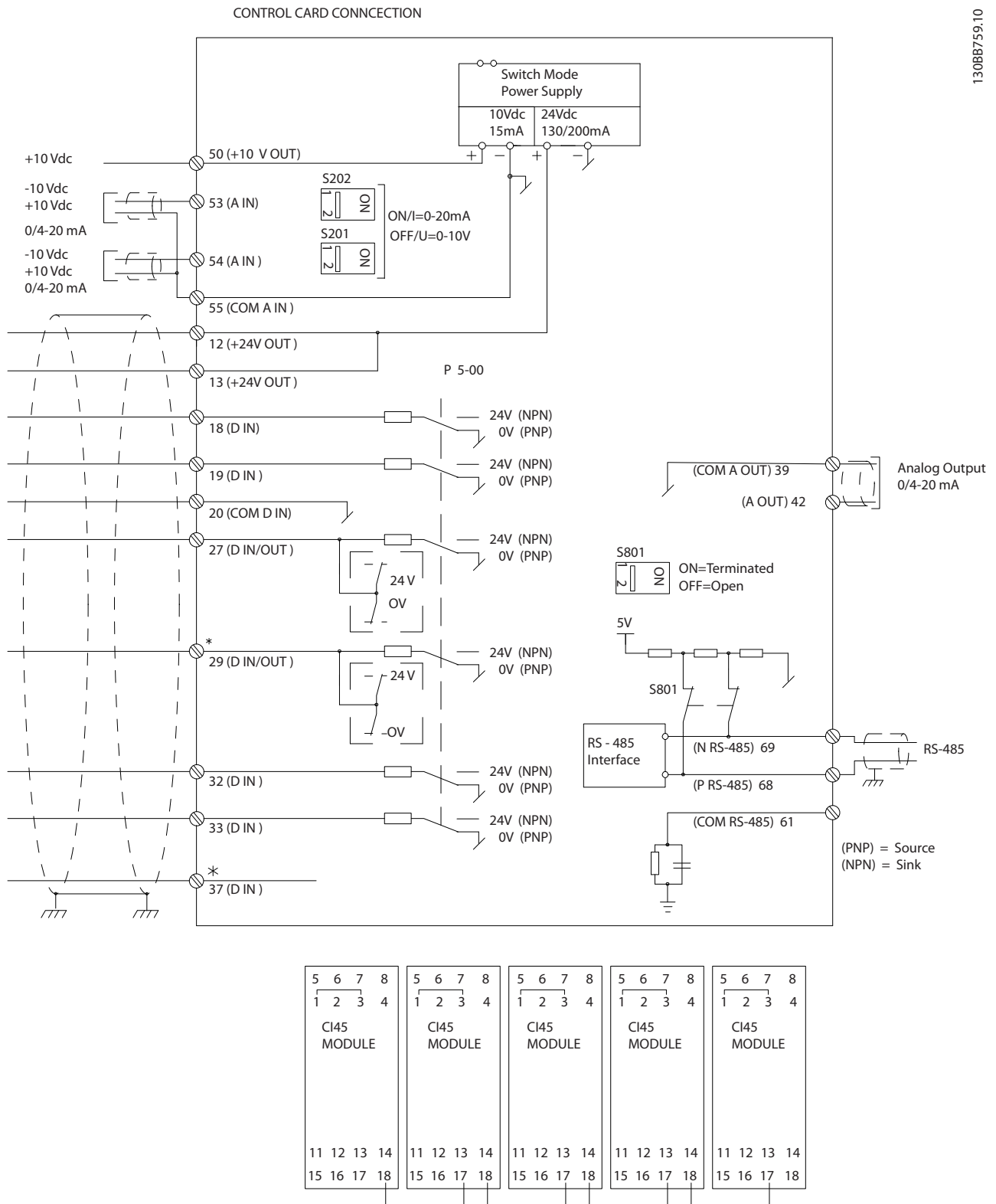


Abbildung 5.91 Steuerkabelschaltbild

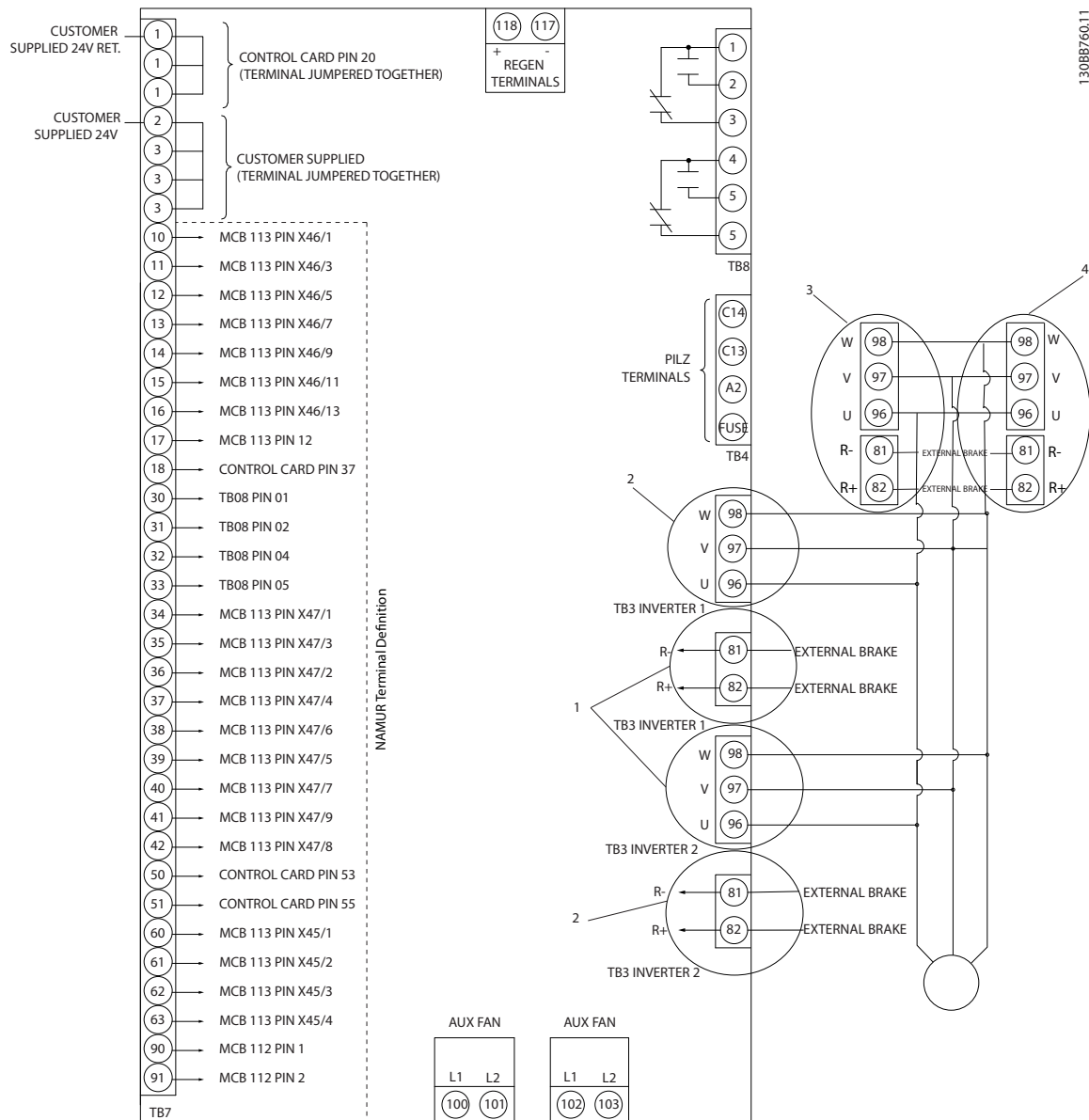


Abbildung 5.92 Elektrische Klemmen ohne Optionen

1	F8/F9, 1 Klemmsatz
2	F10/F11, 2 Klemmsätze
3	F12/F13, 3 Klemmsätze
4	F14/F15, 4 Klemmsätze

Tabelle 5.68 Anzahl der Klemmen Baugröße F-Zahl

Klemme 37 ist der Eingang für die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“. Hinweise zur Installation der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ finden Sie unter Kapitel 2.6 Sicher abgeschaltetes Moment.

**Eingangspolarität der Steuerklemmen**

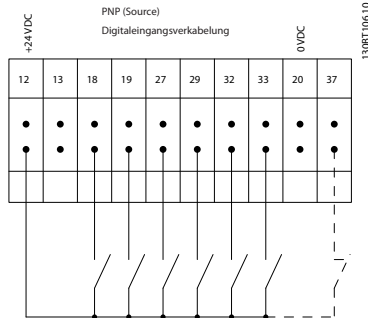


Abbildung 5.93 Eingangspolarität der Steuerklemmen, PNP

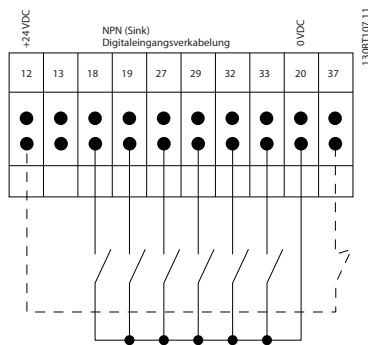


Abbildung 5.94 Eingangspolarität der Steuerklemmen, NPN

**5.2.16 Schalter S201, S202 und S801**

Schalter S201 (A53) und S202 (A54) dienen dazu, eine Strom- (0–20 mA) oder Spannungskonfiguration (0–10 V) für die Analogeingänge 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 5.87*

Werkseinstellung:

S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

S202 (A54) = AUS (Spannungseingang)

S801 (Busterminierung) = AUS

**HINWEIS**

Eine Änderung der Schalterstellung ist nur bei Netz-Aus zulässig.

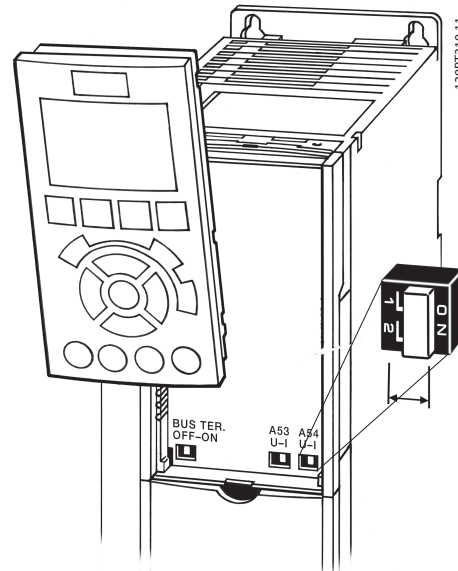


Abbildung 5.95 Lage des Schalters

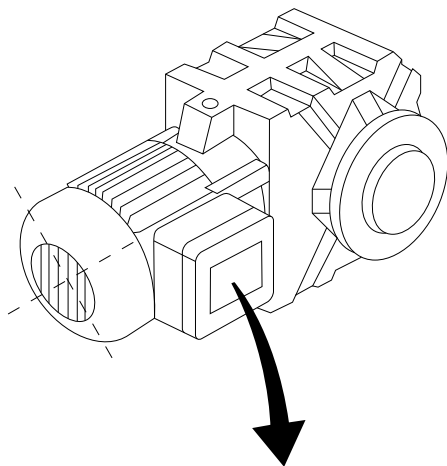
**5.3 Abschließende Konfiguration und Test**

Führen Sie vor der Inbetriebnahme des Frequenzumrichters einen finalen Test der Installation durch:

1. Suchen Sie das Motor-Typenschild, um herauszufinden, ob der Motor per Stern- (Y) oder Dreieckschaltung ( $\Delta$ ) angeschlossen ist.
2. Geben Sie die Motor-Daten vom Typenschild bei den entsprechenden Parametern ein. Rufen Sie die Liste durch Drücken der Taste [QUICK MENU] auf und wählen Sie dann „Q2 Inbetriebnahme-Menü“. Siehe *Tabelle 5.69*.

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

Tabelle 5.69 Quick Setup-Parameter



130BT307.10

BAUER D-7 3734 ESLINGEN				
3~ MOTOR NR. 1827421 2003				
S/E005A9				
	1,5	KW		
n <sub>2</sub>	31,5	/MIN.	400	Y V
n <sub>1</sub>	1400	/MIN.	50	Hz
cos	0,80		3,6	A
1,7L				
B	IP 65	H1/1A		

Abbildung 5.96 Motor-Typenschild

3. Führen Sie ein Verfahren für eine automatische Motoranpassung (AMA) durch, um eine optimale Leistung zu gewährleisten.
  - a. Schließen Sie Klemme 27 an Klemme 12 an, oder setzen Sie 5-12 Klemme 27 Digitaleingang auf Ohne Funktion (5-12 Klemme 27 Digitaleingang [0]).
  - b. Aktivieren Sie die AMA in 1-29 Autom. Motoranpassung.
  - c. Sie können zwischen kompletter und reduzierter AMA wählen. Ist ein LC-Filter vorhanden, darf nur die reduzierte AMA ausgeführt werden. Andernfalls ist das LC-Filter während der AMA zu entfernen.
  - d. Drücken Sie [OK]. Im Display wird „AMA mit [Hand on]-Taste starten“ angezeigt.
  - e. Drücken Sie [Hand on]. Ein Statusbalken stellt den Verlauf der AMA dar.
  - f. Drücken Sie die [OFF]-Taste: der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm an, und am Display wird gemeldet, dass die AMA durch den Benutzer abgebrochen wurde.

**AMA-Ausführung vorzeitig abbrechen**

**Erfolgreiche AMA**

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

**Fehlgeschlagene AMA**

- Der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm an. Eine Beschreibung des Alarms finden Sie im Abschnitt Kapitel 8.6 Fehlersuche und -behebung.
- „Wert“ im Fehlerspeicher zeigt die zuletzt vor dem Alarmzustand des Frequenzumrichters von der AMA ausgeführte Messsequenz. Diese Nummer hilft Ihnen zusammen mit der Beschreibung des Alarms bei der Fehlersuche. Geben Sie bei der Kontaktaufnahme mit Danfoss unbedingt die Nummer und Beschreibung des Alarms an.

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

**Stellen Sie die gewünschten Grenzwerte für Drehzahl und Rampenzeit ein.**

Minimaler Sollwert	3-02 Minimaler Sollwert
Maximaler Sollwert	3-03 Maximaler Sollwert

Tabelle 5.70 Sollwertparameter

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

Tabelle 5.71 Drehzahlgrenzen

Rampe-Auf Zeit 1 [s]	3-41 Rampenzeit Auf 1
Auslaufzeit 1 [s]	3-42 Rampenzeit Ab 1

Tabelle 5.72 Rampenzeiten



## 5.4 Zusätzliche Anschlüsse

## 5.4.1 Netztrennschalter

Baugröße	Leistungs-	Typ
380-500 V		
D5h/D6h	N110-N160	ABB OT400U03
D7h/D8h	N200-N400	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
525-690 V		
D5h/D6h	N75K-N160	ABB OT400U03
D5h/D6h	N200-N400	ABB OT600U03
F3	P630-P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900-P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

5

Tabelle 5.73 Netztrennschalter, Frequenzumrichter der Baugrößen D, E und F

Baugröße	Leistungs-	Typ
380-500 V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525-690 V		
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 5.74 Netztrennschalter, 12-Puls-Frequenzumrichter

## 5.4.2 Trennschalter

Baugröße	Spannung [V]	FU-Modell	Trennschalertyp	Werkseitige Leistungsschaltereinstellungen (Abschaltwert [A])	
				I1 (Überlast)	I3/Ith (unverzögert)
D6h	380-480	N110 - N132	ABB T5L400TW	400	4000
D6h	380-480	N160	ABB T5LQ400TW	400	4000
D8h	380-480	N200	ABB T6L600TW	600	6000
D8h	380-480	N250	ABB T6LQ600TW	600	6000
D8h	380-480	N315	ABB T6LQ800TW	800	8000
D6h	525-690	N75K - N160	ABB T5L400TW	400	4000
D8h	525-690	N200 - N315	ABB T6L600TW	600	6000
D8h	525-690	N400	ABB T6LQ600TW	600	6000

Tabelle 5.75 Leistungsschalter für Baugröße D

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ	Werkseitige Leistungsschaltereinstellungen	
			Abschaltwert [A]	Zeit [s]
F3	P450 380-500 V & P630-P710 525-690 V	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	P500-P630 380-500 V & P800 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	P710 380-500 V & P900-P1M2 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	P800 380-500 V	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabelle 5.76 Leistungsschalter für Baugröße F

## 5.4.3 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 5.77 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 5.78 Schütze für Baugröße F

**HINWEIS**

Netzschütze erfordern eine kundenseitige 230-V-Versorgung.

5.4.4 Temperaturschalter Bremswiderstand

Drehmoment: 0,5-0,6 Nm  
Schraubengröße: M3

Dieser Eingang kann zur Überwachung der Temperatur eines extern angeschlossenen Bremswiderstands verwendet werden. Wenn der Eingang zwischen 104 und 106 hergestellt wird, schaltet der Frequenzumrichter bei Warnung/Alarm 27, „Bremse IGBT“ ab. Wenn der Anschluss zwischen 104 und 105 geschlossen wird, schaltet der Frequenzumrichter bei Warnung/Alarm 27, °Bremse IGBT“ ab.

Installieren Sie einen KLIXON-Schalter (Öffner). Wenn diese Funktion nicht verwendet wird, werden 106 und 104 kurzgeschlossen.

Öffner (normal geschlossen): 104-106 (werkseitig installierte Brücke)

Schließer (normal offen): 104-105

Klemme Nr.	Funktion
106, 104, 105	Temperaturschalter Bremswiderstand.

Tabelle 5.79 Klemmen für Bremswiderstand-Temperaturschalter

**HINWEIS**

Wenn die Temperatur des Bremswiderstands zu stark ansteigt und der Temperaturschalter ausfällt, stoppt der Frequenzumrichter die Verzögerung. Der Motor wechselt in den Freilauf.

5.4.5 Externe Lüfterversorgung

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

Klemme Nr.	Funktion
100, 101	Zusatzversorgung S, T
102, 103	Interne Versorgung S, T

Tabelle 5.80 Klemmen der externen Lüfterversorgung

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

5.4.6 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

Relais 1 und Relais 2 werden in 5-40 Function Relay, 5-41 On Delay, Relay und 5-42 Off Delay, Relay programmiert.

Verwenden Sie das Optionsmodul MCB 105 für zusätzliche Relaisausgänge.

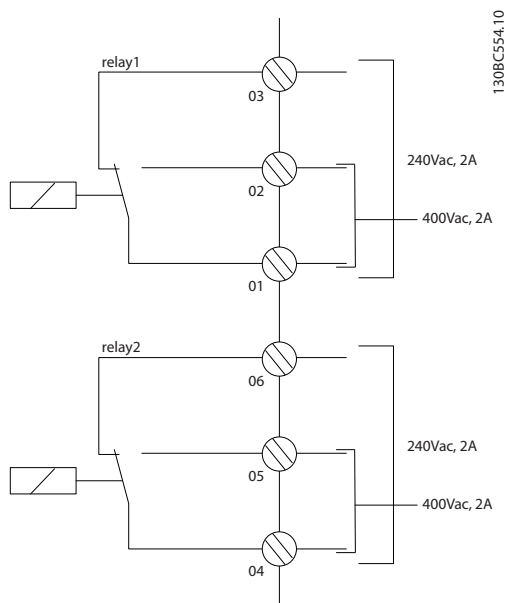


Abbildung 5.97 Baugröße D Zusätzliche Relaisausgänge

### 5.4.7 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 Function Relay*, *5-41 On Delay, Relay* und *5-42 Off Delay, Relay* programmiert.

Verwenden Sie das Optionsmodul MCB 105 für zusätzliche Relaisausgänge.

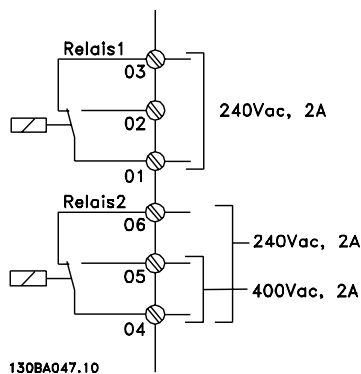


Abbildung 5.98 Zusätzliche Relaisausgänge für Baugrößen E und F

### 5.4.8 Parallelschaltung von Motoren

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern/regeln. Der Gesamtstrom der Motoren darf den maximalen Ausgangsnennstrom  $I_{INV}$  des Frequenzumrichters nicht übersteigen.

Wenn Motoren parallel angeschlossen werden, kann *1-29 Autom. Motoranpassung* nicht verwendet werden.

Kleine Motoren haben einen relativ hohen ohmschen Widerstand im Stator, wodurch es zu Problemen beim Start und bei niedrigen Drehzahlen kommen kann.

Das elektronische Thermorelais (ETR) des Frequenzumrichters kann nicht als Motorüberlastschutz für die einzelnen Motoren der Systeme mit-parallel angeschlossene Motoren verwendet werden. Ein zusätzlicher Motorschutz, z. B. Thermistoren in jedem Motor oder einzelne Thermorelais, sind deshalb vorzusehen. (Trennschalter sind als Schutz nicht geeignet).

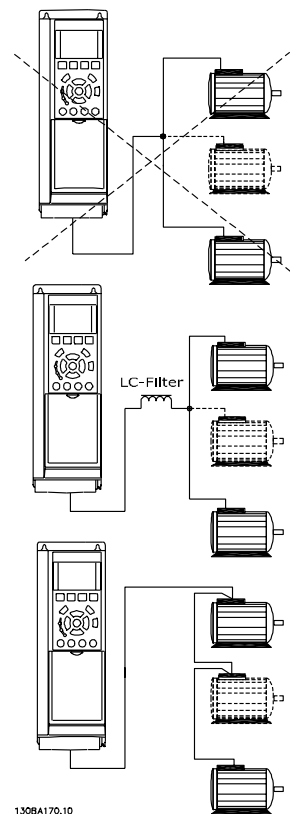


Abbildung 5.99 Ordnungsgemäßer paralleler Motoranschluss

### 5.4.9 Richtung der Motordrehung

Die Werkseinstellung ist Rechtslauf, wobei der Frequenzumrichter Ausgang wie folgt angeschlossen ist.

- Klemme 96 angeschlossen an Phase U
- Klemme 97 angeschlossen an Phase V
- Klemme 98 angeschlossen an Phase W

Die Richtung der Motordrehung wird durch das Schalten von 2 Motorphasen geändert.

Eine Motordrehungsprüfung können Sie über 1-28 *Motordrehungsprüfung* und die am Display gezeigten Schritte durchführen.

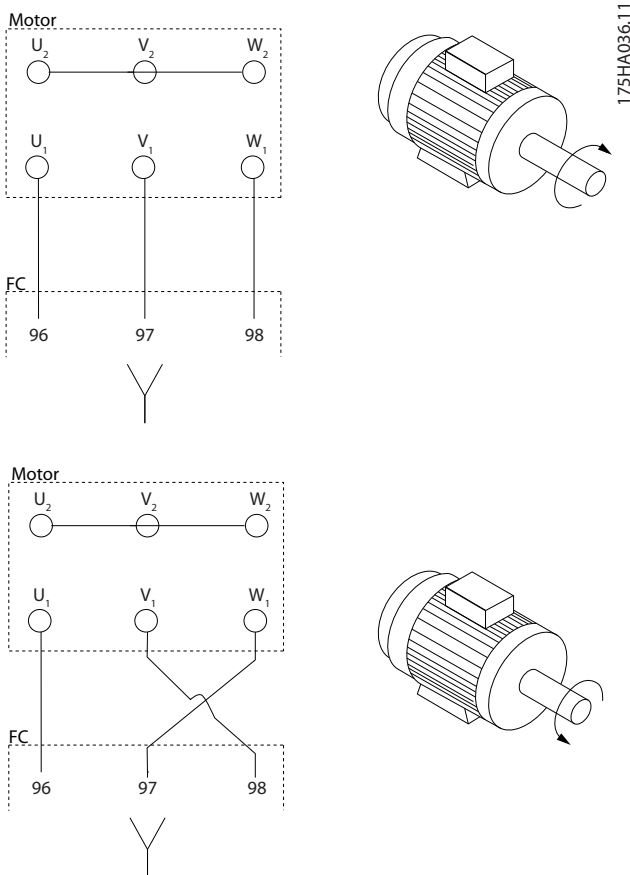


Abbildung 5.100 Änderung der Motordrehung

Das elektronische Thermorelais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn 1-90 *Motor Thermal Protection* auf *ETR-Abschaltung* und 1-24 *Motor Current* 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 *Motor Thermal Protection* 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.

### 5.4.10 Motorisolation

Für Motorkabellängen  $\leq$  wird die maximale Kabellänge in Kapitel 8 *Allgemeine Daten und Fehlerbehebung* aufgeführt, die empfohlenen Motorisolationenwerte finden Sie in Tabelle 5.81. Die Spitzenspannung kann aufgrund der Hochspannungsleitungseffekte im Motorkabel die DC-Zwischenkreisspannung um das Doppelte übersteigen und 2,8-mal der Netzspannung entsprechen. Bei einem geringeren Isolationswert eines Motors wird die Verwendung eines dU/dt- oder Sinusfilters empfohlen.

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 5.81 Motorisolation bei unterschiedlicher Netzennspannung

### 5.4.11 Motorlagerströme

Bei allen Motoren, die bei Frequenzumrichtern mit 110 kW oder höherer Leistung installiert sind, müssen B-seitig (gegenantriebsseitig) isolierte Lager eingebaut werden, um zirkulierende Lagerströme zu beseitigen. Um A-seitige (antriebsseitige) Lager- und Wellenströme auf ein Minimum zu beschränken, ist richtige Erdung von Frequenzumrichter, Motor, angetriebener Maschine und Motor zur angetriebenen Maschine erforderlich. Obwohl Störungen aufgrund von Lagerströmen selten auftreten, müssen die folgenden vorbeugenden Maßnahmen ergriffen werden.

**Vorbeugende Standardmaßnahmen**

- Verwenden Sie ein isoliertes Lager.
- Wenden Sie strenge Installationsverfahren an.  
Stellen Sie sicher, dass Motor und Lastmotor aufeinander abgestimmt sind.  
Befolgen Sie die EMV-Installationsrichtlinie streng.  
Verstärken Sie den Schutzleiter (PE), sodass die hochfrequent wirksame Impedanz im PE niedriger als bei den Eingangsstromleitungen ist.  
Stellen Sie eine gute hochfrequent wirksame Verbindung zwischen dem Motor und dem Frequenzumrichter her, zum Beispiel über ein abgeschirmtes Kabel mit einer 360°-Verbindung im Motor und im Frequenzumrichter.  
Stellen Sie sicher, dass die Impedanz vom Frequenzumrichter zur Gebäudeerdung niedriger als die Erdungsimpedanz der Maschine ist. Stellen Sie eine direkte Erdverbindung zwischen Motor und Last her.
- Tragen Sie leitfähiges Schmierfett auf.
- 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 isoliertes Lager gemäß der Empfehlung des Motorherstellers.

**HINWEIS**

**Motoren von renommierten Herstellern sind in der Regel standardmäßig bei Motoren dieser Größe vorhanden.**

Wenden Sie sich an den Hersteller, wenn keine dieser Maßnahmen zum Erfolg führt.

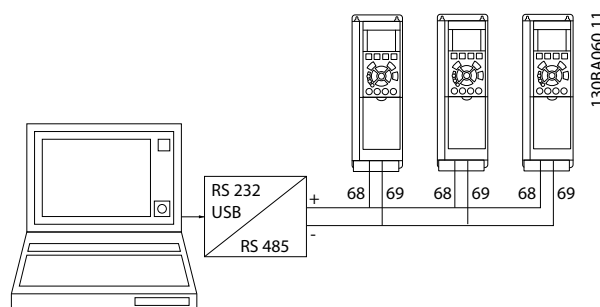
Führen Sie nach der Kontaktaufnahme mit Danfoss bei Bedarf Folgendes durch:

- Senken Sie die IGBT-Taktfrequenz.
- Ändern Sie die Wechselrichtersignalform, 60° AVM oder SFAVM.
- Installieren Sie ein Wellenerdungssystem oder verwenden Sie eine Trennkupplung zwischen Motor und Last.
- Verwenden Sie, sofern möglich, minimale Drehzahleinstellungen.
- Verwenden Sie ein dU/dt-Filter.

**5.5 Installation verschiedener Verbindungen****5.5.1 RS485-Busanschluss**

Ein oder mehrere Frequenzumrichter können mittels der RS485-Standardschnittstelle 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.

Sollen mehrere Frequenzumrichter angeschlossen werden, verdrahten Sie die Schnittstellen parallel.



**Abbildung 5.101 RS-485 Anschluss mehrerer Frequenzumrichter am Master**

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).

Nähere Informationen zur EMV-gerechten Installation finden Sie unter *Kapitel 5.7 EMV-gerechte Installation*.

**Busabschluss**

Sie müssen den RS485-Bus pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abschließen. Stellen Sie Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON“. Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 5.2.16 Schalter S201, S202 und S801*.

Das Kommunikationsprotokoll muss auf *8-30 Protocol* eingestellt sein.

## 5.5.2 Anschließen eines PC an den Frequenzumrichter

Um den Frequenzumrichter von einem PC aus zu steuern oder zu programmieren, installieren Sie das PC-basierte Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware. Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS485-Schnittstelle angeschlossen werden, wie in Kapitel 5.5.1 RS485-Busanschluss gezeigt.

### HINWEIS

Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV, Schutzkleinspannung) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt. Die USB-Verbindung ist an die Schutz Erde angeschlossen. Benutzen Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter.

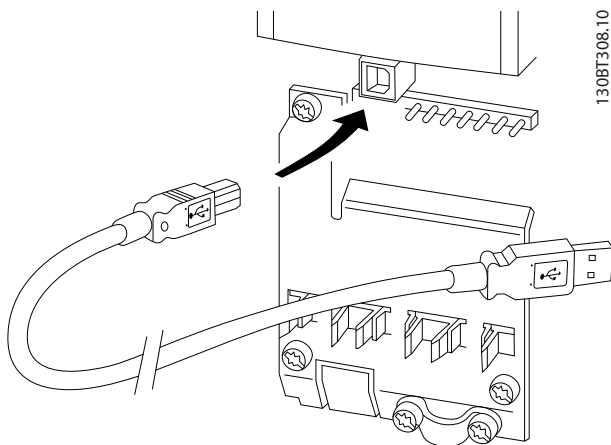


Abbildung 5.102 Für den Anschluss von Steuerkabeln siehe Kapitel 5.2.11 Steuerklemmen

### PC-basiertes Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware

Alle Frequenzumrichter sind mit einer seriellen Schnittstelle ausgerüstet. Danfoss bietet ein PC-Tool für den Datenaustausch zwischen PC und Frequenzumrichter, ein PC-basiertes Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware an.

### MCT 10 Konfigurationssoftware

MCT 10 Konfigurationssoftware wurde als anwendungsfreundliches interaktives Tool zur Konfiguration von Parametern entwickelt.

Das PC-basierte Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware ist bei den folgenden Vorgängen hilfreich:

- Offline-Planung eines Datenaustauschnetzwerks. Die MCT 10 Konfigurationssoftware enthält eine vollständige Frequenzumrichter-Datenbank
- Online-Inbetriebnahme von Frequenzumrichtern
- Speichern der Einstellungen aller Frequenzumrichter
- Austauschen eines Frequenzumrichters in einem Netzwerk
- Erweiterung bestehender Netzwerke

Das PC-basierte Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware unterstützt Profibus DP-V1 über einen Anschluss der Master-Klasse 2. Hierdurch ist ein Online-Lesen/Schreiben der Parameter in einem Frequenzumrichter über das Profibus-Netzwerk möglich. Auf diese Weise ist kein zusätzliches Kommunikationsnetzwerk erforderlich. Ziehen Sie das Profibus-Produkt Handbuch für weitere Informationen zu den von den Profibus DP V1-Funktionen unterstützten Merkmalen zurate.

### Speichern der Frequenzumrichtereinstellungen:

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an
2. Öffnen Sie das PC-basierte Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware
3. Wählen Sie „Vom Frequenzumrichter lesen“
4. Wählen Sie „Speichern unter“

Alle Parameter sind nun auf Ihrem PC gespeichert.

### Laden von Frequenzumrichtereinstellungen:

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an
2. Öffnen Sie das PC-basierte Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware
3. Wählen Sie „Öffnen“. Alle gespeicherten Dateien werden angezeigt
4. Öffnen Sie die gewünschte Datei
5. Wählen Sie „Zum Frequenzumrichter schreiben“

Alle Parameter werden nun auf den Frequenzumrichter übertragen.

Für das PC-basierte Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware steht ein separates Handbuch zur Verfügung.

## Die MCT 10 Konfigurationssoftware-Module des PC-basierten Konfigurations-Tool

Folgende Module sind im Softwarepaket enthalten:


	<b>MCT 10 Konfigurationssoftware</b>
	Parameter einstellen Kopieren zu/von Frequenzumrichtern Dokumentation und Ausdruck von Parametereinstellungen einschl. Diagramme
	<b>Erw. Benutzerschnittstelle</b>
	Vorbeugende Wartungsplanung Uhreinstellung Programmierung der Zeitablaufsteuerung Konfiguration des Smart Logic Controllers

Tabelle 5.82 MCT 10-Module

### Bestellnummer:

Bestellen Sie Ihre CD mit dem PC-basierten Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware mit der Bestellnummer 130B1000.

### 5.5.3 MCT 31

Das MCT 31 PC-Tool zur Oberschwingungsberechnung ermöglicht leichtes Einschätzen der Oberschwingungsverzerrung in einer bestimmten Anwendung.

### Bestellnummer:

Bestellen Sie Ihre CD mit dem MCT 31 PC-Tool mit der Bestellnummer 130B1031.

MCT 31 kann auch von der Danfoss-Website heruntergeladen werden: [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/).

## 5.6 Sicherheit

### 5.6.1 Hochspannungsprüfung

Eine Hochspannungsprüfung darf nur nach Kurzschließen der Anschlüsse U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub> für maximal 1 Sekunde langes Anlegen von max. 2,15 kV DC bei 380–500-V-Frequenzumrichtern bzw. von max. 2,525 kV DC bei 525–690-V-Frequenzumrichtern zwischen dieser Verbindung und der Masse erfolgen.

## **⚠️ WARNUNG**

Wird eine Hochspannungsprüfung der gesamten Anlage durchgeführt, so sind bei zu hohen Ableitströmen Netz- und Motoranschluss vom Frequenzumrichter abzuklemmen!

### 5.6.2 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 z. B. der Kabelquerschnitt mindestens 10 mm<sup>2</sup> betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

## 5.7 EMV-gerechte Installation

### 5.7.1 Elektrische Installation – EMV-Schutzmaßnahmen

Bitte halten Sie sich an die EMV-gerechten 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, darf von diesen Richtlinien abgewichen werden. Siehe auch Abschnitte *Kapitel 2.2 CE-Kennzeichnung*, *Kapitel 2.9 Allgemeine EMV-Aspekte* und *Kapitel 2.9.3 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)*

#### EMV-gerechte elektrische Installation:

- Benutzen Sie nur abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerkabel. Die Schirmabdeckung muss mindestens 80 % betragen. Das Abschirmungsmaterial muss aus Metall - in der Regel Kupfer, Aluminium, Stahl oder Blei - bestehen. Für das Netzkabel gelten keine speziellen Anforderungen
- Bei Installationen mit starren Metallrohren sind keine abgeschirmten Kabel erforderlich; das Motorkabel muss jedoch in einem anderen Installationsrohr als die Steuer- und Netzkabel installiert werden. Es ist ein durchgehendes Metallrohr vom Frequenzumrichter bis zum Motor erforderlich. Die EMV-Leistung von flexiblen Installationsrohren variiert. Weitere Informationen erhalten Sie vom Hersteller
- Erden Sie Abschirmung/Installationsrohr bei Motorkabel und Steuerleitungen 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 5.7.1 Elektrische Installation – EMV-Schutzmaßnahmen*



- Vermeiden Sie verdrehte Abschirmlitzen (sog. Pigtails). Sie erhöhen die Impedanz der Abschirmung und beeinträchtigen so den Abschirmeffekt bei hohen Frequenzen. Verwenden Sie stattdessen niederohmige Kabelschellen oder EMV-Kabelanschlüsse
- Verwenden Sie nach Möglichkeit in Schaltschränken ebenfalls nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel

Führen Sie die Abschirmung möglichst dicht an den elektrischen Anschluss.

Abbildung 5.103 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.

Wenn die Installation nicht gemäß den Vorgaben erfolgt oder wenn nicht abgeschirmte Kabel verwendet werden, können bestimmte Anforderungen hinsichtlich der Störausendung voraussichtlich nicht erfüllt werden, auch wenn die Anforderungen an die Störfestigkeit erfüllt bleiben.

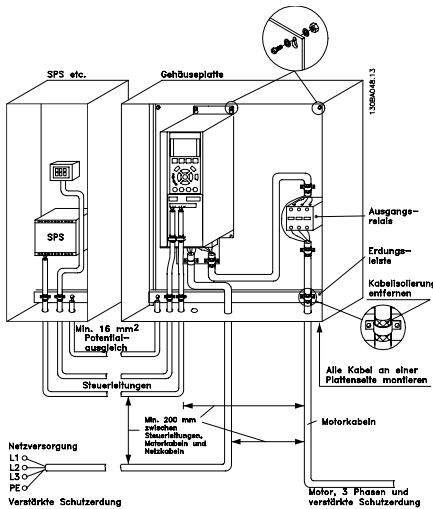


Abbildung 5.103 EMV-gerechte elektrische Installation eines Frequenzumrichters im Schaltschrank

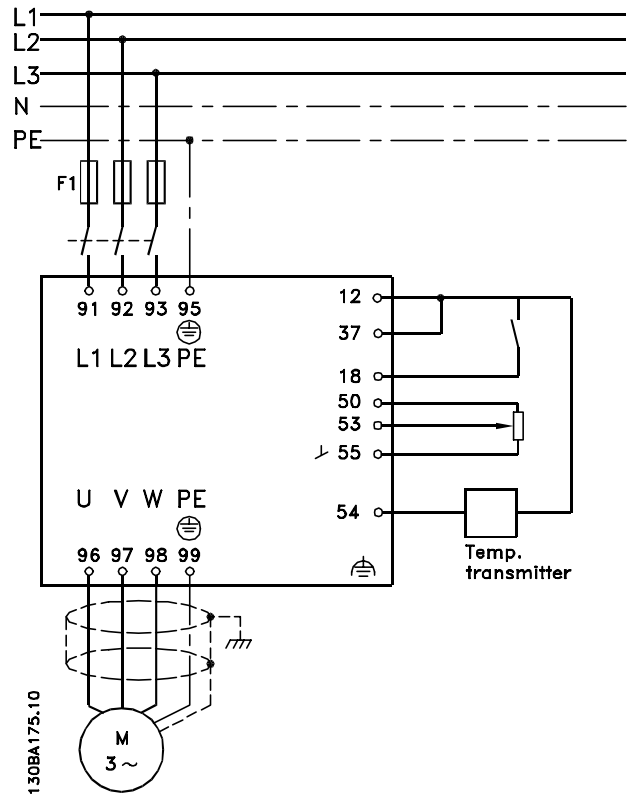


Abbildung 5.104 Elektrisches Anschlussdiagramm, 6-Puls-Schaltung

### 5.7.2 EMV-gerechte Verkabelung

Danfoss empfiehlt die Verwendung abgeschirmter Kabel, um die Störfestigkeit der Steuerkabel zu optimieren und die EMV-Störausendung der Motorkabel zu verhindern.

Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störstrahlung zu reduzieren, hängt von der Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) ab. Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störungen zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerem  $Z_T$  wirksamer sind als Abschirmungen mit höherer Übertragungsimpedanz  $Z_T$ .

Die Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) wird von den Kabelherstellern selten angegeben. Durch Sichtprüfung und Beurteilung der mechanischen Eigenschaften des Kabels lässt sich die Übertragungsimpedanz jedoch einigermaßen abschätzen.

Sie können die Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) anhand folgender Faktoren beurteilen:

- Leitfähigkeit des Abschirmmaterials
- Kontaktwiderstand zwischen den Leitern des Abschirmmaterials
- Schirmabdeckung, d. h. die physische Fläche des Kabels, die durch den Schirm abgedeckt ist; wird häufig in Prozent angegeben.
- Geflochtenes oder verdichtetes Schirmgeflecht.

5

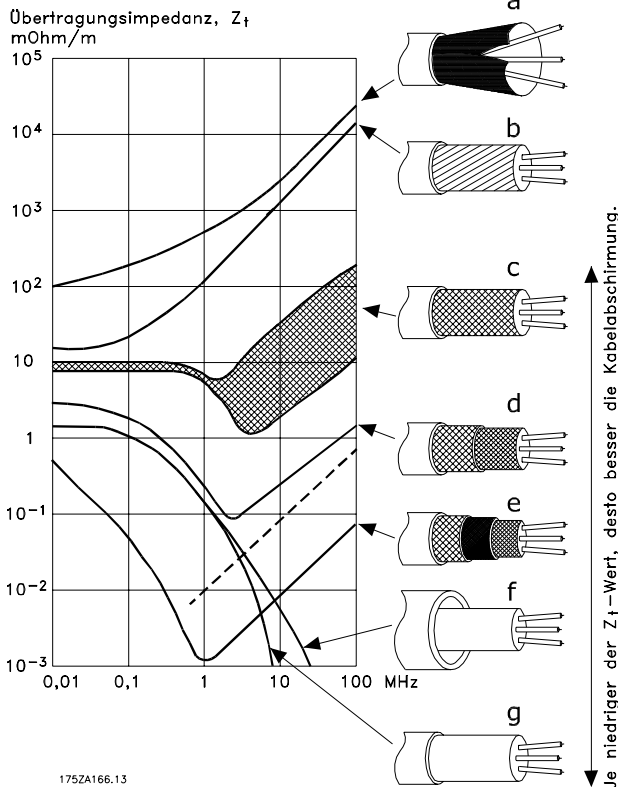


Abbildung 5.105 Kabeltypen

a	Aluminium-Ummantelung mit Kupferdraht
b	Gewundener Kupferdraht oder bewehrtes Stahldrahtkabel
c	Einlagiges Kupferdrahtgeflecht mit prozentual schwankender Schirmabdeckung Danfoss-Mindestanforderung.
d	Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht
e	Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht mit magnetischer, abgeschirmter Zwischenlage
f	In Kupfer- oder Stahlrohr geführtes Kabel
g	Bleikabel mit 1,1 mm Wandstärke

Tabelle 5.83 Legende zu *Abbildung 5.105*

### 5.7.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel

Steuerkabel müssen abgeschirmt und die Abschirmung beidseitig über Kabelschellen mit dem Metallgehäuse des Gerätes verbunden sein. *Abbildung 5.106* zeigt Beispiele für eine richtige Erdung.

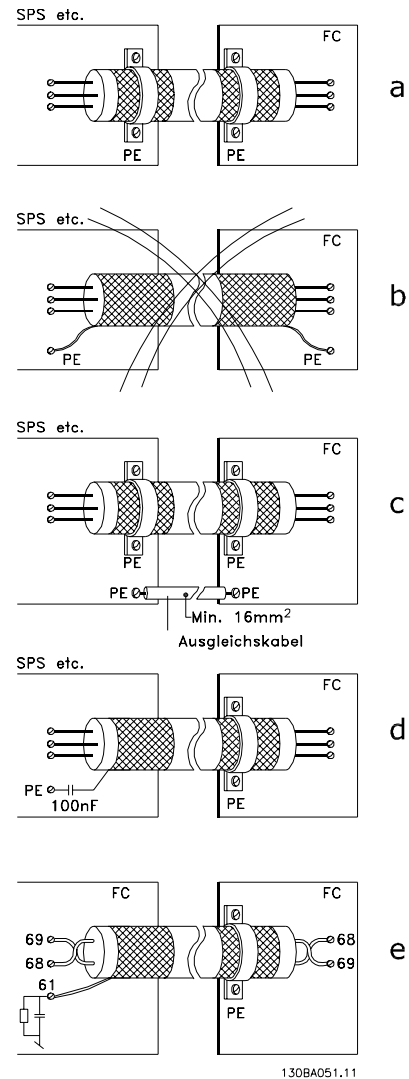


Abbildung 5.106 Beispiele für die Erdung

a	Richtige Erdung
b	Falsche Erdung
c	Potentialausgleich zwischen SPS und Frequenzumrichter
d	50/60-Hz-Brummschleifen
e	Kabel für serielle Kommunikation

Tabelle 5.84 Legende zu *Abbildung 5.106*

- a. **Richtige Erdung**  
Steuerkabel und Kabel für die serielle Kommunikation müssen beidseitig mit Kabelschellen montiert werden, um bestmöglichen elektrischen Kontakt zu gewährleisten.
- b. **Falsche Erdung**  
Vermeiden Sie verdrehte Abschirmlitzen. Diese erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei hohen Frequenzen.
- c. **Potentialausgleich zwischen SPS und Frequenzumrichter**  
Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS ein unterschiedliches Erdpotential, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Bringen Sie ein Potentialausgleichskabel parallel zum Steuerkabel an. Mindestkabelquerschnitt: 16 mm<sup>2</sup>.
- d. **Bei 50/60-Hz-Brummschleifen**  
Bei Verwendung sehr langer Steuerkabel können 50/60-Hz-Brummschleifen auftreten. Schließen Sie ein Schirmende an Erde über einen 100-nF-Kondensator an (mit möglichst kurzen Leitungen).
- e. **Kabel für serielle Kommunikation**  
Sie können niederfrequente Störströme zwischen zwei Frequenzumrichtern eliminieren, indem Sie ein Ende der Abschirmung mit Klemme 61 verbinden. Diese Klemme ist über die interne RC-Verbindung an die Erdung angeschlossen. Verwenden Sie verdrehte Leiter (Twisted Pair), um die zwischen den Leitern eingestrahlteten Störungen zu reduzieren.

## 5.8 Fehlerstromschutzschalter

Je nach Anforderung der örtlichen Sicherheitsbestimmungen kann als zusätzliche Schutzmaßnahme eine Mehrfach-Schutzerdung, Nullung oder der Einsatz eines FI-Schutzschalters (Fehlerstromschutzschalter) vorgeschrieben sein.

Bei einem Erdschluss kann im Fehlerstrom ein Gleichstromanteil enthalten sein.

Beachten Sie bei der Verwendung von RCD-Relais alle örtlich geltenden Bestimmungen. Der verwendete Schutzschalter muss für die Absicherung von Geräten mit dreiphasiger Gleichrichterbrücke (Typ B) und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Siehe *Kapitel 2.11 Erdableitstrom* für weitere Informationen.

## 6 Anwendungsbeispiele

### 6.1.1 Start/Stop

Klemme 18 = Start/Stop 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [8] Start

Klemme 27 = Ohne Funktion 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [0] Ohne Funktion (Standardeinstellung Motorfreilauf invers)

- 5-10 Klemme 18 Digitaleingang = Start (Werkseinstellung)
- 5-12 Klemme 27 Digitaleingang = Motorfreilauf (inv.) (Werkseinstellung)

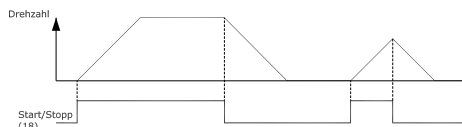
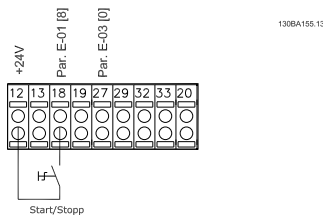


Abbildung 6.1 Klemme 37: Verfügbar nur mit Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“

### 6.1.2 Puls-Start/Stop

Klemme 18 = Start/Stop 5-10 Klemme 18 Digitaleingang[9] Puls-Start

Klemme 27= Stopp 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [6] Stopp invers

- 5-10 Klemme 18 Digitaleingang = Puls-Start
- 5-12 Klemme 27 Digitaleingang = Stopp (inv.)

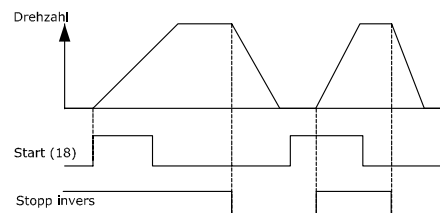
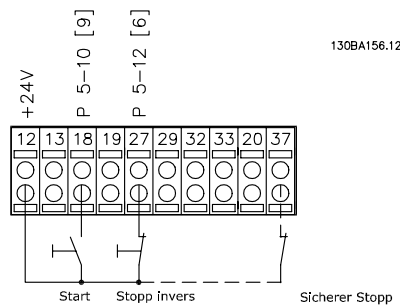


Abbildung 6.2 Klemme 37: Verfügbar nur mit Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment“

### 6.1.3 Potentiometer-Sollwert

Spannungssollwert über ein Potentiometer

- 3-15 Variabler Sollwert 1 [1] = Analogeingang 53
- 6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung = 0 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 = 1.500 U/min
- Schalter S201 = AUS (U)

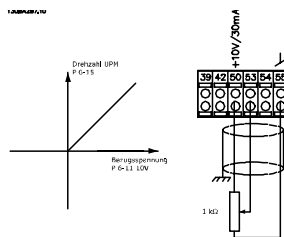


Abbildung 6.3 Potentiometer-Spannungssollwert

### 6.1.4 Automatische Motoranpassung (AMA)

Die AMA ist ein Testalgorithmus, der die elektrischen Motorparameter bei einem Motor im Stillstand misst. Die AMA erzeugt während der Messung kein Drehmoment. AMA lässt sich vorteilhaft bei der Inbetriebnahme von Anlagen und bei der Optimierung der Anpassung an den verwendeten Motor einsetzen. Dies kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn die Werkseinstellung zur optimalen Motorregelung nicht anwendbar ist. 1-29 Autom. Motoranpassung bietet die Wahl zwischen einer kompletten AMA mit Ermittlung aller elektrischen Motorparameter und einer reduzierten AMA, bei der lediglich der Statorwiderstand  $R_s$  ermittelt wird. Eine komplette AMA kann von ein paar Minuten bei kleinen Motoren bis ca. 15 Minuten bei großen Motoren dauern.

#### Einschränkungen und Voraussetzungen:

- Damit die AMA die Motorparameter optimal bestimmen kann, müssen die korrekten Typenschilddaten in 1-20 Motornennleistung [kW] bis 1-28 Motordrehrichtungsprüfung eingegeben werden.
- Zur besten Anpassung des Frequenzumrichters wird die AMA an einem kalten Motor durchgeführt. Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Statorwiderstands  $R_s$  bewirkt. In der Regel ist dies kein kritischer Zustand.

- Die AMA ist nur durchführbar, wenn der Motornennstrom mindestens 35 % des Ausgangsstroms des Frequenzumrichters beträgt. Die AMA ist bis zu einer Motorstufe (Leistungsstufe) größer möglich.
- Bei installiertem Sinusfilter ist es möglich, einen reduzierten AMA-Test durchzuführen. Von einer kompletten AMA mit Sinusfilter ist abzuraten. Soll eine Komplettanpassung vorgenommen werden, so kann das Sinusfilter überbrückt werden, während eine komplette AMA durchgeführt wird. Nach Abschluss der AMA wird das Sinusfilter wieder dazugeschaltet.
- Bei parallel geschalteten Motoren ist ausschließlich eine reduzierte AMA durchzuführen.
- Eine komplette AMA ist bei Synchronmotoren nicht ratsam. Werden Synchronmotoren eingesetzt, führen Sie eine reduzierte AMA aus und stellen Sie die erweiterten Motordaten manuell ein. Die AMA-Funktion kann nicht für Permanentmagnet-Motoren (PM) benutzt werden.
- Während einer AMA erzeugt der Frequenzumrichter kein Motordrehmoment. Während einer AMA darf jedoch auch die Anwendung kein Anlaufen der Motorwelle hervorrufen, was z. B. bei Ventilatoren in Lüftungssystemen vorkommen kann. Dies stört die AMA-Funktion.
- Die AMA lässt sich nicht aktivieren, wenn ein Permanentmagnet-Motor betrieben wird (wenn 1-10 Motorart auf [1] PM (Oberfl. mon.) gesetzt ist.

### 6.1.5 Smart Logic Control

In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Sequenz generiert, kann der Smart Logic Controller (SLC) von der Hauptsteuerung elementare Aufgaben übernehmen.

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

## 6.1.6 Programmierung der Smart Logic Control

Der SLC ist im Wesentlichen eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe 13-52 *SL-Controller Aktion*), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige Ereignis (siehe 13-51 *SL-Controller Ereignis*) durch den SLC als WAHR bewertet wird. Ereignisse und Aktionen sind jeweils nummeriert und paarweise verknüpft (Zustände). Wenn also *Ereignis [1]* erfüllt ist (d. h. WAHR ist), wird die *Aktion [1]* ausgeführt. Danach werden die Bedingungen von *Ereignis [2]* ausgewertet, und wenn WAHR, wird *Aktion [2]* ausgeführt usw. Ereignisse und Aktionen werden in sogenannten Array-Parametern eingestellt.

6

Das jeweils aktuelle Ereignis wird ausgewertet. Ist das Ereignis FALSCH, wird während des aktuellen Abtastintervalls keine Aktion im SLC ausgeführt. Es werden auch keine sonstigen Ereignisse ausgewertet. Wenn der SLC startet, wird bei jedem Abtastintervall *Ereignis [1]* (und zwar nur *Ereignis [1]*) ausgewertet. Nur wenn *Ereignis [1]* als WAHR bewertet wird, führt der SLC *Aktion [1]* aus und beginnt, *Ereignis[2]* auszuwerten.

Es ist möglich, bis zu 20 *Ereignisse* und *Aktionen* (0–20) zu programmieren. Wenn das letzte Ereignis/die letzte Aktion ausgeführt worden ist, beginnt die Sequenz neu bei *Ereignis [1]/Aktion [1]*. *Abbildung 6.4* zeigt ein Beispiel mit 3 Ereignissen/Aktionen:

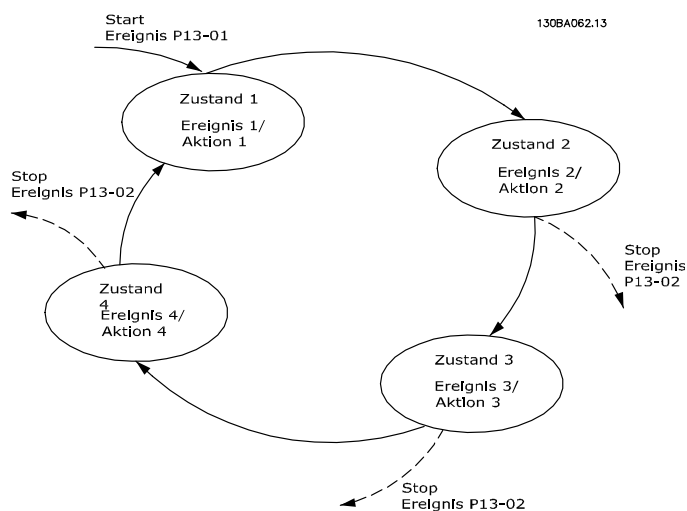
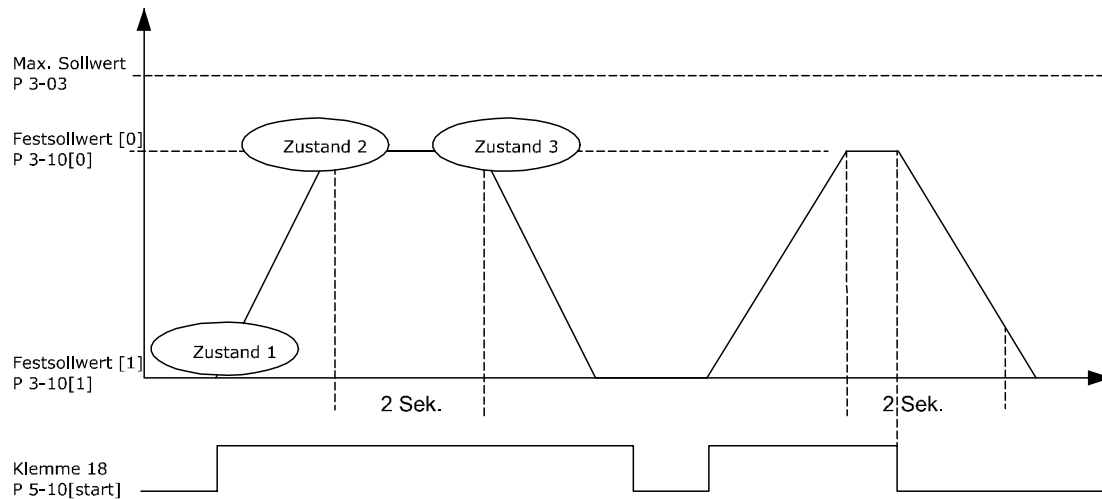


Abbildung 6.4 Beispiel für Ereignisse und Aktionen

### 6.1.7 SLC-Anwendungsbeispiel

#### Einfache Sequenz 1

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



130BA157.11

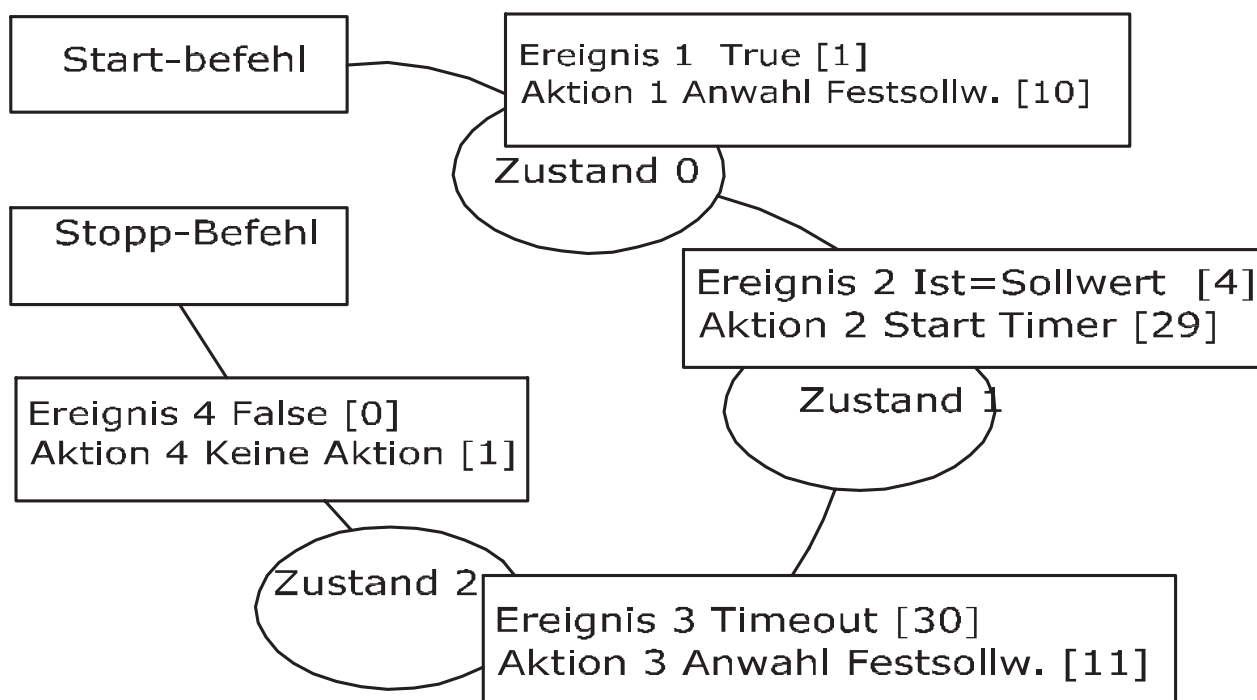
Abbildung 6.5 SLC-Beispiel

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

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

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

1. Festsollwert 0 auf gewünschte Sollwertdrehzahl (3-10 Festsollwert [0]) in Prozent von max. Sollwertdrehzahl (3-03 Maximaler Sollwert) einstellen. Beispiel: 60%
2. Festsollwert 1 auf zweite Festdrehzahl einstellen (3-10 Festsollwert [1]) Beispiel: 0 % (Null).
3. Timer 0 für konstante Drehzahl in 13-20 SL-Timer [0] einstellen. Beispiel: 2 Sek.
4. Ereignis 1 in 13-51 SL-Controller Ereignis [1] auf WAHR [1] einstellen.
5. Ereignis 2 in 13-51 SL-Controller Ereignis [2] auf Ist=Sollwert [4] einstellen.
6. Ereignis 3 in 13-51 SL-Controller Ereignis[3] auf Timeout 0 [30] einstellen.
7. Ereignis 4 in 13-51 SL-Controller Ereignis [4] auf FALSCH [0] einstellen.
8. Aktion 1 in 13-52 SL-Controller Aktion [1] auf Anwahl Festsollw. 0 [10] einstellen.
9. Aktion 2 in 13-52 SL-Controller Aktion [2] auf Start Timer 0 [29] einstellen.
10. Aktion 3 in 13-52 SL-Controller Aktion [3] auf Anwahl Festsollw. 1 [11] einstellen.
11. Aktion 4 in 13-52 SL-Controller Aktion [4] auf Keine Aktion [1] einstellen.



6

130BA148.11

Abbildung 6.6 Einstellen der Aktionen

Smart Logic Control in 13-00 Smart Logic Controller auf EIN einstellen.

Ein Start-/Stopp-Befehl liegt an Klemme 18 an. Bei anliegendem Stoppsignal wird die Rampe im Frequenzumrichter verringert und der Leerlauf aktiviert.



### 6.1.8 Einfacher Kaskadenregler

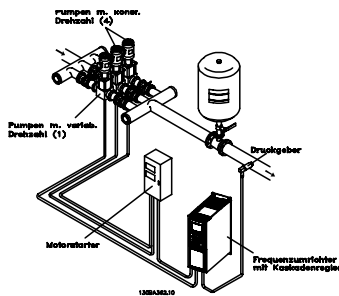


Abbildung 6.7 Einfacher Kaskadenregler

Der einfache Kaskadenregler wird für Pumpenanwendungen eingesetzt, in denen ein bestimmter Druck (Förderhöhe) oder eine bestimmte Druckstufe über einen weiten dynamischen Bereich beibehalten werden muss. Der Betrieb einer großen Pumpe mit variabler Drehzahl über einen weiten Bereich ist aufgrund eines geringen Pumpenwirkungsgrads bei geringerer Drehzahl und aufgrund der praktischen Grenze von ca. 25 % der Nenn-Volllastdrehzahl zum Betrieb einer Pumpe keine ideale Lösung.

Beim einfachen Kaskadenregler regelt der Frequenzumrichter einen Motor mit variabler Drehzahl als die Pumpe mit variabler Drehzahl und kann bis zu 2 zusätzliche Pumpen mit konstanter Drehzahl ein- und ausschalten. Durch Änderung der Drehzahl der Initialpumpe wird die variable Drehzahlregelung der gesamten Anlage gewährleistet. Hierdurch wird ein konstanter Druck aufrecht erhalten und Druckstöße verhindert, wodurch das System entlastet und ein ruhigerer Betrieb gewährleistet werden.

#### Feste Führungspumpe

Die Motorgrößen müssen übereinstimmen. Mit dem einfachen Kaskadenregler kann der Frequenzumrichter bis zu 3 Pumpen gleicher Größe über die integrierten Relais steuern. Ist die variable Pumpe (Führungspumpe) direkt an den Frequenzumrichter angeschlossen, werden die beiden anderen Pumpen von den beiden integrierten Relais gesteuert. Ist Führungspumpen-Wechsel aktiviert, sind die Pumpen mit den integrierten Relais verbunden und der Frequenzumrichter kann 2 Pumpen betätigen.

#### Führungspumpen-Wechsel

Wenn die Motoren von gleicher Größe sind, ermöglicht die Änderung der Führungspumpe, dass der Frequenzumrichter zwischen den Pumpen in der Anlage ein- und ausgeschaltet wird (maximal 2 Pumpen). Bei diesem Betrieb wird die Laufzeit gleichmäßig unter Pumpen aufgeteilt, um damit die erforderliche Pumpenwartung zu reduzieren und die Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Systems zu erhöhen. Der Wechsel der Führungspumpe kann bei einem Befehlssignal oder bei Zuschaltung (einer weiteren Pumpe) stattfinden.

Der Befehl kann ein manueller Wechsel oder ein Wechselereignissignal sein. Bei Wahl des Wechselereignisses findet der Führungspumpen-Wechsel bei jedem Ereignis statt. Wählbare Optionen sind bei Ablauf eines Wechselzeitgebers, zu einer festgelegten Tageszeit oder wenn die Führungspumpe in den Energiesparmodus geht. Das Zuschalten wird von der tatsächlichen Systemlast bestimmt.

Ein gesonderter Parameter begrenzt den Wechsel auf den Punkt, an dem die benötigte Gesamtkapazität > 50 % ist. Die Gesamtpumpenkapazität wird als Führungspumpe plus Kapazitäten der Pumpen mit konstanter Drehzahl bestimmt.

#### Bandbreitenverwaltung

In Kaskadenregelsystemen wird der gewünschte Systemdruck mit konstanter Drehzahl in der Regel eher innerhalb einer gewissen Bandbreite als auf einem festen Niveau gehalten. Die Schaltbandbreite liefert die erforderliche Bandbreite für den Betrieb. Wenn eine große oder schnelle Änderung im Systemdruck auftritt, umgeht die Übersteuerungsbandbreite die Schaltbandbreite, um ein sofortiges Ansprechen während einer kurzfristigen Druckänderung zu verhindern. Durch Programmierung des Übersteuerungsbandbreiten-Zeitgebers kann eine Zu- bzw. Abschaltung verhindert werden, bis sich das System stabilisiert hat und die normale Regelung wieder einsetzt.

Bei Aktivierung des Kaskadenreglers wird die Systemdruckhöhe durch Zu- und Abschalten von Pumpen mit konstanter Drehzahl aufrecht erhalten, wenn der Frequenzumrichter mit einem Alarm abschaltet. Um häufiges Zu- und Abschalten zu verhindern und Druckschwankungen zu minimieren, wird eine breitere Konstantdrehzahlbandbreite statt der Schaltbandbreite verwendet.

### 6.1.9 Pumpenzuschaltung mit Führungspumpen-Wechsel

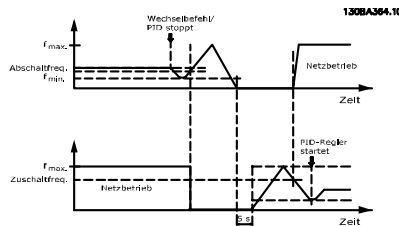


Abbildung 6.8 Pumpenzuschaltung mit Führungspumpen-Wechsel

6

Bei aktiviertem Führungspumpen-Wechsel werden maximal 2 Pumpen geregelt. Bei Wechselbefehl fährt die Führungspumpe zur Mindestfrequenz ( $f_{\min}$ ) herunter und fährt nach einer Verzögerung zur maximalen Frequenz ( $f_{\max}$ ) hoch. Wenn die Drehzahl der Führungspumpe die Abschaltfrequenz erreicht, schaltet die Pumpe mit konstanter Drehzahl ab. Die Führungspumpe fährt weiter über Rampe hoch und fährt anschließend über Rampe bis zum Stopp hinunter, woraufhin die 2 Relais trennen.

Nach einer Zeitverzögerung schaltet sich das Relais für die Pumpe mit konstanter Drehzahl ein und diese Pumpe wird zur neuen Führungspumpe. Die neue Führungspumpe fährt auf die maximale Drehzahl hoch und danach über Rampe ab zur minimalen Drehzahl hinunter. Bei Erreichen der Zuschaltfrequenz wird dann die alte Führungspumpe am Netz als die neue Pumpe mit konstanter Drehzahl zugeschaltet.

Ist die Führungspumpe über einen programmierten Zeitraum mit minimaler Frequenz ( $f_{\min}$ ) in Betrieb, trägt die Führungspumpe nur wenig zum System bei, wenn eine Pumpe mit konstanter Drehzahl läuft. Bei Ablauf des programmierten Zeitgeberwerts wird die Führungspumpe abgeschaltet. Damit wird ein Wasserumlaufproblem vermieden.

### 6.1.10 Systemstatus und Betrieb

Wenn die Führungspumpe in den Energiesparmodus schaltet, wird die Funktion am LCP-Bedienteil angezeigt. Es ist möglich, die Führungspumpe bei Vorliegen einer Energiesparmodus-Bedingung zu wechseln.

Bei aktiviertem Kaskadenregler wird der Betriebszustand für jede Pumpe und den Kaskadenregler am LCP-Bedienteil angezeigt. Angezeigte Informationen sind:

- Pumpenstatus, die Anzeige des Status für die jeder Pumpe zugeordneten Relais. Im Display werden folgende Pumpen angezeigt:
  - Deaktiviert
  - Off
  - Betrieb im Netz/Motorstarter
- Kaskadenstatus, die Anzeige des Status für den Kaskadenregler. Das Display zeigt die folgenden Bedingungen an:
  - Kaskadenregler ist deaktiviert
  - Alle Pumpen sind ausgeschaltet
  - Ein Notfall hat zum Stoppen aller Pumpen geführt
  - Alle Pumpen laufen
  - Pumpen mit konstanter Drehzahl werden zugeschaltet/abgeschaltet
  - Führungspumpen-Wechsel tritt auf.
- Abschaltung bei fehlendem Durchfluss stellt sicher, dass alle Pumpen mit konstanter Drehzahl einzeln gestoppt werden, bis der No-Flow-Zustand nicht mehr zutrifft.

6.1.11 Schaltbild für Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl

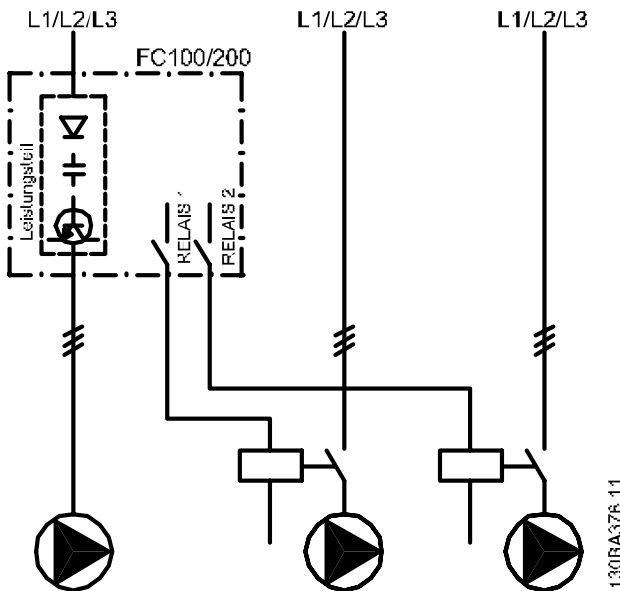


Abbildung 6.9 Schaltbild für Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl

6.1.12 Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel

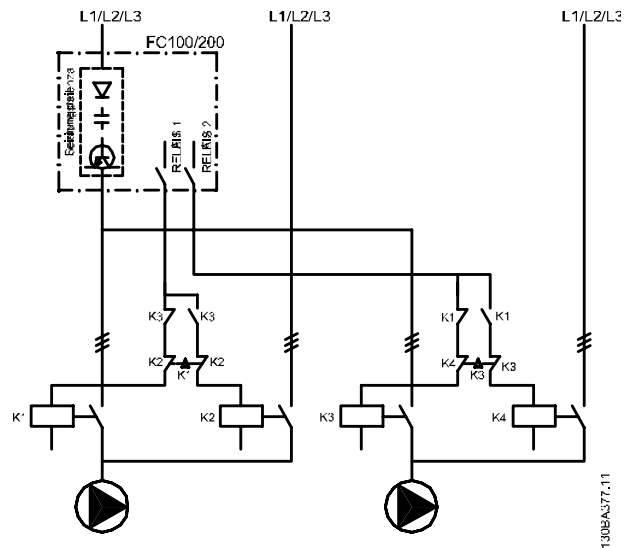


Abbildung 6.10 Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel

Jede Pumpe muss an 2 Schütze (K1/K2 und K3/K4) mit einer mechanischen Verriegelung angeschlossen sein. Thermische Relais oder andere Motor-Überlastschutzeinrichtungen müssen je nach örtlichen Vorschriften und/oder individuellen Anforderungen vorgesehen werden.

- RELAIS 1 (R1) und RELAIS 2 (R2) sind die integrierten Relais des Frequenzumrichters.
- Wenn alle Relais stromlos sind, schaltet das erste integrierte Relais, das erregt wird, das Schütz ein, das der vom Relais gesteuerten Pumpe entspricht.
- K1 sperrt K2 über die mechanische Verriegelung und verhindert die Anschaltung der Netzversorgung an den Ausgang des Frequenzumrichters (über K1).
- Ein Hilfsschaltglied an K1 verhindert Einschalten von K3.
- RELAIS 2 steuert Schütz K4 zur Ein-/Ausschaltung der Pumpe mit konstanter Drehzahl.
- Beim Wechsel werden beide Relais stromlos und jetzt wird Relais 2 als erstes Relais erregt.

### 6.1.13 Schaltbild für Kaskadenregler

Das Schaltbild zeigt ein Beispiel für einen einfachen Kaskadenregler mit einer Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungspumpe) und zwei Pumpen mit konstanter Drehzahl, einem 4–20-mA-Messumformer sowie Sicherheitsverriegelung des Systems.

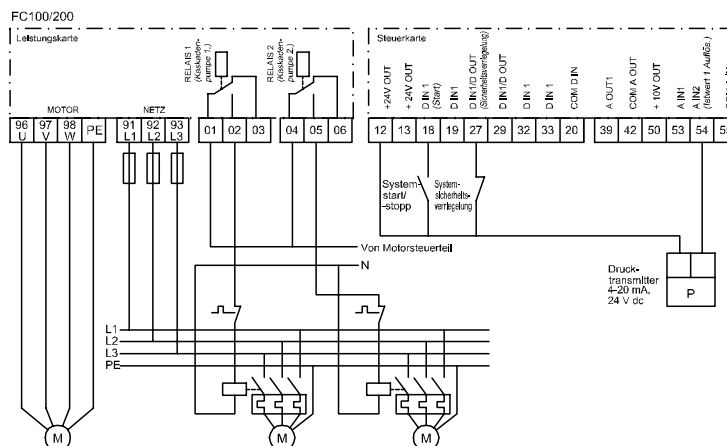


Abbildung 6.11 Schaltbild für Kaskadenregler

### 6.1.14 Start/Stop-Bedingungen

Weitere Informationen finden Sie in Parametergruppe 5-1\* *Digitaleingänge* 5-1\*.

Befehl	Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungspumpe)	Pumpen mit konstanter Drehzahl (Nachlauf)
Start (SYSTEMSTART/-STOPP)	Rampe auf (bei Stopp und Bedarf)	Zuschalten (bei Stopp und Bedarf)
Führungspumpenstart	Rampe auf, wenn SYSTEMSTART aktiv	Nicht betroffen
Freilauf (NOT-AUS)	Freilaufstopp	Abschaltung (entsprechende Relais, Klemme 27/29 und 42/45)
Externe Verriegelung	Freilaufstopp	Abschaltung (integrierte Relais werden stromlos)

Tabelle 6.1 Digitaleingängen zugeordnete Befehle

	Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungspumpe)	Pumpen mit konstanter Drehzahl (Nachlauf)
Hand on	Rampe auf (bei Stopp über normalen Stoppbefehl) oder bleibt in Betrieb, wenn bereits in Betrieb	Abschalten (bei Betrieb)
Off	Rampe ab	Abschalten
Auto on	Starts und Stopps gemäß den Befehlen per Klemmen oder Kaskadenregler mit serieller Schnittstelle sind nur möglich, wenn der Frequenzumrichter in der Betriebsart „Auto EIN“ ist.	Zuschalten/Abschalten

Tabelle 6.2 Funktionen der Tasten am LCP-Bedienteil

# 7 Installation und Konfiguration

## 7.1 Installation und Konfiguration

RS-485 ist eine zweiadrige Busschnittstelle, die mit einer Multidrop-Netzwerktopologie kompatibel ist, d. h. Teilnehmer können als Bus oder über Abzweigkabel über eine gemeinsame Leitung verbunden werden. Es können insgesamt 32 Teilnehmer (Knoten) an ein Netzwerksegment angeschlossen werden.

Netzwerksegmente sind durch Busverstärker (Repeater) unterteilt. Beachten Sie, dass jeder Repeater als Teilnehmer in dem Segment fungiert, in dem 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 Widerstandsnetzwerk. Verwenden Sie stets ein STP-Kabel (Screened Twisted Pair) für die Busverkabelung, und beachten Sie stets die bewährten Installationsverfahren.

Eine Erdung der Abschirmung mit geringer Impedanz an allen Teilnehmern ist wichtig. Schließen Sie die Abschirmung großflächig mit einer Kabelschelle oder einer leitfähigen Kabelverschraubung an Masse an. Möglicherweise müssen Sie Potenzialausgleichskabel verwenden, um im Netzwerk das gleiche Erdungspotenzial zu erhalten – vor allem bei Installationen mit langen Kabeln.

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: Screened Twisted Pair (STP)
Impedanz: 120 Ω
Kabellänge: Max. 1200 m (einschließlich Abzweigleitungen)
Max. 500 m von Station zu Station

Tabelle 7.1 Spezifikationen des Motorkabels

### 7.1.1 Netzwerkverbindung

Ein oder mehrere Frequenzumrichter können mittels der RS485-Standardschnittstelle 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 Kapitel 5.6.2 *Schutzerdung* Kapitel 5.7.3 *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*

Sollen mehrere Frequenzumrichter angeschlossen werden, verdrhten Sie die Schnittstellen parallel.

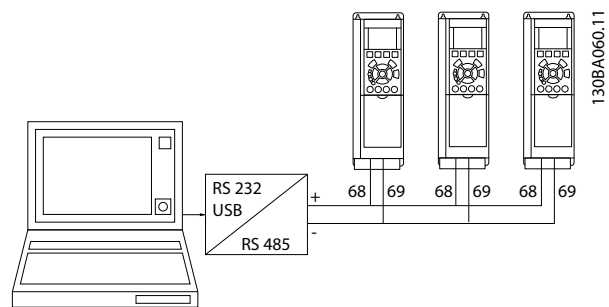


Abbildung 7.1 Parallele Verdrahtung

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).

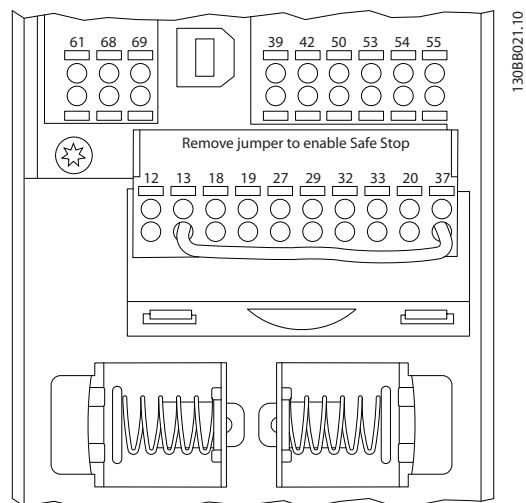


Abbildung 7.2 Steuerkartenklemmen

### 7.1.2 Hardware-Konfiguration

Verwenden Sie zur Terminierung des RS485-Busses den DIP-Schalter für den Abschlusswiderstand an der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters.

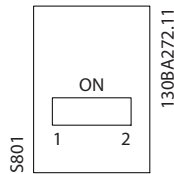


Abbildung 7.3 Werkseinstellung des Schalters für den Abschlusswiderstand

Die Werkseinstellung für den DIP-Schalter lautet AUS.

7

### 7.1.3 Parametereinstellungen für Modbus-Kommunikation

Die folgenden Parameter gelten für die RS-485-Schnittstelle (FC-Port):

Parameter	Funktion
8-30 FC-Protokoll	Dieser Parameter definiert das Anwendungsprotokoll für die RS485-Schnittstelle.
8-31 Adresse	Dieser Parameter definiert die Teilnehmeradresse an der Schnittstelle. Hinweis: Der Adressbereich hängt von der Protokollauswahl in 8-30 FC-Protokoll ab.
8-32 Baudrate	Dieser Parameter definiert die Baudrate des Frequenzumrichters an der Schnittstelle. Hinweis: Die Standardbaudrate hängt von der Protokollauswahl in 8-30 FC-Protokoll ab.
8-33 Parität/ Stoppbits	Dieser Parameter definiert die Parität der Schnittstelle und die Anzahl von Stoppbits. Hinweis: Die Standardauswahl hängt von der Protokollauswahl in 8-30 FC-Protokoll ab.
8-35 FC-Antwortzeit Min.-Delay	Definiert die minimale Zeit, welche der Frequenzumrichter nach dem Empfangen eines FC-Telegramms wartet, bevor sein Antworttelegramm gesendet wird. Diese Funktion dient dem Umgehen von Modem-Umsteuerzeiten.
8-36 FC-Antwortzeit Max.-Delay	Definiert eine maximale Zeitverzögerung zwischen dem Übertragen einer Abfrage und dem Empfang der Antwort.
8-37 FC Interchar. Max.-Delay	Definiert eine maximale Zeitverzögerung zwischen zwei empfangenen Bytes, um bei Unterbrechung der Übertragung einen Timeout sicherzustellen.

Tabelle 7.2 RS-485-Parameter

### 7.1.4 EMV-Schutzmaßnahmen

Die folgenden EMV-Schutzmaßnahmen werden empfohlen, um den störungsfreien Betrieb des RS485-Netzwerks zu erreichen.

Beachten Sie die einschlägigen nationalen und lokalen Vorschriften und Gesetze im Hinblick auf die Schutzerdung. Das RS485-Kommunikationskabel muss von Motor- und Bremswiderstandskabeln ferngehalten werden, um das Einkoppeln von Hochfrequenzstörungen von einem Kabel zum anderen zu vermeiden. Normalerweise genügt ein Abstand von 200 mm, aber halten Sie den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln ein, insbesondere wenn diese über weite Strecken parallel laufen. Lässt sich das Kreuzen der Kabel nicht vermeiden, muss das RS485-Kabel in einem Winkel von 90° über Motor- und Bremswiderstandskabel geführt werden.

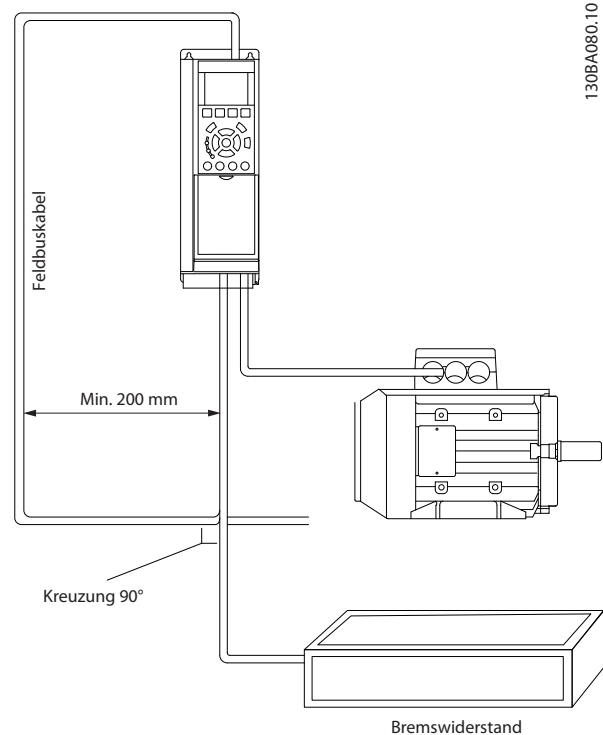


Abbildung 7.4 Kreuzen von Kabeln

## 7.2 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-Slave-Prinzip für die Kommunikation über eine serielle Schnittstelle.

Es können maximal 126 Slaves und ein Master an die Schnittstelle angeschlossen werden. Die einzelnen Slaves werden vom Master über ein Adresszeichen im Telegramm angewählt. Nur wenn ein Slave ein fehlerfreies, an ihn adressiertes Telegramm empfangen hat, sendet er ein Antworttelegramm. Die direkte Nachrichtenübertragung unter Slaves ist nicht möglich. Die Datenübertragung findet im Halbduplex-Betrieb statt.

Die Master-Funktion kann nicht auf einen anderen Teilnehmer übertragen werden (Einmastersystem).

Die physikalische Schicht ist RS-485 und nutzt damit die im Frequenzumrichter integrierte RS485-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

### 7.2.1 FC mit Modbus RTU

Das FC-Protokoll 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-Bremsstopp
  - Normaler Stopp (Rampenstopp)
- Reset nach Fehlerabschaltung
- Betrieb mit einer Vielzahl von Festdrehzahlen
- Start mit Reversierung
- Änderung des aktiven Parametersatzes
- Steuerung der beiden in den Frequenzumrichter integrierten Relais

Der Bussollwert wird in der Regel zur Drehzahlsteuerung verwendet. Es ist ebenfalls möglich, auf die Parameter zuzugreifen, ihre Werte zu lesen und, wo möglich, Werte an sie zu schreiben. Dies ermöglicht eine Reihe von Steuerungsoptionen, einschließlich der Regelung des Sollwerts des Frequenzumrichters, bei Verwendung seines internen PI-Reglers.

## 7.3 Netzwerkkonfiguration

### 7.3.1 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 Baudrate	2400 - 115200
8-33 Parität/Stopbits	Gerade Parität, 1 Stoppbit (Werkseinstellung)

Tabelle 7.3 FC-Protokoll-Parameter

## 7.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll

### 7.4.1 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 Paritätsgleichheit gegeben ist (d. h. eine gleiche Anzahl binärer Einsen in den 8 Datenbits und dem Paritätsbit zusammen). Ein Zeichen endet mit einem Stoppbit und besteht somit aus insgesamt 11 Bits.

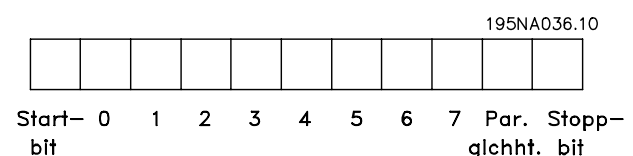


Abbildung 7.5 Beispielzeichen

## 7.4.2 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 7.6 Telegrammbeispiel

7

## 7.4.3 Länge (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 Byte
Die Länge von Telegrammen mit 12 Datenbytes ist	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 Byte
Die Länge von Telegrammen, die Texte enthalten, ist	$10^{1)} + n$ Byte

<sup>1)</sup> Die 10 steht für die festen Zeichen, während das „n“ variabel ist (je nach Textlänge).

## 7.4.4 Adresse (ADR)

Es wird mit zwei verschiedenen Adressformaten gearbeitet.

Der Adressbereich des Frequenzumrichters beträgt entweder 1–31 oder 1–126.

### 1. Adressformat 1-31:

- Bit 7 = 0 (Adressformat 1-31 aktiv)
- Bit 6 wird nicht verwendet
- Bit 5 = 1: Broadcast, Adressbits (0-4) werden nicht benutzt
- Bit 5 = 0: Kein Broadcast
- Bit 0-4 = Frequenzumrichteradresse 1-31

### 2. Adressformat 1-126:

- Bit 7 = 1 (Adressformat 1-126 aktiv)
- Bit 0-6 = Frequenzumrichteradresse 1-126
- Bit 0-6 = 0 Broadcast

Der Slave gibt das Adress-Byte im Antworttelegramm unverändert an den Master zurück.



### 7.4.5 Datensteuerbyte (BCC)

Die Prüfsumme wird als XOR-Funktion berechnet. Bevor das erste Byte im Telegramm empfangen wird, lautet die berechnete Prüfsumme 0.

### 7.4.6 Das Datenfeld

Die Struktur der Nutzdaten hängt vom Telegrammtyp ab. Es gibt 3 Telegrammtypen, die sowohl für Steuertelegamme (Master=>Slave) als auch Antworttelegamme (Slave=>Master) gelten.

Die drei Telegrammarten sind:

#### Prozessblock (PCD)

Der PCD besteht aus einem Datenblock mit 4 Byte (2 Wörtern) und enthält:

- Steuerwort und Sollwert (von Master zu Slave)
- Zustandswort und aktuelle Ausgangsfrequenz (von Slave zu Master)



130BA269.10

7

Abbildung 7.7 Beispiel für einen Prozessblock

#### Parameterblock

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

130BAZ / 1.10

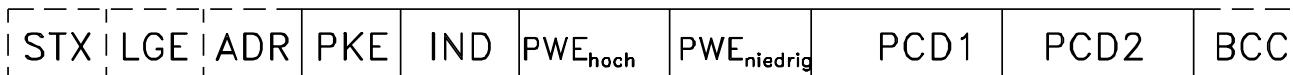
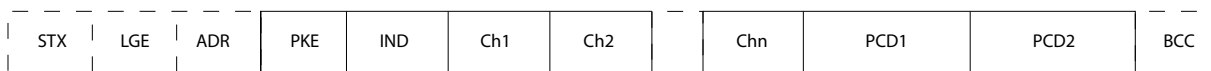


Abbildung 7.8 Beispiel für einen Prozessblock

#### Textblock

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



130BA270.10

Abbildung 7.9 Beispiel für einen Textblock

### 7.4.7 Das PKE-Feld

Das PKE-Feld enthält zwei untergeordnete Felder: Parameterbefehle und Antworten (AK) sowie Parameternummer (PNU).

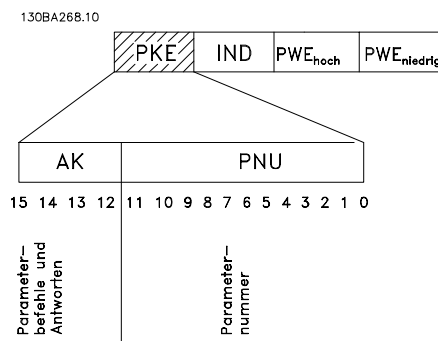


Abbildung 7.10 Untergeordnete PKE-Felder

Die Bits Nr. 12-15 übertragen Parameterbefehle vom Master zum Slave und senden bearbeitete Slave-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 7.4 Parameterbefehle Master-Slave

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 7.5 Antwort, Slave-Master

Wenn der Befehl nicht ausgeführt werden kann, sendet der Slave die 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 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 7.6 Störungen

### 7.4.8 Parameternummer (PNU)

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

### 7.4.9 Index (IND)

Der Index wird zusammen mit der Parameternummer zum Lesen/Schreiben von Zugriffsparametern mit einem Index verwendet. Der Index besteht aus 2 Bytes, einem Lowbyte und einem Highbyte.

Nur das Low Byte wird als Index verwendet.

### 7.4.10 Parameterwert (PWE)

Der Parameterwertblock besteht aus 2 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 geschrieben und vom Master zum Slave gesendet.

Antwortet der Slave auf eine Parameteranfrage (Lesebefehl), so wird der aktuelle Parameterwert im PWE an den Master übertragen. Wenn ein Parameter keinen numerischen Wert enthält, sondern mehrere Datenoptionen, wird der Datenwert durch Eingabe des Werts in den PWE-Block 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 Länge ist im zweiten Byte (LGE) des Telegramms definiert. Bei Textübertragung zeigt das Indexzeichen an, ob es sich um einen Lese- oder Schreibebehl handelt.

Um einen Text über den PWE lesen zu können, muss der Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex eingestellt werden. Das Highbyte des Indexzeichens muss „4“ sein.

Einige Parameter enthalten Text, der über die serielle Schnittstelle geschrieben werden kann. Um einen Text über den PWE-Block schreiben zu können, stellen Sie Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex ein. Das Highbyte des Indexzeichens muss „5“ sein.

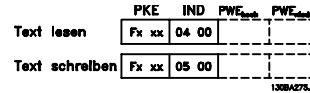


Abbildung 7.11 Lesen und Schreiben von Text

### 7.4.11 Vom Frequenzumrichter 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 7.7 Unterstützte Datentypen

### 7.4.12 Umwandlung

Parameterwerte werden nur als ganze Zahlen übertragen. Umrechnungsfaktoren werden 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 -->Umwandlungsindex 0
- 0,00s --> Umwandlungsindex -2
- 0 ms --> Umwandlungsindex -3
- 0,00 ms --> Umwandlungsindex -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 7.8 Umrechnungstabelle

### 7.4.13 Prozesswörter (PCD)

Der Block mit Prozesswörtern wird in 2 Blöcke zu je 16 Bit unterteilt. Dies erfolgt stets in der definierten Reihenfolge.

PCD 1	PCD 2
Steuerung (Master⇒ Slave-Steuerwort)	Sollwert
Steuerung (Slave ⇒ Master) Zustandswort	Aktuelle Ausgangsfrequenz

Tabelle 7.9 Prozesswörter

## 7.5 Beispiele

### 7.5.1 Schreiben eines Parameterwerts

Ändern Sie 4-14 Max Frequenz [Hz] zu 100 Hz.

Schreiben Sie die Daten in EEPROM.

PKE = E19E Hex – Schreiben eines Einzelworts in 4-14 Max Frequenz [Hz]

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 03E8 Hex - Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe Kapitel 7.4.12 Umwandlung.

Das Telegramm sieht wie folgt aus:

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA092.10

Abbildung 7.12 Telegrammbeispiel

### 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.

Die Antwort des Slave an den Master lautet wie folgt:

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA093.10

Abbildung 7.13 Antwort des Slave an den Master

### 7.5.2 Lesen eines Parameterwertes

Den Wert in 3-41 Rampenzeit Auf 1 lesen

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA094.10

Abbildung 7.14 Lesen eines Parameterwertes

PKE	1155 Hex - Parameterwert lesen in 3-41 Rampenzeit Auf 1
IND	0000 Hex
PWEHIGH	0000 Hex
PWELOW	0000 Hex

Tabelle 7.10 Legende zu Abbildung 7.14

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 7.15 Antwort des Slave an den Master

3E8 Hex entspricht 1000 im Dezimalformat. Der Umwandlungsindex für 3-41 Rampenzeit Auf 1 ist -2 oder 0,01. 3-41 Rampenzeit Auf 1 ist vom Typ Ohne Vorzeichen 32.

## 7.6 Übersicht zu Modbus RTU

### 7.6.1 Voraussetzungen

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

### 7.6.2 Was der Anwender bereits wissen sollte

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

### 7.6.3 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 fest, wie jeder Regler:

- die eigene Geräteadresse speichert
- eine an ihn adressierte Meldung erkennt
- die Art der auszuführenden Aktion bestimmt und
- Daten oder andere Informationen im Telegramm ausliest.

Wenn eine Antwort erforderlich ist, erstellt der Regler die Antwortmeldung und sendet sie.

Regler kommunizieren mithilfe einer Master-Slave-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. Slaves senden als Reaktion auf Anfragen, die direkt an sie gerichtet sind, eine Meldung (als Antwort bezeichnet). Bei Broadcast-Anfragen vom Master werden keine Antworten zurückgesendet. Das Modbus RTU-Protokoll etabliert das Format für die Anfragen vom Master, indem es darin die Geräte- (oder Broadcast-) Adresse, einen Funktionscode, der die angeforderte Maßnahme definiert, jegliche zu sendenden Daten und ein Feld für die Fehlerprüfung aufnimmt. Die Antwortmeldung des Slave 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 Slave die angeforderte Maßnahme nicht durchführen kann, erstellt der Slave eine Fehlermeldung und sendet diese als Antwort oder es tritt ein Timeout auf.

### 7.6.4 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 einer Vielzahl von Festdrehzahlen
- Start mit Reversierung
- Änderung des aktiven Parametersatzes
- Steuern des integrierten Relais

Der Bussollwert wird in der Regel zur Drehzahlsteuerung verwendet. Es ist ebenfalls möglich, auf die Parameter zuzugreifen, ihre Werte zu lesen und, wo möglich, Werte an sie zu schreiben. Dies ermöglicht eine Reihe von Steuerungsoptionen, einschließlich der Regelung des Sollwerts des Frequenzumrichters, bei Verwendung seines internen PI-Reglers.

## 7.7 Netzwerkkonfiguration

### 7.7.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

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

Parameter	Einstellung
8-30 FC-Protokoll	Modbus RTU
8-31 Adresse	1 - 247
8-32 Baudrate	2400 - 115200
8-33 Parität/Stoppsbits	Gerade Parität, 1 Stoppsbit (Werkseinstellung)

Tabelle 7.11 Parameter der Modbus RTU

## 7.8 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke

### 7.8.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Die Regler sind für die Kommunikation über RTU-Modus (Remote Terminal Unit) am Modbus-Netz eingerichtet, wobei jedes Byte eines Telegramms zwei hexadezimale 4-Bit-Zeichen enthält. Das Format für jedes Byte ist wie in Tabelle 7.12 gezeigt.

Startbit	Datenbyte						Stopp/Parität	Stopp

Tabelle 7.12 Format jedes Byte

Codiersystem	8 Bit binär, hexadezimal 0-9, A-F. 2 hexadezimale Zeichen in jedem 8-Bit-Feld des Telegramms.
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 Stoppsbit bei Parität; 2 Bit ohne Parität
Fehlerprüffeld	Zyklische Blockprüfung (CRC)

Tabelle 7.13 Byte-Informationen

### 7.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau

Ein Modbus RTU-Telegramm wird vom sendenden Gerät in einen Block gepackt, der einen bekannten Anfangs- und Endpunkt besitzt. Dadurch ist es dem empfangenden Gerät möglich, am Anfang des Telegramms zu beginnen, den Adressenabschnitt zu lesen, festzustellen, welches Gerät adressiert ist (oder alle Geräte, im Fall eines Broadcast-Telegramms) und festzustellen, wann das Telegramm beendet ist. Unvollständige Telegramme werden ermittelt und als Konsequenz Fehler gesetzt. Die für alle Felder zulässigen Zeichen sind im Hexadezimalformat 00 bis FF. Der Frequenzumrichter überwacht kontinuierlich den Netzwerkbus, auch während des „Silent“-Intervalls. Wenn das erste Feld (das Adressfeld) empfangen wird, wird es von jedem Frequenzumrichter oder jedem einzelnen Gerät entschlüsselt, um zu ermitteln, welches Gerät adressiert ist. Modbus RTU-Telegramme mit Adresse 0 sind Broadcast-Telegramme. Auf Broadcast-Telegramme ist keine Antwort erlaubt. Ein typischer Telegrammblock wird in Tabelle 7.14 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 7.14 Typischer Modbus RTU-Telegrammaufbau

### 7.8.3 Start-/Stoppfeld

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

Der gesamte Telegrammblock muss als kontinuierlicher Datenstrom übertragen werden. Falls eine 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 eines neuen Telegramms handelt. Beginnt ein neues Telegramm früher als 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit nach einem vorangegangenen Telegramm, interpretiert es das empfangende Gerät als Fortsetzung des vorangegangenen Telegramms. Dies führt zu einem Timeout (einer Zeitüberschreitung und damit keiner Antwort vom Slave), da der Wert im letzten CRC-Feld für die kombinierten Telegramme nicht gültig ist.

## 7.8.4 Adressfeld

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

## 7.8.5 Funktionsfeld

Das Feld für den Funktionscode eines Telegrammblocks enthält acht Bits. Gültige Codes liegen im Bereich von 1 bis FF. Funktionsfelder dienen zum Senden von Telegrammen zwischen Master und Slave. Wenn ein Telegramm vom Master zu einem Slave-Gerät übertragen wird, teilt das Funktionscodefeld dem Slave mit, welche Aktion durchzuführen ist. Wenn der Slave dem Master antwortet, nutzt er das Funktionscodefeld, um entweder eine normale (fehlerfreie) Antwort anzuzeigen oder um anzuzeigen, dass ein Fehler aufgetreten ist (Ausnahmeantwort). Im Fall einer normalen Antwort wiederholt der Slave den ursprünglichen Funktionscode. Im Fall einer Ausnahmeantwort sendet der Slave einen Code, der dem ursprünglichen Funktionscode entspricht, dessen wichtigstes Bit allerdings auf eine logische 1 gesetzt wurde. Der Slave stellt einen individuellen Code in das Datenfeld des Antworttelegramms, mit dem Art oder Ursache der Störung an den Master übermittelt wird. Siehe *Kapitel 7.8.11 Modbus-Ausnahmecodes* für weitere Informationen.

## 7.8.6 Datenfeld

Das Datenfeld setzt sich aus Sätzen von je 2 hexadezimalen Zeichen im Bereich von 00 bis FF (hexadezimal) zusammen. Diese bestehen aus einem RTU-Zeichen. Das Datenfeld des von einem Master zu Slave-Geräten gesendeten Telegramms enthält weitere Informationen, die der Slave verwenden muss, um die vom Funktionscode festgelegte Aktion durchführen zu können. Dies kann die folgenden Informationen beinhalten:

- Spulen- oder Registeradressen
- Menge der zu behandelnden Informationen
- Anzahl der tatsächlichen Datenbytes im Feld

## 7.8.7 CRC-Prüffeld

Telegramme enthalten ein Fehlerprüffeld, das auf der zyklischen Blockprüfung (CRC) basiert. Das CRC-Feld prüft den Inhalt des gesamten Telegramms. Die Prüfung wird in jedem Fall durchgeführt, unabhängig vom Paritätsprüfverfahren für die einzelnen Zeichen des Telegramms. Der CRC-Ergebnis wird vom sendenden Gerät errechnet, das den CRC-Wert an das Telegramm anhängt. Das empfangende Gerät führt während des Erhalts des Telegramms eine Neuberechnung der CRC durch und vergleicht den errechneten Wert mit dem tatsächlichen Wert im CRC-Feld. Sind die beiden Werte nicht identisch, 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 des Telegramms übertragene Byte.

## 7.8.8 Adressieren von Einzelregistern

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

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

Tabelle 7.15 Spulenbeschreibungen

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 Festsdrehzahl JOG	Festdrz. JOG
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Daten nicht gültig	Daten gültig
12	Relais 1 Aus	Relais 1 Ein
13	Relais 2 Aus	Relais 2 Ein
14	Parametersatzwahl LSB	
15	Parametersatzwahl MSB	
16	Keine Reversierung	Reversierung
<b>Steuerwort (FC-Profil)</b>		

Tabelle 7.16 Spulenbeschreibungen



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	Autobetrieb
43	Außerh. Freq.-Ber.	In Freq.-Bereich
44	Gestoppt	In Betrieb
45	Unbenutzt	Unbenutzt
46	Keine Spannungswarnung	Spannungswarnung
47	Nicht in Stromgrenze	Stromgrenze
48	Keine Temperaturwarnung	Warnung Übertemp.
<b>Zustandswort des Frequenzumrichters (FC-Profil)</b>		

Tabelle 7.17 Spulenbeschreibungen

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: FU-Steuerwortregister (STW)
50010	Eingangsdaten: Bussollwertregister (REF)
...	...
50200	Ausgangsdaten: FU-Zustandswortregister (ZSW)
50210	Ausgangsdaten: FU-Hauptistwertregister (HIW)

Tabelle 7.18 Halteregeister

\* Zur Angabe der beim Zugriff auf Indexparameter zur verwendenden Indexnummer.

## 7.8.9 Steuern des Frequenzumrichters

In diesem Abschnitt werden Codes zur Verwendung in der Funktion und den Datenfeldern einer Modbus RTU-Meldung erläutert.

## 7.8.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes

Modbus RTU unterstützt die aufgeführten Funktionscodes im Funktionsfeld eines Telegramms.

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

Tabelle 7.19 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 Bustelegramme angeben (Return bus message count)
		12	Zahl Buskomm.-Fehler angeben (Return bus communication error count)
		13	Zahl Busausnahmefehler angeben (Return bus exception error count)
		14	Zahl Slavetelegramme angeben (Return slave message count)

Tabelle 7.20 Subfunktionscodes

## 7.8.11 Modbus-Ausnahmecodes

Für eine umfassende Erläuterung des Aufbaus einer Ausnahmecode-Antwort siehe *Kapitel 7.8.5 Funktionsfeld*.

Code	Bezeichnung	Bedeutung
1	Unzulässige Funktion	Der in der Anfrage empfangene Funktionscode ist keine zulässige Aktion für den Server (oder Slave). 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 Slave) im falschen Zustand ist, um eine Anforderung dieser Art zu verarbeiten, 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 Slave). 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 Slave). 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	Slave-Gerätefehler	Ein nicht behebbarer Fehler trat auf, während der Server (oder Slave) versuchte, die angeforderte Aktion auszuführen.

Tabelle 7.21 Modbus-Ausnahmecodes

## 7.9 Parameterzugriff

### 7.9.1 Parameterverarbeitung

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

### 7.9.2 Datenspeicherung

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

### 7.9.3 IND

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

### 7.9.4 Textblöcke

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

### 7.9.5 Umrechnungsfaktor

Da ein Parameterwert nur als ganze Zahl übertragen werden kann, muss zur Übertragung von Dezimalzahlen ein Umrechnungsfaktor benutzt werden.

### 7.9.6 Parameterwerte

#### Standarddatentypen

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

### Nicht-Standarddatentypen

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

## 7.10 Beispiele

Die folgenden Beispiele veranschaulichen die verschiedenen Modbus RTU-Befehle. Siehe *Kapitel 8 Allgemeine Daten und Fehlerbehebung*, wenn ein Fehler auftritt.

### 7.10.1 Spulenzustand lesen (01 HEX)

#### Beschreibung

Mit dieser Funktion wird der EIN/AUS-Zustand einzelner Ausgänge (Spulen) im Frequenzumrichter ausgelesen. Broadcast wird für Lesevorgänge nie unterstützt.

#### Abfrage

Die Abfragemeldung legt die Startspule und die Anzahl der zu lesenden Spulen an. Spulenadressen beginnen bei Null, d. h. Spule 33 wird als 32 adressiert.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01 (Frequenzumrichteradresse)
Funktion	01 (Spulen lesen)
Startadresse HI	00
Startadresse LO	20 (32 Dezimale) Spule 33
Anzahl der Punkte HI	00
Anzahl der Punkte LO	10 (16 Dezimale)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.22 Beispiel für eine Abfrage zum Lesen der Spulen 33 bis 48 (Zustandswort) vom Slave-Gerät 01

#### Antwort

Der Spulenzustand in der Antwortmeldung wird als eine Spule pro Bit des Datenfelds gepackt. Der Zustand wird angegeben als: 1=ON; 0=OFF. Das LSB des ersten Datenbytes enthält die Spule, an die die Anfrage gerichtet war. Die anderen Spulen folgen in Richtung des hochwertigeren Endes des Bytes, und vom niedrigen zum hohen Wert in darauffolgenden Bytes.

Wenn die zurückgemeldete Spulenzahl kein Vielfaches von 8 ist, werden die verbleibenden Bits im letzten Datenbyte mit Nullen aufgefüllt (in Richtung des hochwertigeren Byte-Endes). Im Feld für die Byteanzahl wird die Anzahl der vollständigen Datenbyte festgelegt.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01 (Frequenzumrichteradresse)
Funktion	01 (Spulen lesen)
Bytezahl	02 (2 Datenbytes)
Daten (Spule 40-33)	07
Daten (Spule 48-41)	06 (STW=0607hex)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.23 Antwort Master

### HINWEIS

Spulen und Register werden explizit mit einem Offset von -1 im Modbus adressiert.

D. h. Spule 33 wird als Spule 32 adressiert.

### 7.10.2 Einzelne Spule erzwingen/schreiben (05 HEX)

#### Beschreibung

Diese Funktion erzwingt den Spulenzustand EIN oder AUS. Bei einem Broadcast erzwingt diese Funktion die gleichen Spulenreferenzen in allen zugehörigen Slaves.

#### Abfrage

Die Abfragemeldung definiert das Erzwingen von Spule 65 (Parameter-Schreibsteuerung). Spulenadressen beginnen bei Null. Setzdaten = 00 00HEX (AUS) oder FF 00HEX (EIN)

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01 (Frequenzumrichteradresse)
Funktion	05 (einzelne Spule schreiben)
Spulenadresse HI	00
Spulenadresse LO	40 (64 dezimal) Spule 65
Befehlskonstante HI	FF
Befehlskonstante LO	00 (FF 00 = EIN)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.24 Abfrage

#### Antwort

Die normale Reaktion ist ein Echo der Abfrage, das nach dem Erzwingen des Spulenstatus zurückgegeben wird.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	05
Befehlskonstante HI	FF
Befehlskonstante LO	00
Anzahl Spulen HI	00
Anzahl Spulen LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.25 Antwort

### 7.10.3 Mehrere Spulen zwangsetzen/ schreiben (0F HEX)

Mit dieser Funktion wird für alle Spulen in einer Folge von Spulen der Zustand EIN oder AUS erzwungen. Bei einem Broadcast erzwingt diese Funktion die gleichen Spulenreferenzen in allen zugehörigen Slaves.

Die Abfragemeldung definiert das Erzwingen der Spulen 17 bis 32 (Drehzahl-Einstellpunkt).

#### **HINWEIS**

Spulenadressen beginnen bei Null, d. h. Spule 17 wird als 16 adressiert.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01 (Frequenzumrichteradresse)
Funktion	0F (Mehrere Spulen schreiben)
Spulenadresse HI	00
Spulenadresse LO	10 (Spulenadresse 17)
Anzahl Spulen HI	00
Anzahl Spulen LO	10 (16 Spulen)
Bytezahl	02
Daten erzwingen HI (Spulen 8-1)	20
Befehlskonstante LO (Spulen 16-9)	00 (Soll. = 2000 hex)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.26 Abfrage

#### Antwort

Die normale Antwort gibt die Slave-Adresse, den Funktionscode, die Startadresse und die Anzahl erzwungener Spulen zurück.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01 (Frequenzumrichteradresse)
Funktion	0F (Mehrere Spulen schreiben)
Spulenadresse HI	00
Spulenadresse LO	10 (Spulenadresse 17)
Anzahl Spulen HI	00
Anzahl Spulen LO	10 (16 Spulen)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.27 Antwort

### 7.10.4 Halteregeister lesen (03 HEX)

#### Beschreibung

Mithilfe dieser Funktion werden die Inhalte der Halteregeister im Slave gelesen.

#### Abfrage

Die Abfragemeldung legt das Startregister und die Anzahl der zu lesenden Register fest. Registeradressen beginnen bei Null, d. h. die Register 1-4 werden als 0-3 adressiert.

Beispiel: 3-03 Maximaler Sollwert lesen, Register 03030.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	03 (Halteregeister lesen)
Startadresse HI	0B (Registeradresse 3029)
Startadresse LO	D5 (Registeradresse 3029)
Anzahl der Punkte HI	00
Anzahl der Punkte LO	02 - (Par. 3-03 ist 32 Bit lang, z. B. 2 Register)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.28 Abfrage

#### Antwort

Die Registerdaten in der Antwortmeldung werden als zwei Byte pro Register gepackt, wobei die binären Inhalte in jedem Byte korrekt ausgerichtet sind. In jedem Register enthält das erste Byte die hohen Bits, und das zweite Byte enthält die niedrigen Bits.

Beispiel: Hex 0016E360 = 1.500.000 = 1500 U/min

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	03
Bytezahl	04
Daten HI (Register 3030)	00
Daten LO (Register 3030)	16
Daten HI (Register 3031)	E3
Daten LO (Register 3031)	60
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.29 Antwort

### 7.10.5 Voreingestelltes, einzelnes Register (06 HEX)

#### Beschreibung

Mithilfe dieser Funktion wird ein Wert in einem einzigen Halteregeister voreingestellt.

#### Abfrage

Die Abfragemeldung definiert die Registerreferenz für die Voreinstellung. Registeradressen beginnen bei null, d. h., Register 1 wird als 0 adressiert.

Beispiel: Schreiben in *1-00 Configuration Mode*, Register 1000.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	06
Registeradresse HI	03 (Registeradresse 999)
Registeradresse LO	E7 (Registeradresse 999)
Voreinstellungsdaten HI	00
Voreinstellungsdaten LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.30 Abfrage

#### Antwort

Die normale Reaktion ist ein Echo der Abfrage, das nach der Weitergabe des Registerinhalts zurückgegeben wird.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	06
Registeradresse HI	03
Registeradresse LO	E7
Voreinstellungsdaten HI	00
Voreinstellungsdaten LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.31 Antwort

### 7.10.6 Voreingestellte multiple Register (10 HEX)

#### Beschreibung

Mithilfe dieser Funktion werden Werte in einer Sequenz von Halteregeistern voreingestellt.

#### Abfrage

Die Abfragemeldung legt die voreinzustellenden Register-sollwerte fest. Registeradressen beginnen bei null, d. h., Register 1 wird als 0 adressiert. Beispiel einer Abfrage zur Voreinstellung von 2 Registern (Parameter 1-24 auf 738 (7,38 A) einstellen):

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	10
Startadresse HI	04
Startadresse LO	D7
Anzahl Register HI	00
Anzahl Register LO	02
Bytezahl	04
Schreiben von Daten HI (Register 4: 1049)	00
Schreiben von Daten LO (Register 4: 1049)	00
Schreiben von Daten HI (Register 4: 1050)	02
Schreiben von Daten LO (Register 4: 1050)	E2
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.32 Abfrage

#### Antwort

Die normale Antwort gibt die Slave-Adresse, den Funktionscode, die Startadresse und die Anzahl der voreingestellten Register zurück.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	10
Startadresse HI	04
Startadresse LO	D7
Anzahl Register HI	00
Anzahl Register LO	02
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.33 Antwort

## 7.11 Danfoss FU-Steuerprofil

### 7.11.1 Steuerwort gemäß FC-Profil (8-10 Steuerprofil = FC-Profil)

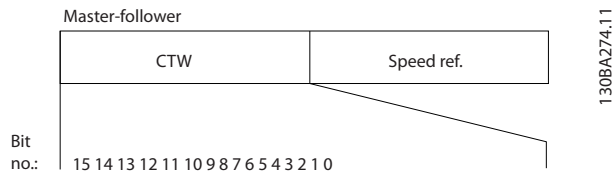


Abbildung 7.16 Steuerwort

Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	Externe Anwahl lsb
01	Sollwert	Externe Anwahl msb
02	DC-Bremse	Rampe
03	Motorfreilauf	Kein Freilaufstopp
04	Schnellstopp	Rampe
05	Frequenzausgang 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

Tabelle 7.34 Bit-Definitionen

#### Bits 00/01:

Bit 00 und 01 werden benutzt, um zwischen den vier Sollwerten zu wählen, die gemäß *Tabelle 7.35* in *3-10 Festsollwert* vorprogrammiert sind:

Programmierter Sollwert	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	3-10 Festsollwert [0]	0	0
2	3-10 Festsollwert [1]	0	1
3	3-10 Festsollwert [2]	1	0
4	3-10 Festsollwert [3]	1	1

Tabelle 7.35 Erklärung der Steuerbits

### HINWEIS

In *8-56 Festsollwertanwahl* wird definiert, wie Bit 00/01 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

#### Bit 02, DC-Bremse:

Bit 02 = „0“: DC-Bremse und Stopp. Stellen Sie den Bremsstrom und die Bremsdauer in *2-01 DC-Bremsstrom* und *2-02 DC-Bremszeit* ein. Bit 02 = „1“ bewirkt Rampe.

#### Bit 03, Motorfreilauf:

Bit 03 = „0“: Der Frequenzumrichter lässt den Motor austrudeln (Ausgangstransistoren werden „abgeschaltet“). Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

In *8-50 Motorfreilauf* definieren Sie, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion an einem digitalen Eingang verknüpft ist.

#### Bit 04, Schnellstopp:

Bit 04 = „0“: Lässt die Motordrehzahl über Rampe bis zum Stopp auslaufen (eingestellt in *3-81 Rampenzeit Schnellstopp*).

#### Bit 05, Frequenzausgang halten:

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 für *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* to *5-15 Klemme 33 Digitaleingang*) programmiert auf *DC-Bremse, Motorfreilauf* oder *Reset* und *Motorfreilauf*.

#### 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 es dem Frequenzumrichter, den Motor zu starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

In *8-53 Start* definieren Sie, wie Bit 06 Rampenstart/-stopp mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

**Bit 07, Reset:**

Bit 07 = „0“: Kein Reset. Bit 07 = „1“: Reset einer Abschaltung. Reset wird auf der ansteigenden Signalfanke aktiviert, d. h., beim Übergang von logisch „0“ zu logisch „1“.

**Bit 08, Festdrehzahl JOG:**

Bit 08 = „1“: Die Ausgangsfrequenz wird durch 3-19 Festdrehzahl Jog [UPM] bestimmt.

**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 ungültig/Daten gültig:**

Teilt dem Frequenzrichter 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 das Steuerwort deaktivieren, wenn es beim Aktualisieren oder Lesen von Parametern nicht benutzt werden soll.

**Bit 11, Relais 01:**

Bit 11 = „0“: Relais nicht aktiviert. Bit 11 = „1“: Relais 01 ist aktiviert, vorausgesetzt in 5-40 Relaisfunktion wurde Steuerwort Bit 11 gewählt.

**Bit 12, Relais 04:**

Bit 12 = „0“: Relais 04 ist nicht aktiviert. Bit 12 = „1“: Relais 04 ist aktiviert, vorausgesetzt in 5-40 Relaisfunktion wurde Steuerwort Bit 12 gewählt.

**Bits 13/14, Satzanwahl:**

Mit Bit 13 und 14 können die in Tabelle 7.36 aufgeführten vier Parametersätze gewählt werden.

Parametersatz	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabelle 7.36 Auswahl Bits 13 und 14

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

In 8-55 Satzanwahl definieren Sie, wie Bit 13/14 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

**Bit 15 Reversierung:**

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung. Bit 15 = „1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist Reversierung in 8-54 Reversierung auf Digital eingestellt. Bit 15 bewirkt nur dann eine Reversierung, wenn entweder Bus, Bus und Klemme oder Bus oder Klemme gewählt ist.

**7.11.2 Zustandswort Gemäß FC-Profil (STW) (8-10 Steuerprofil = FC-Profil)**

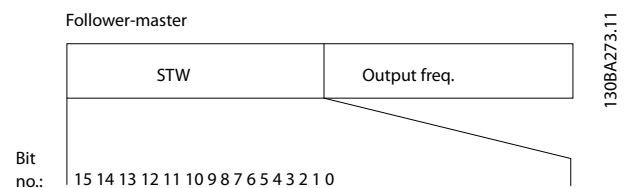


Abbildung 7.17 Zustandswort

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

Tabelle 7.37 Zustandswort-Bits

**Erläuterung der Zustandsbits**

**Bit 00, Steuerung nicht bereit/bereit:**

Bit 00 = „0“: Der Frequenzrichter hat abgeschaltet. Bit 00 = „1“: Der Frequenzrichterregler ist bereit, es liegt jedoch möglicherweise keine Stromversorgung zum Leistungsteil vor (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

**Bit 01, FU bereit:**

Bit 01=„1“: Der Frequenzrichter 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 benutzt:**

Bit 05 wird im Zustandswort nicht benutzt.

**Bit 06, Kein Fehler/Abschaltsperre:**

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 auftreten, wenn die Drehzahl während des Starts/ Stopps erhöht/verringert wird. Bit 08 = „1“: Die Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

**Bit 09, Ort-Betrieb/Bussteuerung:**

Bit 09=„0“: Es wurde die [STOP/RESET]-Taste am LCP betätigt oder in 3-13 Sollwertvorgabe auf Ort-Steuerung umgestellt. Es ist nicht möglich, den Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle zu steuern. Bit 09 = „1“: Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle oder Klemmen gesteuert werden.

**Bit 10, Frequenzgrenze überschritten:**

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den 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, Moment 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 %.

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

7.11.3 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 aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW) wird auf gleiche Weise wie der Bussollwert skaliert.

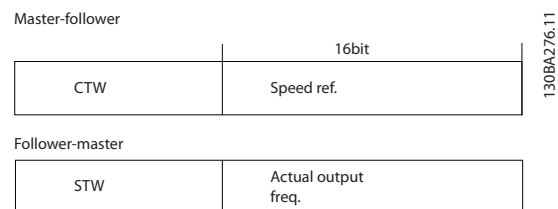


Abbildung 7.18 Drehzahlsollwert

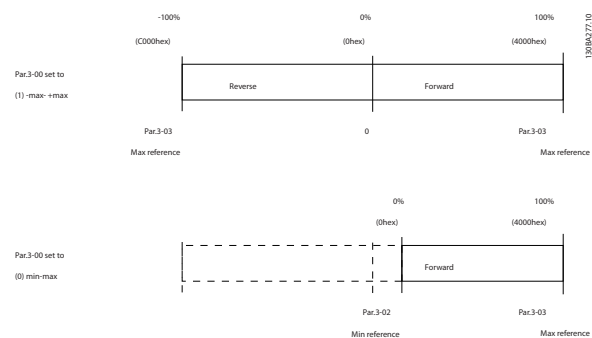


Abbildung 7.19 Skalierung von HIW und Sollwert

## 8 Allgemeine Daten und Fehlerbehebung

### 8.1 Allgemeine technische Daten

#### 8.1.1 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC

	N110	N132	N160	N200	N250	N315	P355	P400
<b>Normale Überlast = 110 % Strom / 60 s</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	110	132	160	200	250	315	355	400
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP]	150	200	250	300	350	450	500	550
Gehäuse IP00							E2	E2
Schutzart IP20	D3h	D3h	D3h	D4h	D4h	D4h		
Schutzart IP21/NEMA 1	D1h	D1h	D1h	D2h	D2h	D2h	E1	E1
Schutzart IP54/NEMA 12	D1h	D1h	D1h	D2h	D2h	D2h	E1	E1
<b>Ausgangsstrom</b>								
Dauerbetrieb (bei 3x380–440 V) [A]	212	260	315	395	480	588	658	745
Aussetzbetrieb (bei 3x380–440 V) [A]	233	286	347	435	528	647	724	820
Dauerbetrieb (bei 3x441–480 V) [A]	190	240	302	361	443	535	590	678
Aussetzbetrieb (bei 3x441–480 V) [A]	209	264	332	397	487	588	649	746
Dauerleistung kVA (bei 400 V AC) [kVA]	147	180	218	274	333	407	456	516
Dauerleistung kVA (bei 460 V AC) [kVA]	151	191	241	288	353	426	470	540
<b>Max. Eingangsstrom</b>								
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	204	251	304	381	463	567	647	733
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]	183	231	291	348	427	516	580	667
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	315	350	400	550	630	800	900	900
<b>Max. Kabelquerschnitt</b>								
Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2) 5)</sup>	2 x 95 2 x 3/0			2 x 185 2 x 350 mcm			4 x 240 4 x 500 mcm	
Netz (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2) 5)</sup>								
Zwischenkreiskopplung (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2) 5)</sup>								
Bremse (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2) 5)</sup>							2 x 185 2 x 350 mcm	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V AC bei max. Nennlast [W] <sup>3)</sup>	2555	2949	3764	4109	5129	6663	7532	8677
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V AC bei max. Nennlast [W] <sup>3)</sup>	2557	2719	3612	3561	4558	5703	6724	7819
Gewicht, Schutzart IP00/IP20 [kg]	62 [135]			125 [275]			234 [515]	236 [519]
Gewicht, Schutzart IP21 [kg]							270 [594]	272 [598]
Gewicht, Schutzart IP54 [kg]								
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98							
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590							
Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110							
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C]	75						85	

Tabelle 8.1 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC

	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0
<b>Normale Überlast = 110 % Strom / 60 s</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	450	500	560	630	710	800	1000
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP]	600	700	750	900	1000	1200	1350
Schutzart IP00	E2						
Schutzart IP21/NEMA 1	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
Schutzart IP54/NEMA 12	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
<b>Ausgangsstrom</b>							
Dauerbetrieb (bei 3x380–440 V) [A]	800	880	990	1120	1260	1460	1720
Aussetzbetrieb (bei 3x380–440 V) [A]	880	968	1089	1232	1386	1606	1892
Dauerbetrieb (bei 3x441–480 V) [A]	730	780	890	1050	1160	1380	1530
Aussetzbetrieb (bei 3x441–480 V) [A]	803	858	979	1155	1276	1518	1683
Dauerleistung kVA (bei 400 V AC) [kVA]	554	610	686	776	873	1012	1192
Dauerleistung kVA (bei 460 V AC) [kVA]	582	621	709	837	924	1100	1219
<b>Max. Eingangsstrom</b>							
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	787	857	964	1090	1227	1422	1675
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	718	759	867	1022	1129	1344	1490
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	900	1600		2000		2500	
<b>Max. Kabelquerschnitt</b>							
Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	4 x 240 4 x 500 mcm	8 x 150 8 x 300 mcm				12 x 150 12 x 300 mcm	
Netz (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )		8 x 240 8 x 500 mcm					
Zwischenkreiskopplung (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )		4 x 120 4 x 350 mcm					
Bremse (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	2 x 185 2 x 350 mcm	4 x 185 4 x 350 mcm				6 x 185 6 x 350 mcm	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V AC bei max. Nennlast [W] <sup>3)</sup>	9473	10162	11822	12512	14674	17293	19278
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V AC bei max. Nennlast [W] <sup>3)</sup>	8527	8876	10424	11595	13213	16229	16624
Gewicht, Schutzart IP00, IP20 [kg]	277 [609]	-	-	-	-	-	-
Gewicht, Schutzart IP21 [kg]	313 [689]	1017/1318 [2237/2900]				1260/1561 [2772/3434]	
Gewicht, Schutzart IP54 [kg]	313 [689]	1017/1318 [2237/2900]				1260/1561 [2772/3434]	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98						
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590						
Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110	95					
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C]	85						

**Tabelle 8.2 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC**

1) Angaben zur Art der Sicherung finden Sie im Produkthandbuch.

2) American Wire Gauge.

 3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen von Spannung und Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE2/IE3).

Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zur Verlustleistung im Frequenzrichter bei und umgekehrt. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen (typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich, bei einer vollständig belasteten Steuerkarte oder Optionen für jeweils Steckplatz A oder B).

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

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

## 8.1.2 Netzversorgung 3 x 525-690 VAC

	N75K	N90K	N110	N132	N160	N200
<b>Normale Überlast = 110 % Strom / 60 s</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	55	75	90	110	132	160
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	75	100	125	150	200	250
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	75	90	110	132	160	200
Schutzart IP20	D3h	D3h	D3h	D3h	D3h	D4h
Schutzart IP21	D1h	D1h	D1h	D1h	D1h	D2h
Schutzart IP54	D1h	D1h	D1h	D1h	D1h	D2h
<b>Ausgangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	90	113	137	162	201	253
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	99	124	151	178	221	278
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	86	108	131	155	192	242
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [kVA]	95	119	144	171	211	266
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	86	108	131	154	191	241
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	86	108	130	154	191	241
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	103	129	157	185	229	289
<b>Max. Eingangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	89	110	130	158	198	245
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	85	106	124	151	189	234
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	87	109	128	155	197	240
Max. Kabelquerschnitt: Netz, Motor, Bremse und Zwischen- kreiskopplung [mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> ]	2x95 (2x3/0)					
Max. externe Netzsicherungen [A]	160	315	315	315	350	350
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] <sup>3)</sup>	1,161	1,426	1,739	2,099	2,646	3,071
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3)</sup>	1,203	1,476	1,796	2,165	2,738	3,172
Gewicht, Schutzart IP20, IP21, IP54 [kg]	62 (135)					
Wirkungsgrad 4)	0,98					
Ausgangsfrequenz [Hz]	0-590					
Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110					
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C]	75					

Tabelle 8.3 Netzversorgung 3 x 525-690 VAC

	N250	N315	N400	P450	P500	P560
<b>Normale Überlast</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	200	250	315	355	400	450
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	300	350	400	450	500	600
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	250	315	400	450	500	560
Schutzart IP00				E2	E2	E2
Schutzart IP20	D4h	D4h	D4h			
Schutzart IP21	D2h	D2h	D2h	E1	E1	E1
Schutzart IP54	D2h	D2h	D2h	E1	E1	E1
<b>Ausgangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	303	360	418	470	523	596
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	333	396	460	517	575	656
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	290	344	400	450	500	570
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [kVA]	319	378	440	495	550	627
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	289	343	398	448	498	568
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	289	343	398	448	498	568
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	347	411	478	538	598	681
<b>Max. Eingangsstrom</b>						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	299	355	408	453	504	574
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	286	339	390	434	482	549
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	296	352	400	434	482	549
Max. Kabelquerschnitt: Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> )	2 x 185 (2 x 350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A]	400	500	550	700	700	900
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] <sup>3)</sup>	3,719	4,460	5,023	5,323	6,010	7,395
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3)</sup>	3,848	4,610	5,150	5,529	6,239	7,653
Gewicht, Schutzart IP20, IP21, IP54 [kg]	125 (275)					
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98					
Ausgangsfrequenz [Hz]	0-590			0-525		
Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110				95	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C]	80			85		

Tabelle 8.4 Netzversorgung 3 x 525-690 VAC

	P630	P710	P800	P900	P1M0	P1M2	P1M4
<b>Normale Überlast</b>							
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	500	560	670	750	850	1000	1100
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	650	750	950	1050	1150	1350	1550
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	630	710	800	900	1000	1200	1400
Schutzart IP00	E2						
Schutzart IP21	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4	F2/F4
Schutzart IP54	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4	F2/F4
<b>Ausgangsstrom</b>							
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	630	763	889	988	1108	1317	1479
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	693	839	978	1087	1219	1449	1627
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	630	730	850	945	1060	1260	1415
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [kVA]	693	803	935	1040	1166	1386	1557
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	600	727	847	941	1056	1255	1409
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	627	727	847	941	1056	1255	1409
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	753	872	1016	1129	1267	1506	1691
<b>Max. Eingangsstrom</b>							
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	607	743	866	962	1079	1282	1440
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	607	711	828	920	1032	1227	1378
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	607	711	828	920	1032	1227	1378
<b>Max. Kabelquerschnitt</b>							
Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> )	4 x 240	8 x 150 (8 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)			
Netz (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> )	(4 x 500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)			
Zwischenkreis Kopplung (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> )							
Bremse (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> )	2 x 185 (2 x 350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)			
Max. externe Netzsicherungen [A]	900	1600	1600	1600	1600	2000	2500
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] <sup>3)</sup>	8209	9500	10872	12316	13731	16190	18536
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] <sup>3)</sup>	8495	9863	11304	12798	14250	16821	19247
Gewicht, Schutzart IP20, IP21, IP54 [kg]	125 (275)						
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98						
Ausgangsfrequenz [Hz]	0-525						
Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110	95	105	95	105	95	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C]	85						

**Tabelle 8.5 Netzversorgung 3 x 525-690 VAC**

1) Angaben zur Art der Sicherung finden Sie im Produkthandbuch.

2) American Wire Gauge.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen von Spannung und Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang IE2/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zur Verlustleistung im Frequenzrichter bei und umgekehrt. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen (typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich, bei einer vollständig belasteten Steuerkarte oder Optionen für jeweils Steckplatz A oder B).

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

Baugröße	Beschreibung	Maximales Gewicht [kg]
D5h	D1h-Nennwerte+Trennschalter und/oder Bremschopper	166 (255)
D6h	D1h-Nennwerte+Schütz und/oder Leistungsschalter	129 (285)
D7h	D2h-Nennwerte+Trennschalter und/oder Bremschopper	200 (440)
D8h	D2h-Nennwerte+Schütz und/oder Leistungsschalter	225 (496)

Tabelle 8.6 Gewichte D5h bis D8h



## 8.1.3 Spezifikationen zu 12 Puls

Netzversorgung 380–480 V AC										
	P315	P355	P400	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0
Normale Überlast 110 %/60 s	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung [kW] bei 400 V	315	355	400	450	500	560	630	710	800	1000
Typische Wellenleistung [PS] bei 460 V	450	500	550/600	600	650	750	900	1000	1200	1350
IP 21/NEMA 1	F8/F9				F10/F11				F12/F13	
IP 54/NEMA 12	F8/F9				F10/F11				F12/F13	
Ausgangsstrom										
Dauerbetrieb (bei 380–440 V)	600	658	745	800	880	990	1120	1260	1460	1720
Aussetzbetrieb (60 s Überlast bei 380–440 V)	660	724	820	880	968	1089	1232	1386	1606	1892
Dauerbetrieb (bei 400 V)	416	456	516	554	610	686	776	873	1,012	1,192
Aussetzbetrieb (60 s Überlast bei 460–500 V)	457	501	568	610	671	754	854	960	1,113	1,311
Dauerbetrieb (bei 441–500 V)	540	590	678	730	780	890	1,050	1,160	1,380	1,530
Aussetzbetrieb (60 s Überlast (bei 441–500 V))	594	649	746	803	858	979	1,155	1,276	1,518	1,683
Dauerbetrieb (bei 460 V)	430	470	540	582	621	709	837	924	1,100	1,219
Dauerbetrieb (bei 500 V)	473	517	594	640	684	780	920	1,017	1,209	1,341
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (3x380–440 V) [A]	590	647	733	787	857	964	1,090	1,227	1,422	1,675
Dauerbetrieb (3x441–480 V) [A]	531	580	667	718	759	867	1,022	1,129	1,344	1,490
Max. externe Netzsicherungen <sup>1)</sup>	700	700	700	700	900	900	900	1,500	1,500	1,500
Max. Kabelquerschnitt:										
Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	8 x 300 MCM (8 x 150)								12 x 300 MCM (8 x 150)	
Netz (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	8 x 500 MCM (8 x 250)									
Regenerationsklemmen (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	4 x 250 MCM (4 x 120)									
Bremse (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	2 x 350 MCM (2 x 185)					4 x 350 MCM (4 x 185)				
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V AC bei max. Nennlast [W] <sup>3)</sup>	6705	7532	8677	9473	10162	11822	12512	14674	17293	19278
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V AC bei max. Nennlast [W] <sup>3)</sup>	6705	6724	7819	8527	8876	10424	11595	13213	16229	16624
F9/F11/F13 Max. zusätzliche Verluste für A1, EMV, CB oder Trennschalter und Schütz	682	766	882	963	1054	1093	1230	2280	2236	2541
Gewicht Schutzart IP21 [kg]	263	270	272	313	1004 (2214)				1246 (2748)	
Gewicht Schutzart IP54 [kg]	(580)	(595)	(600)	(690)						
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98									
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz									
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C					95 °C				
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C									

Tabelle 8.7 Netzversorgung 380–480 V AC

Netzversorgung 525–690 V AC										
	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P900	P1M0	P1M2	P1M4
<b>Normale Überlast 110 %/60 s</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung [PS] bei 525–550 V	355	400	450	500	560	670	750	850	1000	1100
Typische Wellenleistung [kW] bei 690	450	500	560	630	710	800	900	1000	1200	1400
Typische Wellenleistung [PS] bei 575	450	500	600	650	750	950	1050	1150	1350	1550
IP 21/NEMA 1 bei 525 V	F8/F9			F10/F11			F12/F13			
IP 21/NEMA 1 bei 575 V	F8/F9			F10/F11			F12/F13			
IP 21/NEMA 1 bei 690 V	F8/F9			F10/F11			F12/F13			
Ausgangsstrom										
Dauerbetrieb (6 x 525–550 V) [A]	470	523	596	630	763	889	988	1108	1317	1479
Aussetzbetrieb (6 x 550 V)	515	575	656	693	839	978	1087	1219	1449	1627
Dauerbetrieb (6 x 551–690 V) [A]	450	500	570	630	730	850	945	1060	1260	1415
Aussetzbetrieb (6 x 551–690 V) [A]	495	550	627	693	803	935	1040	1166	1386	1557
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	448	498	568	600	727	847	941	1056	1255	1409
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	448	498	568	627	727	847	941	1056	1255	1409
Dauerleistung kVA (690 V) [kVA]	538	598	681	753	872	1016	1129	1267	1506	1691
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (6 x 550 V) [A]	453	504	574	607	743	866	962	1079	1282	1440
Dauerbetrieb (6 x 575 V) [A]	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227	1378
Dauerbetrieb (6 x 690 V) [A]	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227	1378
Max. externe Netzsicherungen <sup>1)</sup>	630	630	630	630	900	900	900	1600	2000	2500
Max. Kabelquerschnitt:										
Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	8 x 300 MCM (8 x 150)						12 x 300 MCM (12 x 150)			
Netz (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	8 x 500 MCM (8 x 250)									
Regenerationsklemmen (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	4 x 250 MCM (4 x 120)									
Bremse (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )	4 x 350 MCM (4 x 185)									
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V AC bei max. Nennlast [W] <sup>3)</sup>	4974	5623	7018	7793	8933	10310	11692	12909	15358	17602
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V AC bei max. Nennlast [W] <sup>3)</sup>	5128	5794	7221	8017	9212	10659	12080	13305	15865	18173
Gewicht Schutzart IP21 [kg]	440/656 (880/1443)			880/1096 (1936/2471)			1022/1238 (2248/2724)			
Gewicht Schutzart IP54 [kg]										
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98									
Ausgangsfrequenz	0–525 Hz									
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C			95 °C	105 °C	95 °C	95 °C	105 °C	95 °C	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C									

**Tabelle 8.8 Netzversorgung 525–690 V AC**

1) Angaben zur Art der Sicherung finden Sie im Produkthandbuch.

2) American Wire Gauge

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von  $\pm 15\%$  liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen von Spannung und Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang  $eff2/eff3$ ). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei und umgekehrt. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen (typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich, bei einer vollständig belasteten Steuerkarte oder Optionen für jeweils Steckplatz A oder B).

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

## Schutzfunktionen und Eigenschaften

- Elektronischer thermischer Motorüberlastschutz.
- Die Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter bei Erreichen einer Temperatur von  $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  abschaltet. Sie können eine Überlastabschaltung durch hohe Temperatur erst zurücksetzen, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter  $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  gesunken ist (dies ist nur ein Richtwert: Temperaturen können je nach Leistungsgröße, Schutzart usw. verschieden sein). Der Frequenzumrichter besitzt eine Funktion zur automatischen Leistungsreduzierung, um einen Anstieg der Kühlkörpertemperatur auf  $95\text{ °C}$  zu vermeiden.
- 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 die Abschaltung des Frequenzumrichters sicher, wenn die Zwischenkreisspannung zu gering oder zu hoch ist.
- Der Frequenzumrichter ist an den Motorklemmen U, V und W gegen Erdschluss geschützt.

## Netzversorgung

Versorgungsklemmen (6-Puls.)	L1, L2, L3
Versorgungsklemmen (12-Puls.)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
Versorgungsspannung	380-480 V $\pm 10\%$
Versorgungsspannung	525-600 V $\pm 10\%$
Versorgungsspannung	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 Stoppepegel abfällt, der normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung liegt. Netz-Ein und volles Drehmoment ist bei einer Netzspannung unter 10 % der niedrigsten Versorgungsnennspannung nicht möglich.

Netzfrequenz	50/60 Hz $\pm 4/-6\%$
--------------	-----------------------

Die Spannungsversorgung des Frequenzumrichters wurde in Übereinstimmung mit IEC61000-4-28, 50 Hz  $\pm 4/-6\%$  getestet.

Max. kurzzeitiges Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor ( $\lambda$ )	$\geq 0,9$ bei Nennlast
Verschiebungsfaktor ( $\cos\phi$ ) nahe 1	(> 0,98)
Schalten an der Eingangsnetzversorgung L1, L2, L3 (Einschaltvorgänge) $\geq$ Schaltschranktyp D, E, F	max. 1x/2 Min.
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Das Gerät eignet sich für Netzversorgungen, die maximal 100.000 Aeff (symmetrisch) je 480/600 V liefern können.

## Motorausgang (U, V, W)

Ausgangsspannung	0-100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	1-3600 s

## Drehmomentkennlinie

Startmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 110 %/60 s*
Startmoment	maximal 135 % bis zu 0,5 s*
Überlastmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 110 %/60 s*

\*Prozentwert bezieht sich auf das Nennmoment.

Kabellängen und Querschnitte

Max. Motorkabellänge, abgeschirmt	150 m
Max. Motorkabellänge, nicht abgeschirmt	300 m
Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse *	
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, starrer Draht	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, Kabel mit Aderendhülse	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Mindestquerschnitt für Steuerklemmen	0,25 mm <sup>2</sup>

\* Siehe Kapitel 8.1 Allgemeine technische Daten für weitere Informationen.

Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle

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

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

Analogeingänge

Anzahl Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54
Betriebsarten	Spannung oder Strom
Betriebsartwahl	Schalter S201 und Schalter S202
Einstellung Spannung	Schalter S201/Schalter S202 = AUS (U)
Spannungspegel	0 bis + 10 V (skalierbar)
Eingangswiderstand, Ri	ca. 10 kΩ
Max. Spannung	± 20 V
Strom	Schalter S201/Schalter S202 = EIN (I)
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, Ri	ca. 200 Ω
Max. Strom	30 mA
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Abweichung 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	200 Hz

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

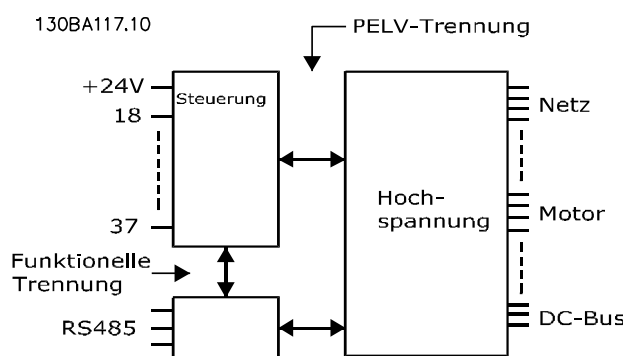


Abbildung 8.1 PELV-Trennung von Analogeingängen

**Analogausgang**

Anzahl programmierbarer Analogausgänge	1
Klemme Nr.	42
Strombereich am Analogausgang	0/4-20 mA
Max. Widerstandslast zu Masse am Analogausgang	500 $\Omega$
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Abweichung: 0,8 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	8 Bit

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

**Digitaleingänge**

Programmierbare Digitaleingänge	4 (6)
Klemme Nr.	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33,
Logik	PNP oder NPN
Spannungspegel	0-24 V DC
Spannungspegel, logisch „0“ PNP	< 5 V DC
Spannungspegel, logisch „1“ PNP	> 10 V DC
Spannungspegel, logisch „0“ NPN	> 19 V DC
Spannungspegel, logisch „1“ NPN	< 14 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R <sub>i</sub>	ca. 4 k $\Omega$

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

*1) Sie können die Klemmen 27 und 29 auch als Ausgang programmieren.*

**Digitalausgang**

Programmierbare Digital-/Pulsausgänge	2
Klemme Nr.	27, 29 <sup>1)</sup>
Spannungspegel am Digital-/Pulsausgang	0-24 V
Max. Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA
Max. Last am Pulsausgang	1 k $\Omega$
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

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

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

**Pulseingänge**

Programmierbare Pulseingänge	2
Klemmennummer Puls	29, 33
Max. Frequenz an Klemme 29, 33	110 kHz (Gegentakt)
Max. Frequenz an Klemme 29, 33	5 kHz (offener Kollektor)
Min. Frequenz an Klemme 29, 33	4 Hz
Spannungspegel	siehe Digitaleingänge
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R <sub>i</sub>	ca. 4 k $\Omega$
Pulseingangsgenauigkeit (0,1-1 kHz)	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala

**Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang**

Klemme Nr.	12, 13
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
<b>Klemmennummer Relais 01</b>	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
<b>Klemmennummer Relais 02</b>	4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) <sup>1)</sup> an 4-5 (schließen) (ohmsche Last) <sup>2)3)</sup>	400 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) <sup>1)</sup> an 4-5 (schließen) (induktive Last 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

1) IEC 60947 Teil 4 und 5

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

2) Überspannungskategorie II

3) UL-Anwendungen 300 V AC 2 A

## Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang

Klemme Nr.	50
Ausgangsspannung	10,5 V $\pm$ 0,5 V
Max. Last	25 mA

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

## Steuerungseigenschaften

Auflösung der Ausgangsfrequenz bei 0-590 Hz	$\pm$ 0,003 Hz
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	$\leq$ 2 ms
Drehzahlregelbereich (ohne Rückführung)	1:100 der Synchrondrehzahl
Drehzahlgenauigkeit (ohne Rückführung)	30–4000 UPM: Maximale Abweichung von $\pm$ 8 UPM

Alle Angaben zu Steuerungseigenschaften basieren auf einem 4-poligen Asynchronmotor

## Umgebungen

Schaltschranktyp D1h/D2h/E1/E2	IP00/Chassis
Schaltschranktyp D3h/D4h	IP20/Chassis
Schaltschranktyp D1h/D2h, E1, F1-F4, F8-F13	IP21/Typ 1, IP54/Typ 12
Vibrationstest Schaltschrank D/E/F	1 g
Maximale relative Feuchtigkeit	5–95 % (IEC 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 721-3-3), beschichtet	Klasse 3C3
Prüfverfahren nach IEC 60068-2-43 Hydrogensulfid (10 Tage)	
Umgebungstemperatur (bei 60° AVM Schaltmodus)	Max. 45 °C
Maximale Umgebungstemperatur bei reduzierter Last	55 °C

*Zur Leistungsreduzierung aufgrund von hoher Umgebungstemperatur siehe Kapitel 8.5.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur*

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 ohne Leistungsreduzierung	1000 m
Max. Höhe über dem Meeresspiegel mit Leistungsreduzierung	3000 m

*Zur Leistungsreduzierung aufgrund von hohem Luftdruck siehe Kapitel 8.5 Besondere Betriebsbedingungen*

EMV-Normen, Störaussendung	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3 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 8.5 Besondere Betriebsbedingungen für weitere Informationen.*

## Steuerkartenleistung

Abtastintervall	5 ms
-----------------	------

## Steuerkarte, serielle USB-Schnittstelle

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

**⚠ VORSICHT**

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.

Die USB-Verbindung ist nicht galvanisch von der Schutzterde getrennt. Verwenden Sie ausschließlich einen isolierten Laptop/PC als Anschluss für den USB-Anschluss am Frequenzumrichter oder ein isoliertes USB-Kabel bzw. einen isolierten USB-Konverter.

## 8.2 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, selbst wenn der Motor 100 % des Wellennendrehmoments oder, im Fall von Teillasten, nur 75 % liefert.

Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ändert sich nicht; selbst dann nicht, wenn Sie andere U/f-Eigenschaften wählen.

Dennoch haben die U/f-Eigenschaften 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 Lasten auf Grundlage von *Abbildung 8.2*. Der Faktor in dieser Abbildung muss mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor, der in den Spezifikationstabellen zu finden ist, multipliziert werden.

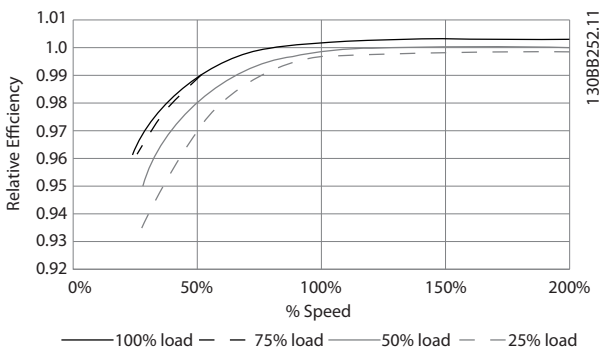


Abbildung 8.2 Typische Wirkungsgradkurven

Beispiel: Wir gehen von einem Frequenzumrichter mit 55 kW, 380-480 V AC bei 25 % Last und 50 % Drehzahl aus. Das Diagramm zeigt 0,97. Der Nenn-Wirkungsgrad für einen Frequenzumrichter von 55 kW ist 0,98. Der tatsächliche Wirkungsgrad ist gleich:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

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

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 Nennbereich 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-Eigenschaften 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:

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



### 8.3 Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

1. DC Zwischenschaltkreis Spulen.
2. Eingebaute Kühlblüfer
3. EMV-Filterdrossel

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

Baugröße	dB(A) 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 8.9 Störgeräusche

<sup>1)</sup>315 kW, 380-480 V AC. 450 und 500 kW, nur 525-690 V AC.

<sup>2)</sup>Alle weiteren Geräte der Baugröße E

### 8.4 Spitzenspannung am Motor

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

- Motorkabel
  - Typ
  - Querschnitt
  - Länge
  - abgeschirmt/nicht abgeschirmt
- 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. Eine zu hohe Spitzenspannung schädigt Motoren ohne Phasentrennungspapier in den Wicklungen. Bei kurzen Motorkabeln (wenige Meter) sind Anstiegszeit und Spitzenspannung niedriger. Bei einem langen Motorkabel (100 m) steigen Anstiegszeit und Spitzenspannung.

Bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder eine andere geeignete Isolationsverstärkung für den Betrieb mit Spannungsversorgung (wie ein Frequenzumrichter) bringen Sie ein Sinusfilter am Ausgang des Frequenzumrichters an.

Verwenden Sie folgende Faustregeln, um annähernde Kabellängen- und Spannungswerte zu erreichen, die hier nicht erwähnt werden:

1. Die Anstiegszeit steigt/fällt proportional zur Kabellänge.
2.  $U_{PEAK} = DC\text{-Zwischenkreisspannung} \times 1,9$   
(DC-Zwischenkreisspannung = Netzspannung  $\times 1,35$ ).
3.  $dU/dt = \frac{0,8 \times U_{PEAK}}{\text{Anstiegszeit}}$

Die Angaben werden gemäß IEC 60034-17 gemessen.

Die Kabellängen werden in Metern angegeben.

Frequenzumrichter N110 - N315, T4/380-500 V				
Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	400	0,26	1,180	2,109

Tabelle 8.10 N110-N315, T4/380-480 V

Frequenzumrichter, P400 - P1M0, T4				
Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	500	0,71	1,165	1,389
30	400	0,61	0,942	1,233
30	500 <sup>1)</sup>	0,80	0,906	0,904
30	400 <sup>1)</sup>	0,82	0,760	0,743

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

Tabelle 8.11 P400-P1M0, T4/380-480 V

Frequenzumrichter, P110 - P400, T7				
Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	690	0,38	1,513	3,304
30	575	0,23	1,313	2,750
30	690 <sup>1)</sup>	1,72	1,329	0,640

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

Tabelle 8.12 P110-P400, T7/525-690 V

Frequenzumrichter, P450 - P1M4, T7				
Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	690	0,57	1,611	2,261
30	575	0,25		2,510
30	690 <sup>1)</sup>	1,13	1,629	1,150

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

Tabelle 8.13 P450-P1M4, T7/525-690 V

## 8.5 Besondere Betriebsbedingungen

### 8.5.1 Zweck der Leistungsreduzierung

Berücksichtigen Sie die Leistungsreduzierung, wenn der Frequenzumrichter in den folgenden Bedingungen eingesetzt wird:

- Bei niedrigem Luftdruck (hohe Höhenlagen)
- Bei niedrigen Drehzahlen
- Mit langen Motorkabeln
- Kabel mit großem Querschnitt
- Hohe Umgebungstemperatur

Der vorliegende Abschnitt beschreibt die erforderlichen Maßnahmen.

### 8.5.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

Baugröße Modell	Normale Überlast NO, 110 % 60 AVM	Normale Überlast NO 110 % SFAVM
<b>Baugröße D</b> N110 bis N315 380-480 V		
<b>Baugröße E &amp; F</b> P355 bis P1M0 380-480 V		

8

Tabelle 8.14 Leistungsreduzierung bei Frequenzumrichtern mit einer Nennspannung von 380–480 V (T4)

Baugröße Modell	Normale Überlast NO, 110 % 60 AVM	Normale Überlast NO 110 % SFAVM
<b>Baugröße D</b> <b>N110 bis N315</b> <b>525-690 V</b>		
<b>Baugröße D</b> <b>N400</b> <b>525-690 V</b>		
<b>Baugröße E &amp; F</b> <b>P450 bis P1M0</b> <b>525-690 V</b>		

Tabelle 8.15 Leistungsreduzierung bei Frequenzumrichtern mit einer Nennspannung von 525–690 V (T7)

### 8.5.3 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung

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. Die Fähigkeit, den Ausgangsstrom automatisch zu reduzieren, erweitert die akzeptablen Betriebsbedingungen noch weiter.

### 8.5.4 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

Unterhalb einer Höhe von 1000 m über NN ist keine Leistungsreduzierung erforderlich. Oberhalb einer Höhe von 1000 m muss die Umgebungstemperatur ( $T_{AMB}$ ) oder der max. Ausgangsstrom ( $I_{out}$ ) entsprechend *Abbildung 8.3* reduziert werden.

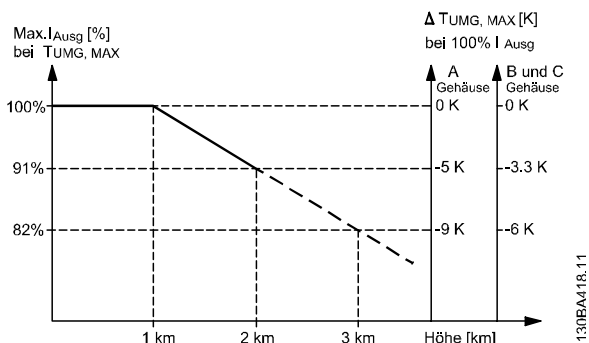


Abbildung 8.3 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung

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

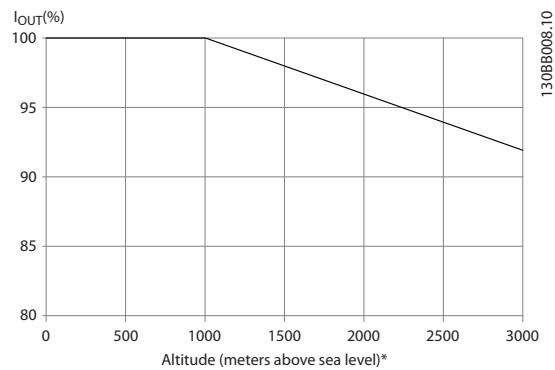


Abbildung 8.4 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei T<sub>AMB, MAX</sub>

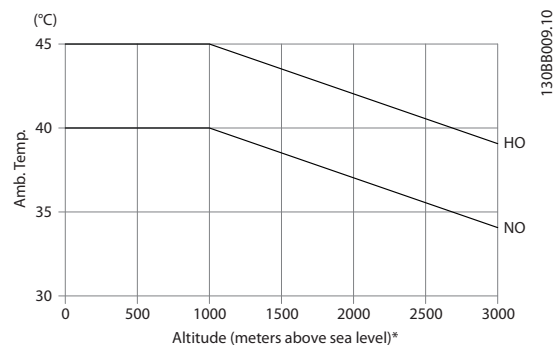


Abbildung 8.5 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei T<sub>AMB, MAX</sub>

### 8.5.5 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

Wenn ein Motor an den Frequenzumrichter angeschlossen ist, muss für eine ausreichende Motorkühlung gesorgt sein. Der Grad der Erwärmung hängt von der Last am Motor sowie von der Betriebsdrehzahl und -dauer ab.

#### Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)

In Anwendungen mit konstantem Drehmoment kann im niedrigen Drehzahlbereich ein Problem auftreten. Ein Motor kann sich bei niedrigen Drehzahlen überhitzen, da ihm weniger Kühlluft von seinem integrierten Kühllüfter zugeführt wird.

Wenn Sie den Motor kontinuierlich bei weniger als der Hälfte seiner Nenndrehzahl betreiben, müssen Sie die Kühlung verstärken. Ein für diesen Betrieb ausgelegter Motor kann ebenfalls eingesetzt werden.

Alternativ können Sie auch die relative Belastung des Motors verringern, indem Sie einen größeren Motor einsetzen, was jedoch durch die Leistungsgröße des Frequenzumrichters eingeschränkt ist.

Anwendungen mit variablem (quadratischem) Drehmoment (VT)

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

In *Abbildung 8.6* liegt die typische Kurve für das variable Drehmoment in allen Drehzahlbereichen unter dem maximalen Drehmoment bei Leistungsreduzierung und dem maximalen Drehmoment bei Zwangskühlung.

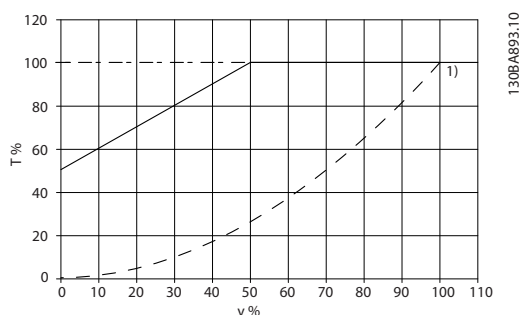


Abbildung 8.6 Max. Last eines Standardmotors bei 40 °C, angetrieben von einem Frequenzumrichter

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

Tabelle 8.16 Legende zu *Abbildung 8.6*

8.6 Fehlersuche und -behebung

Die entsprechende LED an der Frontseite des Frequenzumrichters signalisiert eine Warnung oder einen Alarm, das Display zeigt einen entsprechenden Code.

Eine Warnung bleibt so lange bestehen, bis die Ursache nicht mehr vorliegt. Sie können den Motor dabei unter bestimmten Bedingungen weiter betreiben. Warnmeldungen können, aber müssen nicht unbedingt kritisch sein.

Bei einem Alarm hat der Frequenzumrichter abgeschaltet. Sie müssen Alarme zur Wiederaufnahme des Betriebs nach Beseitigung der Ursache quittieren.

Dies kann auf vier Arten geschehen:

1. Drücken Sie [RESET] am LCP.
2. Über einen Digitaleingang mit der Funktion „Reset“.
3. Über serielle Schnittstelle/optionalen Feldbus.
4. Durch automatisches Quittieren über die [Auto Reset]-Funktion, eine Werkseinstellung für VLT® HVAC Drive. Siehe 14-20 *Quittierfunktion* im VLT® HVAC-Programmierungshandbuch

**HINWEIS**

Nach Quittieren über die [RESET]-Taste müssen Sie die Taste [Auto on] oder [Hand on] drücken, um den Motor neu zu starten.

Wenn sich ein Alarm nicht quittieren lässt, kann dies daran liegen, dass die Ursache noch nicht beseitigt ist oder der Alarm mit einer Abschaltblockierung versehen ist (siehe auch *Tabelle 8.17*).

## **⚠ VORSICHT**

Alarmer mit Abschaltblockierung bieten einen zusätzlichen Schutz, d. h. Sie müssen vor dem Quittieren des Alarms die Netzversorgung ausschalten. Nach dem Wiedereinschalten der Netzversorgung ist der Frequenzumrichter nicht mehr blockiert und Sie können ihn nach Beseitigung der Ursache wie oben beschrieben quittieren.

Alarmer ohne Abschaltblockierung können auch mittels der automatischen Quittierfunktion in 14-20 Quittierfunktion zurückgesetzt werden (Achtung: automatischer Wiederanlauf möglich)

Ist in Tabelle 8.17 für einen Code Warnung und Alarm markiert, tritt entweder eine Warnung vor einem Alarm auf, oder Sie können festlegen, ob der Frequenzumrichter für einen bestimmten Fehler eine Warnung oder ein Alarm ausgeben soll.

Dies ist z. B. in 1-90 Thermischer Motorschutz möglich. Nach einem Alarm oder einer Abschaltung läuft der Motor im Freilauf aus, und am Frequenzumrichter blinken Alarm und Warnung. Nachdem Sie das Problem behoben haben, blinkt nur noch der Alarm.

## **HINWEIS**

Wenn 1-10 Motorart auf [1] PM, Vollpol eingestellt ist, sind die Erkennung der fehlenden Motorphase (Nr. 30-32) und die Blockierererkennung nicht aktiv.

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/ Abschaltung	Alarm/Abschaltblo- ckierung	Parameterbe- zeichnung
1	10 Volt niedrig	X			
2	Signalfehler	(X)	(X)		6-01
3	Kein Motor	(X)			1-80
4	Netzunsymmetrie	(X)	(X)	(X)	14-12
5	DC-Spannung hoch	X			
6	DC-Spannung niedrig	X			
7	DC-Überspannung	X	X		
8	DC-Unterspannung	X	X		
9	Wechselrichterüberlastung	X	X		
10	Motortemperatur ETR	(X)	(X)		1-90
11	Motor-Thermistor Übertemperatur	(X)	(X)		1-90
12	Drehmomentgrenze	X	X		
13	Überstrom	X	X	X	
14	Erdschluss	X	X	X	
15	Inkompatible Hardware		X	X	
16	Kurzschluss		X	X	
17	Steuerwort-Timeout	(X)	(X)		8-04
18	Start-Fehler		X		
23	Interne Lüfter	X			
24	Externe Lüfter	X			14-53
25	Bremswiderstand Kurzschluss	X			
26	Bremswiderstand Leistungsgrenze	(X)	(X)		2-13
27	Bremsschopper Kurzschluss	X	X		
28	Bremswiderstand Test	(X)	(X)		2-15
29	Umrichter Übertemperatur	X	X	X	
30	Motorphase U fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58
31	Motorphase V fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58
32	Motorphase W fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58
33	Inrush Fehler		X	X	
34	Feldbus-Fehler	X	X		
35	Außerhalb Frequenzbereich	X	X		
36	Netzausfall	X	X		
37	Phasenunsymmetrie	X	X		
38	Interner Fehler		X	X	

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/ Abschaltung	Alarm/Abschaltblo- ckierung	Parameterbe- zeichnung
39	Kühlkörpergeber		X	X	
40	Digitalausgang 27 ist überlastet	(X)			5-00, 5-01
41	Digitalausgang 29 ist überlastet	(X)			5-00, 5-02
42	Digitalausgang X30/6 ist überlastet	(X)			5-32
42	Digitalausgang X30/7 ist überlastet	(X)			5-33
46	Umrichter Versorgung		X	X	
47	24-V-Versorgung niedrig	X	X	X	
48	1,8V Versorgung Fehler		X	X	
49	Drehzahlgrenze	X	(X)		1-86
50	AMA-Kalibrierungsfehler		X		
51	AMA-Motordaten überprüfen		X		
52	AMA Motornennstrom überprüfen		X		
53	AMA-Motor zu groß		X		
54	AMA-Motor zu klein		X		
55	AMA-Daten außerhalb des Bereichs		X		
56	AMA Abbruch		X		
57	AMA-Timeout		X		
58	AMA-Interner Fehler	X	X		
59	Stromgrenze	X			
60	Ext. Verriegelung	X			
62	Ausgangsfrequenz Grenze	X			
64	Motorspannung	X			
65	Steuerkarte Übertemperatur	X	X	X	
66	Kühlkörpertemperatur zu niedrig	X			
67	Optionen neu		X		
68	Sicher abgeschaltetes Moment	(X)	X <sup>1)</sup>		5-19
69	Leistungsteil Übertemperatur (nur Baugrößen E und F)		X	X	
70	Ungültige FC-Konfiguration			X	
71	PTC 1 Sicher abgeschaltetes Moment	X	X <sup>1)</sup>		
72	Gefährl. Fehler			X <sup>1)</sup>	
73	Sicher abgeschaltetes Moment Autom. Wiederanlauf				
76	Konfiguration Leistungseinheit	X			
79	Ungültige Leistungsteil-Konfiguration		X	X	
80	Initialisiert		X		
91	AI54 Einstellungsfehler			X	
92	Kein Durchfluss	X	X		22-2*
93	Trockenlauf	X	X		22-2*
94	Kennlinienende	X	X		22-5*
95	Riemenbruch	X	X		22-6*
96	Startverzögerung	X			22-7*
97	Stoppverzögerung	X			22-7*
98	Uhr Fehler	X			0-7*
104	Fehler Umluftgebläse	X	X		14-53
201	Notfallbetrieb war aktiv				
202	Grenzwerte Notfallbetrieb überschritten				
203	Fehlender Motor				
204	Rotor gesperrt				
243	Bremse IGBT	X	X		
244	Kühlkörpertemp.	X	X	X	
245	Kühlkörpergeber		X	X	
246	Umrichter Versorgung		X	X	
247	Umrichter Übertemperatur		X	X	



Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/ Abschaltung	Alarm/Abschaltblo- ckierung	Parameterbe- zeichnung
248	Ungültige Leistungsteil-Konfiguration		X	X	
250	Neues Ersatzteil			X	
251	Neuer Typencode		X	X	

**Tabelle 8.17** Liste der Alarm-/Warncodes

(X) Parameterabhängig

1) Kann über 14-20 Quittierfunktion nicht automatisch quittiert werden

Das Auftreten eines Alarms leitet eine Abschaltung ein. Die Abschaltung führt zum Motorfreilauf und kann durch Drücken der Taste [Reset] oder mit einem Reset über einen Digitaleingang (Parametergruppe 5-1\* [1]) zurückgesetzt werden. Die Ursache des Alarms kann den Frequenzumrichter nicht beschädigen und keine gefährlichen Bedingungen herbeiführen. Eine Abschaltblockierung tritt auf, wenn ein Alarm angezeigt wird, der den Frequenzumrichter oder angeschlossene Teile beschädigen könnte. Sie können eine Abschaltblockierung nur durch Aus- und Einschalten des Frequenzumrichters quittieren.

Warnung	Gelb
Alarm	Rot blinkend
Abschaltblockierung	Gelb und Rot

**Tabelle 8.18** LED-Anzeigen

Alarmwort und erweitertes Zustandswort					
Bit	Hex	Dez	Alarmwort	Warnwort	Erweitertes Zustandswort
0	00000001	1	Bremstest	Bremstest	Rampe
1	00000002	2	Leistungsteil Übertemp.	Leistungsteil Übertemp.	AMA läuft
2	00000004	4	Erdschluss	Erdschluss	Start Rechts-/Linkslauf
3	00000008	8	Steuer.Temp	Steuer.Temp	Freq.korr. Ab
4	00000010	16	Geregelte Timeout	Geregelte Timeout	Freq.korr. Auf
5	00000020	32	Überstrom	Überstrom	Istwert hoch
6	00000040	64	Drehmomentgrenze	Drehmomentgrenze	Istwert niedr.
7	00000080	128	Motor Therm. Über	Motor Therm. Über	Ausgangsstrom hoch
8	00000100	256	Motortemp.ETR	Motortemp.ETR	Ausgangsstrom niedrig
9	00000200	512	WR-Überlast	WR-Überlast	Ausgangsfreq. hoch
10	00000400	1024	DC-Untersp.	DC-Untersp.	Ausgangsfreq. niedrig
11	00000800	2048	DC-Übersp.	DC-Übersp.	Bremstest i.O.
12	00001000	4096	Kurzschluss	DC niedrig	Max. Bremsung
13	00002000	8192	Einschaltstrom-Fehler	DC hoch	Bremsung
14	00004000	16384	Netzunsymm. Verlust	Netzunsymm. Verlust	Außerh.Drehzahlber.
15	00008000	32768	AMA nicht OK	Kein Motor	Überspannungssteuerung aktiv
16	00010000	65536	Signalfehler	Signalfehler	
17	00020000	131072	Interner Fehler	10 V niedrig	
18	00040000	262144	Bremswid. überlastet	Bremswid. überlastet	
19	00080000	524288	Keine Mot.Phase U	Bremswiderstand	
20	00100000	1048576	Keine Mot.Phase V	Bremse IGBT	
21	00200000	2097152	Keine Mot.Phase W	Drehzahlgrenze	
22	00400000	4194304	Feldbus-Fehl.	Feldbus-Fehl.	
23	00800000	8388608	24 V Fehler	24 V Fehler	
24	01000000	16777216	Netzausfall	Netzausfall	
25	02000000	33554432	1,8 V Fehler	Stromgrenze	
26	04000000	67108864	Bremswiderstand	Tem. niedrig	
27	08000000	134217728	Bremse IGBT	Motorspannung Grenze	
28	10000000	268435456	Optionen neu	Reserviert	
29	20000000	536870912	Initialisiert	Reserviert	
30	40000000	1073741824	Sicher abgeschaltetes Moment	Reserviert	
31	80000000	2147483648	Mech. Bremse Fehler (A63)	Erweitertes Zustandswort	

Tabelle 8.19 Beschreibung des Alarmworts, Warnworts und erweiterten Zustandsworts

Die Alarmwörter, Warnwörter und erweiterten Zustandswörter können zur Diagnose über den seriellen Bus oder den optionalen Feldbus ausgelesen werden. Siehe auch 16-90 Alarmwort, 16-92 Warnwort und 16-94 Erw. Zustandswort.

## 8.6.1 Alarmwörter

## 16-90 Alarmwort

Bit (Hex)	Alarmwort (16-90 Alarmwort)
00000001	
00000002	Leistungskarte Übertemperatur
00000004	Erdschluss
00000008	
00000010	Steuerwort-Timeout
00000020	Überstrom
00000040	
00000080	Motor Thermistor
00000100	Motortemperatur ETR
00000200	Wechselrichterüberlastung
00000400	Zwischenkreisunterspannung
00000800	Zwischenkreisüberspannung
00001000	Kurzschluss
00002000	
00004000	Netzunsymmetrie
00008000	AMA nicht OK
00010000	Signalfehler
00020000	Interner Fehler
00040000	
00080000	Die Motorphase U fehlt
00100000	Die Motorphase V fehlt
00200000	Die Motorphase W fehlt
00800000	Steuerspannungsfehler
01000000	
02000000	VDD, Versorgung niedrig
04000000	Bremswiderstand Kurzschluss
08000000	Bremse IGBT-Fehler
10000000	Erdschluss ENTSÄTT
20000000	Antrieb initialisiert
40000000	Sicher abgeschaltetes Moment [A68]
80000000	

Tabelle 8.20 Alarmwort

## 16-91 Alarmwort 2

Bit (Hex)	Alarmwort 2 (16-91 Alarmwort 2)
00000001	
00000002	Reserviert
00000004	Wartungsabschaltung, Typencode/ Ersatzteil
00000008	Reserviert
00000010	Reserviert
00000020	
00000040	
00000080	
00000100	Defekter Riemen
00000200	Unbenutzt
00000400	Unbenutzt
00000800	Reserviert
00001000	Reserviert
00002000	Reserviert
00004000	Reserviert
00008000	Reserviert
00010000	Reserviert
00020000	Unbenutzt
00040000	Lüfterfehler
00080000	ECB-Fehler
00100000	Reserviert
00200000	Reserviert
00400000	Reserviert
00800000	Reserviert
01000000	Reserviert
02000000	Reserviert
04000000	Reserviert
08000000	Reserviert
10000000	Reserviert
20000000	Reserviert
40000000	PTC 1 Sicher abgeschaltetes Moment [A71]
80000000	Gefährlicher Fehler [A72]

Tabelle 8.21 Alarmwort 2

## 8.6.2 Warnwörter

## 16-92 Warnwort

Bit (Hex)	Warnwort (16-92 Warnwort)
00000001	
00000002	Leistungskarte Übertemperatur
00000004	Erdschluss
00000008	
00000010	Steuerwort-Timeout
00000020	Überstrom
00000040	
00000080	Motor Thermistor
00000100	Motortemperatur ETR
00000200	Wechselrichterüberlastung
00000400	Zwischenkreisunterspannung
00000800	Zwischenkreisüberspannung
00001000	
00002000	
00004000	Netzunsymmetrie
00008000	Kein Motor
00010000	Signalfehler
00020000	
00040000	
00080000	
00100000	
00200000	
00400000	
00800000	
01000000	
02000000	Stromgrenze
04000000	
08000000	
10000000	
20000000	
40000000	Sicher abgeschaltetes Moment [W68]
80000000	Unbenutzt

Tabelle 8.22 Warnwörter

## 16-93 Warnwort 2

Bit (Hex)	Warnwort 2 (16-93 Warnwort 2)
00000001	
00000002	
00000004	Uhrausfall
00000008	Reserviert
00000010	Reserviert
00000020	
00000040	
00000080	Kennlinienende
00000100	Defekter Riemen
00000200	Unbenutzt
00000400	Reserviert
00000800	Reserviert
00001000	Reserviert
00002000	Reserviert
00004000	Reserviert
00008000	Reserviert
00010000	Reserviert
00020000	Unbenutzt
00040000	Lüfterwarnung
00080000	
00100000	Reserviert
00200000	Reserviert
00400000	Reserviert
00800000	Reserviert
01000000	Reserviert
02000000	Reserviert
04000000	Reserviert
08000000	Reserviert
10000000	Reserviert
20000000	Reserviert
40000000	PTC 1 Sicher abgeschaltetes Moment [W71]
80000000	Reserviert

Tabelle 8.23 Warnwörter 2

### 8.6.3 Erweiterte Zustandswörter

**Erweitertes Zustandswort, 16-94 Erw. Zustandswort**

Bit (Hex)	Erweitertes Zustandswort (16-94 Erw. Zustandswort)
00000001	Rampe
00000002	AMA Tuning
00000004	Start Rechts-/Linkslauf
00000008	Unbenutzt
00000010	Unbenutzt
00000020	Istwert hoch
00000040	Istwert niedr.
00000080	Ausgangsstrom hoch
00000100	Ausgangsstrom niedrig
00000200	Ausgangsfrequenz hoch
00000400	Ausgangsfrequenz niedrig
00000800	Bremswiderstand-Test OK
00001000	Max. Bremsung
00002000	Bremsung
00004000	Außerh.Drehzahlber.
00008000	Übersp.-Steu.
00010000	AC-Bremse
00020000	Passwort-Zeitsperre
00040000	Passwortschutz
00080000	Max.-Sollwert
00100000	Min.-Sollwert
00200000	Ortsollwert/Fern-Sollwert
00400000	Reserviert
00800000	Reserviert
01000000	Reserviert
02000000	Reserviert
04000000	Reserviert
08000000	Reserviert
10000000	Reserviert
20000000	Reserviert
40000000	Reserviert
80000000	Reserviert

**Tabelle 8.24 Erweitertes Zustandswort**
**Erweitertes Zustandswort 2, 16-95 Erw. Zustandswort 2**

Bit (Hex)	Erweitertes Zustandswort 2 (16-95 Erw. Zustandswort 2)
00000001	Off
00000002	Hand/Auto
00000004	Unbenutzt
00000008	Unbenutzt
00000010	Unbenutzt
00000020	Relais 123 aktiv
00000040	Start verhindert
00000080	Steuer. bereit
00000100	Bereit
00000200	Schnellstopp
00000400	DC-Bremse
00000800	Stopp
00001000	Standby
00002000	Speicheraufforderung
00004000	Drehz. speich.
00008000	Jogaufford.
00010000	Festdrz. JOG
00020000	Startaufforderung
00040000	Start
00080000	Startbefehl angewendet
00100000	Startverzög.
00200000	Energiesparmodus
00400000	Energiespar-Boost
00800000	In Betrieb
01000000	Bypass
02000000	Notfallbetrieb
04000000	Reserviert
08000000	Reserviert
10000000	Reserviert
20000000	Reserviert
40000000	Reserviert
80000000	Reserviert

**Tabelle 8.25 Erweitertes Zustandswort 2**

## 8.6.4 Einführung Warnung und Alarm

Die nachstehenden Warn-/Alarminformationen beschreiben den Warn-/Alarmzustand, geben die wahrscheinliche Ursache des Zustands sowie Einzelheiten zur Abhilfe und zu den entsprechenden Verfahren zur Fehlersuche und -behebung an.

Testverfahren werden im Wartungshandbuch beschrieben und dürfen nur von Fachpersonal durchgeführt werden.

### WARNUNG 1, 10 Volt niedrig

Die Spannung von Klemme 50 an der Steuerkarte ist unter 10 Volt.

Die 10-Volt-Versorgung ist überlastet. Verringern Sie die Last an Klemme 50. Max. 15 mA oder min. 590  $\Omega$ .

Diese Bedingung kann ein Kurzschluss in einem angeschlossenen Potenziometer oder eine falsche Verkabelung des Potenziometers verursachen.

### Fehlersuche und -behebung

Entfernen Sie das Kabel an Klemme 50. Wenn der Frequenzumrichter die Warnung nicht mehr anzeigt, liegt ein Problem mit der Kundenverkabelung vor. Zeigt er die Warnung weiterhin an, tauschen Sie die Steuerkarte aus.

### WARNUNG/ALARM 2, Signalfehler

Der Frequenzumrichter zeigt diese Warnung oder diesen Alarm nur an, wenn Sie dies in *6-01 Signalausfall Funktion* programmiert haben. Das Signal an einem der Analogeingänge liegt unter 50 % des Mindestwerts, der für diesen Eingang programmiert ist. Dieser Zustand kann durch ein gebrochenes Kabel oder ein defektes Gerät, das das Signal sendet, verursacht werden.

### Fehlersuche und -behebung

Prüfen Sie die Anschlüsse an allen Analogeingangsklemmen:

- Steuerkartenklemmen 53 und 54 für Signale, Klemme 55 Masse.
- MCB 101 Klemmen 11 und 12 für Signal, Klemme 10 Masse.
- MCB 109, Klemmen 1, 3, 5 für Signale, Klemmen 2, 4, 6 Masse).

Prüfen Sie, ob die Programmierung/Programmierung des Frequenzumrichters und Schaltereinstellungen mit dem Analogsignaltyp übereinstimmen.

Prüfen Sie das Signal an den Eingangsklemmen.

### WARNUNG/ALARM 4, Netzunsymmetrie

Versorgungsseitig fehlt eine Phase, oder das Ungleichgewicht der Netzspannung ist zu hoch. Diese Meldung erscheint im Falle eines Fehlers im Eingangsgleichrichter des Frequenzumrichters. Programmieren Sie die Optionen in *14-12 Netzphasen-Unsymmetrie*.

### Fehlersuche und -behebung

Kontrollieren Sie die Versorgungsspannung und die Versorgungsströme zum Frequenzumrichter.

### WARNUNG 5, DC-Spannung hoch

Die Zwischenkreisspannung (DC) liegt oberhalb der Überspannungsgrenze des Steuersystems. Die Grenze ist abhängig von der Nennspannung des Frequenzumrichters. Das Gerät bleibt aktiv.

### WARNUNG 6, DC-Spannung niedrig

Die Zwischenkreisspannung (DC) liegt unter dem Spannungsgrenzwert des Steuersystems. Die Grenze ist abhängig von der Nennspannung des Frequenzumrichters. Das Gerät bleibt aktiv.

### WARNUNG/ALARM 7, DC-Überspannung

Überschreitet die Zwischenkreisspannung den Grenzwert, schaltet der Frequenzumrichter nach einiger Zeit ab.

### Fehlersuche und -behebung

Schließen Sie einen Bremswiderstand an.

Verlängern Sie die Rampenzeit.

Ändern Sie den Rampentyp.

Aktivieren Sie die Funktionen in *2-10 Bremsfunktion*.

Erhöhen Sie *14-26 WR-Fehler Abschaltverzögerung*.

### WARNUNG/ALARM 8, DC-Unterspannung

Wenn die Zwischenkreisspannung (DC-Zwischenkreis) unter den unteren Spannungsgrenzwert sinkt, prüft der Frequenzumrichter, ob eine externe 24 V DC-Versorgung angeschlossen ist. Wenn keine externe 24 V DC-Versorgung angeschlossen ist, schaltet der Frequenzumrichter nach einer festgelegten Zeit ab. Die Verzögerungszeit hängt von der Gerätegröße ab.

### Fehlersuche und -behebung

Prüfen Sie, ob die Versorgungsspannung mit der Spannung des Frequenzumrichters übereinstimmt.

Prüfen Sie die Eingangsspannung.

Prüfen Sie die Vorladekreisschaltung.

### WARNUNG/ALARM 9, WR-Überlast

Der Frequenzumrichter schaltet aufgrund von Überlastung (zu hoher Strom über zu lange Zeit) bald ab. Der Zähler für den elektronischen, thermischen Wechselrichterschutz gibt bei 98 % eine Warnung aus und schaltet bei 100 % mit einem Alarm ab. Sie können den Frequenzumrichter erst quittieren, wenn der Zähler unter 90 % gefallen ist. Das Problem besteht darin, dass Sie den Frequenzumrichter zu lange mit mehr als 100 % Ausgangsstrom überlastet haben.

**Fehlersuche und -behebung**

Vergleichen Sie den Ausgangsstrom auf dem LCP mit dem Nennstrom des Frequenzumrichters.

Vergleichen Sie den auf dem LCP angezeigten Ausgangsstrom mit dem gemessenen Motorstrom.

Lassen Sie die thermische Last des Frequenzumrichters auf dem LCP anzeigen und überwachen Sie den Wert. Bei Betrieb des Frequenzumrichters über dem Dauer-Nennstrom sollte der Zählerwert steigen. Bei Betrieb unter dem Dauer-Nennstrom des Frequenzumrichters sollte der Zählerwert sinken.

Wenn Sie eine höhere Taktfrequenz benötigen, lesen Sie *Kapitel 8.5 Besondere Betriebsbedingungen*.

**WARNUNG/ALARM 10, Motortemp. ETR**

Die ETR-Funktion hat eine thermische Überlastung des Motors errechnet. In *1-90 Thermischer Motorschutz* können Sie wählen, ob der Frequenzumrichter eine Warnung oder einen Alarm ausgeben soll, wenn der Zähler 100 % erreicht. Der Fehler tritt auf, wenn der Motor zu lange mit über 100 % überlastet wird.

**Fehlersuche und -behebung**

Prüfen Sie den Motor auf Überhitzung.

Prüfen Sie, ob der Motor mechanisch überlastet ist.

Prüfen Sie die Einstellung des richtigen Motorstroms in *1-24 Motornennstrom*.

Überprüfen Sie, ob die Motordaten in den Parametern 1-20 bis 1-25 korrekt eingestellt sind.

Wenn ein externer Lüfter verwendet wird, stellen Sie in *1-91 Fremdbelüftung* sicher, dass er ausgewählt ist.

Ausführen einer AMA in *1-29 Autom. Motoranpassung* stimmt den Frequenzumrichter genauer auf den Motor ab und reduziert die thermische Belastung reduzieren.

**WARNUNG/ALARM 11, Motor Thermistor**

Der Thermistor bzw. die Verbindung zum Thermistor ist ggf. unterbrochen. Wählen Sie in *1-90 Thermischer Motorschutz*, ob der Frequenzumrichter eine Warnung oder einen Alarm ausgeben soll.

**Fehlersuche und -behebung**

Prüfen Sie den Motor auf Überhitzung.

Prüfen Sie, ob der Motor mechanisch überlastet ist.

Prüfen Sie bei Verwendung von Klemme 53 oder 54, ob der Thermistor korrekt zwischen Klemme 53 oder 54 (Analogspannungseingang) und Klemme 50 (+10-Volt-Versorgung) angeschlossen und der Schalter für Klemme 53 oder 54 auf Spannung eingestellt ist. Überprüfen Sie, dass *1-93 Thermistoranschluss* Klemme 53 oder 54 auswählt.

Prüfen Sie bei Verwendung der Digitaleingänge 18 oder 19, ob der Thermistor korrekt zwischen Klemme 18 oder 19 (nur Digitaleingang PNP) und Klemme 50 angeschlossen ist. Überprüfen Sie, dass *1-93 Thermistoranschluss* Klemme 18 oder 19 auswählt.

**WARNUNG/ALARM 12, Drehmomentgrenze**

Das Drehmoment ist höher als der Wert in *4-16 Momentengrenze motorisch* oder der Wert in *4-17 Momentengrenze generatorisch*. In *14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* können Sie einstellen, ob der Frequenzumrichter bei dieser Bedingung nur eine Warnung ausgibt oder ob ihr ein Alarm folgt.

**Fehlersuche und -behebung**

Wenn das System die motorische Drehmomentgrenze während Rampe auf überschreitet, verlängern Sie die Rampe-auf-Zeit.

Wenn das System die generatorische Drehmomentgrenze während der Rampe ab überschreitet, verlängern Sie die Rampe-ab-Zeit.

Wenn die Drehmomentgrenze im Betrieb auftritt, erhöhen Sie ggf. die Drehmomentgrenze. Stellen Sie dabei sicher, dass das System mit höherem Drehmoment sicher arbeitet.

Überprüfen Sie die Anwendung auf zu starke Stromaufnahme vom Motor.

**WARNUNG/ALARM 13, Überstrom**

Die Spitzenstromgrenze des Wechselrichters (ca. 200 % des Nennstroms) ist überschritten. Die Warnung dauert ca. 1,5 s. Danach schaltet der Frequenzumrichter ab und gibt einen Alarm aus. Diesen Fehler könnten eine Stoßbelastung oder eine schnelle Beschleunigung mit hohen Trägheitsmomenten verursachen. Bei Auswahl der erweiterten mechanischen Bremssteuerung können Sie die Abschaltung extern quittieren.

**Fehlersuche und -behebung**

Entfernen Sie die Netzversorgung und prüfen Sie, ob die Motorwelle gedreht werden kann.

Kontrollieren Sie, ob die Motorgröße mit dem Frequenzumrichter übereinstimmt.

Überprüfen Sie die Parameter 1-20 bis 1-25 auf korrekte Motordaten.

**ALARM 14, Erdschluss**

Es wurde ein Erdschluss zwischen einer Ausgangsphase und Erde festgestellt. Überprüfen Sie die Isolation des Motors und des Motorkabels.

**Fehlersuche und -behebung:**

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und beheben Sie den Erdschluss.

Prüfen Sie, ob Erdschlüsse im Motor vorliegen, indem Sie mit Hilfe eines Megaohmmeters den Widerstand der Motorkabel und des Motors zur Masse messen.

**ALARM 15, Inkompatible Hardware**

Ein eingebautes Optionsmodul ist mit der aktuellen Hardware oder Software der Steuerkarte nicht kompatibel.

Notieren Sie den Wert der folgenden Parameter und wenden Sie sich an Danfoss.

15-40 FC Type

15-41 Power Section

15-42 Voltage

15-43 Software Version

15-45 Actual Typecode String

15-49 SW ID Control Card

15-50 SW ID Power Card

15-60 Option Mounted

15-61 Option SW Version (für alle Optionssteckplätze)

**ALARM 16, Kurzschluss**

Es liegt ein Kurzschluss im Motor oder in den Motorkabeln vor.

Schalten Sie den Frequenzumrichter ab und beheben Sie den Kurzschluss.

**WARNUNG/ALARM 17, Steuerwort-Timeout**

Es besteht keine Kommunikation zum Frequenzumrichter. Die Warnung ist nur aktiv, wenn Sie *8-04 Control Word Timeout Function* NICHT auf AUS programmiert haben. Wenn *8-04 Control Word Timeout Function* auf *Stopp* und *Abschaltung* eingestellt ist, wird zuerst eine Warnung angezeigt und dann fährt der Frequenzumrichter bis zur Abschaltung mit Ausgabe eines Alarms herunter.

**Fehlersuche und -behebung:**

Prüfen Sie die Verbindungen des seriellen Kommunikationskabels.

Erhöhen Sie *8-03 Control Word Timeout Time*.

Überprüfen Sie die Funktion der Kommunikationsgeräte.

Überprüfen Sie auf EMV-gerechte Installation.

**ALARM 18, Start-Fehler**

Die Drehzahl konnte während des Starts *1-77 Kompressorstart Max. Drehzahl [UPM]* innerhalb des zulässigen Zeitraums (festgelegt in *1-79 Kompressorstart Max. Anlaufzeit*) nicht überschreiten. Dies kann durch einen blockierten Motor verursacht werden.

**WARNUNG 23, Interne Lüfter**

Die Lüfterwarnfunktion ist eine zusätzliche Schutzfunktion, die prüft, ob der Lüfter läuft bzw. installiert ist. Sie können die Lüfterwarnung in *14-53 Fan Monitor* ([0] Deaktiviert) deaktivieren.

Bei Geräten der Baugröße D, E oder F erfolgt eine Überwachung der geregelten Lüfterspannung.

**Fehlersuche und -behebung**

Prüfen Sie, ob der Lüfter einwandfrei funktioniert.

Schalten Sie die Netzversorgung zum Frequenzumrichter aus und wieder ein. Überprüfen Sie dabei, ob der Lüfter beim Start kurz läuft.

Prüfen Sie die Fühler am Kühlkörper und an der Steuerkarte.

**WARNUNG 24, Externe Lüfter**

Die Lüfterwarnfunktion ist eine zusätzliche Schutzfunktion, die prüft, ob der Lüfter läuft bzw. installiert ist. Sie können die Lüfterwarnung in *14-53 Fan Monitor* ([0] Deaktiviert) deaktivieren.

**Fehlersuche und -behebung**

Prüfen Sie, ob der Lüfter einwandfrei funktioniert.

Schalten Sie die Netzversorgung zum Frequenzumrichter aus und wieder ein. Überprüfen Sie dabei, ob der Lüfter beim Start kurz läuft.

Prüfen Sie die Fühler am Kühlkörper und an der Steuerkarte.

**WARNUNG 25, Bremswiderstand Kurzschluss**

Der Frequenzumrichter überwacht den Bremswiderstand während des Betriebs. Ein Kurzschluss bricht die Bremsfunktion abgebrochen und verursacht eine Warnung. Sie können den Frequenzumrichter weiterhin betreiben, allerdings ohne Bremsfunktion. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und tauschen Sie den Bremswiderstand aus (siehe *2-15 Brake Check*).

**WARNUNG/ALARM 26, Bremswiderstand Leistungsgrenze**

Die auf den Bremswiderstand übertragene Leistung wird als Mittelwert für die letzten 120 s berechnet. Die Berechnung erfolgt anhand der Zwischenkreisspannung und des in *2-16 AC-Bremse max. Strom* eingestellten Widerstandswerts. Die Warnung ist aktiv, wenn die übertragene Bremsleistung höher als 90 % ist. Ist [2] *Abschaltung* in *2-13 Brake Power Monitoring* gewählt, schaltet der Frequenzumrichter mit einem Alarm ab, wenn die abgeführte Bremsleistung 100 % erreicht.



**WARNUNG/ALARM 27, Bremse IGBT-Fehler**

Der Frequenzumrichter überwacht den Bremstransistor während des Betriebs. Bei einem Kurzschluss bricht er die Bremsfunktion ab und gibt die Warnung aus. Sie können den Frequenzumrichter weiterhin betreiben; aufgrund des Kurzschlusses überträgt der Frequenzumrichter jedoch eine hohe Leistung an den Bremswiderstand, auch wenn der Umrichter den Motor nicht bremst. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus, und entfernen Sie den Bremswiderstand.

**WARNUNG/ALARM 28, Bremstest Fehler**

Der Bremswiderstand ist nicht angeschlossen oder funktioniert nicht. Prüfen Sie 2-15 *Bremswiderstand Test*.

**ALARM 29, Kühlkörpertemp.**

Der Kühlkörper überschreitet seine maximal zulässige Temperatur. Sie können den Temperaturfehler erst dann quittieren, wenn die Temperatur eine definierte Kühlkörpertemperatur wieder unterschritten hat. Die Abschalt- und Quittiergrenzen sind je nach der Leistungsgröße des Frequenzumrichters unterschiedlich.

**Fehlersuche und -behebung**

Mögliche Ursachen:

- Umgebungstemperatur zu hoch
- Zu langes Motorkabel.
- Falsche Freiräume zur Luftzirkulation über und unter dem Frequenzumrichter.
- Blockierte Luftzirkulation des Frequenzumrichters.
- Beschädigter Kühlkörperlüfter
- Schmutziger Kühlkörper

**ALARM 30, Motorphase U fehlt**

Motorphase U zwischen dem Frequenzumrichter und dem Motor fehlt.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und prüfen Sie Motorphase U.

**ALARM 31, Motorphase V fehlt**

Motorphase V zwischen dem Frequenzumrichter und dem Motor fehlt.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und prüfen Sie Motorphase V.

**ALARM 32, Motorphase W fehlt**

Motorphase W zwischen dem Frequenzumrichter und dem Motor fehlt.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und prüfen Sie Motorphase W.

**ALARM 33, Inrush Fehler**

Zu viele Einschaltungen (Netz-Ein) haben innerhalb zu kurzer Zeit stattgefunden. Lassen Sie den Frequenzumrichter auf Betriebstemperatur abkühlen.

**WARNUNG/ALARM 34, Feldbus-Fehler**

Der Feldbus auf der Kommunikationsoptionskarte funktioniert nicht.

**WARNUNG/ALARM 36, Netzausfall**

Diese Warnung bzw. dieser Alarm ist nur aktiv, wenn die Versorgungsspannung zum Frequenzumrichter nicht vorhanden ist und 14-10 *Netzausfall* nicht auf [0] *Ohne Funktion* programmiert ist. Prüfen Sie die Sicherungen zum Frequenzumrichter und die Netzversorgung zum Gerät.

**ALARM 38, Interner Fehler**

Wenn ein interner Fehler auftritt, wird eine in *Tabelle 8.26* definierte Codenummer angezeigt.

**Fehlersuche und -behebung**

Schalten Sie die Stromversorgung aus und wieder ein.

Stellen Sie sicher, dass die Optionen richtig montiert sind.

Prüfen Sie, ob lose Anschlüsse vorliegen oder Anschlüsse fehlen.

Wenden Sie sich ggf. an Ihren Danfoss-Lieferanten oder -Service. Notieren Sie zuvor die Nummer des Fehlercodes, um weitere Hinweise zur Fehlersuche und -behebung zu erhalten.

Nr.	Text
0	Die serielle Schnittstelle kann nicht initialisiert werden. Wenden Sie sich an Ihren Danfoss-Lieferanten oder den Danfoss-Service.
256-258	EEPROM-Daten Leistungskarte defekt oder zu alt
512-519	Interner Fehler. Wenden Sie sich an Ihren Danfoss-Lieferanten oder an die Danfoss Service-Abteilung.
783	Parameterwert außerhalb min./max. Grenzen.
1024-1284	Interner Fehler. Wenden Sie sich an Ihren Danfoss-Lieferanten oder an die Danfoss Service-Abteilung.
1299	SW der Option in Steckplatz A ist zu alt.
1300	SW der Option in Steckplatz B ist zu alt.
1302	SW der Option in Steckplatz C1 ist zu alt.
1315	SW der Option in Steckplatz A ist nicht unterstützt (nicht zulässig).
1316	SW der Option in Steckplatz B ist nicht unterstützt (nicht zulässig).
1318	SW der Option in Steckplatz C1 ist nicht unterstützt (nicht zulässig).
1379-2819	Interner Fehler. Wenden Sie sich an Ihren Danfoss-Lieferanten oder an die Danfoss Service-Abteilung.
2820	LCP/Stapelüberlauf.
2821	Überlauf serielle Schnittstelle.
2822	Überlauf USB-Anschluss.
3072-5122	Parameterwert außerhalb seiner Grenzen.
5123	Option in Steckplatz A: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel.
5124	Option in Steckplatz B: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel.
5125	Option in Steckplatz C0: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel.
5126	Option in Steckplatz C1: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel.

Nr.	Text
5376-6231	Interner Fehler. Wenden Sie sich an Ihren Danfoss-Lieferanten oder an die Danfoss Service-Abteilung.

Tabelle 8.26 Interne Fehlercodes

### ALARM 39, Kühlkörpergeber

Kein Istwert vom Kühlkörpertemperaturgeber.

Das Signal vom thermischen IGBT-Sensor steht an der Leistungskarte nicht zur Verfügung. Es könnte ein Problem mit der Leistungskarte, der Gate-Ansteuerkarte oder dem Flachkabel zwischen der Leistungskarte und der Gate-Ansteuerkarte vorliegen.

### WARNUNG 40, Digitalausgang 27 ist überlastet

Prüfen Sie die Last an Klemme 27 oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Prüfen Sie *5-00 Schaltlogik* und *5-01 Klemme 27 Funktion*.

### WARNUNG 41, Digitalausgang 29 ist überlastet

Prüfen Sie die Last an Klemme 29 oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Prüfen Sie *5-00 Schaltlogik* und *5-02 Klemme 29 Funktion*.

### WARNUNG 42, Digitalausgang X30/6 oder X30/7 ist überlastet

Prüfen Sie für X30/6 die Last, die an X30/6 angeschlossen ist, oder entfernen Sie die Kurzschlussverbindung. Prüfen Sie *5-32 Term X30/6 Digi Out (MCB 101)*.

Prüfen Sie für X30/7 die Last, die an X30/7 angeschlossen ist, oder entfernen Sie die Kurzschlussverbindung. Prüfen Sie *5-33 Term X30/7 Digi Out (MCB 101)*.

### ALARM 45, Erdschluss 2

Der Frequenzumrichter hat bei Inbetriebnahme einen Erdschluss festgestellt.

#### Fehlersuche und -behebung

Prüfen Sie, ob Frequenzumrichter und Motor richtig geerdet und alle Anschlüsse fest angezogen sind.

Prüfen Sie, ob der korrekte Leitungsquerschnitt verwendet wurde.

Prüfen Sie die Motorkabel auf Kurzschlüsse oder Ableitströme.

### ALARM 46, Versorgung Leistungsteil

Die Stromversorgung der Leistungskarte liegt außerhalb des Bereichs.

Das Schaltnetzteil (SMPS) auf der Leistungskarte erzeugt 3 Spannungsversorgungen: 24 V, 5 V,  $\pm 18$  V. Bei einer Versorgungsspannung von 24 V DC bei der Option MCB 107 werden nur die Spannungen 24 V und 5 V überwacht. Bei Versorgung mit dreiphasiger Netzspannung überwacht er alle 3 Versorgungsspannungen.

#### Fehlersuche und -behebung

Überprüfen Sie, ob die Leistungskarte defekt ist.

Überprüfen Sie, ob die Steuerkarte defekt ist.

Überprüfen Sie, ob die Optionskarte defekt ist.

Ist eine 24-V DC-Versorgung angeschlossen, überprüfen Sie, ob diese einwandfrei funktioniert.

### WARNUNG 47, 24V Versorgung Fehler

Die 24-V-DC-Versorgung wird an der Steuerkarte gemessen. Die externe 24-V DC-Versorgung ist möglicherweise überlastet. Wenden Sie sich andernfalls an Ihren Danfoss-Lieferanten.

### WARNUNG 48, 1,8V Versorgung Fehler

Die 1,8-Volt-DC-Versorgung der Steuerkarte liegt außerhalb des Toleranzbereichs. Die Spannungsversorgung wird an der Steuerkarte gemessen. Überprüfen Sie, ob die Steuerkarte defekt ist. Wenn eine Optionskarte eingebaut ist, prüfen Sie, ob eine Überspannungsbedingung vorliegt.

### WARNUNG 49, Drehzahlgrenze

Wenn die Drehzahl nicht mit dem Bereich in *4-11 Min. Drehzahl [UPM]* und *4-13 Max. Drehzahl [UPM]* übereinstimmt, zeigt der Frequenzumrichter eine Warnung an. Wenn die Drehzahl unter der Grenze in *1-86 Min. Abschalt Drehzahl [UPM]* liegt (außer beim Starten oder Stoppen), schaltet der Frequenzumrichter ab.

### ALARM 50, AMA-Kalibrierungsfehler

Wenden Sie sich an Ihren Danfoss-Lieferanten oder -Service.

### ALARM 51, AMA-Motordaten überprüfen

Die Einstellung von Motorspannung, Motorstrom und/oder Motorleistung ist vermutlich falsch. Überprüfen Sie die Einstellungen in den Parametern 1-20 bis 1-25.

### ALARM 52, AMA-Motornennstrom

Der Motorstrom ist zu niedrig. Überprüfen Sie die Einstellungen.

### ALARM 53, AMA-Motor zu groß

Der Motor ist für die Durchführung der AMA zu groß.

### ALARM 54, AMA-Motor zu klein

Der Motor ist für das Durchführen der AMA zu klein.

### ALARM 55, AMA-Daten außerhalb des Bereichs

Die Parameterwerte des Motors liegen außerhalb des zulässigen Bereichs. Die AMA lässt sich nicht ausführen.

### ALARM 56, AMA Abbruch

Der Benutzer hat die AMA abgebrochen.

### ALARM 57, AMA-Interner Fehler

Versuchen Sie einen Neustart der AMA. Wiederholte Neustarts können zu einer Überhitzung des Motors führen.

### ALARM 58, AMA-interner Fehler

Wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

**WARNUNG 59, Stromgrenze**

Der Strom ist höher als der Wert in *4-18 Stromgrenze*. Überprüfen Sie, ob die Motordaten in den Parametern 1-20 bis 1-25 korrekt eingestellt sind. Erhöhen Sie bei Bedarf die Stromgrenze. Achten Sie darauf, dass das System sicher mit einer höheren Grenze arbeiten kann.

**WARNUNG 60, Ext. Verriegelung**

Ein Digitaleingangssignal gibt eine Fehlerbedingung außerhalb des Frequenzumrichters an. Eine externe Verriegelung hat eine Abschaltung des Frequenzumrichters signalisiert. Beheben Sie die externe Fehlerbedingung. Um den normalen Betrieb fortzusetzen, legen Sie eine Spannung 24 V DC an die Klemme an, die für externe Verriegelung programmiert ist. Quittieren Sie den Frequenzumrichter.

**WARNUNG 62, Ausgangsfrequenz Grenze**

Die Ausgangsfrequenz hat den Wert in *4-19 Max. Ausgangsfrequenz* erreicht. Prüfen Sie die Anwendung, um die Ursache zu ermitteln. Erhöhen Sie ggf. die Ausgangsfrequenzgrenze. Achten Sie darauf, dass das System sicher mit einer höheren Ausgangsfrequenz arbeiten kann. Die Warnung wird ausgeblendet, wenn die Ausgangsfrequenz unter die Höchstgrenze fällt.

**WARNUNG/ALARM 65, Steuerkarte Übertemperatur**

Die Abschalttemperatur der Steuerkarte beträgt 80 °C.

**Fehlersuche und -behebung**

- Stellen Sie sicher, dass Umgebungs- und Betriebstemperatur innerhalb der Grenzwerte liegen.
- Prüfen Sie, ob die Filter verstopft sind.
- Prüfen Sie die Lüfterfunktion.
- Prüfen Sie die Steuerkarte.

**WARNUNG 66, Temperatur zu niedrig**

Die Temperatur des Frequenzumrichters ist zu kalt für den Betrieb. Diese Warnung basiert auf den Messwerten des Temperaturfühlers im IGBT-Modul.

Erhöhen Sie die Umgebungstemperatur der Einheit. Sie können den Frequenzumrichter zudem durch Einstellung von *2-00 DC-Halte-/Vorwärmstrom* und *5 % und 1-80 Funktion bei Stopp* mit einem Erhaltungsladestrom versorgen lassen, wenn der Motor gestoppt ist.

**ALARM 67, Optionen neu**

Sie haben seit dem letzten Netz-Ein eine oder mehrere Optionen hinzugefügt oder entfernt. Überprüfen Sie, ob die Konfigurationsänderung absichtlich erfolgt ist, und quittieren Sie das Gerät.

**ALARM 68, Sicherer Stopp aktiviert**

Ein Verlust des 24 V DC-Signals an Klemme 37 hat zur Abschaltung des Geräts geführt. Legen Sie zum Fortsetzen des normalen Betriebs 24 V DC an Klemme 37 an, und quittieren Sie das Gerät.

**ALARM 69, Umrichter Übertemperatur**

Der Temperaturfühler der Leistungskarte erfasst entweder eine zu hohe oder eine zu niedrige Temperatur.

**Fehlersuche und -behebung**

Stellen Sie sicher, dass Umgebungs- und Betriebstemperatur innerhalb der Grenzwerte liegen.

Prüfen Sie, ob Filter verstopft sind.

Prüfen Sie die Lüfterfunktion.

Prüfen Sie die Leistungskarte.

**ALARM 70, Ungültige Frequenzumrichterkonfiguration**

Die aktuelle Kombination aus Steuerkarte und Leistungskarte ist ungültig. Wenden Sie sich mit dem Typencode des Geräts vom Typenschild und den Teilenummern der Karten an den Lieferanten, um die Kompatibilität zu überprüfen.

**ALARM 71, PTC 1 Sicher abgeschaltetes Moment**

Sicher abgeschaltetes Moment wurde von der MCB 112 PTC-Thermistorkarte aktiviert (Motor zu warm). Normaler Betrieb kann wieder aufgenommen werden, wenn die MCB 112 wieder 24 V DC an Kl. 37 anliegt (wenn die Motortemperatur einen akzeptablen Wert erreicht) und wenn der Digitaleingang von der MCB 112 deaktiviert wird. Wenn dies geschieht, muss ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder durch Drücken der Reset-Taste) gesendet werden.

**ALARM 72, Gefährlicher Fehler**

Sicher abgeschaltetes Moment mit Abschaltblockierung. Der Alarm „Gefährlicher Fehler“ wird ausgegeben, wenn die Kombination der Befehle „Sicher abgeschaltetes Moment“ unerwartet ist. Dies ist der Fall, wenn die MCB 112 VLT PTC-Thermistorkarte X44/10 aktiviert, „Sicher abgeschaltetes Moment“ jedoch nicht aktiviert ist. Wenn das MCB 112 zudem das einzige Gerät ist, das „Sicher abgeschaltetes Moment“ verwendet (festgelegt durch Auswahl [4] oder [5] in *5-19 Terminal 37 Safe Torque Off*), ist eine unerwartete Kombination die Aktivierung von „Sicher abgeschaltetes Moment“ ohne Aktivierung von X44/10. *Tabelle 8.26* fasst die unerwarteten Kombinationen zusammen, die zu Alarm 72 führen. Beachten Sie: wenn X44/10 in Auswahl 2 oder 3 aktiviert ist, wird dieses Signal ignoriert. Das MCB 112 kann jedoch immer noch „Sicher abgeschaltetes Moment“ aktivieren.

**ALARM 80, Initialisiert**

Ein manueller Reset hat den Frequenzumrichter mit Werkseinstellungen initialisiert. Führen Sie einen Reset des Frequenzumrichters durch, um den Alarm zu beheben.

**ALARM 92, Kein Durchfluss**

Eine No-Flow-Bedingung ist aufgetreten. *22-23 No-Flow Funktion* ist auf Alarm gesetzt. Führen Sie eine Fehlersuche und -behebung im System durch, und quittieren Sie nach Behebung des Fehlers am Frequenzumrichter.

**ALARM 93, Trockenlauf**

Wenn eine Bedingung ohne Durchfluss im System vorliegt und der Frequenzumrichter mit hoher Drehzahl arbeitet, kann dies einen Trockenlauf der Pumpe anzeigen.

*22-26 Trockenlauffunktion* ist auf Alarm programmiert.

Führen Sie eine Fehlersuche und -behebung im System durch, und quittieren Sie nach Behebung des Fehlers am Frequenzumrichter.

**ALARM 94, Kennlinienende**

Der Istwert liegt unter dem Sollwert. Dies könnte Leckage in der Anlage anzeigen. *22-50 Kennlinienendefunktion* ist auf Alarm eingestellt. Führen Sie eine Fehlersuche und -behebung im System durch, und quittieren Sie nach Behebung des Fehlers am Frequenzumrichter.

**ALARM 95, Riemenbruch**

Das Drehmoment liegt unter dem Drehmomentwert für Leerlauf. Dies deutet auf einen defekten Riemen hin.

*22-60 Riemenbruchfunktion* ist auf Alarm eingestellt. Führen Sie eine Fehlersuche und -behebung im System durch, und quittieren Sie nach Behebung des Fehlers am .

**ALARM 96, Startverzögerung**

Der Frequenzumrichter hat den Motorstart für einen Kurzschluss-Schutz verzögert. *22-76 Intervall zwischen Starts* ist aktiviert. Führen Sie eine Fehlersuche und -behebung im System durch, und quittieren Sie nach Behebung des Fehlers am Frequenzumrichter.

**WARNUNG 97, Stopperverzögerung**

Der Frequenzumrichter hat das Stoppen des Motors für einen Kurzschluss-Schutz verzögert. *22-76 Intervall zwischen Starts* ist aktiviert. Führen Sie eine Fehlersuche und -behebung im System durch, und quittieren Sie nach Behebung des Fehlers am Frequenzumrichter.

**WARNUNG 98, Uhr Fehler**

Die Uhrzeit ist nicht eingestellt oder Fehler der RTC-Uhr. Stellen Sie die Uhr in *0-70 Datum und Zeit* zurück.

**WARNUNG/ALARM 104, Fehler Umluftgebläse**

Die Lüfterüberwachung überprüft, ob der Lüfter beim Einschalten des Frequenzumrichters oder bei Einschalten des Umluftgebläses läuft. Läuft der Lüfter nicht, zeigt der Frequenzumrichter einen Fehler an. Sie können den Mischlüfterfehler in Parameter 14-53 (Lüfterüberwachung) als Warnung oder Abschaltung konfigurieren.

**Fehlersuche und -behebung** Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und wieder ein, um zu sehen, ob er die Warnung bzw. der Alarm erneut anzeigt.

**WARNUNG 200, Notfallbetrieb**

Diese Warnung zeigt an, dass der Frequenzumrichter im Notfallbetrieb betrieben wird. Die Warnung verschwindet, wenn der Notfallbetrieb aufgehoben wird. Siehe die Notfallbetriebsdaten im Alarmspeicher.

**WARNUNG 201, Notfallbetrieb war aktiv**

Diese Warnung gibt an, dass der Frequenzumrichter in den Notfallbetrieb gewechselt ist. Schalten Sie die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter aus und wieder ein. Siehe die Notfallbetriebsdaten im Alarmspeicher.

**WARNUNG 202, Grenzw. Notfallbetrieb überschritten**

Im Notfallbetrieb hat der Frequenzumrichter eine oder mehrere Alarmbedingungen ignoriert, die ihn normalerweise abschalten würden. Ein Betrieb unter diesen Bedingungen führt zum Verfall der Garantie des Frequenzumrichters. Schalten Sie die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter aus und wieder ein. Siehe die Notfallbetriebsdaten im Alarmspeicher.

**WARNUNG 203, Fehlender Motor**

Beim Betrieb mehrerer Motoren durch den Frequenzumrichter hat dieser eine Unterlastbedingung erfasst. Dies könnte einen fehlenden Motor anzeigen. Untersuchen Sie, ob die Anlage einwandfrei funktioniert.

**WARNUNG 204, Rotor gesperrt**

Der Frequenzumrichter, der mehrere Motoren betreibt, hat eine Überlastbedingung erkannt. Dies könnte einen gesperrten Rotor anzeigen. Überprüfen Sie, ob der Motor einwandfrei funktioniert.

**WARNUNG 250, Neues Ersatzteil**

Ein Bauteil im Frequenzumrichter wurde ersetzt. Führen Sie für Normalbetrieb ein Reset des Frequenzumrichters durch.

**WARNUNG 251, Typencode neu**

Die Leistungskarte oder andere Bauteile wurden ausgetauscht und der Typencode geändert. Führen Sie ein Reset durch, um die Warnung zu entfernen und Normalbetrieb fortzusetzen.

**Index**

(  
(VVS)..... 26

**A**

Abgeschirmt..... 154

Abkürzungen..... 9

Abluftventilator..... 26

Abmessungen 12-Puls..... 102

Abmessungen 6-Puls..... 89

Abschaltung..... 12

Abschirmung..... 113, 122, 148

Abschirmung von Kabeln..... 122, 148

Abschließende Konfiguration und Test..... 157

Abstandsanforderungen..... 89, 102

Abzweigschutz..... 148

Aggressive Umgebungsbedingungen..... 16

Alarm- und Warnmeldungen..... 220

Alarmwörter..... 225

Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen..... 43

Allgemeine Aspekte zur Oberwellenemission..... 47

AMA..... 11, 171, 229, 232

Amortisationszeit..... 21

Analogausgang..... 211

Analogausgänge..... 11

Analogausgänge – Klemme X30/5+8..... 58

Analoge I/O-Option MCB 109..... 62

Analoge Spannungseingänge – Klemme X30/10–12..... 58

Analogeingänge..... 11, 210, 228

Analogen I/O-Schnittstellen..... 62

Analogsignal..... 228

Anheben des Frequenzumrichters..... 110

Anheben mit einer Traverse..... 110

Anordnung der Klemmen..... 136

Anschließen eines PC an den Frequenzumrichter..... 165

Anschlussdiagramm..... 152, 153

Anstiegszeit..... 215

Antriebskonfigurator..... 72

Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)..... 219

Anwendungen mit variablem (quadratischem) Drehmoment (VT)..... 220

Anwendungsbeispiele..... 25

Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb..... 11

ATEX..... 64

Aufstellung..... 108

Ausgänge für Stellglieder..... 62

Ausgangsfiler..... 71

Ausgangsfrequenz speichern..... 10

Ausgangsleistung (U, V, W)..... 209

Ausgangsstrom..... 200, 201, 203, 204, 205, 207, 208, 229

Auswahl..... 57

Auswahl des Bremswiderstands..... 52

Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung ..... 219

Automatische Motoranpassung..... 11, 4

AVM..... 13

**B**

BACnet..... 78

Batteriepufferung der Uhrfunktion..... 62

Beispiel eines PID-Reglers mit Rückführung..... 41

Beispiel für Energieeinsparungen..... 21

Berechnung des Bremswiderstands..... 52

Bessere Regelung..... 22

Bestellnummern: Bremswiderstände..... 88

Bestellnummern: Optionen und Zubehör..... 77

Bestellung des Oberwellenfilters..... 79

Bestellung von Sinusfiltern..... 85

Bremschopper..... 88

Bremsfunktion..... 53

Bremsleistung..... 11, 53, 230

Bremswiderstand..... 11

**C**

CE-Konformität und -Kennzeichnung..... 15

CE-Konformitätskennzeichnung..... 9

CO2-Sensor..... 27

Copyright..... 8

**D**

Dämpfer..... 26

DC-Bremse..... 197

Deckenabstandsanforderungen..... 89, 102

Definitionen..... 10

Der klare Vorteil: Energieeinsparung..... 20

DeviceNet..... 78

Differenzdruck..... 33

Digitalausgang..... 211

Digitalausgänge..... 11

Digitalausgänge – Klemme X30/5–7..... 58

Digitaleingang.....	229	Extreme Betriebszustände.....	54
Digitaleingänge.....	11, 211	<b>F</b>	
Digitaleingänge – Klemme X30/1–4.....	58	FC mit Modbus RTU.....	181
Drehgeber.....	12	FC-Profil.....	6
Drehmomentkennlinie.....	209	Fehlerstromschutzschalter.....	12, 70, 169
Drehzahl.....	20	Fehlersuche und -behebung.....	220, 228
Drehzahlsteuerung.....	35	Fehlgeschlagene AMA.....	158
Dreieck.....	19, 23, 50, 157	Feldgebundene Störaussendung.....	46
Drosselventil.....	30	Ferneinbau.....	71
DU/dt Filter.....	87	Fernsollwert.....	41
DU/dt-Filter.....	71	Festdrehzahl JOG.....	10, 198
Durch Sicherung geschützte 30-A-Klemmen.....	70	Filter.....	15, 71, 74, 79, 85, 87, 216
Durchflussmesser.....	31	Freilauf.....	198
<b>E</b>		Frequenzausblendung.....	28
Echtzeituhr (RTC).....	63	Frequenzausgang halten.....	197
Einfacher Kaskadenregler.....	175	Frequenzumrichter mit Modbus RTU.....	187
Einfaches Verdrahtungsbeispiel.....	151	<b>G</b>	
Eingangsfunktionen.....	10	Galvanische Trennung.....	50, 57, 67
Eingangsklemmen.....	228	Gebäudeleitsystems (BMS).....	21
Eingangspolarität der Steuerklemmen.....	157	Gebäudemanagementsystem.....	62
Einstellen des Reglers mit Rückführung.....	43	Geber-/Sensoreingänge.....	62
Elektrische Installation.....	152	Generatorisch erzeugte Überspannung.....	54
Elektrische Installation – EMV-Schutzmaßnahmen.....	166	Geringere Verdampfungstemperatur.....	31
Elektrische Klemmen.....	17	Gewicht.....	101, 107, 201, 203, 205, 207
Elektronisches Thermorelais.....	11	<b>H</b>	
Emissionsanforderungen.....	45	Halteregister lesen (03 HEX).....	195
EMV.....	74	Handsteuerung (Hand On) und Fernsteuerung (Auto On)...	36
EMV-gerechte Verkabelung.....	167	Hardware-Konfiguration.....	180
EMV-Prüfergebnisse.....	46	Heizer.....	69
EMV-Richtlinie.....	16	Heizgerät.....	75
EMV-Richtlinie (2004/108/EG).....	15	Heizung.....	68, 73
EMV-Schutzmaßnahmen.....	180	Hilfspumpen.....	33
Energieeinsparungen.....	20, 21	Hiperface®.....	11
Entladungszeit.....	15	Hochspannungsprüfung.....	166
Entsorgungshinweise.....	15	Höhenlage.....	14
Erdableitstrom.....	51, 166	<b>I</b>	
Erdung.....	168	I/O-Schnittstellen für Sollwerteingänge.....	62
Erdung abgeschirmter Steuerkabel.....	168	IEC Not-Aus mit Pilz Sicherheitsrelais.....	70
Erfolgreiche AMA.....	158	IGBT.....	75, 164
Erweitertes Zustandswort.....	227	IGVs.....	26
Erweitertes Zustandswort 2.....	227	Index (IND).....	185
ETR.....	11, 162	Initialisierung.....	11
Externe 24 V DC-Versorgung.....	60		
Externe 24 V-Option.....	60		
Externe Lüfterversorgung.....	161		

Installation „Sicher abgeschaltetes Moment“ ..... 18  
 Installation in großen Höhenlagen..... 14  
 Isolationswiderstandsüberwachung (IRM)..... 70  
 Istwert..... 232, 234  
 Istwertumwandlung..... 39  
 Istwertverarbeitung..... 38

**K**

Kabeleinführungspunkte..... 114, 118  
 Kabellänge und -querschnitt..... 122  
 Kabellänge und -querschnitt..... 148  
 Kabellängen und -querschnitte..... 210  
 Kableschelle..... 168  
 Kableschellen..... 167  
 Kaskadenregler..... 175, 178  
 Kommunikationsoption..... 231  
 Kondenswasserpumpen..... 30  
 Konfiguration des Frequenzumrichters..... 181  
 Konfigurator..... 72  
 Konstanter Volumenstrom..... 27  
 Konstantmoment (CT)-Kennlinie..... 11  
 Korrektur des Leistungsfaktors  $\cos \varphi$ ..... 23  
 Kühlturmgebläse..... 28  
 Kühlung..... 219  
 Kurzschluss..... 230  
 Kurzschluss (Motorphase – Phase)..... 54  
 Kurzschluss-Schutz..... 148

**L**

Laden von Frequenzumrichtereinstellungen..... 165  
 Länge (LGE)..... 182  
 LCP..... 10, 11, 71  
 LCP Bedieneinheit..... 11  
 LED-Anzeigen..... 223  
 Leistungsfaktor..... 13  
 Leistungsfaktors..... 23  
 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl  
 ..... 219  
 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck..... 219  
 Leitungsgebundene Störaussendung..... 46  
 Liste der Alarm-/Warncodes..... 223  
 Literatur..... 8  
 Losbrechmoment..... 10  
 Luftfeuchtigkeit..... 16

**M**

Manuelle Motorstarter..... 70  
 Manuelle PID-Anpassung..... 43  
 Maschinenrichtlinie..... 15  
 Maximaler Eingangsstrom..... 200, 201, 203, 204, 205, 207, 208  
 Maximaler Kabelquerschnitt..... 200, 201, 205, 207, 208  
 MCB 101..... 57  
 MCB 102..... 12  
 MCB 107..... 60  
 MCM..... 11  
 MCT 31..... 166  
 Mehrere Pumpen..... 33  
 Mehrzonensteuerung..... 62  
 Mit Rückführung..... 37  
 Modbus RTU..... 181, 187  
 Modbus-Ausnahmecodes..... 193  
 Modbus-Kommunikation..... 180  
 Montage vor Ort..... 111  
 Motor..... 10  
 Motorausgang..... 209  
 Motordaten..... 229, 233  
 Motordrehung..... 163  
 Motorfreilauf..... 197  
 Motorisolation..... 163  
 Motorkabel..... 166  
 Motorklemmen, verwendet mit..... 10  
 Motorlagerströme..... 163  
 Motorleistung..... 232  
 Motornenddrehzahl..... 10  
 Motorparameter..... 171  
 Motorphasen..... 54  
 Motorspannung..... 215  
 Motorstrom..... 232  
 Motor-Typenschild..... 157  
 Motorüberlastschutz..... 162, 209

**N**

NAMUR..... 70  
 Nennstrom..... 229  
 Netzausfall..... 54  
 Netzschütz..... 160  
 Netztrennschalter..... 159  
 Netzversorgung..... 13  
 Netzversorgung (L1, L2, L3)..... 209  
 Netzwerkverbindung..... 179

Ni 1000-Temperaturfühler.....	62	Pumpenlaufrads.....	30
Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG).....	15	<b>Q</b>	
Normale Überlast.....	200, 201, 203, 204, 205, 207, 208	Quittieren.....	228
<b>O</b>		<b>R</b>	
Oberwellenemissionsanforderungen.....	47	RCD.....	12
Oberwellenfilter.....	79	Rechtslauf.....	163
<b>Ö</b>		Regelstruktur ohne Rückführung.....	35
Öffentliche Netzversorgung.....	47	Regelung mit Rückführung für eine Lüftungsanlage.....	41
<b>O</b>		Regelungsstruktur.....	34
Option.....	59	Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung).....	37
Optionen und Zubehör.....	57	Regeneration.....	75, 101, 142
<b>Ö</b>		Regneration.....	112
Örtliche Drehzahlbestimmung.....	31	Relaisausgänge.....	161, 162, 212
<b>P</b>		Relais-Option.....	59
Parallelschaltung von Motoren.....	162	Reset.....	233
Parameternummer (PNU).....	185	Richtung der Motordrehung.....	163
Parameterwerte.....	193	RS-485.....	179
PC-basiertes Konfigurations-Tool.....	165	RS485-Busanschluss.....	164
PC-Software-Tools.....	165	Rückspeisung.....	68
PELV (Schutzkleinspannung) – Protective Extra Low Voltage .....	50	<b>S</b>	
Phasenfehler.....	228	Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel.....	177
PID.....	22, 26, 27, 31, 39, 41, 43, 66	Schalten am Ausgang.....	54
PID-Regler.....	12	Schalter.....	157
Potentiometer-Sollwert.....	171	Schaltmodus.....	13
Potenzialausgleichskabel.....	168	Schaltschränkooptionen für die Baugröße F.....	69
Primärpumpen.....	31	Schlupfausgleich.....	12
Prinzip Schaltbild.....	62	Schutz.....	17, 50
Profibus.....	78	Schutzart.....	200, 201, 213
Profibus DP-V1.....	165	Schutzerdung.....	166
Programmierbare Mindestfrequenz.....	28	Schutzfunktionen und Eigenschaften.....	209
Programmierreihenfolge.....	42	Schwingungen.....	28
Programmierung.....	228	Seite-an-Seite-Aufstellung.....	108
Programmierung der Smart Logic Control.....	172	Sensor.....	66
Proportionalitätsgesetze.....	20	Serielle Kommunikation.....	168, 213
Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission).....	47	Serielle Kommunikationsschnittstelle.....	10
Pt 1000-Temperaturfühler.....	62	Serielle Schnittstelle.....	10
PTC.....	65	SFAVM.....	12
Pulseingänge.....	211	Sicher abgeschaltetes Moment.....	17
Puls-Start/Stopp.....	170	Sicherheitshinweis.....	14
Pumpe.....	21, 30	Sicherheitstechnische Anforderungen für die Aufstellung.....	111
		Sicherheitsvorschriften.....	14
		Sicherung.....	146



Sicherungen.....	121, 148, 231	Systemstatus und Betrieb.....	176
Sinusfilter.....	71, 122, 148	<b>T</b>	
Smart Logic Control.....	171	Taktfrequenz.....	114, 122, 148, 229
Sockel.....	108, 109	Telegramm.....	182
Sockelaufstellung.....	108	Temperaturschalter Bremswiderstand.....	161
Softstarter.....	23	Temperatursensor.....	67
Softwareversion.....	8	THD.....	12
Software-Versionen.....	78	Thermischen Motorschutz.....	199
Sollwert Analog.....	10	Thermischer Motorschutz.....	54, 163
Sollwert Binär.....	10	Thermischer Schutz.....	9
Sollwert Bus.....	10	Thermistor.....	12, 229
Sollwert Fest.....	11	Trägheitsmoment.....	54
Sollwert Puls.....	11	Transportmaße.....	101, 107
Sollwertverarbeitung.....	40	Trennen.....	69
Spannungspegel.....	211	Trennschalter.....	76, 126, 129, 131, 134, 138, 140, 159, 160
Spannungsunsymmetrie.....	228	Typencode.....	72
Speichern der Frequenzumrichtereinstellungen.....	165	<b>U</b>	
Spitzenspannung am Motor.....	215	U/min.....	20, 219
SPS.....	169	<b>Ü</b>	
Start/Stopp.....	170	Überstromschutz.....	148
Start/Stopp-Bedingungen.....	178	<b>U</b>	
Statische Überlast im VVCplus-Modus.....	54	Umgebungen.....	213
Stern-/Dreieckstarter.....	23	UPM.....	54, 162
Steuerkabel.....	152, 154, 155, 166	USB-Anschluss.....	150
Steuerkabelklemmen.....	150	<b>V</b>	
Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang.....	212	Variablen Fluss über ein Jahr.....	21
Steuerkarte, 24-V-DC-Ausgang.....	211	Variabler Luftvolumenstrom.....	26
Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle.....	210	Verdampfer-Strömungsgeschwindigkeit.....	31
Steuerkarte, serielle USB-Schnittstelle.....	213	Verdrahtung.....	121, 146
Steuerkartenleistung.....	213	Verfahren für eine automatische Motoranpassung (AMA).....	158
Steuerklemmen.....	150	Verkabelung des Bremswiderstands.....	53
Steuern des Frequenzumrichters.....	191	Verlustleistung.....	201, 203
Steuerprinzip.....	34	Versorgungsspannung.....	231
Steuerungseigenschaften.....	212	Vibrationen und Erschütterungen.....	17
Steuerungspotenzials.....	33	Volumenstromsystem.....	27
Steuerwort.....	6	Vom Frequenzumrichter unterstützte Datentypen.....	185
Stopfbuchse_Installationsrohr_Einführung 12-Puls.....	118	Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes.....	192
Stopfbuchse_Installationsrohr_Einführung 6-Puls.....	114	Vorbereiten von Bodenplatten.....	114
Störfestigkeitsanforderungen.....	48	VT-Kennlinie.....	12
Störgeräusche.....	215	SpannungsvektorsteuerungVVCplus.....	12
Stromanschlüsse.....	121		
Stromanschlüsse 12-Puls-Frequenzumrichter.....	146		
Stromanschlüsse 12-Puls-Umrichter.....	146		
Stufenlose Regelung des Durchflusses und des Drucks.....	22		
Synchrone Motordrehzahl.....	10		

**W**

Warnung vor unerwartetem Anlauf.....	14
Warnwörter.....	226
Was ist unter der CE-Konformität und -Kennzeichnung zu verstehen?.....	15
Was unter die Richtlinien fällt.....	16
Widerstandsfähigere Leiterplatten.....	69
Wirkungsgrad.....	214

**Z**

Zentrale VVS-Systeme.....	26
Zulassungen & Zertifizierungen.....	19
Zum FC-Protokoll.....	181
Zustandswort.....	198
Zwischenkreis.....	54, 215, 228
Zwischenkreiskopplung.....	68, 101, 112, 201, 205
Zwischenschaltkreis.....	215





[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

.....  
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.  
.....

