



# Design Guide

VLT® HVAC Drive

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Lesen des Projektierungshandbuchs</b>	<b>5</b>
1.1.1 Urheberrechte, Haftungsbeschränkungen und Änderungsvorbehalte	5
1.1.3 Zulassungen	6
1.1.4 Symbole	6
1.1.5 Abkürzungen	6
1.1.6 Begriffsdefinitionen	7
<b>2 Einführung zum VLT® HVAC Drive</b>	<b>10</b>
2.1 Sicherheit	10
2.2 CE-Zeichen	11
2.4 Aggressive Umgebungsbedingungen	12
2.5 Vibrationen und Erschütterungen	13
2.6 Sicherer Stopp	13
2.8 Steuerungsaufbau	32
2.8.3 PM/EC+ Motorsteuerung	33
2.9 Allgemeine EMV-Aspekte	41
2.9.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen	41
2.9.2 Anforderungen an die Störfestigkeit	43
2.9.7 Anforderungen an die Störfestigkeit	45
2.10 Galvanische Trennung (PELV)	47
2.10.1 PELV – Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)	47
2.11 Gefahren durch elektrischen Schlag	47
2.12 Bremsfunktion	48
2.12.4 Verkabelung von Bremswiderständen	50
2.13 Extreme Betriebsbedingungen	50
<b>3 VLT® HVAC Drive auswählen</b>	<b>54</b>
3.1 Optionen und Zubehör	54
3.1.10 MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte	60
3.1.11 Sensoreingangsoption MCB 114	63
3.1.11.1 Bestellnummern und gelieferte Teile	63
3.1.11.2 Elektrische und mechanische technische Daten	63
3.1.11.3 Elektrische Verkabelung	64
3.1.12 Schaltschrankoptionen für Baugröße F	64
<b>4 Bestellen</b>	<b>70</b>
4.1 Bestellformular	70
4.2 Bestellnummern	75
4.2.2 Bestellnummern: Hochleistungssätze	78

<b>5 Installieren</b>	86
5.1 Mechanische Installation	86
5.1.2 Abmessungen	87
5.1.5 Heben	92
5.1.6 Sicherheitsanforderungen für die mechanische Installation	93
5.2 Elektrische Installation	94
5.2.2 Elektrische Installation und Steuerkabel	95
5.2.6 Ausbrechen von zusätzlichen Öffnungen für Kabeldurchführungen	98
5.2.7 Kabeldurchlass/Kabelkanaleingang – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA12)	99
5.2.9 Sicherungen ohne UL-Konformität	101
5.3 Abschließende Inbetriebnahme und Test	109
5.4 Weitere Anschlüsse	111
5.4.1 Netztrennschalter	111
5.4.5 Temperaturschalter Bremswiderstand	112
5.4.6 Externe Lüfterversorgung	112
5.5 Installation verschiedener Verbindungen	115
5.6 Sicherheit	117
5.6.1 Hochspannungsprüfung	117
5.6.2 Schutzerdung	117
5.7 EMV-gerechte Installation	117
5.7.1 Elektrische Installation - EMV-Schutzmaßnahmen	117
5.7.2 Verwendung EMV-gerechter Kabel	118
<b>6 Anwendungsbeispiele</b>	121
6.1.1 Start/Stopp	121
6.1.2 Puls-Start/-Stopp	121
6.1.3 Potentiometer Sollwert	122
6.1.4 Automatische Motoranpassung (AMA)	122
6.1.5 Smart Logic Control	122
6.1.6 Programmierung der Smart Logic Control	122
6.1.7 SLC-Anwendungsbeispiel	123
6.1.8 BASIC Cascade Controller	125
6.1.9 Zuschalten von Pumpen mit Führungspumpenwechsel	125
6.1.10 Systemstatus und Betrieb	126
6.1.11 Schaltbild Konstant-/Regelpumpe	126
6.1.12 Schaltplan Führungspumpenwechsel	126
6.1.13 Schaltplan Kaskadenregler	128
6.1.14 Start-/Stoppbedingungen	128
<b>7 RS-485 – Installation und Konfiguration</b>	129

7.1 RS-485 – Installation und Konfiguration	129
7.1.4 EMV-Schutzmaßnahmen	130
7.2 Übersicht zum FC-Protokoll	130
7.3 Netzwerkkonfiguration	131
7.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll	131
7.4.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)	131
7.4.2 Telegramm-Struktur	131
7.4.3 Telegramm-Länge (LGE)	132
7.4.4 Frequenzrichter-Adresse (ADR)	132
7.4.5 Datensteuerbyte (BCC)	132
7.4.6 Das Datenfeld	132
7.4.7 Das PKE-Feld	133
7.4.9 Index (IND)	134
7.4.10 Parameterwert (PWE)	134
7.4.12 Umwandlung	135
7.4.13 Prozesswörter (PCD)	135
7.5 Beispiele	135
7.5.1 Parameterwert schreiben	135
7.5.2 Parameterwert lesen	136
7.6 Übersicht zu Modbus RTU	136
7.6.1 Voraussetzungen	136
7.6.2 Was der Anwender bereits wissen sollte	136
7.6.3 Überblick über Modbus RTU	136
7.6.4 Frequenzrichter mit Modbus RTU	137
7.7.1 Frequenzrichter mit Modbus RTU	137
7.8 Modbus RTU Aufbau der Telegrammblöcke	137
7.8.1 Frequenzrichter mit Modbus RTU	137
7.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau	137
7.8.3 Start-/Stoppfeld	138
7.8.4 Adressfeld	138
7.8.5 Funktionsfeld	138
7.8.6 Datenfeld	138
7.8.7 CRC-Prüffeld	138
7.8.8 Spulenregisteradressierung	138
7.8.9 Regelung des Frequenzrichters	140
7.8.10 Durch Modbus RTU unterstützte Funktionscodes	140
7.8.11 Modbus-Ausnahmecodes	141
7.9 Zugriff auf Parameter	141
7.9.1 Parameterverarbeitung	141
7.9.2 Datenspeicherung	141



7.9.3 IND	141
7.9.4 Textblöcke	141
7.9.5 Umrechnungsfaktor	141
7.9.6 Parameterwerte	141
7.10 Beispiele	142
7.11 Danfoss FC-Steuerprofil	144
<b>8 Allgemeine technische Daten und Fehlersuche und -behebung</b>	<b>149</b>
8.1 Netzversorgungstabellen	149
8.2 Allgemeine technische Daten	165
8.3 Wirkungsgrad	169
8.4 Störgeräusche	170
8.5 Spitzenspannung am Motor	170
8.6 Besondere Betriebsbedingungen	175
8.7 Fehlersuche und -behebung	176
8.7.1 Alarmworte	181
8.7.2 Warnworte	182
8.7.3 Erweiterte Zustandswörter	183
8.7.4 Fehlermeldungen	184
<b>Index</b>	<b>191</b>

# 1 Lesen des Projektierungshandbuchs



Tabelle 1.1

## 1.1.1 Urheberrechte, Haftungsbeschränkungen und Änderungsvorbehalte

Diese Druckschrift 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 serielle Kommunikationsverbindungen bestimmt sind. Diese Druckschrift ist durch Urheberrechtsgesetze Dänemarks und der meisten anderen Länder geschützt.

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

Obwohl die im Umfang dieses Handbuchs enthaltene Dokumentation von Danfoss überprüft und revidiert 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.

## 1.1.2 Verfügbare Literatur für VLT® HVAC Drive

- Projektierungshandbuch MG.11.Bx.yy mit allen technischen Informationen über den Frequenzumrichter und benutzerdefinierte Ausführungen und Anwendungen
- Programmierungshandbuch MG.11.Cx.yy mit Informationen zur Programmierung und vollständigen Parameterbeschreibungen
- Anwendungshinweis, Richtlinie zur Temperaturreduzierung MN.11.Ax.yy
- PC-basiertes Konfigurationstool MCT 10, MG.10.Ax.yy: Ermöglicht dem Benutzer die Konfiguration des Frequenzumrichters aus einer Windows™-basierten PC-Umgebung heraus
- Danfoss VLT® Energy Box-Software unter [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions) (PC-Software-Download auswählen)
- Produkthandbuch VLT® HVAC Drive BACnet, MG.11.Dx.yy
- Produkthandbuch VLT® HVAC Drive Metasys, MG.11.Gx.yy
- Produkthandbuch VLT® HVAC Drive FLN, MG.11.Zx.yy

x = Versionsnummer  
yy = Sprachcode

Technische Literatur von Danfoss ist bei Ihrem Danfoss-Vertrieb vor Ort in Druckversion oder online unter: [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm)

### 1.1.3 Zulassungen

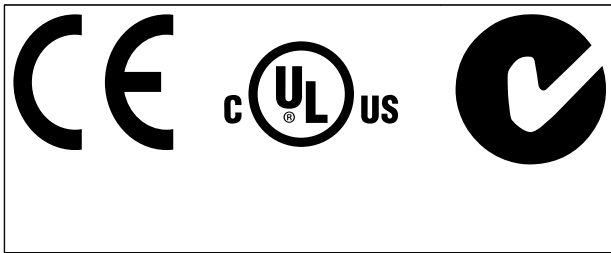


Tabelle 1.2

### 1.1.4 Symbole

In diesem Handbuch verwendete Symbole.

#### HINWEIS

Hinweis für den Leser.



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



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

\* Kennzeichnet die Werkseinstellung.

Tabelle 1.3

### 1.1.5 Abkürzungen

Wechselstrom	AC
American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß	AWG
Ampere	A
Automatische Motoranpassung	AMA
Stromgrenze	$I_{LIM}$
Grad Celsius	°C
Gleichstrom	DC
Abhängig vom Frequenzumrichter	D-TYPE
Elektromagnetische Verträglichkeit	EMV
Elektronisches Thermorelais	ETR
Frequenzumrichter	FC
Gramm	g
Hertz	Hz
Horsepower	HP
Kilohertz	kHz
LCP Bedieneinheit	LCP
Meter	m
Millihenry (Induktivität)	mH
Milliampere	mA
Millisekunden	ms
Minute	min
Motion Control Tool	MCT
Nanofarad	nF
Newtonmeter	Nm
Motornennstrom	$I_{M,N}$
Motornennfrequenz	$f_{M,N}$
Motornennleistung	$P_{M,N}$
Motornennspannung	$U_{M,N}$
Permanentmagnet-Motor	PM-Motor
Schutzkleinspannung - Protective Extra Low Voltage	PELV
Leiterplatte	PCB
Wechselrichter-Nennausgangsstrom	$I_{INV}$
Umdrehungen pro Minute	UPM
Generatorische Klemmen	Regen
Sekunde	Sek.
Synchrone Motordrehzahl	$n_s$
Moment.grenze	$T_{LIM}$
Volt	V
Der maximale Ausgangsstrom des Frequenzumrichters.	$I_{VLT,MAX}$
Der Ausgangsnennstrom, der vom Frequenzumrichter geliefert wird.	$I_{VLT,N}$

Tabelle 1.4

### 1.1.6 Begriffsdefinitionen

**Frequenzumrichter:**

$I_{VLT,MAX}$

Der maximale Ausgangsstrom des Frequenzumrichters.

$I_{VLT,N}$

Der Ausgangsnennstrom des Frequenzumrichters.

$U_{VLT,MAX}$

Die maximale Ausgangsspannung des Frequenzumrichters.

**Eingang:**

<p><u>Steuerbefehl</u> 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.</p>	Gruppe 1	Reset, Motorfreilauf, Quittieren und Freilaufstopp, Schnellstopp, DC-Bremse, Stopp und die "Off"-Taste am LCP.
	Gruppe 2	Start, Puls-Start, Reversierung, Start und Reversierung, Festdrehzahl JOG und Ausgangsfrequenz speichern

Tabelle 1.5

**Motor:**

$f_{JOG}$

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

$f_M$

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 Motornennendrehzahl (Typenschilddaten).

$P_{M,N}$

Die Motornennleistung (Typenschilddaten).

$T_{M,N}$

Das Nenndrehmoment (Motor).

$U_M$

Die Momentenspannung des Motors.

$U_{M,N}$

Die Motornennspannung (Typenschilddaten).

Losbrechmoment

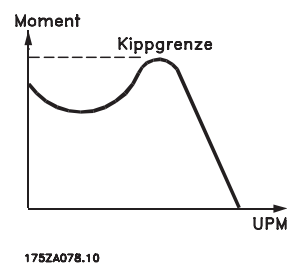


Abbildung 1.1

$\eta_{VLT}$

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

Einschaltsperrbefehl

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

Stoppbefehl

Siehe Steuerbefehle.

**Sollwerte:**

Analog Sollwert

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

Bussollwert

Ein über die serielle Kommunikationsschnittstelle (FC-Schnittstelle) übertragenes Sollwertsignal.

Festsollwert

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

Pulssollwert

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

Ref<sub>MAX</sub>

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

**Sonstiges:**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

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

Bremswiderstand

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

CT-Kennlinie

Konstante Drehmomentkennlinie; typisch bei Anwendungen wie Schrauben- und Scrollverdichtern für Kühlanlagen.

Digitaleingänge

Digitaleingänge können zur Steuerung diverser Funktionen des Frequenzumrichters benutzt werden.

Digitalausgänge

Der Frequenzumrichter verfügt über zwei programmierbare 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 elektronisch thermische Relais ist eine Berechnung der thermischen Belastung auf Grundlage der aktuellen Belastung und Zeit. Hiermit soll die Motortemperatur geschätzt werden.

LCP 102:

Grafisches LCP Bedienteil

Initialisieren

Beim Initialisieren (*14-22 Operation Mode*) können die Werkseinstellungen der programmierbaren Parameter des Frequenzumrichters wieder hergestellt werden.

Arbeitszyklus im 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 (Local Control Panel)Keypad ist ein Bedienteil mit kompletter Benutzeroberfläche zum Steuern und Programmieren des Frequenzumrichters. Das BedienteilKeypad ist abnehmbar und kann bis zu 3 Meter entfernt vom Frequenzumrichter angebracht werden, z. B. in einer Schaltschranktür (mithilfe des optionalen Einbausatzes). Das LCP Bedienteil ist in zwei Ausführungen erhältlich:

- Numerisches LCP 101
- Grafisches LCP 102

lsb

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

MCM

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

msb

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

LCP 101

Grafisches LCP 101

Online-/Offline-Parameter

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

PID-Regler

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

RCD

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

Parametersatz

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

SFAVM

Steht für Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation und bezeichnet ein Schaltmodus (14-00 Switching Pattern).

SchlupfAusgleich

Der Frequenzumrichter gleicht den Motorschlupf aus, indem er unter Berücksichtigung der gemessenen Motorbelastung die Motordrehzahl durch Anpassung der Frequenz so gut wie konstant hält.

Smart Logic Control (SLC)

Der SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die durchgeführt werden, wenn die zugeordneten benutzerdefinierten Ereignisse durch den SLC als WAHR ermittelt werden.

Thermistor:

Ein temperaturabhängiger Widerstand zur Temperaturüberwachung im Frequenzumrichter oder Motor.

Abschaltung

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

Abschaltblockierung

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, in denen der Frequenzumrichter aus Sicherheitsgründen abschaltet und ein manueller Eingriff erforderlich ist, z. B. bei einem Kurzschluss am Ausgang des Frequenzumrichters. Eine Abschaltblockierung kann nur durch Unterbrechen der Netzversorgung, Beheben der Fehlerursache und erneuten Anschluss des Frequenzumrichters aufgehoben werden. Der Neustart wird verzögert, bis der Fehlerzustand über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. In einigen Fällen erfolgt die Aufhebung automatisch (durch vorherige Programmierung). Die Abschaltblockierung darf nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwendet werden.

VT-Kennlinie

Variable Drehmomentkennlinie; wird für Pumpen- und Lüfteranwendungen verwendet.

VVC<sup>plus</sup>

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet 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 (14-00 Switching Pattern).

## 1.1.7 Leistungsfaktor

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

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

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

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

Der Leistungsfaktor gibt an, wie stark ein Frequenzumrichter die Netzversorgung belastet. Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der  $I_{RMS}$  bei gleicher kW-Leistung.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}$$

Darüber hinaus weist ein hoher Leistungsfaktor darauf hin, dass die Oberwellenbelastung sehr niedrig ist. Durch die im Frequenzumrichter standardmäßig eingebauten Zwischenkreisdrosseln wird die Netzbelastung durch Oberwellen deutlich reduziert.

## 2 Einführung zum VLT® HVAC Drive

### 2.1 Sicherheit

#### 2.1.1 Sicherheitshinweis

#### **⚠️ WARNUNG**

Die Spannung des Frequenzumrichters ist gefährlich, wenn eine Verbindung zum Netz besteht. Die falsche Installation von Motor, Frequenzumrichter oder Feldbus- kann zu Sachschäden, schweren Verletzungen oder zum Tod führen. Daher müssen die Anweisungen in diesem Handbuch sowie nationale und lokale Sicherheitsvorschriften eingehalten werden.

#### Sicherheitsvorschriften

- Der Frequenzumrichter muss während Reparaturarbeiten vom Netz getrennt sein. Stellen Sie sicher, dass die Netzstromversorgung unterbrochen wurde und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor die Motor- und Netzstecker gezogen werden.
- Mit der Taste [STOP/RESET] auf dem LCP des Frequenzumrichters wird das System nicht vom Netz getrennt. Daher kann diese Taste nicht als Sicherheitsschalter verwendet werden.
- Achten Sie auf korrekte Schutzerdung. Außerdem muss der Benutzer gemäß den geltenden nationalen und lokalen Bestimmungen vor der Versorgungsspannung geschützt werden. Entsprechend muss der Motor vor Überlast geschützt werden.
- Die Erdableitströme überschreiten 3,5 mA.
- Der Schutz vor Motorüberlastung wird durch *1-90 Motor Thermal Protection* eingestellt. Wenn diese Funktion gewünscht ist, stellen Sie *1-90 Motor Thermal Protection* auf den Datenwert [Abschaltung bei ETR] (Standardwert) oder den Datenwert [Warnung bei ETR] ein. Hinweis: Die Funktion wird beim 1,16-fachen des Motornennstroms und der Motornennfrequenz initialisiert. Für den nordamerikanischen Markt gilt Folgendes: Die Funktionen ETR bieten Motor-Überlastschutz der Klasse 20 gemäß NEC.
- Ziehen Sie die Stecker für Motor und Netzversorgung nicht ab, wenn der Frequenzumrichter an das Netz angeschlossen ist. Stellen Sie sicher, dass die Netzstromversorgung unterbrochen wurde und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor die Motor- und Netzstecker gezogen werden.
- Bitte beachten Sie, dass der Frequenzumrichter über mehr Spannungseingänge als L1, L2 und L3 verfügt, wenn eine Zwischenkreiskopplung (Verbindung des DC-Zwischenkreises) und eine externe 24- V-DC- angeschlossen wurde. Prüfen Sie vor Beginn der Reparaturarbeiten, ob alle Spannungseingänge getrennt wurden und ob die erforderliche Zeit verstrichen ist.

#### Installation in großer Höhe

#### **⚠️ VORSICHT**

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

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

525 – 690 V: Wenden Sie sich bei ei einer Installation in über 2 km Höhe hinsichtlich PELV (Protective extra low voltage / Schutzkleinspannung) bitte an Danfoss.

#### **⚠️ WARNUNG**

#### Warnung vor unerwartetem Anlauf

- Der Motor kann anhand von digitalen Befehlen, Bus-Befehlen, Sollwerten oder einem lokalen Stopp angehalten werden, wenn der Frequenzumrichter an das Netz angeschlossen ist. Diese Stoppfunktionen sind nicht ausreichend, wenn die persönliche Sicherheit das Vermeiden eines unerwarteten Anlaufs erforderlich macht.
- Während der Änderung von Parametern kann der Motor starten. Deshalb muss die Stopp-Taste [STOP/RESET] immer aktiviert werden; je nachdem, welche Daten geändert werden können.
- Ein gestoppter Motor kann anlaufen, wenn ein Fehler in der Elektronik des Frequenzumrichters, eine temporäre Überlast, ein Ausfall der Netzversorgung oder eine Unterbrechung der Motorverbindung auftritt.

#### **⚠️ WARNUNG**

Das Berühren leitender Teile kann tödlich sein, auch wenn das System vom Netz getrennt wurde.

Stellen Sie auch sicher, dass andere Spannungseingänge getrennt wurden, wie z. B. die 24 V DC, die Zwischenkreiskopplung (Verbindung des DC-Zwischenkreises) und der

Motoranschluss für die kinetische Sicherung. Siehe Produkthandbuch zu weiteren Sicherheitshinweisen.

## ⚠️ WARNUNG

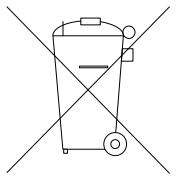
Die Zwischenkreiskondensatoren des Frequenzumrichters bleiben geladen, nachdem die Stromversorgung getrennt wurde. Trennen Sie zur Vermeidung eines Stromschlags den Frequenzumrichter vom Netz, bevor Sie Wartungsaufgaben durchführen. Warten Sie vor der Durchführung der Wartung des Frequenzumrichters mindestens so lange wie folgt:

Spannung (V)	Mindestwartezeit (in Minuten)				
	4	15	20	30	40
200 - 240	1,1 – 3,7 kW	5,5 – 45 kW			
380 - 480	1,1 – 7,5 kW	11 – 90 kW	110 – 250 kW		315 – 1000 kW
525 - 600	1,1 – 7,5 kW	11 – 90 kW			
525 - 690		11 – 90 kW	45 – 400 kW	450 - 1400 kW	

Beachten Sie, dass im Zwischenkreis auch dann Hochspannung vorhanden sein kann, wenn die LEDs erloschen sind.

Tabelle 2.1

### 2.1.2 Entsorgungsanweisungen



Elektrische Geräte und Komponenten dürfen nicht zusammen mit normalem Hausmüll entsorgt werden. Sie müssen separat mit elektrischem und elektronischem Abfall gemäß den lokalen Bestimmungen und den gerade gültigen Gesetzen gesammelt werden.

Tabelle 2.2

## 2.2 CE-Zeichen

### 2.2.1 CE-Konformität und CE-Kennzeichnung

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

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

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

Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion werden jetzt von der Maschinenrichtlinie erfasst. 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 stellen wir Informationen zu Sicherheitsaspekten des Frequenzumrichters zur Verfügung.

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

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

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

EMV ist die Abkürzung für Elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Verträglichkeit bedeutet, dass die gegenseitigen elektronischen Störungen zwischen verschiedenen Baueilen bzw. Geräten so gering sind, dass sie die Funktion der Geräte nicht beeinflussen. Die EMV-Richtlinie ist seit 1. Januar 1996 in Kraft. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung. Wie eine EMV-gerechte Installation auszuführen ist, wird in diesem Projektierungshandbuch im entsprechenden Abschnitt erklärt. Wir geben außerdem die Normen an, denen unsere diversen Produkte entsprechen. Wir bieten die in den technischen Daten angegebenen Filter und weitere Unterstützung zum Erzielen einer optimalen EMV-Sicherheit an.

Meistens werden Frequenzumrichter von Fachleuten als komplexes Bauteil eingesetzt, das Teil eines größeren Geräts, Systems bzw. einer Anlage ist. Es ist zu beachten, dass die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage oder der Installation beim Installateur liegt.

### 2.2.2 Was unter die Richtlinien fällt

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

1. Der Frequenzumrichter wird direkt im freien Handel an den Endkunden verkauft. Der Frequenzumrichter wird zum Beispiel in einem Heimwerkermarkt verkauft. Der Endkunde ist nicht sachkundig. Er installiert den



Frequenzumrichter selbst, z. B. für ein Heimwerker- oder Haushaltsgerät o. Ä. Für derartige Anwendungen bedarf der Frequenzumrichter der CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie.

2. Der Frequenzumrichter wird für die Installation in einer Anlage verkauft. Die Anlage wird von Fachkräften aufgebaut. Es kann sich dabei z. B. um eine Produktionsanlage oder um eine von Fachleuchten konstruierte und aufgebaute Heizungs- oder Lüftungsanlage handeln. Weder der Frequenzumrichter noch die fertige Anlage bedürfen einer CE-Kennzeichnung nach der EMV-Richtlinie. Die Anlage muss jedoch den grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen. Dies kann der Anlagenbauer durch den Einsatz von Bauteilen, Geräten und Systemen sicherstellen, die eine CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie besitzen.
3. Der Frequenzumrichter wird als Teil eines Komplettsystems verkauft. Das System wird als Komplett Einheit angeboten, z. B. eine Klimaanlage. Das gesamte System muss gemäß der EMV-Richtlinie die CE-Kennzeichnung tragen. Dies kann der Hersteller entweder durch den Einsatz CE-gekennzeichneter Bauteile gemäß EMV-Richtlinie oder durch Überprüfung der EMV-Eigenschaften des Systems gewährleisten. Entscheidet er sich dafür, nur CE-gekennzeichnete Bauteile einzusetzen, so braucht das Gesamtsystem nicht getestet zu werden.

### 2.2.3 Danfoss Frequenzumrichter und das CE-Zeichen

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

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

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

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

dass unsere CE-Kennzeichnung der Niederspannungsrichtlinie entspricht, stellt Danfoss eine Konformitätserklärung aus.

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

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

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

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

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

## 2.3 Luftfeuchtigkeit

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

## 2.4 Aggressive Umgebungsbedingungen

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

## ⚠ VORSICHT

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

### Schutzart gemäß IEC 60529

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

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

Schwebende Partikel, wie z. B. Staub, können zu mechanisch, elektrisch oder thermisch bedingten Ausfällen des Frequenzumrichters führen. Eine Staubschicht auf dem Ventilator des Frequenzumrichters ist ein typisches Anzeichen für einen hohen Grad an Schwebepartikeln. In sehr staubiger Umgebung sind Geräte gemäß Schutzart IP54/55 oder ein zusätzliches Schutzgehäuse für Geräte der Schutzart IP00/IP20/NEMA 1 zu empfehlen.

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

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

## HINWEIS

Die Aufstellung eines Frequenzumrichters in aggressiven Umgebungsbedingungen verkürzt die Lebensdauer des Geräts erheblich und erhöht das Risiko von Ausfällen.

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

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

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

## 2.5 Vibrationen und Erschütterungen

Der Frequenzumrichter wurde Prüfverfahren gemäß den folgenden Normen unterzogen:

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

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

## 2.6 Sicherer Stopp

### 2.6.1 Elektrische Klemmen

Der Frequenzumrichter beinhaltet die Sicherheitsfunktionen *Sicher abgeschaltetes Moment* (im Entwurf CD IEC 61800-5-2 definiert) oder *Stoppkategorie 0* (Definition siehe EN 60204-1).

Der Frequenzumrichter wurde entsprechend den Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 gemäß EN 954-1 konstruiert und ist für diese zugelassen. Die entsprechende Funktion heißt Sicherer Stopp. Vor der Integration und Verwendung von Sicherer Stopp in einer Anlage muss zunächst eine umfassende Risikoanalyse in Bezug auf die Anlage durchgeführt werden. Die Analyse soll ermitteln, ob die Funktion Sicherer Stopp und die Sicherheitskategorie für die Anlage angemessen und ausreichend sind.

**⚠️ WARNUNG**

Für eine der Sicherheitskategorie 3 der EN 954-1 entsprechende Installation und Verwendung der Funktion Sicherer Stopp sind die entsprechenden Informationen und Anweisungen des jeweiligen Projektierungshandbuchs zu befolgen. Die im Umfang des Produkthandbuchs bereitgestellten Informationen und Anweisungen reichen für eine ordnungsgemäße und sichere Verwendung der Funktion Sicherer Stopp nicht aus.

2

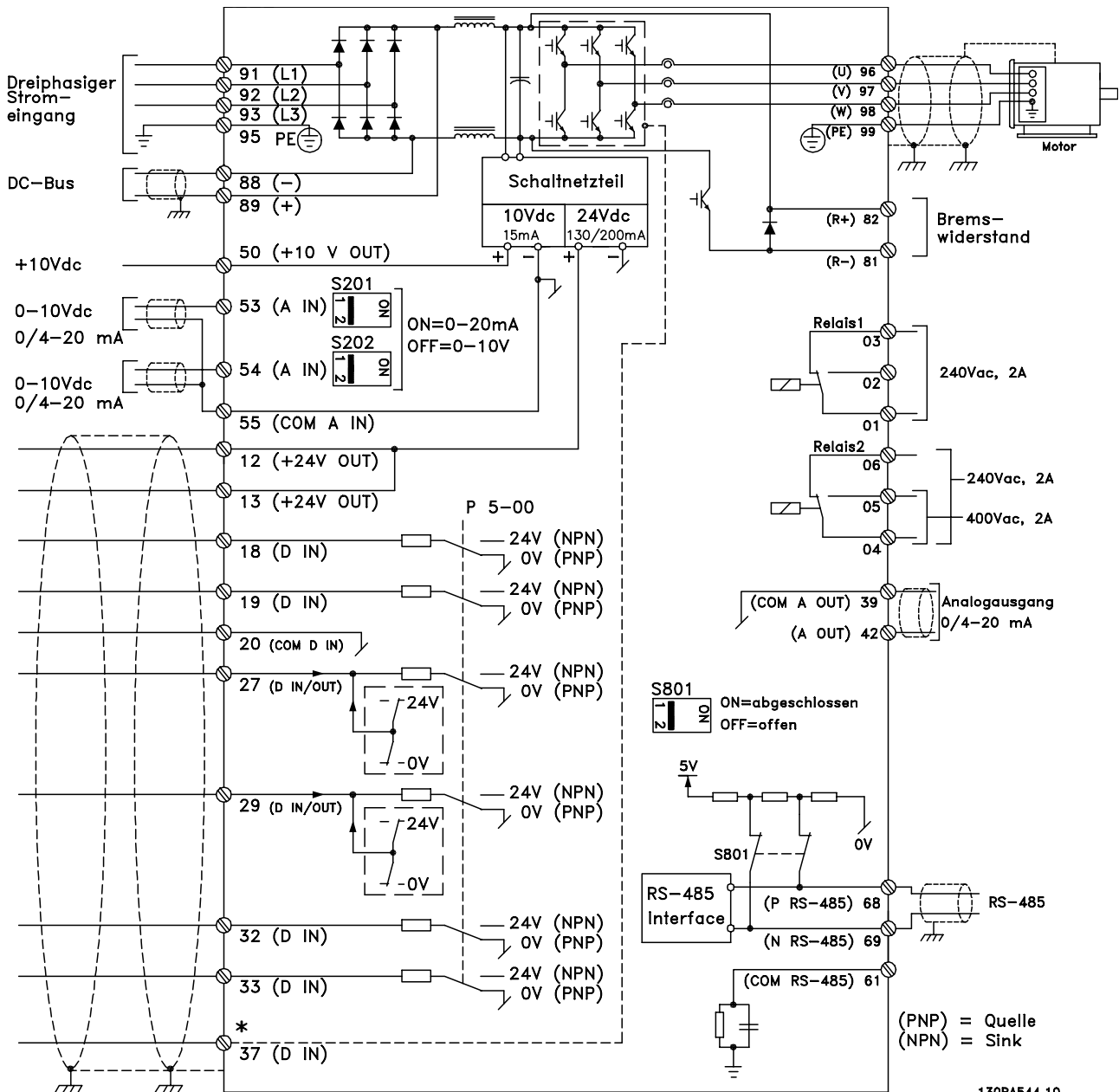
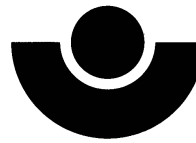


Abbildung 2.1 Schaltbild mit allen elektrischen Klemmen. (Klemme 37 ausschließlich für Einheiten mit Funktion Sicherer Stopp.)

130BA544.10

Prüf- und Zertifizierungsstelle  
im BG-PRÜFZERT



**BGIA**  
Berufsgenossenschaftliches  
Institut für Arbeitsschutz

Hauptverband der gewerblichen  
Berufsgenossenschaften

**Type Test Certificate**

05 06004

No. of certificate

**Translation**

In any case, the German original shall prevail.

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

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

Ref. of customer:

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

Date of Issue: 13.04.2005

Product designation: Frequency converter with integrated safety functions

Type: VLT® Automation Drive FC 302

Intended purpose: Implementation of safety function „Safe Stop“

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

Test certificate: No.: 2003 23220 from 13.04.2005

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

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

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

130BA373.11

Head of certification body

*(Signature of Dietmar Reinert)*

(Prof. Dr. rer. nat. Dietmar Reinert)

Certification officer

*(Signature of R. Apfeld)*

(Dipl.-Ing. R. Apfeld)

PZB10E  
01.05



Postal address:  
53754 Sankt Augustin

Office:  
Alte Heerstraße 111  
53757 Sankt Augustin

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

Abbildung 2.2



Abbildung 2.3

### 2.6.2 Sicheren Stopp installieren

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

1. Entfernen Sie die Kabelbrücke zwischen Klemme 37 und 24 V DC. Alleiniges Durchschneiden oder Unterbrechen des Kabels reicht nicht aus. Es muss vollständig entfernt werden, um Fehlkontaktierung zu vermeiden. Siehe Kabelbrücke unter *Abbildung 2.4*.
2. Schließen Sie Klemme 37 mit einem gegen Kurzschluss geschützten Kabel über einen Sicherheitsbaustein gemäß EN 954-1 Kategorie 3 an die 24-V-DC-Versorgung an. Sind die Sicherheitsvorrichtung und der Frequenzumrichter im selben Schaltschrank untergebracht, darf auch ein normales Kabel benutzt werden.

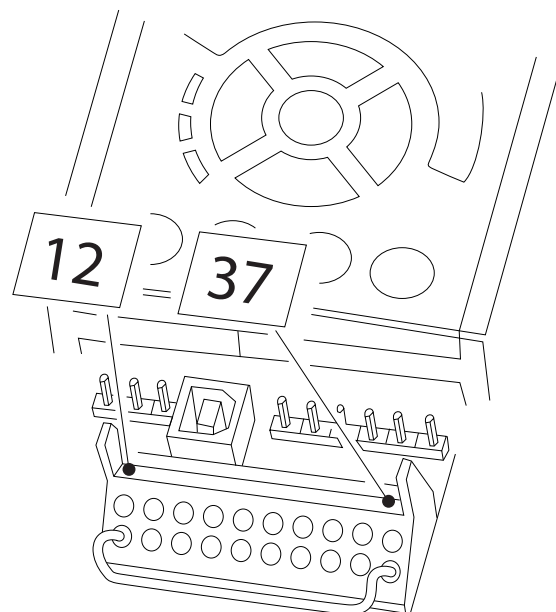


Abbildung 2.4 Kabelbrücke zwischen Klemme 37 und 24 V DC

*Abbildung 2.5* zeigt eine Anwendung mit Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) gemäß Sicherheitskategorie 3 nach EN 954-1. Klemme 37 wird über einen Sicherheitsbaustein geschaltet,

der redundant den Türkontaktschalter auswertet. Der zusätzlich abgebildete Freilaufkontakt ist nicht sicherheitsbezogen und erfüllt nicht Kategorie 3 nach EN 954-1.

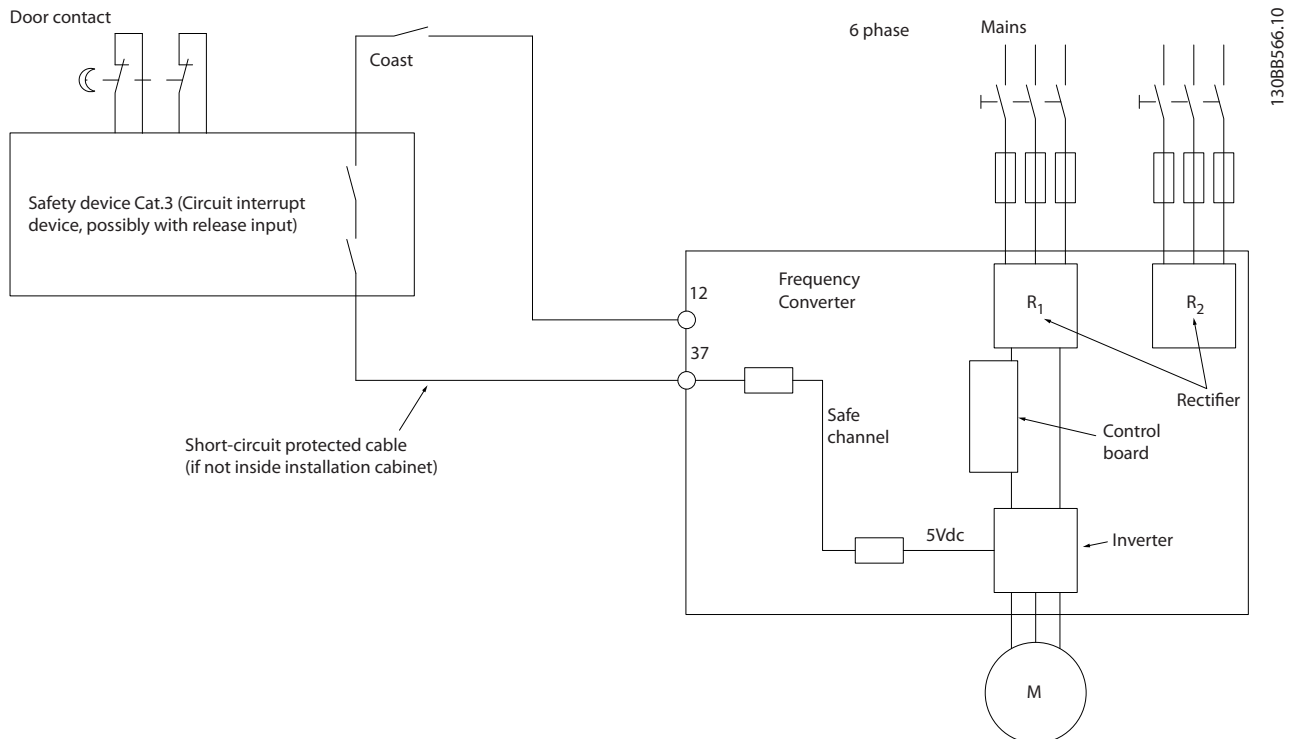


Abbildung 2.5 Abbildung der wesentlichen Aspekte einer Installation zum Erzielen der Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) mit Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1).

## 2.7 Vorteile

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

Bei einem Frequenzumrichter wird die Tatsache ausgenutzt, dass Zentrifugallüfter und Kreiselpumpen den Proportionalitätsgesetzen für derartige Geräte folgen. Siehe dazu der Text und die Abbildung unter *Die Proportionalitätsgesetze*.

### 2.7.2 Der eindeutige Vorteil: Energieeinsparungen

Der eindeutige Vorteil bei Einsatz eines Frequenzumrichters zur Drehzahlregelung von Lüftern oder Pumpen sind die Einsparungen im Hinblick auf den Energieverbrauch, die sich erreichen lassen. Im Vergleich zu alternativen Regelungssystemen und Technologien ist ein Frequenzumrichter das energieoptimale Steuersystem zur Regelung von Lüftungs- und Pumpenanlagen.

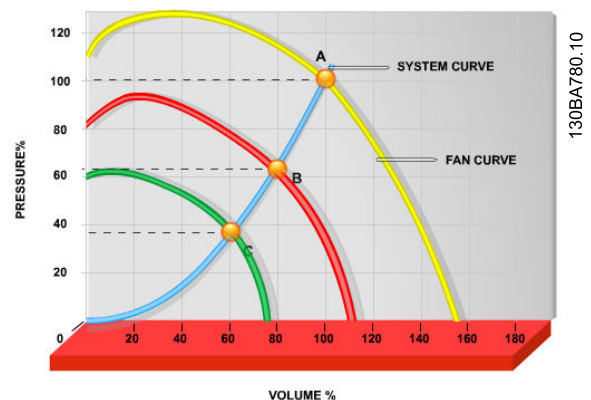
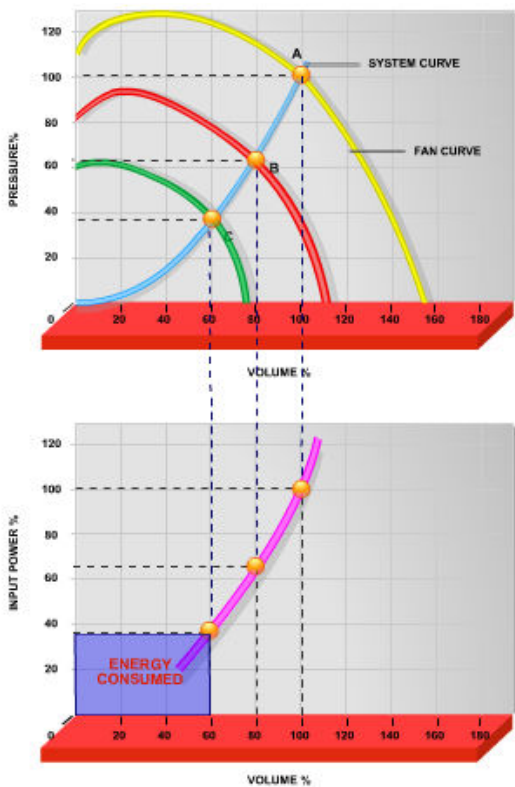


Abbildung 2.6 Die Grafik zeigt Lüfterkurven (A, B und C) für reduzierte Lüftervolumen.



130BA781.10

Abbildung 2.7 Wenn die Lüfterkapazität mit einem Frequenzumrichter auf 60 % reduziert wird, können in Standardanwendungen Energieeinsparungen von mehr als 50 % erzielt werden.

### 2.7.3 Beispiel für Energieeinsparungen

Wie aus der Abbildung (die Proportionalitätsgesetze) zu erkennen ist, wird der Durchfluss durch Ändern der Drehzahl geregelt. Durch Reduzierung der Drehzahl um nur 20 % gegenüber der Nenn Drehzahl wird auch der Durchfluss um 20 % reduziert, da der Durchfluss direkt proportional zur Drehzahl ist. Der Stromverbrauch wird dagegen um 50 % reduziert.

Wenn das fragliche System einen Durchfluss liefern muss, der nur an einigen Tagen im Jahr 100 % entspricht, während der Durchschnitt für den Rest des Jahres unter 80 % des Nenn durchflusses liegt, beträgt die gesparte Energie mehr als 50 %.

Die Proportionalitätsgesetze	
Abbildung 2.8 beschreibt die Abhängigkeit von Durchfluss, Druck und Leistungsaufnahme von der Drehzahl.	
Q = Durchfluss	P = Leistung
Q <sub>1</sub> = Nenn durchfluss	P <sub>1</sub> = Nennleistung
Q <sub>2</sub> = Reduzierter Durchfluss	P <sub>2</sub> = Reduzierte Leistung
H = Druck	n = Drehzahlregelung
H <sub>1</sub> = Nenndruck	n <sub>1</sub> = Nenn Drehzahl
H <sub>2</sub> = Reduzierter Druck	n <sub>2</sub> = Reduzierte Drehzahl

Tabelle 2.3

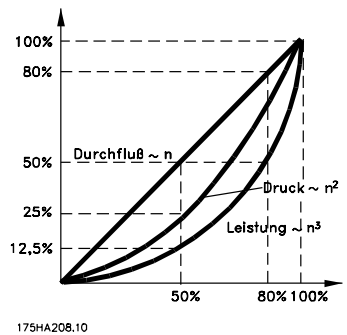


Abbildung 2.8

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

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

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

### 2.7.4 Energieeinsparungen – Vergleich

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

Im Diagramm (Abbildung 2.10) werden die typischen Energieeinsparungen dargestellt, die mit drei wohlbekannten Lösungen möglich sind, wenn das Lüftervolumen auf 60 % reduziert wird.

Wie im Diagramm dargestellt, können in typischen Anwendungen bis zu 50 % Energie eingespart werden.

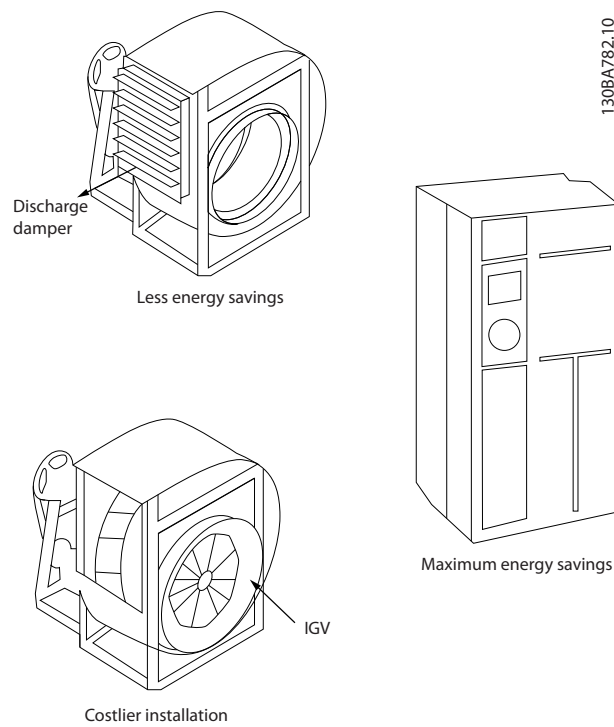
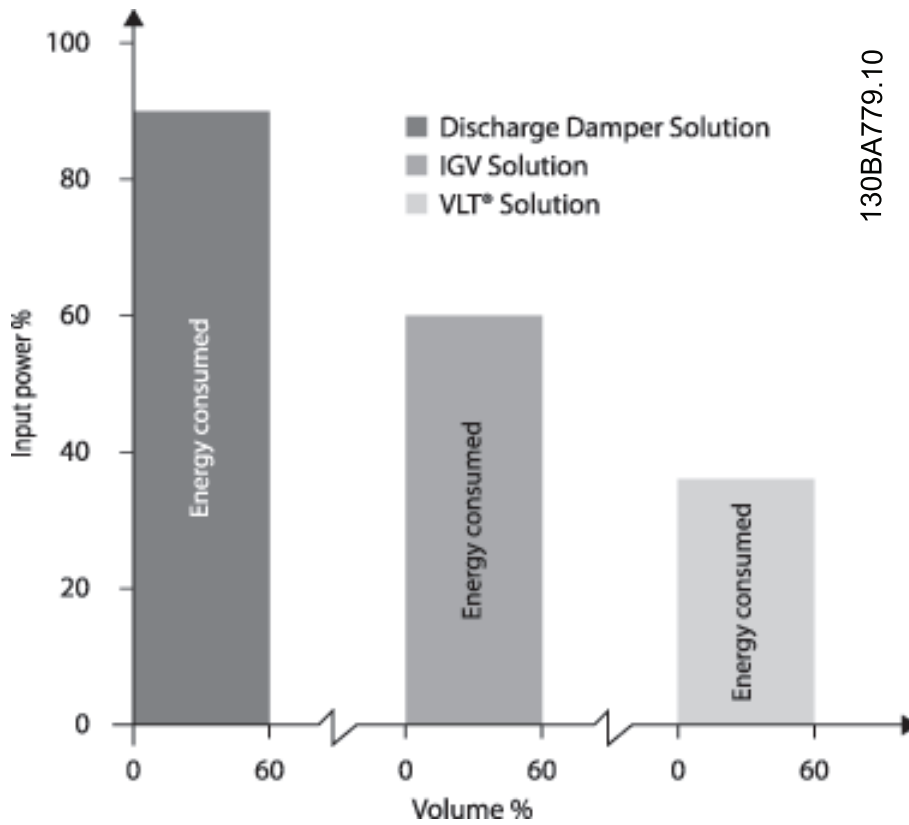


Abbildung 2.9 Die drei üblichen Systeme zur Einsparung von Energie.





130BA779.10

Abbildung 2.10 Durch Entladungsdämpfer wird die Leistungsaufnahme leicht gesenkt. Durch Leitschaufeln 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 variierendem Durchfluss über 1 Jahr

Das nachstehende Beispiel wurde auf Basis 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 dem Preis des Frequenzumrichters ab. In diesem Beispiel beträgt sie weniger als ein Jahr im Vergleich zu Ventilen und konstanter Drehzahl.

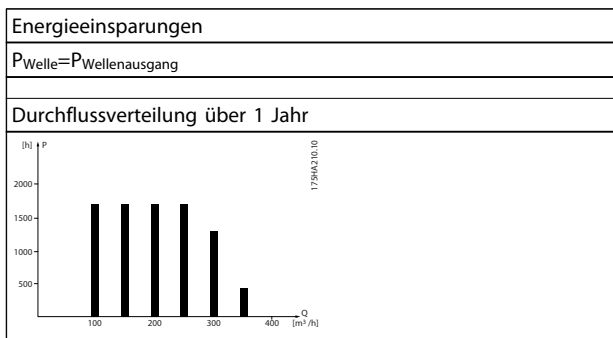


Tabelle 2.4

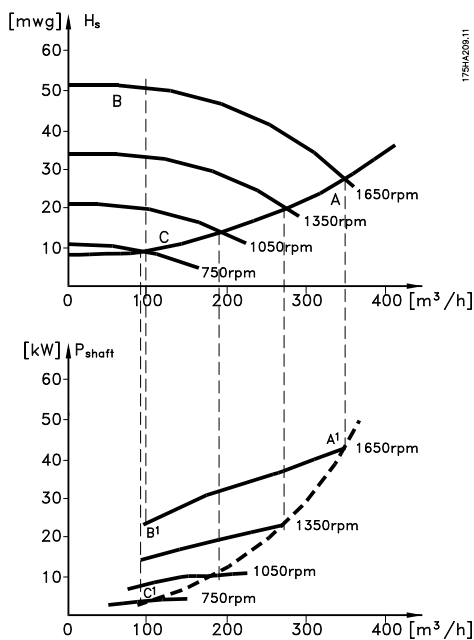


Abbildung 2.11

m³/h	Verteilung		Ventilregelung		Regelung über Frequenzumrichter	
	%	Stunden	Leistungs-	aufnahme	Leistungs-	aufnahme
			A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	kWh	A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	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

### 2.7.6 Bessere Regelung

Durch den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Durchfluss- oder Druckregelung ergibt sich ein Regelungssystem, das sich sehr genau einregulieren 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 neuen Durchfluss- oder Druckbedingungen in der Anlage an. Es ergibt sich eine einfache Prozessregelung (Durchfluss, Pegel oder Druck) über den integrierten PID-Regler.

### 2.7.7 Korrektur des Leistungsfaktors cos φ

In der Regel liefert ein VLT® HVAC Drive mit einem cos φ von 1 eine Korrektur des Leistungsfaktors cos φ des Motors. Damit muss der cos φ 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 der unten stehenden Abbildung zu sehen, verbraucht der Frequenzumrichter nicht mehr als den Nennstrom.

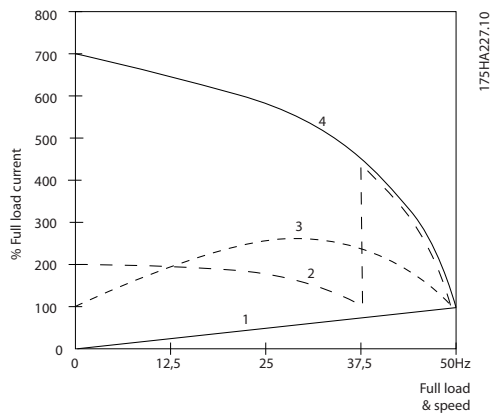


Abbildung 2.12

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

Tabelle 2.6

### 2.7.9 Ein Frequenzumrichter spart Geld

Das folgende Beispiel zeigt, dass bei Einsatz von Frequenzumrichtern auf viele Bauteile verzichtet werden kann. Die Höhe der Kosten für die Aufstellung der beiden Anlagen lässt sich berechnen. Im Beispiel auf der folgenden Seite lassen sich die beiden Anlagen zu ungefähr dem gleichen Preis realisieren.

### 2.7.10 Ohne Frequenzumrichter

Die Abbildung zeigt eine in herkömmlicher Bauweise erstellte Lüftungsanlage.			
D.D.C.	= Direkte digitale Regelung	E.M.S.	= Energiemanagementsystem
V.V.S.	= Variabler Luftvolumenstrom		
Fühler P	= Druck	Fühler T	= Temperatur

Tabelle 2.7

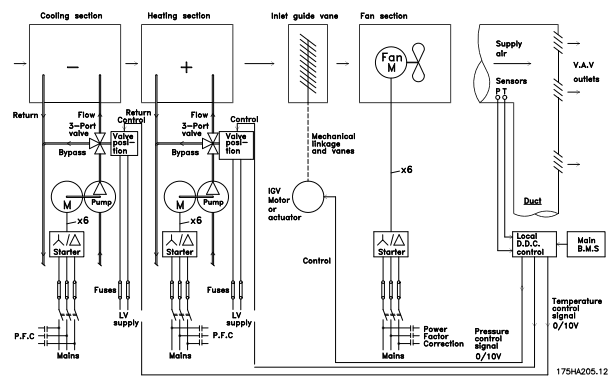


Abbildung 2.13

### 2.7.11 Mit einem Frequenzumrichter

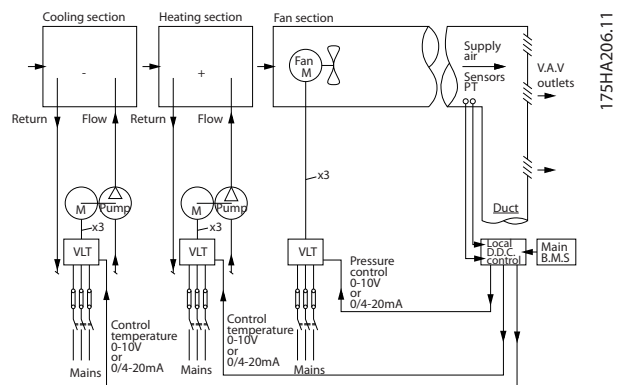


Abbildung 2.14 In der Abbildung ist ein durch Frequenzumrichter geregeltes Lüftersystem dargestellt.

## 2.7.12 Anwendungsbeispiele

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

### Variabler Luftvolumenstrom

*Fragen Sie nach The Drive to...Improving Variable Air Volume Ventilation Systems, MN.60.A1.02*

### Konstanter Volumenstrom

*Fragen Sie nach The Drive to...Improving Constant Air Volume Ventilation Systems, MN.60.B1.02*

### Kühlturmgebläse

*Fragen Sie nach The Drive to...Improving fan control on cooling towers, MN.60.C1.02*

### Kondenswasserpumpen

*Fragen Sie nach The Drive to...Improving condenser water pumping systems, MN.60.F1.02*

### Primärpumpen

*Fragen Sie nach The Drive to...Improve your primary pumping in primary/secondary pumping systems, MN.60.D1.02*

### Hilfspumpen

*Fragen Sie nach The Drive to...Improve your secondary pumping in primary/secondary pumping systems, MN.60.E1.02*

### 2.7.13 Variabler Luftvolumenstrom

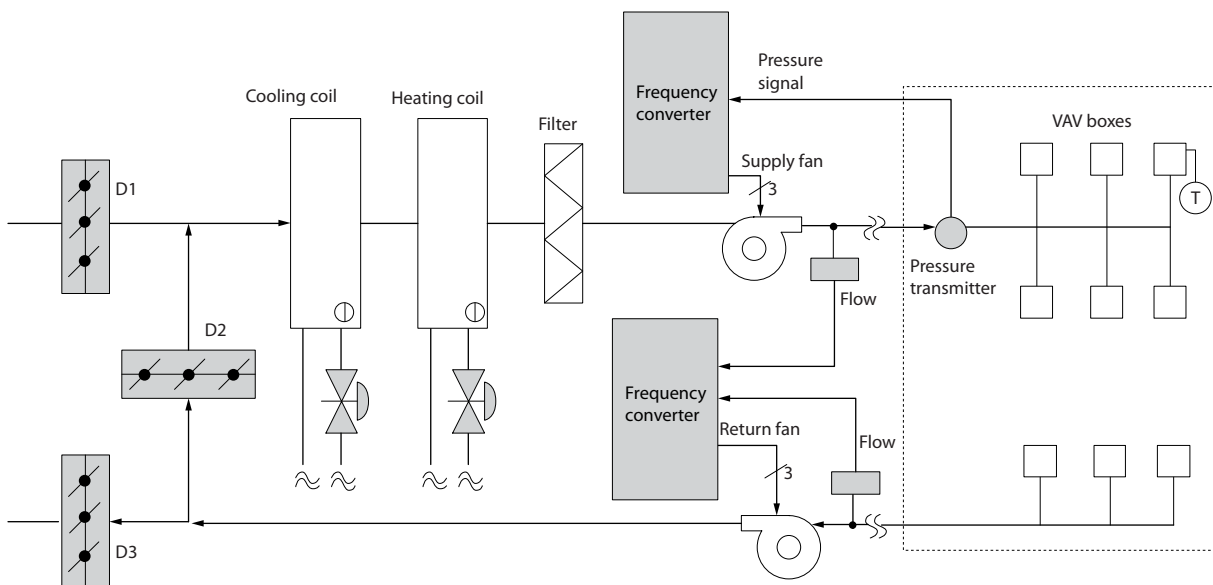
2

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. Durch den Einbau zentraler Anlagen lässt sich ein höherer Energienutzungsgrad erzielen als bei verzweigten Systemen. 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 werden, und die gesamte Anlage kann weniger komplex ausgeführt 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 verhalten sich entsprechend den Gesetzen der Zentrifugalkraft. Das bedeutet, dass die Lüfter den von ihnen produzierten Druck und Fluss senken, während ihre Drehzahl sinkt. Dadurch wird die Leistungsaufnahme erheblich gesenkt.

Der Rückführungslüfter wird zur Aufrechterhaltung einer festgelegten Belüftungsdifferenz zwischen Versorgung und Rückführung häufig geregelt. Der erweiterte PID-Regler des HVAC-Frequenzumrichters kann so eingesetzt werden, dass keine weiteren Regler nötig sind.



130BB455.10

Abbildung 2.15

### 2.7.15 Konstanter Volumenstrom

Systeme für konstanten Volumenstrom (KVS) sind zentrale Lüftungsanlagen, die in der Regel zur Belüftung großer Gemeinschaftsbereiche mit geringen Mengen temperierter Frischluft eingesetzt werden. Sie waren die Vorläufer der variablen Luftsysteme und sind dementsprechend auch in älteren, gewerblich genutzten Mehrzonengebäuden zu finden. Bei diesen Anlagen wird die Luft mithilfe von Klimageräten mit eingebautem Heizregister vorgeheizt. Viele dieser Anlagen werden auch zur Gebäudeklimatisierung eingesetzt und haben dementsprechend ein Kühlregister. Zuluftventilatoren 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. Istwertsignale können von Temperatur- oder CO<sub>2</sub>-Sensoren an Frequenzumrichter gesendet werden. Egal, ob die Temperatur, die Luftqualität oder beides geregelt werden soll – ein CAV-System kann für den Betrieb auf Basis der tatsächlichen Gebäudebedingungen geregelt 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.

Bei der Temperaturregelung, die vorwiegend in Klimaanlage verwendet wird, liegen unterschiedliche Kühlanforderungen vor, da sich sowohl die Außentemperatur als auch die Anzahl der Menschen im geregelten Bereich verändert. Wenn die Temperatur unter den Sollwert absinkt, kann der Versorgungslüfter eine 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. Mehrere Funktionen des dem Danfoss HVAC zugeordneten Frequenzumrichters können zur Verbesserung eines CAV-Systems eingesetzt 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 Sollwert-signal eingestellt werden. Der Frequenzumrichter umfasst auch einen PID-Regler mit 3 Bereichen und 3 Sollwerten, der sowohl die Überwachung der Temperatur als auch der Luftqualität ermöglicht. Selbst wenn die Temperaturanforderungen erfüllt sind, erhält der Frequenzumrichter genügend Versorgungsluft für den Luftqualitätssensor aufrecht. Der Regler kann zwei Istwertsignale zur Regelung des Rückführungslüfters überwachen und vergleichen und gleichzeitig einen festgelegten Differenzialluftstrom zwischen der Versorgung und der Rückführungsleitung aufrechterhalten.

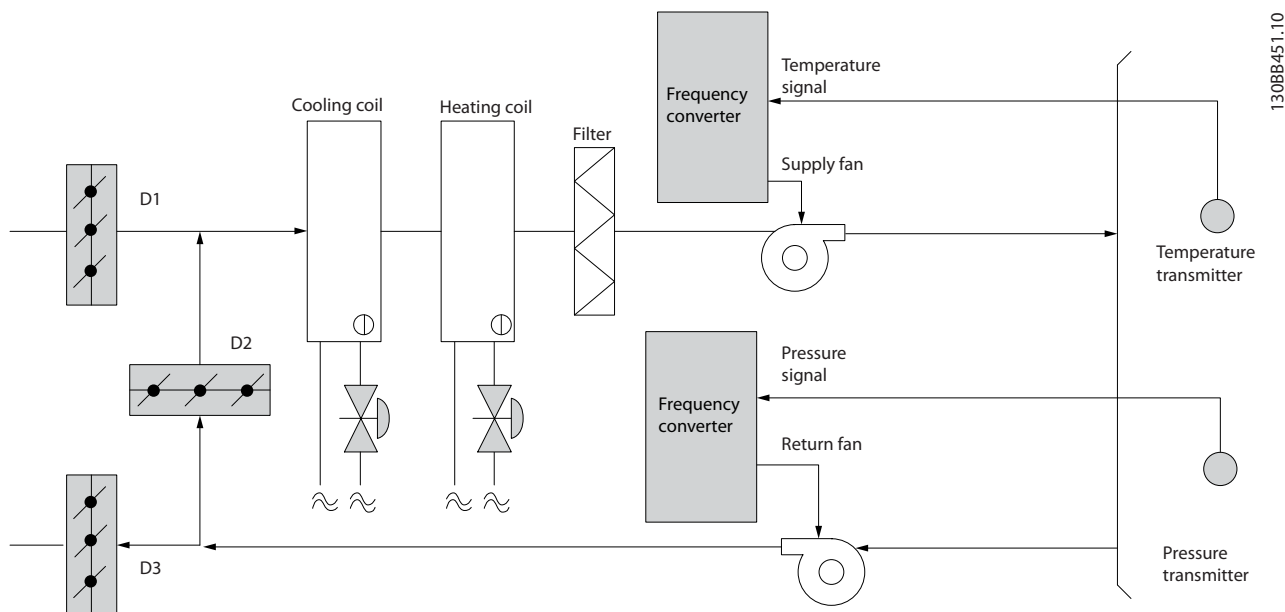


Abbildung 2.16

### 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.

Die Kühlung erfolgt durch Verdunstung.

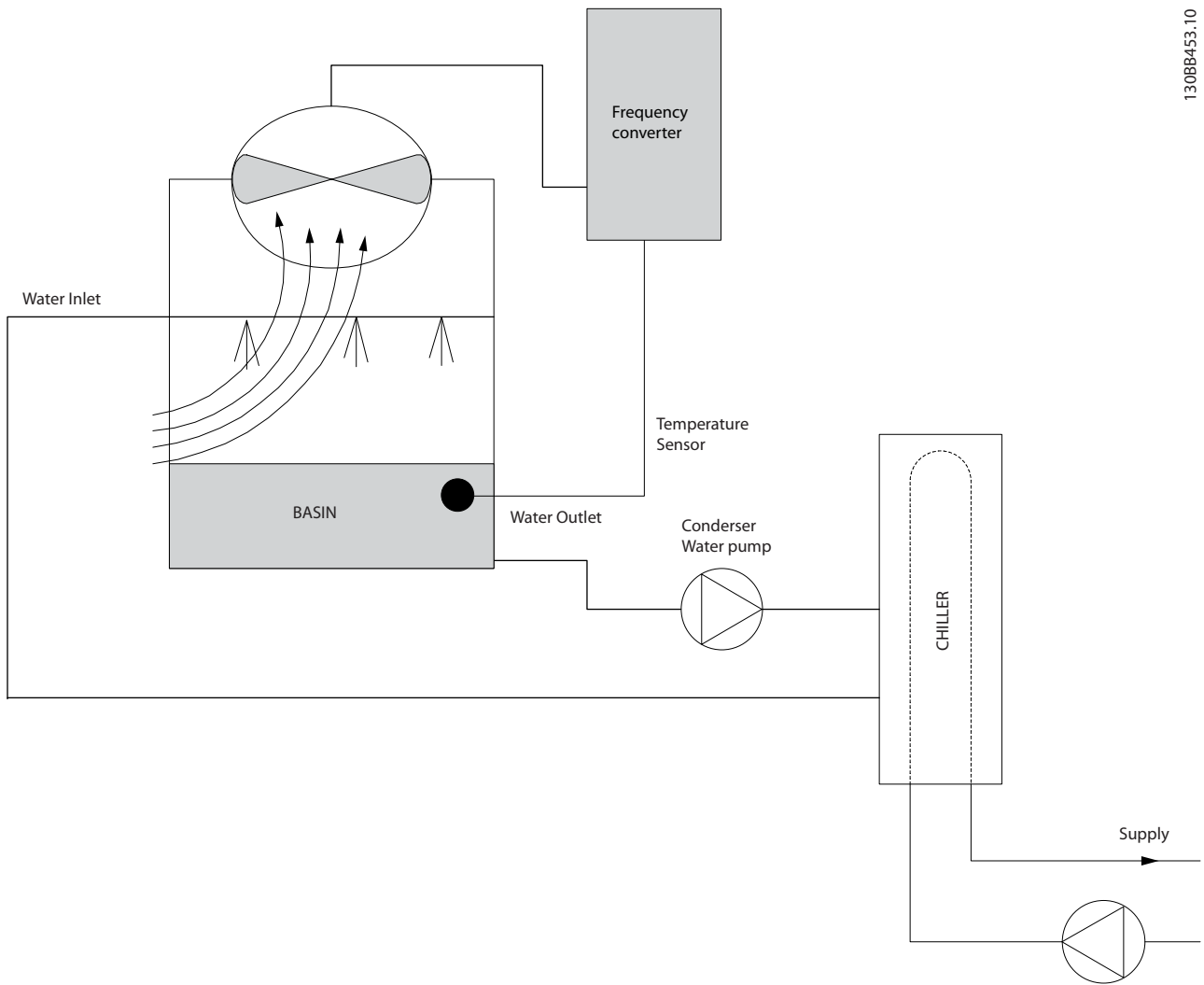
Um die Oberfläche des Kondensatorwassers zu vergrößern, wird dieses in den Kühlturm gesprüht. Das Kühlturmgebläse führt Luft durch den Füllbereich und unterstützt damit die Verdunstung des Wassers. Durch die Verdunstung wird dem Wasser Energie entzogen, was eine Temperatursenkung bewirkt. Das gekühlte 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.

Mehrere Funktionen des dem Danfoss HVAC zugeordneten Frequenzumrichters und der HVAC-Frequenzumrichter können zur Leistungssteigerung von Kühlturmlüftern verwendet werden. Wenn die Drehzahl der Kühlturmlüfter unter einen bestimmten Wert absinkt, haben die Lüfter nur noch geringen Einfluss auf die Kühlung des Wassers. Auch bei Verwendung eines Getriebes zur Frequenzregelung des Turmlüfters kann eine Mindestdrehzahl von 40 bis 50 % erforderlich sein. Die vom Kunden programmierbare Mindestfrequenzeinstellung ist zur Aufrechterhaltung dieser Mindestfrequenz verfügbar, auch wenn der Istwert oder der Drehzahlsollwert niedrigere Drehzahlen verlangt.

Des Weiteren können Sie den Frequenzumrichter als Standardfunktion so programmieren, dass er in einen „Schlafmodus“ wechselt und den Lüfter stoppt, bevor eine höhere Drehzahl erforderlich ist. Außerdem haben einige Kühlturmlüfter unerwünschte Frequenzen, die zu Schwingungen führen können. Diese Frequenzen können durch Programmierung der Bypass-Frequenzbereiche im Frequenzumrichter ganz einfach vermieden werden.



130BB453.10

2

Abbildung 2.17



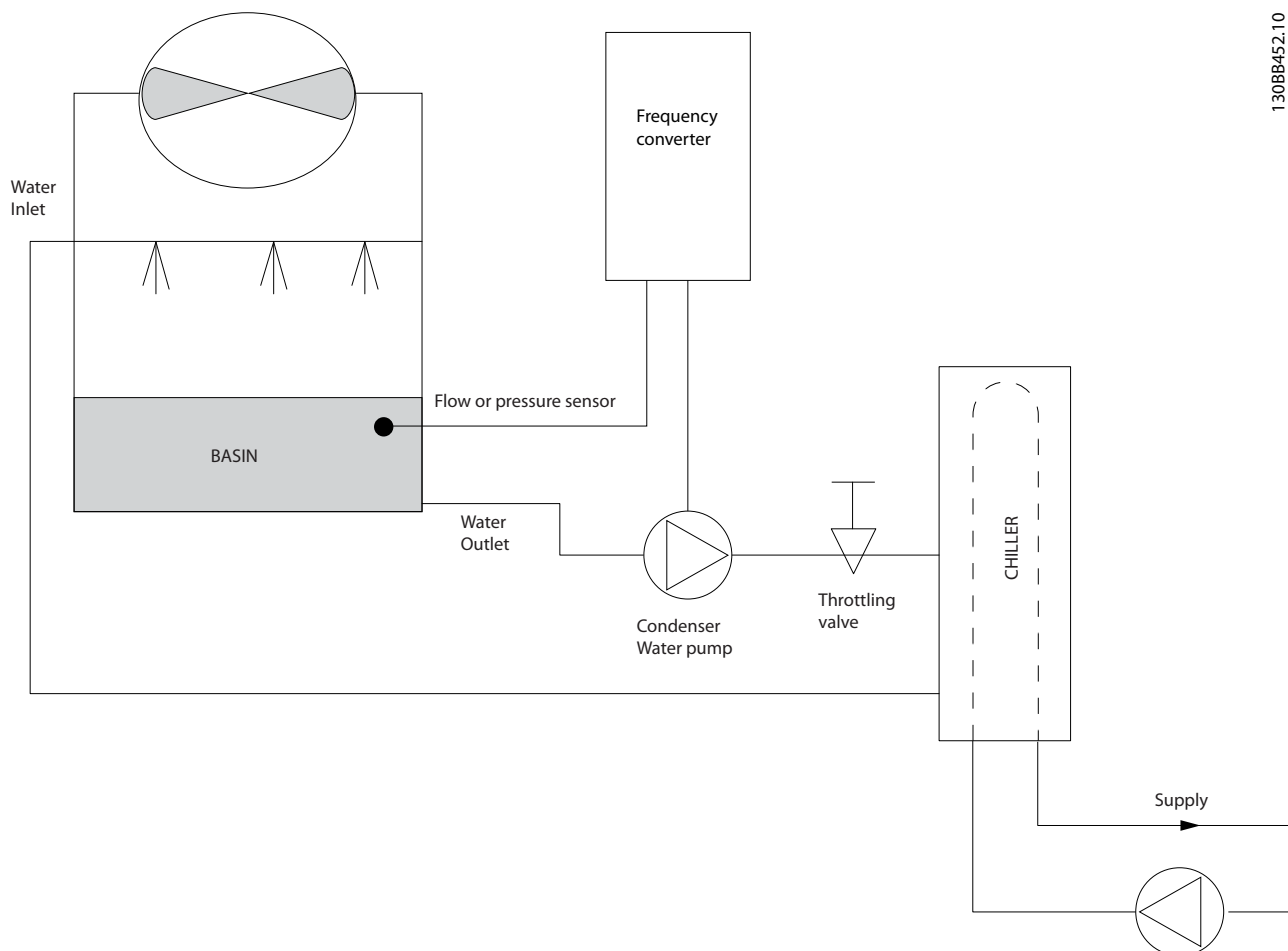
## 2.7.19 Kondenswasserpumpen

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. Solche Systeme stellen die energiesparendste Lösung zur Kaltwasserbereitung dar - 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 und auf diese Weise die Betriebskosten zu senken.

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.



130BB452.10

Abbildung 2.18

### 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. Dadurch 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 die geringe Verdampfungstemperatur des Kühlers schaltet den Kühler sicherheitshalber ab; 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 benutzt. 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.

Die andere Methode ist 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 sehr dem Trimmen der Pumpenlaufräder, außer dass damit keine Arbeit verbunden ist und 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 im Regelfall geringfügig sind, ist eine solche konstante Drehzahl angemessen. Für den Fall, dass die Strömungsgeschwindigkeit im System später erhöht werden muss, kann der Frequenzumrichter einfach die Pumpendrehzahl erhöhen, sodass kein neues Pumpenlaufrad erforderlich ist.

2

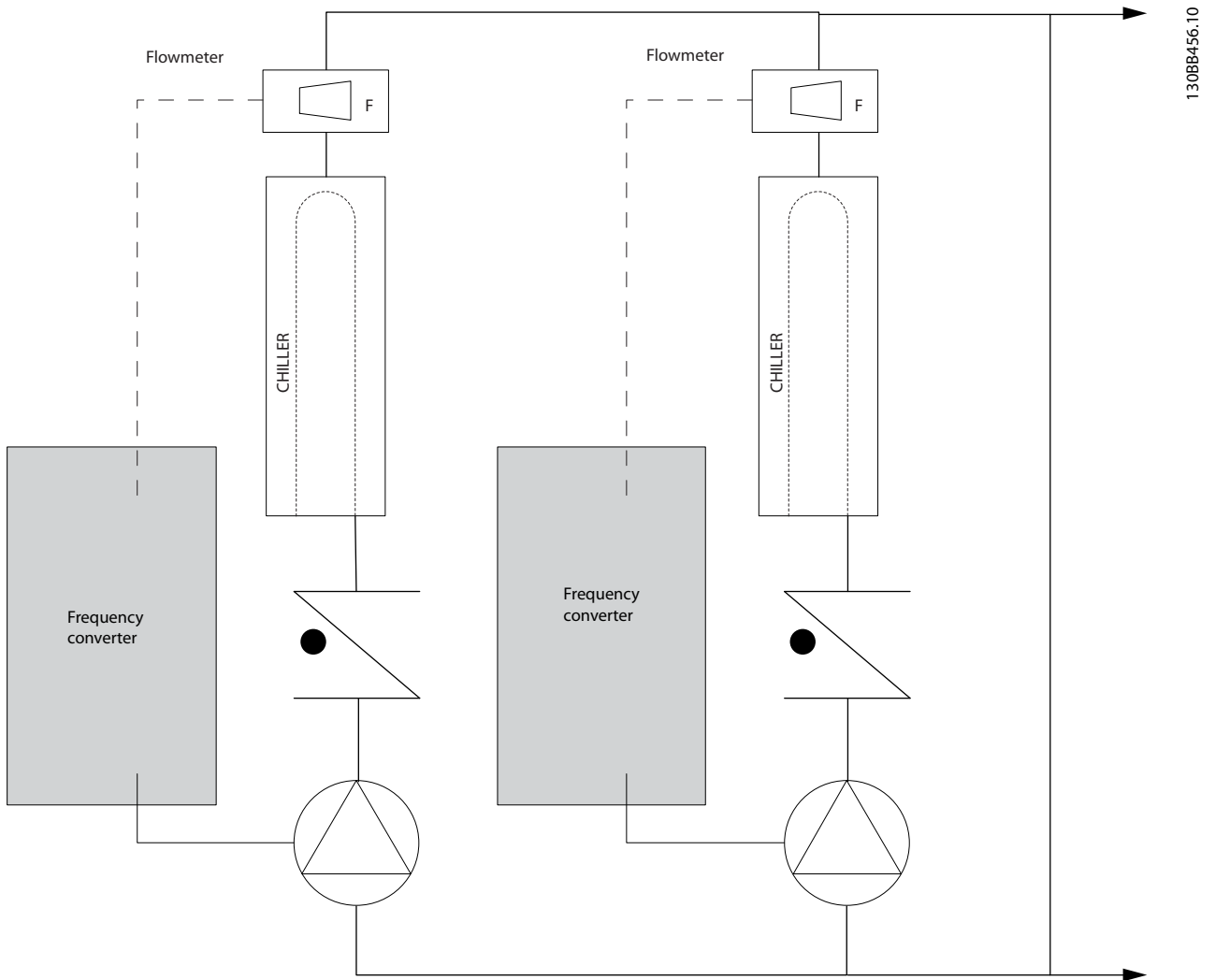


Abbildung 2.19

### 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 Rohrkreislaufts 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, sodass die bei zu niedriger Verdampfertemperatur ansprechende Sicherheitsvorrichtung den Kühler abschaltet, woraufhin 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 Zwei-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 zu variieren 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. Dadurch erhöht sich der an der Last und am Zwei-Wege-Ventil gemessene Differenzdruck. 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.

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

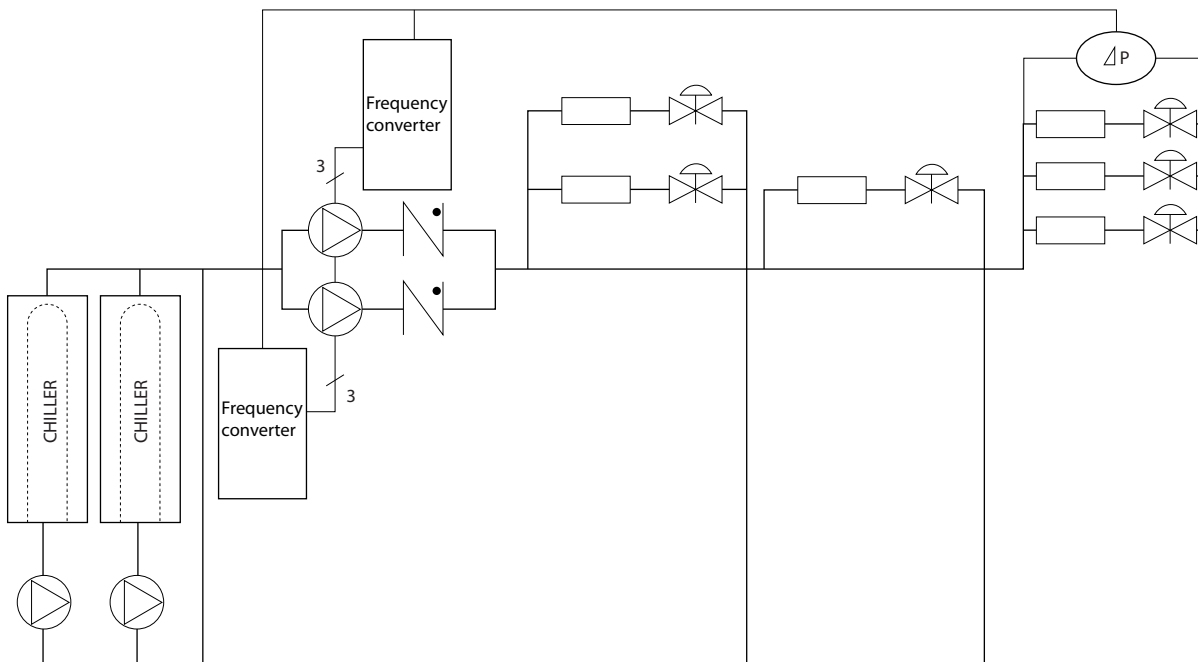


Abbildung 2.20

## 2.7.25 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters für die Regelung von Lüftern und Pumpen

2

Bei einem Frequenzumrichter wird die Tatsache ausgenutzt, dass Zentrifugallüfter und Kreiselpumpen den Proportionalitätsgesetzen für derartige Geräte folgen. Siehe dazu der Text und die Abbildung unter *Die Proportionalitätsgesetze*.

## 2.8 Steuerungsaufbau

### 2.8.1 Steuerungsprinzip

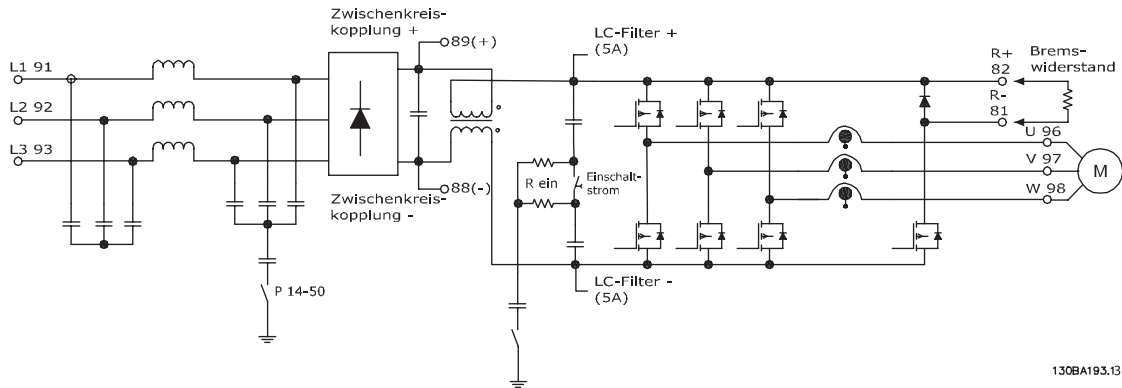


Abbildung 2.21 Steuerungsaufbau

Der Frequenzumrichter ist ein Hochleistungsgerät für anspruchsvolle Anwendungen. Er verfügt über verschiedene Arten von Motorsteuerprinzipien, wie U/f-Sondermotor-Modus, VVC<sup>plus</sup> oder Fluxvektor-Motorregelung und kann normale Kurzschlussläufermotoren steuern.

Das Kurzschlussverhalten dieses Frequenzumrichters hängt von 3 Stromwandlern in den Motorphasen ab.

In *1-00 Configuration Mode* kann ausgewählt werden, ob eine Rückführung verwendet wird oder nicht.

### 2.8.2 Regelungsstruktur ohne Rückführung

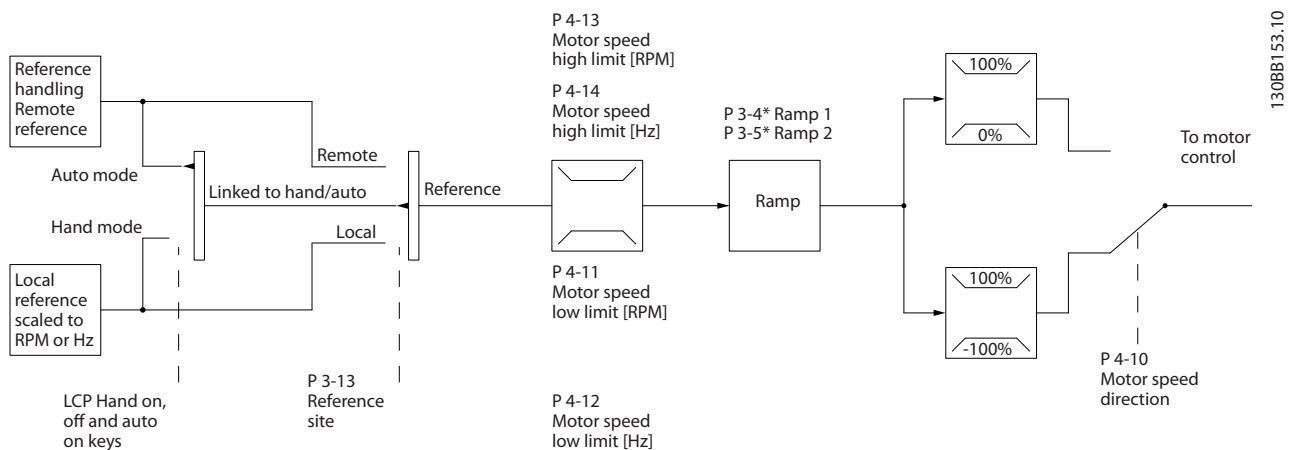


Abbildung 2.22 Struktur ohne Rückführung.

In der in *Abbildung 2.22* dargestellten Konfiguration wird *1-00 Configuration Mode* auf [0] Drehzahlsteuerung eingestellt. Der Sollwert, der sich aus dem Sollwertsystem ergibt, oder der Ortsollwert werden durch die Rampen- und Drehzahlgrenze empfangen und versorgt, bevor sie an die Motorsteuerung gesendet werden.

Der Ausgang der Motorsteuerung wird dann durch die maximale Frequenzgrenze beschränkt.

### 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:

- Freie Wahl der Motortechnologie (Permanentmagnet- oder Asynchronmotor)
- Installation und Betrieb wie von Asynchronmotoren bekannt
- Herstellerunabhängig bei Auswahl der Systemkomponenten (z. B. Motoren)
- Bester Systemwirkungsgrad durch Auswahl der besten Komponenten
- Mögliche Nachrüstung in vorhandenen Anlagen
- High Power-Reihe: 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 Erkennung fehlender Motorphasen
- Kein Kippschutz
- Keine ETR-Funktion

### 2.8.4 Hand-Steuerung (Hand on) und Fern-Betrieb (Auto on)

Der Frequenzumrichter kann manuell über das LCP-Bedienteil oder aus der Ferne über Analog-/Digitaleingänge oder serielle Schnittstellen betrieben werden.

Wenn es in 0-40 [Hand on] Key on LCP, 0-41 [Off] Key on LCP, 0-42 [Auto on] Key on LCP und 0-43 [Reset] Key on LCP zugelassen wurde, kann der Frequenzumrichter mithilfe der LCP-Tasten [Hand on] (Hand ein) und [Off] (Aus) gestartet und gestoppt werden. Alarmer können mithilfe der [RESET]-Taste quittiert werden. Nach dem Drücken der Taste [Hand on] (Hand ein) wechselt der Frequenzumrichter in den Hand-Betrieb und folgt

(standardmäßig) dem Ortsollwert, der mithilfe der LCP-Pfeiltasten [▲] und [▼] eingestellt wurde.

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

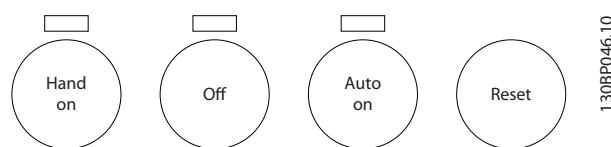


Abbildung 2.23

Hand Off (Hand aus) AutoLCP-Tasten	Sollwertvorgabe 3-13 Reference Site	Aktiver Sollwert
Hand	Umschalt. Hand/ Auto	Ort
Hand -> Aus	Umschalt. Hand/ Auto	Ort
Auto	Umschalt. Hand/ Auto	Fern
Auto -> Aus	Umschalt. Hand/ Auto	Fern
Alle Tasten	Ort	Ort
Alle Tasten	Fern	Fern

Tabelle 2.8 Bedingungen für die Aktivierung von Ort- oder Fernsollwert.

Tabelle 2.8 zeigt, unter welchen Bedingungen der Ortsollwert oder der Fernsollwert aktiv ist. Einer der beiden ist immer aktiv, aber es können nicht beide gleichzeitig aktiv sein.

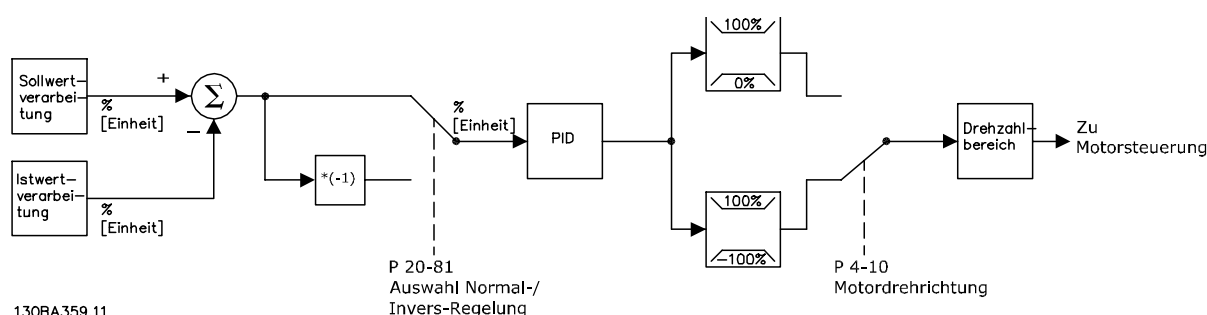
Der Ortsollwert stellt das Regelverfahren automatisch auf Regelung ohne Rückführung, die unabhängig von den Einstellungen in 1-00 Configuration Mode ist.

Der Ortsollwert wird beim Netz-Aus wiederhergestellt.

## 2.8.5 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung)

Durch den internen Regler wird der Frequenzumrichter ein 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. In dem ähnlich gelagerten Fall, dass der Leitungsdruck niedriger ist als der Sollwert, beschleunigt der Frequenzumrichter automatisch zur Erhöhung des von der Pumpe gelieferten Drucks.



130BA359.11

Abbildung 2.24 Blockschaltbild des Reglers

Auch wenn der Regler des Frequenzumrichters oft bereits mit den voreingestellten Werten für zufriedenstellende Leistung sorgt, kann die Regelung des Systems durch Anpassung einiger Reglerparameter oft noch verbessert werden. Es ist auch möglich, die PI-Konstanten automatisch anzupassen.

## 2.8.6 Istwertverarbeitung

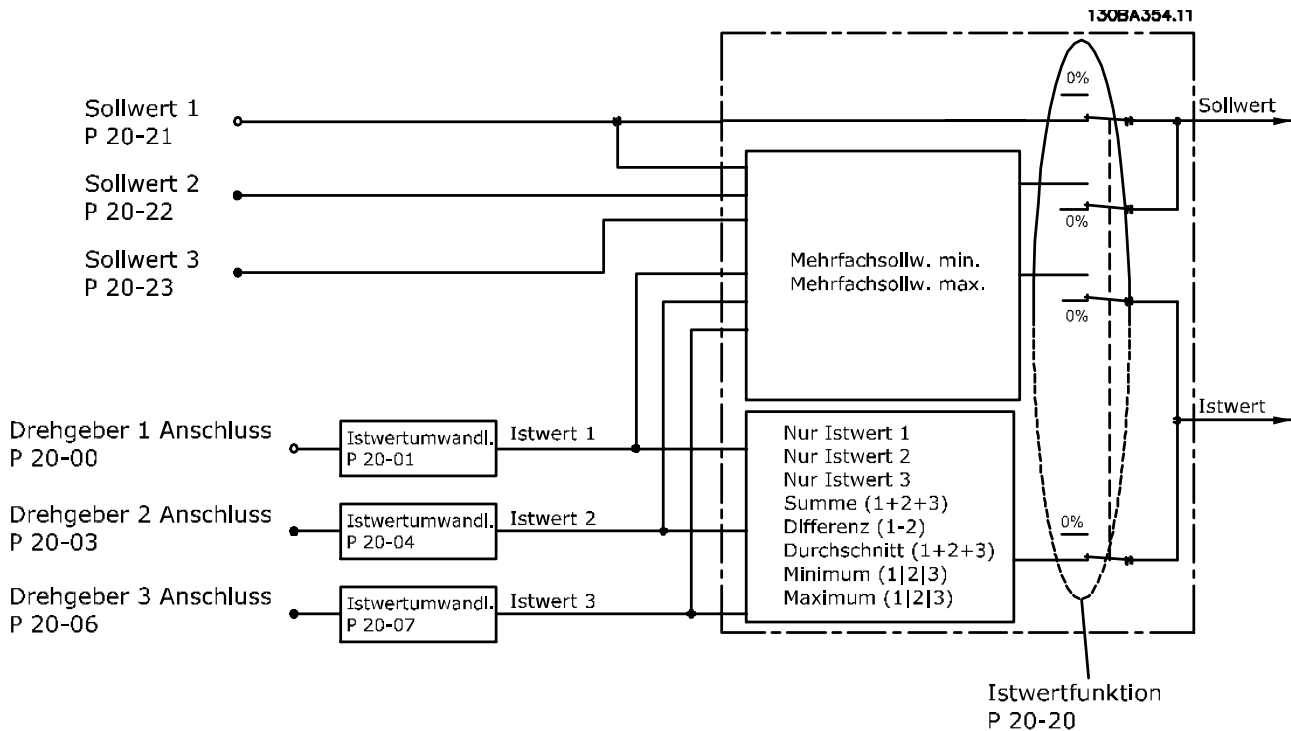


Abbildung 2.25 Blockschaltbild der Istwertsignalverarbeitung

Die Istwertverarbeitung kann konfiguriert werden, mit Anwendungen zu arbeiten, in denen erweiterte Regelung erforderlich ist, wie mehrere Sollwerte oder mehrere Istwerte. Es gibt drei Möglichkeiten zur Verwendung der integrierten PID-Regelung bei der Istwertverarbeitung.

**Einzelne Zone, einzelner Sollwert**

Bei „Einzelne Zone, einzelner Sollwert“ handelt es sich um eine Basiskonfiguration. Sollwert 1 wird zu einem anderen Sollwert addiert (falls vorhanden, siehe Sollwertverarbeitung) und das Istwertersignal wird über *20-20 Feedback Function* gewählt.

**Mehrere Zonen, einzelner Sollwert**

Bei „Mehrere Zonen, einzelner Sollwert“ werden zwei oder drei Istwertensoren, aber nur ein Sollwert verwendet. Die Istwerte können addiert, subtrahiert (nur Istwert 1 und 2) oder gemittelt werden. Zusätzlich kann der Maximal- oder der Minimalwert verwendet werden. Sollwert 1 wird nur in dieser Konfiguration verwendet.

Wird *Multisollwert min.* [13] gewählt, bestimmt das Soll-/Istwertpaar mit der größten Differenz die Drehzahl des Frequenzumrichters. *Multisollwert max.* [14] versucht, alle Zonen auf oder unter ihren Sollwerten zu halten, während *Multisollwert min.* [13] versucht, alle Zonen auf oder über ihren jeweiligen Sollwerten zu halten.

**Beispiel:**

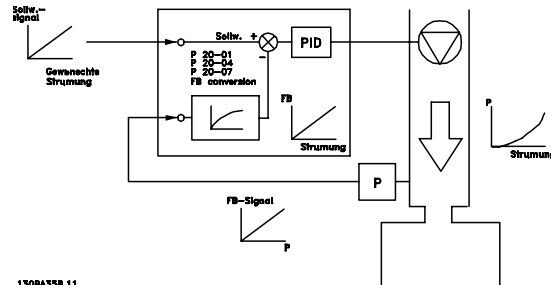
Bei einer Anwendung mit zwei Zonen und zwei Sollwerten liegt der Sollwert in Zone 1 bei 15 bar, und der Istwert liegt bei 5,5 bar. Der Sollwert in Zone 2 liegt bei 4,4 bar und der Istwert bei 4,6 bar. Wenn *Multisollwert max.* [14] ausgewählt wird, werden der Sollwert und der Istwert von Zone 1 an den PID-Regler gesendet, da hier die kleinere Differenz vorliegt (Istwert ist höher als Sollwert, daher negative Differenz). Wenn *Multisollwert min.* [13] ausgewählt wird, werden der Sollwert und Istwert von Zone 2 an den PID-Regler gesendet, da hier die größere Differenz vorliegt (Istwert ist niedriger als Sollwert, daher positive Differenz).



### 2.8.7 Istwertumwandlung

2

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 2.26* gezeigt.



130BA358.11

Abbildung 2.26 Istwertumwandlung

2.8.8 Sollwertverarbeitung

Einzelheiten zum Betrieb ohne Rückführung und mit Rückführung.

130BA357.11

2

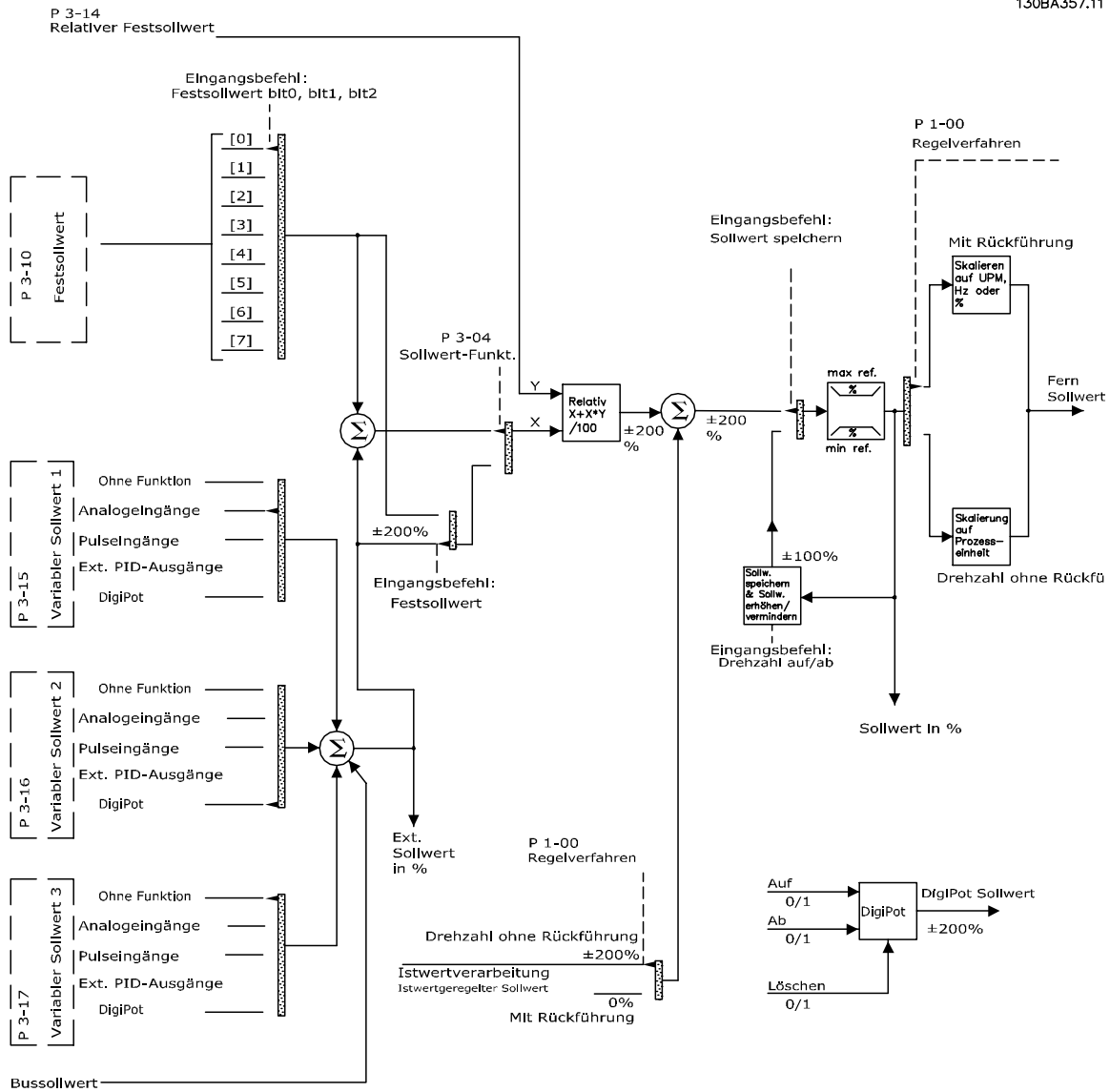


Abbildung 2.27 Blocksaltbild mit Fernsollwert

2

Der Fernsollwert besteht aus:

- Festsollwerten.
- Externen Sollwerten (Analogeingängen, Pulsfrequenzeingängen, Eingängen des digitalen Potentiometers und Sollwerten des seriellen Kommunikationsbusses).
- Der relative Festsollwert.
- Der durch Rückführung geregelte Sollwert.

Im Frequenzumrichter können bis zu 8 Festsollwerte programmiert werden. Der aktive Festsollwert kann mithilfe von Digitaleingängen oder dem seriellen Kommunikationsbus ausgewählt werden. Der Sollwert kann auch von extern kommen, für gewöhnlich von einem Analogeingang. Diese externe Quelle wird von einem der 3 Sollwertquellparameter (3-15 Reference 1 Source, 3-16 Reference 2 Source und 3-17 Reference 3 Source) ausgewählt. Bei DigiPot handelt es sich um ein digitales Potentiometer. Es wird auch häufig als Drehzahl auf-/Drehzahl ab-Regelung oder Floating-Point-Regelung bezeichnet. Zur Konfiguration wird ein Digitaleingang auf die Erhöhung des Sollwerts programmiert, während ein anderer Digitaleingang auf die Absenkung des Sollwerts programmiert wird. Ein dritter Digitaleingang kann zum Quittieren des DigiPot-Sollwerts verwendet werden. 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 Preset Relative Reference 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 Preset Relative Reference in [%].

Wenn Y, 3-14 Preset Relative Reference auf 0 % eingestellt ist, wird der Sollwert nicht von der Skalierung beeinflusst.

### 2.8.9 Beispiel für eine PID-Regelung mit Rückführung

Es folgt ein Beispiel für eine Regelung mit Rückführung für ein Belüftungssystem:

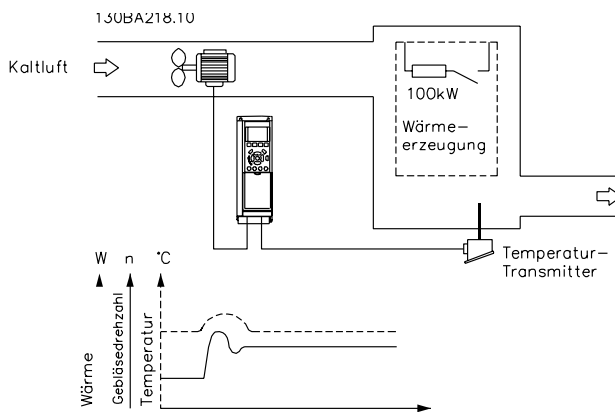


Abbildung 2.28

In einem Belüftungssystem muss die Temperatur auf einem konstanten Wert gehalten werden. Die gewünschte Temperatur wird mit einem 0-10-V-Potentiometer zwischen -5 und +35 °C eingestellt. Weil es sich um eine Kühlanwendung handelt, muss die Lüfterdrehzahl zur Verstärkung des Kühlmittelflusses erhöht werden, wenn die Temperatur über dem Sollwert liegt. Der Temperatursensor hat einen Funktionsbereich von -10 bis +40 °C und verwendet einen zweidrahtigen Geber, um ein 4-20-mA-Signal auszugeben. Der Ausgangsfrequenzbereich des Frequenzumrichters reicht von 10 bis 50 Hz.

1. Start/Stop über Schalter zwischen den Klemmen 12 (+24 V) und 18 verbunden.
2. Temperatursollwert über ein Potentiometer (-5 bis +35°C, 0 10 V) an die Klemmen 50 (+10 V), 53 (Eingang) und 55 (gemeinsam) angeschlossen.
3. Temperatur-Istwert über Geber (-10-40°C, 4-20mA) an Klemme 54 angeschlossen. Schalter S202 hinter dem LCP eingeschaltet (Stromeingang).

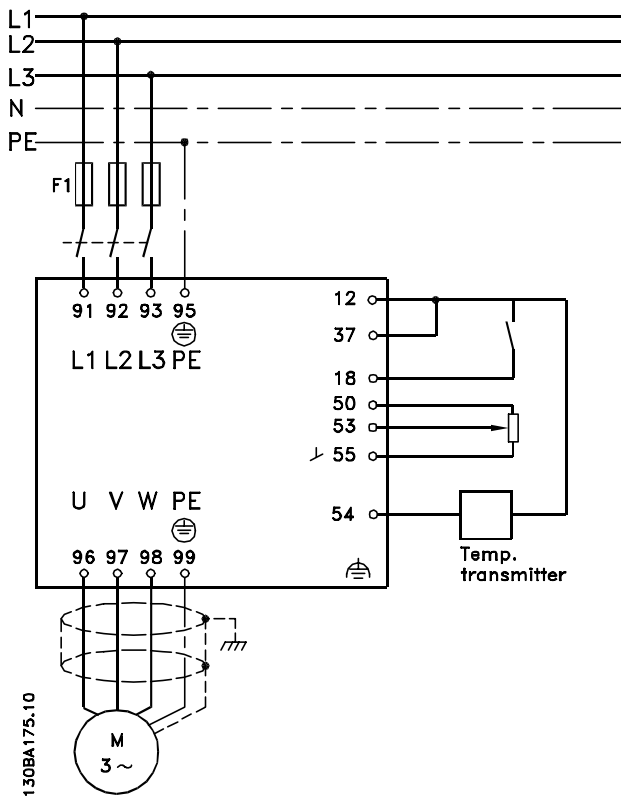


Abbildung 2.29

## 2.8.10 Programmierreihenfolge

## 2

**HINWEIS**

In diesem Beispiel wird angenommen, dass ein Asynchronmotor verwendet wird, d. h., dass 1-10 Motor Construction = [0] Asynchron.

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
1) Stellen Sie sicher, dass der Motor korrekt läuft. Gehen Sie wie folgt vor:		
Stellen Sie die Motorparameter mithilfe der Typenschilddaten ein.	1-2*	Wie durch das Motor-Typenschild vorgegeben
Führen Sie die Funktion Automatische Motoranpassung aus.	1-29	Wählen Sie <i>Komplette Anpassung</i> [1] und führen Sie dann die AMA-Funktion aus.
2) Überprüfen Sie, ob sich der Motor in die richtige Richtung dreht.		
Führen Sie die Motordrehrichtungsprüfung aus.	1-28	Falls sich der Motor in die falsche Richtung dreht, trennen Sie den Motorstecker vorübergehend und tauschen Sie zwei Phasen des Motors.
3) Stellen Sie sicher, dass die Frequenzrichter-Grenzen auf sichere Werte eingestellt sind		
Überprüfen Sie, ob die Rampeneinstellungen innerhalb der Kapazität des Frequenzrichters und innerhalb der zulässigen Betriebsspezifikationen für die Anwendung liegen.	3-41	60 s
	3-42	60 s Abhängig von der Motor-/Lastgröße! Auch im Hand-Betrieb aktiv.
Verhindern Sie eine Reversierung des Motors (falls erforderlich).	4-10	<i>Nur Rechts</i> [0]
Stellen Sie die zulässigen Grenzen für die Motordrehzahl ein.	4-12	10 Hz, <i>Min. Frequenz [Hz]</i>
	4-14	50 Hz, <i>Max Frequenz [Hz]</i>
	4-19	50 Hz, <i>Max. Ausgangsfrequenz</i>
Schalten Sie von Regelung ohne Rückführung (Drehzahlsteuerung) auf Regelung mit Rückführung (PID-Regler) um.	1-00	<i>PID-Regler</i> [3]
4) Konfigurieren Sie den Istwert zum PID-Regler.		
Wählen Sie die passende Sollwert-/Istwerteneinheit aus.	20-12	<i>Bar</i> [71]
5) Konfigurieren Sie den Sollwert für den PID-Regler.		
Stellen Sie die zulässigen Grenzen für den Sollwert ein.	20-13	0 bar
	20-14	10 bar
Wählen Sie mithilfe der Schalter S201/S202 Strom oder Spannung aus.		
6) Skalieren Sie die Analogeingänge für Soll- und Istwert.		
Skalieren Sie Analogeingang 53 auf den Druckbereich des Potentiometers (0-10 bar, 0-10 V).	6-10	0 V
	6-11	10 V (Standard)
	6-14	0 bar
	6-15	10 bar
Skalieren Sie Analogeingang 54 für den Drucksensor (0-10 bar, 4-20 mA).	6-22	4 mA
	6-23	20 mA (Standard)
	6-24	0 bar
	6-25	10 bar
7) Stellen Sie die PID-Reglerparameter ein.		
Stellen Sie ggf. den Regler mit Rückführung des Frequenzrichters ein.	20-93 20-94	Siehe Optimierung des PID-Reglers unten.
8) Fertig!		
Speichern Sie die Parametereinstellungen in das LCP.	0-50	<i>Speichern in LCP</i> [1]

Tabelle 2.9

### 2.8.11 Optimierung des PID-Reglers

Nachdem der PID-Regler des Frequenzumrichters eingestellt worden ist, sollte seine Leistung getestet werden. In vielen Fällen kann seine Leistung unter Verwendung der Werkseinstellungen von *20-93 PID Proportional Gain* und *20-94 PID Integral Time* 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 Proportional Gain* auf 0,3 ein und erhöhen Sie den Wert, bis das Istwertsignal zu schwingen beginnt. Betätigen Sie ggf. mehrfach Stopp/Start oder nehmen Sie stufenweise Änderungen am Sollwert vor, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen. Reduzieren Sie dann die PID-Proportionalverstärkung, bis sich das Istwertsignal stabilisiert. Reduzieren Sie dann die Proportionalverstärkung um 40-60 %.
3. Stellen Sie *20-94 PID Integral Time* auf 20 Sek. ein und reduzieren Sie den Wert, bis das Istwertsignal zu schwingen beginnt. Betätigen Sie ggf. mehrfach Stopp/Start oder nehmen Sie stufenweise Änderungen am Sollwert vor, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen. Erhöhen Sie dann die PID-Integrationszeit, bis sich das Istwertsignal stabilisiert. Erhöhen Sie dann die Integrationszeit um 15-50 %.
4. *20-95 PID Differentiation Time* sollte nur für sehr schnelle Systeme verwendet werden. Der typische Wert beträgt 25 % von *20-94 PID Integral Time*. Der Differentiator sollte nur benutzt werden, wenn Proportionalverstärkung und Integrationszeit optimal eingestellt sind. Stellen Sie sicher, dass Schwingungen des Istwertsignals durch das Tiefpassfilter des Istwertsignals ausreichend bedämpft werden (Parameter 6-16, 6-26, 5-54 oder 5-59 nach Bedarf).

## 2.9 Allgemeine EMV-Aspekte

### 2.9.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

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

Wie in *Abbildung 2.30* gezeigt werden durch die Kapazität des Motorkabels, in Verbindung mit hohem  $dU/dt$  des Pulsmusters der Motorspannung, Ableitströme erzeugt.

Die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels erhöht den Ableitstrom (siehe *Abbildung 2.30*), da abgeschirmte Kabel eine höhere Kapazität zu Erde haben als nicht abgeschirmte Kabel. Filtermaßnahmen sind nötig, um im Funkstörbereich unter ca. 5 MHz Störungen in der Netzzuleitung zu reduzieren. Der Ableitstrom ( $I_1$ ) kann über die Abschirmung ( $I_3$ ) direkt zurück zum Gerät fließen. Es verbleibt dann gemäß der folgenden Zeichnung im Prinzip nur ein kleines elektromagnetisches Feld ( $I_4$ ), das vom abgeschirmten Motorkabel über die Erde zurückfließen kann.

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

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

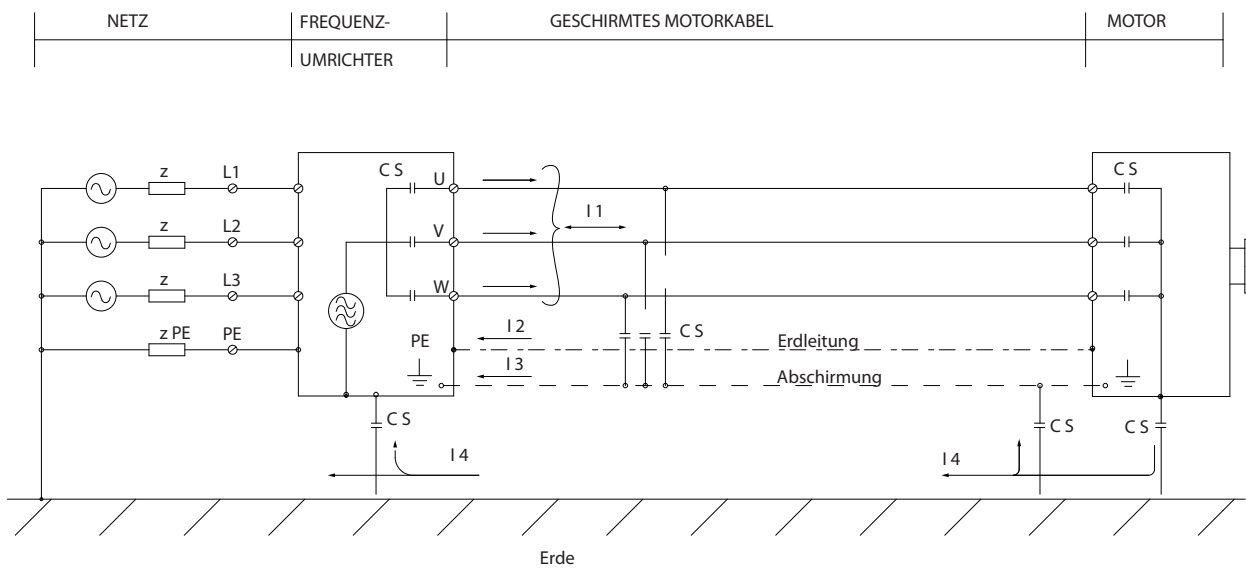


Abbildung 2.30 Situationen, in denen Ableitströme erzeugt werden

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

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

Um das Störniveau des gesamten Systems (Frequenzumrichter + Anlage) weitestgehend zu reduzieren, ist es wichtig, Motor- und Bremskabel so kurz wie möglich zu halten. Verlegen Sie Kabel mit empfindlichem Signalpegel (Steuer- und Buskabel) nicht gemeinsam mit Motor- und Bremskabeln. Funkstörungen über 50 MHz (Luftstrahlung) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt. Weitere Informationen zu EMV finden Sie unter .

## 2.9.2 Anforderungen an die Störfestigkeit

Gemäß der EMV-Produktnorm für drehzahlveränderbare elektrische Antriebe DIN EN 61800-3 hängen die EMV-Anforderungen vom Bestimmungszweck des Frequenzumrichters ab. In der EMV-Produktnorm werden vier Kategorien definiert. Die Definitionen der 4 Kategorien zusammen mit den Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen der Netzversorgungsspannung zeigt *Tabelle 2.10*.

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

**Tabelle 2.10 Anforderungen an die Störfestigkeit**

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

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

**Tabelle 2.11**



### 2.9.3 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)

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

EMV-Filtertyp	Leitungsgeführte Störaussendung. Maximale Länge des abgeschirmten Kabels.			Abgestrahlte Störaussendung	
	Industriebereich	Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbe- bereich sowie Kleinbetriebe	Industriebereich	Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe	
<b>Standard</b>	EN 55011 Klasse A2	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B
<b>H1</b>					
1,1-45 kW 200-240 V	T2	150 m	150 m	50 m	Ja Nein
1,1-90 kW 380-480 V	T4	150 m	150 m	50 m	Ja Nein
<b>H2</b>					
1,1-3,7 kW 200-240 V	T2	5 m	Nein	Nein	Nein Nein
5,5-45 kW 200-240 V	T2	25 m	Nein	Nein	Nein Nein
1,1-7,5 kW 380-480 V	T4	5 m	Nein	Nein	Nein Nein
11-90 kW 380-480 V	T4	25 m	Nein	Nein	Nein Nein
110-1000 kW 380-480 V	T4	150 m	Nein	Nein	Nein Nein
11-90 kW 525-690 V	T7	Ja	Nein	Nein	Nein Nein
45-1400 kW 525-690 V	T7	150 m	Nein	Nein	Nein Nein
<b>H3</b>					
1,1-45 kW 200-240 V	T2	75 m	50 m	10 m	Ja Nein
1,1-90 kW 380-480 V	T4	75 m	50 m	10 m	Ja Nein
<b>H4</b>					
110-1000 kW 380-480 V	T4	150 m	150 m	Nein	Ja Nein
45-400 kW 525-690 V	T7	150 m	30 m	Nein	Nein Nein
11-90 kW 525-690 V	T7	Nein	Ja	Nein	Ja Nein
<b>Hx</b>					
1,1-90 kW 525-600 V	T6	-	-	-	- -

**Tabelle 2.12 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)**

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

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

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

H2 - Kein zusätzliches EMV-Filter. Erfüllt Klasse A2.

H3 - Integriertes EMV-Filter. Erfüllt Klasse A1/B (nur Baugröße A1).

H4 - Integriertes EMV-Filter. Erfüllt Klasse A1.

### 2.9.4 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

Ein Frequenzumrichter nimmt einen nicht sinusförmigen Strom aus dem Netz auf, wodurch der Eingangsstrom  $I_{RMS}$  erhöht wird. Nicht sinusförmige Ströme können mithilfe einer Fourier-Analyse in Sinusströme verschiedener Frequenz zerlegt (d. h. in verschiedene harmonische Ströme  $I_n$  mit einer Grundfrequenz von 50 Hz) zerlegt werden.

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

**Tabelle 2.13**

Die Oberwellen haben keine direkte Auswirkung auf die Leistungsaufnahme, erhöhen aber die Wärmeverluste im System (Transformatoren, Kabel). Deshalb müssen Oberwellenströme in Anlagen mit einem höheren Prozentanteil der Gleichrichterlast niedrig gehalten werden, damit eine Überlast des Transformators sowie hohe Temperaturen in den Kabeln vermieden werden.

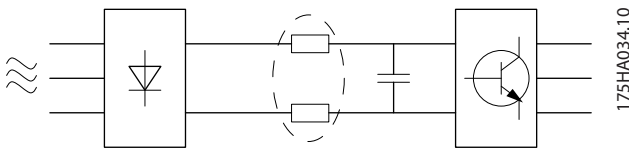


Abbildung 2.31

## HINWEIS

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

Damit die Oberwellenströme gering gehalten werden, ist der Frequenzrichter standardmäßig mit Zwischenkreisspulen ausgestattet. So wird der Eingangsstrom  $I_{RMS}$  normalerweise um 40 % reduziert.

Die Spannungsverzerrung der Netzversorgungsspannung ist abhängig von der Größe der Oberwellenströme multipliziert mit der Netzimpedanz für die jeweilige Frequenz. Die gesamte Spannungsverzerrung THD wird mithilfe folgender Formel auf der Basis der Oberwellen der einzelnen Spannungen berechnet:

$$THD \% = \sqrt{U_{\frac{2}{5}}^2 + U_{\frac{2}{7}}^2 + \dots + U_{\frac{2}{N}}^2}$$

( $U_N$  % von U)

### 2.9.5 Anforderungen an die Störfestigkeit

#### An das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossene Anlagen und Geräte

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

Tabelle 2.14

### 2.9.6 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)

Leistungsgrößen bis zu PK75 in T2 und T4 entsprechen IEC/EN 61000-3-2 Klasse A. Leistungsgrößen von P1K1 und bis zu P18K in T2 und bis zu P90K in T4 entsprechen IEC/EN 61000-3-12, Tabelle 4. Leistungsgrößen P110 – P450 bei T4 entsprechen außerdem IEC/EN 61000-3-12, auch wenn dies aufgrund von Strömen über 75 A nicht erforderlich ist.

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

Tabelle 2.15 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)

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

$$S_{SC} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{Netz} \times I_{-} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{-}$$

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

Der Monteur oder der Benutzer des Geräts muss – ggf. durch Nachfrage beim Betreiber des Verteilernetzes – sicherstellen, dass das Gerät nur an eine Versorgung mit einer Kurzschlussleistung  $S_{SC}$  angeschlossen wird, die mindestens dem oben angegebenen Wert entspricht. Andere Leistungsgrößen dürfen nur nach Absprache mit dem Betreiber der Verteilernetzes an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen werden.

Übereinstimmung mit den Richtlinien für verschiedene Systemniveaus:

Die in der Tabelle vorhandenen Daten zu Oberwellenströmen entsprechen IEC/EN61000-3-12 mit Bezug zur Produktnorm der Leistungsfrequenzrichtersysteme. 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 Anforderungen an die Störfestigkeit

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

Um die Störfestigkeit gegenüber elektrischen Störungen durch elektrische Phänomene zu dokumentieren, wurden

die nachfolgenden Prüfungen zur Störfestigkeit durchgeführt, und zwar mit einem System bestehend aus einem Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant), abgeschirmtem Steuerkabel und Steuerkasten mit Potentiometer, Motorkabel und Motor.

Die Prüfungen wurden nach den folgenden Fachgrundnormen durchgeführt:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Prüfung der Störfestigkeit gegen elektrostatische Entladungen (ESD): Simulation elektrostatische Entladungen von Menschen
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder: Amplitudenmodulierte Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie mobiler Kommunikation

- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente Störgrößen/Burst: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen: Simulation von Spannungsstößen, z. B. herbeigeführt durch Blitzeinschlag in der Nähe der Anlage
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder: Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind

Siehe *Tabelle 2.16*.

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

**Tabelle 2.16 EMV-Störfestigkeitstabelle**

1) Einkopplung auf Kabelschirm

AD: Luftentladung

CD: Kontaktentladung

CM: Gleichtakt

DM: Differenzbetrieb

## 2.10 Galvanische Trennung (PELV)

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

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

Alle Steuerklemmen und die Relaisklemmen 01-03/04-06 entsprechen PELV (Protective Extra Low Voltage / Schutzkleinspannung) (gilt nicht bei geerdetem Dreiecknetz größer 400 V).

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

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

Die galvanische PELV-Trennung ist an sechs Punkten vorhanden (siehe *Abbildung 2.32*).

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

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

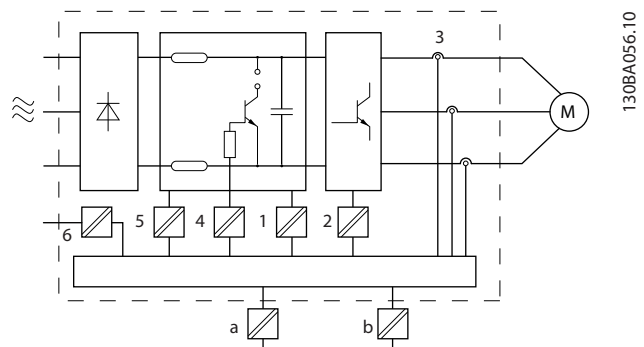


Abbildung 2.32 Galvanische Trennung

Eine funktionale galvanische Trennung (a und b auf der Zeichnung) ist für die optionale externe 24-V-Versorgung und für die RS-485-Standardbusschnittstelle vorgesehen.

#### **⚠️ WARNUNG**

Installation in großer Höhenlage:

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

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

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

#### **⚠️ WARNUNG**

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

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

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

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

## 2.11 Gefahren durch elektrischen Schlag

### 2.11.1 Erdableitstrom

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

In der Frequenzumrichtertechnik werden hohe Frequenzen mit hoher Leistung geschaltet. Hierdurch entsteht ein Ableitstrom in der Erdverbindung. Ein Fehlerstrom im

Frequenzumrichter an den Ausgangsleistungsklemmen kann eine Gleichstromkomponente enthalten, die die Filterkondensatoren laden und einen transienten Erdstrom verursachen kann.

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

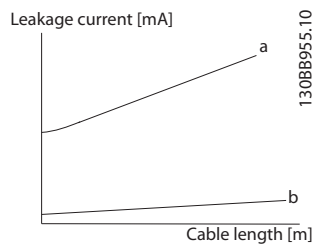


Abbildung 2.33 Kabellänge und Einfluss der Leistungsgröße auf den Ableitstrom.  $P_a > P_b$ .

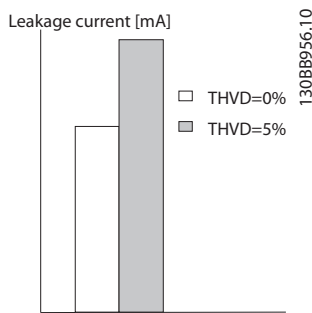


Abbildung 2.34 Netzverzerrung beeinflusst den Ableitstrom.

## HINWEIS

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

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

- Kabelquerschnitt des Erdungskabels (Klemme 95) mindestens 10 mm<sup>2</sup>
- zwei getrennt verlegte Erdungskabel, die die vorgeschriebenen Maße einhalten

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

## Fehlerstromschutzschalter

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

Verwenden Sie netzseitig nur allstromsensitive Fehlerschutzschalter (Typ B)

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

Bemessen Sie RCDs in Bezug auf Systemkonfiguration und Umgebungsbedingungen

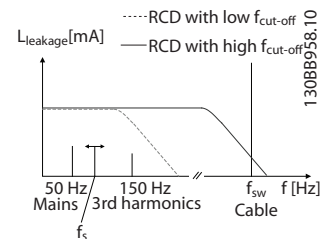


Abbildung 2.35 Hauptbeitragsfaktoren zum Erdableitstrom.

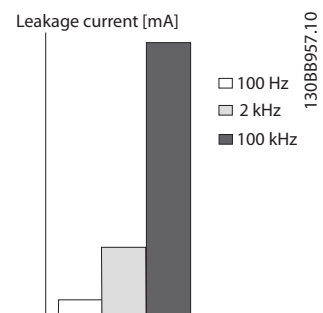


Abbildung 2.36 Die Beeinflussung der Ansprech-/Messgrößen durch die Trennfrequenz des Fehlerstromschutzschalters.

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

## 2.12 Bremsfunktion

### 2.12.1 Auswahl des Bremswiderstands

In bestimmten Anwendungen, wie Tunnel- oder U-Bahnluftungsanlagen, soll der Motor schneller zum Stillstand gebracht werden, als durch die Regelung über Rampe ab oder Freilauf erreicht werden kann. In derartigen Anwendungen kann dynamisches Bremsen mithilfe eines Bremswiderstands genutzt werden. Ein Bremswiderstand stellt sicher, dass die Energie vom Widerstand und nicht im Frequenzumrichter aufgenommen wird.

Ist die Größe der kinetischen Energie, die in jeder Bremsperiode zum Widerstand übertragen wird, nicht bekannt, kann die mittlere Leistung auf Basis der Zykluszeit

und Bremszeit berechnet werden. Dies wird auch als Aussetzbetrieb bezeichnet. Der periodische Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, bei dem der Widerstand aktiv ist. Die folgende Abbildung zeigt einen typischen Bremszyklus.

Der periodische Aussetzbetrieb für den Bremswiderstand wird wie folgt berechnet:

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

T = Zykluszeit in Sekunden

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

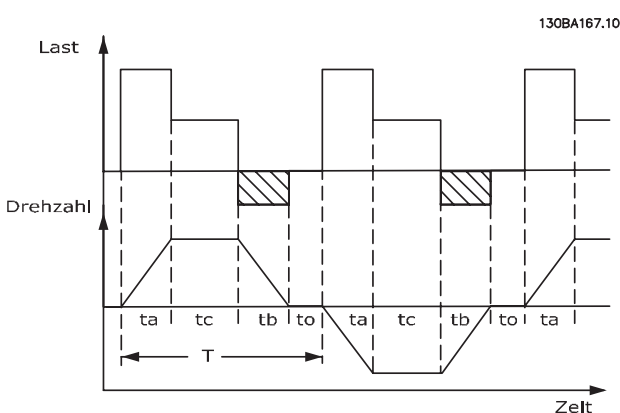


Abbildung 2.37

Danfoss bietet Bremswiderstände mit Arbeitszyklen von 5 %, 10 % und 40 % an, welche für die Nutzung mit den Frequenzumrichter der Serie VLT® HVAC Drive geeignet sind. Bei Anwendung eines Bremswiderstandes mit einem Arbeitszyklus von 10 % kann der Bremswiderstand die Bremsleistung über 10 % der Zykluszeit aufnehmen. Die verbleibenden 90 % dienen zur Wärmeableitung im Widerstand.

Weitere Auswahlratschläge erhalten Sie von Danfoss.

### 2.12.2 Berechnung Bremswiderstand

Der Bremswiderstand wird wie folgt berechnet:

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

Tabelle 2.17

Wie ersichtlich, ist der Bremswiderstand von der Zwischenkreisspannung (U<sub>DC</sub>) abhängig.

Die Bremsfunktion des Frequenzumrichters ist in drei Bereichen der Netzstromversorgung angesiedelt:

Größe	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Abschaltung (Alarm)
3 x 200-240 V	390 V (UDC)	405V	410V
3 x 380-480 V	778V	810V	820V
3 x 525-600 V	943V	965V	975V
3 x 525-690 V	1084V	1109V	1130V

Tabelle 2.18

### HINWEIS

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

Danfoss empfiehlt den Bremswiderstand R<sub>rec</sub>, also einen Bremswiderstand, der dem Frequenzumrichter eine Bremsung beim größtmöglichen Bremsmoment (M<sub>br</sub>(%)) von 110 % ermöglicht. Die Formel kann wie folgt geschrieben werden:

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

η<sub>motor</sub> liegt in der Regel bei 0,90

η liegt in der Regel bei 0,98

Bei 200-V-, 480-V- bzw. 600-V-Frequenzumrichtern wird R<sub>rec</sub> bei einem Bremsmoment von 160 % folgendermaßen geschrieben:

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

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

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

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

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

1) Frequenzumrichter mit einer Wellenleistung ≤ 7,5 kW

2) Frequenzumrichter mit einer Wellenleistung > 7,5 kW

### HINWEIS

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

## HINWEIS

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

### **⚠️ WARNUNG**

Berühren Sie den Bremswiderstand nicht, da er während/ nach einem Bremsvorgang sehr warm sein kann.

### 2.12.3 Steuerung mit Bremsfunktion

Die Bremse ist gegen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt, und der Bremstransistor wird überwacht, um einen Kurzschluss des Transistors zu erfassen. Zum Schutz des Bremswiderstands gegen Überlast in Verbindung mit einem Fehler im Frequenzumrichter kann ein Relais-/ Digitalausgang verwendet werden.

Zudem ermöglicht die Bremse das Auslesen der aktuellen Leistung und der mittleren Bremsleistung der letzten 120 Sekunden. Die Bremse kann auch die übertragene Leistung überwachen und sicherstellen, dass sie die in *2-12 Brake Power Limit (kW)* gewählte Grenze nicht überschreitet. In *2-13 Brake Power Monitoring* wählen Sie, welche Funktion auszuführen ist, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung die in *2-12 Brake Power Limit (kW)* eingestellte Grenze überschreitet.

## HINWEIS

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

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

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

### 2.12.4 Verkabelung von Bremswiderständen

EMV (verdillte Kabel/Abschirmung)

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

Zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften ist eine Metallabschirmung vorteilhaft.

### 2.13 Extreme Betriebsbedingungen

#### Kurzschluss (zwischen Motorphasen und Ausgangsphasen)

Der Frequenzumrichter ist durch seine Strommessung in jeder der drei Motorphasen oder im DC-Zwischenkreis geschützt. Ein Kurzschluss zwischen zwei Ausgangsphasen bewirkt einen Überstrom im Wechselrichter. Jedoch wird jeder Transistor des Wechselrichters einzeln abgeschaltet, sobald sein jeweiliger Kurzschlussstrom den zulässigen Wert (Alarm 16 Abschaltblockierung) überschreitet. Um den Frequenzumrichter gegen Kurzschluss bei Zwischenkreiskopplung und an den Bremswiderstandsklemmen zu schützen, siehe die jeweiligen Projektierungshinweise.

Siehe Zertifikat in *2.6.1 Elektrische Klemmen*.

#### Schalten am Ausgang

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

#### Generatorisch erzeugte Überspannung

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

1. Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h. die Last „erzeugt“ Energie.
2. Während der Verzögerung („Rampe ab“), bei hohem Trägheitsmoment, niedriger Reibung oder zu kurzer Rampenzeit, um die Energie als Verlust im Frequenzumrichter, Motor und der Installation abzugeben.
3. Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung hervorrufen.
4. Gegen-EMK vom Betrieb des PM-Motors. Bei einem Freilauf bei hoher Drehzahl übersteigt die Gegen-EMK möglicherweise die maximale Spannungstoleranz des Frequenzumrichters und kann zu Schäden führen. Um dies zu vermeiden,

wird der Wert von 4-19 *Max Output Frequency* anhand einer internen Berechnung, die auf den Werten von 1-40 *Back EMF at 1000 RPM*, 1-25 *Motor Nominal Speed* und 1-39 *Motor Poles* basiert, automatisch begrenzt. Wenn eine überhöhte Drehzahl im Motor möglich ist (z. B. aufgrund von übermäßigem Leerlauf), wird die Installation eines Bremswiderstands empfohlen.

**⚠️ WARNUNG**

Der Frequenzumrichter muss mit einem Bremschopper ausgestattet sein.

Der Regler versucht ggf. die Rampe, wenn möglich, zu kompensieren (2-17 *Over-voltage Control*). Der Wechselrichter wird nach Erreichen eines bestimmten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen. Siehe 2-10 *Brake Function* und 2-17 *Over-voltage Control* bezüglich der Möglichkeiten zur Regelung des Zwischenkreis-Spannungsniveaus.

**HINWEIS**

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

**Netzausfall**

Bei Netzausfall arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Spannung des Zwischenkreises unter den Mindestgrenzwert abfällt. Dieser liegt typischerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters. Die Höhe der Netzspannung vor dem Ausfall und die aktuelle Motorbelastung bestimmen, wie lange der Wechselrichter im Freilauf läuft.

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

Wird der Frequenzumrichter überlastet (Momentgrenze in 4-16 *Torque Limit Motor Mode*/4-17 *Torque Limit Generator Mode* erreicht), so reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um die Belastung zu reduzieren.

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

Der Betrieb innerhalb der Momentgrenze kann in 14-25 *Trip Delay at Torque Limit* zeitlich begrenzt werden (0-60 s).

**2.13.1 Thermischer Motorschutz**

So schützt Danfoss den Motor vor Überhitzung. Dies ist eine elektronische Funktion, die ein Bimetallrelais basierend auf internen Messungen simuliert. Die Kennlinie wird in *Abbildung 2.38* gezeigt.

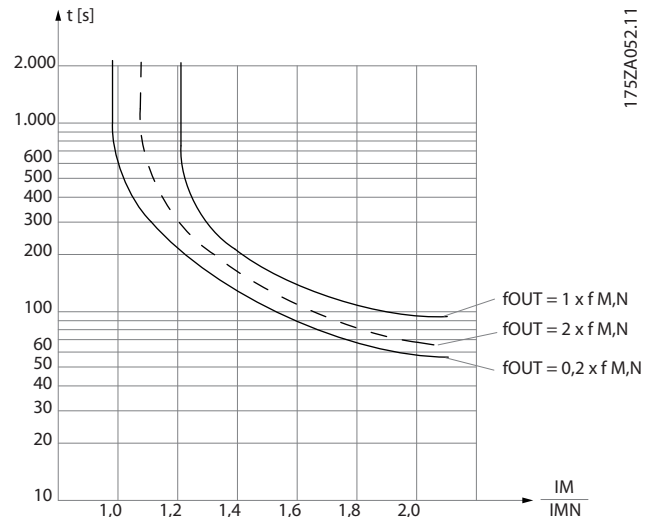


Abbildung 2.38 Die X-Achse zeigt das Verhältnis zwischen  $I_{Motor}$  und  $I_{Motor,N}$ . Die Y-Achse zeigt die Zeit in Sekunden, bevor ETR eingreift und den Frequenzumrichter abschaltet. Die Kennlinien zeigen das Verhalten der Nenndrehzahl bei Nenndrehzahl x 0,2 und Nenndrehzahl x 2.

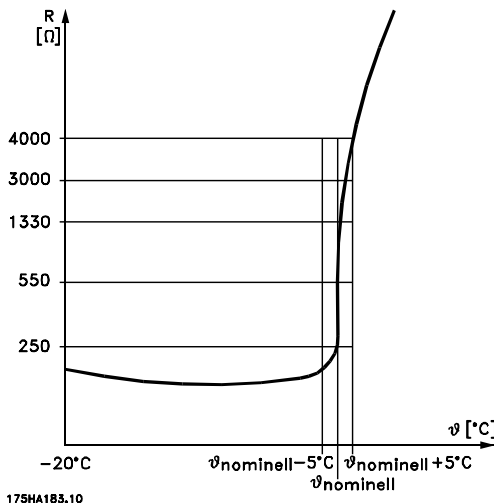
Es ist klar, dass ETR bei niedriger Drehzahl durch die geringere Kühlung des Motors bei niedrigerer Wärmeentwicklung abschaltet. So wird der Motor auch bei niedriger Drehzahl vor Überhitzung geschützt. Die ETR-Funktion berechnet die aktuelle Motortemperatur laufend auf Basis des aktuellen Motorstroms und der aktuellen Motordrehzahl. Die berechnete Temperatur wird als Anzeigeparameter in 16-18 *Motor Thermal* im Frequenzumrichter ausgelesen.

Der Thermistorabschaltwert liegt bei  $> 3 \text{ k}\Omega$ .

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

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





175HA183.10  
Abbildung 2.39

Verwenden eines Digitaleingangs und einer 24-V-Stromversorgung:

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

Parametereinstellung:

Stellen Sie 1-90 Motor Thermal Protection auf Thermistor Abschalt. [2] ein.

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

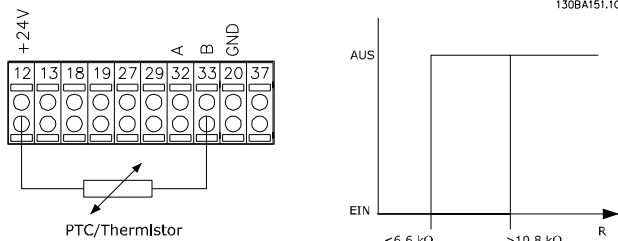


Abbildung 2.40

Verwenden eines Digitaleingangs und einer 10-V-Stromversorgung:

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

Parametereinstellung:

Stellen Sie 1-90 Motor Thermal Protection auf Thermistor Abschalt. [2] ein.

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

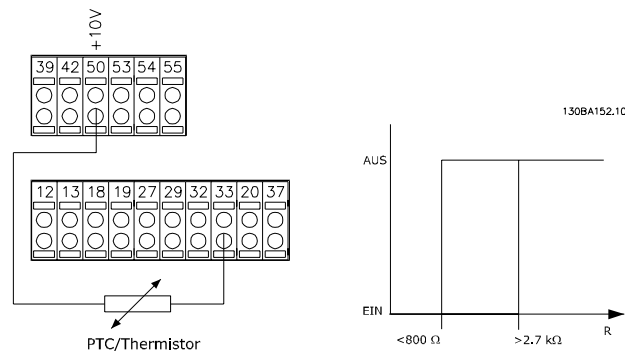


Abbildung 2.41

Verwenden eines Analogeingangs und einer 10-V-Stromversorgung:

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

Parametereinstellung:

Stellen Sie 1-90 Motor Thermal Protection auf Thermistor Abschalt. [2] ein.

Stellen Sie 1-93 Thermistor Source auf Analogeingang 54 [2] ein.

Wählen Sie keine Sollwertquelle.

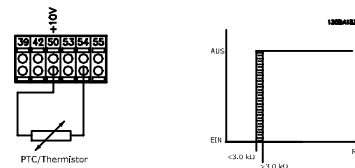


Abbildung 2.42

Eingang	Versorgungsspannung V	Grenzwert
Digital/analog	Abschaltwerte	Abschaltwerte
Digital	24	< 6,6 kΩ - > 10,8 kΩ
Digital	10	< 800 Ω - > 2,7 kΩ
Analog	10	< 3,0 kΩ - > 3,0 kΩ

Tabelle 2.19

## HINWEIS

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

## Zusammenfassung

Die Momentgrenzenfunktion schützt den Motor unabhängig von seiner Drehzahl vor Überlast. Das ETR schützt den Motor vor Überhitzung. Ein weiterer Motor-Überlastschutz ist nicht notwendig. So regelt der ETR-Timer bei Erhitzung des Motors, wie lange der Motor mit hoher Temperatur laufen kann, bevor er gestoppt wird, um Überhitzung zu vermeiden. Wird der Motor überlastet, ohne die ETR-Abschalttemperatur für den Motor zu

erreichen, schützt die Momentgrenze den Motor vor Beschädigung und die Anwendung vor Überlast.

ETR wird in *1-90 Motor Thermal Protection* aktiviert und in *4-16 Torque Limit Motor Mode* geregelt. Die Zeit bis zur Abschaltung des Frequenzumrichters durch die Momentgrenzenwarnung wird in *14-25 Trip Delay at Torque Limit* eingestellt.

## 3 VLT® HVAC Drive auswählen

### 3

### 3.1 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet eine breite Palette an Optionen und Zubehör für Frequenzumrichter.

#### 3.1.1 Einbau von Optionsmodulen in Steckplatz B

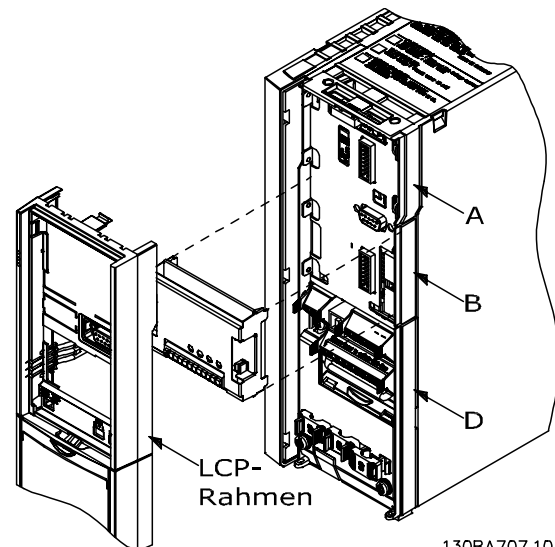
Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter muss abgeschaltet und getrennt werden.

Bei A2- und A3-Gehäusen:

- Entfernen Sie das LCP Bedienteil, die Klemmenabdeckung und die LCP Frontabdeckung vom Frequenzumrichter.
- Stecken Sie die Optionskarte MCB1xx in Steckplatz B.
- Schließen Sie die Steuerkabel an und bringen Sie die beigelegten Zugentlastungsklemmen an. Entfernen Sie die Aussparung in der tieferen Frontabdeckung des LCP im Lieferumfang des Optionseinbausatzes, sodass die Option unter die Frontabdeckung des LCP passt.
- Bringen Sie die tiefere LCP-Frontabdeckung und Klemmenabdeckung an.
- Bringen Sie das LCP oder eine Blindabdeckung an der Frontabdeckung des LCP an.
- Schließen Sie die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter an.
- Stellen Sie die zusätzlichen Funktionen in den entsprechenden Parametern ein. Siehe hierzu Abschnitt 8.2 *Allgemeine technische Daten*.

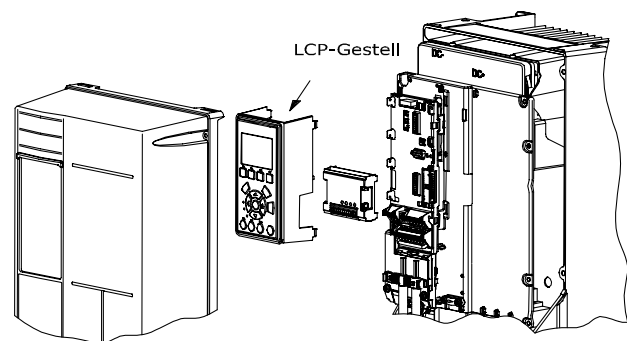
Bei Gehäusen B1, B2, C1 und C2:

- Entfernen Sie das LCP und das LCP Abdeckgehäuse.
- Stecken Sie die Optionskarte MCB 1xx in Steckplatz B.
- Schließen Sie die Steuerkabel an und bringen Sie die beigelegten Zugentlastungsklemmen an.
- Montieren Sie das Abdeckgehäuse.
- Bringen Sie das LCP an.



130BA707.10

Abbildung 3.1 A2-, A3- und B3-Gehäuse



130BA708.10

Abbildung 3.2 Gehäuse A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 und C4

#### 3.1.2 Universal-Eingangs-/Ausgangsmodul MCB 101

MCB 101 wird zur Erweiterung der Anzahl der digitalen und analogen Ein- und Ausgänge des Frequenzumrichters verwendet.

Inhalte: MCB 101 muss in Steckplatz B im Frequenzumrichter eingeführt werden.

- MCB 101-Optionsmodul
- Erweiterter LCP-Rahmen
- Klemmenabdeckung

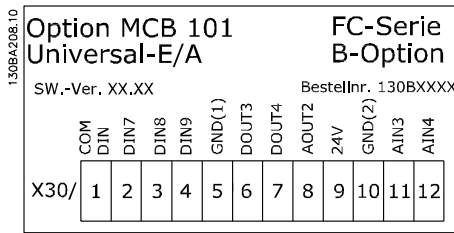


Abbildung 3.3

**Galvanische Trennung im MCB 101**

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

Wenn die Digitaleingänge 7, 8 oder 9 durch Verwendung der internen 24-V-Versorgung (Klemme 9) geschaltet werden sollen, muss die in *Abbildung 3.4* dargestellte Verbindung zwischen Klemme 1 und 5 hergestellt werden.

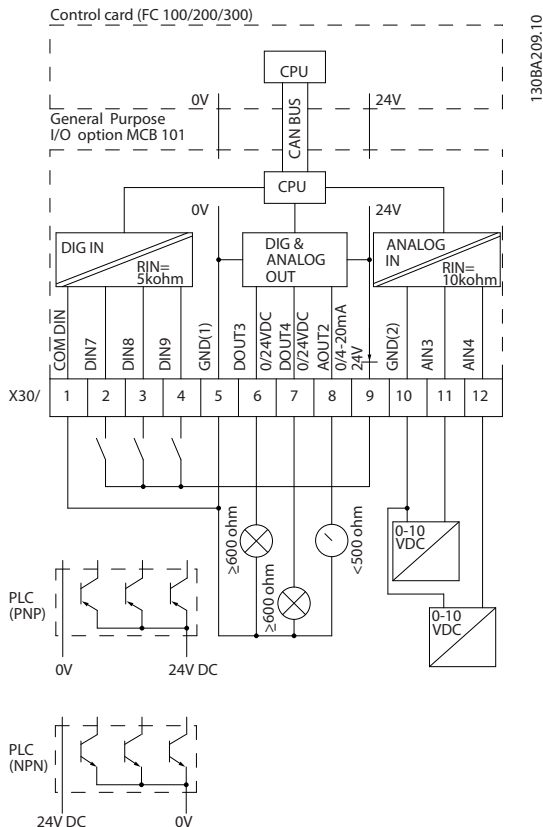


Abbildung 3.4 Prinzipschaltbild

**3.1.3 Digitaleingänge - Klemme X30/1-4**

Einstellende Parameter: 5-16, 5-17 und 5-18				
Anzahl Digi-talein-gänge	Span-nungs-bereich	Spannungsniveaus	Toleranz	Max. Eingangsim-pedanz
3	0-24 V DC	PNP-Typ: Common = 0 V Logik „0“: Eingang < 5 V DC Logik „0“: Eingang > 10 V DC NPN-Typ: Common = 24 V Logik „0“: Eingang > 19 V DC Logik „0“: Eingang < 14 V DC	± 28 V kontinu-ierlich ± 37 V, in min. 10 s	ca. 5 kΩ

Tabelle 3.1

**3.1.4 Analoge Spannungseingänge - Klemme X30/10-12**

Einstellende Parameter: 6-3*, 6-4* und 16-76				
Anzahl analoger Spannungs-eingänge	Standardi-siertes Eingang-signal	Toleranz	Auf-lösun-g	Max. Eingangsim-pedanz
2	0-10 V DC	± 20 V	10 Bit	ca. 5 kΩ

Tabelle 3.2

**3.1.5 Digitalausgänge - Klemme X30/5-7**

Einstellende Parameter: 5-32 und 5-33			
Anzahl Digi-talaus-gänge	Ausgangs-pege I	Toleranz	Max. Impedanz
2	0 oder 2 V DC	± 4 V	≥ 600 Ω

Tabelle 3.3

**3.1.6 Analogausgänge - Klemme X30/5+8**

Einstellende Parameter: 6-6* und 16-77			
Anzahl Analogaus-gänge	Ausgangssig-nalpegel	Toleranz	Max. Impedanz
1	0/4-20 mA	± 0,1 mA	< 500 Ω

Tabelle 3.4

3

### 3.1.7 Relaisoption MCB 105

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

Elektrische Daten:

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

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

Wenn der Relaisoptionssatz separat bestellt wird, enthält es folgende Elemente:

- Relaismodul MCB 105
- Erweiterter LCP-Rahmen und vergrößerte Klemmenabdeckung
- Aufkleber zur Abdeckung des Zugangs zu den Schaltern S201, S202 und S801
- Kabelbinder zur Befestigung der Kabel am Relaismodul

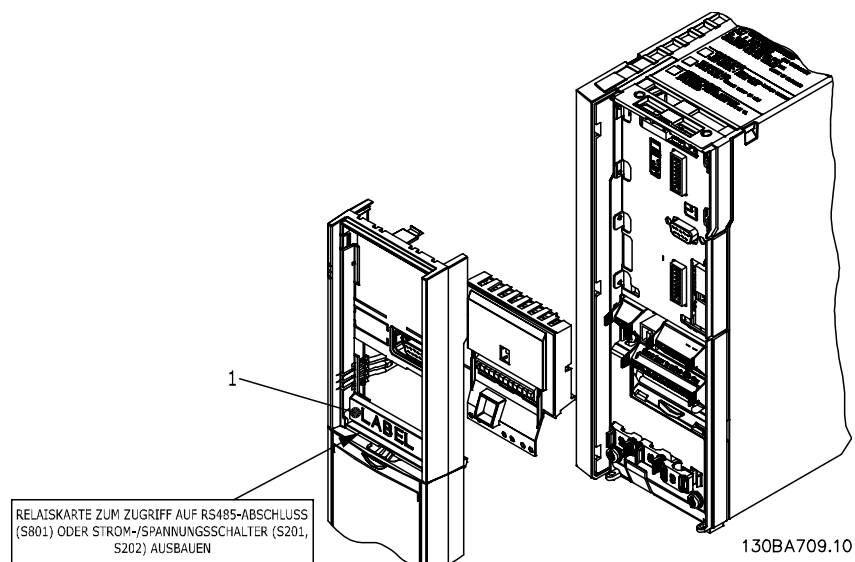


Abbildung 3.5

A2-A3-B3

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

<sup>1)</sup> **WICHTIG!** Der Aufkleber MUSS wie dargestellt auf dem LCP-Rahmen befestigt werden (UL-zugelassen).

Tabelle 3.5

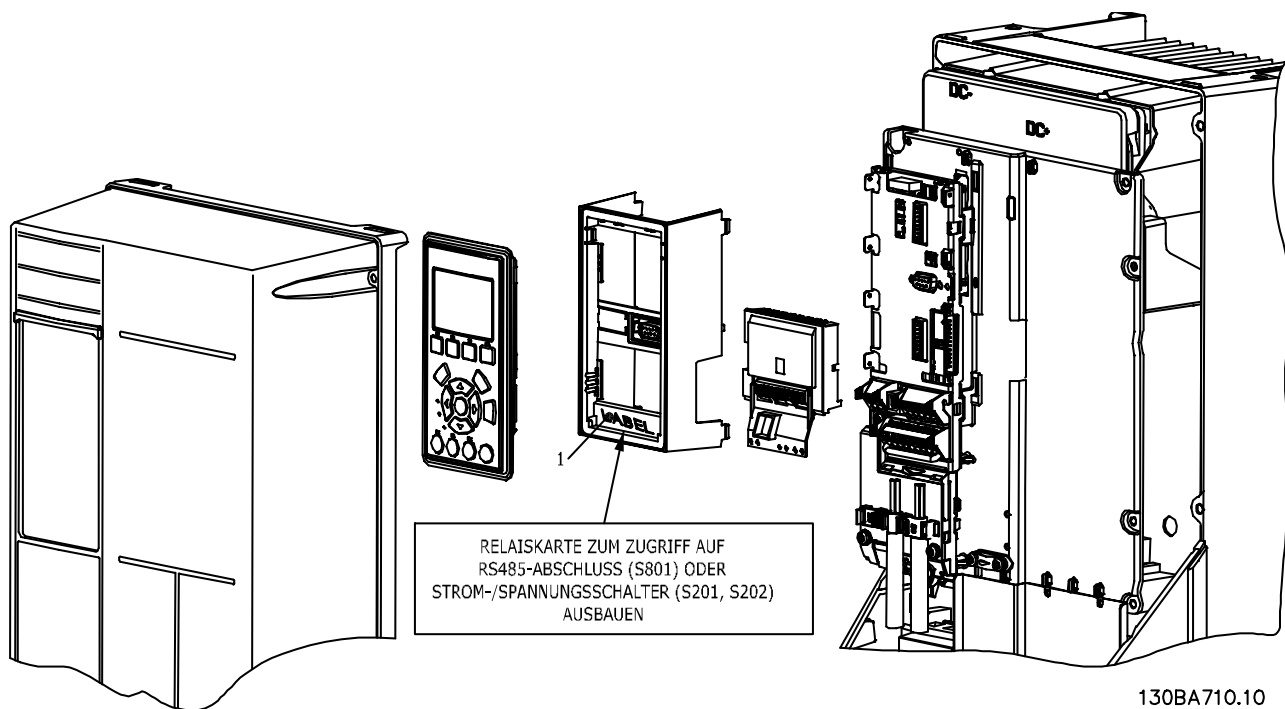


Abbildung 3.6

**⚠️ WARNUNG**

**Warnung Dualversorgung**

Hinzufügen der MCB 105-Versorgung:

- Siehe Montageanleitung zu Beginn des Abschnitts *Optionen und Zubehör*
- Die Versorgung der stromführenden Teilverbindungen auf Relaisklemmen muss abgeklemmt werden.
- Vermischen Sie keine stromführenden Teile mit Steuersignalen (PELV = Protective extra low voltage /Schutzkleinspannung).
- Wählen Sie die Relaisfunktionen in *5-40 Function Relay [6-8]*, *5-41 On Delay, Relay [6-8]* und *5-42 Off Delay, Relay [6-8]* aus.

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

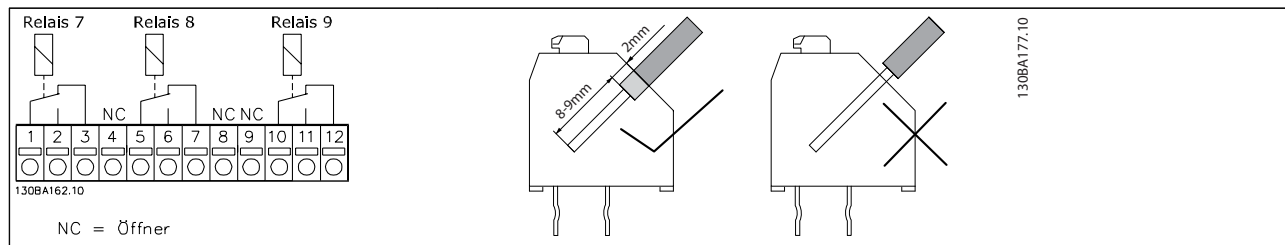


Tabelle 3.6

130BA176.10

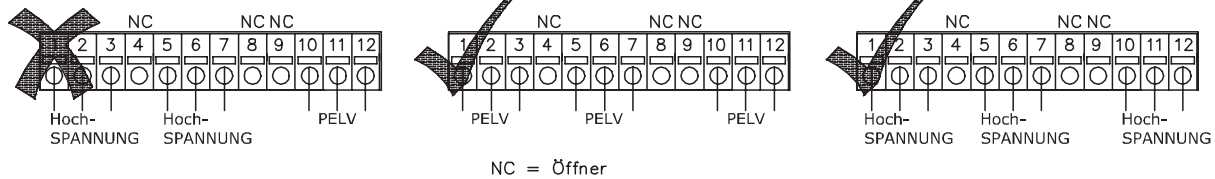


Abbildung 3.7

3

**⚠️ WARNUNG**

Kombinieren Sie keine Teile mit niedriger Spannung mit PELV-Systemen. Durch nur eine einzige Störung kann Gefahr bei Kontakt mit dem gesamten System entstehen, was zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen kann.

3.1.8 24 V Backup-Option MCB 107 (Option D)

Externe 24-V-DC-Versorgung

Eine externe 24-V-DC-Versorgung kann für die Niederspannungsversorgung der Steuerkarte und aller installierten Optionskarten installiert werden. So wird der vollständige Betrieb des LCP (einschließlich der Parametereinstellungen) und der Feldbusse ohne Netzversorgung des Leistungsteils aktiviert.

Spezifikation der externen 24-V-DC-Versorgung:

Eingangsspannungsbereich	24V DC ±15 % (max. 37 V in 10 Sek.)
Max. Eingangsstrom	2.2A
Durchschnittlicher Eingangsstrom für den Frequenzrichter	0.9A
Max. Kabellänge	75 m
Eingangskapazitätslast	< 10 uF
Einschaltverzögerung	< 0,6 Sek.

Die Eingänge sind gesichert.

Klemmennummern:

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

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

Befolgen Sie diese Schritte:

1. Entfernen Sie den LCP oder die Blindabdeckung
2. Entfernen Sie die Klemmenabdeckung
3. Entfernen Sie das Abschirmblech des Kabels und die Kunststoffabdeckung darunter
4. Führen Sie die externe 24-V-DC-Backup-Versorgungsoption in den Optionssteckplatz ein
5. Bringen Sie das Abschirmblech des Kabels wieder an
6. Bringen Sie die Klemmenabdeckung und das LCP oder die Blindabdeckung wieder an.

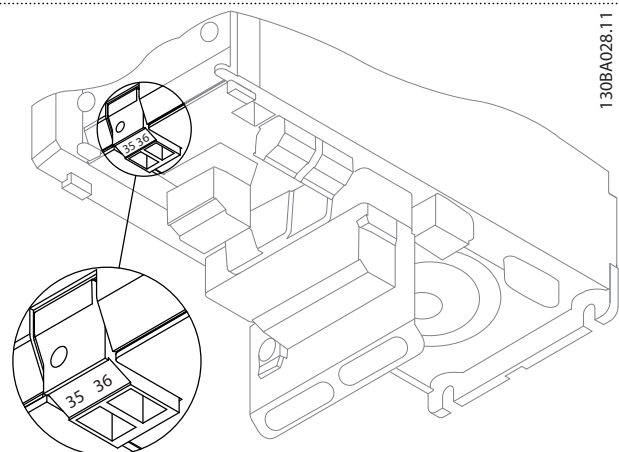


Abbildung 3.8 Anschluss an die 24-V-Backup-Versorgung (A2-A3).

Wenn das Steuerteil durch die MCB 107-Backup-Option versorgt wird, wird die interne 24-V-Versorgung automatisch abgeklemmt.

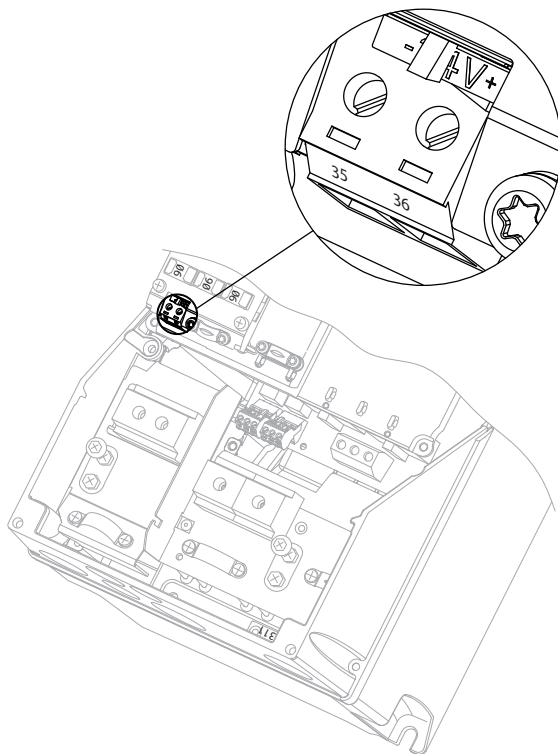


Abbildung 3.9 Anschluss an die 24-V-Backup-Versorgung (A5-C2).

### 3.1.9 Analog-E/A-Option MCB 109

Die Analog-E/A-Karte wird z. B. in folgenden Fällen verwendet:

- Batteriereserve für Uhrfunktion auf Steuerkarte
- Als allgemeine Erweiterung der Analog-E/A-Auswahl, die auf der Steuerkarte verfügbar ist, z. B. für Mehrzonenregelung mit drei Druckgebern
- Einsatz des Frequenzumrichters als dezentraler E/A-Block, der die Gebäudeleittechnik mit Eingängen für Sensoren und Ausgängen zur Betätigung von Drosselklappen und Ventilantrieben
- Unterstützung der erweiterten PID-Regler mit E/As für Sollwerteingänge, Geber-/Sensoreingängen und Ausgänge für Stellglieder.

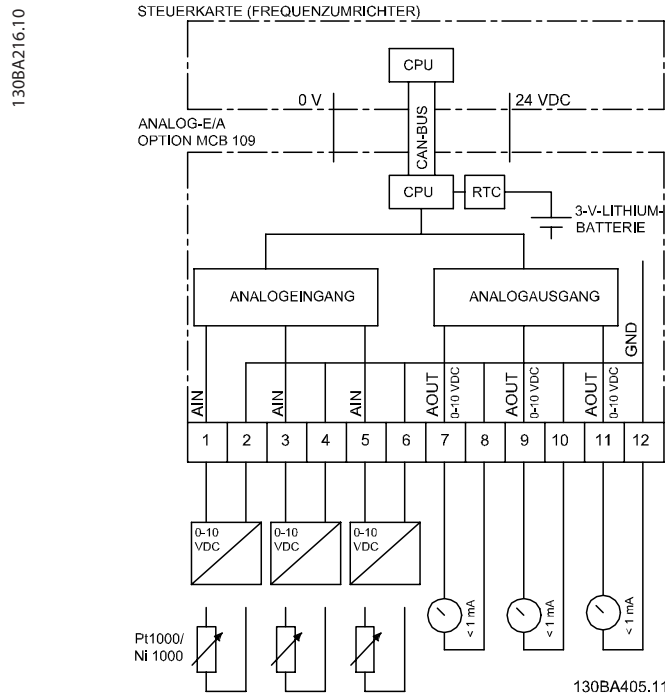


Abbildung 3.10 Prinzipschaltbild für analoge Ein-/Ausgänge im Frequenzumrichter.

#### Analoge E/A-Konfiguration

3 x Analogeingänge, für folgende Eingänge:

- 0-10 V DC

ODER

- 0-20 mA (Spannungseingang 0-10 V) durch Anschluss eines 510- $\Omega$ -Widerstands an Klemmen (siehe Hinweis!)
- 4-20 mA (Spannungseingang 2-10 V) durch Anschluss eines 510- $\Omega$ -Widerstands an Klemmen (siehe Hinweis)
- Ni1000-Tempersensoren mit 1000  $\Omega$  bei 0 °C Spezifikationen gemäß DIN 43760
- Pt1000-Tempersensoren mit 1000  $\Omega$  bei 0 °C Spezifikationen gemäß IEC 60751

3 x Analogausgänge, die 0-10 V DC liefern.



## HINWEIS

Bitte beachten Sie die innerhalb der verschiedenen Standardgruppen von Widerständen verfügbaren Werte:

E12: Nächstliegender Standardwert ist 470  $\Omega$ , wodurch ein Eingang von 449,9  $\Omega$  und 8,997 V erzeugt wird.

E24: Der nächstliegende Standardwert ist 510  $\Omega$ , wodurch ein Eingang von 486,4  $\Omega$  und 9,728 V erzeugt wird.

E48: Der nächstliegende Standardwert ist 511  $\Omega$ , wodurch ein Eingang von 487,3  $\Omega$  und 9,746 V erzeugt wird.

E96: Der nächstliegende Standardwert ist 523  $\Omega$ , wodurch ein Eingang von 498,2  $\Omega$  und 9,964 V erzeugt wird.

### Analogeingänge – Klemme X42/1-6

Parametergruppe für Anzeige: 18-3\*. Siehe auch *VLT® HVAC Drive Programmierungshandbuch, MG.11.CX.YY*.

Parametergruppen zur Einstellung: 26-0\*, 26-1\*, 26-2\* und 26-3\*. Siehe auch *VLT® HVAC Drive Programmierungshandbuch, MG.11.CX.YY*.

3 x Analogeingänge	Betriebsbereich	Auflösung	Genauigkeit	Abtastung	Max. Last	Impedanz
Als Temperatursensoreingang verwendet	-50 bis +150 °C	11 Bit	-50 °C $\pm 1$ Kelvin +150 °C $\pm 2$ Kelvin	3 Hz	-	-
Als Spannungseingang verwendet	0-10 V DC	10 Bit	0,2 % der Gesamtskala bei kal. Temperatur	2,4 Hz	+/- 20 V kontinuierlich	Ca. 5 k $\Omega$

Tabelle 3.7

Bei Verwendung für Spannung sind die Analogeingänge durch Parameter für jeden Eingang skalierbar.

Bei Verwendung für einen Temperatursensor ist die Skalierung von Analogeingängen auf erforderliche Signalniveaus für einen vorgegebenen Temperaturbereich voreingestellt.

Wenn Analogeingänge für Temperatursensoren verwendet werden, können Istwerte sowohl in °C als auch in °F ausgelesen werden.

Beim Betrieb mit Temperatursensoren beträgt die maximale Kabellänge für den Anschluss der Sensoren 80 m (nicht abgeschirmt / nicht verdreht).

### Analogausgänge – Klemme X42/7-12

Parametergruppe für Auslesen und Schreiben: 18-3\*. Siehe auch *VLT® HVAC Drive-Programmierungshandbuch, MG.11.CX.YY*

Parametergruppen zur Einstellung: 26-4\*, 26-5\* und 26-6\*. Siehe auch *VLT® HVAC Drive-Programmierungshandbuch, MG.11.CX.YY*

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

Tabelle 3.8

Analogausgänge sind für jeden Ausgang durch Parameter skalierbar.

Die zugeordnete Funktion kann über einen Parameter ausgewählt werden und hat dieselben Optionen wie Analogausgänge auf der Steuerkarte.

Eine genauere Beschreibung von Parametern ist im *VLT® HVAC Drive-Programmierungshandbuch, MG.11.CX.YY*, zu finden.

### Echtzeituhr (RTC) mit Datensicherung

Das Datumsformat der RTC besteht aus Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minuten und Wochentag.

Die Genauigkeit der Uhr liegt über  $\pm 20$  ppm bei 25 °C.

Der integrierte Lithium-Sicherungsakku hält durchschnittlich mindestens 10 Jahre, wenn der Frequenzumrichter bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C betrieben wird. Wenn die Datensicherung des Akkus fehlschlägt, muss die Analog-E/A-Option ausgetauscht werden.

### 3.1.10 MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte

Die Option MCB 112 ermöglicht die Temperaturüberwachung eines Elektromotors über einen galvanisch getrennten PTC-Thermistor-Eingang. Es handelt sich um eine B-Option für den FC 102 mit sicherem Stopp.

Weiterführende Informationen zur Montage und Installation der Option finden Sie im Abschnitt . Zu verschiedene nAnwendungsmöglichkeiten siehe auch 6 Anwendungsbeispiele.

X44/ 1 und X44/ 2 sind die Thermistor-Eingänge, X44/ 12 aktiviert die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 102 (T-37), wenn die Thermistor-Werte dies erforderlich machen. X44/10 informiert den FC 102 über die „Sicherer Stopp“-Anforderung des MCB 112, um eine entsprechende Alarmhandhabung sicherzustellen. Einer der Digitaleingänge des FC 102 (oder ein Digitaleingang einer installierten Option) muss auf PTC-Karte 1 [80] gestellt werden, um die Informationen von X44/10 verwenden zu können. 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp Klemme 37 Sicherer Stopp muss auf die gewünschte Funktionalität für sicheren Stopp eingestellt werden (Werkseinstellung ist Sicherer Stopp Alarm).

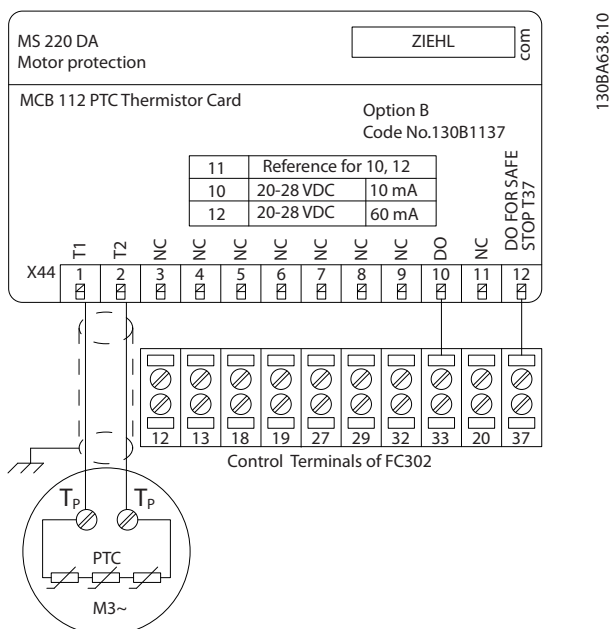


Abbildung 3.11

**ATEX-Zertifizierung mit**

Die MCB 112 ist ATEX-konform, sodass der FC 102 in Verbindung mit der MCB 112-Option jetzt auch mit Motoren in explosionsgefährdeten Atmosphären verwendet werden kann. Weitere Informationen finden Sie im MCB 112 Produkthandbuch.



Tabelle 3.9

## Elektrische Daten

## Widerstandsanschluss

PTC erfüllt die DIN 44081 und die DIN 44082

Anzahl	1..6 Widerstände in Reihe
Abschaltwert	3,3 Ω ... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Rücksetzwert	1,7 Ω ... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Auslösungstoleranz	± 6 °C
Sammelwiderstand der Sensorrückführung	< 1,65 Ω
Klemmenspannung	≤ 2,5 V für R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V für R = ∞
Sensorstrom	≤ 1 mA
Kurzschluss	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Leistungsaufnahme	60 mA

## Prüfbedingungen

EN 60947-8	
Nennstoßspannung	6000V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Nennisolationsspannung Vbis	690V
Sichere galvanische Trennung bis Vi	500V
Zul. Umgebungstemperatur	-20 °C ... +60 °C
	EN 60068-2-1 Trockene Wärme
Feuchtigkeit	5-95 %, ohne Kondensation
EMV-Widerstand	EN61000-6-2
EMV-Emissionen	EN61000-6-4
Schwingungsfestigkeit	10 ... 1000 Hz 1,14 g
Stoßfestigkeit	50 g

## Sicherheitsrelevante Kenngrößen

EN 61508 für Tu = 75 °C laufend	
SIL	2 bei Prüfzyklus von 2 Jahren 1 bei Prüfzyklus von 3 Jahren
HFT	0
PFD (für jährlichen Funktionstest)	4,10 *10 <sup>-3</sup>
SFF	78%
λ <sub>s</sub> + λ <sub>DD</sub>	8494 FIT
λ <sub>DU</sub>	934 FIT
Bestellnummer 130B1137	

### 3.1.11 Sensoreingangsoption MCB 114

Die Sensoreingangsoptionskarte MCB 114 kann in den folgenden Fällen zum Einsatz kommen:

- Sensoreingang für Temperaturregeber PT100 und PT1000 zur Überwachung von Lagertemperaturen
- Als allgemeine Erweiterung von Analogeingängen mit einem zusätzlichen Eingang zur Mehrzonenregelung oder für Differenzdruckmessungen
- Unterstützung erweiterter PID-Regler mit E/A für Sollwert, Geber-/Sensor-Eingänge

Typische Motoren, die mit Temperaturregebern zum Schutz von Lagern vor Überlast konstruiert sind, sind mit drei PT100/1000-Temperaturregebern ausgestattet: ein Temperaturregeber vorn, einer im hinteren Endlager und einer in den Motorwicklungen. Die Danfoss Optionskarte MCB 114 unterstützt 2- oder 3-Leiter-Sensoren mit individuellen Temperaturregelgrenzen für Über-/Untertemperatur. Eine automatische Erkennungsfunktion des Sensortyps PT100 oder PT1000 wird bei Netz-Ein ausgeführt.

Die Option kann einen Alarm erzeugen, wenn die gemessene Temperatur unter der minimalen oder über der maximalen Grenze liegt, die vom Benutzer vorgegeben wurde. Die individuell gemessene Temperatur an jedem Sensoreingang kann im Display oder durch Anzeigeparameter ausgelesen werden. Wenn ein Alarm auftritt, können die Relais oder Digitalausgänge als aktiv im eingeschalteten Zustand programmiert werden, indem [21] *Warnung Übertemp.* in Parametergruppe 5-3\* gewählt wird.

Mit einer Fehlerbedingung ist eine Warn-/Alarmnummer verknüpft, und zwar Alarm/Warnung 20, Temp.-Eingangsfehler. Jeder vorhandene Ausgang kann als aktiv programmiert werden, falls die Warnung oder der Alarm angezeigt wird.

#### 3.1.11.1 Bestellnummern und gelieferte Teile

Standardversion, Best.-Nr.: 130B1172.  
 Beschichtete Version, Best.-Nr.: 130B1272.

#### 3.1.11.2 Elektrische und mechanische technische Daten

<b>Analogeingang</b>	
Anzahl Analogeingänge	1
Format	0-20 mA oder 4-20 mA
Leiter	2
Eingangsimpedanz	<200 Ω
Abtastrate	1 kHz
Filter 3. Ordnung	100 Hz bei 3 dB
Die Option kann den analogen Sensor mit 24 V DC (Klemme 1) versorgen.	
<b>Temperatursensoreingang</b>	
Anzahl Analogeingänge zur Unterstützung von PT100/1000	3
Signaltyp	PT100/1000
Anschluss	PT100 2 oder 3 Leiter/PT1000 2 oder 3 Leiter
Frequenzeingang PT100 und PT1000	1 Hz für jeden Kanal
Auflösung	10 Bit
	-50 - 204 °C
<b>Temperaturbereich</b>	
<b>Galvanische Trennung</b>	
Die anzuschließenden Sensoren müssen galvanisch vom Netzspannungsniveau getrennt sein	IEC 61800-5-1 und UL508C
<b>Verkabelung</b>	
Max. Signalkabellänge	500 m

### 3.1.11.3 Elektrische Verkabelung

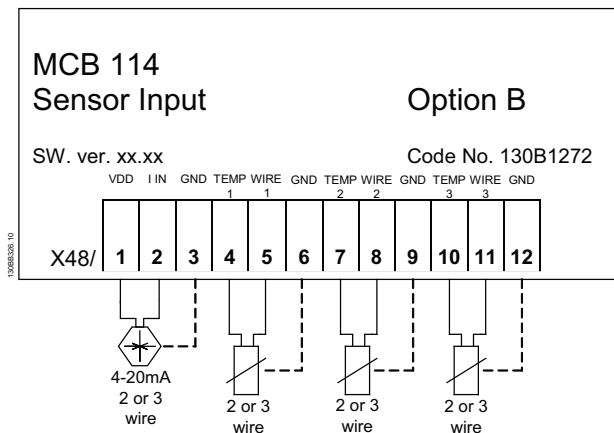


Abbildung 3.12

Klemme	Name	Funktion
1	VDD	24 V DC zur Versorgung eines 4-20-mA-Sensors
2	I in	4-20 mA Eingang
3	GND	Analogeingang GND
4, 7, 10	Temp. 1, 2, 3	Temperatureingang
5, 8, 11	Leiter 1, 2, 3	3-Leitereingang, wenn 3-Leiter-Sensoren verwendet werden
6, 9, 12	GND	Temp.-Eingang GND

Tabelle 3.10

### 3.1.12 Schaltschrankoptionen für Baugröße F

#### Raumheizungen und Thermostat

Raumheizungen werden im Schaltschrank von Frequenzumrichtern der Baugröße F eingebaut und werden über ein automatisches Thermostat geregelt, um zu helfen, die Feuchtigkeit im Gehäuse zu regeln und so die Lebensdauer der Frequenzumrichterbauteile in feuchten Umgebungen zu verlängern. Die Werkseinstellungen des Thermostats schalten die Heizungen bei 10 °C ein und schalten sie bei 15,6 °C aus.

#### Schrankleuchte mit Steckdose

Eine im Schaltschrank von Frequenzumrichtern der Baugröße F eingebaute Leuchte verbessert die Sicht bei Wartung und Reparatur. Das Gehäuse der Leuchte enthält eine Steckdose zur kurzzeitigen Versorgung von Werkzeugen oder anderen Geräten, die in zwei Spannungen erhältlich ist:

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

#### Einstellung Transformatoranschluss

Wenn die Schaltschrankleuchte mit Steckdose und/oder die Raumheizgeräte mit Thermostat installiert sind, müssen die

Trafostufen von Transformator T1 auf die richtige Eingangsspannung eingestellt werden. Ein 380-480/500-V-Frequenzumrichter wird zuerst auf die 525-V-Stufe eingestellt und ein 525-690-V-Frequenzumrichter zuerst auf die 690-V-Stufe, um sicherzustellen, dass keine Überspannung von angeschlossenen Geräten auftritt, wenn die Trafostufe vor Anlegen der Spannung nicht geändert wird. Zur Einstellung des richtigen Anschlusses für Klemme T1 im Gleichrichterschrank siehe *Tabelle 3.11*.

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

Tabelle 3.11 Einstellung Transformatoranschluss

#### NAMUR-Klemmen

Die NAMUR ist ein internationaler Verband der Anwender von Automatisierungstechnik der Prozessindustrie, vor allem in den Bereichen Chemie und Pharma. Bei Auswahl dieser Option werden Klemmen nach den Spezifikationen der NAMUR-Norm für Ein- und Ausgangsklemmen von Frequenzumrichtern sortiert und gekennzeichnet. Dazu sind eine PTC-Thermistorkarte MCB 112 und eine erweiterte Relaiskarte MCB 113 erforderlich.

#### Fehlerstromschutzeinrichtung

Überwachung von Erdschlussströmen in geerdeten und hochohmigen geerdeten Systemen (IEC-Terminologie: TN- und TT-Systeme) über das Summenstromverfahren. Es gibt eine Vorabwarnung (50 % des Hauptalarmsollwerts) und einen Hauptalarmsollwert. Mit jedem Sollwert ist ein SPDT-Alarmrelais zur externen Anwendung verbunden. Erfordert einen externen Aufsteck-Stromwandler (wird vom Kunden bereitgestellt und montiert).

- In die Schaltung für sicheren Stopp des Frequenzumrichters integriert
- Das Gerät IEC 60755 Typ B überwacht Erdschlussströme für Wechselstrom, gepulsten und reinen Gleichstrom.
- LED-Balkendiagrammanzeige des Erdschlussstrompegels von 10-100 % des Sollwerts
- Fehlerspeicher
- Taste TEST/RESET

#### Isolationswiderstandsmonitor (IRM)

Überwacht den Isolationswiderstand in ungeerdeten Systemen (IEC-Terminologie: IT-Systeme) zwischen den Systemphasenleitern und Erde. Für das Maß der Isolation gibt es eine ohmsche Vorwarnung und einen Hauptalarmsollwert. Mit jedem Sollwert ist ein SPDT-Alarmrelais zur externen Anwendung verbunden. Hinweis: An jedes ungeerdete System (IT-System) kann nur ein Isolationswiderstandsmonitor angeschlossen werden.

- In die Schaltung für sicheren Stopp des Frequenzumrichters integriert
- LCD-Anzeige des Isolationswiderstands in Ohm
- Fehlerspeicher
- Tasten INFO, TEST und RESET

#### IEC-Not-Aus mit Pilz-Sicherheitsrelais

Beinhaltet eine redundante 4-Leiter-Not-Aus-Taste an der Vorderseite des Gehäuses und ein Pilz-Relais zur seiner Überwachung in Verbindung mit der Schaltung für sicheren Stopp des Frequenzumrichters und dem Netzschütz im Optionsschrank.

#### Handbetätigte Motorschutzschalter

Liefere Dreiphasenwechselstrom für elektrische Gebläse, die häufig bei größeren Motoren benötigt werden. Der Strom für die Schutzschalter wird von der Lastseite eines beliebigen Schützes oder Trennschalters geliefert. Der Strom wird vor jedem Motorschutzschalter gesichert; er wird abgeschaltet, wenn die Zuleitung zum Frequenzumrichter abgeschaltet ist. Bis zu zwei Schutzschalter sind zulässig (bei einem geschützten Stromkreis mit 30 A nur einer). In die Schaltung für sicheren Stopp des Frequenzumrichters integriert.

Gerätemerkmale:

- Betriebsschalter (ein/aus)
- Kurzschluss- und Überlastschutz mit Testfunktion
- Manueller Reset

#### Geschützte Klemmen, 30 A

- Der Netzeingangsspannung angepasster Dreiphasenwechselstrom zur Versorgung zusätzlicher Verbraucher
- Bei Auswahl zweier handbetätigter Motorschutzschalter nicht verfügbar
- Die Klemmen sind stromlos, wenn die Versorgungsspannung des Frequenzumrichters abgeschaltet ist.
- Der Strom für die Klemmen mit Sicherungsschutz wird von der Lastseite eines beliebigen Schützes oder Trennschalters geliefert.

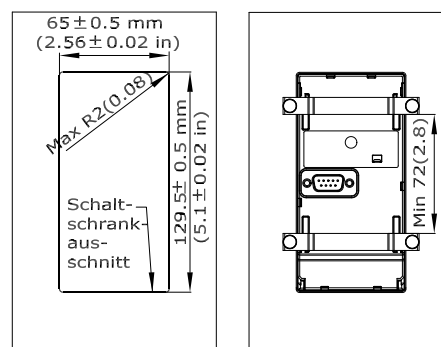
In Anwendungen, in denen der Motor als Bremse verwendet wird, wird Energie im Motor erzeugt und zum Frequenzumrichter zurückgesendet. Wenn die Energie nicht zurück zum Motor transportiert werden kann, erhöht sie die Spannung im DC-Zwischenkreis des Frequenzumrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen und/oder hohen Trägheitsmassen kann diese Erhöhung zu einer Überspannungsabschaltung im Frequenzumrichter führen. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der Energie, die bei generatorischer Bremsung erzeugt wird. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Widerstands, seiner Verlustleistung und seiner Größe. Danfoss bietet eine Vielzahl verschiedener Widerstände an, die speziell für unsere Frequenzumrichter ausgelegt sind.

Angaben zur Dimensionierung von Bremswiderständen finden Sie im Abschnitt *Steuerung mit Bremsfunktion*. Bestellnummern für Bremswiderstände finden Sie im Abschnitt .

Das LCP Bedienteil kann durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite einer Schaltschranktür integriert werden. Die Vorderseite hat Schutzart IP66. Die Befestigungsschrauben dürfen mit max. 1 Nm festgezogen werden.

Technische Daten	
Schutzart:	Vorderseite IP66
Max. Kabellänge zwischen Frequenzumrichter und LCP:	3 m
Kommunikationsstandard:	RS-485

Tabelle 3.12



130BA139.13

Abbildung 3.13

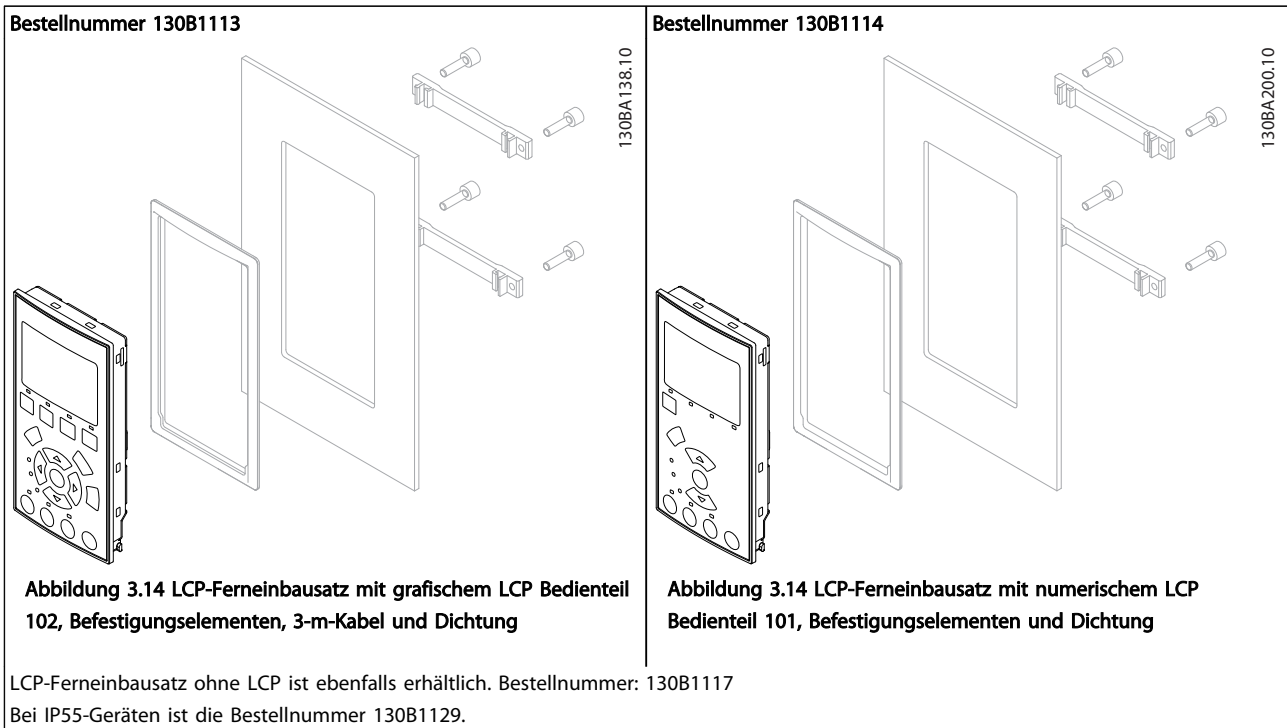


Tabelle 3.13

### 3.1.13 IP21/IP41/ TYP 1 Gehäusesatz

IP 21/IP 41 top/ TYP 1 ist ein optionales Gehäuseelement für IP20 Kompaktanlagen, Gehäusegröße A2-A3, B3+B4 und C3+C4.

Wenn der Gehäusesatz verwendet wird, wird die IP20-Einheit aktualisiert, um dem Gehäuse IP21/ 41 top/TYP 1 zu entsprechen.

IP41 top kann für alle IP20 VLT® HVAC Drive -Standardvarianten verwendet werden.

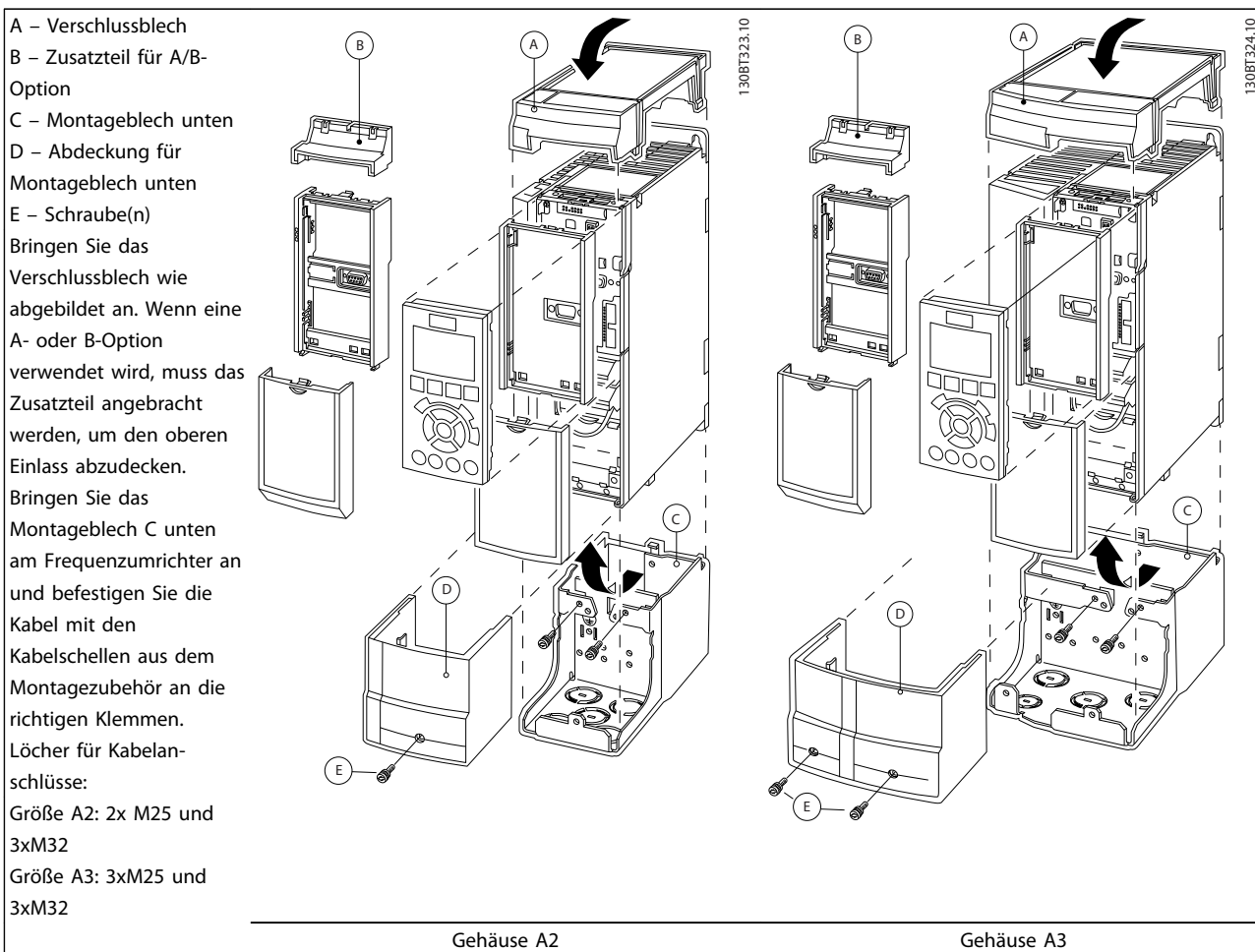


Tabelle 3.14

Abmessungen			
Gehäusotyp	Höhe (mm)	Breite (mm)	Tiefe (mm)
	A	B	C*
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

\* Wenn die A/B-Option verwendet wird, erhöht sich die Tiefe (Genauerer siehe Abschnitt Mechanische Abmessungen).

Tabelle 3.15

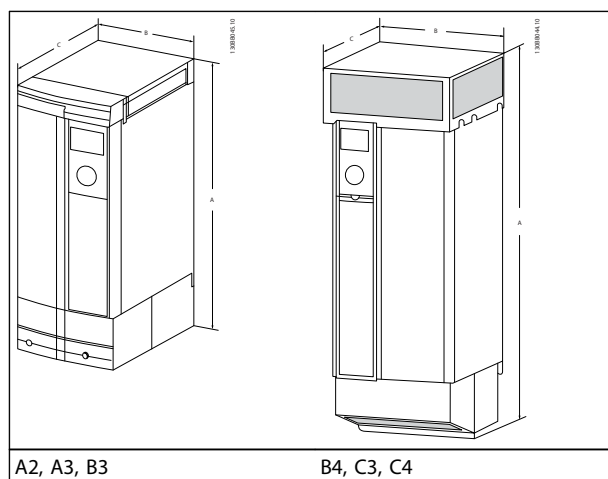
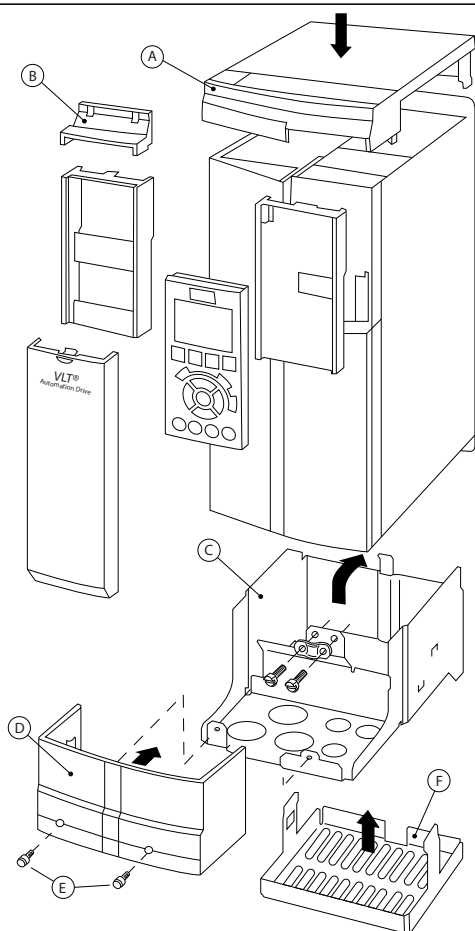


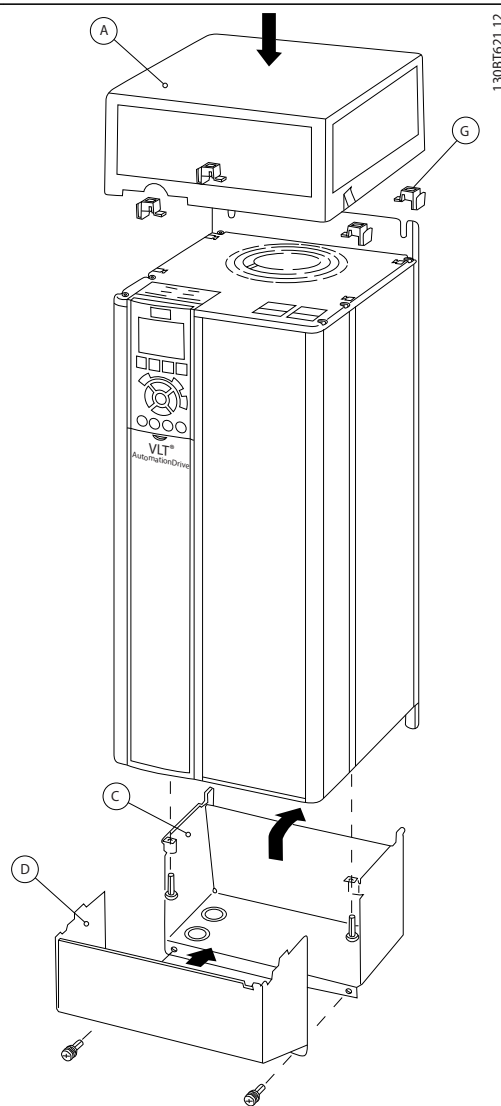
Tabelle 3.16



- A – Verschlussblech
  - B – Zusatzteil für A/B-Option
  - C – Montageblech unten
  - D – Abdeckung für Montageblech unten
  - E – Schraube(n)
  - F – Lüfterabdeckung
  - G – Clip oben
- Wenn ein Optionsmodul A und/oder ein Optionsmodul B verwendet wird, muss das Zusatzteil (B) am Verschlussblech (A) angebracht werden.



Gehäuse B3



Gehäuse B4 - C3 - C4

Tabelle 3.17

**HINWEIS**

Montage nebeneinander ist bei Verwendung der IP21/IP4X-Gehäuseabdeckung nicht möglich.

### 3.1.14 Ausgangsfilter

Durch das schnelle Schalten des Frequenzumrichters führt zu Nebeneffekten, die den Motor und die eingeschlossene Umgebung beeinflussen. Diese Nebeneffekte werden durch zwei verschiedene Filtertypen adressiert, den du/dt- und den Sinusfilter.

#### **du/dt-Filter**

Die Motorisolation wird oft durch eine Kombination eines schnellen Spannungs- und Stromanstiegs belastet. Die schnellen Energiewechsel können sich auch auf die DC-Leitung im Wechselrichter auswirken und zu einer Abschaltung führen. Der du/dt-Filter dient zur Reduzierung der Spannungsanstiegzeit / des schnellen Energiewechsels im Motor und verhindert so vorzeitigen Verschleiß und elektrischen Überschlag in der Motorisolation. du/dt-Filter haben einen positiven Einfluss auf magnetische Störungen im Kabel zwischen Frequenzumrichter und Motor. Die Wellenform der Spannung ist immer noch pulsformig, aber das du/dt-Verhältnis wird im Vergleich zu Installationen ohne Filter reduziert.

#### **Sinusfilter**

Sinusfilter sind so ausgelegt, dass sie nur niedrige Frequenzen durchlassen. Hohe Frequenzen werden folglich herausgefiltert, was zu einer sinusförmigen Spannung zwischen Phasen und einem sinusförmigen Strom führt. Dank der Sinusform ist kein Frequenzumrichter-Motor mit verstärkter Isolation mehr nötig. Auch die Störgeräusche des Motors werden durch die Wellenform gedämpft. Neben den Funktionen des du/dt-Filters reduziert der Sinusfilter auch die Belastung der Isolation und Lagerströme im Motor, was die Lebensdauer des Motors verlängert und längere Wartungsintervalle zur Folge hat. Sinusfilter ermöglichen die Verwendung längerer Motorkabel in Anwendungen, bei denen der Motor weit vom Frequenzumrichter entfernt ist. Allerdings ist die Länge beschränkt, da der Filter keine Ableitströme in den Kabeln reduziert.

## 4 Bestellen

# 4

### 4.1 Bestellformular

#### 4.1.1 Drive-Konfigurator

Sie können einen Frequenzumrichter unter Verwendung des Bestellnummernsystems individuell gemäß den Anwendungsanforderungen auslegen.

So können Sie auch den Frequenzumrichter serienmäßig oder mit eingebauten Optionen bestellen, indem Sie den Typencode, der das Produkt beschreibt, zusammenstellen und an eine lokale Danfoss-Vertretung senden. Beispiel:

FC-102P18KT4E21H1XGCXXXSXXXAGBKCXXXDX

Die Bedeutung der Zeichen in der Zeichenfolge können Sie den Seiten mit den Bestellnummern und den Optionseinstellungen in 3 *auswählen* entnehmen. Im obigen Typencode sind z. B. die Optionen Profibus LONWorks und eine Universal-E/A-Option im Frequenzumrichter enthalten.

Bestellnummern für serienmäßige Varianten des Frequenzumrichters sind ebenfalls im Kapitel *VLT auswählen* zu finden.

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

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

#### Beispiel für den Aufbau des Typencodes im Drive-Konfigurator:

Die in den Feldern gezeigten Zahlen beziehen sich auf die Position des Buchstabens bzw. der Zahl im Typencode - gelesen von links nach rechts.

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

**Tabelle 4.1**

## 4.1.2 Typencode - Niedrige und mittlere Leistung

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		P				T					H						X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D

130BA052.14

Abbildung 4.1

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe und FC-Baureihe	1-6	FC 102
Nennleistung	8-10	1,1- 90 kW (P1K1 - P90K)
Anzahl Phasen	11	Drei Phasen (T)
Netzspannung	11-12	T 2: 200-240V AC T 4: 380-480 V AC T 6: 525-600 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13-15	E20: IP20 E21: IP21/NEMA 1 E55: IP55/NEMA 12 E66: IP66 P21: IP21/NEMA 1 mit Rückwand P55: IP55/NEMA 12 mit Rückwand Z55: Baugröße A4, IP55 Z66: Baugröße A4, IP66
EMV-Filter	16-17	H1: EMV-Filter, Klasse A1/B H2: EMV-Filter, Klasse A2 H3: EMV-Filter, Klasse A1/B (reduzierte Kabellänge) Hx: Kein EMV-Filter
Bremse	18	X: Kein Bremschopper integriert B: Mit Bremschopper T: Sich. Stopp U: Sicherer Stopp + Bremse
Display	19	G: Grafisches LCP Bedienteil 102 N: Numerisches LCP Bedienteil (LCP 101) X: Kein LCP Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	X: Keine beschichtete Platine C: Beschichtete Platine
Netzoption	21	X: Kein Netztrennschalter und Zwischenkreiskopplung 1: Mit Netztrennschalter (nur IP55) 8: Netztrennschalter und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung Zu max. Kabelquerschnitten siehe Kapitel 8.

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Anpassung	22	X: Standard O: Europäisches metrisches Gewinde in Kabeleinführungen
Anpassung	23	Reserviert
Softwareversion	24-27	Tatsächliche Software
Softwaresprache	28	
A-Optionen	29-30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AG: MCA 108 Lonworks AJ: MCA 109 BACnet-Gateway AL: MCA 120 Profinet AN: MCA 121 EtherNet/IP AQ: MCA 122 Modbus TCP
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analog-E/A-Option B2: MCB 112 PTC-Thermistorkarte B4: Sensoreingangsoption MCB 114
C0-Optionen MCO	33-34	CX: Keine Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine Optionen
Software C-Option	36-37	XX: Standardsoftware
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: Externe DC-Versorgung

Tabelle 4.2 Typencodebeschreibung

### 4.1.3 Typencode High Power

**4**

<b>Bestelltypencode Baugrößen D und E</b>		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe+Serie	1-6	FC 102
Nennleistung	8-10	45-560 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 C00: IP00 mit Edelstahlkühlkanal E0D: IP00, D3 P37K-P75K, T7 C0D: IP00 mit Edelstahlkühlkanal, D3 P37K-P75K, T7 E21: IP21 E54: IP54 E2D: IP21, D1 P37K-P75K, T7 E5D: IP54, D1 P37K-P75K, T7 E2M: IP21 mit Netzabschirmung E5M: IP54 mit Netzabschirmung
EMV-Filter	16-17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter, Klasse A11) H6: EMV-Filter, Schiffahrtsanwendungen <sup>2)</sup>
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT R: Regenerationsklemmen (nur Baugrößen E)
Display	19	G: Grafisches LCP Bedienteil (LCP 102) N: Numerische Bedieneinheit (LCP) X: Kein LCP Bedienteil (nur Baugrößen D, IP00 und IP21)
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine X: Keine beschichtete Platine (nur Baugrößen D, 380-480/500 V)
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung
Anpassung	22	Reserviert
Anpassung	23	Reserviert
Softwareversion	24-27	Tatsächliche Software
Softwaresprache	28	
A-Optionen	29-30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analog-E/A-Option B2: MCB 112 PTC-Thermistorkarte B4: Sensoreingangsoption MCB 114
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine Optionen
Software C-Option	36-37	XX: Standardsoftware
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: Externe DC-Versorgung
Die verschiedenen Optionen werden in diesem Projektierungshandbuch weiter beschrieben.		

**Bestelltypencode Baugrößen D und E**

- 1): Für alle Baugrößen D erhältlich. Nur Baugrößen E 380-480/500 V AC  
 2) Ziehen Sie den Service zurate, wenn Ihre Anwendungen Schiffahrtszertifizierung erfordern

**Tabelle 4.3**

<b>Typencode Baugröße F</b>		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	
Frequenzumrichter-Serie	4-6	
Nennleistung	8-10	500-1400 kW
Phasen	11	Drei Phasen (T)
Netzspannung	11- 12	T 5: 380-500 V AC T 7: 525-690 V AC
Gehäuse	13- 15	E21: IP21 E54: IP54 L2X: IP21 mit Schaltschrankleuchte und IEC 230-V-Steckdose L5X: IP54 mit Schaltschrankleuchte und IEC 230-V-Steckdose L2A: IP21 mit Schaltschrankleuchte und NAM 115-V-Steckdose L5A: IP54 mit Schaltschrankleuchte und NAM 115-V-Steckdose H21: IP21 mit Raumheizung und Thermostat H54: IP54 mit Raumheizung und Thermostat R2X: IP21 mit Raumheizung, Thermostat, Leuchte und IEC 230-V-Steckdose R5X: IP54 mit Raumheizung, Thermostat, Leuchte und IEC 230-V-Steckdose R2A: IP21 mit Raumheizung, Thermostat, Leuchte und NAM 115-V-Steckdose R5A: IP54 mit Raumheizung, Thermostat, Leuchte und NAM 115-V-Steckdose
EMV-Filter	16- 17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter, Klasse A12, 3) HE: Fehlerstromschutzschalter mit EMV-Filter, Klasse A22) HF: Fehlerstromschutzschalter mit EMV-Filter, Klasse A12, 3) HG: IRM mit EMV-Filter, Klasse A22) HH: IRM mit EMV-Filter, Klasse A12, 3) HJ: NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A21) HK: NAMUR-Klemmen mit EMV-Filter, Klasse A11, 2, 3) HL: Fehlerstromschutzschalter mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A21, 2) HM: Fehlerstromschutzschalter mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A11, 2, 3) HN: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A21, 2) HP: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A11, 2, 3)
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT R: Regenerationsklemmen M: IEC-Not-Aus-Drucktaster (mit Pilz-Sicherheitsrelais) <sup>4)</sup> N: IEC-Not-Aus-Drucktaster mit Bremse IGBT und Bremsklemmen <sup>4)</sup> P: IEC-Not-Aus-Drucktaster mit Regenerationsklemmen <sup>4)</sup>
Display	19	G: Grafisches LCP Bedienteil (LCP 102)
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine

Typencode Baugröße F		
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3 <sup>2</sup> : Netztrennschalter und Sicherung 5 <sup>2</sup> : Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung E: Netztrennschalter, Schütz und Sicherungen <sup>2)</sup> F: Netztrennschalter, Schütz und Sicherungen <sup>2)</sup> G: Netztrennschaltung, Schütz, Zwischenkreiskopplungsklemmen und Sicherungen <sup>2)</sup> H: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreiskopplungsklemmen und Sicherungen <sup>2)</sup> J: Netztrennschalter und Sicherungen <sup>2)</sup> K: Netztrennschalter, Zwischenkreiskopplungsklemmen und Sicherungen <sup>2)</sup>
A-Optionen	29-30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AG: MCA 108 Lonworks AJ: MCA 109 BACnet Gateway AL: MCA 120 Profinet AN: MCA 121 Ethernet/IP
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analog-E/A-Option
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine Optionen
Software C-Option	36-37	XX: Standardsoftware
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: Externe DC-Versorgung
Die verschiedenen Optionen werden in diesem Projektierungshandbuch weiter beschrieben.		

**Tabelle 4.4**

## 4.2 Bestellnummern

### 4.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnummer
<b>Sonstiges Zubehör I</b>		
Zwischenkreisanschluss	Klemmenblock für Zwischenkreisanschluss bei A2/A3	130B1064
IP21/4X-Option	Gehäusegröße A2: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1122
IP21/4X-Option	Gehäusegröße A3: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1123
IP21/4X-Option	Gehäusegröße B3: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1187
IP21/4X-Option	Gehäusegröße B4: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1189
IP21/4X-Option	Gehäusegröße C3: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1191
IP21/4X-Option	Gehäusegröße C4: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1193
IP21/4X-Gehäuseabdeckung	Gehäusegröße A2: IP21-Gehäuseabdeckung	130B1132
IP21/4X-Gehäuseabdeckung	Gehäusegröße A3: IP21-Gehäuseabdeckung	130B1133
IP21/4X-Option	Gehäusegröße B3: IP21-Gehäuseabdeckung	130B1188
IP21/4X-Option	Gehäusegröße B4: IP21-Gehäuseabdeckung	130B1190
IP21/4X-Option	Gehäusegröße C3: IP21-Gehäuseabdeckung	130B1192
IP21/4X-Option	Gehäusegröße C4: IP21-Gehäuseabdeckung	130B1194
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße A5	130B1028
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße B1	130B1046
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße B2	130B1047
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße C1	130B1048

Typ	Beschreibung	Bestellnummer
<b>Sonstiges Zubehör I</b>		
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße C2	130B1049
Profibus Sub-D 9	Sub-D Adapter für Profibus, IP20	130B1112
Profibus Montagezubehör	Einbausatz für Profibus-Anschluss von oben - Gehäuse D + E	176F1742
Klemmenblöcke	Steckbare Schraubklemmen als Austausch für Federzugklemmen 1 x 10-pol., 1 x 6-pol. und 1 x 3-pol.	130B1116
Rückwand	A5 IP55 / NEMA 12	130B1098
Rückwand	B1 IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3383
Rückwand	B2 IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3397
Rückwand	C1 IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3910
Rückwand	C2 IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3911
Rückwand	A5 IP66	130B3242
Rückwand	B1 IP66	130B3434
Rückwand	B2 IP66	130B3465
Rückwand	C1 IP66	130B3468
Rückwand	C2 IP66	130B3491
<b>LCPs und Einbausätze</b>		
LCP 101	Numerisches LCP Bedienteil 101	130B1124
LCP 102	Grafisches LCP Bedienteil 102	130B1107
LCP-Kabel	Separates LCP-Anschlusskabel, 3 m	175Z0929
LCP-Einbausatz	Ferneinbausatz mit grafischem LCP Bedienteil 102, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1113
LCP-Einbausatz	Ferneinbausatz mit numerischem LCP Bedienteil 101, Befestigungselementen und Dichtung	130B1114
LCP-Einbausatz	Ferneinbausatz für alle LCP Bedienteile (101 und 102) mit Befestigungselementen, 3-m-Kable und Dichtung	130B1117
LCP-Einbausatz	Fronteinbausatz, IP55-Gehäuse	130B1129
LCP-Einbausatz	Ferneinbausatz für alle LCP Bedienteile (101 und 102) mit Befestigungselementen und Dichtung – ohne Kabel	130B1170

**Tabelle 4.5 Optionsmodule können als Einbauoptionen ab Werk bestellt werden, siehe Bestellangaben.**



Typ	Beschreibung	Anmerkungen
<b>Option A</b>		<b>Bestellnummer Lackiert</b>
MCA 101	Profibus-Option DP V0/V1	130B1200
MCA 104	DeviceNet-Option	130B1202
MCA 108	LonWorks	130B1206
MCA 109	BACnetGateway zum Einbau. Nicht mit Relaisoptionskarte MCB 105 zu verwenden.	130B1244
MCA 120	Profinet	130B1135
MCA 121	Ethernet	130B1219
<b>Option B</b>		
MCB 101	Universal-Ein-/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 D</b>		
MCB 107	Externe 24-V-DC-Versorgung	130B1208
<b>Externe Optionen</b>		
Ethernet IP	Ethernet-Master	

**Tabelle 4.6**

Informationen zur Kompatibilität von Feldbussen und Anwendungsoptionen mit älteren Softwareversionen erhalten Sie bei Ihrer Danfoss-Vertretung.

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	Anmerkungen
<b>Ersatzteile</b>			
Steuerkarte FC	Mit Funktion „Sicherer Stopp“	130B1150	
Steuerkarte FC	Ohne Funktion „Sicherer Stopp“	130B1151	
Lüfter A2	Kühl Lüfter, Baugröße A2	130B1009	
Lüfter A3	Kühl Lüfter, Baugröße A3	130B1010	
Lüfter A5	Kühl Lüfter, Baugröße A5	130B1017	
Lüfter B1	Externer Kühl Lüfter, Baugröße B1	130B3407	
Lüfter B2	Externer Kühl Lüfter, Baugröße B2	130B3406	
Lüfter B3	Externer Kühl Lüfter, Baugröße B3	130B3563	
Lüfter B4	Externer Kühl Lüfter, 18,5/22 kW	130B3699	
Lüfter B4	Externer Kühl Lüfter, 22/30 kW	130B3701	
Lüfter C1	Externer Kühl Lüfter, Baugröße C1	130B3865	
Lüfter C2	Externer Kühl Lüfter, Baugröße C2	130B3867	
Lüfter C3	Externer Kühl Lüfter, Baugröße C3	130B4292	
Lüfter C4	Externer Kühl Lüfter, Baugröße C4	130B4294	
<b>Sonstiges Zubehör II</b>			
Montagezubehör A2	Montagezubehör, Baugröße A2	130B1022	
Montagezubehör A3	Montagezubehör, Baugröße A3	130B1022	
Montagezubehör A5	Montagezubehör, Baugröße A5	130B1023	
Montagezubehör B1	Montagezubehör, Baugröße B1	130B2060	
Montagezubehör B2	Montagezubehör, Baugröße B2	130B2061	
Montagezubehör B3	Montagezubehör, Baugröße B3	130B0980	
Montagezubehör B4	Montagezubehör, Baugröße B4	130B1300	Klein
Montagezubehör B4	Montagezubehör, Baugröße B4	130B1301	Groß
Montagezubehör C1	Montagezubehör, Baugröße C1	130B0046	
Montagezubehör C2	Montagezubehör, Baugröße C2	130B0047	
Montagezubehör C3	Montagezubehör, Baugröße C3	130B0981	
Montagezubehör C4	Montagezubehör, Baugröße C4	130B0982	Klein
Montagezubehör C4	Montagezubehör, Baugröße C4	130B0983	Groß

Tabelle 4.7

## 4.2.2 Bestellnummern: Hochleistungsätze

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

Tabelle 4.8

## 4.2.3 Bestellnummern: Oberwellenfilter

Oberwellenfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberwellen.

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

380-415 VAC, 50 Hz				
I <sub>AHF,N</sub> [A]	Typischer verwendeter Motor [kW]	Danfoss Bestellnummer		Frequenzrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
10	1,1-4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19	5,5-7,5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26	11	175G6602	175G6624	P11K
35	15-18,5	175G6603	175G6625	P15K - P18K
43	22	175G6604	175G6626	P22K
72	30 - 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101	45 - 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144	75	175G6607	175G6629	P75K
180	90	175G6608	175G6630	P90K
217	110	175G6609	175G6631	P110
289	132	175G6610	175G6632	P132 - P160
324	160	175G6611	175G6633	
370	200	175G6688	175G6691	P200
506	250	175G6609 + 175G6610	175G6631 + 175G6632	P250
578	315	2 x 175G6610	2 x 175G6632	P315
648	355	2 x 175G6611	2 x 175G6633	P355
694	400	175G6611 + 175G6688	175G6633 + 175G6691	P400
740	450	2 x 175G6688	2 x 175G6691	P450

Tabelle 4.9

380-415 VAC, 60 Hz				
I <sub>AHF,N</sub> [A]	Typischer verwendeter Motor [HP]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
10	1,1-4	130B2540	130B2541	P1K1 - P4K0
19	5,5-7,5	130B2460	130B2472	P5K5 - P7K5
26	11	130B2461	130B2473	P11K
35	15-18,5	130B2462	130B2474	P15K, P18K
43	22	130B2463	130B2475	P22K
72	30 - 37	130B2464	130B2476	P30K - P37K
101	45 - 55	130B2465	130B2477	P45K - P55K
144	75	130B2466	130B2478	P75K
180	90	130B2467	130B2479	P90K
217	110	130B2468	130B2480	P110
289	132	130B2469	130B2481	P132
324	160	130B2470	130B2482	P160
370	200	130B2471	130B2483	P200
506	250	130B2468 + 130B2469	130B2480 + 130B2481	P250
578	315	2 x 130B2469	2 x 130B2481	P315
648	355	2 x 130B2470	2 x 130B2482	P355
694	400	130B2470 + 130B2471	130B2482 + 130B2483	P400
740	450	2 x 130B2471	130B2483	P450

Tabelle 4.10

440-480 VAC, 60 Hz				
I <sub>AHF,N</sub> [A]	Typischer verwendeter Motor [HP]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
10	1,5-7,5	130B2538	130B2539	P1K1 - P5K5
19	10 - 15	175G6612	175G6634	P7K5 - P11K
26	20	175G6613	175G6635	P15K
35	25 - 30	175G6614	175G6636	P18K - P22K
43	40	175G6615	175G6637	P30K
72	50 - 60	175G6616	175G6638	P37K - P45K
101	75	175G6617	175G6639	P55K
144	100 - 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K
180	150	175G6619	175G6641	P110
217	200	175G6620	175G6642	P132
289	250	175G6621	175G6643	P160
370	350	175G6690	175G6693	P200
434	350	2 x 175G6620	2 x 175G6642	P250
506	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578	500	2 x 175G6621	2 x 175G6643	P355
648	550-600	2 x 175G6689	2 x 175G6692	P400
694	600	175G6689 + 175G6690	175G6692 + 175G6693	P450
740	650	2 x 175G6690	2 x 175G6693	P500

Tabelle 4.11

Die Zuordnung von Frequenzumrichter und Filter ist auf der Basis von 400/480 V und einer typischen Motorbelastung (4-polig) und 110 % Drehmoment berechnet.

500-525 VAC, 50 Hz				
I <sub>AHF,N</sub> [A]	Typischer verwendeter Motor [kW]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
10	1,1-7,5	175G6644	175G6656	P1K1 - P7K5
19	11	175G6645	175G6657	P11K
26	15-18,5	175G6646	175G6658	P15K - P18K
35	22	175G6647	175G6659	P22K
43	30	175G6648	175G6660	P30K
72	37 -45	175G6649	175G6661	P45K - P55K
101	55	175G6650	175G6662	P75K
144	75 - 90	175G6651	175G6663	P90K - P110
180	110	175G6652	175G6664	P132
217	132	175G6653	175G6665	P160
289	160 - 200	175G6654	175G6666	P200 - P250
324	250	175G6655	175G6667	P315
397	315	175G6652 + 175G6653	175G6641 + 175G6665	P400
434	355	2 x 175G6653	2 x 175G6665	P450
506	400	175G6653 + 175G6654	175G6665 + 175G6666	P500
578	450	2 x 175G6654	2 x 175G6666	P560
613	500	175G6654 + 175G6655	175G6666 + 175G6667	P630

Tabelle 4.12

690 VAC, 50 Hz				
I <sub>AHF,N</sub> [A]	Typischer verwendeter Motor [kW]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
43	45	130B2328	130B2293	
72	45 - 55	130B2330	130B2295	P37K - P45K
101	75 - 90	130B2331	130B2296	P55K - P75K
144	110	130B2333	130B2298	P90K - P110
180	132	130B2334	130B2299	P132
217	160	130B2335	130B2300	P160
288	200 - 250	2 x 130B2333	130B2301	P200 - P250
324	315	130B2334 + 130B2335	130B2302	P315
397	400	130B2334 + 130B2335	130B2299 + 130B2300	P400
434	450	2 x 130B2335	2 x 130B2300	P450
505	500	*	130B2300 + 130B2301	P500
576	560	*	2 x 130B2301	P560
612	630	*	130B2301 + 130B2300	P630
730	710	*	2 x 130B2302	P710

Tabelle 4.13 \* Wenden Sie sich bei höheren Strömen bitte an Danfoss.

## 4.2.4 Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 VAC

Netzversorgung 3 x 200-480 [VAC]							
Frequenzrichtergröße			Minimale Taktfrequenz [kHz]	Maximale Ausgangsfrequenz [Hz]	Best.-Nr. IP20	Best.-Nr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz [A]
200-240 [VAC]	380-440 [VAC]	440-480 [VAC]					
	P1K1	P1K1	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P1K5	P1K5	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P2K2	P2K2	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K5	P3K0	P3K0	5	120	130B2443	130B2408	8
	P4K0	P4K0	5	120	130B2444	130B2409	10
P2K2	P5K5	P5K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P3K0	P7K5	P7K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P4K0			5	120	130B2446	130B2411	17
P5K5	P11K	P11K	4	100	130B2447	130B2412	24
P7K5	P15K	P15K	4	100	130B2448	130B2413	38
	P18K	P18K	4	100	130B2448	130B2413	38
P11K	P22K	P22K	4	100	130B2307	130B2281	48
P15K	P30K	P30K	3	100	130B2308	130B2282	62
P18K	P37K	P37K	3	100	130B2309	130B2283	75
P22K	P45K	P55K	3	100	130B2310	130B2284	115
P30K	P55K	P75K	3	100	130B2310	130B2284	115
P37K	P75K	P90K	3	100	130B2311	130B2285	180
P45K	P90K	P110	3	100	130B2311	130B2285	180
	P110	P132	3	100	130B2312	130B2286	260
	P132	P160	3	100	130B2313	130B2287	260
	P160	P200	3	100	130B2313	130B2287	410
	P200	P250	3	100	130B2314	130B2288	410
	P250	P315	3	100	130B2314	130B2288	480
	P315	P315	2	100	130B2315	130B2289	660
	P355	P355	2	100	130B2315	130B2289	660
	P400	P400	2	100	130B2316	130B2290	750
		P450	2	100	130B2316	130B2290	750
	P450	P500	2	100	130B2317	130B2291	880
	P500	P560	2	100	130B2317	130B2291	880
	P560	P630	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P630	P710	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P710	P800	2	100	2 x 130B2317	2 x 130B2291	1500
	P800	P1M0	2	100	2 x 130B2317	2 x 130B2291	1500
	P1M0		2	100	2 x 130B2318	2 x 130B2292	1700

Tabelle 4.14

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

## HINWEIS

Siehe auch *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter, MG.90.NX.YY*

## 4.2.5 Bestellnummern: Sinusfilter, 525-600/690 VAC

Netzversorgung 3 x 525 bis 690 [VAC]						
Frequenzrichtergröße		Minimale Taktfrequenz [kHz]	Maximale Ausgangsfrequenz [Hz]	Best.-Nr. IP20	Best.-Nr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz [A]
525-600 [VAC]	690 [VAC]					
P1K1		2	100	130B2341	130B2321	13
P1K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P2k2		2	100	130B2341	130B2321	13
P3K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P4K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P5K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P7K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P11K		2	100	130B2342	130B2322	28
P15K		2	100	130B2342	130B2322	28
P18K		2	100	130B2342	130B2322	28
P22K		2	100	130B2342	130B2322	28
P30K		2	100	130B2343	130B2323	45
P37K	P45K	2	100	130B2344	130B2324	76
P45K	P55K	2	100	130B2344	130B2324	76
P55K	P75K	2	100	130B2345	130B2325	115
P75K	P90K	2	100	130B2345	130B2325	115
P90K	P110	2	100	130B2346	130B2326	165
	P132	2	100	130B2346	130B2326	165
	P160	2	100	130B2347	130B2327	260
	P200	2	100	130B2347	130B2327	260
	P250	2	100	130B2348	130B2329	303
	P315	2	100	130B2370	130B2341	430
	P355	1,5	100	130B2370	130B2341	430
	P400	1,5	100	130B2370	130B2341	430
	P450	1,5	100	130B2371	130B2342	530
	P500	1,5	100	130B2371	130B2342	530
	P560	1,5	100	130B2381	130B2337	660
	P630	1,5	100	130B2381	130B2337	660
	P710	1,5	100	130B2382	130B2338	765
	P800	1,5	100	130B2383	130B2339	940
	P900	1,5	100	130B2383	130B2339	940
	P1M0	1,5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M2	1,5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M4	1,5	100	2 x 130B2382	2 x 130B2338	1479

Tabelle 4.15

**HINWEIS**

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

**HINWEIS**

Siehe auch *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter, MG.90.NX.YY*



## 4.2.6 Bestellnummern: du/dt-Filter, 380-480 V AC

## Netzversorgung 3x380 bis 3x480 V AC

Frequenzrichter Größe		Minimale Taktfrequenz [kHz]	Maximale Ausgangs- frequenz [Hz]	Best.-Nr. IP20	Best.-Nr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz [A]
380-439 [VAC]	440-480 [VAC]					
P11K	P11K	4	100	130B2396	130B2385	24
P15K	P15K	4	100	130B2397	130B2386	45
P18K	P18K	4	100	130B2397	130B2386	45
P22K	P22K	4	100	130B2397	130B2386	45
P30K	P30K	3	100	130B2398	130B2387	75
P37K	P37K	3	100	130B2398	130B2387	75
P45K	P45K	3	100	130B2399	130B2388	110
P55K	P55K	3	100	130B2399	130B2388	110
P75K	P75K	3	100	130B2400	130B2389	182
P90K	P90K	3	100	130B2400	130B2389	182
P110	P110	3	100	130B2401	130B2390	280
P132	P132	3	100	130B2401	130B2390	280
P160	P160	3	100	130B2402	130B2391	400
P200	P200	3	100	130B2402	130B2391	400
P250	P250	3	100	130B2277	130B2275	500
P315	P315	2	100	130B2278	130B2276	750
P355	P355	2	100	130B2278	130B2276	750
P400	P400	2	100	130B2278	130B2276	750
	P450	2	100	130B2278	130B2276	750
P450	P500	2	100	130B2405	130B2393	910
P500	P560	2	100	130B2405	130B2393	910
P560	P630	2	100	130B2407	130B2394	1500
P630	P710	2	100	130B2407	130B2394	1500
P710	P800	2	100	130B2407	130B2394	1500
P800	P1M0	2	100	130B2407	130B2394	1500
P1M0		2	100	130B2410	130B2395	2300

Tabelle 4.16

**HINWEIS**

 Siehe auch *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter, MG.90.NX.YY*

## 4.2.7 Bestellnummern: du/dt-Filter, 525-600/690 V AC

## Netzversorgung 3x525 bis 3x690 V AC

Frequenzrichter-Größe		Minimale Taktfrequenz [kHz]	Maximale Ausgangs- frequenz [Hz]	Best.-Nr. IP20	Best.-Nr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz [A]
525 – 600 [V AC]	690 [V AC]					
P1K1		4	100	130B2423	130B2414	28
P1K5		4	100	130B2423	130B2414	28
P2K2		4	100	130B2423	130B2414	28
P3K0		4	100	130B2423	130B2414	28
P4K0		4	100	130B2424	130B2415	45
P5K5		4	100	130B2424	130B2415	45
P7K5		3	100	130B2425	130B2416	75
P11K		3	100	130B2425	130B2416	75
P15K		3	100	130B2426	130B2417	115
P18K		3	100	130B2426	130B2417	115
P22K		3	100	130B2427	130B2418	165
P30K		3	100	130B2427	130B2418	165
P37K	P45K	3	100	130B2425	130B2416	75
P45K	P55K	3	100	130B2425	130B2416	75
P55K	P75K	3	100	130B2426	130B2417	115
P75K	P90K	3	100	130B2426	130B2417	115
P90K	P110	3	100	130B2427	130B2418	165
	P132	2	100	130B2427	130B2418	165
	P160	2	100	130B2428	130B2419	260
	P200	2	100	130B2428	130B2419	260
	P250	2	100	130B2429	130B2420	310
	P315	2	100	130B2238	130B2235	430
	P400	2	100	130B2238	130B2235	430
	P450	2	100	130B2239	130B2236	530
	P500	2	100	130B2239	130B2236	530
	P560	2	100	130B2274	130B2280	630
	P630	2	100	130B2274	130B2280	630
	P710	2	100	130B2430	130B2421	765
	P800	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P900	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M0	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M2	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M4	2	100	2x130B2430	2x130B2421	1530

Tabelle 4.17

**HINWEIS**

 Siehe auch *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter, MG.90.NX.YY*

## 4.2.8 Bestellnummern: Bremswiderstände

**HINWEIS**

 Siehe *Projektierungshandbuch Bremswiderstand, MG.90.OX.YY*

## 5 Installieren

### 5.1 Mechanische Installation

#### 5.1.1 Mechanische Vorderansichten

5

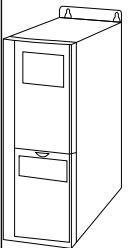
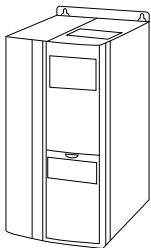
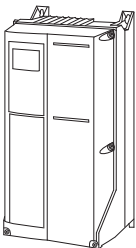
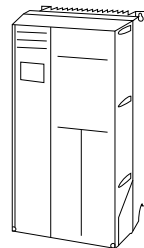
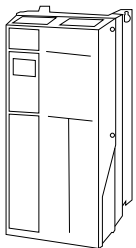
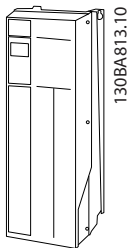
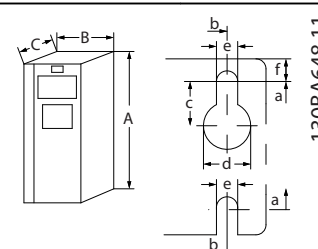
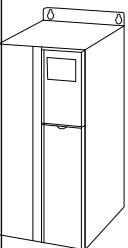
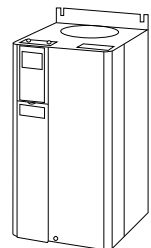
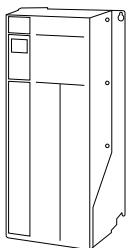
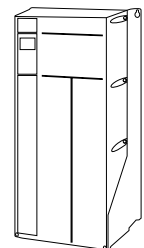
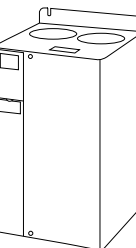
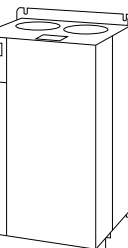
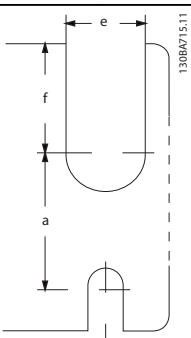
A2	A3	A4	A5	B1	B2
					
130BA809.10	130BA810.10	130BB458.10	130BA811.10	130BA812.10	130BA813.10
IP20/21*	IP20/21*	IP55/66	IP55/66	IP21/55/66	IP21/55/66
 <p>Bohrungen oben und unten</p>					
B3	B4	C1	C2	C3	C4
					
130BA826.10	130BA827.10	130BA814.10	130BA815.10	130BA828.10	130BA829.10
IP20/21*	IP20/21*	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20/21*	IP20/21*
 <p>Bohrungen oben und unten (nur B4+C3+C4)</p>					
Das Montagezubehör inklusive der notwendigen Bügel, Schrauben und Anschlüsse wird mit dem Frequenzumrichter mitgeliefert.					
* IP21 kann mit einem Satz umgesetzt werden, wie in folgendem Abschnitt beschrieben: IP 21/ IP 4X/ TYP 1 Gehäusesatz im Projektierungshandbuch.					

Tabelle 5.1

## 5.1.2 Abmessungen

Abmessungen													
Baugröße (kW):	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	
200-240V	1,1-2,2	3,0-3,7	1,1-2,2	1,1-3,7	5,5-11	15	5,5-11	15-18,5	18,5-30	37-45	22-30	37-45	20
380-480V	1,1-4,0	5,5-7,5	1,1-4,0	1,1-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90	20
525-600V	1,1-7,5	1,1-7,5	1,1-7,5	1,1-18,5	11-30	11-30	11-18,5	22-37	37-55	37-90	45-55	75-90	20
525-690V					11-30	11-30				37-90			20
IP	20	21	21	55/66	21/ 55/66	21/ 55/66	20	20	21/ 55/66	21/ 55/66	20	20	20
NEMA	Chassis	Typ 1	Chassis	Typ 1	Typ 1/12	Typ 1/12	Chassis	Chassis	Typ 1/12	Typ 1/12	Chassis	Chassis	Chassis
<b>Höhe (mm)</b>													
Gehäuse	A**	246	372	246	390	420	480	650	350	460	680	770	490
...mit Entkopplungsplatte	A2	374	-	374	-	-	-	419	595	-	-	-	630
Rückwand	A1	268	375	268	390	420	480	650	399	520	680	770	550
Abstand zw. Bohrungen	a	257	350	257	350	401	402	454	380	495	648	739	521
<b>Breite (mm)</b>													
Gehäuse	B	90	130	200	242	242	242	242	165	231	308	370	308
Mit einer C-Option	B	130	170	170	242	242	242	242	205	231	308	370	370
Rückwand	B	90	130	200	242	242	242	242	165	231	308	370	370
Abstand zw. Bohrungen	b	70	110	171	215	210	210	210	140	200	272	334	270
<b>Tiefe (mm)</b>													
Ohne Option A/B	C	205	205	175	200	260	260	260	248	242	310	335	333
Mit Option A/B	C*	220	220	175	200	260	260	260	262	242	310	335	333
<b>Montagelöcher (mm)</b>													
c	8,0	8,0	8,0	8,2	8,2	12	12	12	8	-	12	12	-
d	11	11	11	12	12	19	19	19	12	-	19	19	-
e	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	9	9	9	6,8	8,5	9,0	9,0	8,5
f	9	9	9	6	9	9	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17
<b>Max. Gewicht (kg)</b>													
	4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	14	23	27	12	23,5	45	65	35
* Die Gehäusetiefe ist abhängig von den verschiedenen installierten Optionen.													
** Der Mindestfreiraum bezieht sich auf die Bereich über und unter dem reinen Gehäuse A. Für weitere Informationen siehe Abschnitt <i>Mechanische Montage</i> .													

Tabelle 5.2

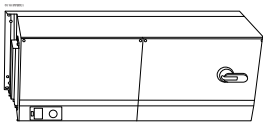
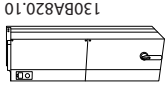
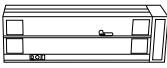
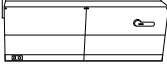
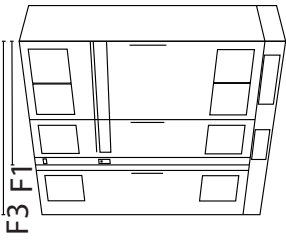
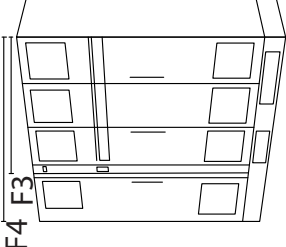
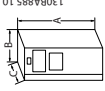
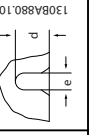
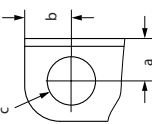
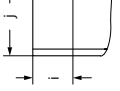
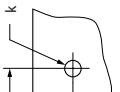
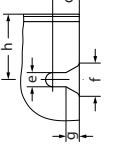
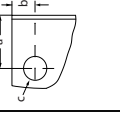
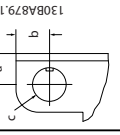
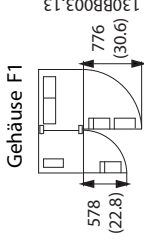
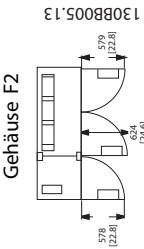
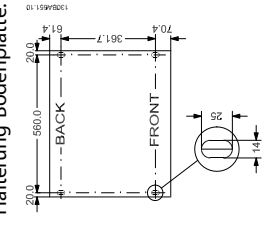

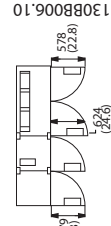
D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1/F3	F2/F4
130BA816.10	130BA817.10						
IP21/54	IP21/54	IP00	IP00	IP21/54	IP00	IP21/54	IP21/54
					<b>Untere Bohrung:</b> 		
					<b>Hebeöse:</b> 		
<b>Hebeöse und Bohrungen:</b>							
Alle Messungen in mm				<b>Halterung Bodenplatte:</b> 			
							

Tabelle 5.3

Abmessungen												
Gehäusegröße (kW)	D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1	F2	F3	F4		
380-480 VAC	110-132	160-250	110-132	160-250	315-450	315-450	500-710	800-1000	500-710	800-1000		
525-690 VAC	45-160	200-400	45-160	200-400	450-630	450-630	710-900	1000-1400	710-900	1000-1400		
IP	21/54	21/54	00	00	21/54	00	21/54	21/54	21/54	21/54		
NEMA	1/12	1/12	Chassis	Chassis	1/12	Chassis	1/12	1/12	1/12	1/12		
<b>Transportmaße (mm):</b>												
Breite	1730	1730	1220	1490	2197	1705	2324	2324	2324	2324		
Höhe	650	650	650	650	840	831	1569	1962	2159	2559		
Tiefe	570	570	570	570	736	736	927	927	927	927		
<b>FUFrequenzrichterabmessungen: (mm)</b>												
<b>Höhe</b>												
Rückwand	A	1209	1046	1327	2000	1547	2281	2281	2281	2281		
<b>Breite</b>												
Rückwand	B	420	408	408	600	585	1400	1800	2000	2400		
<b>Tiefe</b>												
	C	380	375	375	494	494	607	607	607	607		
<b>Klammern – Abmessungen (mm/inch)</b>												
Mittelbohrung zu Kante	a	22/0,9	22/0,9	22/0,9	56/2,2	23/0,9						
Mittelbohrung zu Kante	b	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0						
Lochdurchmesser	c	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0						
	d	20/0,8	20/0,8	20/0,8	27/1,1	27/1,1						
	e	11/0,4	11/0,4	11/0,4	13/0,5	13/0,5						
	f	22/0,9	22/0,9	22/0,9								
	g	10/0,4	10/0,4	10/0,4								
	h	51/2,0	51/2,0	51/2,0								
	i	25/1,0	25/1,0	25/1,0								
	j	49/1,9	49/1,9	49/1,9								
Lochdurchmesser	k	11/0,4	11/0,4	11/0,4								
<b>Max. Gewicht (kg)</b>		104	151	138	313	277	1004	1246	1299	1541		

Für weiterführende Informationen und CAD-Zeichnungen für Ihre eigenen Planungszwecke wenden Sie sich an Danfoss.

**Tabelle 5.4**

## 5.1.3 Montagezubehör

5

<b>Montagezubehör: Die folgenden Teile finden Sie im Montagezubehör im Lieferumfang des Frequenzumrichters</b>			
<p>130BT309.10</p>	<p>130BT330.10</p>	<p>130BT339.10</p>	<p>130B406.10</p>
<b>Baugrößen A1, A2 und A3</b>	<b>Baugrößen B1 und B2</b>	<b>Baugröße A5</b>	<b>Baugrößen C1 und C2</b>
<p>130BT346.10</p>	<p>130BT348.10</p>	<p>130BT347.10</p>	<p>130BT349.10</p>
<b>Baugröße B3</b>	<b>Baugröße C3</b>	<b>Baugröße B4</b>	<b>Baugröße C4</b>
1 + 2 nur bei Frequenzumrichter mit Bremschopper erhältlich. Für die Zwischenkreisverbindung (Zwischenkreisverbindung) kann Steckverbinder 1 gesondert bestellt werden (Best.-Nr. 130B1064). Ein achtpoliger Steckverbinder ist im Montagezubehör für den FC 102 ohne Funktionalität "Sicherer Stopp" enthalten.			

Tabelle 5.5

### 5.1.4 Mechanische Montage

Alle Gehäuse A, B und C können nebeneinander installiert werden.

Ausnahme: Bei Verwendung eines IP21-Satzes muss ein bestimmter Abstand zwischen den Gehäusen eingehalten werden. Bei den Gehäusen A2, A3, B3, B4 und C3 beträgt der Mindestabstand 50 mm, bei C4 ist dies 75 mm.

Für optimale Kühlbedingungen muss über und unter dem Frequenzumrichter ausreichend Abstand zur Luftzirkulation vorhanden sein. Siehe *Tabelle 5.6*.

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

Tabelle 5.6 Luftdurchlass für verschiedene Gehäuse

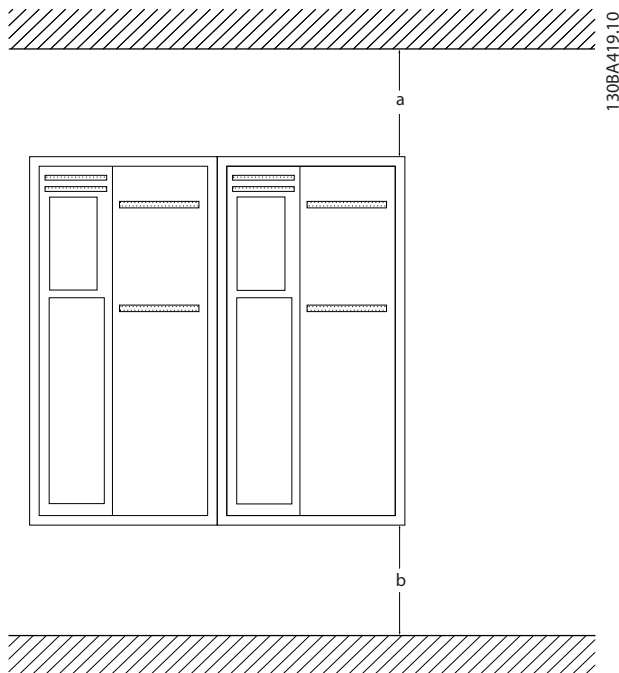


Abbildung 5.1

1. Sehen Sie die Befestigung gemäß den Angaben zu den Montagelöchern vor.
2. Verwenden Sie Schrauben, die für die Oberfläche geeignet sind, auf der der Frequenzumrichter montiert werden soll. Ziehen Sie alle vier Schrauben nach.

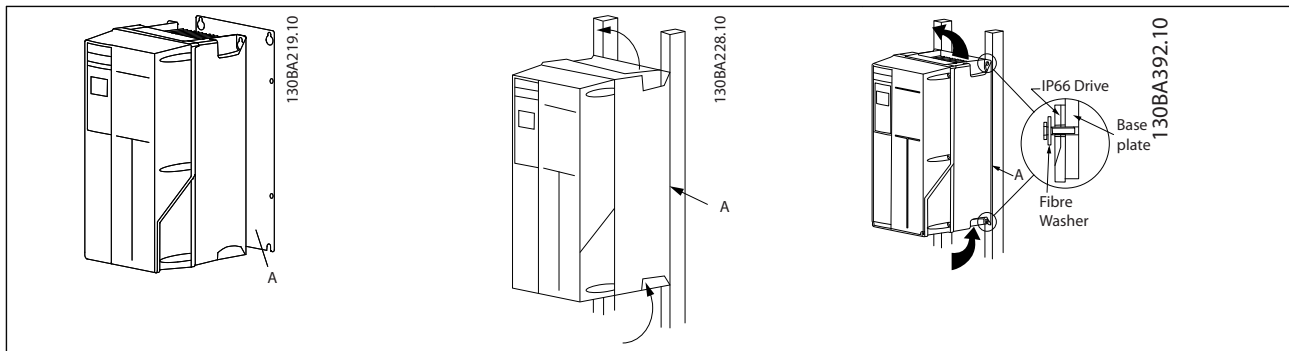


Tabelle 5.7 Wenn Gehäuse der Größen A5, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3 und C4 an einer instabilen Rückwand montiert werden sollen, muss der Frequenzumrichter wegen eines unzureichenden Kühlluftstroms über den Kühlkörper mit einer Rückwand A montiert werden.



### 5.1.5 Heben

Heben Sie den Frequenzumrichter nur an den dafür vorgesehenen Hebeösen an. Verwenden Sie für alle Baugrößen D und E2 (IP00) eine Stange, um die Hebelöcher des Frequenzumrichters nicht zu verbiegen.

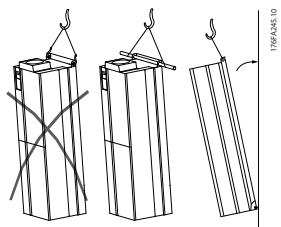


Abbildung 5.2 Empfohlene Hubmethode, Baugrößen D und E.

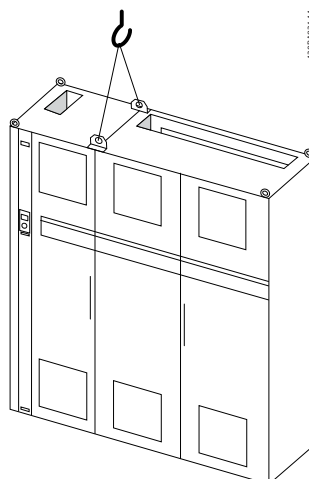


Abbildung 5.4 Empfohlene Hubmethode, Baugröße F2  
(460 V, 1000 bis 1200 HP, 575/690 V, 1250 bis 1350 HP)

## ⚠️ WARNUNG

Die Hebetaverse (Stange) muss das Gewicht des Frequenzumrichters tragen können. Informationen zum Gewicht der verschiedenen Baugrößen finden Sie unter *Abmessungen*. Der maximale Durchmesser der Traverse beträgt 2,5 cm. Der Winkel von der Oberkante des Frequenzumrichters bis zum Hubseil muss 60° oder mehr betragen.

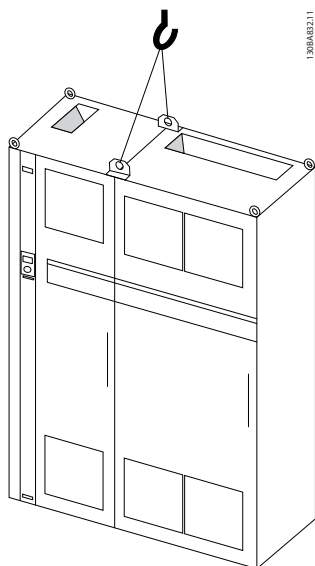


Abbildung 5.3 Empfohlene Hubmethode, Baugröße F1  
(460 V, 600 bis 900 HP, 575/690 V, 900 bis 1150 HP)

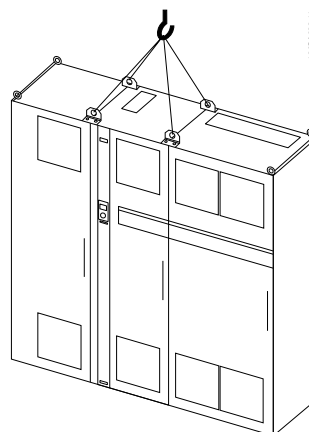


Abbildung 5.5 Empfohlene Hubmethode, Baugröße F3  
(460 V, 600 bis 900 HP, 575/690 V, 900 bis 1150 HP)

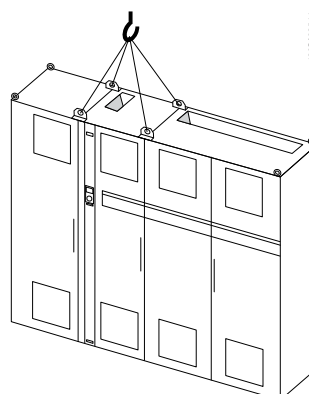


Abbildung 5.6 Empfohlene Hubmethode, Baugröße F4  
(460 V, 1000 bis 1200 HP, 575/690 V, 1250 bis 1350 HP)

## HINWEIS

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

Ergänzend zu den obigen Zeichnungen kann auch eine Traverse zum Anheben der Baugröße F verwendet werden.

### 5.1.6 Sicherheitsanforderungen für die mechanische Installation

#### **! WARNUNG**

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

## VORSICHT

Der Frequenzumrichter ist luftgekühlt.

Zum Schutz des Geräts vor Überhitzung muss sichergestellt sein, dass die Umgebungstemperatur *nicht die für den Frequenzumrichter angegebene Maximaltemperatur übersteigt* und auch die 24-Std.-Durchschnittstemperatur *nicht überschritten wird*. Die maximale Temperatur und der 24-Stunden-Durchschnitt sind in *8.6.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur* angegeben.

Liegt die Umgebungstemperatur im Bereich von 45 °C bis 55 °C muss eine Leistungsreduzierung für den Betriebs des Frequenzumrichters vorgesehen werden (siehe *8.6.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur*).

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

### 5.1.7 Montage vor Ort

Hierzu werden die IP21/IP4X-Gehäuseabdeckungen oder Geräte mit Schutzart IP54/55 empfohlen.

## 5.2 Elektrische Installation

### 5.2.1 Allgemeiner Hinweis zu Kabeln

#### HINWEIS

Zu den VLT® HVAC Drive Netz- und Motoranschlüssen der High Power Serie siehe das VLT® HVAC Drive *High Power Produkthandbuch MG.11.FX.YY*.

#### HINWEIS

Allgemeiner Hinweis zu Kabeln

Alle Kabel müssen den einschlägigen Vorschriften zu Kabelquerschnitten und Umgebungstemperatur entsprechen. Kupferleiter (60/75 °) werden empfohlen.

5

Einzelheiten zu Klemmenanzugsmomenten.

Gehäuse	Leistung (kW)				Drehmoment (Nm)					
	200-240V	380-480V	525-600V	525-690V	Netz	Motor	DC-Verbindung	Bremse	Erdung	Relais
A2	1,1-3,0	1,1-4,0	1,1-4,0		1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
A3	3,7	5,5-7,5	5,5-7,5		1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
A4	1.1-2.2	1,1-4			1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
A5	1,1-3,7	1,1-7,5	1,1-7,5		1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
B1	5,5-11	11-18,5	11-18,5	-	1,8	1,8	1,5	1,5	3	0,6
B2	-	22	22	11	2,5	2,5	3,7	2,5	3	0,6
	15	30	30	30	4,5 <sup>2)</sup>	4,5 <sup>2)</sup>	3,7	3,7	3	0,6
B3	5,5-11	11-18,5	11-18,5	-	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
B4	15-18,5	22 - 37	22 - 37	-	4,5	4,5	4,5	4,5	3	0,6
C1	18,5-30	37 - 55	37 - 55	-	10	10	10	10	3	0,6
C2	37 - 45	75 - 90	75 - 90	30 90	14/24 <sup>1)</sup>	14/24 <sup>1)</sup>	14	14	3	0,6
C3	22 - 30	45 - 55	45 - 55	-	10	10	10	10	3	0,6
C4	37 - 45	75 - 90	75 - 90	-	14/24 <sup>1)</sup>	14/24 <sup>1)</sup>	14	14	3	0,6
D1/D3		110-132		45-160	19	19	9,6	9,6	19	0,6
D2/D4		160-250		200-400	19	19	9,6	9,6	19	0,6
E1/E2		315-450		450-630	19	19	19	9,6	19	0,6
F1/F3 <sup>3)</sup>		500-710		710-900	19	19	19	9,6	19	0,6
F2/F4 <sup>3)</sup>		800-1000		1000-1400	19	19	19	9,6	19	0,6

Tabelle 5.8 Anziehen von Klemmen

1) Bei unterschiedlichen Kabelabmessungen  $x/y$ , wobei  $x \leq 95 \text{ mm}^2$  und  $y \geq 95 \text{ mm}^2$ .

2) Kabelabmessungen über  $18,5 \text{ kW} \geq 35 \text{ mm}^2$  und unter  $22 \text{ kW} \leq 10 \text{ mm}^2$ .

3) Konsultieren Sie zu Daten zu Baugröße F das FC 100 High Power Produkthandbuch.

5.2.2 Elektrische Installation und Steuerkabel

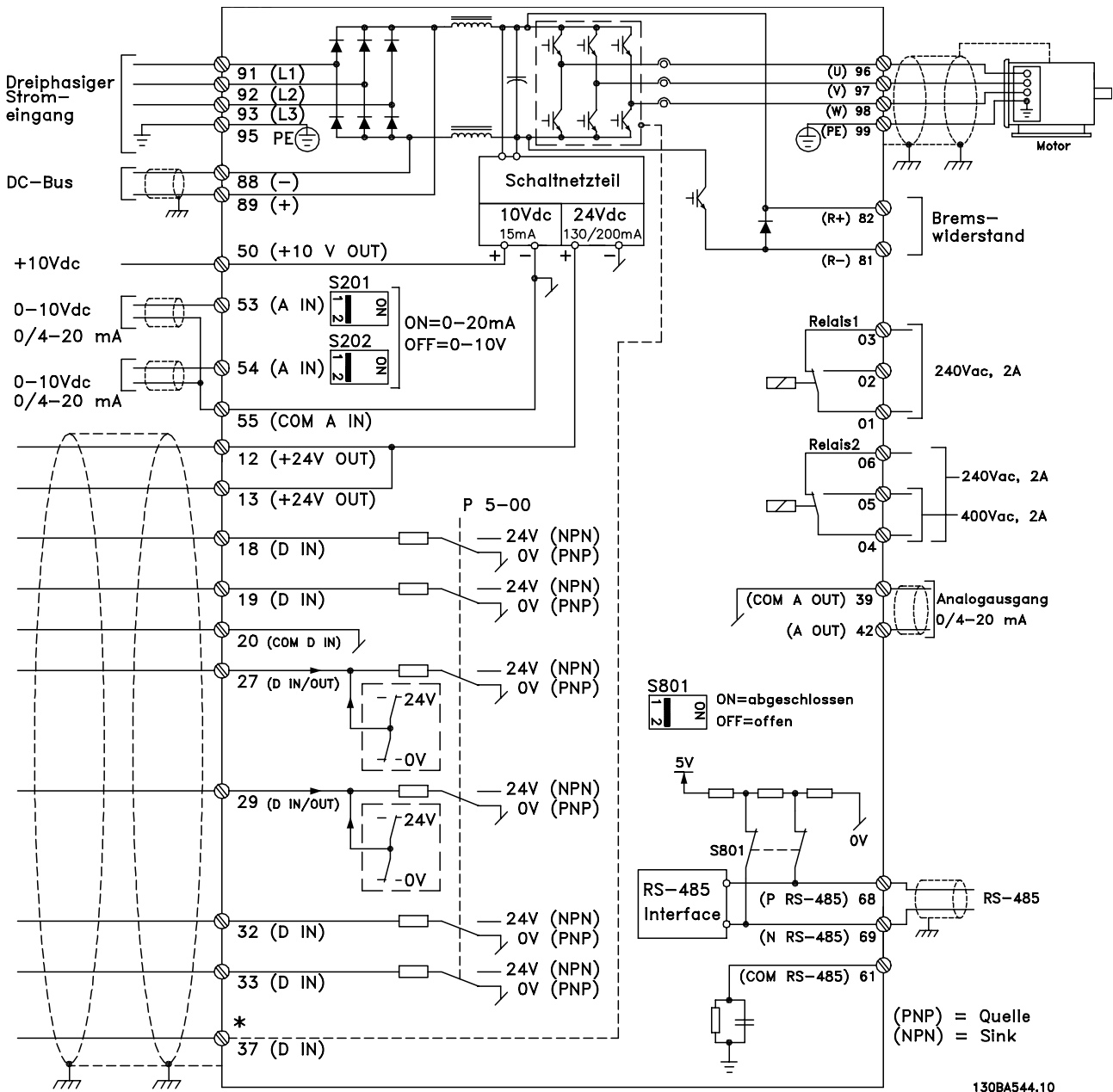


Abbildung 5.7 Schaltbild mit allen elektrischen Klemmen. (Klemme 37 nur für Frequenzrichter mit Funktion "Sicherer Stopp" vorhanden.)

5

Klemmennummer	Klemmenbeschreibung	Parameternummer	Werkseinstellung
1+2+3	Klemme 1+2+3-Relais1	5-40	Ohne Funktion
4+5+6	Klemme 4+5+6-Relais2	5-40	Ohne Funktion
12	Versorgung Klemme 12	-	+24 V DC
13	Versorgung Klemme 13	-	+24 V DC
18	Klemme 18 Digitaleingang	5-10	Start
19	Klemme 19 Digitaleingang	5-11	Ohne Funktion
20	Klemme 20	-	Common (Bezugspotential)
27	Klemme 27 Digitalein-/ausgang	5-12/5-30	Motorfreilauf (inv.)
29	Klemme 29 Digitalein-/ausgang	5-13/5-31	Festdrehzahl JOG
32	Klemme 32 Digitaleingang	5-14	Ohne Funktion
33	Klemme 33 Digitaleingang	5-15	Ohne Funktion
37	Klemme 37 Digitaleingang	-	Sicherer Stopp
42	Klemme 42 Analogausgang	6-50	Drehzahl 0-Max. Grenze
53	Klemme 53 Analogeingang	3-15/6-1*/20-0*	Sollwert
54	Klemme 54 Analogeingang	3-15/6-2*/20-0*	Istwert

Tabelle 5.9 Klemmenverbindungen

Sehr lange Steuerkabel und Analogsignale können (in seltenen Fällen und je nach Installation) aufgrund von Störungen in den Netzkabeln zu 50/60-Hz-Brummschleifen führen.

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

## HINWEIS

Die Bezugspotentiale der Digital-/Analogeingänge und -ausgänge müssen an die getrennten Bezugspotentialklemmen 20, 39 und 55 angeschlossen werden. Dies vermeidet Störungen durch Ableitströme unter Gruppen. So lassen sich zum Beispiel Störungen von Analogeingängen durch Schalten an Digitaleingängen.

## HINWEIS

Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

### 5.2.3 Motorkabel

Siehe Abschnitt *Allgemeine Spezifikationen* für die maximale Dimensionierung des Querschnitts und der Länge von Motorkabeln.

- Verwenden Sie zur Einhaltung der EMV-Emissionsvorschriften ein abgeschirmtes Motorkabel.
- Halten Sie die Motorkabel zur Reduzierung von Geräuschen und Ableitströmen so kurz wie möglich.
- Schließen Sie die Abschirmung des Motorkabels sowohl an das Abschirmblech des

Frequenzumrichters als auch an das Metallgehäuse des Motors an.

- Stellen Sie die Abschirmungsverbindungen mit der größtmöglichen Oberfläche (Kabelschelle) her. Dies erfolgt anhand der mitgelieferten Installationsgeräte im Frequenzumrichter.
- Vermeiden Sie die Montage mit verdrillten Abschirmungsenden, die hochfrequente Abschirmungseffekte behindern.
- Wenn die Abschirmung zur Installation einer Motorisolierung oder eines Motorrelais geteilt werden muss, muss die Abschirmung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz weitergeführt werden.

#### F-Frame – Anforderungen

**F1/F3 – Anforderungen:** Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 2 sein, also 2, 4, 6 oder 8 (1 Kabel ist nicht zulässig), damit eine gleiche Anzahl von Drähten an beide Wechselrichtermodulklemmen angeschlossen ist. Die Kabel müssen die gleiche Länge innerhalb von 10 % zwischen den Wechselrichtermodulklemmen und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase aufweisen. Der empfohlene gemeinsame Punkt sind die Motorklemmen.

**F2/F4 – Anforderungen:** Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 3 sein, also 3, 6, 9 oder 12 (1 oder 2 Kabel sind nicht zulässig), damit eine gleiche Anzahl von Drähten an alle Wechselrichtermodulklemmen angeschlossen ist. Die Kabel müssen die gleiche Länge innerhalb von 10 % zwischen den Wechselrichtermodulklemmen und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase aufweisen. Der empfohlene gemeinsame Punkt sind die Motorklemmen.

**Anforderungen an den Ausgangsanschlusskasten:** Die Länge (mind. 2,5 Meter) und Anzahl der Kabel muss zwischen allen Wechselrichtermodulen und der gemeinsamen Klemme im Anschlusskasten gleich sein.

## HINWEIS

Wenn aufgrund eines Umbaus eine ungleiche Anzahl von Kabeln pro Phase erforderlich ist, wenden Sie sich bitte zwecks Anforderungen und Dokumentation an das Werk oder verwenden Sie die Option der oberen/unteren Eingabeseite der Sammelschiene des Schaltschranks.

### 5.2.4 Elektrische Installation von Motorkabeln

#### Abschirmung von Kabeln

Vermeiden Sie eine Installation mit verdrehten Abschirmungsenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind.

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

#### Kabellängen und -querschnitte

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

#### Taktfrequenz

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

#### Aluminiumleiter

Von Aluminiumleitern ist abzuraten. Die Klemmen können zwar Aluminiumleiter aufnehmen, aber die Leiteroberfläche muss sauber sein, und Oxidation muss zuvor entfernt und durch neutrales, säurefreies Vaselinefett zukünftig verhindert werden, bevor der Leiter angeschlossen wird. Außerdem muss die Klemmschraube wegen der Weichheit des Aluminiums nach zwei Tagen nachgezogen werden. Es ist wichtig, dass der Anschluss gasdicht eingefettet ist, um erneute Oxidation zu verhindern.

### 5.2.5 Gehäuse-Aussparungen

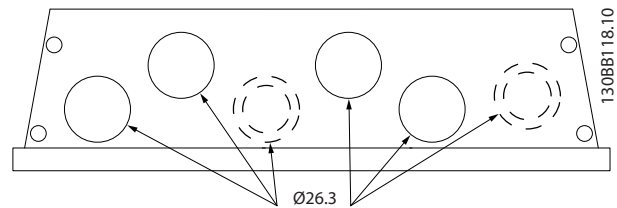


Abbildung 5.8 Kabeleingänge für Gehäuse A5. Die vorgeschlagenen Verwendungszwecke der Löcher sind reine Empfehlungen und es sind andere Lösungen möglich.

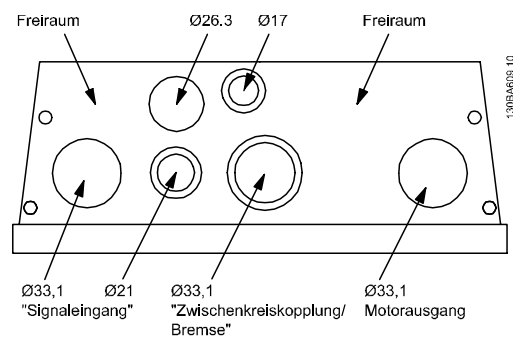


Abbildung 5.9 Kabeleingänge für Gehäuse B1. Die vorgeschlagenen Verwendungszwecke der Bohrungen sind reine Empfehlungen; andere Lösungen können ebenfalls umgesetzt werden.

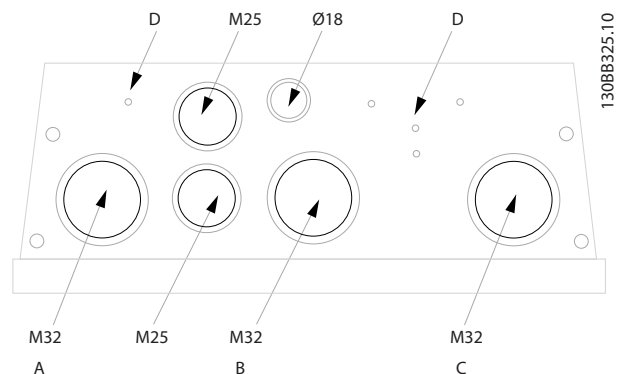


Abbildung 5.10 Kabeleingänge für Gehäuse B1. Die vorgeschlagenen Verwendungszwecke der Bohrungen sind reine Empfehlungen; andere Lösungen können ebenfalls umgesetzt werden.

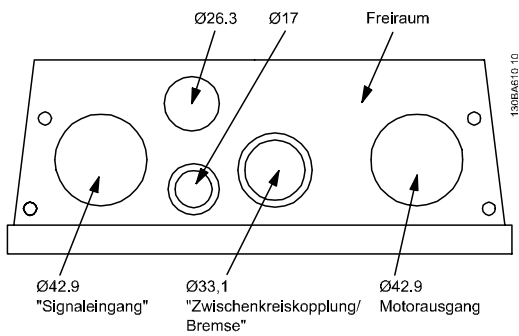


Abbildung 5.11 Kabeleingänge für Gehäuse B2. Die vorgeschlagenen Verwendungszwecke der Bohrungen sind reine Empfehlungen; andere Lösungen können ebenfalls umgesetzt werden.

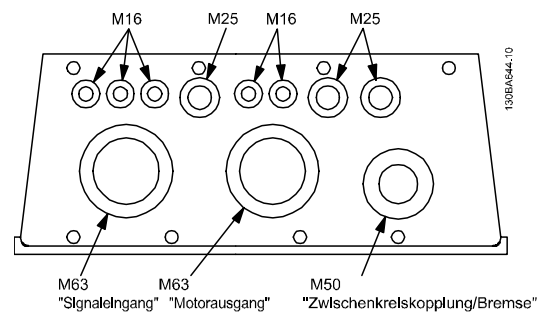


Abbildung 5.14 Kabeleingänge für Gehäuse C2. Die vorgeschlagenen Verwendungszwecke der Bohrungen sind reine Empfehlungen; andere Lösungen können ebenfalls umgesetzt werden.

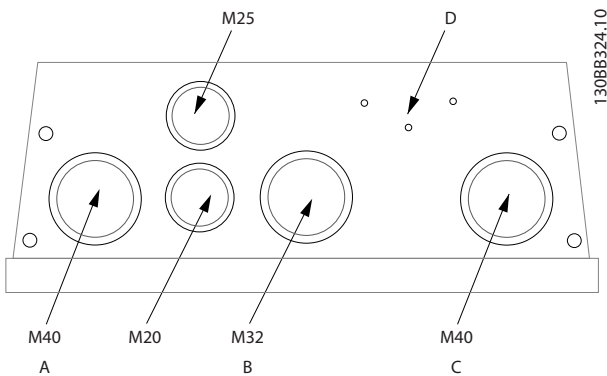


Abbildung 5.12 Kabeleingänge für Gehäuse B2. Die vorgeschlagenen Verwendungszwecke der Bohrungen sind reine Empfehlungen; andere Lösungen können ebenfalls umgesetzt werden.

Legende:

- A: Leitung ein
- B: Bremse/Zwischenkreiskopplung
- C: Motor aus
- D: Freier Raum

5.2.6 Ausbrechen von zusätzlichen Öffnungen für Kabeldurchführungen

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

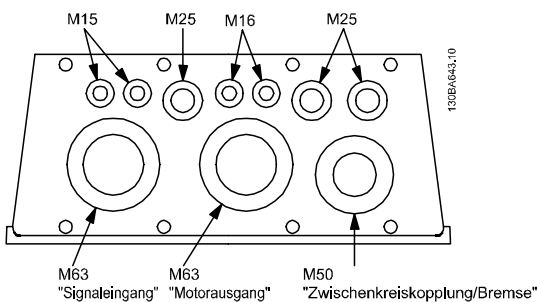


Abbildung 5.13 Kabeleingänge für Gehäuse C1. Die vorgeschlagenen Verwendungszwecke der Bohrungen sind reine Empfehlungen; andere Lösungen können ebenfalls umgesetzt werden.

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

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

#### HINWEIS

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

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

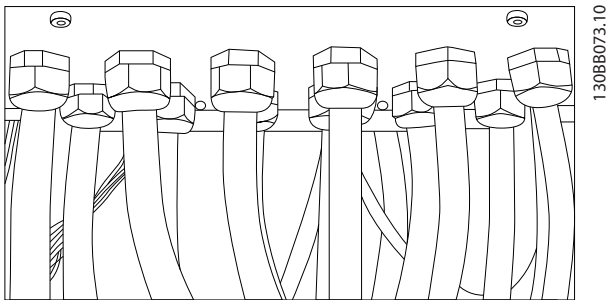


Abbildung 5.15 Beispiel für korrekte Installation der Kabeldurchführungsplatte.

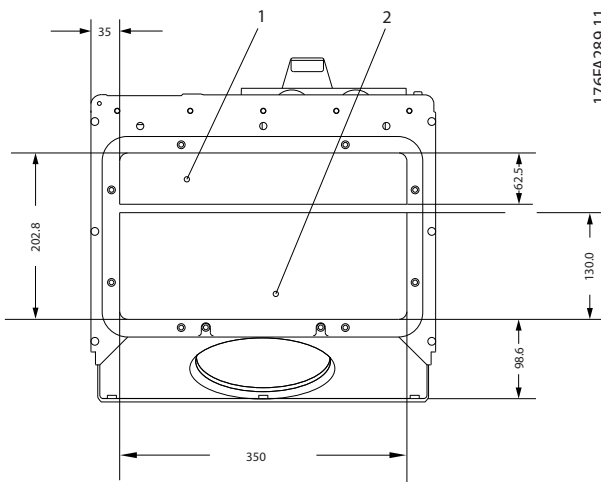


Abbildung 5.16 Baugrößen D1 + D2

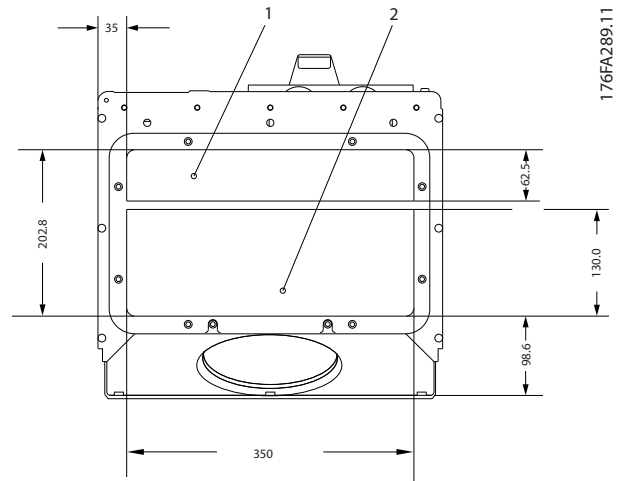


Abbildung 5.17 Baugröße E1

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

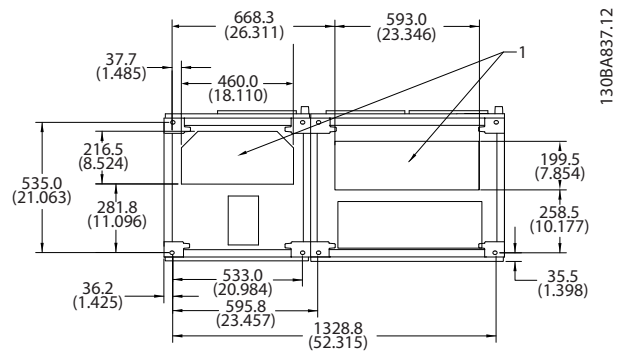


Abbildung 5.18 Baugröße F1

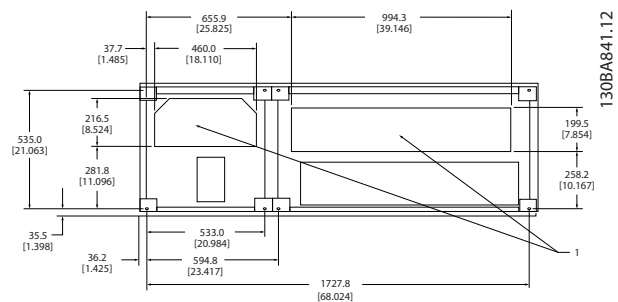


Abbildung 5.19 Baugröße F2



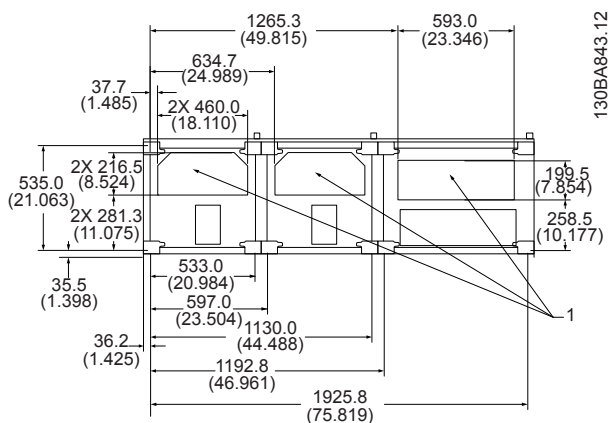


Abbildung 5.20 Baugröße F3

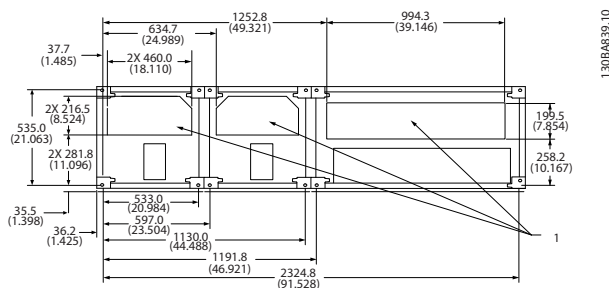


Abbildung 5.21 Baugröße F4

#### Kurzschluss-Schutz:

Danfoss empfiehlt die Verwendung der in und aufgeführten Sicherungen/Trennschalter, um Servicepersonal und Anlagen bei Defekt von Bauteilen im Frequenzumrichter zu schützen.

#### Überstromschutz:

Der Frequenzumrichter bietet Überlastschutz, um Lebensgefahren zu begrenzen und Sachschäden sowie Brandgefahr aufgrund überhitzender Kabel in der Installation zu vermeiden. Der Frequenzumrichter verfügt über einen externen Überstromschutz (*4-18 Stromgrenze*), der zum vorgeschalteten Überlastschutz verwendet werden kann (außer für UL-Anwendungen). Darüber hinaus können Sicherungen oder Trennschalter verwendet werden, um der Installation den erforderlichen Überstromschutz zu bieten. Überstromschutz muss immer gemäß den einschlägigen Vorschriften ausgeführt werden.

## 5.2.8 Sicherungen

Ein korrekt arbeitender Frequenzumrichter begrenzt den Strom, den es von der Netzversorgung aufnehmen kann. Es wird dennoch empfohlen, versorgungsseitig Sicherungen und/oder Trennschalter als Schutz bei Defekt von Bauteilen im Frequenzumrichter (erster Fehler) zu verwenden.

### HINWEIS

Dies ist obligatorisch, um Übereinstimmung mit IEC 60364 für CE oder NEC 2009 für UL sicherzustellen.

### **⚠️ WARNUNG**

Personal und Anlagen müssen gegen die Folgen eines Bauteildefekts im Frequenzumrichter geschützt werden.

#### Abzweigschutz

Zum Schutz der 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.

### HINWEIS

Die gegebenen Empfehlungen bieten keinen Abzweigschutz zur Erfüllung der UL-Anforderungen!

## 5.2.9 Sicherungen ohne UL-Konformität

## Sicherungen ohne UL-Konformität

Frequenzumrichter	Max. Sicherungsgröße	Spannung (V)	Typ
<b>200-240 V - T2</b>			
1K1-1K5	16A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
2K2	25A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
3K0	25A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
3K7	35A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
5K5	50A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
7K5	63A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
11K	63A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
15K	80A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
18K5	125A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
22K	125A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
30K	160A <sup>1</sup>	200-240	Typ gG
37K	200A <sup>1</sup>	200-240	Typ aR
45K	250A <sup>1</sup>	200-240	Typ aR
<b>380-480 V - T4</b>			
1K1-1K5	10A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
2K2-3K0	16A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
4K0-5K5	25A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
7K5	35A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
11K-15K	63A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
18K	63A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
22K	63A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
30K	80A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
37K	100A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
45K	125A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
55K	160A <sup>1</sup>	380-500	Typ gG
75K	250A <sup>1</sup>	380-500	Typ aR
90K	250A <sup>1</sup>	380-500	Typ aR
1) Max. Sicherungsgrößen - zur Auswahl einer richtigen Sicherungsgröße siehe die nationalen/internationalen Vorschriften			

Tabelle 5.10 Nicht-UL-Sicherungen 200 V bis 480 V

Wenn keine Übereinstimmung mit der UL/cUL-Zulassung bestehen muss, empfiehlt Danfoss die Wahl der Sicherungen in der Tabelle unten, um Konformität mit EN 50178 sicherzustellen.

Frequenzumrichter	Spannung (V)	Typ
P110 - P250	380 - 480	Typ gG
P315 - P450	380 - 480	Typ gR

Tabelle 5.11 Übereinstimmung mit EN 50178

## Sicherungen mit UL-Konformität

Frequenzumrichter	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>200-240V</b>							
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1
K25-K37	KTN-R05	JKS-05	JJN-05	5017906-005	KLN-R005	ATM-R05	A2K-05R
K55-1K1	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	5017906-010	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R
1K5	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	5017906-015	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R
2K2	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	5012406-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R
3K0	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	5012406-025	KLN-R25	ATM-R25	A2K-25R
3K7	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	5012406-030	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R
5K5	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	5012406-050	KLN-R50	-	A2K-50R
7K5	KTN-R50	JKS-60	JJN-60	5012406-050	KLN-R60	-	A2K-50R
11K	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	5014006-063	KLN-R60	A2K-60R	A2K-60R
15K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	5014006-080	KLN-R80	A2K-80R	A2K-80R
18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	A2K-125R	A2K-125R
22K	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	A2K-125R	A2K-125R
30K	FWX-150	-	-	2028220-150	L25S-150	A25X-150	A25X-150
37K	FWX-200	-	-	2028220-200	L25S-200	A25X-200	A25X-200
45K	FWX-250	-	-	2028220-250	L25S-250	A25X-250	A25X-250

Tabelle 5.12 UL-Sicherungen, 200-240 V

Frequenzumrichter	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>380-480 V, 525-600 V</b>							
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1
K37-1K1	KTS-R6	JKS-6	JJS-6	5017906-006	KLS-R6	ATM-R6	A6K-6R
1K5-2K2	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	5017906-010	KLS-R10	ATM-R10	A6K-10R
3K0	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	5017906-016	KLS-R16	ATM-R16	A6K-16R
4K0	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	5017906-020	KLS-R20	ATM-R20	A6K-20R
5K5	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	5017906-025	KLS-R25	ATM-R25	A6K-25R
7K5	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	5012406-032	KLS-R30	ATM-R30	A6K-30R
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
15K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
18K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	5014006-050	KLS-R50	-	A6K-50R
22K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R
30K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R
37K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	2028220-125	KLS-R100	-	A6K-100R
45K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	2028220-125	KLS-R125	-	A6K-125R
55K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R
75K	FWH-220	-	-	2028220-200	L50S-225	-	A50-P225
90K	FWH-250	-	-	2028220-250	L50S-250	-	A50-P250

Tabelle 5.13 UL-Sicherungen, 380-600 V

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

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

KLSR-Sicherungen von LITTELFUSE können bei 240-V-Frequenzumrichtern KLRN-Sicherungen ersetzen.

L50S-Sicherungen von LITTELFUSE können bei 240-V-Frequenzumrichtern L50S-Sicherungen ersetzen.

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

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

## UL-Konformität

**380-480 V, Baugrößen D, E und F**

Die nachstehenden Sicherungen sind für Netzversorgungen geeignet, die bei Absicherung durch die obigen Sicherungen maximal 100.000 A<sub>eff</sub> (symmetrisch) bei maximal je 240 V, 480 V, 500 V oder 600 V liefern können. Mit der korrekten Sicherung liegt der Nennkurzschlussstrom (SCCR) des Frequenzumrichters bei 100.000 A<sub>eff</sub>.

Größe/ Typ	Bussmann E1958 JFHR2**	Bussmann E4273 T/JDDZ**	SIBA E180276 JFHR2	Littelfuse E71611 JFHR2**	Ferraz- Shawmut E60314 JFHR2**	Bussmann E4274 H/JDDZ**	Bussmann E125085 JFHR2*	Interne Option Bussmann
P110	FWH- 300	JJS- 300	2061032.315	L50S-300	A50-P300	NOS- 300	170M3017	170M3018
P132	FWH- 350	JJS- 350	2061032.35	L50S-350	A50-P350	NOS- 350	170M3018	170M3018
P160	FWH- 400	JJS- 400	2061032.40	L50S-400	A50-P400	NOS- 400	170M4012	170M4016
P200	FWH- 500	JJS- 500	2061032.50	L50S-500	A50-P500	NOS- 500	170M4014	170M4016
P250	FWH- 600	JJS- 600	2062032.63	L50S-600	A50-P600	NOS- 600	170M4016	170M4016

Tabelle 5.14 Baugröße D, Netzsicherungen, 380-480 V

Größe /Typ	Buss- mann- Teilenu- nummer*	Nenn- werte	Ferraz	Siba
P315	170M4 017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0 700	20 610 32.700
P355	170M6 013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0 900	20 630 32.900
P400	170M6 013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0 900	20 630 32.900
P450	170M6 013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0 900	20 630 32.900

Tabelle 5.15 Baugröße E, Netzsicherungen, 380-480 V

Größe/ Typ	Bussmann - Teilenum- mer*	Nennwerte	Siba	Interne Bussmann- Option
P500	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P560	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P630	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082
P710	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082
P800	170M7083	2500 A, 700 V	20 695 32.2500	170M7083
P1M0	170M7083	2500 A, 700 V	20 695 32.2500	170M7083

Tabelle 5.16 Baugröße F, Netzsicherungen, 380-480 V

Größe/ Typ	Bussmann- Teile- nummer*	Nennwerte	Siba
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M0	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

 Tabelle 5.17 Baugröße F, Wechselrichtermodul  
Zwischenkreissicherungen, 380-480 V

\*Die dargestellten 170M Sicherungen von Bussmann verwenden den optischen -/80-Kennmelder. Die Kennmeldersicherungen -TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ T derselben Größe und Stromstärke können für den externen Gebrauch ausgetauscht werden.

\*\*Zur Erfüllung der UL-Anforderungen kann jede UL-gelistete Sicherung mit mindestens 500 V und dazugehörigem Nennstrom verwendet werden.

## 525-690 V, Baugrößen D, E und F

Größe/Typ	Bussmann E1250 85 JFHR2	A	SIBA E1802 76 JFHR2	Ferraz-Shawmut E76491 JFHR2	Interne Option Bussmann
P45K	170M 3013	125	20610 32.125	6.6URD30D08 A0125	170M3015
P55K	170M 3014	160	20610 32.16	6.6URD30D08 A0160	170M3015
P75K	170M 3015	200	20610 32.2	6.6URD30D08 A0200	170M3015
P90K	170M 3015	200	20610 32.2	6.6URD30D08 A0200	170M3015
P110	170M 3016	250	20610 32.25	6.6URD30D08 A0250	170M3018
P132	170M 3017	315	20610 32.315	6.6URD30D08 A0315	170M3018
P160	170M 3018	350	20610 32.35	6.6URD30D08 A0350	170M3018
P200	170M 4011	350	20610 32.35	6.6URD30D08 A0350	170M5011
P250	170M 4012	400	20610 32.4	6.6URD30D08 A0400	170M5011
P315	170M 4014	500	20610 32.5	6.6URD30D08 A0500	170M5011
P400	170M 5011	550	20620 32.55	6.6URD32D08 A550	170M5011

Tabelle 5.18 Baugröße D, E und F 525-690 V

Größe/Typ	Bussmann-Teilenummer*	Nennwerte	Ferraz	Siba
P450	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31 D08A070 0	20 610 32.700
P500	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31 D08A070 0	20 610 32.700
P560	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33 D08A090 0	20 630 32.900
P630	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33 D08A090 0	20 630 32.900

Tabelle 5.19 Baugröße E, 525-690 V

Größe/Typ	Bussmann-Teilenummer*	Nennwerte	Siba	Interne Bussmann-Option
P710	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P800	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P900	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P1M0	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P1M2	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082
P1M4	170M7083	2500 A, 700 V	20 695 32.2500	170M7083

Tabelle 5.20 Baugröße F, Netzsicherungen, 525-690 V

Größe/Typ	Bussmann-Teilenummer*	Nennwerte	Siba
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P1M0	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P1M2	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P1M4	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

Tabelle 5.21 Baugröße F, Wechselrichtermodul Zwischenkreissicherungen, 525-690 V

\*Die dargestellten 170M Sicherungen von Bussmann verwenden den optischen -/80-Kennmelder. Die Kennmeldersicherungen -TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ T derselben Größe und Stromstärke können für den externen Gebrauch ausgetauscht werden.

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

**Zusatzsicherungen**

Baugröße>	Bussmann-Teilenummer*	Nennwerte
D, E und F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabelle 5.22 Schaltnetzteilsicherung

Größe/Typ	Bussmann-Teilenummer*	Littelfuse	Nennwerte
P110-P315, 380-480 V	KTK-4		4 A, 600 V
P45K-P500, 525-690 V	KTK-4		4 A, 600 V
P355-P1M0, 380-480 V		KLK-15	15A, 600 V
P560-P1M4, 525-690 V		KLK-15	15A, 600 V

Tabelle 5.23 Lüftersicherungen

Größe/Typ		Bussmann-Teilenummer*	Nennwert e	Alternative Sicherungen
P500-P1M0, 380-480 V	2,5-4,0 A	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 6 A
P710-P1M4, 525-690 V		LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 10 A
P500-P1M0, 380-480 V	4,0-6,3 A	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 10 A
P710-P1M4, 525-690 V		LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 15 A
P500-P1M0, 380-480 V	6,3-10 A	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 15 A
P710-P1M4, 525-690 V		LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 20 A

Größe/Typ		Bussmann-Teilenummer*	Nennwert e	Alternative Sicherungen
P500-P1M0, 380-480 V	10-16 A	LPJ-25 SP oder SPI	25 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 25 A
P710-P1M4, 525-690 V		LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 20 A

Tabelle 5.24 Motorschutzschaltersicherungen

Baugröße>	Bussmann-Teilenummer*	Nennwerte	Alternative Sicherungen
F	LPJ-30 SP oder SPI	30 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 30 A

Tabelle 5.25 Abgesicherte 30-A-Klemmensicherung

Baugröße>	Bussmann-Teilenummer*	Nennwerte	Alternative Sicherungen
F	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jede gelistete, Klasse J, Doppелеlement, träge, 6 A

Tabelle 5.26 Steuertransformatorsicherung

Baugröße>	Bussmann-Teilenummer*	Nennwerte
F	GMC-800MA	800 mA, 250 V

Tabelle 5.27 NAMUR-Sicherung

Baugröße>	Bussmann-Teilenummer*	Nennwerte	Alternative Sicherungen
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Alle gelisteten, Klasse CC, 6 A

Tabelle 5.28 Schutzrelais-Spulensicherung mit PILS-Relais

### 5.2.10 Steuerklemmen

Aufteilung der Klemmen laut Nummern in der Zeichnung unten:

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

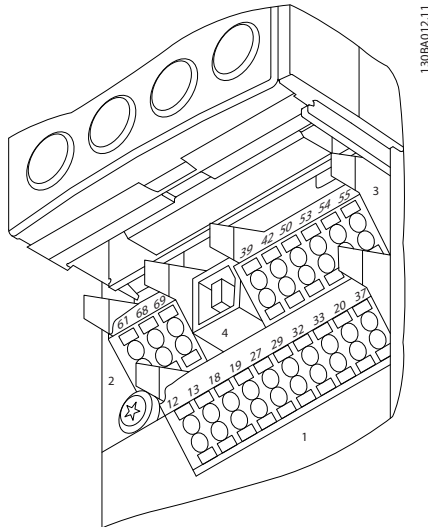


Abbildung 5.22 Steuerklemmen (alle Gehäuse)

5

### 5.2.11 Steuerkabelklemmen

So verbinden Sie ein Kabel mit einer Klemme:

1. Entfernen Sie die Isolation auf einer Länge von 9 – 10 mm.
2. Führen Sie einen Schraubendreher<sup>1)</sup> in die rechteckige Öffnung ein.
3. Führen Sie das Kabel in die benachbarte runde Öffnung ein.
4. Entfernen Sie den Schraubendreher. Das Kabel ist nun an der Klemme befestigt.

So ziehen Sie das Kabel von der Klemme ab:

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

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

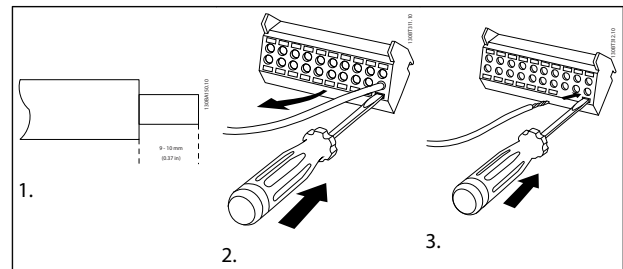


Tabelle 5.29

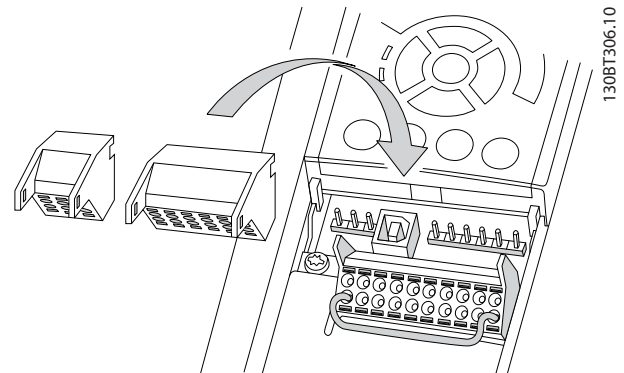


Abbildung 5.23

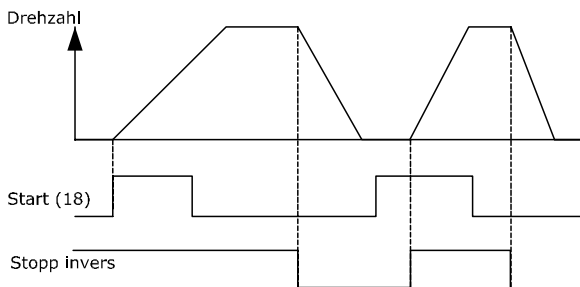
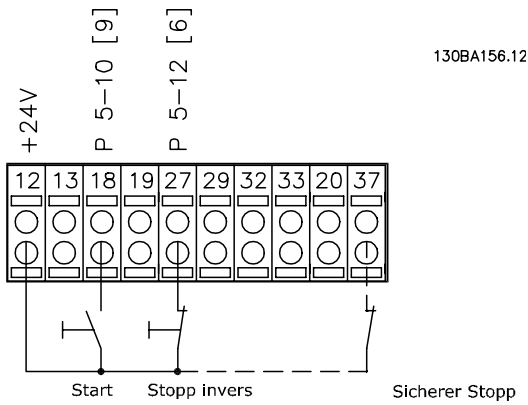
### 5.2.12 Beispiel für grundlegende Verkabelung

1. Montieren Sie Klemmen aus dem Montagezubehör an die Vorderseite des Frequenzumrichters.
2. Schließen Sie die Klemmen 18 und 27 an die +24 V (Klemme 12/13) an.

Werkseinstellungen:

18 = Puls-Start

27 = Stopp invers



**Abbildung 5.24 Klemme 37 nur mit Sicherer Stopp-Funktion verfügbar!**



5.2.13 Elektrische Installation, Steuerkabel

5

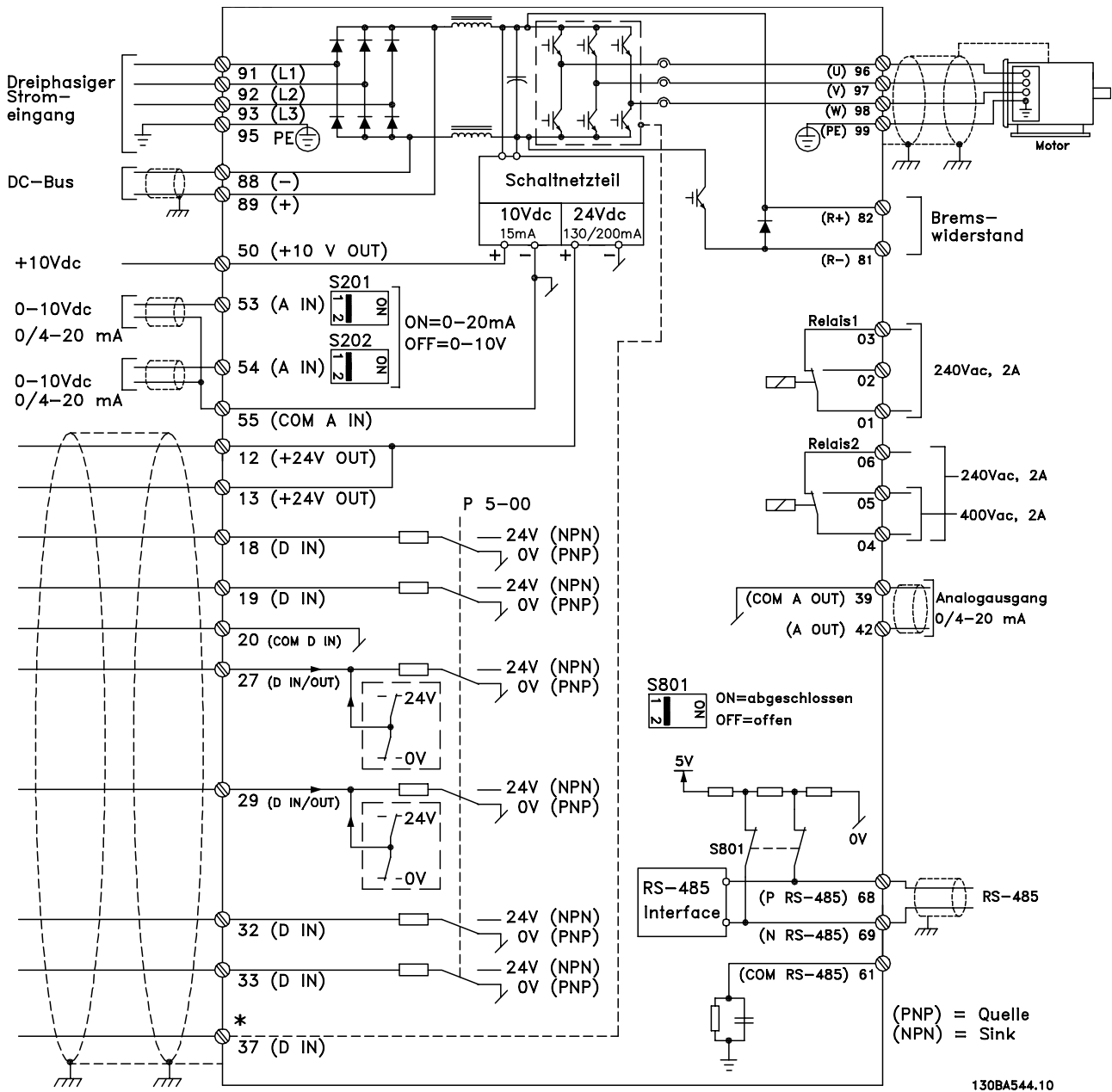


Abbildung 5.25 Schaltbild mit allen elektrischen Klemmen.

Sehr lange Steuerkabel und Analogsignale können in seltenen Fällen (und je nach Installation) aufgrund von Störungen in den Netzkabeln zu Erdungsschleifen mit 50/60 Hz führen.

In diesem Fall muss ggf. die Abschirmung unterbrochen werden, oder Sie müssen einen Kondensator mit 100 nF zwischen Abschirmung und Gehäuse installieren.

Die digitalen und analogen Ein- und Ausgänge müssen separat an die gemeinsamen Eingänge des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55 und 39) angeschlossen werden, damit Erdströme aus beiden Gruppen keine anderen Gruppen beeinflussen. Zum Beispiel kann durch Einschalten des Digitaleingangs das analoge Eingangssignal gestört werden.

## HINWEIS

Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

1. Schließen Sie die Abschirmung mithilfe einer Schelle aus dem Montagezubehör an das Abschirmblech für Steuerkabel des Frequenzumrichters an.

Siehe Abschnitt 5.7.3 *Erdung abgeschirmter Steuerkabel* zum korrekten Abschluss der Steuerkabel.

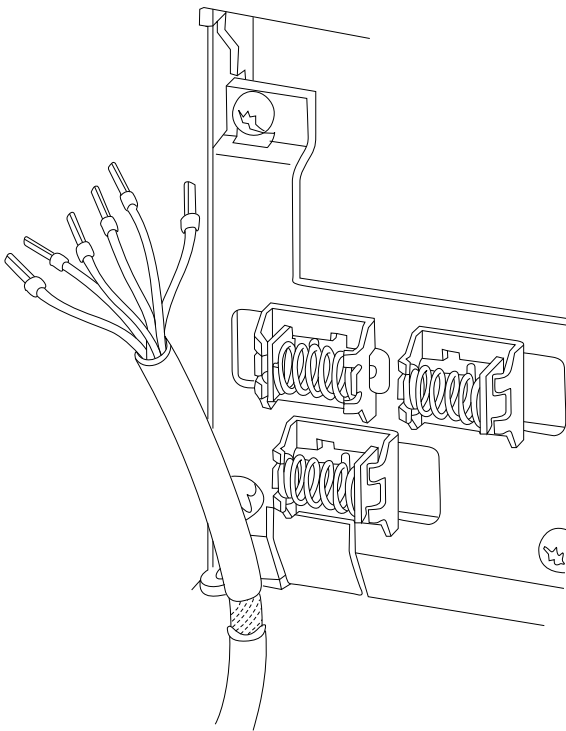


Abbildung 5.26

### 5.2.14 Schalter S201, S202 und S801

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

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

Siehe *Abbildung 5.25*

Werkseinstellung:

- S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)
- S202 (A54) = AUS (Spannungseingang)
- S801 (Busabschluss) = AUS

## HINWEIS

Es wird empfohlen, die Schalterposition nur bei ausgeschalteter Stromversorgung zu ändern.

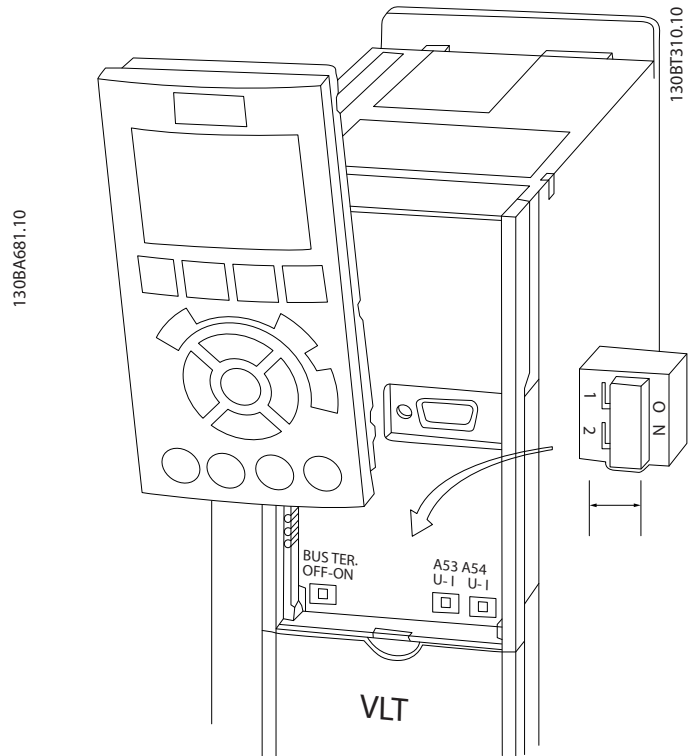


Abbildung 5.27

## 5.3 Abschließende Inbetriebnahme und Test

Gehen Sie wie folgt vor, um die Konfiguration zu testen und sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter läuft:

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

Der Motor befindet sich entweder in Stern- (Y-) oder Dreieckschaltung ( $\Delta$ ). Diese Information ist auf dem Motortypenschild zu finden.

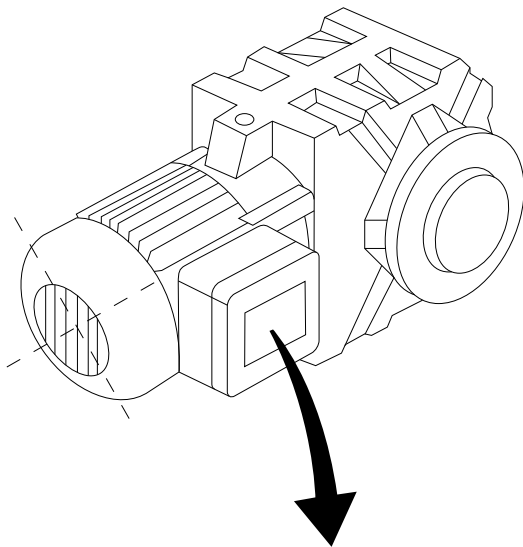
### Schritt 2. Geben Sie die Motor-Typenschilddaten in diese Parameterliste ein.

Klicken Sie für den Zugriff auf diese Liste zuerst auf die [QUICK MENU]-Taste (Quick-Menü-Taste) und wählen Sie dann „Q2 Kurzinbetriebnahme“.

1.	Motornennleistung [kW] oder Motorleistung [HP] (nur Nordamerika)	1-20 Motor Power [kW] 1-21 Motor Power [HP]
2.	Motornennspannung	1-22 Motor Voltage
3.	Motornennfrequenz	1-23 Motor Frequency
4.	Motornennstrom	1-24 Motor Current
5.	Motornenn Drehzahl	1-25 Motor Nominal Speed

Tabelle 5.30

5



130BT307.10

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

Abbildung 5.28

**Schritt 3. Aktivieren Sie die Funktion Automatische Motoranpassung (AMA)**

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

- Schließen Sie die Klemme 27 an Klemme 12 an oder stellen Sie 5-12 Terminal 27 Digital Input auf „Ohne Funktion“ (5-12 Terminal 27 Digital Input [0]).
- Aktivieren Sie die AMA in 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA).

- Sie können zwischen reduzierter oder kompletter AMA wählen. Ist ein LC-Filter vorhanden, darf nur die reduzierte AMA ausgeführt werden. Andernfalls ist das LC-Filter während der AMA zu entfernen.
- Drücken Sie die [OK]-Taste. Im Display wird „AMA mit [Hand on] starten“ angezeigt.
- Drücken Sie die [Hand on]-Taste. Ein Statusbalken stellt den Verlauf der AMA dar.

**AMA-Ausführung vorzeitig abbrechen**

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

**AMA erfolgreich durchgeführt**

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

**AMA nicht erfolgreich**

- Der Frequenzumrichter wird in den Alarmmodus versetzt. Eine Alarmbeschreibung ist im Abschnitt *Fehlersuche und -behebung* zu finden.
- „Berichtwert“ im [Alarm Log] zeigt die letzte von der AMA durchgeführte Messequenz an, bevor der Frequenzumrichter in den Alarmmodus versetzt wurde. Diese Nummer in Kombination mit der Beschreibung des Alarms wird Ihnen bei der Fehlerbehebung behilflich sein. Nennen Sie in jedem Fall die Nummer und die Alarmbeschreibung, wenn Sie sich an den Danfoss Service wenden.

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

**Schritt 4. Stellen Sie die Drehzahlgrenze und die Rampenzeit ein.**

Stellen Sie die gewünschten Grenzwerte für Drehzahl und Rampenzeit ein.

Minimaler Sollwert	3-02 Minimum Reference
Maximaler Sollwert	3-03 Maximum Reference

Tabelle 5.31

Min. Drehzahl	4-11 Motor Speed Low Limit [RPM] oder 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]
Max. Drehzahl	4-13 Motor Speed High Limit [RPM] oder 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]

Tabelle 5.32

Rampenzeit Auf 1 [s]	3-41 Ramp 1 Ramp Up Time
Rampenzeit Ab 1 [s]	3-42 Ramp 1 Ramp Down Time

Tabelle 5.33

## 5.4 Weitere Anschlüsse

### 5.4.1 Netztrennschalter

Montage des IP55/NEMA Typ 12 (A5-Gehäuse) mit Netztrennschalter

Der Hauptschalter befindet sich bei den Baugrößen B1, B2, C1 und C2 auf der linken Seite. Bei der Baugröße A5 befindet sich der Netzschalter auf der rechten Seite.

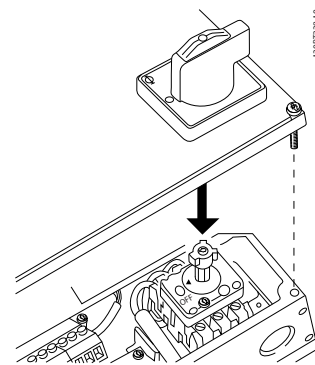


Abbildung 5.29

Baugröße	Typ	Klemmenanschlüsse
A5	Kraus&Naimer KG20A T303	L1 L2 L3 31 43 T1 T2 T3 32 44
B1	Kraus&Naimer KG64 T303	L1 L2 L3 13 T1 T2 T3 14
B2	Kraus&Naimer KG64 T303	
C1 37 kW	Kraus&Naimer KG100 T303	L1 L2 L3 13 T1 T2 T3 14
C1 45 – 55 kW	Kraus&Naimer KG105 T303	
C2 75 kW	Kraus&Naimer KG160 T303	
C2 90 kW	Kraus&Naimer KG250 T303	

Tabelle 5.34

## 5.4.2 Netztrennschalter – Baugröße D, E und F

Baugröße	Leistung und Spannung	Typ
D1/D3	P110-P132 380 – 480 V und P110-P160 525 – 690 V	ABB OETL-NF200A oder OT200U12-91
D2/D4	P160-P250 380-480V und P200-P400 525 – 690 V	ABB OETL-NF400A oder OT400U12-91
E1/E2	P315 380 – 480 V & P450-P630 525 – 690 V	ABB OETL-NF600A
E1/E2	P355-P450 380 – 480 V	ABB OETL-NF800A
F3	P500 380 – 480 V & P710-P800 525 – 690 V	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P560-P710 380-480V und P900 525 – 690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP
F4	P800-P1M0 380-480V und P1M0-P1M4 525 – 690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP

Tabelle 5.35

## 5.4.3 Verwenden Sie F-Frame-Trennschalter

Baugröße	Leistung und Spannung	Typ
F3	P500 380 – 480 V und P710-P800 525 – 690 V	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP
F3	P560-P710 380 – 480 V und P900 525 – 690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP
F4	P800 380 – 480 V und P1M0-P1M4 525 – 690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP
F4	P1M0 380 – 480 V	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP

Tabelle 5.36

## 5.4.4 F-Frame-Netzschütze

Baugröße	Leistung und Spannung	Typ
F3	P500-P560 380 – 480 V und P710-P900 525 – 690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P 630-P710 380 – 480 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P800-P1M0 380 – 480 V und P1M0-P1M4 525 – 690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabelle 5.37

## 5.4.5 Temperaturschalter Bremswiderstand

### Baugröße D-E-F

Drehmoment: 0,5 – 0,6 Nm

Schraubengröße: M3

Dieser Eingang kann zur Überwachung der Temperatur eines extern angeschlossenen Bremswiderstands verwendet werden. Wenn der Eingang zwischen 104 und 106 hergestellt wurde, wird der Frequenzumrichter aufgrund von Warnung / Alarm 27, „Bremse IGBT“ abgeschaltet. Wenn eine Verbindung zwischen 104 und 105 geschlossen wird, wird der Frequenzumrichter bei Warnung / Alarm 27, „Bremse IGBT“ abgeschaltet. Ein Klixon-Schalter muss als „stromlos geschlossen“ installiert werden. Wenn diese Funktion nicht verwendet wird, müssen 106 und 104 zusammen kurzgeschlossen werden.

Stromlos geschlossen: 104-106 (werkseitig installierter Jumper)

Stromlos geöffnet: 104-105

Klemme Nr.	Funktion
106, 104, 105	Temperaturschalter Bremswiderstand

Tabelle 5.38

## HINWEIS

Wenn die Temperatur des Bremswiderstands zu stark ansteigt und der thermische Schalter stromlos wird, hört der Frequenzumrichter auf zu bremsen. Der Motor geht in den Freilauf.

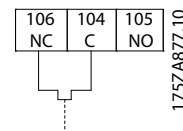


Abbildung 5.30

## 5.4.6 Externe Lüfterversorgung

### Baugröße D,E,F

Wird der Frequenzumrichter mit Gleichstrom versorgt oder muss der Lüfter unabhängig von der Stromversorgung funktionieren, kann eine externe Stromversorgung verwendet werden. Der Anschluss erfolgt auf der Leistungskarte.

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

Tabelle 5.39

Der Anschluss auf der Leistungskarte dient zum Anschluss der Netzspannung für die Kühllüfter. Die Lüfter werden ab Werk für die Versorgung über eine gemeinsame AC-Leitung angeschlossen (Kabelbrücken zwischen 100-102 und 101-103). Wenn eine externe Versorgung benötigt wird, werden die Kabelbrücken entfernt und die Versorgung an Klemmen 100 und 101 angeschlossen. Es ist eine 5-A-Sicherung vorzusehen. Bei UL-Anwendungen muss dies Littelfuse KLK-5 oder gleichwertig sein.

### 5.4.7 Relaisausgang

#### Relais 1

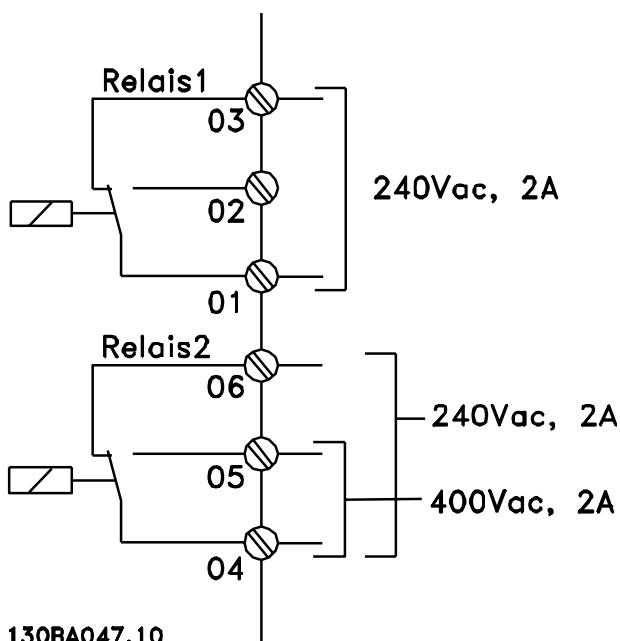
- Klemme 01: Common (Bezugspotential)
- Klemme 02: stromlos geöffnet 240 V AC
- Klemme 03: stromlos geschlossen 240 V AC

#### Relais 2

- Klemme 04: Common (Bezugspotential)
- Klemme 05: stromlos geöffnet 400 V AC
- Klemme 06: stromlos geschlossen 240 V AC

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

Zusätzliche Relaisausgänge können zum Frequenzumrichter durch Verwendung des Optionsmoduls MCB 105 hinzugefügt werden.



130BA047.10  
Abbildung 5.31

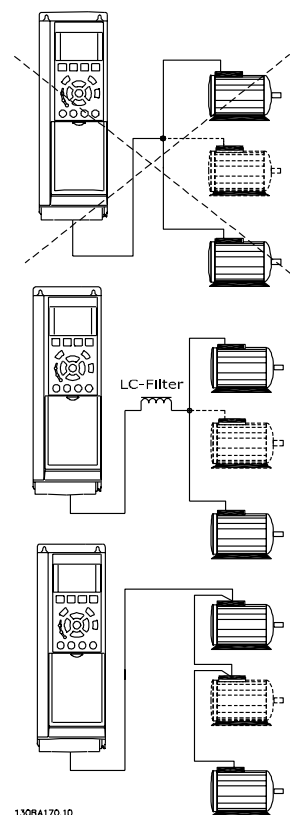
### 5.4.8 Parallelanschluss von Motoren

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren regeln. Die gesamte Stromaufnahme der Motoren darf den Nennausgangsstrom  $I_{INV}$  des Frequenzumrichters nicht überschreiten.

Wenn Motoren parallel geschaltet sind, kann 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA) nicht verwendet werden.

Wenn die Motoren sehr unterschiedlich ausgelegt sind, können beim Start und bei niedrigen Drehzahlen Probleme auftreten, weil der relativ hohe ohmsche Widerstand im Stator kleiner Motoren beim Start und bei niedrigen Drehzahlen eine höhere Spannung benötigt.

Das elektronische Thermorelais (ETR) des Frequenzumrichters kann nicht als Motor-Überlastschutz für individuelle Motoren in Systemen mit parallel geschalteten Motoren verwendet werden. Sorgen Sie für weiteren Motor-Überlastschutz, z. B. durch Thermistoren in jedem Motor oder individuelle thermische Relais. (Trennschalter sind als Schutz nicht geeignet).



130BA170.10  
Abbildung 5.32

### 5.4.9 Drehrichtung des Motors

In Werkseinstellung wird nach einem Startsignal ein rechtsdrehendes Feld am Ausgang des Frequenzumrichters erzeugt, wenn folgende Anschlussreihenfolge eingehalten wird.

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

5

Die Motordrehrichtung kann durch Vertauschen von zwei Phasen des Motorkabels umgekehrt werden.

Die Motordrehrichtungsprüfung kann über *1-28 Motor Rotation Check* und anhand der Schritte im Display durchgeführt werden.

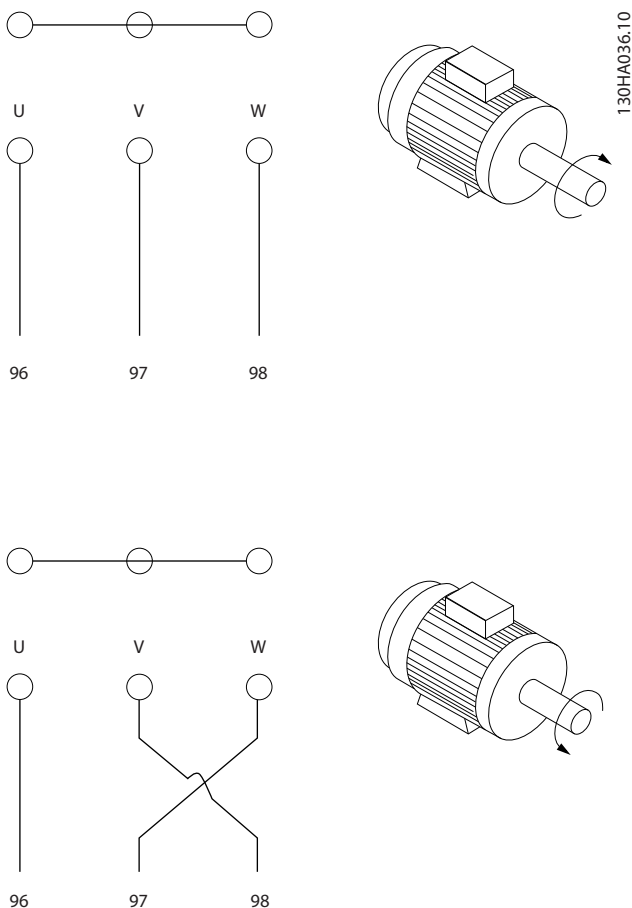


Abbildung 5.33

### 5.4.10 Thermischer Motorschutz

Das elektronische Thermorelais im Frequenzumrichter hat die UL-Genehmigung für einzelnen Motor-Überlastschutz, wenn *1-90 Motor Thermal Protection* auf *ETR Alarm* und *1-24 Motor Current* auf den Motornennstrom eingestellt ist (siehe Motor-Typenschild).

### 5.4.11 Motorisolierung

Bei Motorkabellängen  $\leq$  der maximalen Kabellänge in den Tabellen mit allgemeinen technischen Daten werden die folgenden Nennwerte der Motorisolierung empfohlen, da die Spitzenspannung durch die Übertragungsleitungswirkungen im Motorkabel das bis zu Zweifache der DC-Zwischenkreisspannung und das 2,8-fache der Netzspannung betragen kann. Wenn ein Motor einen niedrigeren Isolationswiderstand hat, wird empfohlen, ein dU/dt- oder Sinusfilter zu verwenden.

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

Tabelle 5.40

### 5.4.12 Motorlagerströme

Es ist zu empfehlen, dass über variable Frequenzumrichter betriebene Motoren mit einer Nennleistung von mindestens 110 kW über isolierte Lager auf der B-Seite verfügen, die zirkulierende Lagerströme aufgrund der physikalischen Größe des Motors unterbinden sollen. Zur Minimierung von Lager- und Wellenströmen der A-Seite ist eine korrekte Erdung des Frequenzumrichters, des Motors, der angetriebenen Maschine und des Motors zur angetriebenen Maschine erforderlich. Auch wenn die Gefahr von Defekten durch Lagerströme gering ist und von vielen verschiedenen Faktoren abhängt, können die folgenden vorbeugenden Maßnahmen für mehr Betriebssicherheit getroffen werden.

**Vorbeugende Standardmaßnahmen:**

1. Verwenden Sie isolierte Lager.
2. Wenden Sie strenge Installationsverfahren an.  
Stellen Sie sicher, dass Motor und Lastmotor fluchten.  
Befolgen Sie die EMV-Installationsrichtlinie streng.  
Verstärken Sie den Schutzleiter (PE) so, dass die Hochfrequenzimpedanz im Schutzleiter niedriger als in den Netzleitungen ist.  
Stellen Sie eine angemessene Hochfrequenzverbindung zwischen dem Motor und dem Frequenzumrichter her, z. B. durch abgeschirmte Kabel mit einer 360°-Verbindung zum Motor und zum Frequenzumrichter

Stellen Sie sicher, dass die Impedanz zwischen Frequenzrichter und Gebäudeerdung niedriger ist als die Erdungsimpedanz der Maschine. Bei Pumpen kann dies problematisch werden. Stellen sie zwischen dem Motor und dem Lastmotor eine direkte Erdverbindung her.

3. Tragen Sie eine leitfähige Schmierung auf.
4. Versuchen Sie sicherzustellen, dass die Netzspannung symmetrisch zur Erde ist. Dies kann bei IT-, TT-, TN-CS-Systemen oder Systemen mit geerdetem Zweig schwierig sein.
5. Verwenden Sie ein vom Motorhersteller empfohlenes isoliertes Lager (Hinweis: In Motoren namhafter Hersteller sind diese bei der vorliegenden Größe im Normalfall bereits eingebaut)

Falls erforderlich nach Absprache mit Danfoss:

6. Verringern Sie die IGBT-Taktfrequenz.
7. Ändern Sie die Wellenform des Wechselrichters, 60° AVM vs. SFAVM
8. Installieren Sie ein Wellenerdungssystem oder eine isolierende Kupplung zwischen Motor und Last
9. Verwenden Sie minimale Drehzahleinstellungen, wenn möglich.
10. Verwenden Sie ein dU/dt- oder Sinusfilter

## 5.5 Installation verschiedener Verbindungen

### 5.5.1 RS-485-Busanschluss

Ein oder mehrere Frequenzrichter können mittels der RS-485-Standardschnittstelle an einen Regler (oder Master) angeschlossen werden. Klemme 68 ist mit dem P-Signal (TX+, RX+) verbunden, während Klemme 69 mit dem N-Signal (TX-,RX-) verbunden ist.

Sollen mehrere Frequenzrichter an einen Master angeschlossen werden, sind die Schnittstellen parallel zu verbinden.

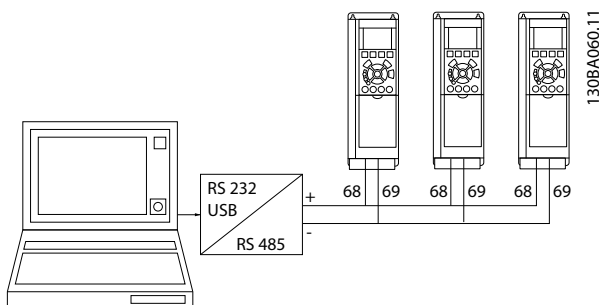


Abbildung 5.34

Zur Vermeidung von Potentialausgleichsströmen über die Abschirmung kann der Kabelschirm über Klemme 61 einseitig geerdet werden (Klemme 61 ist intern über RC-Glied mit dem Gehäuse verbunden).

Zur EMV-gerechten elektrischen Installation siehe 5.7 *EMV-gerechte Installation*.

### Busabschluss

Der RS-485-Bus muss an beiden Enden durch ein Widerstandsnetzwerk abgeschlossen werden. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf "ON" zu stellen. Weitere Informationen unter 5.2.14 *Schalter S201, S202 und S801*.

Das Kommunikationsprotokoll muss auf 8-30 FC-Protokoll eingestellt sein.

### 5.5.2 Einen PC an den Frequenzrichter anschließen

Zur Steuerung oder Programmierung des Frequenzrichters über einen PC installieren Sie das PC-gestützte Konfigurations-Tool MCT 10 Konfigurationssoftware.

Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS-485-Schnittstelle angeschlossen werden, wie in 5.5.1 *-Busanschluss* gezeigt.

### HINWEIS

Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV = Protective extra low voltage / Schutzkleinspannung) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt. Die USB-Verbindung ist mit der Schutzerde des Frequenzrichters verbunden. Verwenden Sie nur einen isolierten Laptop für die USB-Verbindung mit dem Frequenzrichter.

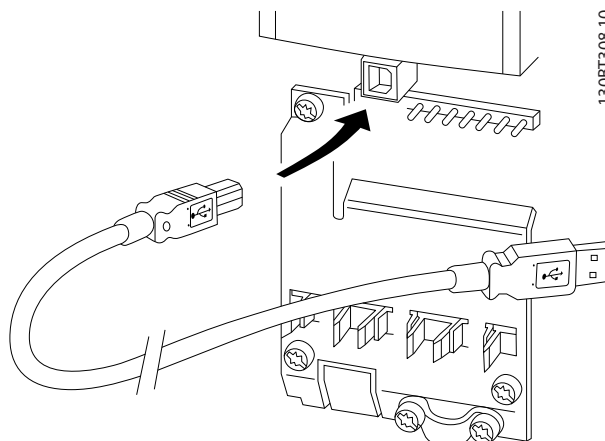


Abbildung 5.35 Informationen zu Steuerkabelverbindungen finden Sie unter *Steuerklemmen*.



**PC-basiertes Konfigurationstool MCT 10****Konfigurationssoftware**

Alle Frequenzumrichter verfügen über einen seriellen Kommunikationsanschluss. Danfoss bietet ein PC-Tool für die Kommunikation zwischen PC und Frequenzumrichter, PC-basiertes Konfigurationstool MCT 10 Konfigurationssoftware.

**MCT 10 Konfigurationssoftware**

MCT 10 Konfigurationssoftware wurde als benutzerfreundliches interaktives Tool zur Einstellung von Parametern in unseren Frequenzumrichtern entwickelt.

Das PC-basierte Konfigurationstool MCT 10 Konfigurationssoftware wird zu folgenden Zwecken verwendet:

- Offline-Planung eines Kommunikationsnetzwerks. MCT 10 Konfigurationssoftware enthält eine vollständige Frequenzumrichter-Datenbank
- Online-Kommissionierung aktiver Filter
- Speichern der Einstellungen für alle Frequenzumrichter
- Austausch eines Frequenzumrichters in einem Netzwerk
- Erweitern eines vorhandenen Netzwerks
- Zukünftige Frequenzumrichter werden unterstützt

Das PC-basierte Konfigurationstool MCT 10 Konfigurationssoftware unterstützt den Profibus DP-V1 über eine Master-Klasse-2-Verbindung. So ist es möglich, Parameter online über das Profibus-Netzwerk in einem Frequenzumrichter zu lesen/schreiben. In diesem Fall ist kein zusätzliches Kommunikationsnetzwerk erforderlich. Siehe *Produktbandbuch, MG.33.Cx.yy und MN.90.Ex.yy* bzgl. weiterer Informationen über die von den Funktionen des Profibus DP V1 unterstützten Merkmalen.

**Speichern der Filtereinstellungen:**

1. Verbinden Sie den PC über eine USB-Kommunikationsschnittstelle mit dem Gerät.
2. Offenes PC-basiertes Konfigurationstool MCT 10 Konfigurationssoftware
3. Wählen Sie die Option „Read from drive“ (Einlesen von Frequenzumrichter).
4. Wählen Sie die Option „Save as“ (Speichern unter).

Alle Parameter werden nun im PC gespeichert.

**Laden der Filtereinstellungen:**

1. Verbinden Sie den PC über eine USB-Kommunikationsschnittstelle mit dem Gerät.
2. Offenes PC-basiertes Konfigurationstool MCT 10 Konfigurationssoftware


3. Wählen Sie die Option „Open“ (Öffnen). Die gespeicherten Dateien werden angezeigt.
4. Öffnen Sie die gewünschte Datei.
5. Wählen Sie „Write to drive“ (Übertragen zu Frequenzumrichter).

Alle Parametereinstellungen werden nun an den Frequenzumrichter übertragen.

Für das PC-basierte Konfigurationstool MCT 10 Konfigurationssoftware ist ein separates Handbuch erhältlich.

**Die Module des PC-basierten Konfigurationstools MCT 10 Konfigurationssoftware**

Die folgenden Module sind im Softwarepaket enthalten:

	<b>MCT 10 Konfigurationssoftware</b> Einstellen von Parametern Von und zu Frequenzumrichtern kopieren Dokumentation und Ausdruck der Parametereinstellungen einschl. Schaltbilder
	<b>Erw. Benutzerschnittstelle</b> Planung für vorbeugende Wartung Uhreinstellung Zeitlich festgelegte Aktionsprogrammierung Smart Logic Controller-Konfiguration

**Tabelle 5.41**

**Bestellnummer:**

Bestellen Sie die CD mit dem PC-basierten Konfigurationstool MCT 10 Konfigurationssoftware mit der Codenummer 130B1000.

Die MCT 10 Konfigurationssoftware kann auch von der Danfoss-Website heruntergeladen werden: <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/DDPC+Software+Program.htm>.

**5.5.3 MCT 31**

Das PC-Tool MCT 31 zur Oberwellenberechnung ermöglicht die einfache Berechnung der Oberwellenverzerrung in einer gegebenen Anwendung. Sowohl die Oberwellenverzerrung von Danfoss-Frequenzumrichtern als auch die von Frequenzumrichtern, die nicht von Danfoss sind und über verschiedene zusätzliche Oberwellenreduzierungsgeräte verfügen, z. B. Danfoss AHF-Filter und 12-18-Puls-Wechselrichter, können berechnet werden.

**Bestellnummer:**

Bestellen Sie die CD mit dem PC-Tool MCT 31 mithilfe der Codenummer 130B1031.

Die MCT 31 kann auch von der Danfoss-Website heruntergeladen werden: <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/DDPC+Software+Program.htm>.

## 5.6 Sicherheit

### 5.6.1 Hochspannungsprüfung

Führen Sie eine Hochspannungsprüfung durch Kurzschließen der Anschlüsse U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub> durch. Legen Sie dann eine Sekunde lang maximal 2,15 kV DC (bei 380-500-V-Frequenzumrichtern) und 2,525 kV DC (bei 525-690-V-Frequenzumrichtern) zwischen diesem Kurzschluss und der Gehäusemasse an.

#### **⚠️ WARNUNG**

**Werden Hochspannungsprüfungen an der gesamten Anlage durchgeführt, unterbrechen Sie die Netz- und Motorverbindung, wenn zu hohe Ableitströme auftreten.**

### 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 einen guten mechanischen Anschluss des Erdungskabels an Erde (Klemme 95) sicherzustellen, muss z. B. der Kabelquerschnitt mindestens 10 mm<sup>2</sup> betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.**

## 5.7 EMV-gerechte Installation

### 5.7.1 Elektrische Installation - EMV-Schutzmaßnahmen

Nachstehend sind Hinweise für eine EMV-gerechte Installation von Frequenzumrichtern aufgeführt. Halten Sie sich an diese Vorgaben, wenn eine Einhaltung der *Ersten Umgebung* nach EN 61800-3 gefordert ist. Ist die Installation in einer *zweiten Umgebung* nach EN 61800 (Industriebereich) geplant oder wird die Installation von einem eigenen Trafo versorgt, darf von diesen Richtlinien abgewichen werden. Siehe auch 2.2 *CE-Zeichen*, 2.9.1 *Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen* und 2.9.3 *EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)*.

#### EMV-gerechte elektrische Installation:

- Verwenden Sie nur abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerkabel. Die Schirmabdeckung muss mindestens 80 % betragen. Das Abschirmungsmaterial muss Metall - in der Regel Kupfer, Aluminium, Stahl oder Blei - bestehen. Für das Netzkabel gelten keine speziellen Anforderungen.
- Bei Installationen mit starren Metallrohren sind keine abgeschirmten Kabel erforderlich. Das Motorkabel muss jedoch in einem anderen Installationsrohr als die Steuer- und Netzkabel installiert werden. Es ist ein durchgehendes Metallrohr vom Frequenzumrichter bis zum Motor erforderlich. Die EMV-Schirmwirkung flexibler Installationsrohre variiert sehr stark; hier sind entsprechende Herstellerangaben einzuholen.
- Erden Sie die Abschirmung/das Installationsrohr bei Motor- und Steuerkabeln beidseitig. In einigen Fällen ist es nicht möglich, die Abschirmung an beiden Enden anzuschließen. In diesem Fall schließen Sie die Abschirmung zumindest am Frequenzumrichter an. Siehe auch 5.7.3 *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.
- Vermeiden Sie Installationen mit verdrehten Abschirmungsenden (sog. Pigtails). Sie erhöhen die Impedanz der Abschirmung und beeinträchtigen so den Abschirmeffekt bei hohen Frequenzen. Verwenden Sie stattdessen niederohmige Kabelschellen oder EMV-Kabelanschlüsse.
- Verwenden Sie nach Möglichkeit in Schaltschränken ebenfalls nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel.

Führen Sie die Abschirmung möglichst dicht an den elektrischen Anschluss.

Abbildung 5.36 zeigt das Beispiel einer EMV-gerechten elektrischen Installation eines IP20-Frequenzumrichters. Der Frequenzumrichter ist in einem Schaltschrank mit Ausgangsschutz installiert und an eine SPS angeschlossen, die in einem separaten Schrank installiert ist. Auch andere Installationsweisen können ggf. eine ebenso gute EMV-Wirkung erzielen, sofern zumindest die vorstehenden Hinweise für eine ordnungsgemäße Installation befolgt wurden.

Wenn die Installation nicht gemäß den Vorgaben erfolgt oder wenn nicht abgeschirmte Kabel verwendet werden, können bestimmte Anforderungen hinsichtlich der Emission voraussichtlich nicht erfüllt werden. Siehe 2.9.3 *EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)*.

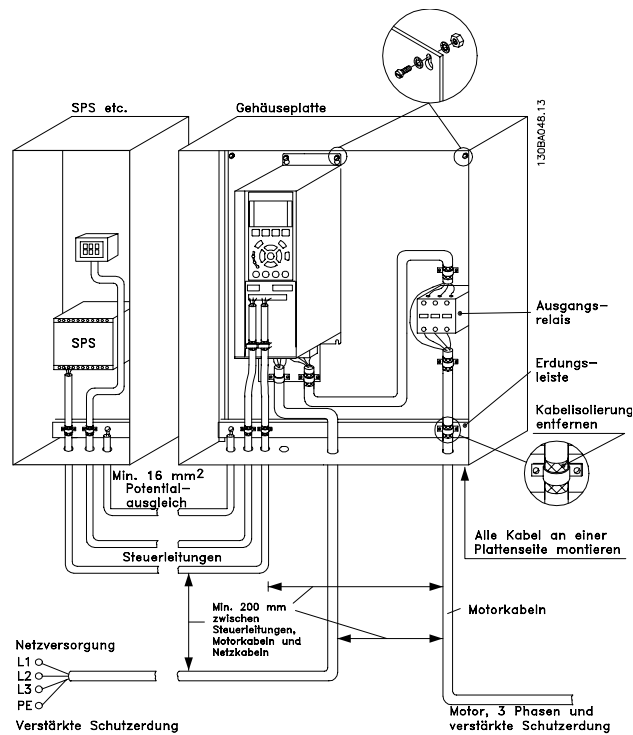


Abbildung 5.36 EMV-gerechte elektrische Installation eines Frequenzumrichters in einem Schaltschrank.

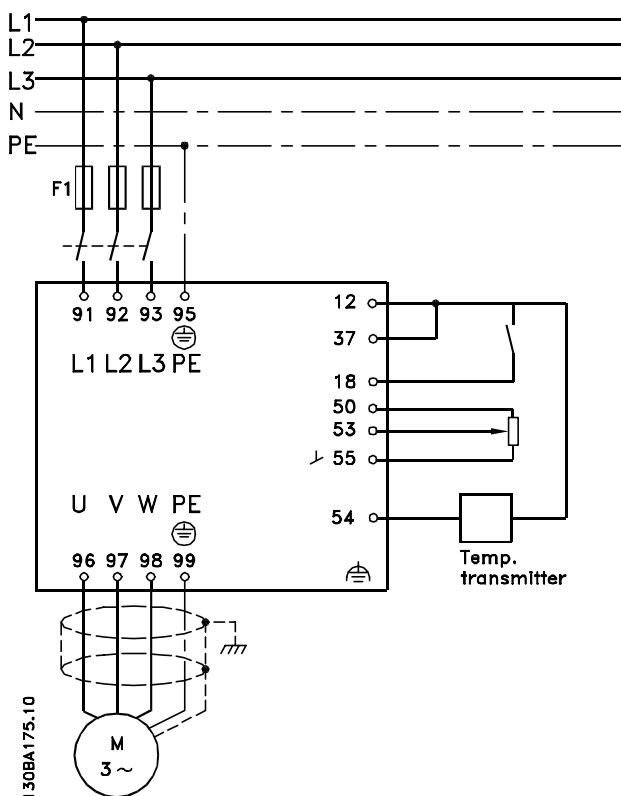


Abbildung 5.37 Elektrisches Anschlussbild.

### 5.7.2 Verwendung EMV-gerechter Kabel

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

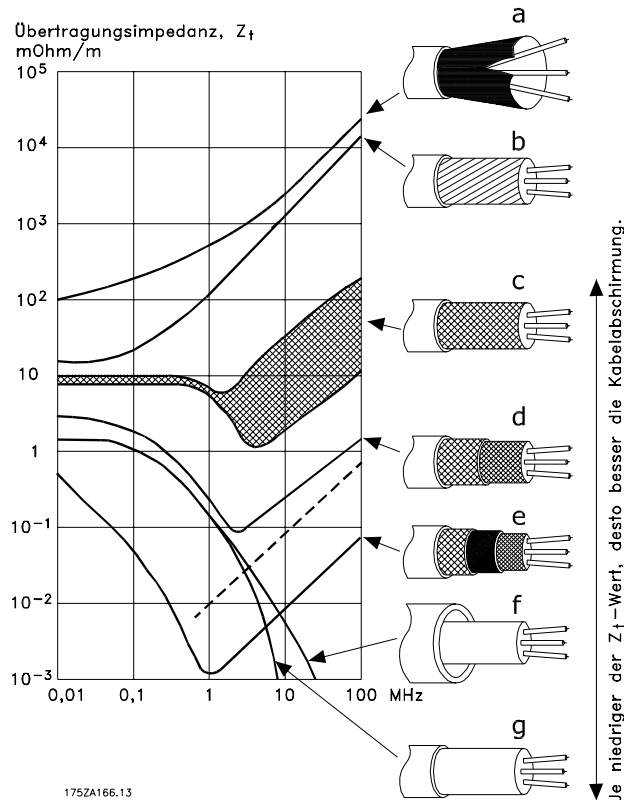
Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störstrahlung zu reduzieren, hängt von der Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) ab. Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störungen zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerem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

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

Die Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ) kann aufgrund folgender Faktoren beurteilt werden:

- Leitfähigkeit des Abschirmmaterials
- Kontaktwiderstand zwischen den Leitern des Abschirmmaterials
- Schirmabdeckung, d. h., die physische Fläche des Kabels, die durch den Schirm abgedeckt ist; wird häufig in Prozent angegeben
- Art der Abschirmung (geflochten oder verdreht)

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



175ZA166.13

Abbildung 5.38

### 5.7.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel

Generell müssen Steuerkabel abgeschirmt sein und die Abschirmung muss beidseitig über Kabelschellen mit dem Metallgehäuse des Geräts verbunden sein.

Die folgende Zeichnung zeigt, wie eine korrekte Erdung auszuführen ist und was in Zweifelsfällen getan werden kann.

- a. **Richtige Erdung**  
Montieren Sie Steuerkabel und Kabel der seriellen Schnittstelle beidseitig mit Kabelschellen, um bestmöglichen elektrischen Kontakt zu gewährleisten.
- b. **Falsche Erdung**  
Verwenden Sie keine verdrehten Abschirmungsenden (Pigtails). Sie erhöhen die Impedanz bei hohen Frequenzen.
- c. **Potentialausgleich zwischen SPS und Frequenzumrichter**  
Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS (usw.) ein unterschiedliches Erdpotential, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Das Problem kann durch Anbringen eines Ausgleichskabels gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird. Minimaler Kabelquerschnitt: 16 mm<sup>2</sup>.
- d. **Bei 50/60-Hz-Brummschleifen**  
Bei Verwendung sehr langer Steuerkabel können 50/60-Hz-Brummschleifen auftreten. Beheben Sie dieses Problem durch Anschluss eines Schirmendes über einen 100-nF-Kondensator an Erde (mit möglichst kurzen Leitungen).
- e. **Kabel für serielle Kommunikation**  
Niederfrequente Störströme zwischen zwei Frequenzumrichtern können eliminiert werden, indem das eine Ende der Abschirmung mit Klemme 61 verbunden wird. Diese Klemme ist intern über ein RC-Glied mit Erde verbunden. Verwenden Sie verdrehte Leiter (Twisted-Pair-Kabel), um die zwischen den Leitern eingestrahlten Störungen zu reduzieren.

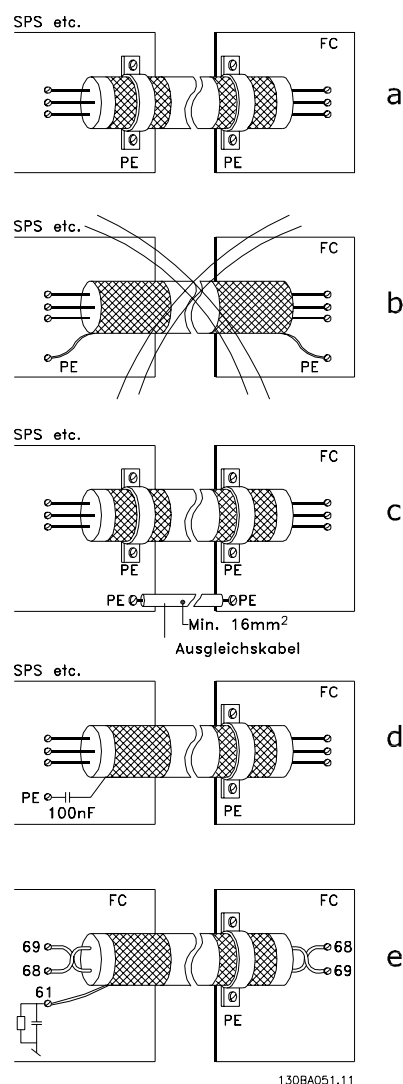


Abbildung 5.39

## 5.8 Fehlerstromschutzschalter

Je nach Anforderung der örtlichen Sicherheitsvorschriften kann als zusätzliche Schutzmaßnahme ein Fehlerstromschutzzeineinrichtung (FI-Schalter), zusätzliche Schutzerdung oder Nullung eingesetzt werden.

Bei einem Erdschluss kann im Fehlerstrom ein Gleichstromanteil enthalten sein.

Bei Verwendung von Fehlerstromschutzschaltern ist darauf zu achten, dass die örtlich geltenden Vorschriften eingehalten werden. Der verwendete Schutzschalter muss für die Absicherung von Geräten mit dreiphasiger Gleichrichterbrücke und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Siehe auch 2.11 Gefahren durch elektrischen Schlag.

## 6 Anwendungsbeispiele

### 6.1.1 Start/Stop

Klemme 18 = Start/Stop 5-10 Terminal 18 Digital Input [8] Start

Klemme 27 = Ohne Funktion 5-12 Terminal 27 Digital Input [0] Ohne Funktion (Werkseinstellung Motorfreilauf invers)

5-10 Terminal 18 Digital Input = Start (Standard)

5-12 Terminal 27 Digital Input = Motorfreilauf invers (Werkseinstellung)

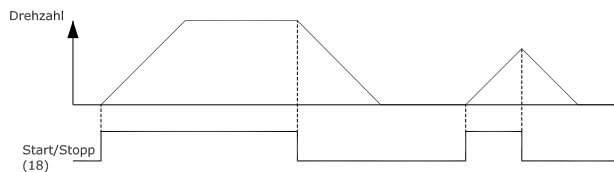
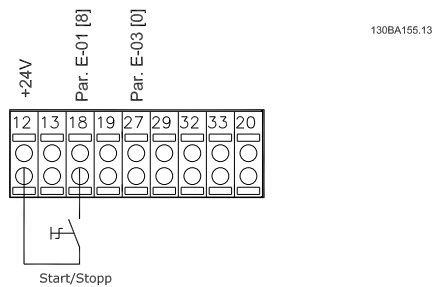


Abbildung 6.1 Klemme 37: Nur mit Funktion „Sicherer Stopp“ verfügbar

### 6.1.2 Puls-Start/-Stopp

Klemme 18 = Start/Stop 5-10 Terminal 18 Digital Input [9] Puls-Start

Klemme 27 = Stopp 5-12 Terminal 27 Digital Input [6] Stopp invers

5-10 Terminal 18 Digital Input = Puls-Start

5-12 Terminal 27 Digital Input = Stopp invers

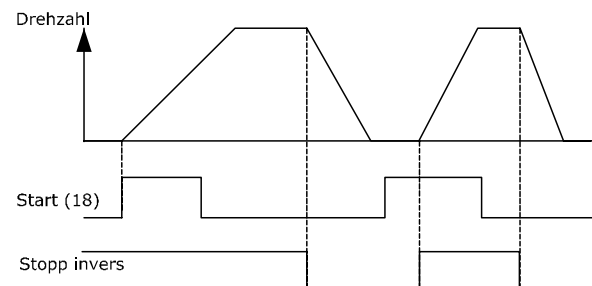
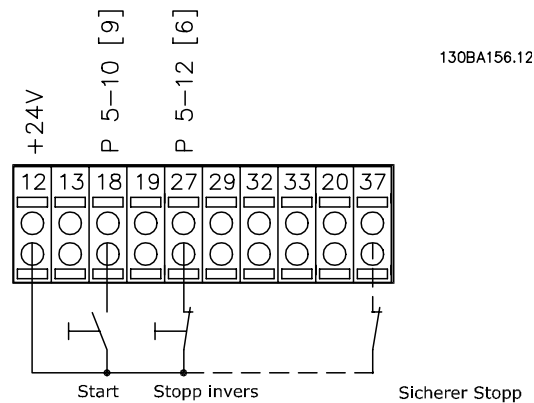


Abbildung 6.2 Klemme 37: Nur verfügbar mit Sicherer Stopp-Funktion

### 6.1.3 Potentiometer Sollwert

Spannungssollwert über ein Potentiometer.

3-15 Reference 1 Source [1] = Analogeingang 53

6-10 Terminal 53 Low Voltage = 0 V

6-11 Terminal 53 High Voltage = 10 V

6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value = 0 UPM

6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value = 1.500 UPM

Schalter S201 = AUS (U)

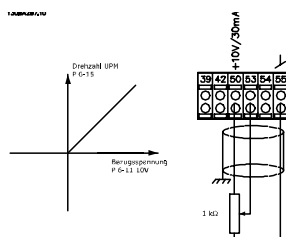


Abbildung 6.3

### 6.1.4 Automatische Motoranpassung (AMA)

Die AMA ist ein Testalgorithmus, der die elektrischen Motorparameter eines angeschlossenen Motors im Stillstand misst. Die AMA erzeugt während der Messung kein Drehmoment.

Die AMA lässt sich vorteilhaft bei der Inbetriebnahme von Anlagen und bei der Optimierung der Einstellungen des Frequenzumrichters für den benutzten Motor einsetzen. Dies kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn die Werkseinstellung zur optimalen Motorregelung nicht anwendbar ist.

1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA) bietet die Wahl zwischen einer kompletten AMA mit Ermittlung aller elektrischen Motorparameter oder reduzierter AMA, bei der lediglich der Statorwiderstand  $R_s$  ermittelt wird.

Eine komplette AMA kann von ein paar Minuten bei kleinen Motoren bis mehr als 15 Minuten bei großen Motoren dauern.

#### Einschränkungen und Vorbedingungen:

- Damit die AMA die Motorparameter optimal bestimmen kann, müssen die korrekten Motor-Typenschilddaten in 1-20 Motor Power [kW] bis 1-28 Motor Rotation Check eingegeben werden.
- Zur besten Anpassung des Frequenzumrichters führen Sie die AMA an einem kalten Motor durch. Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Statorwiderstands  $R_s$  bewirkt. Normalerweise ist dies jedoch nicht kritisch.

- Die AMA ist nur durchführbar, wenn der Motornennstrom mindestens 35 % des Ausgangs-nennstroms des Frequenzumrichters beträgt. Die AMA ist bis zu einer Motorstufe (Leistungsstufe) größer möglich.
- Bei installiertem Sinusfilter ist es möglich, einen reduzierten AMA-Test auszuführen. Von einer kompletten AMA mit Sinusfilter wird abgesehen. Ist eine Komplettanpassung notwendig, entfernen Sie das Sinusfilter, während Sie eine komplette AMA durchführen. Nach Abschluss der AMA setzen Sie das Sinusfilter wieder ein.
- Bei parallel geschalteten Motoren ist nur eine reduzierte AMA durchzuführen.
- Vermeiden Sie eine komplette AMA bei Synchronmotoren. 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 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.
- AMA kann beim Betrieb eines PM-Motors nicht aktiviert werden (wenn 1-10 Motor Construction auf [1] PM, Vollpol eingestellt ist).

### 6.1.5 Smart Logic Control

Eine hilfreiche Einrichtung im VLT® HVAC Drive Frequenzumrichter ist die Funktion Smart Logic Control (SLC).

In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Abfolge erzeugt, kann die SLC der Hauptsteuerung elementare Aufgaben abnehmen.

Die SLC reagiert auf Ereignisse, die an den Frequenzumrichter gesendet oder in diesem erzeugt werden. Der Frequenzumrichter führt dann eine vorprogrammierte Aufgabe durch.

### 6.1.6 Programmierung der Smart Logic Control

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

Ereignisse und Aktionen werden alle nummeriert und in Paaren zusammengefasst, die als Zustände bezeichnet werden. Wenn also Ereignis [1] stattfindet (d. h. den Wert WAHR erreicht), wird Aktion [1] ausgeführt. Danach werden die Bedingungen von Ereignis [2] bewertet, und wenn das Ergebnis WAHR lautet, wird Aktion [2] ausgeführt usw. Ereignisse und Aktionen werden in Arrayparametern gespeichert.

Zu einem bestimmten Zeitpunkt wird jeweils nur ein Ereignis bewertet. Wenn ein Ereignis als FALSCH bewertet wird, passiert während des aktuellen Abtastintervall nichts (im SLC), und keine anderen Ereignisse werden bewertet. Wenn der SLC also startet, bewertet er ausschließlich Ereignis [1] in jedem Abtastintervall. Nur wenn Ereignis [1] als WAHR bewertet wird, führt der SLC Aktion [1] durch und beginnt mit der Bewertung von Ereignis [2].

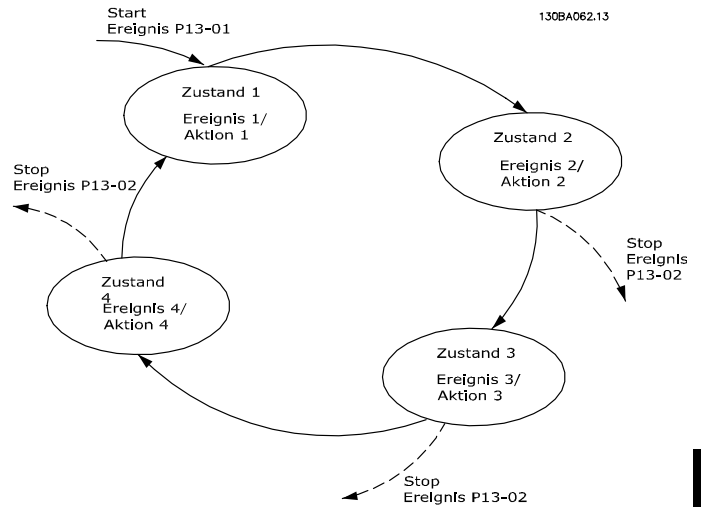


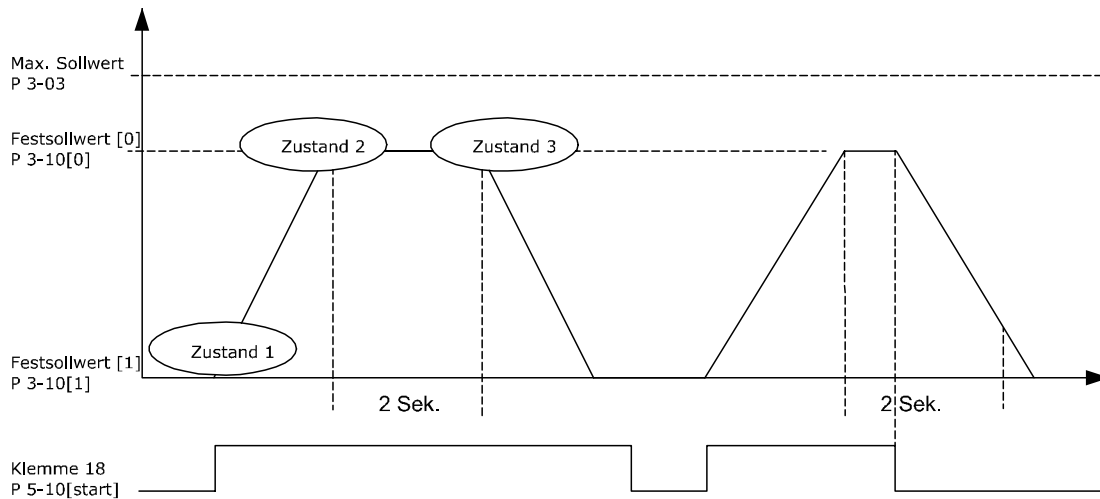
Abbildung 6.4

Es können 0 bis 20 Ereignisse und Aktionen programmiert werden. Wenn das letzte Ereignis / die letzte Aktion durchgeführt wurde, startet die Sequenz ausgehend von Ereignis [1] / Aktion [1] erneut. Die Abbildung zeigt ein Beispiel mit drei Ereignissen / Aktionen:

### 6.1.7 SLC-Anwendungsbeispiel

**Ablauf 1:**

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



130BA157.11

Abbildung 6.5

Stellen Sie die Rampenzeiten in 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time und 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time auf die gewünschten Zeiten ein.

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



Stellen Sie Klemme 27 auf *Ohne Funktion* ein (5-12 Terminal 27 Digital Input)

Stellen Sie Festsollwert 0 auf die erste Festdrehzahl (3-10 Preset Reference [0]) in Prozent der Max. Sollwertdrehzahl (3-03 Maximum Reference) ein. Beispiel: 60 %

Stellen Sie Festsollwert 1 auf die zweite Festdrehzahl ein (3-10 Preset Reference [1] Beispiel: 0 % (Null).

Stellen Sie Timer 0 für konstante Drehzahl in 13-20 SL Controller Timer [0] ein. Beispiel: 2 Sek.

Stellen Sie Ereignis 1 in 13-51 SL Controller Event [1] auf *True (Wahr)* [1] ein.

Stellen Sie Ereignis 2 in 13-51 SL Controller Event [2] auf *Ist=Sollwert* [4] ein

Stellen Sie Ereignis 3 in 13-51 SL Controller Event [3] auf *Timeout 0* [30] ein.

Stellen Sie Ereignis 4 in 13-51 SL Controller Event [4] auf *False (Falsch)* [0] ein.

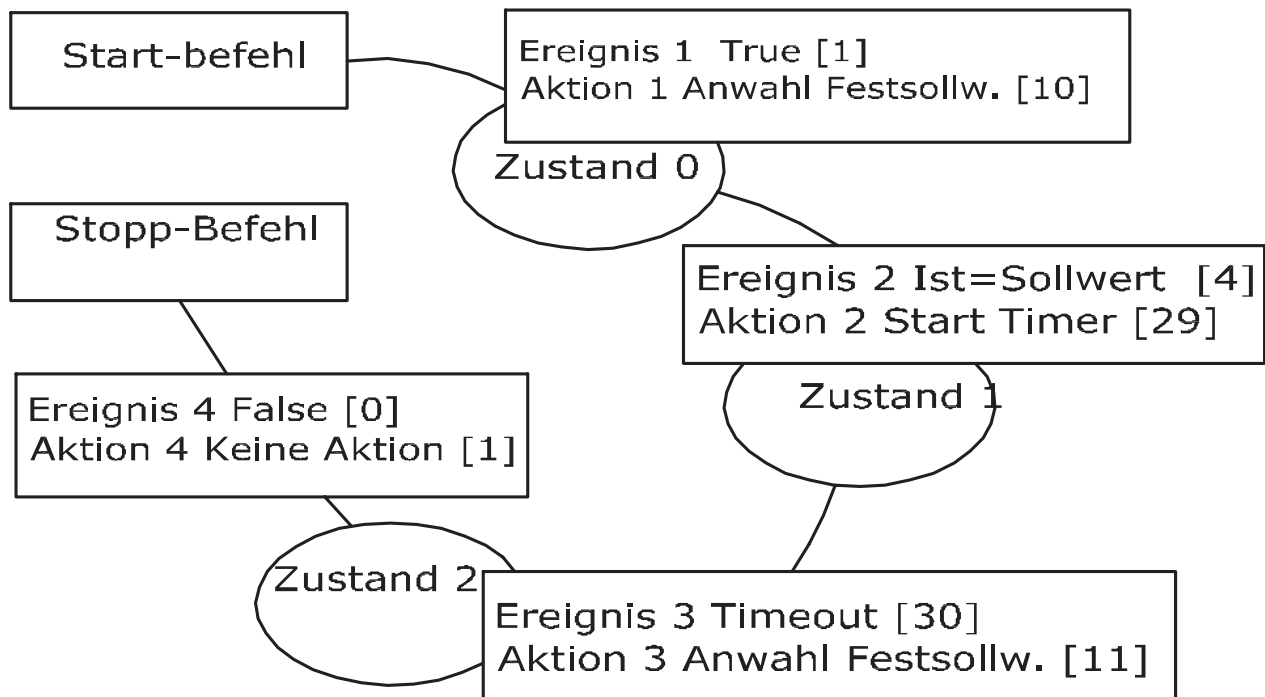
Stellen Sie Aktion 1 in 13-52 SL Controller Action [1] auf *Anwahl Festsollw. 0* [10] ein.

Stellen Sie Aktion 2 in 13-52 SL Controller Action [2] auf *Start Timer 0* [29] ein.

Stellen Sie Aktion 3 in 13-52 SL Controller Action [3] auf *Anwahl Festsollw. 1* [11] ein.

Stellen Sie Aktion 4 in 13-52 SL Controller Action [4] auf *Keine Aktion* [1] ein.

6



130BA148.11

Abbildung 6.6

Stellen Sie die Smart Logic Control in 13-00 SL Controller Mode auf EIN.

Start-/Stoppbefehl wird an Klemme 18 angelegt. Mit dem Stoppsignal wird die Rampe ab im Frequenzumrichter verringert und der Freilauf aktiviert.

### 6.1.8 BASIC Cascade Controller

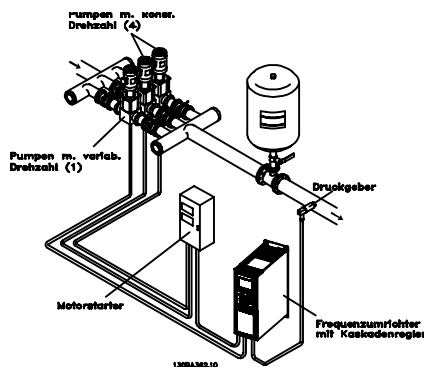


Abbildung 6.7

Der BASIC Kaskadenregler wird für Pumpenanwendungen eingesetzt, in denen ein bestimmter Druck (Druckhöhe) oder Wert über einen breiten dynamischen Bereich aufrechterhalten werden muss. Der Betrieb einer großen Pumpe mit variabler Drehzahl über einen breiten Bereich ist wegen des niedrigen Pumpenwirkungsgrads und der praktischen Grenze von ca. 25 % der vorgegebenen Volllastgeschwindigkeit keine optimale Lösung

Im BASIC Kaskadenregler regelt der Frequenzumrichter einen Regelmotor als Regelpumpe (Führungspumpe) und kann bis zu zwei Pumpen mit konstanter Drehzahl ein- und ausschalten. Durch Regelung der Drehzahl der ersten Pumpe erhält das gesamte System eine variable Drehzahlregelung. So wird ein konstanter Druck aufrechterhalten und gleichzeitig ein Druckstoß verhindert, was zu einer geringeren Belastung und einem ruhigeren Betrieb von Pumpensystemen führt.

#### Konstantführungspumpe

Die Motoren müssen gleich groß sein. Dank dem BASIC Kaskadenregler kann der Frequenzumrichter bis zu 3 Pumpen gleicher Größe mithilfe der beiden in den Frequenzumrichtern integrierten Relais regeln. Wenn die Regelpumpe (Führungspumpe) direkt an den Frequenzumrichter angeschlossen wird, werden die beiden anderen Pumpen von den beiden eingebauten Relais geregelt. Wenn ein Wechsel der Führungspumpe aktiviert ist, werden die Pumpen an die eingebauten Relais angeschlossen, und der Frequenzumrichter kann 2 Pumpen betreiben.

#### Wechsel der Führungspumpe

Die Motoren müssen gleich groß sein. Dank dieser Funktion kann der Frequenzumrichter zwischen den Pumpen im System wechseln (max. 2 Pumpen). Bei einem solchen Betrieb werden die Laufzeiten der Pumpen ausgeglichen, wodurch der erforderliche Wartungsaufwand sinkt und die Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Systems erhöht werden. Der Wechsel der Führungspumpe kann

aufgrund eines Befehlssignals oder durch Zuschalten einer weiteren Pumpe erfolgen.

Der Befehl kann manuell oder durch ein Ereignissignal erfolgen. Wenn der Wechsel ausgewählt wurde, findet der Führungspumpenwechsel bei jedem Auftreten des Ereignisses auf. Es kann auch ausgewählt werden, wann ein Wechseltimer abläuft: zu einer vorgegebenen Tageszeit oder wenn die Führungspumpe in den Energiesparmodus wechselt. Das Zuschalten wird durch die tatsächliche Systemlast festgelegt.

Ein separater Parameter begrenzt das Stattfinden des Wechsels auf Zeitpunkte, zu denen die gesamte erforderliche Kapazität > 50 % ist. Die gesamte Pumpenkapazität wird wie folgt festgelegt: Führungspumpe plus Kapazität der Konstantpumpen.

#### Bandbreitenverwaltung

In Kaskadenregelungssystemen wird der gewünschte Systemdruck zur Vermeidung häufigen Umschaltens von Konstantpumpen innerhalb einer bestimmten Bandbreite statt auf einem konstanten Niveau gehalten. Die Zuschaltbandbreite stellt die für den Betrieb erforderliche Bandbreite zur Verfügung. Bei einer großen und schnellen Änderung des Systemdrucks setzt die übergeordnete Bandbreite die Zuschaltbandbreite außer Kraft, damit eine sofortige Reaktion auf einen kurzen Lastwechsel vermieden wird. Für die übergeordnete Bandbreite kann ein Timer programmiert werden, um ein Zuschalten bis zur Stabilisierung des Systemdrucks und zur Etablierung der normalen Regelung zu vermeiden.

Wenn der Kaskadenregler aktiviert ist und normal läuft und der Frequenzumrichter einen Abschaltalarm ausgibt, wird die Druckhöhe des Systems durch Zuschalten und Abschalten von Konstantpumpen aufrechterhalten. Um häufiges Zuschalten und Abschalten zu vermeiden und Druckschwankungen zu minimieren, wird statt der Zuschaltbandbreite eine größere Bandbreite für festgelegte Drehzahlen verwendet.

### 6.1.9 Zuschalten von Pumpen mit Führungspumpenwechsel

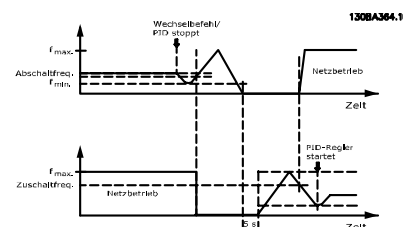


Abbildung 6.8

Bei aktiviertem Führungspumpenwechsel werden maximal zwei Pumpen geregelt. Bei einem Wechselbefehl wird die Führungspumpe auf die Mindestfrequenz ( $f_{min}$ ) heruntergefahren, und nach einer bestimmten Verzögerung erreicht

sie wieder die Höchsthfrequenz ( $f_{max}$ ). Wenn die Drehzahl der Führungspumpe die Abschaltfrequenz erreicht, wird die Konstantpumpe abgeschaltet. Die Führungspumpe wird weiter hochgefahren und dann heruntergefahren, bis sie anhält und die beiden Relais abgeschaltet werden.

Nach einer Zeitverzögerung wird das Relais für die Konstantpumpe eingeschaltet, und diese Pumpe wird zur neuen Führungspumpe. Die neue Führungspumpe wird hochgefahren, bis sie die maximale Drehzahl erreicht, und dann heruntergefahren, bis sie die minimale Drehzahl erreicht. Bei Erreichen der Einschaltfrequenz wird jetzt die alte Führungspumpe als neue Konstantpumpe ins Netz zugeschaltet.

6

Wenn die Führungspumpe für eine programmierte Dauer bei Mindestfrequenz ( $f_{min}$ ) gelaufen ist, während eine Konstantpumpe läuft, trägt die Führungspumpe nur wenig zum System bei. Wenn der programmierte Timerwert abläuft, wird die Führungspumpe entfernt, wodurch Probleme mit der Warmwasserzirkulation vermieden werden.

### 6.1.10 Systemstatus und Betrieb

Wenn die Führungspumpe in den Energiesparmodus wechselt, wird die Funktion auf dem LCP angezeigt. Die Führungspumpe kann auch im Energiesparmodus gewechselt werden.

Wenn der Kaskadenregler aktiviert ist, wird der Betriebsstatus jeder Pumpe sowie des Kaskadenreglers auf dem LCP angezeigt. Die angezeigten Informationen umfassen:

- Die Status der Pumpen als Anzeige der Status der jeder Pumpe zugeordneten Relais. Das Display zeigt an, welche Pumpen auf dem Frequenzumrichter deaktiviert, ausgeschaltet oder in Betrieb sind oder auf dem Netz/Motorstarter laufen.
- Den Kaskadenstatus als Anzeige des Status des Kaskadenreglers. Das Display zeigt an, dass der Kaskadenregler deaktiviert ist, alle Pumpen ausgeschaltet sind, und alle Pumpen durch Not-Aus abgeschaltet wurden, alle Pumpen laufen, Konstantpumpen zu-/abgeschaltet werden und ein Wechsel der Führungspumpe stattfindet.
- Durch Abschalten bei Nichtvorhandensein eines Flusses wird garantiert, dass alle Konstantpumpen einzeln gestoppt werden, bis wieder ein Fluss vorhanden ist.

### 6.1.11 Schaltbild Konstant-/Regelpumpe

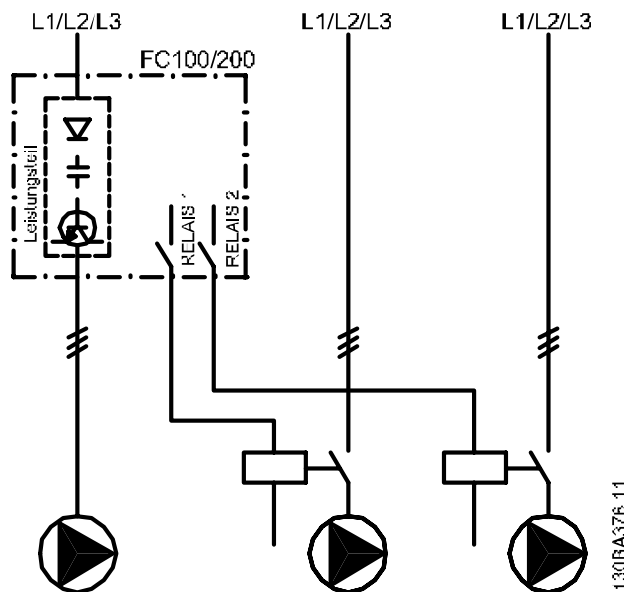


Abbildung 6.9

### 6.1.12 Schaltplan Führungspumpenwechsel

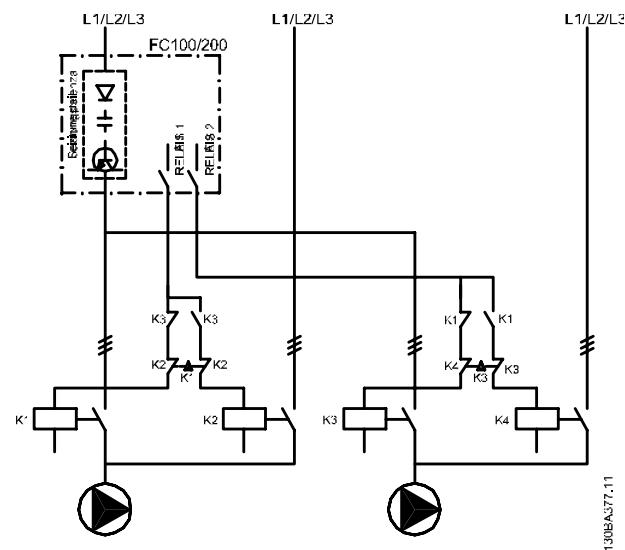


Abbildung 6.10

Jede Pumpe muss an zwei Schütze (K1/K2 und K3/K4) mit mechanischer Verriegelung angeschlossen werden. Entsprechend den lokalen Vorschriften und/oder individuellen Anforderungen müssen thermische Relais oder andere Motor-Überlastschutzvorrichtungen integriert werden.

- RELAIS 1 (R1) und RELAIS 2 (R2) sind die im Frequenzumrichter integrierten Relais.
- Wenn alle Relais spannungslos geschaltet sind, schaltet das erste integrierte Relais, das mit

Spannung versorgt werden soll, das Schütz, das der durch das Relais geregelten Pumpe zugeordnet ist. Zum Beispiel schaltet RELAIS 1 Schütz K1, wodurch die dazugehörige Pumpe zur Führungspumpe wird.

- K1 blockiert K2 durch die mechanische Verriegelung und verhindert so die Verbindung zwischen Netz und Ausgang des Frequenzumrichters (über K1).
- Der Hilfstrennkontakt auf K1 verhindert das Schalten von K3.
- RELAIS 2 regelt Schütz K4 für die Ein- und Ausschaltregelung der Konstantpumpen.
- Bei einem Wechsel werden beide Relais spannungslos geschaltet, und nun wird RELAIS 2 als erstes Relais mit Spannung versorgt.

### 6.1.13 Schaltplan Kaskadenregler

Der Schaltplan zeigt ein Beispiel mit integriertem BASIC Kaskadenregler mit einer Regelpumpe (Führungspumpe) und zwei Konstantpumpen, einem 4-20-mA-Geber und einer Sicherheitsverriegelung des Systems.

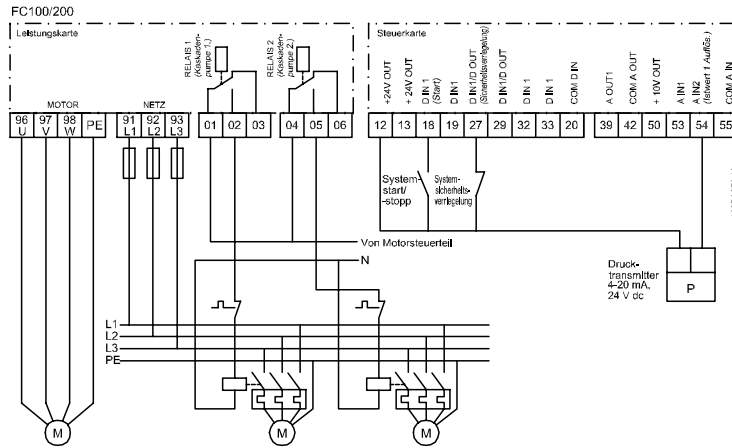


Abbildung 6.11

### 6.1.14 Start-/Stoppbedingungen

Den Digitaleingängen zugeordnete Befehle Siehe *Digitaleingänge*, Parametergruppe 5-1\*.

	Regelpumpe (Führungspumpe)	Konstantpumpen
Start (SYSTEMSTART/STOPP)	Rampe-Auf (bei Stopp und vorliegender Anforderung)	Zuschalten (bei Stopp und vorliegender Anforderung)
Führungspumpenstart	Rampe-Auf, wenn SYSTEMSTART aktiv ist	Nicht betroffen
Freilauf (NOT-AUS)	Freilaufstopp	Abschaltung (eingebaute Relais werden stromlos geschaltet)
Externe Sperre	Freilaufstopp	Abschaltung (eingebaute Relais werden stromlos geschaltet)

Tabelle 6.1

Funktion der Tasten auf dem LCP:

	Regelpumpe (Führungspumpe)	Konstantpumpen
Hand on	Rampe-Auf (wenn Stopp durch normalen Stoppbefehl) oder weiter im normalen Betrieb, wenn dieser bereits im Gang ist	Abschaltung (bei Betrieb)
Off (Aus)	Rampe-Ab	Abschalten
Auto on	Startet oder stoppt je nach Befehlen über Klemmen oder serielle Schnittstellen	Zuschalten/Abschalten

Tabelle 6.2

## 7 RS-485 – Installation und Konfiguration

### 7.1 RS-485 – Installation und Konfiguration

RS-485 ist eine zweiadrige Busschnittstelle, die mit einer Multi-Drop-Netzwerktopologie kompatibel ist, d. h. Teilnehmer können als Bus oder über Abzweigkabel über eine gemeinsame Leitung verbunden werden. Insgesamt können 32 Teilnehmer mit einem Netzwerksegment verbunden werden.

Repeater unterteilen Netzwerksegmente. 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 Enden ab – entweder mithilfe des Abschlusschalters (S801) der Frequenzumrichter oder mit einem Widerstandsnetzwerk für geteilten Abschluss. 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 Knoten ist wichtig, auch bei hohen Frequenzen.

Verbinden Sie also eine große Fläche der Abschirmung mit der Erdung, z. B. mithilfe einer Kabelklemme oder eines leitfähigen Kabelanschlusses. Möglicherweise müssen Sie Potenzialausgleichskabel verwenden, um im Netzwerk das gleiche Erdungspotenzial zu erhalten – vor allem bei Installationen mit langen Kabeln.

Verwenden Sie zur Vermeidung von Impedanzabweichungen stets den gleichen Kabeltyp im gesamten Netzwerk. Bei der Verbindung eines Motors mit dem Frequenzumrichter muss immer ein abgeschirmtes Motorkabel verwendet werden.

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

Tabelle 7.1

#### 7.1.1 Netzwerkanschluss

Ein oder mehrere Frequenzumrichter können mittels der RS-485-Standardschnittstelle an einen Regler (oder Master) angeschlossen werden. Klemme 68 ist mit dem P-Signal (TX+, RX+) verbunden, während Klemme 69 mit dem N-Signal (TX-,RX-) verbunden ist. Siehe Zeichnungen in 5.7.3 *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*

Sollen mehrere Frequenzumrichter an einen Master angeschlossen werden, sind die Schnittstellen parallel zu verbinden.

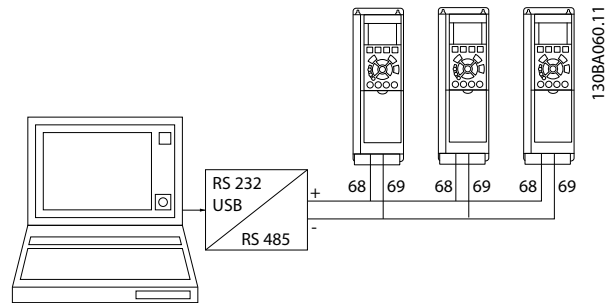


Abbildung 7.1

Zur Vermeidung von Potentialausgleichsströmen über die Abschirmung kann der Kabelschirm über Klemme 61 einseitig geerdet werden (Klemme 61 ist intern über RC-Glied mit dem Gehäuse verbunden).

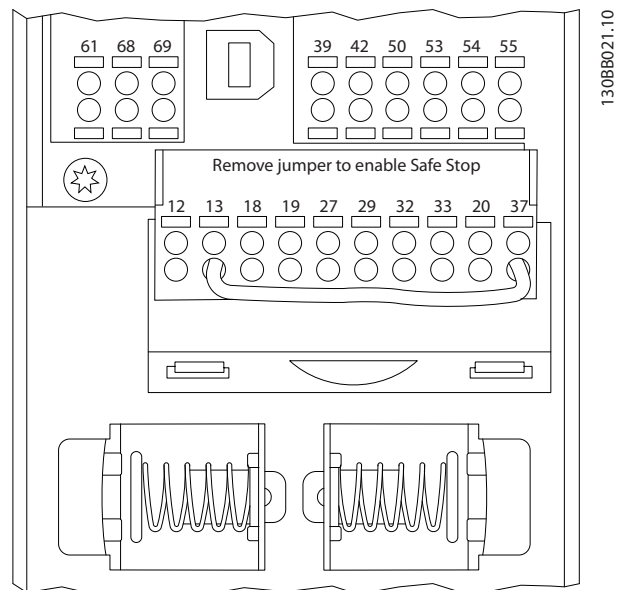


Abbildung 7.2 Steuerkartenklemmen

#### 7.1.2 Frequenzumrichter Hardwarekonfiguration

Verwenden Sie zur Terminierung des RS-485-Busses den DIP-Schalter für den Abschlusswiderstand auf der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters.

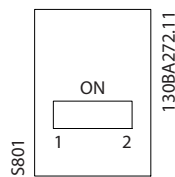


Abbildung 7.3 Werkseinstellung des Schalters für den Abschlusswiderstand

Die Werkseinstellung für den DIP-Schalter lautet AUS.

### 7.1.3 Frequenzumrichter- Parametereinstellungen für Modbus- Kommunikation

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

Parameter	Funktion
8-30 Protocol	Dieser Parameter definiert das Übertragungsprotokoll für die RS-485-Schnittstelle.
8-31 Address	Dieser Parameter definiert die Adresse des Frequenzumrichters an der Schnittstelle. Hinweis: Der Adressbereich hängt von der Protokollauswahl in 8-30 Protocol ab.
8-32 Baud Rate	Dieser Parameter definiert die Baudrate des Frequenzumrichters an der Schnittstelle. Hinweis: Die Standardbaudrate hängt von der Protokollauswahl in 8-30 Protocol ab.
8-33 Parity / Stop Bits	Dieser Parameter definiert die Parität der Schnittstelle und die Anzahl von Stopbits. Hinweis: Die Standardauswahl hängt von der Protokollauswahl in 8-30 Protocol ab.
8-35 Minimum Response Delay	Definiert die minimale Zeit, welche der Frequenzumrichter nach dem Empfangen eines FC-Telegramms wartet, bevor sein Antworttelegramm gesendet wird. So können Modem-Umsteuerzeiten umgangen werden.
8-36 Maximum Response Delay	Definiert eine maximale Zeit, nach welcher der Frequenzumrichter nach dem Senden eines FC-Telegramms das Antworttelegramm erwartet.
8-37 Maximum Inter-Char Delay	Definiert eine maximale Zeit, die der Frequenzumrichter beim Empfang zwischen zwei Bytes eines FC-Telegramms wartet, um sicherzustellen, dass die Timeout-Übertragung unterbrochen wird.

Tabelle 7.2

### 7.1.4 EMV-Schutzmaßnahmen

Die folgenden EMV-Schutzmaßnahmen werden empfohlen, um den störungsfreien Betrieb des RS-485-Netzwerks zu erreichen.

Beachten Sie die geltenden nationalen und lokalen Bestimmungen, z. B. zum Anschluss der Schutzterde. Das RS-485-Kommunikationskabel muss von Motor- und Bremswiderstandskabeln ferngehalten werden, um das Einkoppeln von Hochfrequenzstörungen von einem Kabel zum anderen zu vermeiden. In der Regel reicht ein Abstand von 200 mm aus. Es wird jedoch empfohlen, den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln vorzusehen, vor allem dann, wenn die Kabel über größere Entfernungen parallel geführt werden. Lässt sich das Kreuzen der Kabel nicht vermeiden, muss das RS-485-Kabel in einem Winkel von 90 Grad über Motor- und Bremswiderstandskabel geführt werden.

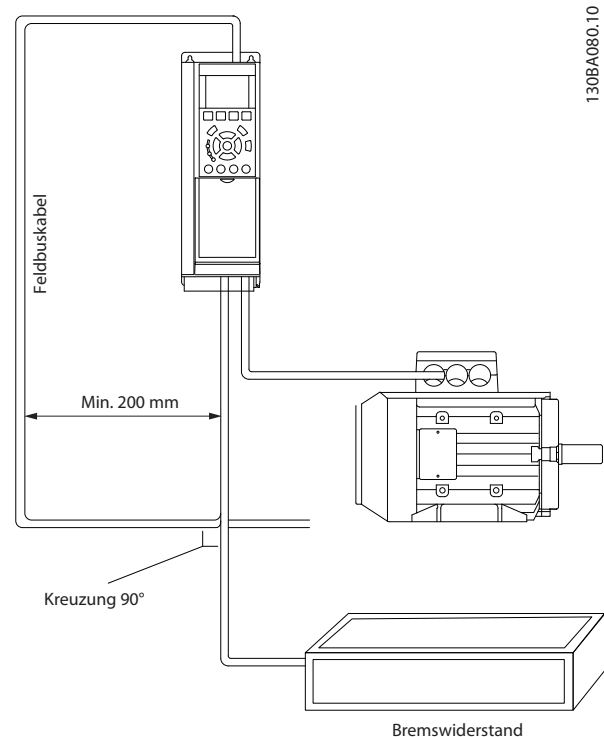


Abbildung 7.4

### 7.2 Übersicht zum FC-Protokoll

Das FC-Protokoll, das auch als FC-Bus oder Standardbus bezeichnet wird, ist der Standardfeldbus von Danfoss. Er definiert ein Zugriffsverfahren nach dem Master-Slave-Prinzip für die Kommunikation über eine serielle Schnittstelle.

Es können maximal 126 Slaves und ein Master an die Schnittstelle angeschlossen werden. Der Master wählt die einzelnen Slaves über ein Adresszeichen im Telegramm an.

Nur wenn ein Slave ein fehlerfreies, an ihn adressiertes Telegramm empfangen hat, sendet er ein Antworttelegramm. Die direkte Nachrichtenübertragung unter Slaves ist nicht möglich. Die Datenübertragung findet im Halbduplex-Betrieb statt.

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

Die physikalische Schicht ist RS-485 und nutzt damit die im Frequenzumrichter integrierte RS-485-Schnittstelle. Das FC-Protokoll unterstützt unterschiedliche Telegrammformate:

- Ein kurzes Format mit 8 Bytes für Prozessdaten.
- Ein langes Format von 16 Bytes, das ebenfalls einen Parameterkanal enthält.
- Ein Format, das für Texte verwendet wird.

### 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
- Verschiedene Möglichkeiten zum Stopp des Frequenzumrichters  
Freilaufstopp  
Schnellstopp  
DC-Bremmsstopp  
Normaler Stopp (Rampenstopp)
- Reset nach Fehlerabschaltung
- Betrieb mit einer Vielzahl von Festdrehzahlen
- Start mit Reversierung
- Änderung des aktiven Parametersatzes
- Steuerung der zwei Relais im Frequenzumrichter

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

## 7.3 Netzwerkkonfiguration

### 7.3.1 Frequenzumrichter-Konfiguration

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

Parameternummer	Einstellung
8-30 Protocol	FC
8-31 Address	1 - 126
8-32 Baud Rate	2400 - 115200
8-33 Parity / Stop Bits	Gerade Parität, 1 Stopp-Bit (Standard)

Tabelle 7.3

## 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. Dieses wird auf „1“ gesetzt, wenn Paritätsgleichheit gegeben ist. Parität bedeutet, dass insgesamt die gleiche Anzahl binärer Einsen in den 8 Datenbits und dem Paritätsbit vorhanden ist. Ein Zeichen wird durch ein Stopp-Bit abgeschlossen und besteht somit aus insgesamt 11 Bits.

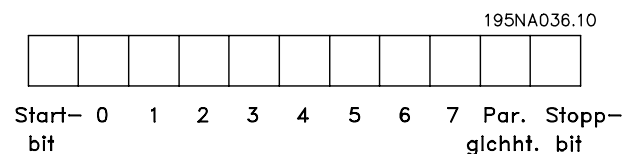


Abbildung 7.5

### 7.4.2 Telegramm-Struktur

Jedes Telegramm hat die folgende Struktur:

1. Startzeichen (STX)=02 Hex
2. Ein Byte zur Angabe der Telegrammlänge (LGE)
3. Ein Byte zur Angabe der Adresse (ADR) des Frequenzumrichters

Es folgen verschiedene Datenbytes (variabel, je nach Telegrammtyp).

Ein Datensteuerbyte (BCC) vervollständigt das Telegramm.

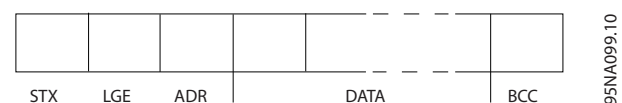


Abbildung 7.6



### 7.4.3 Telegramm-Länge (LGE)

Die Telegramm-Länge entspricht der Anzahl von Daten-Byte plus Adressbyte ADR und Datensteuerbyte BCC.

Die Länge von Telegrammen mit vier Datenbyte lautet	$LGE = 4 + 1 + 1 = 6 \text{ Byte}$
Die Länge von Telegrammen mit 12 Datenbyte lautet	$LGE = 12 + 1 + 1 = 14 \text{ Byte}$
Die Länge von Telegrammen mit Text lautet	$10^{1)} + n \text{ Byte}$

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

### 7.4.4 Frequenzumrichter-Adresse (ADR)

Es werden zwei verschiedene Adressformate verwendet.  
Der Adressbereich des Frequenzumrichters lautet entweder 1-31 oder 1-126.

#### 1. Adressformat 1-31:

- Bit 7 = 0 (Adressformat 1-31 aktiv)
- Bit 6 wird nicht verwendet.
- Bit 5 = 1: Broadcast, Adress-Bits (0-4) werden nicht verwendet.
- Bit 5 = 0: Kein Broadcast
- Bit 0-4 = Frequenzumrichter-Adresse 1-31

#### 2. Adressformat 1-126:

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

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

### 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 Datenblöcke variiert je nach Telegramm-Typ. Es gibt drei Telegramm-Typen. Der Typ gilt für Steuer-Telegramme (Master => Slave) und Antwort-Telegramme (Slave => Master).

Die drei Telegramm-Typen lauten:

#### 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)



Abbildung 7.7

130BA269.10

**Parameterblock**

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

130BAZ /1.1U

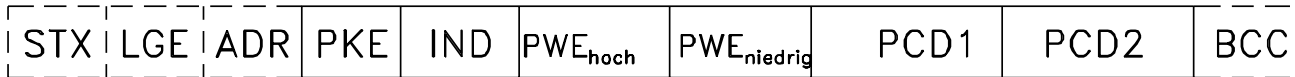
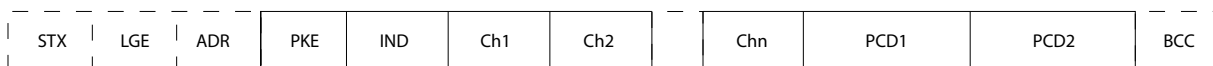


Abbildung 7.8

**Textblock**

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



130BAZ70.10

Abbildung 7.9

**7.4.7 Das PKE-Feld**

Das PKE-Feld enthält zwei Unterfelder: Parameterbefehle und Antwort-AK sowie Parameternummer PNU:

130BA268.10

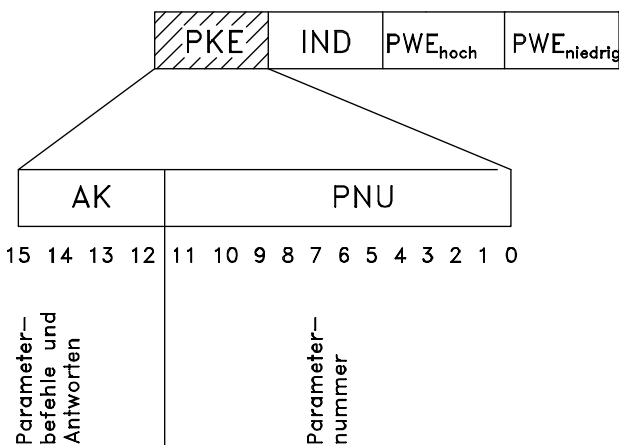


Abbildung 7.10

Die Bits 12 – 15 übertragen Parameterbefehle vom Master zum Slave und geben die verarbeiteten Slave-Antworten an den Master zurück.

Parameterbefehle Master → Slave				
Bit Nr.				Parameterbefehl
15	14	13	12	
0	0	0	0	Kein Befehl
0	0	0	1	Parameterwert lesen
0	0	1	0	Parameterwert in RAM schreiben (Wort)
0	0	1	1	Parameterwert in RAM schreiben (Doppelwort)
1	1	0	1	Parameterwert in RAM und EEPROM schreiben (Doppelwort)
1	1	1	0	Parameterwert in RAM und EEPROM schreiben (Wort)
1	1	1	1	Text lesen/schreiben

Tabelle 7.4

Antwort Slave ⇒ Master				
Bit Nr.				Antwort
15	14	13	12	
0	0	0	0	Keine Antwort
0	0	0	1	Übertragener Parameterwert (Wort)
0	0	1	0	Übertragener Parameterwert (Doppelwort)
0	1	1	1	Befehl kann nicht ausgeführt werden
1	1	1	1	Übertragener Text

Tabelle 7.5

Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, sendet der Slave diese Antwort:

0111 *Befehl kann nicht ausgeführt werden*

und gibt den folgenden Fehlerbericht im Parameterwert (PWE) aus:

PWE Low (Hex)	Fehlerbericht
0	Die verwendete Parameternummer existiert nicht.
1	Es besteht kein Schreibzugriff auf den definierten Parameter.
2	Der Datenwert überschreitet die Grenzen des Parameters.
3	Der verwendete Subindex existiert nicht.
4	Der Parameter ist kein Arraytyp.
5	Der Datentyp entspricht nicht dem definierten Parameter.
11	Im aktuellen Modus des Frequenzumrichters ist eine Datenänderung im definierten Parameter nicht möglich. Bestimmte Parameter können nur bei abgeschaltetem Motor geändert werden.
82	Kein Buszugriff auf den definierten Parameter.
83	Datenänderung nicht möglich, da eine werksseitige Konfiguration ausgewählt wurde.

Tabelle 7.6

## 7.4.8 Parameternummer (PNU)

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

## 7.4.9 Index (IND)

Der Index wird zusammen mit der Parameternummer zum Lesen/Schreiben von Zugriffsparametern mit einem Index verwendet, z. B. *15-30 Alarm Log: Error Code*. Der Index besteht aus zwei Byte, einem Low Byte und einem High Byte.

Nur das Low Byte wird als Index verwendet.

## 7.4.10 Parameterwert (PWE)

Der Parameterwert besteht aus 2 Wörtern (4 Byte), und die Werte variieren je nach dem definierten Befehl (AK). Der Master fordert einen Parameterwert an, wenn der PWE-Block keinen Wert enthält. Zum Ändern des Parameterwerts (Schreiben) schreiben Sie den neuen Wert in den PWE-Block und senden diesen vom Master zum Slave.

Reagiert ein Slave auf eine Parameteranforderung (Lesebefehl), wird der aktuelle Parameterwert im PWE-Block übertragen und an den Master zurückgesendet. Enthält der Parameter keinen numerischen Wert, sondern mehrere Datenoptionen, wie z. B. *0-01 Language*, wobei [0] für Englisch und [4] für Dänisch steht, wählen Sie den Datenwert aus, indem Sie diesen in den PWE-Block eintragen. Siehe Beispiel: Auswählen eines Datenwerts. Die serielle Kommunikation kann nur Parameter mit dem Datentyp 9 (Textzeichenfolge) lesen.

*15-40 FC Type* bis *15-53 Power Card Serial Number* enthalten den Datentyp 9.

Lesen Sie z. B. die Einheitengröße und den Bereich der Netzspannung in *15-40 FC Type*. Wird eine Textzeichenfolge übertragen (gelesen), ist die Telegramm-Länge variabel, und die Texte weisen unterschiedliche Längen auf. Die Telegramm-Länge wird im zweiten Byte im Telegramm (LGE) definiert. Bei Verwendung der Textübertragung gibt das Indexzeichen an, ob es sich um einen Lese- oder Schreibbefehl handelt.

Soll ein Text über den PWE-Block gelesen werden, setzen Sie den Parameterbefehl (AK) auf „F“ hexadezimal. Das High Byte des Indexzeichens muss „4“ lauten.

Einige Parameter enthalten Text, der über den seriellen Bus geschrieben werden kann. Soll ein Text über den PWE-Block geschrieben werden, setzen sie den Parameterbefehl (AK) auf „F“ hexadezimal. Das High Byte des Indexzeichens muss „5“ lauten.

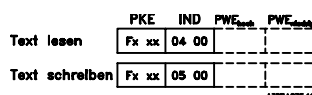


Abbildung 7.11

### 7.4.11 Vom Frequenzumrichter unterstützte Datentypen

„Ohne Vorzeichen“ bedeutet, dass das Telegramm kein Vorzeichen enthält.

Datentypen	Beschreibung
3	Ganzzahl 16
4	Ganzzahl 32
5	Ohne Vorzeichen 8
6	Ohne Vorzeichen 16
7	Ohne Vorzeichen 32
9	Textzeichenfolge
10	Byte-Zeichenfolge
13	Zeitunterschied
33	Reserviert
35	Bit-Reihenfolge

Tabelle 7.7

### 7.4.12 Umwandlung

Die verschiedenen Attribute eines Parameters werden im Abschnitt über *Werkseinstellungen* angezeigt. Parameterwerte werden nur als Ganzzahlen übertragen. Aus diesem Grund werden Umrechnungsfaktoren verwendet, um Dezimalwerte zu übertragen.

4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] weist einen Umrechnungsfaktor von 0,1 auf.

Wenn Sie die Mindestfrequenz auf 10 Hz einstellen möchten, übertragen Sie den Wert 100. Ein Umrechnungsfaktor von 0,1 bedeutet, dass der übertragene Wert mit 0,1 multipliziert wird. Der Wert 100 wird somit als 10,0 wahrgenommen.

Beispiele:

0 s --> Konvertierungsindex 0

0,00 s --> Konvertierungsindex -2

0 ms --> Konvertierungsindex -3

0,00 ms --> Konvertierungsindex -5

Konvertierungsindex	Umrechnungsfaktor
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabelle 7.8 Umrechnungstabelle

### 7.4.13 Prozesswörter (PCD)

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

PCD 1	PCD 2
Steuerung Telegramm (Master→ Slave-Steuerwort)	Referenzwert
Steuerung Telegramm (Slave → Master) Zustandswort	Aktuelle Ausgangsfrequenz

Tabelle 7.9

## 7.5 Beispiele

### 7.5.1 Parameterwert schreiben

Ändern Sie 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] zu 100 Hz. Schreiben Sie die Daten in EEPROM.

PKE = E19E Hex – Einzelnes Wort in 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] schreiben

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 03E8 Hex – Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe Umwandlung.

Das Telegramm sieht dann wie folgt aus:

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

Abbildung 7.12

130BA092.10

## HINWEIS

**4-14 Motor Speed High Limit [Hz] ist ein einzelnes Wort, und der in EEPROM zu schreibende Parameter lautet „E“.**

**Parameter Nr. 4-14 lautet 19E im Hexadezimalformat.**

Die Antwort des Slaves an den Master lautet wie folgt:

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

Abbildung 7.13

130BA093.10

## 7.5.2 Parameterwert lesen

Den Wert in *3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* lesen

PKE = 1155 Hex – Parameterwert in *3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* lesen

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 0000 Hex

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

Abbildung 7.14

130BA094.10

Wenn der Wert in *3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* 10 s ist, lautet die Antwort des Slaves an den Master wie folgt:

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Abbildung 7.15

130BA267.10

3E8 Hex entspricht 1000 im Dezimalformat. Der Umwandlungsindex für *3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* beträgt -2, d. h. 0,01.

*3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* ist vom Typ *Unsigned 32 (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 und sämtliche entsprechenden Einschränkungen, die für den Regler und auch den Frequenzumrichter festgelegt sind, 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 Überblick über Modbus RTU

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

Während der Kommunikation über ein Modbus RTU-Netzwerk bestimmt das Protokoll:

Wie jeder Regler seine Geräteadresse lernt

Wie er ein Telegramm erkennt, das an ihn adressiert ist

Wie er bestimmt, welche Maßnahmen zu ergreifen sind

Wie er Daten oder andere Informationen im Telegramm extrahiert

Falls eine Antwort gefordert ist, erstellt der Regler die Antwort und sendet sie.

Regler kommunizieren über ein Master-Slave-Verfahren, in dem nur ein Gerät (der Master) Transaktionen (Abfragen) einleiten kann. Die anderen Geräte (Slaves) antworten, indem sie dem Master die angeforderten Daten senden oder die in der Abfrage enthaltene Aktion ausführen. Der Master kann einzelne Slaves adressieren oder ein allgemeines Broadcast-Telegramm an alle Slaves senden. Slaves senden ein Telegramm (Antwort) auf Abfragen zurück, die einzeln an sie adressiert wurden. Auf allgemeine Abfragen, die vom Master übertragen wurden, werden keine Antworten zurückgesandt. Das Modbus-

Protokoll definiert das Format für die Abfragen vom Master, indem die Geräteadresse (oder Sendeadresse), ein Funktionscode zur Bestimmung der verlangten Aktion, alle zu übertragenden Daten und ein Fehlerprüffeld in das Protokoll eingetragen werden. Das Antworttelegramm der Slaves wird auch mithilfe des Modbus-Protokolls festgelegt. Es enthält Felder für die Bestätigung der ausgeführten Aktion, alle zurück zu sendenden Daten und ein Fehlerprüffeld. Falls beim Empfang des Telegramms ein Fehler auftritt oder falls der Slave die angeforderte Aktion nicht ausführen kann, wird vom Slave ein Fehlertelegramm zurückgeschickt oder es erfolgt ein Timeout.

## 7.6.4 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

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

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

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

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

## 7.7 Netzwerkkonfiguration

### 7.7.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Um den Modbus RTU auf dem Frequenzumrichter zu aktivieren, sind folgende Parameter einzustellen

Parameter	Einstellung
8-30 Protocol	Modbus RTU
8-31 Address	1 - 247
8-32 Baud Rate	2400 - 115200
8-33 Parity / Stop Bits	Gerade Parität, 1 Stopp-Bit (Standard)

Tabelle 7.10

## 7.8 Modbus RTU Aufbau der Telegrammblöcke

### 7.8.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Die Regler werden für die Kommunikation auf dem Modbus-Netzwerk unter Verwendung der RTU (Remote Terminal Unit) konfiguriert, wobei jedes Byte in einer Meldung 2 hexadezimale 4-Bitzeichen enthält. Das Format für jedes Byte ist in *Tabelle 7.11* dargestellt.

Startbit	Datenbyte	Stopp/ Parität	Stopp

Tabelle 7.11

Codierung	8-Bit binär, hexadezimal 0-9, A-F. 2 hexadezimale Zeichen in jedem 8-Bit-Feld der Meldung enthalten
Bits pro Byte	1 Startbit 8 Datenbits, das geringwertigste Bit wird zuerst gesendet 1 Bit für gerade/ungerade Parität; kein Bit für keine Parität 1 Stoppbit, wenn Parität verwendet wird; 2 Bits bei keiner Parität
Fehlerprüffeld	Zyklische Redundanzprüfung (Cyclical Redundancy Check, CRC)

Tabelle 7.12

### 7.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau

Das Übertragungsgerät platziert die Modbus RTU-Telegramm in eine Baugröße mit bekannten Anfangs- und Endpunkten. Dies ermöglicht den Empfangsgeräten, am Anfang des Telegramms zu beginnen, den Adressbereich zu lesen, festzustellen, welches Gerät adressiert wurde (oder alle Geräte, falls das Telegramm übertragen wird) und zu erkennen, wann das Telegramm beendet ist. Teiltelegramme werden erkannt, woraufhin Fehler gesetzt werden. Für die Übertragung müssen für jedes Feld Zeichen im Hexadezimalformat von 00 bis FF verwendet werden. Der Frequenzumrichter überwacht selbst bei Ruheintervallen fortwährend den Netzwerkbuss. Beim Empfang des ersten Felds (das Adressfeld) wird dieses von jedem Frequenzumrichter oder Gerät entschlüsselt, damit

festgestellt werden kann, an welches Feld es adressiert worden ist. Bei Modbus RTU-Telegrammen, die an Null adressiert sind, handelt es sich um Broadcast-Telegrammen. Bei Broadcast-Telegrammen ist keine Antwort erlaubt. Ein typischer Telegrammrahmen wird in *Tabelle 7.13* 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 7.13** Typische Modbus RTU-Telegrammstruktur

### 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 Zeichen markiert ein identisches Intervall von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit das Ende der Nachricht. Nach diesem Intervall kann ein neues Telegramm beginnen. Der gesamte Telegrammblock muss als kontinuierlicher Datenstrom übertragen werden. Falls eine Sendepause von mehr als 1,5 Zeichen pro Zeiteinheit vor dem Abschluss des Blocks auftritt, löscht das empfangende Gerät die Daten und nimmt an, dass es sich beim nächsten Byte um das Adressfeld einer neuen Nachricht handelt. Beginnt ein neues Telegramm früher als 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit nach einem vorangegangenen Telegramm, interpretiert es das empfangende Gerät als Fortsetzung des vorangegangenen Telegramms. Dies führt zu einem Timeout (einer Zeitüberschreitung und damit keiner Antwort vom Slave), da der Wert im letzten CRC-Feld für die kombinierten Telegramme nicht gültig ist.

### 7.8.4 Adressfeld

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

### 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. Wird ein Telegramm von einem Master zu einem Slave gesendet, weist das Funktionscodefeld den Slave an, welche Aktion er auszuführen hat. 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. Daneben setzt der Slave einen individuellen Code in das Datenfeld des Antworttelegramms. Dadurch wird der Master über die Art des Fehlers oder den Grund der Ausnahme informiert. Siehe dazu auch *7.8.10 Durch Modbus RTU unterstützte Funktionscodes* und *7.8.11 Modbus-Ausnahmecodes*.

### 7.8.6 Datenfeld

Das Datenfeld setzt sich aus Sätzen von je zwei hexadezimalen Zeichen im Bereich von 00 bis FF (hexadezimal) zusammen. Diese bestehen aus einem RTU-Zeichen. Das Datenfeld der von einem Master-Slave-Gerät gesendeten Meldung enthält weitere Informationen, die der Slave zur Durchführung der vom Funktionscode festgelegten Aktion verwenden muss. Dazu gehören z. B. Spulen- oder Registeradressen, die Anzahl der zu bearbeitenden Punkte oder die Zählung der Istwert-Datenbytes im Feld.

### 7.8.7 CRC-Prüffeld

Meldungen enthalten ein Fehlerprüfungsfeld, das auf der Methode der zyklischen Redundanzprüfung (CRC) basiert. Das CRC-Feld überprüft die Inhalte der gesamten Meldung. Es wird unabhängig von allen Paritätsprüfungsmethoden angewandt, die für die individuellen Zeichen der Meldung verwendet werden. Der CRC-Wert wird durch das Übertragungsgerät berechnet, das den CRC als letztes Feld in der Meldung ergänzt. Das empfangende Gerät berechnet einen CRC während des Empfangs einer Meldung neu und vergleicht den berechneten Wert mit dem tatsächlich im CRC-Feld empfangenen Wert. Wenn die beiden Werte ungleich sind, ist ein Bus-Timeout die Folge. Das fehlerüberprüfende Feld enthält einen 16-Bit-Binärwert, der als zwei Byte mit je 8 Bit umgesetzt wird. Danach wird zunächst das geringwertige Byte des Felds angehängt, gefolgt vom hochwertigen Byte. Das hochwertige CRC-Byte ist das in der Meldung zuletzt gesendete Byte.

### 7.8.8 Spulenregisteradressierung

In Modbus werden alle Daten in Spulen und Halteregeistern organisiert. Spulen halten ein einzelnes Bit, während Halteregeister ein 2-Byte-Wort halten (d. h. 16 Bits). Alle Datenadressen in Modbus-Meldungen werden auf Null

bezogen. Das erste Auftreten eines Datenelements wird als Element Nummer Null adressiert. Zum Beispiel: Die in einem programmierbaren Regler als „Spule 1“ bekannte Spule wird im Datenadressfeld einer Modbus-Meldung als Spule 0000 adressiert. Spule 127 (dezimal) wird als Spule 007EHEX adressiert (126 dezimal).

Halteregister 40001 wird im Datenadressfeld der Meldung als Register 0000 adressiert. Das Funktionscodefeld legt bereits den Betrieb eines „Halteregisters“ fest. Deshalb ist der „4XXXX“-Sollwert inbegriffen. Das Halteregister 40108 wird als Register 006BHEX adressiert (107 dezimal).

Spulenummer	Beschreibung	Signalrichtung
1-16	Frequenzumrichter-Steuerswort (siehe unten stehende Tabelle)	Master -> Slave
17-32	Frequenzumrichter-Drehzahl- oder Sollwertbereich e 0x0 – 0xFFFF (-200 % ... ~ 200 %)	Master -> Slave
33-48	Frequenzumrichter-Zustandswort (siehe unten stehende Tabelle)	Slave -> Master
49-64	Modus ohne Rückführung: Frequenzumrichter -Ausgangsfrequenz Modus mit Rückführung: Frequenzumrichter Istwertsignal	Slave -> Master
65	Parameter-Schreibregelung (Master -> Slave)	
	0 =	Parameteränderungen werden in den RAM des Frequenzumrichters geschrieben
	1 =	Parameteränderungen werden in den RAM und EEPROM des Frequenzumrichters geschrieben.
66-65536	Reserviert	

7

Tabelle 7.14

Spule	0	1
01	Festsollwert LSB	
02	Festsollwert MSB	
03	DC-Bremse	Keine DC-Bremse
04	Freilaufstopp	Kein Freilaufstopp
05	Schnellstopp	Kein Schnellstopp
06	Freq. speichern	Keine Freq. speichern
07	Rampenstopp	Start
08	Kein Reset	Reset
09	Keine Festschrittzahl JOG	Festschrittz. (JOG)
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Daten nicht gültig	Daten gültig
12	Relais 1 aus	Relais 1 ein
13	Relais 2 aus	Relais 2 ein
14	Konfiguration LSB	
15	Konfiguration MSB	
16	Keine Reversierung	Reversierung
<b>Frequenzumrichter-Steuerswort (FC-Profil)</b>		

Tabelle 7.15

Spule	0	1
33	Regler nicht bereit	Regler bereit
34	Frequenzumrichter nicht bereit	Frequenzumrichter bereit
35	Freilaufstopp	Sicherheitsverriegelung
36	Kein Alarm	Alarm
37	Unbenutzt	Unbenutzt
38	Unbenutzt	Unbenutzt
39	Unbenutzt	Unbenutzt
40	Keine Warnung	Warnung
41	Istwert≠Sollwert	Istwert=Sollwert
42	Handbetrieb	Autobetrieb
43	Außerhalb Frequenzbereich	In Frequenzbereich
44	Gestoppt	Motor ein
45	Unbenutzt	Unbenutzt
46	Keine Spannungswarnung	Spannungswarnung
47	Nicht in Stromgrenze	Stromgrenze
48	Keine Temperaturwarnung	Warnung Übertemp.
<b>Frequenzumrichter-Zustandswort (FC-Profil)</b>		

Tabelle 7.16



Halteregister	
Registernummer	Beschreibung
00001-00006	Reserviert
00007	Letzter Fehlercode von einer FC-Datenobjektschnittstelle
00008	Reserviert
00009	Parameterindex*
00010-00990	Parametergruppe 000 (Parameter 001 bis 099)
01000-01990	Parametergruppe 100 (Parameter 100 bis 199)
02000-02990	Parametergruppe 200 (Parameter 200 bis 299)
03000-03990	Parametergruppe 300 (Parameter 300 bis 399)
04000-04990	Parametergruppe 400 (Parameter 400 bis 499)
...	...
49000-49990	Parametergruppe 4900 (Parameter 4900 bis 4999)
50000	Eingangsdaten: Frequenzumrichter Steuerwort-Register (CTW).
50010	Eingangsdaten: Bus-Sollwertregister (REF).
...	...
50200	Ausgangsdaten: Frequenzumrichter Zustandswortregister (STW).
50210	Ausgangsdaten: Frequenzumrichter Hauptistwertregister (HIW).

Tabelle 7.17

\* Zur Festlegung der zu verwendenden Indexnummer beim Zugriff auf einen indizierten Parameter.

### 7.8.9 Regelung des Frequenzumrichters

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

### 7.8.10 Durch Modbus RTU unterstützte Funktionscodes

Modbus RTU unterstützt die Verwendung folgender Funktionscodes im Funktionsfeld einer Meldung.

Funktion	Funktionscode
Spulen lesen	1 hex
Halteregister lesen	3 hex
Einzelne Spule schreiben	5 hex
Einzelnes Register schreiben	6 hex
Mehrere Spulen schreiben	F hex
Mehrere Register schreiben	10 hex
Gem. Ereigniszähler erhalten	B hex
Slave-ID berichten	11 hex

Tabelle 7.18

Funktion	Funktionscode	Unterfunktionscode	Unterfunktion
Diagnose	8	1	Kommunikation neu starten
		2	Diagnoseregister zurück
		10	Zähler und Diagnoseregister löschen
		11	Busmeldungszähler zurück
		12	Buskommunikationsfehlerzähler zurück
		13	Busausnahmefehlerzähler zurück
		14	Slavemeldungszähler zurück

Tabelle 7.19

### 7.8.11 Modbus-Ausnahmecodes

Für eine umfassende Erläuterung der Struktur einer Ausnahmecode-Antwort siehe .

Modbus-Ausnahmecodes		
Code	Name	Bedeutung
1	Unerlaubte Funktion	Bei dem in der Abfrage empfangenen Funktionscode handelt es sich um eine unzulässige Aktion für den Server (oder Slave). Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass der Funktionscode nur für neuere Geräte gültig ist und nicht in der ausgewählten Einheit implementiert wurde. Möglicherweise befindet sich auch der Server (oder Slave) nicht in dem Zustand, in dem eine solche Anfrage verarbeitet werden kann, weil der Server (oder Slave) z. B. nicht konfiguriert ist und aufgefordert wird, Registerwerte zurückzugeben.
2	Unerlaubte Datenadresse	Bei der in der Abfrage empfangenen Datenadresse handelt es sich um eine für den Server (oder Slave) unzulässige Adresse. Die Kombination aus Referenznummer und Transferlänge ist ungültig. Bei einem Regler mit 100 Registern ist eine Abfrage mit Offset 96 und Länge 4 erfolgreich, eine Abfrage mit Offset 96 und Länge 5 ruft die Ausnahme 02 hervor.
3	Unerlaubter Datenwert	Bei dem in der Abfrage empfangenen Datenwert handelt es sich um einen für den Server (oder Slave) unzulässigen Wert. Dies deutet auf einen Strukturfehler in dem Rest einer komplexen Abfrage hin, so z. B. dass die implizierte Länge nicht korrekt ist. Es bedeutet NICHT, dass ein zur Speicherung an ein Register übermitteltes Datenfeld einen Wert enthält, der außerhalb des erwarteten Bereiches des Anwendungsprogramms liegt. Das Modbus-Protokoll kennt nicht die Bedeutung eines bestimmten Wertes eines bestimmten Registers.
4	Ausfall des Slave-Geräts	Bei dem Versuch des Servers (oder Slaves) eine angeforderte Aktion durchzuführen, ist ein nicht behebbarer Fehler aufgetreten.

Tabelle 7.20

## 7.9 Zugriff auf Parameter

### 7.9.1 Parameterverarbeitung

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

### 7.9.2 Datenspeicherung

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

### 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

Die verschiedenen Attribute jedes Parameters werden im Abschnitt über Werkseinstellungen angezeigt. 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 „Halteregeister lesen“ gelesen. Parameter werden über die Funktion 6HEX „Einzelregister voreinstellen“ für 1 Register (16 Bit) und die Funktion 10HEX „Mehrere Register voreinstellen“ für 2 Register (32 Bit) geschrieben. Lesbare Längen reichen von 1 Register (16 Bit) bis zu 10 Registern (20 Zeichen).

### Nichtstandarddatentypen

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

## 7.10 Beispiele

Die folgenden Beispiele veranschaulichen die verschiedenen Modbus RTU-Befehle. Falls ein Fehler auftritt, beziehen Sie sich auf den Abschnitt Ausnahmecodes.

### 7.10.1 Spulenzustand lesen (01 HEX)

#### Beschreibung

Mithilfe dieser Funktion wird der EIN/AUS-Zustand diskreter Ausgänge (Spulen) im Frequenzumrichter gelesen. 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.

Beispiel für eine Abfrage zum Lesen der Spulen 33 bis 48 (Zustandswort) vom Slavegerät 01.

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

Tabelle 7.21

#### Antwort

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

Wenn die zurückgegebene Spulenzahl kein Vielfaches von Acht ist, werden die verbleibenden Bits im endgültigen Datenbyte mit Nullen aufgefüllt (in Richtung des hochwertigen Byte-Endes). Das Bytezahlfeld legt die Anzahl der vollständigen Datenbytes fest.

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

Tabelle 7.22

## 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 (05 HEX) forcieren/schreiben

#### Beschreibung

Diese Funktion zwingt die Spule, entweder EIN oder AUS zu sein. Beim Broadcast werden die gleichen Spulenreferenzen in alle verbundenen Slaves forciert.

#### Abfrage

Das Abfragetelegramm legt die zu forcierende Spule 65 (Parameterschreibsteuerung) fest. Spulenadressen beginnen bei Null, z. B. wird Spule 65 als 64 adressiert. Kraftdaten = 00 00HEX (OFF) oder FF 00HEX (ON).

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

Tabelle 7.23

#### Antwort

Die normale Antwort besteht aus einem Echo auf die Anfrage, das nach Forcierung des Spulenzustands zurückgegeben wird.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	05
Kraftdaten HI	FF
Kraftdaten LO	00
Spulenmenge HI	00
Spulenmenge LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.24

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

Diese Funktion zwingt jede Spule in einer Reihe von Spulen, entweder EIN oder AUS zu sein. Beim Broadcast werden die gleichen Spulenreferenzen in alle verbundenen Slaves zwingt.

Das **Abfragetelegramm** legt die zu forcierenden Spulen 17 bis 32 (Drehzahlvorgabe) fest.

## HINWEIS

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

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01 (Frequenzumrichter-Adresse)
Funktion	0F (mehrere Spulen schreiben)
Spulenadresse HI	00
Spulenadresse LO	10 (Spulenadresse 17)
Spulenmenge HI	00
Spulenmenge LO	10 (16 Spulen)
Bytezahl	02
Kraftdaten HI (Spulen 8-1)	20
Kraftdaten LO (Spule 10-9)	00 (Ref. = 2000hex)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.25

### Antwort

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

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01 (Frequenzumrichter-Adresse)
Funktion	0F (mehrere Spulen schreiben)
Spulenadresse HI	00
Spulenadresse LO	10 (Spulenadresse 17)
Spulenmenge HI	00
Spulenmenge LO	10 (16 Spulen)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.26

### 7.10.4 Haltereister lesen (03 HEX)

#### Beschreibung

Mithilfe dieser Funktion werden die Inhalte der Haltereister 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 *Maximum Reference* lesen, Register 03030.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	03 (Haltereister lesen)
Startadresse HI	0B (Registeradresse 3029)
Startadresse LO	05 (Registeradresse 3029)
Anzahl Binärausgänge HI	00
Anzahl Binärausgänge LO	02 - (Par. 3-03 ist 32 Bits lang, d. h. 2 Register)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.27

#### 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 hochwertigen Bits und das zweite die geringwertigen Bits.

Beispiel: Hex 0016E360 = 1.500.000 = 1500 UPM.

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 7.28

### 7.10.5 Voreingestellte einzelne Register (06 HEX)

**Beschreibung**

Mithilfe dieser Funktion wird ein Wert in einem einzelnen Haltereister voreingestellt.

**Abfrage**

Das Abfragetelegramm legt den voreinzustellenden Registersollwert fest. Registeradressen beginnen bei Null, d. h. Register 1 wird als 0 adressiert.

Beispiel: Schreiben an 1-00 Configuration Mode, Register 1000

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

Tabelle 7.29

**Antwort**

Die normale Antwort ist ein Echo der Anfrage, das zurückgegeben wird, nachdem der Registerinhalt übergeben wurde.

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

Tabelle 7.30

### 7.10.6 Voreingestellte multiple Register (10 HEX)

**Beschreibung**

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

**Abfrage**

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

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	10
Startadresse HI	04
Startadresse LO	19
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 7.31

**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	19
Anzahl Register HI	00
Anzahl Register LO	02
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.32

### 7.11 Danfoss FC-Steuerprofil

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

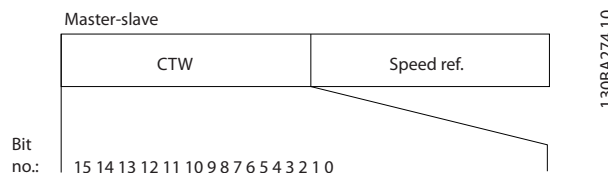


Abbildung 7.16

130BA274.10

Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	externe Auswahl lsb
01	Sollwert	externe Auswahl msb
02	DC-Bremse	Rampe
03	Motorfreilauf	Kein Freilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Ausgangsfrequenz speichern	Rampe verwenden
06	Rampenstopp	Start
07	Keine Funktion	Reset
08	Keine Funktion	Festdrehzahl JOG
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Keine Funktion	Relais 01 ein
12	Keine Funktion	Relais 02 aktiv
13	Parametereinstellung	Auswahl lsb
14	Parametereinstellung	Auswahl msb
15	Keine Funktion	Reversierung

Tabelle 7.33

### Erläuterung der Steuerbits

#### Bits 00/01

Die Bits 00 und 01 werden für die Auswahl zwischen den vier Sollwerten verwendet, die in *3-10 Preset Reference* gemäß folgender Tabelle vorprogrammiert werden:

Programmierter Sollwert	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	<i>3-10 Preset Reference</i> [0]	0	0
2	<i>3-10 Preset Reference</i> [1]	0	1
3	<i>3-10 Preset Reference</i> [2]	1	0
4	<i>3-10 Preset Reference</i> [3]	1	1

Tabelle 7.34

## HINWEIS

Treffen Sie in *8-56 Preset Reference Select* eine Auswahl, um festzulegen, wie Bit 00/01 ein Gate mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen bildet.

#### Bit 02, DC-Bremse:

Bit 02 = „0“ führt zu DC-Bremse und -Stopp. Stellen Sie Bremsstrom und -dauer in *2-01 DC Brake Current* und *2-02 DC Braking Time* ein. Bit 02 = „1“ führt zu Rampe.

#### Bit 03, Freilauf:

Bit 03 = „0“: Der Frequenzumrichter lässt den Motor austrudeln, die Ausgangstransistoren werden

„abgeschaltet“, und der Motor läuft im Freilauf bis zum Stillstand aus. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt werden.

Treffen Sie eine Auswahl in *8-50 Coasting Select*, um festzulegen, wie Bit 03 ein Gate mit der entsprechenden Funktion auf einem Digitaleingang bildet.

#### Bit 04, Schnellstopp:

Bit 04 = „0“: Lässt die Motordrehzahl über Rampe bis zum Stopp herunterfahren (eingestellt in *3-81 Quick Stop Ramp Time*).

#### Bit 05, Ausgangsfrequenz speichern

Bit 05 = „0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz (in Hz) wird gespeichert. Ändern Sie die gespeicherte Ausgangsfrequenz nur mithilfe der Digitaleingänge (*5-10 Terminal 18 Digital Input* bis *5-15 Terminal 33 Digital Input*), die auf Drehzahl auf und Verlangsamten programmiert sind.

## HINWEIS

Wenn Ausgangsfrequenz speichern aktiv ist, kann der Frequenzumrichter nur wie folgt angehalten werden:

- **Bit 03 Freilaufstopp**
- **Bit 02 DC-Bremse**
- **Digitaler Eingang (*5-10 Terminal 18 Digital Input* bis *5-15 Terminal 33 Digital Input*) auf DC-Bremse, Freilaufstopp oder Reset und Freilaufstopp programmiert.**

#### Bit 06, Rampe Stopp/Start:

Bit 06 = „0“: Bewirkt einen Stopp und lässt die Motordrehzahl über den ausgewählten Parameter für die Rampe ab bis zum Stillstand herunterfahren. Bit 06 = „1“: Ermöglicht dem Frequenzumrichter das Starten des Motors, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

Treffen Sie eine Auswahl in *8-53 Start Select*, um festzulegen, wie Bit 06 Rampe Stopp/Start ein Gate mit der entsprechenden Funktion auf einem Digitaleingang bildet.

Bit 07, Reset: Bit 07 = „0“: Kein Reset. Bit 07 = „1“: Quittiert eine Abschaltung. Reset wird auf der Vorderflanke des Signals aktiviert, d. h. beim Wechsel von Logik „0“ zu Logik „1“.

#### Bit 08, Festdrehzahl JOG:

Bit 08 = „1“: Die Ausgangsfrequenz wird durch *3-19 Jog Speed [RPM]* festgelegt.

**Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2:**

Bit 09 = „0“: Rampe 1 ist aktiv (3-41 Ramp 1 Ramp Up Time bis 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time). Bit 09 = „1“: Rampe 2 (3-51 Ramp 2 Ramp Up Time bis 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time) ist aktiv.

**Bit 10, Daten nicht gültig/Daten gültig:**

Teilen Sie dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort verwendet oder ignoriert werden soll. Bit 10 = „0“: Das Steuerwort wird ignoriert. Bit 10 = „1“: Das Steuerwort wird verwendet. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp immer das Steuerwort enthält. So kann das Steuerwort abgeschaltet werden, wenn es während einer Aktualisierung oder während des Lesens von Parametern nicht verwendet werden soll.

**Bit 11, Relais 01:**

Bit 11 = „0“: Relais nicht aktiviert. Bit 11 = „1“: Relais 01 aktiviert, vorausgesetzt, dass Steuerwort Bit 11 in 5-40 Function Relay ausgewählt ist.

**Bit 12, Relais 04:**

Bit 12 = „0“: Relais 04 ist nicht aktiviert. Bit 12 = „1“: Relais 04 ist aktiviert, vorausgesetzt, dass Steuerwort Bit 12 in 5-40 Function Relay ausgewählt ist.

**Bit 13/14, Auswahl der Konfiguration:**

Verwenden Sie die Bits 13 und 14 zur Auswahl aus den vier Menüätzen gemäß der dargestellten Tabelle.

Satz	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabelle 7.35

Die Funktion ist nur dann möglich, wenn Mehrere Konfigurationen in 0-10 Active Set-up ausgewählt ist.

Treffen Sie eine Auswahl in 8-55 Set-up Select, um festzulegen, wie Bit 13/14 ein Gate mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen bildet.

**Bit 15 Reversieren:**

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung. Bit 15 = „1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist die Reversierung in 8-54 Reversing Select auf digital eingestellt. Bit 15 verursacht eine Reversierung, wenn eine serielle Kommunikation, „Oder“-Logik oder „Und“-Logik ausgewählt ist.

**7.11.2 Zustandswort GemäßFC-Profil (STW) (8-10 Control Profile = FC-Profil)**

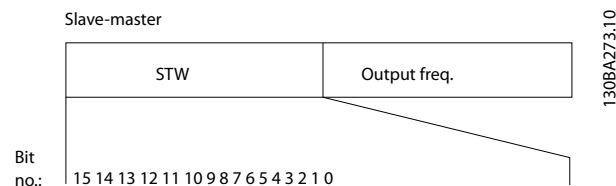


Abbildung 7.17

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Steuer. nicht bereit	Steuer. bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Freilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	Kein Fehler	Fehler (keine Abschaltung)
05	Reserviert	-
06	Kein Fehler	Abschaltsperr
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Lokaler Betrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb der Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Ohne Funktion	Mit Funktion
12	Frequenzumrichter OK	Angehalten, Auto Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Drehmoment OK	Drehmoment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

Tabelle 7.36

**Erläuterung der Zustandsbits**

**Bit 00, Steuerung nicht bereit/bereit:**

Bit 00 = „0“: Der Frequenzumrichter wird abgeschaltet. Bit 00 = „1“: Die Frequenzumrichter-Regler sind bereit, aber die Leistungskomponente empfängt nicht notwendigerweise eine Stromversorgung (im Falle einer externen 24-V-Versorgung der Regler).

**Bit 01, Frequenzumrichter bereit:**

Bit 01 = „1“: Der Frequenzumrichter ist betriebsbereit, aber der Freilauf-Befehl ist über die Digitaleingänge oder die serielle Kommunikation aktiv.

**Bit 02, Freilaufstopp:**

Bit 02 = „0“: Der Frequenzumrichter gibt den Motor frei. Bit 02 = „1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor mit einem Startbefehl.

Bit 03, Kein Fehler/keine Abschaltung:

Bit 03 = „0“: Der Frequenzumrichter befindet sich nicht im Fehlermodus. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter wird abgeschaltet. Geben Sie zur Wiederaufnahme des Betriebs [Reset] ein.

Bit 04, Kein Fehler/Fehler (keine Abschaltung):

Bit 04 = „0“: Der Frequenzumrichter befindet sich nicht im Fehlermodus. Bit 04 = „1“: Der Frequenzumrichter zeigt einen Fehler an, wird aber nicht abgeschaltet.

Bit 05, Nicht verwendet:

Bit 05 wird im Zustandswort nicht verwendet.

Bit 06, Kein Fehler / Abschaltsperr:

Bit 06 = „0“: Der Frequenzumrichter befindet sich nicht im Fehlermodus. Bit 06 = „1“: Der Frequenzumrichter wird abgeschaltet und gesperrt.

Bit 07, Keine Warnung/Warnung:

Bit 07 = „0“: Es liegen keine Warnungen vor. Bit 07 = „1“: Eine Warnung ist aufgetreten.

Bit 08, Drehzahl  $\neq$  Sollwert/Drehzahl = Sollwert:

Bit 08 = „0“: Der Motor läuft, aber die aktuelle Drehzahl unterscheidet sich vom voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. dann der Fall sein, wenn die Drehzahl während Start/Stopp hoch-/heruntergefahren wird. Bit 08 = „1“: Die Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Lokaler Betrieb/Bussteuerung:

Bit 09 = „0“: [STOP/RESET] wird auf dem Bedienteil aktiviert, oder die *Hand-Steuerung* in 3-13 *Reference Site* ist ausgewählt. Der Frequenzumrichter kann nicht über serielle Kommunikation gesteuert werden. Bit 09 = „1“ Der Frequenzumrichter kann über Feldbus / serielle Kommunikation gesteuert werden.

Bit 10, Außerhalb der Frequenzgrenze:

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den Wert in 4-11 *Motor Speed Low Limit [RPM]* oder 4-13 *Motor Speed High Limit [RPM]* erreicht. Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz liegt innerhalb der festgelegten Grenzen.

Bit 11, Kein Betrieb/in Betrieb:

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft. Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal, oder die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

Bit 12, Frequenzumrichter OK/angehalten, Auto Start:

Bit 12 = „0“: Der Wechselrichter hat keine temporäre Übertemperatur. Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter wird wegen Übertemperatur angehalten, aber die Einheit wird nicht abgeschaltet und nimmt nach Beseitigung der Übertemperatur den Betrieb wieder auf.

Bit 13, Spannung OK/Grenze überschritten:

Bit 13 = „0“: Es liegen keine Spannungswarnungen vor. Bit 13 = „1“: Die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters ist zu niedrig oder zu hoch.

Bit 14, Drehmoment OK/Grenze überschritten:

Bit 14 = „0“: Der Motorstrom ist niedriger als die in 4-18 *Current Limit* ausgewählte Drehmomentgrenze. Bit 14 = „1“: Die Drehmomentgrenze in 4-18 *Current Limit* wird überschritten.

Bit 15, Timer OK/Grenze überschritten:

Bit 15 = „0“: Die Timer für den thermischen Motorschutz und der thermische Schutz überschreiten nicht 100 %. Bit 15 = „1“: Eine der Timer überschreitet 100 %.

Alle Bits im STW werden auf „0“ eingestellt, wenn die Verbindung zwischen der InterBus-Option und dem Frequenzumrichter verloren gegangen ist oder ein internes Kommunikationsproblem auftritt.



### 7.11.3 Bus (Drehzahl) Sollwert

Der Drehzahlsollwert wird als relativer Wert in % an den Frequenzumrichter übertragen. Der Wert wird in Form eines 16-Bit-Worts übertragen; in Ganzzahlen (0-32767) entspricht der Wert 16384 (4000 Hex) 100 %. Negative Zahlen werden mithilfe von 2's-Ergänzungen formatiert. Die aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW) wird genauso skaliert wie der Bus-Sollwert.

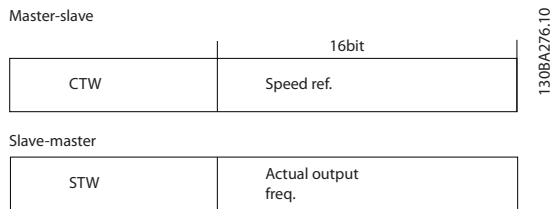


Abbildung 7.18

Sollwert und HIW werden wie folgt skaliert:

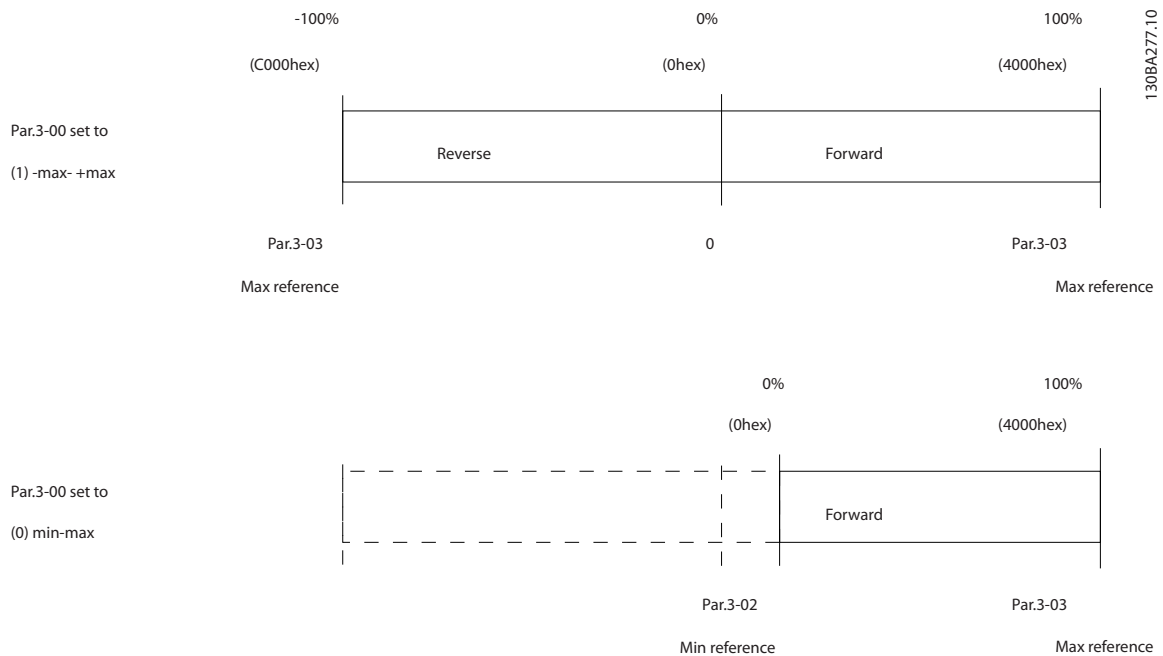
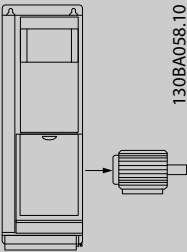
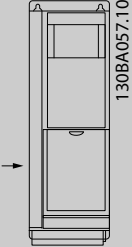


Abbildung 7.19

## 8 Allgemeine technische Daten und Fehlersuche und -behebung

### 8.1 Netzversorgungstabellen

Netzversorgung 200 - 240 V AC – Normale Überlast 110 % / 1 Minute						
Frequenzrichter	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	
Typische Wellenleistung [kW]	1.1	1.5	2.2	3	3.7	
IP 20 / Gehäuse (A2+A3 können mithilfe eines Umwandlungssatzes zu IP21 umgewandelt werden. (Siehe auch <i>Mechanische Montage</i> im Produkthandbuch und <i>IP 21/Typ 1 Gehäusesatz</i> im Projektierungshandbuch.))	A2	A2	A2	A3	A3	
IP 55 / NEMA 12	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5	
IP 66 / NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	
Typische Wellenleistung [HP] bei 208 V	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	
Ausgangsstrom						
 130BA058.10	Überlastbetrieb (3 x 200 – 240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
	Überlastbetrieb (3 x 200 – 240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4
	Dauerbetrieb kVa (208 V AC) [kVa]	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
	Max. Kabelquerschnitt: (Netz, Motor, Bremse) [mm <sup>2</sup> /AWG] <sup>2)</sup>	4/10				
	<b>Max. Eingangsstrom</b>					
 130BA057.10	Überlastbetrieb (3 x 200 – 240 V) [A]	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
	Überlastbetrieb (3 x 200 – 240 V) [A]	6,5	7,5	10,5	12,4	16,5
	Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	20	20	20	32	32
	Umgebung					
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	63	82	116	155	185
	Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5
	Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13,5	13,5
	Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13,5	13,5
Wirkungsgrad <sup>3)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	

8

Tabelle 8.1 Netzversorgung 200-240 VAC

**Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC – Normale Überlast 110 % für 1 Minute**

IP 20 / Gehäuse (B3+4 und C3+4 können mithilfe eines Umwandlungsatzes zu IP21 umgewandelt werden. (Siehe auch *Mechanische Montage* im Produkthandbuch und *IP 21/Typ 1 Gehäusesatz* im Projektierungshandbuch.))

	B3	B3	B3	B4	C3	C4	C4
IP 21 / NEMA 1	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C2
IP 55 / NEMA 12	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C2
IP 66 / NEMA 12	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C2
Frequenzumrichter	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P22K	P30K	P45K
Typische Wellenleistung [kW]	5,5	7,5	11	15	22	30	37
Typische Wellenleistung [HP] bei 208 V	7,5	10	15	20	30	40	50

**Ausgangsstrom**

Dauerbetrieb (3 x 200 – 240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4	88,0	115	143	170
Überlastbetrieb (3 x 200 – 240 V) [A]	16/6			35/2	35/2	70/3/0	185/	kcmil350

Dauerbetrieb (3 x 200 – 240 V) [A]	22,0	28,0	42,0	54,0	80,0	104,0	130,0	154,0
Überlastbetrieb (3 x 200 – 240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4	88,0	114,0	143,0	169,0
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	63	63	63	80	125	160	200	250
Umgebung:								
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	269	310	447	602	737	845	1140	1353
Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]	12	12	12	23,5	35	35	50	50
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]	23	23	23	27	45	45	65	65
Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]	23	23	23	27	45	45	65	65
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]	23	23	23	27	45	45	65	65
Wirkungsgrad <sup>3)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97
Überlastbetrieb (3 x 200 – 240 V) [A]	26,6	33,9	50,8	65,3	96,8	127	157	187
Dauerbetrieb kVa (208 V AC) [kVa]	8,7	11,1	16,6	21,4	31,7	41,4	51,5	61,2

Max. Kabelquerschnitt:  
(Netz, Motor, Bremse)  
[mm<sup>2</sup> / AWG]<sup>2)</sup>

50/1/0  
(B4=35/2)

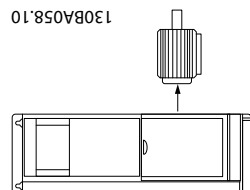
35/2

10/7

50/1/0

95/4/0

120/250  
MCM


**Tabelle 8.2 Netzversorgung 3 x 200 – 240 V AC**

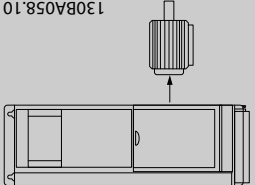
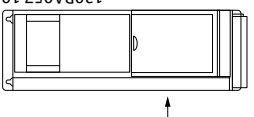
Netzversorgung 3 x 380-480 V AC - Normale Überlast 110 % / 60 s										
Frequenzumrichter	PIK1	PIK5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5			
Typische Wellenleistung [kW]	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5			
	1.5	2.0	2.9	4.0	5.0	7.5	10			
IP20 (A2+A3 können mithilfe eines Umbausatzes auf die Schutzart IP21 umgestellt werden. (Siehe bitte auch die Punkte <i>Mechanische Befestigung</i> im Produkthandbuch und <i>IP21-Gehäuseabdeckung</i> im Projektierungshandbuch))										
IP55	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3			
IP66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5			
	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5			
Ausgangsstrom										
	Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]		3	4,1	5,6	7,2	10	13	16	
	Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]		3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3	17,6	
	Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]		2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5	
	Überlast (60 s) (3 x 441-480 V) [A]		3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	
	Dauerleistung kVA (400 V AC) [kVA]		2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11,0	
	Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]		2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6	
Max. Kabelquerschnitt: (Netz, Motor, Bremse) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup> 4/10										
Max. Eingangsstrom										
	Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]		2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4	
	Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]		3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9	15,8	
	Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]		2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13,0	
	Überlast (60 s) (3 x 441-480 V) [A]		3,0	3,4	4,7	6,3	8,1	10,9	14,3	
	Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]		10	10	20	20	20	32	32	
	Umgebung									
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>		58	62	88	116	124	187	255		
Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]		4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6		
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]										
Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]		9,7/13,5	9,7/13,5	9,7/13,5	9,7/13,5	9,7/13,5	14,2	14,2		
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]		9,7/13,5	9,7/13,5	9,7/13,5	9,7/13,5	9,7/13,5	14,2	14,2		
Wirkungsgrad <sup>3)</sup>		0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97		

Tabelle 8.3 Netzversorgung 3 x 380-480 V AC

Netzversorgung 3 x 380-480 V AC - Normale Überlast 110 % / 60 s												
Frequenzumrichter	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K		
Typische Wellenleistung [kW]	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90		
	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125		
IP20 (B3+4 und C3+4 können über einen Umbausatz auf Schutzart IP21 umgerüstet werden (wenden Sie sich bitte an Danfoss))	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4		
IP21	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2		
IP55	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2		
IP66	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2		
<b>Ausgangsstrom</b>												
Dauerbetrieb (3 x 380-439 V) [A]	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177		
Überlast (60 s) (3 x 380-439V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195		
Dauerbetrieb (3 x 440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160		
Überlast (60 s) (3 x 440-480 V) [A]	23,1	29,7	37,4	44	61,6	71,5	88	116	143	176		
Dauerleistung kVA (400 V AC) [kVA]	16,6	22,2	26	30,5	42,3	50,6	62,4	73,4	102	123		
Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]	16,7	21,5	27,1	31,9	41,4	51,8	63,7	83,7	104	128		
Max. Kabelquerschnitt: (Netz, Motor, Bremse)[mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	10/7			35/2			50/1/0 (B4=35/2)			95/ 4/0 120/ MCM250 185/ kcmil350		
Einschließlich Netztrennschalter:	16/6			35/2			70/3/0					
<b>Max. Eingangsstrom</b>												
Dauerbetrieb (3 x 380-439 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161		
Überlast (60 s) (3 x 380-439 V) [A]	24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177		
Dauerbetrieb (3 x 440-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145		
Überlast (60 s) (3 x 440-480 V) [A]	20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160		
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250		
Umgebung												
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474		
Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50		
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65		
Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65		
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65		
Wirkungsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98		

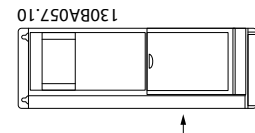
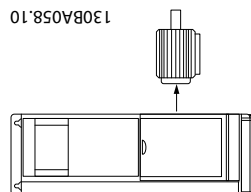
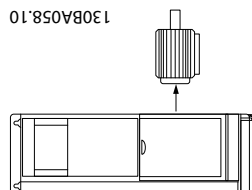


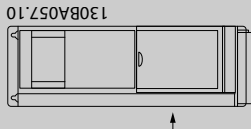
Tabelle 8.4 Netzversorgung 3 x 380-480 V AC

Netzversorgung 3 x 525 – 600 V AC Normale Überlast 110 % für 1 Minute																		
Größe:	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Typische Wellenleistung [kW]	1,1	1,5	2,2	3	3,7	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
IP 20 / Gehäuse	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP 21 / NEMA 1	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP 55 / NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP 66 / NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
<b>Ausgangsstrom</b>																		
Dauerbetrieb (3 x 525 – 550 V) [A]	2,6	2,9	4,1	5,2	-	6,4	9,5	11,5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
Überlastbetrieb (3 x 525 – 550 V) [A]	2,9	3,2	4,5	5,7	-	7,0	10,5	12,7	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151
Dauerbetrieb (3 x 525 – 600 V) [A]	2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
Überlastbetrieb (3 x 525 – 600 V) [A]	2,6	3,0	4,3	5,4	-	6,7	9,9	12,1	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
Dauerbetrieb kVa (525 V AC) [kVa]	2,5	2,8	3,9	5,0	-	6,1	9,0	11,0	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100	130,5
Dauerbetrieb kVa (575 V AC) [kVa]	2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	17,9	21,9	26,9	33,9	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6	130,5
Max. Kabelquerschnitt, IP 21/55/66 (Netz, Motor, Bremse) [mm <sup>2</sup> ]/[AWG] <sup>2)</sup>				4/ 10					10/ 7				25/ 4		50/ 1/0		95/ 4/0	120/ MCM2 50
Max. Kabelquerschnitt, IP 20 (Netz, Motor, Bremse) [mm <sup>2</sup> ]/[AWG] <sup>2)</sup>				4/ 10					16/ 6				35/ 2		50/ 1/0		95/ 4/0	150/ MCM2 50 <sup>5)</sup>
Mit Netz- trennschalter:				4/10							16/6			35/2			70/3/0	185/ kcmil3 50


 Tabelle 8.5 <sup>5)</sup> Mit Bremse und Zwischenkreiskopplung 95/ 4/0

**Netzversorgung 3 x 525 – 600 V AC Normale Überlast 110% für 1 Minute – fortgesetzt**

Größe:	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K	
<b>Max. Eingangsstrom</b>																			
Dauerbetrieb (3 x 525 – 600 V) [A]	2,4	2,7	4,1	5,2	-	5,8	8,6	10,4	17,2	20,9	25,4	32,7	39	49	59	78,9	95,3	124,3	
Überlastbetrieb (3 x 525 – 600 V) [A]	2,7	3,0	4,5	5,7	-	6,4	9,5	11,5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137	
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	10	10	20	20	-	20	32	32	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250	
Umgebung:																			
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	50	65	92	122	-	145	195	261	300	400	475	525	700	750	850	1100	1400	1500	
Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]	6,5	6,5	6,5	6,5	-	6,5	6,6	6,6	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50	
Gewicht des Gehäuses IP21/55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,97	0,97	0,97	0,97	-	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	


**Tabelle 8.6<sup>5)</sup> Mit Bremse und Zwischenkreis-kopplung 95/ 4/0**

## 8.1.1 Netzversorgung High Power

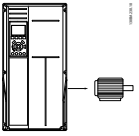
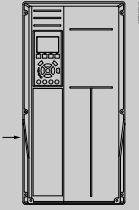
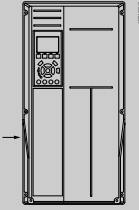
Netzversorgung 3 x 380-480 VAC		P110	P132	P160	P200	P250
	Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	110	132	160	200	250
	Typische Wellenleistung bei 460 V [HP]	150	200	250	300	350
	Schutzart IP21	D1	D1	D2	D2	D2
	Schutzart IP54	D1	D1	D2	D2	D2
	Schutzart IP00	D3	D3	D4	D4	D4
	<b>Ausgangsstrom</b>					
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	212	260	315	395	480
	Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	233	286	347	435	528
	Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	190	240	302	361	443
	Überlast (60 s) (bei 460/480 V) [A]	209	264	332	397	487
	Dauerleistung KVA (bei 400 V) [KVA]	147	180	218	274	333
	Dauerleistung KVA (bei 460 V) [KVA]	151	191	241	288	353
<b>Max. Eingangsstrom</b>						
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	204	251	304	381	463
	Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	183	231	291	348	427
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]	2 x 70 (2 x 2/0)	2 x 70 (2 x 2/0)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 150 (2 x 300 MCM)
	Max. externe Vorsicherungen [A] <sup>1</sup>	300	350	400	500	630
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 400 V	3234	3782	4213	5119	5893
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 460 V	2947	3665	4063	4652	5634
	Gewicht, Schutzart IP21, IP54 [kg]	96	104	125	136	151
	Gewicht, Schutzart IP00 [kg]	82	91	112	123	138
	Wirkungsgrad <sup>4</sup>	0,98				
	Ausgangsfrequenz	0-800 Hz				
Kühlkörperübertemp. Abschaltung	90 °C	110 °C	110 °C	110 °C	110 °C	
Leistungskarte Umgebungs-temperaturabschaltung	60 °C					

Tabelle 8.7



Netzversorgung 3 x 380-480 VAC					
		P315	P355	P400	P450
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]		315	355	400	450
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP]		450	500	600	600
Schutzart IP21		E1	E1	E1	E1
Schutzart IP54		E1	E1	E1	E1
Schutzart IP00		E2	E2	E2	E2
Ausgangsstrom					
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	600	658	745	800
	Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	660	724	820	880
	Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	540	590	678	730
	Überlast (60 s) (bei 460/480 V) [A]	594	649	746	803
	Dauerleistung KVA (bei 400 V) [KVA]	416	456	516	554
	Dauerleistung KVA (bei 460 V) [KVA]	430	470	540	582
Max. Eingangsstrom					
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	590	647	733	787
	Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	531	580	667	718
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]	4x240 (4x500 MCM)	4x240 (4x500 MCM)	4x240 (4x500 MCM)	4x240 (4x500 MCM)
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)
Max. externe Vorsicherungen [A] <sup>1</sup>		700	900	900	900
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 400 V		6790	7701	8879	9670
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 460 V		6082	6953	8089	8803
Gewicht, Schutzart IP21, IP54 [kg]		263	270	272	313
Gewicht, Schutzart IP00 [kg]		221	234	236	277
Wirkungsgrad <sup>4</sup>			0,98		
Ausgangsfrequenz			0-600 Hz		
Kühlkörperübertemp. Abschaltung			110 °C		
Leistungskarte Umgebungstemperaturabschaltung			68 °C		

Tabelle 8.8

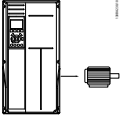
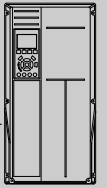
Netzversorgung 3 x 380-480 VAC							
	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0	
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	500	560	630	710	800	1000	
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP]	650	750	900	1000	1200	1350	
Schutzart IP21, 54 ohne/mit Optionsschrank	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4	
Ausgangsstrom							
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	880	990	1120	1260	1460	1720
	Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	968	1089	1232	1386	1606	1892
	Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160	1380	1530
	Überlast (60 s) (bei 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276	1518	1683
	Dauerleistung KVA (bei 400 V) [KVA]	610	686	776	873	1012	1192
	Dauerleistung KVA (bei 460 V) [KVA]	621	709	837	924	1100	1219
	Max. Eingangsstrom						
		Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	857	964	1090	1227	1422
Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]		759	867	1022	1129	1344	1490
Max. Leitungsquerschnitt, Motor [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]		8x150 (8x300 MCM)			12x150 (12x300 MCM)		
Max. Kabelquerschnitt, Netz F1/F2 [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]		8x240 (8x500 MCM)					
Max. Kabelquerschnitt, Netz F3/F4 [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]		8x456 (8x900 MCM)					
Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreiskopplung [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]		4x120 (4x250 MCM)					
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]		4x185 (4x350 MCM)			6x185 (6x350 MCM)		
Max. externe Vorsicherungen [A] <sup>1</sup>		1600		2000		2500	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 400 V, F1 & F2		10647	12338	13201	15436	18084	20358
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 460 V, F1 & F2		9414	11006	12353	14041	17137	17752
Max. addierte Verluste von A1 EMV, Trennschalter oder Trennschalter und Schütz, F3 & F4		963	1054	1093	1230	2280	2541
Max. Schaltschrankoptionsverluste		400					
Gewicht, Schutzart IP21, IP54 [kg]	1004/ 1299	1004/ 1299	1004/ 1299	1004/ 1299	1246/ 1541	1246/ 1541	
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	102	102	102	102	136	136	
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102	102	102	136	102	102	
Wirkungsgrad <sup>4</sup>	0,98						
Ausgangsfrequenz	0-600 Hz						
Kühlkörperübertemp. Abschaltung	95 °C						
Leistungskarte Umgebungstemperaturabschaltung	68 °C						

Tabelle 8.9

## 8.1.2 Netzversorgung 3 x 525-690 V AC

Normale Überlast 110 % / 60 s													
Größe:	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K			
Typische Wellenleistung [kW]	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90			
Typische Wellenleistung [HP] bei 575 V	10	16,4	20,1	24	33	40	50	60	75	100			
IP21	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2			
IP55	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2			
<b>Ausgangsstrom</b>													
	Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	14	19	23	28	36	43	54	65	87	105		
	Überlast (60 s) (3 x 525-550 V) [A]	15,4	20,9	25,3	30,8	39,6	47,3	59,4	71,5	95,7	115,5		
	Dauerbetrieb (3 x 551-690 V) [A]	13	18	22	27	34	41	52	62	83	100		
	Überlast (60 s) (3 x 551-690 V) [A]	14,3	19,8	24,2	29,7	37,4	45,1	57,2	68,2	91,3	110		
	Dauerleistung kVA (550 V AC) [kVA]	13,3	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100		
	Dauerleistung kVA (575 V AC) [kVA]	12,9	17,9	21,9	26,9	33,8	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6		
	Dauerleistung kVA (690 V AC) [kVA]	15,5	21,5	26,3	32,3	40,6	49	62,1	74,1	99,2	119,5		
	Max. Kabelquerschnitt (Netz, Motor, Bremse) [mm <sup>2</sup> ]/[AWG] <sup>2)</sup>			35 1/0							95 4/0		
	<b>Max. Eingangsstrom</b>												
		Dauerbetrieb (3 x 525-690 V) [A]	15	19,5	24	29	36	49	59	71	87	99	
Überlast (60 s) (3 x 525-690 V) [A]		16,5	21,5	26,4	31,9	39,6	53,9	64,9	78,1	95,7	108,9		
Max. Versicherungen <sup>1)</sup> [A]		63	63	63	63	80	100	125	160	160	160		
Umgebung: Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>		201	285	335	375	430	592	720	880	1200	1440		
Gewicht: IP21 [kg]		27	27	27	27	27	65	65	65	65	65	65	
IP55 [kg]		27	27	27	27	27	65	65	65	65	65	65	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>		0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	
<sup>1)</sup> Zur Art der Sicherung siehe 5.2.8 Sicherungen													
<sup>2)</sup> American Wire Gauge													
<sup>3)</sup> Gemessen mit 5 m langen abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und -frequenz													
<sup>4)</sup> Die typische Verlustleistung gilt für Nennlastbedingungen und sollte innerhalb von +/-15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankung von Spannung und Kabelbedingungen). Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkgrad2/Wirkgrad3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zur Leistungsverlust im Frequenzumrichter bei und umgekehrt. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, können die Leistungsverluste erheblich ansteigen. Die typische Leistungsaufnahme des LCP und der Steuerkarte sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Verbraucherlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen. (Typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich bei einer vollständig belasteten Steuerkarte oder jeweils Option A oder B). Obwohl Messungen mit Geräten nach dem neuesten Stand der Technik erfolgen, muss ein gewisses Maß an Messungenauigkeit (+/- 5 %) berücksichtigt werden.													
<sup>5)</sup> Motor- und Netzkabel: 300 MCM/150 mm <sup>2</sup>													

Tabelle 8.10 Netzversorgung 3 x 525-690 V AC

Netzversorgung 3 x 525-690 V AC						
	P110	P132	P160	P200	P250	
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	90	110	132	160	200	
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	125	150	200	250	300	
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	110	132	160	200	250	
Schutzart IP21	D1	D1	D1	D2	D2	
Schutzart IP54	D1	D1	D1	D2	D2	
Schutzart IP00	D2	D3	D3	D4	D4	
<b>Ausgangsstrom</b>						
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	137	162	201	253	303
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	151	178	221	278	333
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	131	155	192	242	290
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	144	171	211	266	319
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	131	154	191	241	289
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	130	154	191	241	289
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	157	185	229	289	347
	<b>Max. Eingangsstrom</b>					
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	130	158	198	245	299
	Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	124	151	189	234	286
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	128	155	197	240	296
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor, Zwischenkreis- kopplung und Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 150 (2 x 300 MCM)		
	Max. externe Vorsicherungen [A] <sup>1</sup>	250	315	350	350	400
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup> , 600 V	2533	2963	3430	4051	4867
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup> , 690 V	2662	3430	3612	4292	5156
	Gewicht, Schutzart IP21, IP54 [kg]	96		104	125	136
	Gewicht, Schutzart IP20 [kg]	82		91	112	123
	Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98				
Ausgangsfrequenz	0-600 Hz					
Kühlkörperübertemp. Abschaltung	85 °C	90 °C	110 °C	110 °C	110 °C	
Leistungskarte Umgebungstemperaturabschaltung	60 °C					

Tabelle 8.11

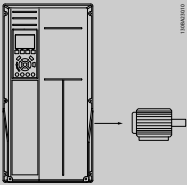
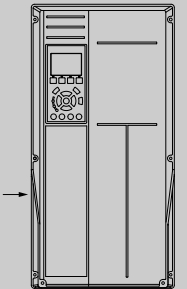
Netzversorgung 3 x 525-690 V AC					
	P315	P400	P450		
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	250	315	355		
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	350	400	450		
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	315	400	450		
Schutzart IP21	D2	D2	E1		
Schutzart IP54	D2	D2	E1		
Schutzart IP00	D4	D4	E2		
<b>Ausgangsstrom</b>					
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	360	418	470	
	Überlast / 60 s (bei 550 V) [A]	396	460	517	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	344	400	450	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	378	440	495	
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	343	398	448	
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	343	398	448	
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	411	478	538	
	<b>Max. Eingangsstrom</b>				
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	355	408	453
		Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	339	390	434
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		352	400	434	
Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreis Kopplung [mm <sup>2</sup> (AWG)]		2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	4 x 240 (4 x 500 MCM)	
Max. Leitungsgröße, Netz [mm <sup>2</sup> (AWG)]		2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	
Max. externe Vorsicherungen [A] <sup>1</sup>		500	550	700	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 600 V		5493	5852	6132	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 690 V		5821	6149	6440	
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]		151	165	263	
Gewicht, Schutzart IP00 [kg]		138	151	221	
Wirkungsgrad <sup>4</sup>	0,98				
Ausgangsfrequenz	0-600 Hz	0-500 Hz	0-500 Hz		
Kühlkörperübertemp. Abschaltung	110 °C	110 °C	110 °C		
Leistungskarte Umgebungstemperatu- rabschaltung	60 °C	60 °C	68 °C		

Tabelle 8.12

Netzversorgung 3 x 525-690 V AC					
	P500	P560	P630		
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	400	450	500		
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	500	600	650		
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	500	560	630		
Schutzart IP21	E1	E1	E1		
Schutzart IP54	E1	E1	E1		
Schutzart IP00	E2	E2	E2		
<b>Ausgangsstrom</b>					
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	523	596	630	
	Überlast / 60 s (bei 550 V) [A]	575	656	693	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	500	570	630	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	550	627	693	
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	498	568	600	
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	498	568	627	
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	598	681	753	
	<b>Max. Eingangsstrom</b>				
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	504	574	607
		Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	482	549	607
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		482	549	607	
Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreis Kopplung [mm <sup>2</sup> (AWG)]		4x240 (4x500 MCM)	4x240 (4x500 MCM)	4x240 (4x500 MCM)	
Max. Leitungsgröße, Netz [mm <sup>2</sup> (AWG)]		2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	
Max. externe Vorsicherungen [A] <sup>1</sup>		700	900	900	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 600 V		6903	8343	9244	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4</sup> , 690 V		7249	8727	9673	
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]		263	272	313	
Gewicht, Schutzart IP00 [kg]		221	236	277	
Wirkungsgrad <sup>4</sup>	0,98				
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz				
Kühlkörperübertemp. Abschaltung	110 °C				
Leistungskarte Umgebungstemperaturab- schaltung	68 °C				

Tabelle 8.13

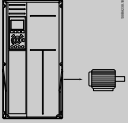
Netzversorgung 3 x 525-690 V AC							
	P710	P800	P900	P1M0	P1M2	P1M4	
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	560	670	750	850	1000	1100	
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	750	950	1050	1150	1350	1550	
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	710	800	900	1000	1200	1400	
Schutzart IP21, 54 ohne/mit Optionsschrank	F1/ F3	F1/ F3	F1/ F3	F2/F4	F2/ F4	F2/F4	
Ausgangsstrom							
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	763	889	988	1108	1317	1479
	Überlast (60 s, bei 550 V) [A]	839	978	1087	1219	1449	1627
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	730	850	945	1060	1260	1415
	Überlast (60 s, bei 575/690 V) [A]	803	935	1040	1166	1386	1557
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	727	847	941	1056	1255	1409
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	727	847	941	1056	1255	1409
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	872	1016	1129	1267	1506	1691	

Tabelle 8.14

Netzversorgung 3 x 525-690 V AC		P710	P800	P900	P1M0	P1M2	P1M4
<b>Max. Eingangsstrom</b>							
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	743	866	962	1079	1282	1440
	Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	711	828	920	1032	1227	1378
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	711	828	920	1032	1227	1378
	Max. Leitungsquerschnitt, Motor [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]	8x150 (8x300 MCM)			12x150 (12x300 MCM)		
	Max. Kabelquerschnitt, Netz F1/F2 [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]	8x240 (8x500 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Netz F3/F4 [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]	8x456 8x900 MCM					
	Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreiskopplung [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]	4x120 (4x250 MCM)					
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm <sup>2</sup> (AWG <sup>2</sup> )]	4x185 (4x350 MCM)			6x185 (6x350 MCM)		
	Max. externe Vorsicherungen [A]1)	1600				2000	2500
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup> , 600 V, F1 & F2	10771	12272	13835	15592	18281	20825
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup> , 690 V, F1 & F2	11315	12903	14533	16375	19207	21857	
Max. zusätzliche Verluste von Trennschalter oder Trennschalter und Schütz, F3 und F4	427	532	615	665	863	1044	
Max. Schaltschrankoptionsverluste	400						
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1004/ 1299	1004/ 1299	1004/ 1299	1246/ 1541	1246/ 1541	1280/1575	
Gewicht, Gleichrichtermodul [kg]	102	102	102	136	136	136	
Gewicht, Wechselrichtermodul [kg]	102	102	136	102	102	136	
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,98						
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz						
Kühlkörperübertemp. Abschaltung	95 °C						
Leistungskarte, Umgebungstemperaturabschaltung	68 °C						

Tabelle 8.15

- 1) Zum Sicherungstyp siehe 5.2.8 Sicherungen .
- 2) American Wire Gauge.
- 3) Gemessen mit abgeschirmten 5-m-Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.
- 4) Die typische Verlustleistung gilt für Nennlastbedingungen und sollte innerhalb von +/-15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf variierende Spannungs- und Kabelbedingungen). Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkgrad2/Wirkgrad3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen auch zur



Verlustleistung des Frequenzumrichters bei und umgekehrt. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind enthalten. Weitere Optionen und Kundenlast können bis zu 30 W zu den Verlusten addieren. (Obwohl typischerweise nur zusätzliche 4 W bei einer vollbelasteten Steuerkarte oder bei Optionsmodulen für Steckplatz A bzw. Steckplatz B.)

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

## 8.2 Allgemeine technische Daten

### Netzversorgung (L1, L2, L3)

Versorgungsspannung 200-240 V ±10 %, 380-480 V ±10 %, 525-690 V ±10 %

#### Niedrige Netzspannung/Netzausfall:

Bei niedriger Netzspannung oder Netzausfall arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Spannung des Zwischenkreises unter den minimalen Stopppegel abfällt – normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters. Bei einer Netzspannung unter 10 % der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters kann keine Einschaltung mit vollem Drehmoment erwartet werden.

Netzfrequenz 50/60 Hz ±5 %

Max. kurzzeitiges Ungleichgewicht zwischen Netzphasen 3,0 % der Versorgungsnennspannung

Verzerrungsleistungsfaktor () ≥ 0,9 bei Nennlast

Verschiebungsfaktor (cos) nahe 1 (> 0,98)

Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) ≤ Gehäusotyp A max. 2 x/Min.

Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) ≥ Gehäusotyp B, C max. 1 x/Min.

Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) ≥ Gehäusotyp D, E, F Max. 1 x/2 Min.

Umgebung nach EN 60664-1 Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Das Gerät eignet sich für Netzversorgungen, die maximal 100.000 ARMS (symmetrisch) bei maximal je 480/600 V liefern können.

### Motorausgang (U, V, W)

Ausgangsspannung 0-100 % der Versorgungsspannung

Ausgangsfrequenz 0-1000 Hz\*

Schalten am Ausgang Unbegrenzt

Rampenzeiten 1-3600 s

\* Abhängig von der Leistungsgröße.

### Drehmomentverhalten der Last

Startmoment (konstantes Drehmoment) maximal 110 % über 1 Min.\*

Startmoment maximal 135 % bis zu 0,5 s\*

Überlastmoment (konstantes Drehmoment) maximal 110 % über 1 Min.\*

\*Prozentwert bezieht sich auf das Nennmoment des Frequenzumrichters.

### Kabellängen und Querschnitte

Max. Motorkabellänge, abgeschirmt VLT® HVAC Drive: 150 m

Max. Motorkabellänge, nicht abgeschirmt VLT® HVAC Drive: 300 m

Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse \*

Max. Querschnitt zu 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 zu Steuerklemmen 0,25 mm<sup>2</sup>

\* Weitere Informationen siehe Tabellen zur Netzversorgung!

### Digitaleingänge

Programmierbare Digitaleingänge 4 (6)

Klemmennummer 18, 19, 27<sup>1)</sup>, 29<sup>1)</sup>, 32, 33,

Logik PNP oder NPN

Spannungsbereich 0-24 V DC

Spannungsniveau, logisch „0“ PNP < 5 V DC

Spannungsniveau, logisch „1“ PNP > 10 V DC

Spannungsniveau, logisch „0“ NPN > 19 V DC

Spannungsniveau, logisch „1“ NPN < 14 V DC

Max. Spannung am Eingang 28 V DC

Eingangswiderstand, Ri ca. 4 kΩ

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

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

Analogeingänge	
Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	53, 54
Betriebsarten	Spannung oder Strom
Betriebsartwahl	Schalter S201 und Schalter S202
Einstellung Spannung	Schalter S201/Schalter S202 = AUS (U)
Spannungsbereich	: 0 bis +10 V (skalierbar)
Eingangswiderstand, Ri	ca. 10 kΩ
Max. Spannung	± 20 V
Einstellung 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) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

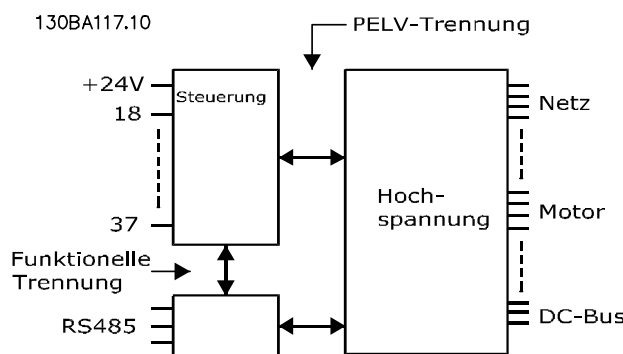


Abbildung 8.1

Pulseingänge	
Programmierbare Pulseingänge	2
Klemmennummern	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
Spannungsbereich	siehe Abschnitt zu Digitaleingängen
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, Ri	ca. 4kΩ
Pulseingangsgenauigkeit (0,1-1 kHz)	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala
Analogausgang	
Anzahl programmierbarer Analogausgänge	1
Klemmennummer	42
Strombereich am Analogausgang	0/4-20 mA
Max. Widerstandslast zu Masse am Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Abweichung: 0,8 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	8 Bit

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

Steuerkarte, RS-485 serielle Kommunikation	
Klemmennummer	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Klemmennummer 61	Masse für Klemmen 68 und 69

Die serielle RS-485-Schnittstelle ist von anderen zentralen Stromkreisen funktional und von der Versorgungsspannung (PELV = Protective extra low voltage / Schutzkleinspannung) galvanisch getrennt.

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

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

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

<b>Steuerkarte, 24-V-DC-Ausgang</b>	
Klemmennummer	12, 13
Max. Last	200 mA

Die 24-V-DC-Versorgung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) getrennt, hat jedoch das gleiche Potential wie die Analog- und Digitalein- und -ausgänge.

<b>Relaisausgänge</b>	
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 @ cosφ 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 @ cosφ 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 @ cosφ 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 Teile 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

<b>Steuerkarte, 10 V DC Ausgang</b>	
Klemmennummer	50
Ausgangsspannung	10,5 V±0,5 V
Max. Last	25 mA

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

<b>Steuerungseigenschaften</b>	
Auflösung der Ausgangsfrequenz bei 0-1000 Hz	+/- 0,003 Hz
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 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:

Gehäusetyp A	IP20, IP21-Gehäuseabdeckung, IP55, IP66
Gehäusetyp B1/B2	IP21, IP55, IP66
Gehäusetyp B3/B4	IP20
Gehäusetyp C1/C2	IP21, IP55, IP66
Gehäusetyp C3/C4	IP20
Gehäusetyp D1/D2/E1	IP21, IP54
Gehäusetyp D3/D4/E2	IP00
Gehäusetyp F1/F3	IP21, 54
Gehäusetyp F2/F4	IP21, 54
Schutzartstanz verfügbar $\leq$ Gehäusetyp D	IP21/IP4x -Gehäuseabdeckung oben
Vibrationstest Gehäuse A, B, C	1,0 g
Vibrationstest Gehäuse D, E, F	0,7 g
Relative Luftfeuchtigkeit	5 % - 95 % (IEC 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60068-2-43) H <sub>2</sub> S-Test	Prüfung kD
Prüfverfahren nach IEC 60068-2-43 Hydrogensulfid (10 Tage)	
Umgebungstemperatur (bei 60° AVM Schaltmodus)	
- mit Leistungsreduzierung	max. 55 ° C <sup>1)</sup>
- bei voller Ausgangsleistung typischer EFF2-Motoren (bis zu 90 % Ausgangsstrom)	max. 50 ° C <sup>1)</sup>
- bei vollem FC-Dauerausgangsstrom	max. 45 ° C <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Weitere Informationen zur Leistungsreduzierung finden Sie unter 8.6 Besondere Betriebsbedingungen.

Min. Umgebungstemperatur bei Vollast	0 °C
Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	- 10 °C
Temperatur bei Lagerung/Transport	-25 - +65/70 °C
Max. Höhe über dem Meeresspiegel ohne Leistungsreduzierung	1000 m
Max. Höhe über dem Meeresspiegel mit Leistungsreduzierung	3000 m

Zur Leistungsreduzierung aufgrund von niedrigem Luftdruck siehe 8.6 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 8.6 Besondere Betriebsbedingungen

Steuerkartenleistung

Abtastintervall	5 ms
Steuerkarte, serielle USB-Kommunikation	
USB-Standard	1.1 (Full Speed)
USB-Stecker	USB-Stecker Typ B (Gerät)

## VORSICHT

Die Verbindung zum PC erfolgt über ein standardmäßiges Host/Geräte-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 nur einen isolierten Laptop/PC als Verbindung zum USB-Stecker am Frequenzumrichter oder ein isoliertes USB-Kabel bzw. einen Umrichter.

### Schutz und Merkmale

- Elektronisch thermischer Motor-Überlastschutz
- Die Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, wenn die Temperatur  $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  erreicht. Eine Überlasttemperatur kann erst zurückgesetzt werden, wenn die Temperatur des Kühlkörpers unter  $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  gesunken ist (Richtwert - diese Temperaturen können für verschiedene Leistungsgrößen, Gehäuse usw. verschieden sein). Der Frequenzumrichter hat eine Funktion zur automatischen Leistungsreduzierung, um zu vermeiden, dass die Temperatur des Kühlkörpers  $95\text{ °C}$  erreicht.
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschlüsse an Motorklemmen U, V, W geschützt.
- Wenn eine Netzphase fehlt, schaltet der Frequenzumrichter ab oder gibt eine Warnung aus (abhängig von der Last).
- Die Überwachung der Zwischenkreisspannung stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, wenn die Zwischenkreisspannung zu gering oder zu hoch ist.
- Der Frequenzumrichter ist gegen Erdschlüsse an Motorklemmen U, V, W geschützt.

## 8.3 Wirkungsgrad

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

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

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

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

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

### Berechnung des Wirkungsgrads des Frequenzumrichters

Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Frequenzumrichters bei verschiedenen Lasten auf der Grundlage von *Abbildung 8.2*. Der Faktor in diesem Diagramm muss mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor aus den Spezifikationstabellen multipliziert werden:

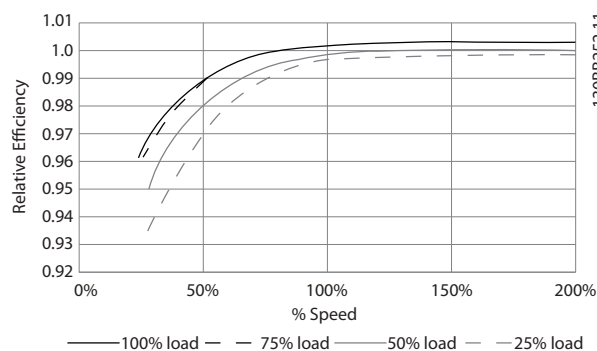


Abbildung 8.2 Typische Wirkungsgradkurven

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 8.4 Störgeräusche

### Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

1. Zwischenkreisdrosseln
2. Eingebaute Kühllüfter
3. EMV-Bauteile

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

Gehäuse	Bei reduzierter Lüfterdrehzahl (50 %) [dBA] ***	Volle Lüfterdrehzahl [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B3	59,4	70,5
B4	53	62,8
C1	52	62
C2	55	65
C3	56,4	67,3
C4	-	-
D1/D3	74	76
D2/D4	73	74
E1/E2*	73	74
**	82	83
F1/F2/F3/F4	78	80

\* Nur 315 kW, 380-480 V AC und 450-500 kW, 525-690 V AC.  
 \*\* Restliche Leistungsgrößen E1/E2.  
 \*\*\* Bei Baugrößen D, E und F liegt die reduzierte Lüfterdrehzahl bei 87 %, gemessen bei 200 V.

Tabelle 8.16

## 8.5 Spitzenspannung am Motor

### Wenn ein Transistor in der Wechselrichterbrücke schaltet, erhöht sich die Spannung des Motors um ein $dU/dt$ -Verhältnis in Abhängigkeit von:

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

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

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

In Motoren ohne Phasentrennpapier oder sonstige Isolationsverstärkung, die für den Betrieb mit der Versorgungsspannung geeignet sind (so wie ein Frequenzumrichter) muss ein Sinusfilter am Ausgang des Frequenzumrichters angebracht werden.

Für den Erhalt von Näherungswerten für Kabellängen und Spannen, die nicht unten erwähnt werden, gelten folgende Faustregeln:

1. Die Anstiegszeit nimmt proportional zur Kabellänge zu und ab.
2.  $U_{PEAK} = DC\text{-Zwischenkreisspannung} \times 1,9$  (DC-Zwischenkreisspannung = Netzspannung  $\times 1,35$ ).
3. 
$$dU/dt = \frac{0,8 \times U_{PEAK}}{\text{Anstiegszeit}}$$

Daten werden gemäß IEC 60034-17 gemessen. Die Kabellängen werden in Metern angegeben.

Frequenzumrichter, P5K5, T2				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,0226	0,616	2,142
50	240	0,262	0,626	1,908
100	240	0,650	0,614	0,757
150	240	0,745	0,612	0,655

Tabelle 8.17

Frequenzumrichter, P7K5, T2				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]		dU/dt [kV/µs]
5	230	0,13	011893-0001 0,510	3,090
50	230	0,23	0,590	2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

Tabelle 8.18

Frequenzumrichter, P11K, T2				
Kabel- länge [m]		Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,264	0,624	1,894
136	240	0,536	0,596	0,896
150	240	0,568	0,568	0,806

Tabelle 8.19

Frequenzumrichter, P15K, T2				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,807
150	240	0,708	0,575	0,669

Tabelle 8.20

Frequenzumrichter, P18K, T2				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabelle 8.21

Frequenzumrichter, P22K, T2				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,560	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabelle 8.22



Frequenzumrichter, P30K, T2				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,929
150	240	0,444	0,538	0,977

Tabelle 8.23

Frequenzumrichter, P37K, T2				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabelle 8.24

Frequenzumrichter, P45K, T2				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabelle 8.25

Frequenzumrichter, P1KS, T4				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400	0,640	0,690	0,862
50	400	0,470	0,985	0,985
150	400	0,760	1,045	0,947

Tabelle 8.26

Frequenzumrichter, P4K0, T4				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310		2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

Tabelle 8.27

Frequenzumrichter, P7KS, T4				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400	0,04755	0,739	8,035
50	400	0,207	1,040	4,548
150	400	0,6742	1,030	2,828

Tabelle 8.28

Frequenzumrichter, P11K, T4				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	400	0,408	0,718	1,402
100	400	0,364	1,050	2,376
150	400	0,400	0,980	2,000

Tabelle 8.29

Frequenzumrichter, P15K, T4				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,422	1,060	2,014
100	400	0,464	0,900	1,616
150	400	0,896	1,000	0,915

Tabelle 8.30

Frequenzumrichter, P18K, T4				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,344	1,040	2,442
100	400	1,000	1,190	0,950
150	400	1,400	1,040	0,596

Tabelle 8.31

Frequenzumrichter, P22K, T4				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,232	0,950	3,534
100	400	0,410	0,980	1,927
150	400	0,430	0,970	1,860

Tabelle 8.32

Frequenzumrichter, P30K, T4				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	400	0,271	1,000	3,100
100	400	0,440	1,000	1,818
150	400	0,520	0,990	1,510

Tabelle 8.33

Frequenzumrichter, P37K, T4				
Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0,270	1,276	3,781
50	480	0,435	1,184	2,177
100	480	0,840	1,188	1,131
150	480	0,940	1,212	1,031

Tabelle 8.34

Frequenzumrichter, P45K, T4				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,254	1,056	3,326
50	400	0,465	1,048	1,803
100	400	0,815	1,032	1,013
150	400	0,890	1,016	0,913

Tabelle 8.35

Frequenzumrichter, P55K, T4				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
10	400	0,350	0,932	2,130

Tabelle 8.36

Frequenzumrichter, P75K, T4				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,466

Tabelle 8.37

Frequenzumrichter, P90K, T4				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,364	1,030	2,264

Tabelle 8.38

**High Power-Reihe:**

Frequenzumrichter, P110 - P250, T4				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	400	0,34	1,040	2,447

Tabelle 8.39

Frequenzumrichter, P315 - P1M0, T4				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [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

1) Mit Danfoss dU/dt-Filter.

Tabelle 8.40

Frequenzumrichter, P110 - P400, T7				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [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

1) Mit Danfoss dU/dt-Filter.

Tabelle 8.41

Frequenzumrichter, P450 - P1M4, T7				
Kabel-länge [m]	Netz-spannung [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

1) Mit Danfoss dU/dt-Filter.

Tabelle 8.42

## 8.6 Besondere Betriebsbedingungen

### 8.6.1 Zweck der Leistungsreduzierung

Eine Leistungsreduzierung muss bei Verwendung des Frequenzumrichters bei niedrigem Luftdruck (große Höhenlage), niedrigen Drehzahlen, langen Motorkabeln, Kabeln mit großen Querschnitten oder hohen Umgebungstemperaturen berücksichtigt werden. Das erforderliche Handeln wird in diesem Abschnitt beschrieben.

### 8.6.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

90 % des Ausgangsstroms des Frequenzumrichters können bei einer Umgebungstemperatur von bis zu 50 °C aufrechterhalten werden.

Mit einem typischen Volllaststrom von EFF 2-Motoren kann die volle Ausgangswellenleistung bei bis zu 50 °C aufrechterhalten werden.

Genauere Daten und/oder Informationen zur Leistungsreduzierung für andere Motoren oder Bedingungen erhalten Sie bei Danfoss.

### 8.6.3 Automatische Anpassungen zur Leistungssicherung

Der Frequenzumrichter überprüft ständig, ob kritische Werte von Innentemperatur, Laststrom, Hochspannung im Zwischenkreis oder niedrige Motordrehzahlen vorliegen. Als Reaktion auf einen kritischen Wert kann der Frequenzumrichter die Taktfrequenz anpassen und/oder den Schaltmodus zur Leistungssicherung des Frequenzumrichters ändern. Durch die Fähigkeit zur automatischen Reduzierung des Ausgangsstroms werden

die zulässigen Betriebsbedingungen sogar noch stärker erweitert.

### 8.6.4 Leistungsreduzierung bei niedrigem Luftdruck

Die Kühlkapazität von Luft lässt bei niedrigem Luftdruck nach.

Unterhalb einer Höhe von 1000 m ist keine Leistungsreduzierung erforderlich, aber oberhalb von 1000 m muss die Umgebungstemperatur ( $T_{AMB}$ ) oder der maximale Ausgangsstrom ( $I_{out}$ ) entsprechend dem folgenden Diagramm verringert werden.

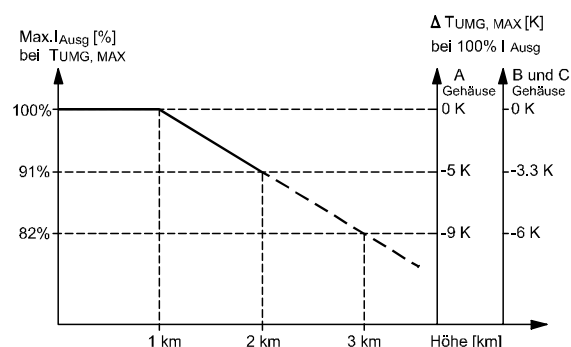


Abbildung 8.3 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms in Bezug auf die Höhe  $T_{AMB, MAX}$  für die Baugrößen A, B und C. Wenden Sie sich bei einer Installation in einer Höhe von mehr als 2 km hinsichtlich PELV (Protective extra low voltage/Schutzkleinspannung) an Danfoss.

Eine Alternative besteht darin, die Umgebungstemperatur in großen Höhen zu verringern und so auch dort 100 % Ausgangsstrom sicherzustellen. Als Beispiel für die Interpretation des Diagramms wird die Situation in einer Höhe von 2 km betrachtet. Bei einer Temperatur von 45 ° C ( $T_{AMB, MAX} - 3,3 K$ ) stehen 91 % des Ausgangsnennstroms zur Verfügung. Bei einer Temperatur von 41,7 ° C stehen 100 % des Ausgangsnennstroms zur Verfügung.

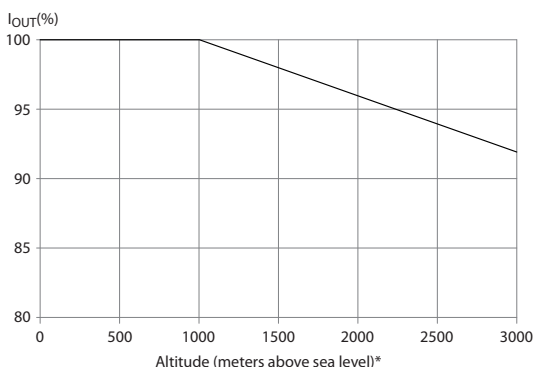


Abbildung 8.4

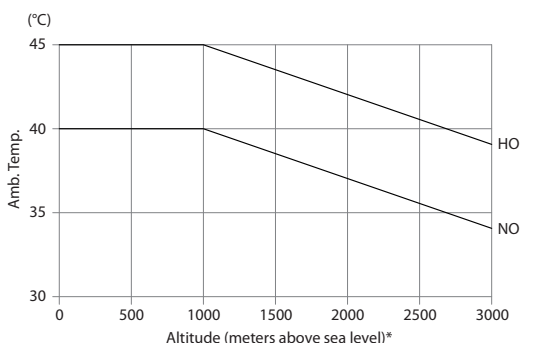


Abbildung 8.5

Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms in Bezug auf die Höhe  $T_{AMB, MAX}$  für die Baugrößen D, E und F.

### 8.6.5 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

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

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

#### Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)

Ein Problem kann bei niedrigen Drehzahlwerten in Anwendungen mit konstantem Drehmoment auftreten. Bei einer Anwendung mit konstantem Drehmoment kann ein

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

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

#### Anwendungen mit quadratischem Drehmoment (VT)

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

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

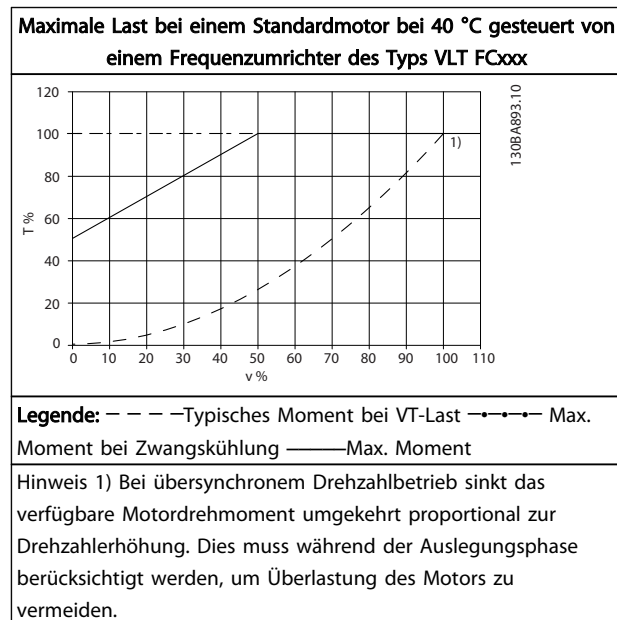


Tabelle 8.43

### 8.7 Fehlersuche und -behebung

Eine Warnung oder ein Alarm wird durch die entsprechende LED auf der Frontseite des Frequenzumrichters signalisiert und mit einem Code im Display angezeigt.

Eine Warnung bleibt so lange bestehen, bis die Ursache nicht mehr zutrifft. Der Motor kann dabei eventuell weiter betrieben werden. Warnmeldungen können, aber müssen nicht unbedingt kritisch sein.

Bei einem Alarm hat der Frequenzumrichter abgeschaltet. Alarme müssen zur Wiederaufnahme des Betriebes nach Beseitigung der Ursache quittiert.

#### Dazu gibt es vier Möglichkeiten:

1. Mit der Bedientaste [RESET] an der LCP Bedieneinheit.
2. Über einen Digitaleingang mit der Funktion „Reset“.
3. Über serielle Kommunikation/optionalen Feldbus.
4. Durch automatisches Quittieren mithilfe der Funktion [Autom. Quittieren]. Dies ist eine Werkseinstellung des VLT® HVAC Drive. Siehe dazu *14-20 Reset Mode* im *FC 100 Programmierungshandbuch*, MG.XX.YY.

## HINWEIS

Nach manuellem Quittieren über die [RESET]-Taste am LCP muss die Taste [Auto on] oder [Hand on] gedrückt werden, 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 8.44*).

## ▲ VORSICHT

Alarme mit Abschaltblockierung bieten zusätzlichen Schutz. Bei ihnen muss die Netzversorgung abgeschaltet werden, bevor der Alarm zurückgesetzt werden kann. Nach dem Wiedereinschalten ist der Frequenzumrichter nicht mehr blockiert und kann nach Beseitigung der Ursache wie oben beschrieben quittiert werden.

Alarme ohne Abschaltblockierung können auch mittels der automatischen Quittierfunktion in *14-20 Reset Mode* zurückgesetzt werden (Achtung: automatischer Wiederanlauf ist möglich!).

Ist in der Tabelle auf der folgenden Seite für einen Code Warnung und Alarm markiert, tritt entweder eine Warnung vor einem Alarm auf, oder Sie können festlegen, ob für einen bestimmten Fehler eine Warnung oder ein Alarm ausgegeben werden soll.

Dies ist z. B. in *1-90 Motor Thermal Protection* möglich. Nach einem Alarm oder einer Abschaltung bleibt der Motor im Freilauf, und Alarm und Warnung blinken am Frequenzumrichter. Nachdem das Problem behoben wurde, blinkt nur noch der Alarm.

## HINWEIS

Wenn *1-10 Motor Construction* auf [1] PM, Vollpol eingestellt ist, sind die Erkennung der fehlenden Motorphase (Nr. 30-32) und die Blockiererkennung nicht aktiv.

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/ Abschaltu ng	Alarm/Abschaltblo- ckierung	Parameterreferenz
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	WR-Überlast	X	X		
10	Motortemperatur ETR	(X)	(X)		1-90
11	Motorthermistor Übertemperatur	(X)	(X)		1-90
12	Momentgrenze	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	Startfehler		X		
23	Interne Lüfter	X			
24	Externe Lüfter	X			14-53

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/ Abschaltung	Alarm/Abschaltblockierung	Parameterreferenz
25	Bremswiderstand Kurzschluss	X			
26	Bremswiderstand Leistungsgrenze	(X)	(X)		2-13
27	Bremse IGBT-Fehler	X	X		
28	Bremstest Fehler	(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	
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 - Fehler	X	X	X	
48	1,8-V-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	Externe Verriegelung	X			
62	Ausgangsfrequenz Grenze	X			
64	Motorspannung	X			
65	Steuerkarte Übertemperatur	X	X	X	
66	Temperatur zu niedrig	X			
67	Optionen neu		X		
68	Sich. Stopp	(X)	X <sup>1)</sup>		5-19
69	Umr. Übertemp.		X	X	
70	Ungültige FC-Konfiguration			X	
71	PTC 1 Sich. Stopp	X	X <sup>1)</sup>		
72	Gefährlicher Fehler			X <sup>1)</sup>	
73	Sicherer Stopp Autom. Wiederanlauf				
76	Leistungsteil Konfiguration	X			
79	Ung. LT-Konfig.		X	X	
80	Initialisiert		X		
91	AI54 Einstellungsfehler			X	
92	K. Durchfluss	X	X		22-2*
93	Trockenlauf	X	X		22-2*

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/ Abschaltu ng	Alarm/Abschaltblo- ckierung	Parameterreferenz
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*
201	Notfallbetrieb war aktiv				
202	Grenzwerte Notfallbetrieb überschritten				
203	Motor fehlt				
204	Blockierter Rotor				
243	Bremse IGBT	X	X		
244	Kühlkörpertemperatur	X	X	X	
245	Kühlkörpergeber		X	X	
246	Umrichter Versorgung		X	X	
247	Umr.Übertemp.		X	X	
248	Ung. LT-Konfig.		X	X	
250	Neu. Ersatzteil			X	
251	Typencode neu		X	X	

**Tabelle 8.44** Liste der Alarm-/Warncodes

(X) Parameterabhängig

1) Kann über 14-20 Reset Mode nicht automatisch quittiert werden

Eine Abschaltung ist ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt. Die Abschaltung führt zum Motorfreilauf und kann durch Drücken der Taste [Reset] oder mit einem Reset über einen Digitaleingang (Parametergruppe 5-1\*) zurückgesetzt werden. Die Ursache des Alarms kann den Frequenzumrichter nicht beschädigen und keine gefährlichen Bedingungen herbeiführen. Bei einem Alarm, der ggf. den Frequenzumrichter oder angeschlossene Teile beschädigen kann, tritt die Abschaltblockierung in Kraft.

Eine Abschaltblockierung kann nur durch Aus- und Wiedereinschalten des Frequenzumrichters zurückgesetzt werden.

LED-Anzeigen	
Warnung	Gelb
Alarm	Rot blinkend
Abschaltblockierung	Gelb und Rot

**Tabelle 8.45**



Alarmwort und erweitertes Zustandswort					
Bit	Hex	Dez	Alarmwort	Warnwort	Erweitertes Zustandswort
0	00000001	1	Bremswiderstand Test	Bremswiderstand Test	Rampe
1	00000002	2	Umr. Übertemp.	Umr. Übertemp.	AMA läuft ...
2	00000004	4	Erdschluss	Erdschluss	Start Links-/Rechtslauf
3	00000008	8	Steuerk.Temp.	Steuerk.Temp.	Freq.korr. Ab
4	00000010	16	STW- Timeout	STW- Timeout	Freq.korr. Auf
5	00000020	32	Überstrom	Überstrom	Istwert hoch
6	00000040	64	Moment.grenze	Moment.grenze	Istwert niedr.
7	00000080	128	Motor Therm.	Motor Therm.	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	Brems-Max.
13	00002000	8192	Inrush Fehler	DC-hoch	Bremsen
14	00004000	16384	Netzunsymm.	Netzunsymm.	Außerh. Drehzahlber.
15	00008000	32768	AMA nicht OK	Kein Motor	Übersp.-Steu.
16	00010000	65536	Signalfehler	Signalfehler	
17	00020000	131072	Interner Fehler	10 V niedrig	
18	00040000	262144	Bremswid.kW	Bremswid.kW	
19	00080000	524288	Mot.Phase U	Bremswiderst.	
20	00100000	1048576	Mot.Phase V	Bremse IGBT	
21	00200000	2097152	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	Bremswiderst.	Temp. niedrig	
27	08000000	134217728	Bremse IGBT	Motorspannung	
28	10000000	268435456	Optionen neu	Unbenutzt	
29	20000000	536870912	Initialisiert	Unbenutzt	
30	40000000	1073741824	Sich. Stopp	Unbenutzt	
31	80000000	2147483648	Mech. Bremse Fehler (A63)	Erweitertes Zustandswort	

Tabelle 8.46 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 Alarm Word*, *16-92 Warning Word* und *16-94 Ext. Status Word*.

## 8.7.1 Alarmworte

## 16-90 Alarm Word

Bit (Hex)	Alarmwort (16-90 Alarm Word)
00000001	
00000002	Umrichter Übertemperatur
00000004	Erdschluss
00000008	
00000010	Steuerwort-Timeout
00000020	Überstrom
00000040	
00000080	Motor Thermistor
00000100	Motortemperatur ETR
00000200	WR-Überlast
00000400	DC-Unterspannung
00000800	DC-Überspannung
00001000	Kurzschluss
00002000	
00004000	Netzunsymmetrie
00008000	AMA nicht OK
00010000	Signalfehler
00020000	Interner Fehler
00040000	
00080000	Motorphase U fehlt
00100000	Motorphase V fehlt
00200000	Motorphase W fehlt
00800000	Störung der Steuerspannung
01000000	
02000000	VDD, Versorgungsspannung niedrig
04000000	Bremswiderstand Kurzschluss
08000000	Bremse IGBT-Fehler
10000000	Erdschluss DESAT
20000000	Umrichter initialisiert
40000000	Sicherer Stopp [A68]
80000000	

Tabelle 8.47

## 16-91 Alarm Word 2

Bit (Hex)	Alarmwort 2 (16-91 Alarm Word 2)
00000001	
00000002	Reserviert
00000004	Wartungsabschaltung, Typencode/ Ersatzteil
00000008	Reserviert
00000010	Reserviert
00000020	
00000040	
00000080	
00000100	Riemenbruch
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 Sicherer Stopp [A71]
80000000	Gefährlicher Fehler [A72]

Tabelle 8.48

## 8.7.2 Warnworte

## 16-92 Warning Word

Bit (Hex)	Warnwort (16-92 Warning Word)
00000001	
00000002	Umrichter Übertemperatur
00000004	Erdschluss
00000008	
00000010	Steuerwort-Timeout
00000020	Überstrom
00000040	
00000080	Motor Thermistor
00000100	Motortemperatur ETR
00000200	WR-Überlast
00000400	DC-Unterspannung
00000800	DC-Überspannung
00001000	
00002000	
00004000	Netzunsymmetrie
00008000	Kein Motor
00010000	Signalfehler
00020000	
00040000	
00080000	
00100000	
00200000	
00400000	
00800000	
01000000	
02000000	Stromgrenze
04000000	
08000000	
10000000	
20000000	
40000000	Sicherer Stopp [W68]
80000000	Unbenutzt

Tabelle 8.49

## 16-93 Warning Word 2

Bit (Hex)	Warnwort 2 (16-93 Warning Word 2)
00000001	
00000002	
00000004	Uhr Fehler
00000008	Reserviert
00000010	Reserviert
00000020	
00000040	
00000080	Kennlinienende
00000100	Riemenbruch
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 Sicherer Stopp [W71]
80000000	Reserviert

Tabelle 8.50

### 8.7.3 Erweiterte Zustandswörter

**Erweitertes Zustandswort, 16-94 Ext. Status Word**

Bit (Hex)	Erweitertes Zustandswort (16-94 Ext. Status Word)
00000001	Rampe
00000002	AMA
00000004	Start Links-/Rechtslauf
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	Bremsen
00004000	Außerh. Drehzahlber.
00008000	OVC aktiv
00010000	AC-Bremse
00020000	Passwort-Zeitsperre
00040000	Passwortschutz
00080000	Sollwert hoch
00100000	Sollwert niedrig
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 8.51**
**Erweitertes Zustandswort 2, 16-95 Ext. Status Word 2**

Bit (Hex)	Erweitertes Zustandswort 2 (16-95 Ext. Status Word 2)
00000001	Aus
00000002	Hand / Auto
00000004	Unbenutzt
00000008	Unbenutzt
00000010	Unbenutzt
00000020	Relais 123 aktiv
00000040	Start verhindert
00000080	Steuer. bereit
00000100	FU bereit
00000200	Schnellstopp
00000400	DC-Bremse
00000800	Stopp
00001000	Standby
00002000	Speicheraufford.
00004000	Drehz. speich.
00008000	Jogaufford.
00010000	Festdrehzahl JOG
00020000	Startaufforderung
00040000	Start
00080000	Startbefehl angewendet
00100000	Startverzög.
00200000	ESM
00400000	ESM-Boost
00800000	Motor ein
01000000	Bypass
02000000	Notfallbetrieb
04000000	Reserviert
08000000	Reserviert
10000000	Reserviert
20000000	Reserviert
40000000	Reserviert
80000000	Reserviert

**Tabelle 8.52**

## 8.7.4 Fehlermeldungen

Die nachstehenden Warn-/Alarminformationen beschreiben jeden Warn-/Alarmzustand, geben die wahrscheinliche Ursache des Zustands sowie Einzelheiten zur Abhilfe und zu den entsprechenden Verfahren zur Fehlersuche und -behebung an.

### WARNUNG 1, 10 Volt niedrig

Die Spannung von Klemme 50 an der Steuerkarte ist unter 10 V.

Die 10-Volt-Versorgung ist überlastet. Verringern Sie die Last an Klemme 50. Max. 15 mA oder mindestens 590 Ω.

Diese Bedingung kann durch einen Kurzschluss in einem angeschlossenen Potentiometer oder falsche Verkabelung des Potentiometers verursacht werden.

### Fehlersuche und -behebung

Entfernen Sie das Kabel an Klemme 50. Wenn die Warnung danach nicht mehr gezeigt wird, liegt ein Problem mit der Kundenverkabelung vor. Wird die Warnung weiterhin angezeigt, tauschen Sie die Steuerkarte aus.

### WARNUNG/ALARM 2, Signalfehler

Diese Warnung bzw. dieser Alarm wird nur angezeigt, wenn dies vom Benutzer in *6-01 Live Zero Timeout Function* programmiert wurde. Das Signal an einem der Analogeingänge ist unter 50 % des Mindestwertes, der für diesen Eingang programmiert ist. Diese Bedingung kann durch gebrochene Kabel oder ein defektes Gerät, von dem das Signal gesendet wird, verursacht werden.

### Fehlersuche und -behebung

Prüfen Sie die Anschlüsse an allen Analogeingangsklemmen: Steuerkartenklemmen 53 und 54 für Signale, Klemme 55 Bezugspotential. MCB 101, Klemmen 11 und 12 für Signale, Klemme 10 Bezugspotential, MCB 109, Klemmen 1, 3, 5 für Signale, Klemmen 2, 4, 6 Bezugspotential.

Prüfen Sie, ob die Programmierung des Frequenzumrichters und Schaltereinstellungen mit dem Analogsignaltyp übereinstimmen.

Führen Sie den Eingangsklemmensignaltest durch.

### WARNUNG/ALARM 4, Netzphasenfehler

Versorgungsseitiger Phasenausfall oder zu hohe Unsymmetrie in der Netzspannung. Diese Meldung wird auch im Fall eines Fehlers im Eingangsgleichrichter des Frequenzumrichters angezeigt. Optionen werden in *14-12 Function at Mains Imbalance* programmiert.

### Fehlersuche und -behebung

Überprüfen Sie die Versorgungsspannung und die Versorgungsströme zum Frequenzumrichter.

### WARNUNG 5, DC-Spannung hoch

Die Zwischenkreisspannung (DC) liegt oberhalb der Überspannungsgrenze des Steuersystems. Der Grenzwert hängt von der Nennspannung des Frequenzumrichters ab. Die Einheit bleibt aktiv.

### WARNUNG 6, DC-Spannung niedrig

Die Zwischenkreisspannung (DC) liegt unter dem Spannungsgrenzwert des Steuersystems. Der Grenzwert hängt von der Nennspannung des Frequenzumrichters ab. Die Einheit bleibt aktiv.

### WARNUNG/ALARM 7, DC-Überspannung

Wenn die Zwischenkreisspannung den Grenzwert überschreitet, wird der Frequenzumrichter nach einiger Zeit abgeschaltet.

### Fehlersuche und -behebung

Schließen Sie einen Bremswiderstand an

Verlängern Sie die Rampenzeit

Ändern Sie den Rampentyp

Aktivieren Sie die Funktionen in *2-10 Brake Function*

Erhöhen Sie *14-26 Trip Delay at Inverter Fault*

### WARNUNG/ALARM 8, DC-Unterspannung

Wenn die Zwischenkreisspannung (DC) unter die Spannungsgrenze fällt, überprüft der Frequenzumrichter, ob eine externe 24-V-DC-Backup-Stromversorgung angeschlossen ist. Wenn keine externe 24-V-DC-Backup-Stromversorgung angeschlossen ist, wird der Frequenzumrichter nach einer festgelegten Zeitverzögerung abgeschaltet. Die Zeitverzögerung variiert mit der Einheitengröße.

### Fehlerbehebung

Prüfen Sie, ob die Versorgungsspannung mit der Spannung des Frequenzumrichters übereinstimmt.

Führen Sie den Eingangsspannungstest durch

Prüfen Sie die Vorladekreisschaltung

### WARNUNG/ALARM 9, WR-Überlast

Der Frequenzumrichter wird aufgrund einer Überlast beinahe abgeschaltet (zu lange zu hoher Strom). Der Zähler für den elektronischen thermischen Schutz des Wechselrichters gibt bei 98 % eine Warnung aus und schaltet ihn bei 100 % unter Ausgabe eines Alarms ab. Der Frequenzumrichter *kann nicht* quitiert werden, wenn der Zähler unter 90 % liegt.

Der Fehler liegt darin, dass der Frequenzumrichter zu lange mit über 100 % überlastet ist.

### Fehlersuche und -behebung

Vergleichen Sie den Ausgangsstrom, der auf dem LCP dargestellt wird, mit dem Nennstrom des Frequenzumrichters.

Vergleichen Sie den angezeigten Ausgangsstrom auf dem LCP mit dem gemessenen Motorstrom.

Lassen Sie die thermische Last des Frequenzumrichters auf dem LCP anzeigen und überwachen Sie den Wert. Wenn der Frequenzumrichter über seinem Nenngleichstrom betrieben wird, sollte der Zählerwert ansteigen. Wenn der

Frequenzumrichter unter seinem Nenngleichstrom betrieben wird, sollte der Zählerwert sinken.

Wenn eine höhere Taktfrequenz benötigt wird, lesen Sie weitere Einzelheiten im Abschnitt Leistungsreduzierung des *Projektierungshandbuchs* nach.

#### **WARNUNG/ALARM 10, Motortemperatur Überlast**

Gemäß dem elektronischen thermischen Schutz (ETR) ist der Motor zu heiß. In *1-90 Motor Thermal Protection* kann gewählt werden, ob der Frequenzumrichter eine Warnung oder einen Alarm ausgeben soll. Der Fehler tritt auf, wenn der Motor zu lange mit mehr als 100 % überlastet war.

##### **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 Motor Current*.

Vergewissern Sie sich, dass die Motordaten in den Parametern 1-20 bis 1-25 korrekt eingestellt sind.

Wenn ein externer Lüfter verwendet wird, stellen Sie in *1-91 Motor External Fan* sicher, dass er ausgewählt ist.

Ausführen einer AMA in *1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)* kann den Frequenzumrichter genauer auf den Motor abstimmen und die thermische Belastung reduzieren.

#### **WARNUNG/ALARM 11, Motor Thermistor**

Der Thermistor bzw. die Verbindung zum Thermistor ist ggf. unterbrochen. Wählen Sie in *1-90 Motor Thermal Protection*, ob der Frequenzumrichter eine Warnung oder einen Alarm ausgibt.

##### **Fehlersuche und -behebung**

Prüfen Sie den Motor auf Überhitzung.

Prüfen Sie, ob der Motor mechanisch überlastet ist.

Überprüfen 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 ist und dass der Schalter für Klemme 53 oder 54 auf Spannung eingestellt ist. Prüfen Sie, ob *1-93 Thermistor Source* Klemme 53 oder 54 wählt.

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. Prüfen Sie, ob in *1-93 Thermistor Source* Klemme 18 oder 19 gewählt ist.

#### **WARNUNG/ALARM 12, Drehmomentgrenze**

Das Drehmoment ist höher als der Wert in *4-16 Torque Limit Motor Mode* oder der Wert in *4-17 Torque Limit Generator Mode*. In *14-25 Trip Delay at Torque Limit* kann eingestellt werden, ob bei dieser Bedingung nur eine Warnung ausgegeben wird oder ob ihr ein Alarm folgt.

##### **Fehlersuche und -behebung**

Wenn die motorische Drehmomentgrenze während der Rampe auf überschritten wird, verlängern Sie die Rampe-auf-Zeit.

Wenn die generatorische Drehmomentgrenze während der Rampe ab überschritten wird, 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 betrieben werden kann.

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 etwa 1,5 Sek., dann wird der Frequenzumrichter abgeschaltet und gibt einen Alarm aus. Dieser Fehler kann durch Stoßbeanspruchung oder schnelle Beschleunigung mit hohen Trägheitskräften entstehen. Wenn die erweiterte mechanische Bremsansteuerung ausgewählt wird, kann die Abschaltung extern quittiert werden.

##### **Fehlersuche und -behebung**

Entfernen Sie die Energiezufuhr und prüfen Sie, ob die Motorwelle gedreht werden kann.

Überprüfen Sie, ob die Motorgröße zum Frequenzumrichter passt.

Überprüfen Sie die Parameter 1-20 bis 1-25 auf korrekte Motordaten.

#### **ALARM 14, Erdschluss**

Es ist ein Erdschluss entweder im Kabel zwischen dem Frequenzumrichter und dem Motor oder im Motor selbst vorhanden.

##### **Fehlersuche und -behebung:**

Trennen Sie die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter und beheben Sie den Erdschluss.

Durch Messung des Widerstands der Motorleitungen und des Motors zur Masse mit einem Widerstandsmesser auf Erdschlüsse überprüfen.

#### **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 den Danfoss-Service:

- 15-40 FC-Typ
- 15-41 Leistungsteil
- 15-42 Nennspannung
- 15-43 Softwareversion
- 15-45 Typencode (aktuell)
- 15-49 Steuerkarte SW-Version
- 15-50 Leistungsteil SW-Version
- 15-60 Option installiert
- 15-61 SW-Version Option (für alle Optionssteckplätze)

#### ALARM 16, Kurzschluss

Es liegt ein Kurzschluss im Motor oder in den Motorkabeln vor.

Trennen Sie die Netzversorgung vom Frequenzumrichter und beheben Sie den Kurzschluss.

#### WARNUNG/ALARM 17, Steuerwort-Timeout

Es besteht keine Kommunikation zum Frequenzumrichter. Die Warnung ist nur dann aktiv, wenn in *8-04 Steuerwort Timeout-Funktion* NICHT [0] AUS gewählt wurde.

Wenn *8-04 Steuerwort Timeout-Funktion* auf *Stopp* und *Abschaltung* eingestellt ist, erfolgt erst eine Warnung und dann ein Herunterfahren des Frequenzumrichters bis zur Abschaltung mit Ausgabe eines Alarms.

##### Fehlersuche und -behebung:

Überprüfen Sie die Kontakte am seriellen Schnittstellenkabel.

Erhöhen Sie *8-03 Steuerwort Timeout-Zeit*

Überprüfen Sie die Funktion der Kommunikationsgeräte.

Überprüfen Sie auf EMV-gerechte Installation.

#### ALARM 18, Startfehler

Die Drehzahl konnte *1-77 Compressor Start Max Speed [RPM]* während des Starts innerhalb der zulässigen Zeit nicht überschreiten (in *1-79 Compressor Start Max Time to Trip* eingestellt). Ursache kann ein blockierter Motor sein.

#### WARNUNG 23, Interne Lüfter

Die Lüfterwarnfunktion ist eine zusätzliche Schutzfunktion, die prüft, ob der Lüfter läuft/installiert ist. Die Lüfterwarnfunktion kann in *14-53 Lüfterüberwachung* deaktiviert werden ([0] Deaktiviert).

Bei Filtern der Baugröße D, E oder F wird die geregelte Lüfterspannung überwacht.

##### Fehlersuche und -behebung

Prüfen Sie, ob der Lüfter einwandfrei funktioniert.

Schalten Sie die Stromversorgung des Frequenzumrichters aus und wieder ein und

überprüfen Sie, 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/installiert ist. Die Lüfterwarnfunktion kann in *14-53 Lüfterüberwachung* deaktiviert werden ([0] Deaktiviert).

##### Fehlersuche und -behebung

Prüfen Sie, ob der Lüfter einwandfrei funktioniert.

Schalten Sie die Stromversorgung des Frequenzumrichters aus und wieder ein und überprüfen Sie, ob der Lüfter beim Start kurz läuft.

Prüfen Sie die Fühler am Kühlkörper und an der Steuerkarte.

#### WARNUNG 25, Bremswiderstand Kurzschluss

Der Bremswiderstand wird während des Betriebs überwacht. Bei einem Kurzschluss wird die Bremsfunktion abgebrochen und die Warnung angezeigt. Der Frequenzumrichter funktioniert weiterhin, aber ohne Bremsfunktion. Trennen Sie die Spannungsversorgung vom Frequenzumrichter und tauschen Sie den Bremswiderstand aus (siehe *2-15 Bremswiderstand Test*).

#### WARNUNG/ALARM 26, Bremswiderstand Leistungsgrenze

Die auf den Bremswiderstand übertragene Leistung wird als Mittelwert für die letzten 120 Sekunden berechnet. Die Berechnung erfolgt anhand der Zwischenkreisspannung und des Bremswiderstandswertes (*2-16 AC brake Max. Current*). Die Warnung ist aktiv, wenn die übertragene Bremsleistung höher als 90 % ist. Wenn *Alarm [2]* in *2-13 Bremswiderst. Leistungsüberwachung* ausgewählt ist, schaltet sich der Frequenzumrichter ab, wenn die abgegebene Bremsleistung 100 % erreicht.

#### WARNUNG/ALARM 27, Bremschopper-Fehler

Der Bremstransistor wird während des Betriebs überwacht. Bei einem Kurzschluss wird die Bremsfunktion abgebrochen und die Warnung ausgegeben. Der Frequenzumrichter funktioniert weiterhin, aber durch den Kurzschluss des Bremstransistors wird selbst bei Inaktivität eine erhebliche Menge Strom in den Bremswiderstand geleitet.

Trennen Sie die Stromversorgung des Frequenzumrichters und entfernen Sie den Bremswiderstand.

#### WARNUNG/ALARM 28, Bremstest Fehler

Der Bremswiderstand ist nicht angeschlossen oder funktioniert nicht.

Prüfen Sie *2-15 Brake Check*.

#### ALARM 29, Kühlkörpertemp.

Die maximale Kühlkörpertemperatur wurde überschritten. Der Temperaturfehler kann erst dann quittiert werden, wenn die Kühlkörpertemperatur eine definierte Kühlkörpertemperatur wieder unterschritten hat. Die Abschalt- und

Reset-Punkte basieren auf der Leistungsgröße des Frequenzumrichters.

**Fehlerbehebung**

Mögliche Ursachen:

- Umgebungstemperatur zu hoch
- Zu langes Motorkabel.
- Falscher Belüftungsfreiraum über und unter dem Frequenzumrichter
- Blockierter Luftstrom um den Frequenzumrichter herum.
- Beschädigter Kühlkörperlüfter
- Schmutziger Kühlkörper

**ALARM 30, Motorphase U fehlt**

Motorphase U zwischen Frequenzumrichter und Motor fehlt.

Trennen Sie die Energiezufuhr vom Frequenzumrichter und prüfen Sie die Motorphase U.

**ALARM 31, Motorphase V fehlt**

Motorphase V zwischen Frequenzumrichter und Motor fehlt.

Trennen Sie die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter und prüfen Sie die Motorphase V.

**ALARM 32, Motorphase W fehlt**

Motorphase W zwischen Frequenzumrichter und Motor fehlt.

Trennen Sie die Energiezufuhr vom Frequenzumrichter und prüfen Sie die 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, Fehler**

Der Feldbus auf der Kommunikationsoptionskarte funktioniert nicht.

**WARNUNG/ALARM 36, Netzausfall**

Diese Warnung / dieser Alarm ist nur aktiv, wenn die Versorgungsspannung des Frequenzumrichters abgeschaltet ist und *14-10 Mains Failure* NICHT auf [0] *Deaktiviert* eingestellt ist. Überprüfen Sie die Sicherungendes Frequenzumrichters und die Netzstromversorgung der Einheit.

**ALARM 38, Interner Fehler**

Wenn ein interner Fehler auftritt, wird eine Codenummer, definiert in der nachstehenden Tabelle, angezeigt.

**Fehlersuche und -behebung**

- Stromversorgung aus- und einschalten
- Stellen Sie sicher, dass die Option richtig montiert ist.
- Prüfen Sie, ob lose Anschlüsse vorliegen oder Anschlüsse fehlen.

Wenden Sie sich ggf. an Ihren Lieferanten oder den Danfoss-Service. Notieren Sie zuvor die Codenummer, 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 an die Danfoss Service-Abteilung.
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
5376-6231	Interner Fehler. Wenden Sie sich an Ihren Danfoss-Lieferanten oder an die Danfoss Service-Abteilung.

Tabelle 8.53

**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 Digital I/O Mode* und *5-01 Terminal 27 Mode*.



**WARNUNG 41, Digitalausgang 29 ist überlastet**

Prüfen Sie die Last an Klemme 29 oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Prüfen Sie *5-00 Digital I/O Mode* und *5-02 Terminal 29 Mode*.

**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 Klemme X30/6 Digitalausgang*.

Prüfen Sie für X30/7 die Last, die an X30/7 angeschlossen ist, oder entfernen Sie die Kurzschlussverbindung. Prüfen Sie *5-33 Klemme X30/7 Digitalausgang*.

**ALARM 45, Erdschluss 2**

Bei Inbetriebnahme wurde ein 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, Umrichter Versorgung**

Die Stromversorgung der Leistungskarte liegt außerhalb des Bereichs.

Es gibt drei Stromversorgungsarten, die vom Schaltnetzteil (SMPS) an der Leistungskarte erzeugt werden: 24 V, 5 V, +/- 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 werden alle drei Versorgungsspannungen überwacht.

**Fehlersuche und -behebung**

Überprüfen Sie, ob die Leistungskarte defekt ist.

Überprüfen Sie, ob die Steuerkarte defekt ist.

Überprüfen Sie, ob die Optionskarte defekt ist.

Stellen Sie bei Verwendung einer 24-V-DC-Stromversorgung eine angemessene Versorgungsleistung sicher.

**WARNUNG 47, 24-V-Fehler**

Die 24-V-DC-Versorgung wird an der Steuerkarte gemessen. Die externe 24-V-DC-Backup-Stromversorgung ist möglicherweise überlastet. Andernfalls wenden Sie sich an Ihren Danfoss-Händler.

**WARNUNG 48, 1,8-V-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 innerhalb des in *4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* und *4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* vorgegebenen Bereichs liegt, zeigt der Frequenzumrichter eine Warnung an. Wenn die Drehzahl unterhalb der in *1-86 Trip Speed Low [RPM]* festgelegten Grenze liegt (außer beim Start oder Stopp), wird der Frequenzumrichter abgeschaltet.

**ALARM 50, AMA-Kalibrierungsfehler**

Wenden Sie sich an Ihren Danfoss-Lieferanten oder an die Danfoss Service-Abteilung.

**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 Einstellung in *4-18 Current Limit*.

**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 sind außerhalb des zulässigen Bereichs. AMA lässt sich nicht ausführen.

**56 ALARM, AMA-Abbruch durch Benutzer**

Die AMA wurde durch den Benutzer 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 Current Limit*. Vergewissern Sie sich, dass die Motordaten in den Parametern 1-20 bis 1-25 korrekt eingestellt sind. Erhöhen Sie möglicherweise die Stromgrenze. Achten Sie darauf, dass das System sicher mit einer höheren Grenze arbeiten kann.

**WARNUNG 60, Externe Verriegelung**

Ein Digitaleingangssignal zeigt einen Fehlerzustand außerhalb des Frequenzumrichters an. Eine externe Verriegelung hat dem Frequenzumrichter einen Abschaltbefehl gesendet. 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. Führen Sie ein Reset des Frequenzumrichter durch.

**WARNUNG 62, Ausgangsfrequenz am Maximum**

Die Ausgangsfrequenz hat den Wert in *4-19 Max Output Frequency* 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**

Der Frequenzumrichter ist zu kalt für den Betrieb. Diese Warnung basiert auf der Meldung des Temperatursensors im IGBT-Modul.

Erhöhen Sie die Umgebungstemperatur der Einheit.

Außerdem kann immer dann, wenn der Motor angehalten wird, ein Bruchteil des Stroms in den Frequenzumrichter geleitet werden, indem *2-00 DC Hold/Preheat Current* auf 5 % und *1-80 Function at Stop* eingestellt werden.

#### **ALARM 67, Optionsmodul neu**

Eine oder mehrere Optionen sind seit dem letzten Netz-EIN hinzugefügt oder entfernt worden. 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 Filters geführt. Legen Sie zum Fortsetzen des normalen Betriebs 24 V DC an Klemme 37 an, und quittieren Sie das Filter.

#### **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 die Filter verstopft sind.

Prüfen Sie die Lüfterfunktion.

Prüfen Sie die Leistungskarte.

#### **ALARM 70, Ungültige Frequenzumrichter-Konfiguration**

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 Ihren Lieferanten, um die Kompatibilität zu überprüfen.

#### **ALARM 71, PTC 1 Sicherer Stopp**

Die Funktion „Sicherer Stopp“ wurde über die MCB 112-Option aktiviert. PTC-Thermistorkarte (Motor zu warm). Normaler Betrieb kann wieder aufgenommen werden, wenn die MCB 112 wieder 24 V DC an Kl. 37 anlegt (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**

Sicherer Stopp mit Abschaltblockierung. Der Alarm „Gefährlicher Fehler“ wird ausgegeben, wenn die Kombination aus Befehlen für sicheren Stopp unerwartet ist. Dies ist der Fall, wenn die MCB 112-Option X44/10 aktiviert, der sichere Stopp jedoch auf irgendeine Weise aktiviert wurde. Wenn darüber hinaus die MCB 112-Option das einzige Gerät ist, das den sicheren Stopp nutzt (festgelegt durch Auswahl [4] oder [5] in *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp*), ist eine unerwartete Kombination die Aktivierung des sicheren Stopps ohne Aktivierung von X44/10. Die folgende Tabelle fasst die unerwarteten Kombinationen, die zu Alarm 72 führen, zusammen. Beachten Sie, dass bei Aktivierung von X44/10 in Auswahl 2 oder 3 dieses Signal ignoriert wird! Die MCB 112-Option kann jedoch weiterhin den sicheren Stopp aktivieren.

#### **ALARM 80, Frequenzumrichter initialisiert**

Die Parametereinstellungen werden nach einem manuellen Reset auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt. Führen Sie einen Reset des Frequenzumrichters durch, um den Alarm zu beheben.

#### **ALARM 92, Kein Durchfluss**

Es wurde ein fehlender Durchfluss im System erfasst. *22-23 No-Flow Function* ist auf Alarm programmiert. Führen Sie eine Fehlersuche im System durch und quittieren Sie den Frequenzumrichter nach dem Beheben des Fehlers.

#### **ALARM 93, Trockenlauf**

Wenn kein Durchfluss im System vorliegt und der Frequenzumrichter mit hoher Drehzahl läuft, kann dies auf Trockenlauf der Pumpe hinweisen. *22-26 Dry Pump Function* wird auf Alarm eingestellt. Führen Sie eine Fehlersuche im System durch und quittieren Sie den Frequenzumrichter nach dem Beheben des Fehlers.

#### **ALARM 94, Kennlinienende**

Der Istwert liegt unter dem Sollwert. Dies könnte Leckage in der Anlage anzeigen. *22-50 End of Curve Function* ist auf Alarm eingestellt. Führen Sie eine Fehlersuche im System durch und quittieren Sie den Frequenzumrichter nach dem Beheben des Fehlers.

#### **ALARM 95, Riemenbruch**

Das Drehmoment liegt unter dem Drehmomentwert für Leerlauf. Dies deutet auf einen defekten Riemen hin. *22-60 Broken Belt Function* ist auf Alarm eingestellt. Führen Sie eine Fehlersuche im System durch und quittieren Sie den Frequenzumrichter nach dem Beheben des Fehlers.

#### **ALARM 96, Startverzögerung**

Der Motorstart wurde durch den Kurzschluss-Schutz verzögert. *22-76 Interval between Starts* ist aktiviert. Führen Sie eine Fehlersuche im System durch und quittieren Sie den Frequenzumrichter nach dem Beheben des Fehlers.

**WARNUNG 97, Stoppverzögerung**

Das Stoppen des Motors wurde durch den Kurzschluss-Schutz verzögert. *22-76 Interval between Starts* ist aktiviert. Führen Sie eine Fehlersuche im System durch und quittieren Sie den Frequenzumrichter nach dem Beheben des Fehlers.

**WARNUNG 98, Uhrfehler**

Die Uhrzeit ist nicht eingestellt oder Fehler der RTC-Uhr. Stellen Sie die Uhr in *0-70 Date and Time* zurück.

**WARNUNG 200, Notfallbetrieb**

Dies gibt an, dass der Frequenzumrichter im Notfallbetrieb arbeitet. Die Warnung wird ausgeblendet, 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, Grenzwert Notfallbetrieb überschritten**

Im Notfallbetrieb wurden eine oder mehrere Alarmbedingungen ignoriert, die den Frequenzumrichter 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, Motor fehlt**

Bei einem Frequenzumrichter, der mehrere Motoren betreibt, wurde eine Unterlastbedingung erkannt. Dies könnte einen fehlenden Motor anzeigen. Untersuchen Sie, ob die Anlage einwandfrei funktioniert.

**WARNUNG 204, Rotor blockiert**

Bei einem Frequenzumrichter, der mehrere Motoren betreibt, wurde eine Überlastbedingung erkannt. Dies könnte einen blockierten Rotor anzeigen. Überprüfen Sie, ob der Motor einwandfrei funktioniert.

**WARNUNG 250, Neues Ersatzteil**

Ein Bauteil im Frequenzumrichter wurde ausgetauscht. Quittieren Sie den Frequenzumrichter, um den normalen Betrieb wieder aufzunehmen.

**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**

**A**

**Abgeschirmt**..... 96, 109

**Abgestrahlte Störaussendung**..... 44

**Abkürzungen**..... 6

**Abmessungen**  
 Abmessungen..... 87, 89  
 – High Power..... 88

**Abschirmung Von Kabeln**..... 97

**Abschließende Inbetriebnahme Und Test**..... 109

**Abzweigschutz**..... 100

**Aggressive Umgebungsbedingungen**..... 12

**Alarm- Und Warnmeldungen**..... 176

**Alarmworte**..... 181

**Allgemeine**  
 Aspekte Von EMV-Emissionen..... 41, 44  
 Technische Daten..... 165

**Aluminiumleiter**..... 97

**AMA**  
 AMA..... 122  
 Erfolgreich Durchgeführt..... 110  
 Nicht Erfolgreich..... 110

**Amortisationszeit**..... 21

**Analogausgang**..... 166

**Analogausgänge - Klemme X30/5+8**..... 55

**Analoge Spannungseingänge - Klemme X30/10-12**..... 55

**Analog-E/A-Auswahl**..... 59

**Analog-E/A-Option MCB 109**..... 59

**Analogeingänge**..... 7, 8, 166, 184

**Analogeingangsklemmen**..... 184

**Anforderungen An Die Störfestigkeit**..... 43, 45

**Anstiegszeit**..... 170

**Anwendungen**  
 Mit Konstantem Drehmoment (CT-Modus)..... 176  
 Mit Quadratischem Drehmoment (VT)..... 176

**Anwendungsbeispiele**..... 23

**Anziehen Von Klemmen**..... 94

**Ausbrechen Von Zusätzlichen Öffnungen Für Kabeldurchführungen**..... 98

**Ausgänge Für Stellglieder**..... 59

**Ausgangsfilter**..... 69

**Ausgangsfrequenz Speichern**..... 7, 145

**Ausgangsleistung (U, V, W)**..... 165

**Ausgangsstrom**..... 184

**Ausgleichskabel**..... 120

**Automatische**

Anpassungen Zur Leistungssicherung..... 175

Motoranpassung..... 2

Motoranpassung (AMA)..... 110

**AWG**..... 149

**B**

**BACnet**..... 76

**Batteriereserve Für Uhrfunktion**..... 59

**Begriffsdefinitionen**..... 7

**Beispiel**  
 Für Eine PID-Regelung Mit Rückführung..... 38  
 Für Grundlegende Verkabelung..... 107

**Berechnung Bremswiderstand**..... 49

**Bessere Regelung**..... 21

**Bestellnummern**..... 70

**Bestellnummern:**  
 Du/dt-Filter, 380-480 V AC..... 84  
 Du/dt-Filter, 525-600/690 V AC..... 85  
 Hochleistungssätze..... 78  
 Oberwellenfilter..... 78  
 Optionen Und Zubehör..... 75  
 Sinusfilter, 200-500 VAC..... 82  
 Sinusfilter, 525-600/690 VAC..... 83

**Bremsfunktion**..... 50

**Bremsleistung**..... 8, 50, 186

**Bremswiderstände**..... 65, 85

**Bremswiderstands**..... 48

**Bypass-Frequenzbereiche**..... 26

**C**

**CAV-System**..... 25

**CE-Konformität Und CE-Kennzeichnung**..... 11

**CO2-Sensor**..... 25

**D**

**Dämpfer**..... 24

**DC-Bremse**..... 145

**DC-Spannung**..... 184

**Der Eindeutige Vorteil: Energieeinsparungen**..... 17

**DeviceNet**..... 76

**Die**

EMV-Richtlinie (2004/108/EG)..... 11

Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)..... 11

Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG)..... 11

**Differenzdruck**..... 31

**Digitalausgang**..... 167

**Digitalausgänge - Klemme X30/5-7**..... 55

**Digitaleingang**..... 185

**Digitaleingänge - Klemme X30/1-4**..... 55

**Digitaleingänge:**..... 165

Drehmomentverhalten Der Last.....	165	Frequenzumrichter-Konfiguration.....	131
Drehrichtung Des Motors.....	114	<b>G</b>	
Drive-Konfigurator.....	70	Gebäudeleitsystems (BMS).....	19
Drosselventil.....	28	Gebäudeleittechnik.....	59
Du/dt-Filter.....	69	Geber-/Sensoreingängen.....	59
<b>Durch</b>		Gehäuse-Aussparungen.....	97
Frequenzumrichter Geregeltas Lüftersystem Dargestellt.....	22	Generatorisch Erzeugte Überspannung.....	50
Modbus RTU Unterstützte Funktionscodes.....	140	Geschützte Klemmen, 30 A.....	65
Durchflussmesser.....	29		
<b>E</b>		<b>H</b>	
E/As Für Sollwerteingänge.....	59	Halteregister Lesen (03 HEX).....	143
Echtzeituhr (RTC).....	60	Handbetätigte Motorschutzschalter.....	65
Einen PC An Den Frequenzumrichter Anschließen.....	115	Hand-Steuerung (Hand On) Und Fern-Betrieb (Auto On)....	33
<b>Elektrische</b>		Heben.....	92
Installation.....	95, 97, 108	Hilfspumpen.....	31
Installation - EMV-Schutzmaßnahmen.....	117	Hochspannungsprüfung.....	117
Klemmen.....	13		
EMV-Prüfergebnisse.....	44	<b>I</b>	
EMV-Richtlinie 2004/108/EG.....	12	IEC-Not-Aus Mit Pilz-Sicherheitsrelais.....	65
EMV-Schutzmaßnahmen.....	130	IGVs.....	24
<b>Energieeinsparungen</b>		Index (IND).....	134
Energieeinsparungen.....	18, 21	Installation In Großer Höhe.....	10
– Vergleich.....	19	IP21/IP41/ TYP 1 Gehäusesatz.....	66
<b>Entsorgungsanweisungen</b> .....	11	IP21-Gehäuseabdeckung.....	67
<b>Erdableitstrom</b> .....	47, 117	Isolationswiderstandsmonitor (IRM).....	64
<b>Erdung</b>		Istwert.....	187, 189
Erdung.....	120		
Abgeschirmter Steuerkabel.....	120	<b>K</b>	
<b>Erweitertes</b>		Kabeldurchlass/Kabelkanaleingang – IP21 (NEMA 1) Und IP54 (NEMA12).....	99
Zustandswort.....	183	<b>Kabellängen</b>	
Zustandswort 2.....	183	Und -querschnitte.....	97
<b>ETR</b> .....	113	Und Querschnitte.....	165
<b>Externe</b>		<b>Kabelschellen</b> .....	117, 120
24-V-DC-Versorgung.....	58	<b>Kommunikationsoption</b> .....	187
Lüfterversorgung.....	112	<b>Kondenswasserpumpen</b> .....	28
<b>Extreme Betriebsbedingungen</b> .....	50	<b>Konstanter Volumenstrom</b> .....	25
		<b>Korrektur</b>	
<b>F</b>		Des Leistungsfaktors.....	21
FC Mit Modbus RTU.....	131	Des Leistungsfaktors Cos $\Phi$ .....	21
FC-Profil.....	144	<b>Kühlbedingungen</b> .....	91
<b>Fehlermeldungen</b> .....	184	<b>Kühlturmgebläse</b> .....	26
<b>Fehlerstromschutzeinrichtung</b> .....	64	<b>Kühlung</b> .....	176
<b>Fehlerstromschutzschalter</b> .....	120	<b>Kurzschluss (zwischen Motorphasen Und Ausgangsphasen)....</b>	50
<b>Fehlersuche Und -behebung</b> .....	176, 184		
<b>Festdrehzahl JOG</b> .....	7, 145		
<b>Freilauf</b> .....	145, 146		
<b>Frequenzumrichter</b>			
Hardwarekonfiguration.....	129		
Mit Modbus RTU.....	137		

<b>L</b>	
Laden Der Filtereinstellungen.....	116
LCP.....	7, 8
Leistungsfaktor.....	9
<b>Leistungsreduzierung</b>	
Leistungsreduzierung.....	185
Bei Niedrigem Luftdruck.....	175
Beim Betrieb Mit Niedriger Drehzahl.....	176
Wegen Erhöhter Umgebungstemperatur.....	175
Leitungsgeführte Störaussendung.....	44
Liste Der Alarm-/Warncodes.....	179
Literatur.....	5
Losbrechmoment.....	7
Luftfeuchtigkeit.....	12
<b>M</b>	
Manuelle PID-Anpassung.....	41
MCB 105-Option.....	56
MCT 31.....	116
Mechanische Montage.....	91
Mehrere Pumpen.....	31
Mehrzoneneinstellung.....	59
Modbus-Ausnahmecodes.....	141
Modbus-Kommunikation.....	130
Montage Vor Ort.....	93
Montagezubehör.....	90
Motorausgang.....	165
Motordaten.....	185, 188
Motordrehrichtung.....	114
Motorfreilauf.....	7
Motorkabel.....	96, 117
Motorlagerströme.....	114
Motorleistung.....	188
Motornennendrehzahl.....	7
Motorparameter.....	122
Motorphasen.....	50
Motorspannung.....	170
Motorstrom.....	184, 188
Motor-Typenschild.....	109
Motor-Typenschilddaten.....	109
Motor-Überlastschutz.....	113, 169
<b>N</b>	
NAMUR.....	64
Nenngleichstrom.....	184
Netz- Und Motoranschlüsse.....	94
Netzausfall.....	51
Netztrennschalter.....	111
<b>Netzversorgung</b>	
Netzversorgung.....	9, 149, 153, 158
3 X 525-690 V AC.....	159
Netzwerkanschluss.....	129
Ni1000-Temperatursensor.....	59
Nicht-UL-Sicherungen 200 V Bis 480 V.....	101
<b>O</b>	
Oberwellenfilter.....	78
<b>Ö</b>	
Öffentliche Versorgungsnetz.....	45
<b>O</b>	
Optimierung Des PID-Reglers.....	41
Optionen Und Zubehör.....	54
<b>Ö</b>	
Örtliche Drehzahlbestimmung.....	29
<b>P</b>	
Parallelanschluss Von Motoren.....	113
Parameternummer (PNU).....	134
Parameterwerte.....	141
PC-basiertes Konfigurationstool MCT 10 Konfigurationssoftware.....	116
PC-Software-Tools.....	116
PELV – Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)...	47
PID-Regler.....	25
Potentiometer Sollwert.....	122
Primärpumpen.....	29
Prinzip Schaltbild.....	59
<b>Profibus</b>	
Profibus.....	76
DP-V1.....	116
Programmierbare Mindestfrequenzeinstellung.....	26
Programmierreihenfolge.....	40
Programmierung Der Smart Logic Control.....	122
Proportionalitätsgesetze.....	18
-	
-Protokoll.....	130
<b>P</b>	
Prüfergebnisse Für Oberwellenströme (Emission).....	45

Pt1000-Temperatursensor.....	59	Smart Logic Control.....	122
Pulseingänge.....	166	Softstarter.....	21
Puls-Start/-Stopp.....	121	Softwareversion.....	5
Pumpenlaufrad.....	28	Softwareversionen.....	76
		Sollwertverarbeitung.....	37
<b>Q</b>		Spannungsbereich.....	165
Quittiert.....	184	Speichern Der Filtereinstellungen.....	116
		Spitzenspannung Des Motors.....	170
<b>R</b>		SPS.....	120
Raumheizungen Und Thermostat.....	64	Start/Stop.....	121
RCD.....	9	Start-/Stoppbedingungen.....	128
Rechtsdrehendes Feld.....	114	Statische Überlast Im VVCplus-Betrieb.....	51
<b>Regelung</b>		Stellen Sie Die Drehzahlgrenze Und Die Rampenzeit Ein.....	110
Des Frequenzumrichters.....	140		
Mit Rückführung Für Ein Belüftungssystem.....	38	<b>Stern-/Dreieckstarter</b> .....	21
<b>Regelungsstruktur</b>		<b>Steuerkabel</b> .....	95, 96, 108, 109, 117
(Regelung Mit Rückführung).....	34	<b>Steuerkabelklemmen</b> .....	106
Ohne Rückführung.....	32	<b>Steuerkarte</b> ,	
<b>Relaisausgang</b> .....	113	10 V DC Ausgang.....	167
<b>Relaisausgänge</b> .....	167	24-V-DC-Ausgang.....	167
<b>Relaisoption MCB 105</b> .....	56	RS-485 Serielle Kommunikation.....	166
<b>Reset</b> .....	189	Serielle USB-Kommunikation.....	168
<b>RS-485-Busanschluss</b> .....	115	<b>Steuerkartenleistung</b> .....	168
<b>Rückführungslüfter</b> .....	24	<b>Steuerklemmen</b> .....	106
		<b>Steuerungseigenschaften</b> .....	167
<b>S</b>		<b>Steuerungspotenzial</b> .....	31
Schalten Am Ausgang.....	50	<b>Steuerwort</b> .....	144
Schalter S201, S202 Und S801.....	109	<b>Stoppkategorie 0 (EN 60204-1)</b> .....	17
Schaltplan Führungspumpenwechsel.....	126	<b>Störgeräusche</b> .....	170
Schaltschrankoptionen Für Baugröße F.....	64	<b>Stufenlose Regelung Des Durchflusses Und Des Drucks</b> .....	21
<b>Schutz</b>		<b>Symbole</b> .....	6
Schutz.....	13, 47	<b>Systemstatus Und Betrieb</b> .....	126
Und Merkmale.....	169		
<b>Schutzerdung</b> .....	117	<b>T</b>	
<b>Schwingungen</b> .....	26	<b>Taktfrequenz</b> .....	97, 185
<b>Serielle</b>		<b>Telegramm-Länge (LGE)</b> .....	132
Kommunikation.....	120	<b>Temperaturschalter Bremswiderstand</b> .....	112
Kommunikationsschnittstelle.....	7	<b>Thermischen Motorschutz</b> .....	147
USB-Kommunikation.....	168	<b>Thermischer Motorschutz</b> .....	51, 114
<b>Sicheren Stopp Installieren</b> .....	16	<b>Thermistor</b> .....	9, 185
<b>Sicherer Stopp</b> .....	13	<b>Trägheitsmoment</b> .....	50
<b>Sicherheitsanforderungen Für Die Mechanische Installation</b> .....	93	<b>Typencode</b>	
		- Niedrige Und Mittlere Leistung.....	71
<b>Sicherheitshinweis</b> .....	10	High Power.....	72
<b>Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1)</b> .....	17	<b>Typenschild</b> .....	109
<b>Sicherheitsvorschriften</b> .....	10		
<b>Sicherungen</b> .....	100, 187	<b>U</b>	
<b>Sicherungstabellen</b> .....	103	<b>UL-Sicherungen, 200-240 V</b> .....	102
<b>Sinusfilter</b> .....	69		

Umgebung:.....	168
Urheberrechte, Haftungsbeschränkungen Und Änderungs- vorbehalte.....	5
USB-Anschluss.....	106
<b>V</b>	
Variabler Luftvolumenstrom.....	24
Variierendem Durchfluss Über 1 Jahr.....	21
Verdampfer-Strömungsgeschwindigkeit.....	29
Verdampfungstemperatur.....	29
Verkabelung Von Bremswiderständen.....	50
Versorgungsspannung.....	187
Verwendung EMV-gerechter Kabel.....	118
Vibrationen Und Erschütterungen.....	13
Vom Frequenzumrichter Unterstützte Datentypen.....	135
Vorsicht.....	11
VVCplus.....	9
VVS.....	24
<b>W</b>	
Warnung Vor Unerwartetem Anlauf.....	10
Warnworte.....	182
<b>Was</b>	
Ist Unter CE-Konformität Und Dem CE-Zeichen Zu Verste- hen?.....	11
Unter Die Richtlinien Fällt.....	11
Wirkungsgrad.....	169
<b>Z</b>	
Zentrale VVS-Systeme.....	24
Zustandswort.....	146
Zwischenkreis.....	50, 170





[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 des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren 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.

