

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Lesen des Projektierungshandbuchs</b>	<b>5</b>
Urheberrechte, Haftungsbeschränkungen und Änderungsvorbehalte	5
Symbole	6
Abkürzungen	7
Begriffsdefinitionen	7
<b>2 Einführung zum VLT AQUA Drive</b>	<b>13</b>
CE-Zeichen	15
Vibrationen und Erschütterungen	17
Steuerungsaufbau	22
Allgemeine EMV-Aspekte	29
Störfestigkeitsanforderungen	34
Galvanische Trennung (PELV)	34
PELV - Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)	34
Erdableitstrom	35
Steuerung mit Bremsfunktion	36
Steuerung mit Bremsfunktion	37
Mechanische Bremse	37
Extreme Betriebsbedingungen	37
Funktion „Sicherer Stopp“ (optional)	40
<b>3 VLT AQUA auswählen</b>	<b>41</b>
Allgemeine technische Daten	41
Wirkungsgrad	56
Besondere Betriebsbedingungen	62
Optionen und Zubehör	68
Allgemeine Beschreibung	77
High Power-Optionen	84
Installation von Lüftungs-Einbausätzen in Rittal- Schaltschränken	84
Außeninstallation/ NEMA 3R-Einbausatz für Rittal- Schaltschränke	86
Montage auf Sockel	88
Eingangsoption	90
Montage einer Netzabschirmung für Frequenzumrichter	91
Schaltschrankoptionen für Baugröße F	91
<b>4 Bestellen</b>	<b>95</b>
Bestellformular	95
Typencode	96
Bestellnummern	99
<b>5 Installieren</b>	<b>109</b>

Mechanische Installation	109
Vor der Installation	115
Planung des Installationsortes	115
Empfang des Frequenzumrichters	115
Transport und Auspacken	115
Heben	116
Kühlung und Luftströmung	119
Elektrische Installation	124
Anschlüsse - Baugrößen D, E und F	138
Leistungsanschlüsse	139
Trennschalter, Hauptschalter und Schütze	151
Erste Inbetriebnahme und Test	152
Sicherer Stopp installieren	154
Abnahmeprüfung des Sicheren Stopps	155
Zusätzliche Verbindungen	155
Installation sonstiger Verbindungen	157
Sicherheit	160
EMV-gerechte Installation	160
Fehlerstromschutzschalter	163
<b>6 Anwendungsbeispiele</b>	<b>165</b>
Potentiometer-Sollwert	166
Automatische Motoranpassung (AMA)	166
SLC - Anwendungsbeispiel	168
Systemstatus und Betrieb	170
Schaltbild für Kaskadenregler	171
Schaltbild Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl	171
Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel	172
<b>7 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle</b>	<b>173</b>
Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	173
Übersicht zum FC-Protokoll	175
Netzwerkconfiguration	176
Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll	176
Anschlussbeispiele	182
Übersicht zu Modbus RTU	183
VLT AQUA mit Modbus RTU	183
Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke	184
Zugriff auf Parameter	189
Beispiele	190
Danfoss FC-Steuerprofil	195

<b>8 Fehlersuche und -behebung</b>	201
<b>Index</b>	204

**1**

# 1 Lesen des Projektierungshandbuchs

# 1

## 1.1.1 Urheberrechte, Haftungsbeschränkungen und Änderungsvorbehalte

Diese Druckschrift enthält Informationen, die Eigentum von Danfoss sind. Durch die Übernahme und den Gebrauch 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 Kommunikationsverbindung bestimmt sind. Diese Druckschrift unterliegt den in Dänemark und den meisten anderen Ländern geltenden Urheberrechtsgesetzen.

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 irgendwelche 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 jedweder Art durch Dritte.

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® AQUA DriveFC 200

- Das Produkthandbuch für VLT® AQUA MG.20.Mx.yy liefert die erforderlichen Informationen für die Inbetriebnahme und den Betrieb des Frequenzumrichters.
- Das Produkthandbuch für VLT® AQUA Drive High Power MG.20.Px.yy liefert die erforderlichen Informationen für die Inbetriebnahme und den Betrieb des Frequenzumrichters.
- Das Projektierungshandbuch für VLT® AQUA MG.20.Nx.yy enthält alle technischen Informationen zum Frequenzumrichter sowie Informationen zur kundenspezifischen Anpassung und Anwendung.
- Das Programmierungshandbuch für VLT® AQUA MN.20.Ox.yy enthält Informationen über die Programmierung und vollständige Parameterbeschreibungen.
- VLT® AQUA Drive FC 200 Profibus MG.33.Cx.yy
- VLT® AQUA Drive FC 200 DeviceNet MG.33.Dx.yy
- Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter MG.90.Nx.yy
- VLT® AQUA Drive FC 200 Kaskadenregler MI.38.Cx.yy
- Anwendungshinweis MN20A102: Tauchpumpenanwendung
- Anwendungshinweis MN20B102: Master/Folgeantrieb-Anwendung
- Anwendungshinweis MN20F102: Frequenzumrichterbetrieb mit Rückführung und Energiesparmodus
- Handbuch MI.38.Bx.yy: Installationsanweisung für Befestigungshalterungen für Gehäuse A5, B1, B2, C1 und C2 IP21, IP55 oder IP66
- Handbuch MI.90.Lx.yy: Analog-E/A-Option MCB109
- Handbuch MI.33.Hx.yy: Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung

x = Versionsnummer

yy = Sprachcode

Die technische Literatur von Danfoss ist auch online unter

[www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm) verfügbar.

### 1.1.3 Symbole

In diesem Handbuch verwendete Symbole.



**ACHTUNG!**

Kennzeichnet einen wichtigen Hinweis.



Kennzeichnet eine allgemeine Warnung.



Kennzeichnet eine Warnung vor Hochspannung.

\*

Markiert in der Auswahl die Werkseinstellung.

### 1.1.4 Abkürzungen

Wechselstrom	AC
American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß	AWG
Ampere	A
Automatische Motoranpassung	AMA
Stromgrenze	I <sub>LIM</sub>
Grad Celsius	°C
Gleichstrom	DC
Abhängig von Frequenzrichter	D-TYPE
Elektromagnetische Verträglichkeit	EMV
Elektronisch-thermisches Relais	ETR
FU	FC
Gramm	g
Hertz	Hz
Kilohertz	kHz
LCP Bedieneinheit	LCP
Meter	m
Induktivität in Millihenry	mH
Milliampere	mA
Millisekunde	ms
Minute	1/min
Motion Control Tool	MCT
Nanofarad	nF
Newtonmeter	Nm
Motornennstrom	I <sub>M,N</sub>
Motornennfrequenz	f <sub>M,N</sub>
Motornennleistung	P <sub>M,N</sub>
Motornennspannung	U <sub>M,N</sub>
Parameter	Par.
Schutzkleinspannung	PELV
Platine (engl. Printed Circuit Board)	PCB
Wechselrichter-Ausgangsstrom	I <sub>INV</sub>
Umdrehungen pro Minute	UPM
Klemmen für generatorischen Betrieb	Gener.
Sekunde	s
Synchronmotordrehzahl	n <sub>s</sub>
Drehmomentgrenze	T <sub>LIM</sub>
Volt	V

### 1.1.5 Begriffsdefinitionen

#### Frequenzrichter:

$\underline{I_{VLT,MAX}}$

Der maximale Ausgangsstrom des Frequenzrichters.

$\underline{I_{VLT,N}}$

Der Ausgangsnennstrom des Frequenzrichters.

$\underline{U_{VLT,MAX}}$

Die maximale Ausgangsspannung des Frequenzrichters.

#### Eingänge:

##### Steuerbefehl

Sie können den angeschlossenen Motor über das LCP und die Digitaleingänge starten und stoppen.

Die Funktionen sind in zwei Gruppen unterteilt.

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

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

#### Motor:

$\underline{f_{JOG}}$

Die Festfrequenz „Jog“, wählbar über Digitaleingang oder Bus.

$\underline{f_M}$

Die Motorfrequenz.

$\underline{f_{MAX}}$

Die maximale Motorfrequenz.

$f_{MIN}$ 

Die minimale Motorfrequenz.

 $f_{M,N}$ 

Die Motornennfrequenz (siehe Typenschilddaten).

 $I_M$ 

Der Motorstrom.

 $I_{M,N}$ 

Der Motornennstrom (siehe Typenschilddaten).

 $n_{M,N}$ 

Die Motornendrehzahl (siehe Typenschilddaten).

 $P_{M,N}$ 

Die Motornennleistung (siehe Typenschilddaten).

 $T_{M,N}$ 

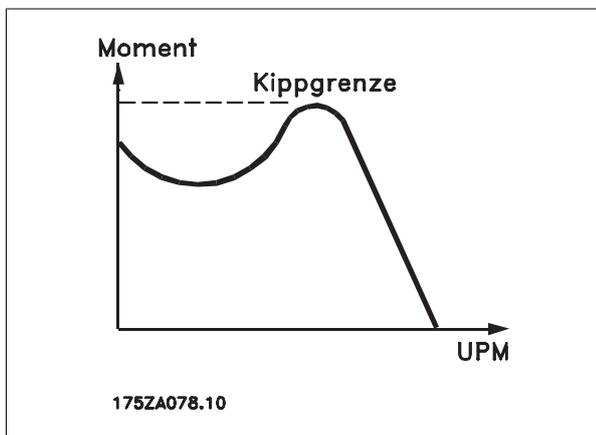
Das Nenndrehmoment (Motor).

 $U_M$ 

Die Momentenspannung des Motors.

 $U_{M,N}$ 

Die Motornennspannung (siehe Typenschilddaten).

 $\eta_{VLT}$ 

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

Einschaltsperrbefehl

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

Stoppbefehl

Siehe Steuerbefehle.

**Sollwerte:**Analog Sollwert

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

Bus Sollwert

Ein über die serielle Schnittstelle oder Bus-Schnittstelle übertragenes Sollwertsignal.

Festsollwert

Ein definierter Festsollwert, einstellbar zwischen -100 % bis +100 % des Sollwertbereichs. Auswahl von bis zu acht Festsollwerten über die Digitalklemmen ist möglich.

Pulssollwert

Ein den Digitaleingängen (Klemme 29 oder 33) zugeführtes Pulsfrequenzsignal.

Ref<sub>MAX</sub>

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 100 % des Gesamtskalierwerts (normalerweise 10 V, 20 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in Par. 3-03 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 Par. 3-02 eingestellte minimale Sollwert.

**Sonstiges:**Analogeingänge

Die Analogeingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

Es gibt zwei Arten von Analogeingängen:

Stromeingang, 0-20 mA bzw. 4-20 mA (skalierbar).

Spannungseingang, +/- 0-10 V DC (skalierbar).

Analogausgänge

Die Analogausgänge können ein Signal von 0-20 mA, 4-20 mA oder auch 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. Beim Überschreiten einer bestimmten Höhe der Zwischenkreisspannung wird der Bremschopper aktiviert und überträgt die generatorische Energie an den Bremswiderstand.

CT-Kennlinie

Konstante Drehmomentkennlinie, wird für Verdrängungspumpen und Gebläse verwendet.

Digitaleingänge

Digitaleingänge können zur Programmierung bzw. Steuerung diverser Funktionen des Frequenzumrichters benutzt werden.

Digitalausgänge

Der Frequenzumrichter verfügt serienmäßig über zwei programmierbare Ausgänge, die ein 24 V DC-Digitalsignal (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 (Par. 14-22) können die Werkseinstellungen der Parameter des Frequenzumrichters wieder hergestellt werden.

### Arbeitszyklus im Aussetzbetrieb

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

### **LCP**

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

Das LCP Bedienteil gibt es in zwei Ausführungen:

- Numerische LCP Bedieneinheit LCP101
- Grafische LCP Bedieneinheit LCP102

### lsb

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

### MCM

Steht für Mille Circular Mil; eine amerikanische Maßeinheit für den Kabelquerschnitt.  $1 \text{ MCM} = 0,5067 \text{ mm}^2$ .

### msb

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

### LCP 101

Numerische LCP Bedieneinheit

### 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.

### Parametersatz

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

### SFAVM

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

### Schlupfausgleich

Der Frequenzumrichter gleicht den belastungsabhängigen Motorschlupf aus, indem er unter Berücksichtigung des Motorersatzschaltbildes und der gemessenen Motorlast die Ausgangsfrequenz anpasst.

### Smart Logic Control (SLC)

SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die ausgeführt werden, wenn die zugehörigen benutzerdefinierten Ereignisse durch die SLC als TRUE (WAHR) ausgewertet werden.

### Thermistor:

Ein temperaturabhängiger Widerstand, mit dem die Motortemperatur überwacht wird.

### Abschaltung

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, z. B. bei einer Übertemperatur des Frequenzumrichters. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und die Abschaltung über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. In einigen Fällen erfolgt die Aufhebung automatisch. Abschaltung darf nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwendet werden.

### Abschaltblockierung

Ein Zustand, der in kritischen Fehlersituationen eintritt, z. B. bei einem Kurzschluss am Ausgang des Frequenzumrichters. Eine Abschaltblockierung kann nur durch Unterbrechen der Netzversorgung, Beheben der Fehlerursache und erneuten Anschluss des Frequenzumrichters aufgehoben werden. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und die Abschaltung über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. Abschaltblockierung darf nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwendet werden.

### VT-Kennlinie

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

### VVC<sup>plus</sup>

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet Voltage Vector Control (VVC<sup>plus</sup>) eine verbesserte Dynamik und Stabilität der Motordrehzahl, sowohl bei Änderungen des Drehzahlsollwerts als auch in Bezug auf Änderungen des Belastungsmoments.

### 60° AVM

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

## 1.1.6 Leistungsfaktor

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

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

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

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

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

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

Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der  $I_{EFF}$  (Eingangsstrom) bei gleicher kW-Leistung.

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

Durch die im Frequenzumrichter standardmäßig eingebauten Zwischenkreisdrosseln verfügt dieser über einen hohen Leistungsfaktor, und die Netzbelastung durch Oberwellen wird deutlich reduziert.



## 2 Einführung zum VLT AQUA Drive

### 2.1 Sicherheit

#### 2.1.1 Sicherheitshinweis



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

#### Sicherheitsvorschriften

1. Bei Reparaturen muss die Stromversorgung des Frequenzumrichters abgeschaltet werden. Vergewissern Sie sich, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker entfernen.
2. Die Taste [STOP/RESET] auf der Bedieneinheit des Frequenzumrichters trennt das Gerät nicht von der Netzspannung und darf deshalb nicht als Sicherheitsschalter benutzt werden.
3. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass gemäß den örtlichen und nationalen Vorschriften eine ordnungsgemäße Schutzerdung des Gerätes erfolgt, der Benutzer gegen Versorgungsspannung geschützt und der Motor gegen Überlast abgesichert wird.
4. Der Ableitstrom gegen Erde ist höher als 3,5 mA.
5. Schutz vor Motorüberlastung wird über Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* eingestellt. Wenn diese Funktion gewünscht wird, Parameter 1-90 auf den Datenwert [ETR Alarm] (Werkseinstellung) oder Datenwert [ETR Warnung] einstellen. Hinweis: Diese Funktion wird bei 1,16 x Motornennstrom und Motornennfrequenz initialisiert. Für den nordamerikanischen Markt: Die ETR-Funktionen beinhalten Motor-Überlastschutz der Klasse 20 gemäß NEC.
6. Die Stecker für die Motor- und Netzversorgung dürfen nicht entfernt werden, wenn der Frequenzumrichter an die Netzspannung angeschlossen ist. Vergewissern Sie sich, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker entfernen.
7. Der VLT-Frequenzumrichter hat außer den Spannungseingängen L1, L2 und L3 noch weitere Spannungseingänge, wenn DC-Zwischenkreiskopplung bzw. externe 24 V DC-Versorgung installiert sind. Kontrollieren Sie, dass vor Beginn der Reparaturarbeiten alle Spannungseingänge abgeschaltet sind und die erforderliche Zeit verstrichen ist.

#### Installation in großen Höhenlagen



Bei Höhen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

#### Warnung vor unerwartetem Anlauf

1. Der Motor kann mit einem digitalen Befehl, einem Bus-Befehl, einem Sollwert oder LCP Stopp angehalten werden, obwohl der Frequenzumrichter weiter unter Netzspannung steht. Ist ein unerwarteter Anlauf des Motors gemäß den Bestimmungen zur Personensicherheit jedoch unzulässig, so sind die oben genannten Stoppfunktionen nicht ausreichend.
2. Während der Programmierung des VLT-Frequenzumrichters kann der Motor ohne Vorwarnung anlaufen. Daher immer die Stopp-Taste [STOP/RESET] betätigen, bevor Datenwerte geändert werden.
3. Ist der Motor abgeschaltet, so kann er von selbst wieder anlaufen, sofern die Elektronik des Frequenzumrichters defekt ist, oder falls eine kurzfristige Überlastung oder ein Fehler in der Versorgungsspannung bzw. am Motoranschluss beseitigt wurde.



#### Warnung:

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

Achten Sie außerdem darauf, dass andere Spannungseingänge, wie z. B. externe 24 V DC, Zwischenkreiskopplung (Zusammenschalten eines DC-Zwischenkreises) sowie der Motoranschluss beim kinetischen Speicher ausgeschaltet sind.

Weitere Sicherheitsrichtlinien finden Sie im **VLT® AQUA Drive Produkthandbuch MG.20.MX.YY**.

**2.1.2 Vorsicht**

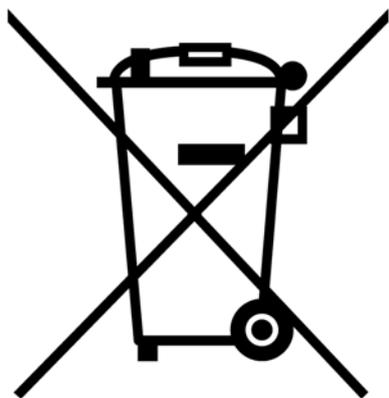


Die Zwischenkreiskondensatoren des Frequenzumrichters bleiben auch nach Abschalten der Netzversorgung eine gewisse Zeit geladen. Zum Schutz vor elektrischem Schlag ist der Frequenzumrichter vor allen Wartungsarbeiten vom Netz zu trennen. Vor Ausführung von Wartungs- oder Reparaturarbeiten am Frequenzumrichter ist mindestens so lange wie nachstehend angegeben zu warten.

Spannung (V)	Min. Wartezeit (in Minuten)				
	4	15	20	30	40
200 - 240	0,25 - 3,7 kW	5,5 - 45 kW			
380 - 480	0,37 - 7,5 kW	11 - 90 kW	110 - 250 kW	315 - 1000 kW	
525-600	0,75 kW - 7,5 kW	11 - 90 kW			315 - 1200 kW
525-690		11 - 90 kW	45 - 400 kW	450 - 1200 kW	

Achtung! Auch wenn die Betriebs-LEDs nicht mehr leuchten, kann eine gefährlich hohe Spannung im Zwischenkreis vorhanden sein.

**2.1.3 Entsorgungshinweise**



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

**2.2 Software-Version**

**2.2.1 Software-Version und Zulassungen**

**VLT AQUA Drive**  
**Software-Version: 1.33**



Dieses Handbuch gilt für alle VLT AQUA Drive-Frequenzumrichter mit Software-Version 1.33. Die Nummer der Software-Version kann in Parameter 15-43 gefunden werden.

## 2.3 CE-Zeichen

### 2.3.1 CE-Kennzeichnung

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

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

#### Maschinenrichtlinie (98/37/EWG)

Alle Maschinen mit kritischen beweglichen Teilen werden von der Maschinenrichtlinie erfasst, die seit 1. Januar 1995 in Kraft ist. Da ein Frequenzumrichter weitgehend ein elektrisches Gerät ist, fällt er nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch für den Einsatz in einer Maschine geliefert, so stellen wir Informationen zu Sicherheitsaspekten des Frequenzumrichters zur Verfügung. Wir bieten dies in Form einer Herstellererklärung.

#### Niederspannungsrichtlinie (73/23/EWG)

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

#### Die EMV-Richtlinie (89/336/EWG)

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

Die EMV-Richtlinie ist seit 1. Januar 1996 in Kraft. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung. Wie eine EMV-konforme Installation auszuführen ist, wird in diesem Projektierungshandbuch erklärt. Wir geben außerdem die Normen an, denen unsere diversen Produkte entsprechen. Wir bieten die in den Spezifikationen angegebenen Filter und weitere Unterstützung zum Erzielen einer optimalen EMV-Sicherheit an.

Meistens werden Frequenzumrichter von Fachleuten als komplexes Bauteil eingesetzt, das Teil eines größeren Geräts, Systems bzw. einer Anlage ist. Es sei darauf hingewiesen, dass der Installierende die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage bzw. der Installation trägt.

### 2.3.2 Was unter die Richtlinien fällt

In dem in der EU geltenden „Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 89/336/EWG des Rates“ werden für den Einsatz von Frequenzumrichtern drei theoretische Situationen genannt. Siehe unten zu EMV-Konformität und CE-Kennzeichnung.

1. Der Frequenzumrichter wird direkt im freien Handel an den Endkunden verkauft. Der Frequenzumrichter wird beispielsweise an einen Heimwerkerbaumarkt verkauft. Der Endkunde ist nicht sachkundig. Er installiert selbst den VLT-Frequenzumrichter, z. B. für ein Heimwerker- oder Haushaltsgerät o. Ä. Für derartige Anwendungen bedarf der Frequenzumrichter der CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie.
2. Der Frequenzumrichter wird für die Installation in einer Anlage verkauft. Die Anlage wird von Fachkräften aufgebaut. Es kann sich beispielsweise um eine Produktionsanlage oder um eine von Fachleuten konstruierte und aufgebaute Heizungs- oder Lüftungsanlage handeln. Weder der Frequenzumrichter noch die fertige Anlage bedürfen einer CE-Kennzeichnung nach der EMV-Richtlinie. Die Anlage muss jedoch die grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie erfüllen. Dies kann der Anlagenbauer durch den Einsatz von Bauteilen, Geräten und Systemen sicherstellen, die eine CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie besitzen.
3. Der Frequenzumrichter wird als Teil eines Komplettsystems verkauft. Das System wird als Komplett Einheit angeboten, z. B. eine Klimaanlage. Das gesamte System muss gemäß der EMV-Richtlinie CE-gekennzeichnet sein. Dies kann der Hersteller entweder durch den Einsatz CE-gekennzeichneter Bauteile gemäß EMV-Richtlinie oder durch Überprüfung der EMV-Eigenschaften des Systems gewährleisten. Entscheidet sich der Hersteller dafür, nur CE-gekennzeichnete Bauteile einzusetzen, so braucht das Gesamtsystem nicht getestet zu werden.

### 2.3.3 Danfoss-Frequenzumrichter und das CE-Zeichen

Das CE-Zeichen soll die Vereinfachung des Handelsverkehrs innerhalb von EU und EFTA günstig beeinflussen.

2

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

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

Danfoss versieht die 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-gemäßen Installation und Filterung beachtet werden. Auf dieser Grundlage wurde eine Konformitätserklärung gemäß EMV-Richtlinie ausgestellt.

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

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

### 2.3.4 Konformität mit EMV-Richtlinie 89/336/EWG

Meistens wird der Frequenzumrichter von Fachleuten als komplexes Bauteil eingesetzt, das Teil eines größeren Geräts, Systems bzw. einer Anlage ist. Es sei darauf hingewiesen, dass der Installierende die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage bzw. der Installation trägt. Als Hilfe für den Installateur hat Danfoss EMV-Installationsanleitungen für das so genannte Power Drive System erstellt. Die für Power-Drive-Systeme angegebenen Standards und Prüfniveaus werden unter der Voraussetzung eingehalten, dass die Hinweise zur EMV-gerechten Installation befolgt wurden (siehe Abschnitt *EMV-Immunität*).

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

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



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.

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 Gerätes ist ein typisches Anzeichen für einen hohen Grad an Schwebepartikeln. In sehr staubiger Umgebung sind Geräte gemäß Schutzart IP54/55 oder ein zusätzliches Schutzgehäuse für Geräte der Schutzart IP00/IP20/NEMA 1 zu empfehlen.

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



**ACHTUNG!**

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

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

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

**ACHTUNG!**

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

## 2.6 Vibrationen und Erschütterungen

Der Frequenzumrichter wurde nach Verfahren gemäß der folgenden Normen geprüft:

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

IEC/EN 60068-2-6:  
IEC/EN 60068-2-64:

Schwingen (sinusförmig) - 1970  
Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt)

## 2.7 Vorteile

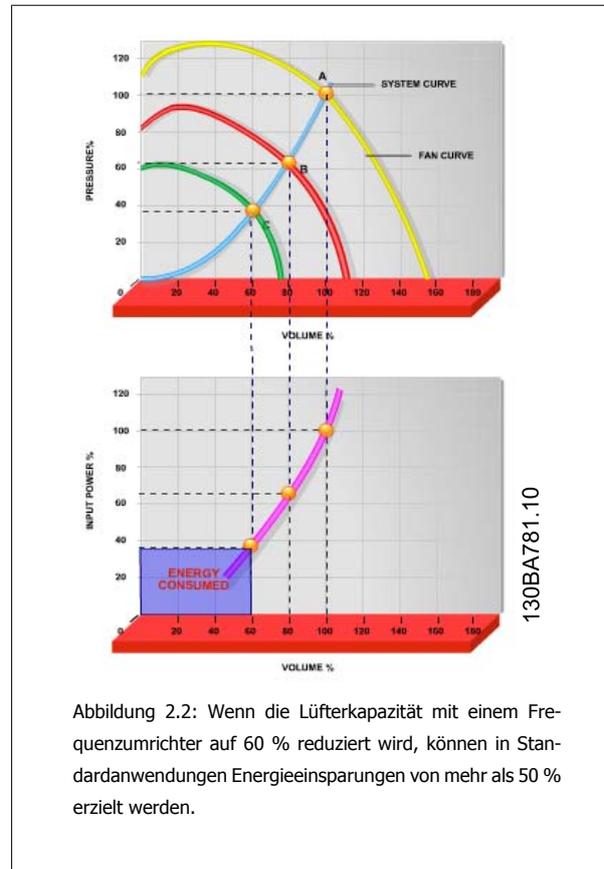
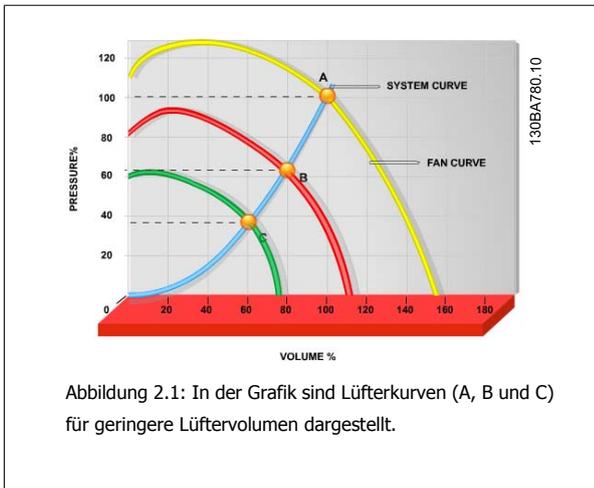
### 2.7.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters für die Regelung von Lüftern und Pumpen

Bei einem Frequenzumrichter wird die Tatsache ausgenutzt, dass Zentrifugallüfter und Kreiselpumpen den Proportionalitätsgesetzen für derartige Geräte folgen. Weitere Informationen finden Sie im Text *Die Proportionalitätsgesetze*.

### 2.7.2 Der klare Vorteil: Energieeinsparung

Der eindeutige Vorteil bei Einsatz eines Frequenzumrichters zur Drehzahlregelung von Lüftern oder Pumpen ist die elektrische Energieeinsparung. Im Vergleich zu alternativen Regelsystemen und Technologien ist ein Frequenzumrichter das energieoptimale Steuersystem zur Regelung von Lüftungs- und Pumpenanlagen.

2



### 2.7.3 Beispiel für Energieeinsparungen

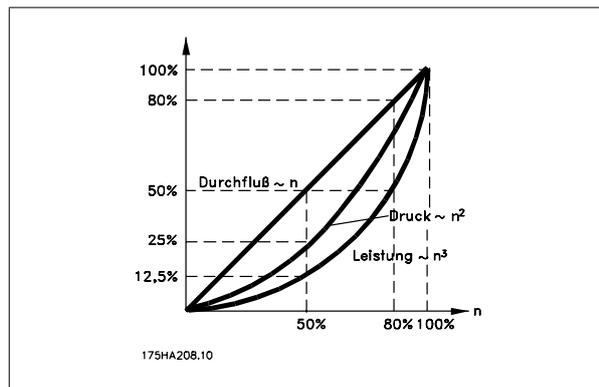
Wie in der Darstellung zu sehen (Proportionalitätsgesetze), wird der Durchfluss durch Änderung der Drehzahl geregelt. Durch eine Senkung der Drehzahl um lediglich 20 %, bezogen auf die Nenndrehzahl, wird der Durchfluss entsprechend um 20 % reduziert, da der Durchfluss direkt proportional zur Motordrehzahl ist. Der Stromverbrauch wird jedoch um 50 % gesenkt.

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

**Die Proportionalitätsgesetze**

Die nachstehende Abbildung beschreibt die Abhängigkeit von Durchfluss, Druck und Energieverbrauch von UPM.

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



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

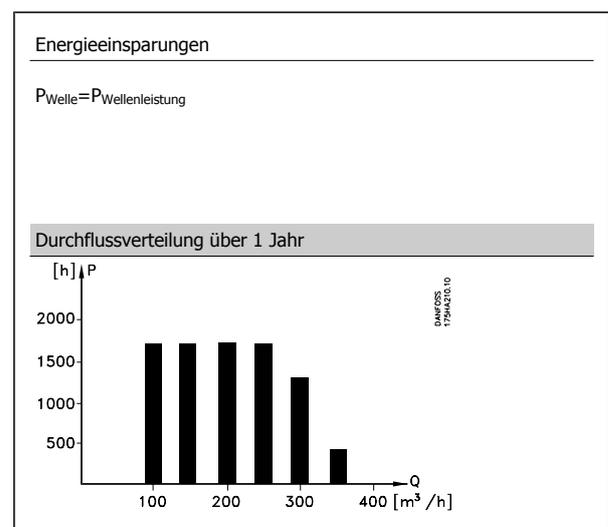
$$\text{Druck} : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

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

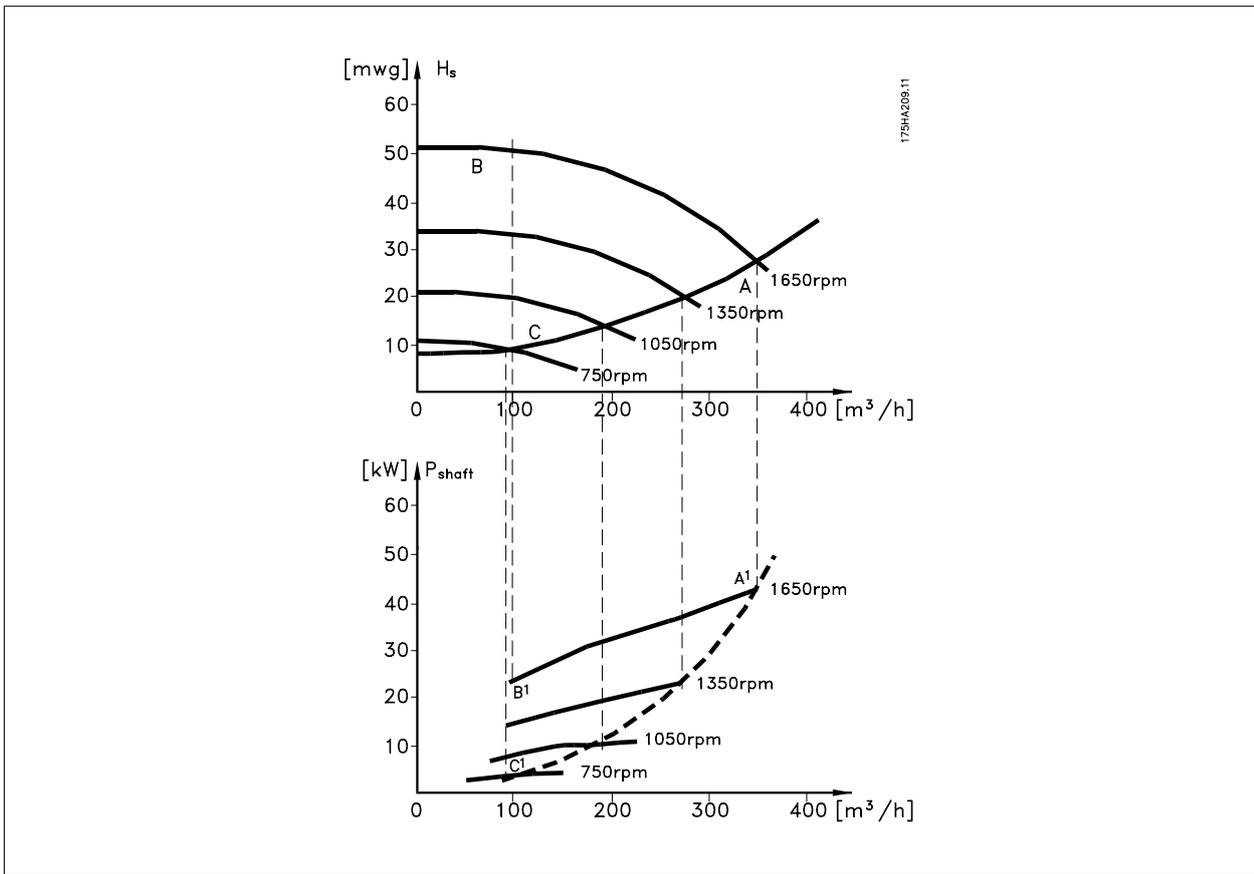
### 2.7.4 Beispiel für variierenden Durchfluss über ein Jahr

Das nachstehende Beispiel wurde aufgrund von Pumpenkennlinien errechnet, die von einem Pumpendatenblatt stammen

Die erzielten Ergebnisse zeigen Energieeinsparungen von über 50 % bei der gegebenen Durchflussverteilung über ein Jahr. Die Amortisation hängt vom Preis pro kWh sowie dem Preis des Frequenzumrichters ab. In diesem Beispiel beträgt sie weniger als ein Jahr beim Vergleich mit Ventilen und konstanter Drehzahl.



2



m <sup>3</sup> /h	Verteilung		Ventilregelung		Regelung über Frequenzumrichter	
	%	Stunden	Leistung A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	Aufnahme kWh	Leistung A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	Aufnahme 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
<b>Σ</b>	100	8760		275.064		26.801

**2.7.5 Bessere Regelung**

Durch den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Volumenstrom- oder Druckregelung ergibt sich ein Regelsystem, 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 oder des Drucks ergibt.

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

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

**2.7.6 Korrektur des Leistungsfaktors cos φ**

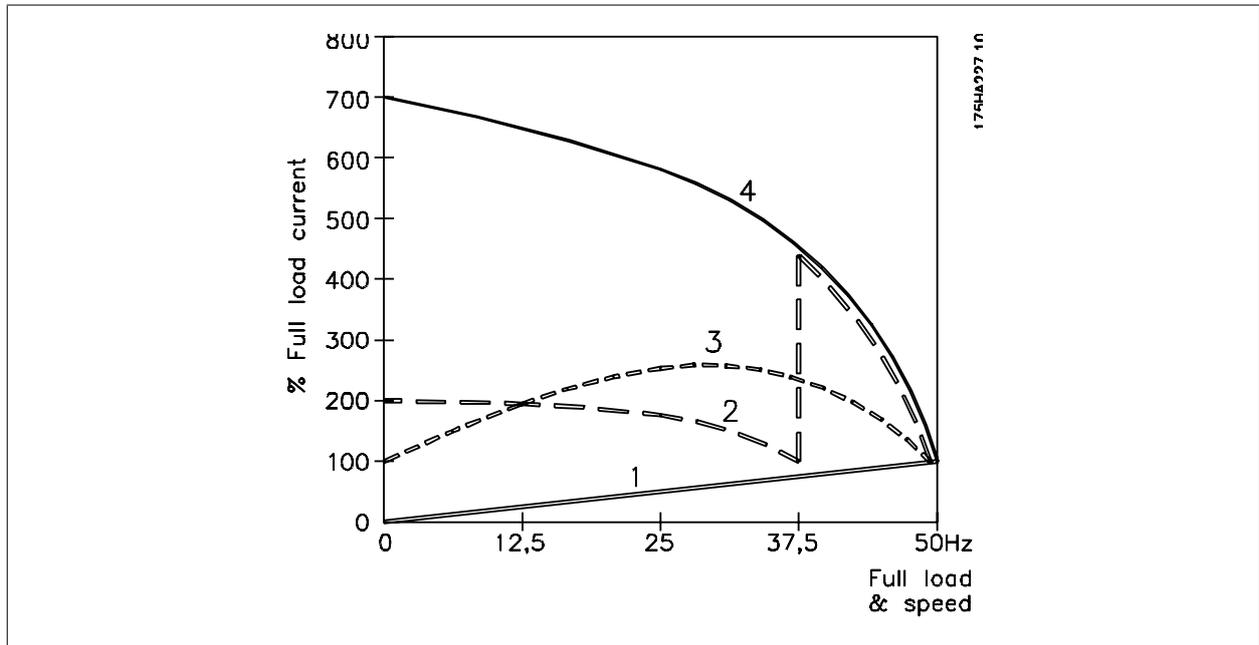
In der Regel liefert ein Frequenzumrichter mit einem cos φ von 1 eine Korrektur des Leistungsfaktors für den cos φ des Motors. Damit muss der cos φ des Motors bei der Dimensionierung der Kompensationsanlage nicht mehr berücksichtigt werden.

### 2.7.7 Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter nicht erforderlich.

Beim Starten größerer Motoren ist es in vielen Ländern notwendig, Betriebsmittel zu verwenden, mit denen der Startstrom begrenzt wird. In herkömmlichen Systemen sind Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter weit verbreitet. Diese Motorstarter sind bei Einsatz eines Frequenzumrichters nicht erforderlich.

Wie die nachstehende Abbildung zeigt, verbraucht ein Frequenzumrichter nicht mehr als seinen Nennstrom.

**2**



- 1 = VLT AQUA Drive
- 2 = Stern-/Dreieckstarter
- 3 = Softstarter
- 4 = Direkte Einschaltung am Netz

## 2.8 Steuerungsaufbau

### 2.8.1 hinsichtl. Steuerverfahren

2

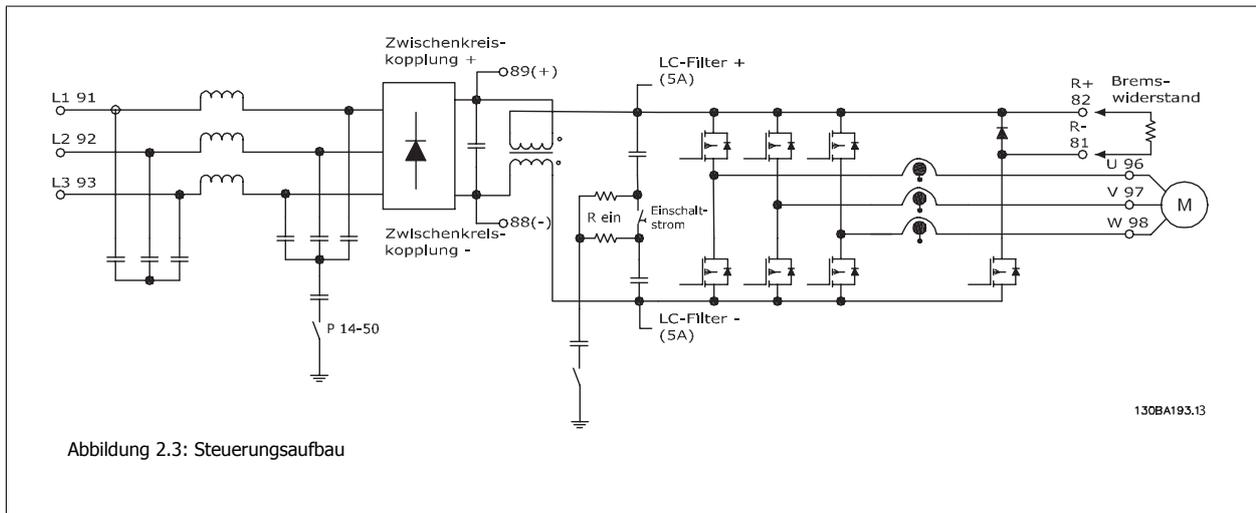


Abbildung 2.3: Steuerungsaufbau

Der Frequenzumrichter ist ein Hochleistungsgerät für anspruchsvolle Anwendungen. Er ermöglicht verschiedene Arten von Motorregelverfahren, wie U/f-Sondermotor-Modus oder VVC plus und kann normale Käfigläufer-Asynchronmotoren steuern.

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

In *Par. 1-00 Regelverfahren* kann die Regelung ohne Rückführung (Drehzahlsteuerung) oder mit Rückführung (PID-Regler) eingestellt werden.

### 2.8.2 Steuerungsaufbau bei Regelung ohne Rückführung

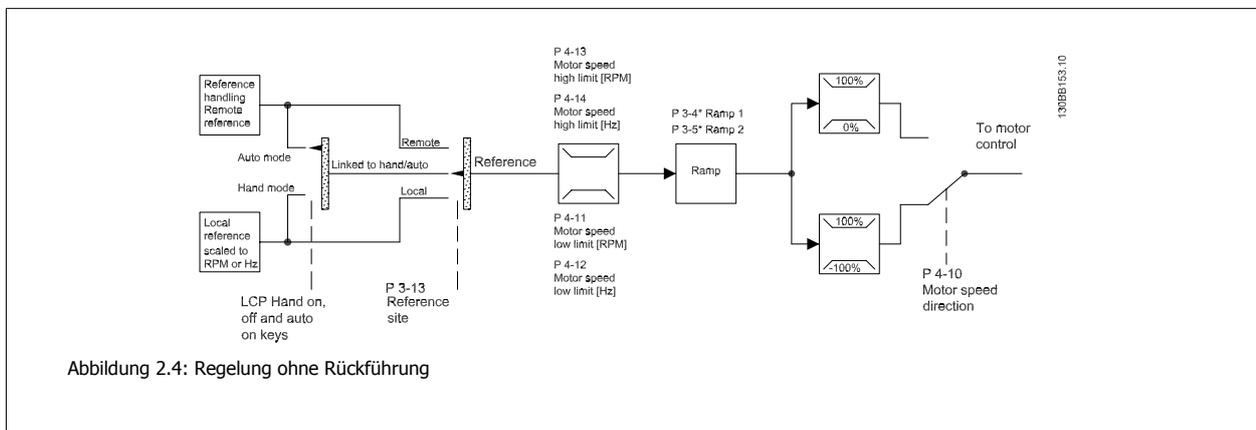


Abbildung 2.4: Regelung ohne Rückführung

Bei der in obiger Darstellung gezeigten Konfiguration ist *Par. 1-00 Regelverfahren* auf Drehzahlsteuerung [0] eingestellt. Der aus der Sollwertverarbeitung resultierende Sollwert oder der Ortsollwert werden durch die Rampenbegrenzung und Drehzahlbegrenzung geführt, bevor er an die Motorregelung übergeben wird.

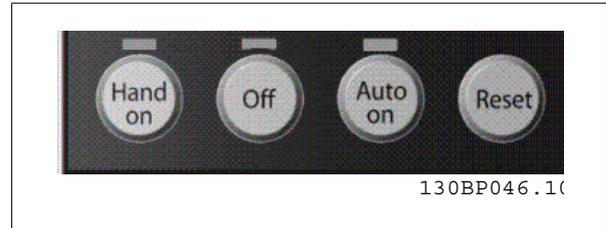
Das Ausgangssignal der Motorregelung wird durch die maximale Frequenzgrenze begrenzt.

### 2.8.3 Handsteuerung (Hand On) und Fernbetrieb (Auto On)

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

Falls gemäß Par. 0-40 [Hand on] Key on LCP, Par. 0-41 [Off] Key on LCP, Par. 0-42 [Auto on] Key on LCP und Par. 0-43 [Reset] Key on LCP zulässig, kann der Frequenzumrichter über das LCP mit den Tasten [Hand On] und [Off] gesteuert werden. Ein Alarm kann mit der [RESET]-Taste zurückgesetzt werden. Nach Drücken der [Hand On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Hand-Betrieb und verwendet standardmäßig den Ortsollwert, der mithilfe der LCP Pfeiltasten [▲] und [▼] eingestellt wird.

Nach Drücken der [Auto On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Auto-Betrieb und verwendet standardmäßig den Fernsollwert. In diesem Modus kann der Frequenzumrichter über die Digitaleingänge bzw. verschiedene Schnittstellen (RS-485, USB oder einen optionalen Feldbus) gesteuert werden. Mehr Informationen zum Starten, Stoppen, Ändern von Rampen und Parametersätzen finden Sie in Parametergruppe 5-1\* (Digitaleingänge) oder Parametergruppe 8-5\* (serielle Kommunikation).



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

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

**ACHTUNG!**  
Bei Netz-Aus wird der Ortsollwert wieder hergestellt.

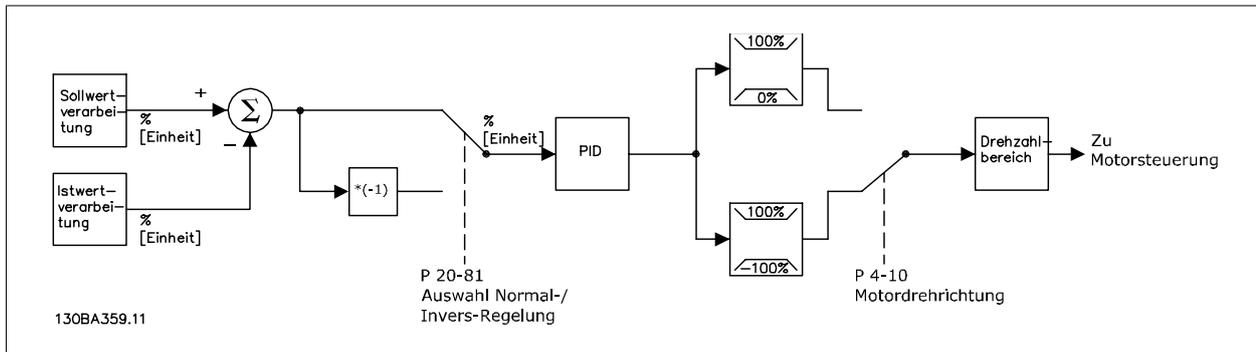
Par. 1-00 Configuration Mode definiert, welches Regelverfahren (d. h., Regelung ohne Rückführung oder mit Rückführung) bei Fernbetrieb angewendet werden soll (Bedingungen siehe Tabelle oben).

### 2.8.4 Steuerungsaufbau mit Rückführung

Mit dem PID-Regler des Frequenzumrichters kann dieser zu einem integrierten Bestandteil des geregelten Systems werden. Der Frequenzumrichter erhält ein Istwertsignal von einem Sensor im System. Diesen Istwert vergleicht er dann mit einem Sollwert und bestimmt die Abweichung zwischen diesen beiden Signalen, falls vorhanden. Im Anschluss daran stellt er die Drehzahl des Motors ein, um diese Abweichung zu korrigieren.

2

Betrachten wir zum Beispiel eine Pumpenanwendung, in der die Drehzahl der Pumpe so geregelt werden soll, dass der statische Druck in der Rohrleitung konstant bleibt. Der gewünschte statische Druckwert wird dem Frequenzumrichter als Sollwert vorgegeben. Ein statischer Drucksensor misst den tatsächlichen statischen Druck in der Rohrleitung und leitet dies als Istwertsignal an den Frequenzumrichter weiter. Ist das Istwertsignal größer als der Sollwert, reduziert der Frequenzumrichter die Drehzahl, um den Druck zu verringern. Ähnlich erhöht der Frequenzumrichter automatisch die Drehzahl, um den von der Pumpe gelieferten Druck zu erhöhen, wenn der Leitungsdruck unter dem Sollwert liegt.

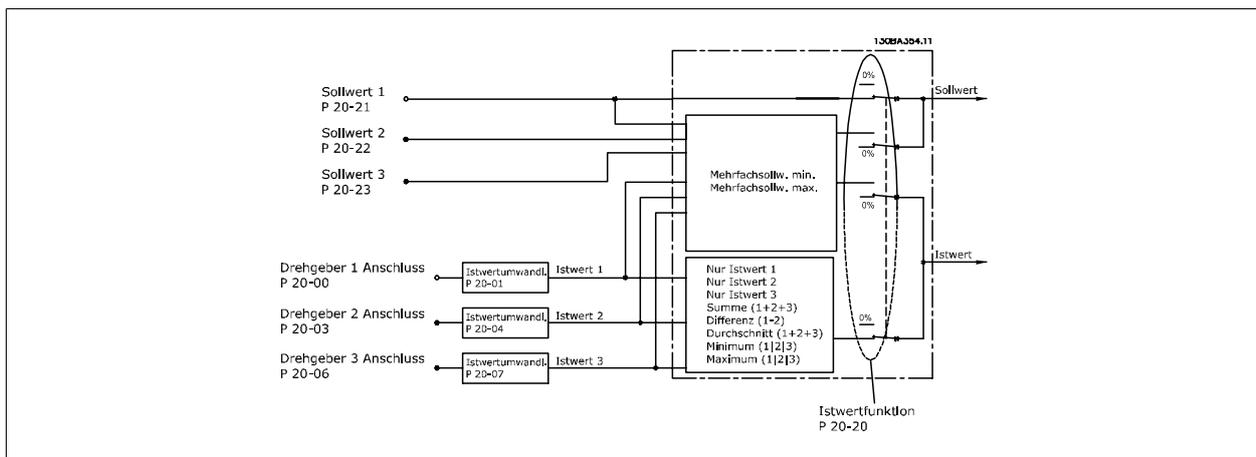


**ACHTUNG!** Die Werkseinstellungen des PID-Reglers reichen häufig vollkommen aus, um zufrieden stellende Leistung zu erreichen. Die Regelung des Systems lässt sich jedoch häufig durch Anpassung einiger der Parameter des PID-Reglers optimieren. Die PI-Konstanten können auch automatisch abgestimmt werden.

Die Abbildung zeigt ein Blockschaltbild des PID-Reglers des Frequenzumrichters. Die Beschreibung der Blöcke Sollwertverarbeitung und Istwertverarbeitung finden Sie in ihren jeweiligen Abschnitten weiter hinten in diesem Handbuch.

### 2.8.5 Istwertverarbeitung

In der Abbildung unten ist das System zur Verarbeitung des Istwertsignals dargestellt.



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:

**1 Zone, 1 Sollwert**

1 Zone und 1 Sollwert ist eine einfache Konfiguration. Sollwert 1 wird zu allen anderen Sollwerten addiert (falls vorhanden, siehe Sollwertverarbeitung) und das Istwertsignal wird über Par. 20-20 gewählt.

**Mehrere Zonen, 1 Sollwert**

Die Konfiguration „Mehrere Zonen, 1 Sollwert“ verwendet zwei oder drei Istwertgeber, aber nur einen Sollwert. Die Istwerte können addiert, subtrahiert (nur Istwert 1 und 2) oder es kann ihr Mittelwert gebildet werden. Daneben kann der Maximal- oder Mindestwert verwendet werden. Sollwert 1 wird ausschließlich in dieser Konfiguration verwendet.

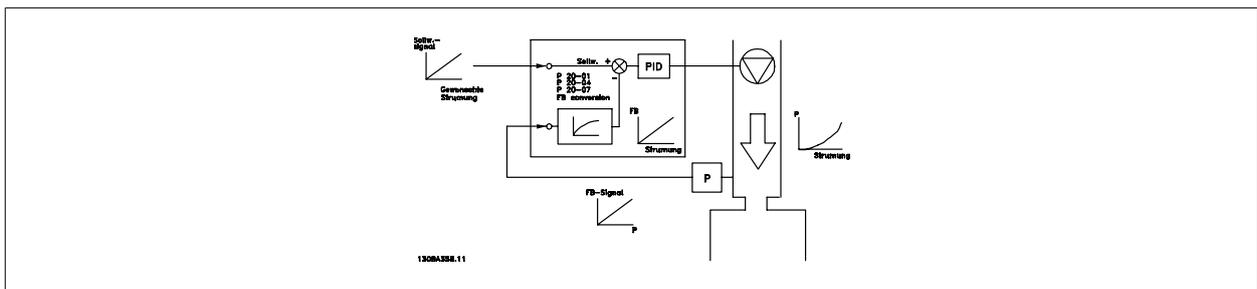
Wird *Multisollwert min.* [13] gewählt, bestimmt das Soll-/Istwertpaar mit der größten Differenz die Drehzahl des Frequenzumrichters. *Multisollwert max.* [14] versucht, alle Zonen auf oder unter ihren Sollwerten zu halten, während *Multisollwert min.* [13] versucht, alle Zonen auf oder über ihren Sollwerten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

**Beispiel:**

In einer Anwendung mit zwei Zonen und zwei Sollwerten ist der Sollwert von Zone 1 15 bar und der Istwert 5,5 bar. Sollwert von Zone 2 ist 4,4 bar und der Istwert ist 4,6 bar. Wurde *Multisollwert max.* [14] gewählt, 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). Wurde *Multisollwert min.* [13] gewählt, 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).

**2.8.6 Istwertumwandlung**

In einigen Anwendungen kann es nützlich sein, das Istwertsignal umzuwandeln. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung eines Drucksignals, um den Durchflusswert anzugeben. Da die Quadratwurzel des Drucks proportional zum Durchfluss ist, ergibt die Quadratwurzel des Drucksignals einen Wert, der proportional zum Durchfluss ist. Dies wird nachstehend gezeigt.

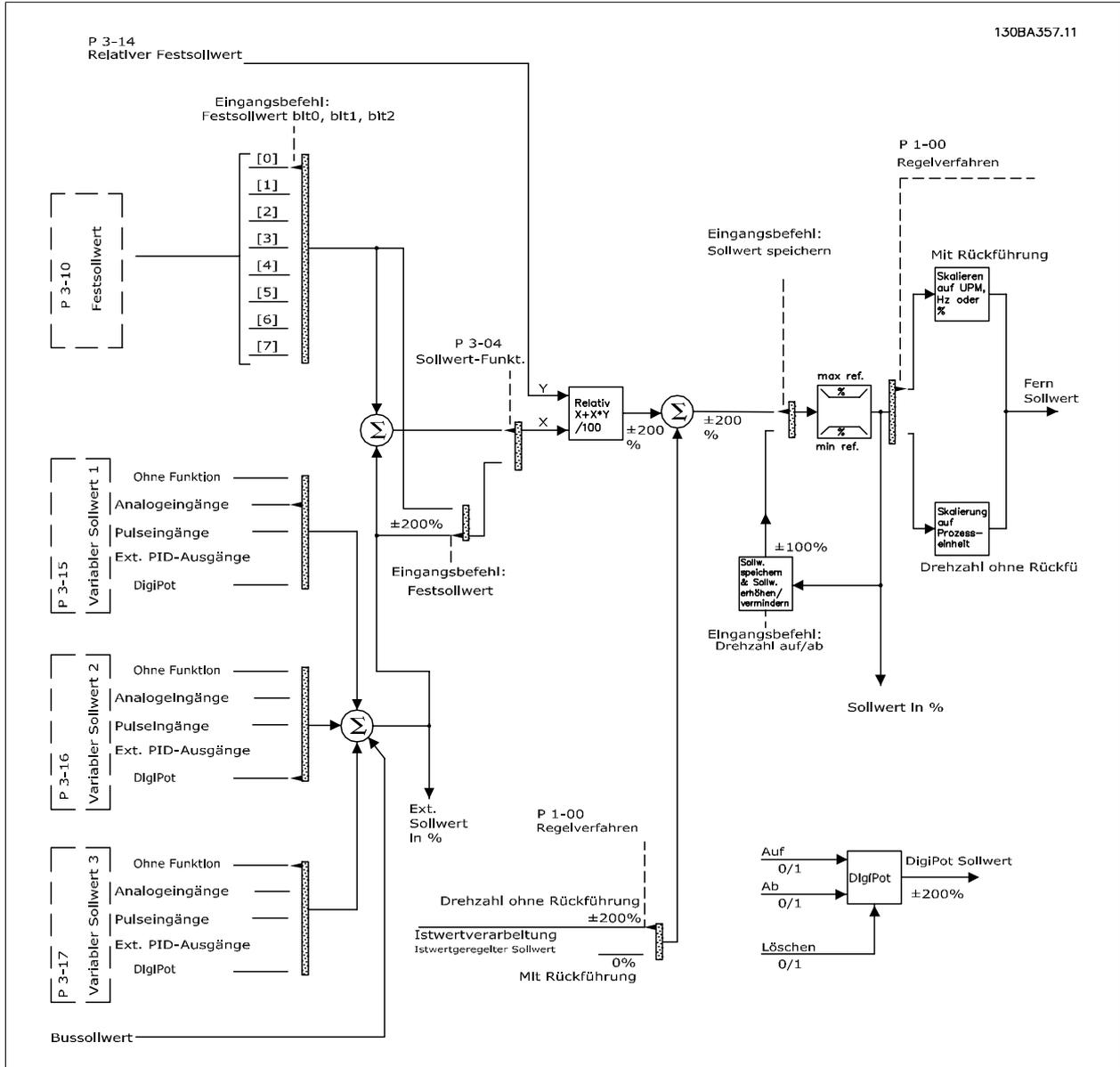


### 2.8.7 Sollwertverarbeitung

#### Angaben für Betrieb mit und ohne Rückführung.

In der Abbildung unten ist das System zur Berechnung des Fernsollwerts dargestellt.

2



Der Fernsollwert besteht aus:

- Festsollwerten.
- externen Sollwerten (Analogeingängen, Pulsfrequenzeingängen, digitalen Potentiometereingängen und Sollwerten der seriellen Schnittstelle).
- dem relativen Festsollwert.
- dem Sollwert mit Istwertregelung.

Bis zu 8 Festsollwerte können im Frequenzumrichter programmiert werden. Der aktive Fernsollwert kann über Digitaleingänge oder serielle Schnittstelle gewählt werden. Der Sollwert kann auch extern bereitgestellt werden, am häufigsten von einem Analogeingang. Diese externe Quelle wird durch einen der 3 variablen Sollwerte ((Par. 3-15 *Reference 1 Source*, Par. 3-16 *Reference 2 Source* und Par. 3-17 *Reference 3 Source*) gewählt. Digitalpoti ist ein digitales Potentiometer. Dies wird auch als Drehzahl auf/ab-Regler oder Gleitkomma-Steuerung bezeichnet. Zu seiner Einrichtung wird ein Digitaleingang programmiert, den Sollwert zu erhöhen, während ein anderer Digitaleingang programmiert wird, den Sollwert zu verringern. Ein dritter Digitaleingang kann zum Quittieren des Digitalpoti-Sollwerts dienen. Alle variablen Sollwerte und der Bussollwert werden addiert, um den gesamten externen Sollwert zu erhalten. Der externe Sollwert, der Festsollwert oder die Summe aus beiden kann als aktiver Sollwert gewählt werden. Schließlich kann dieser Sollwert über Par. 3-14 *Preset Relative Reference* skaliert werden.

Der skalierte Sollwert wird wie folgt berechnet:

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

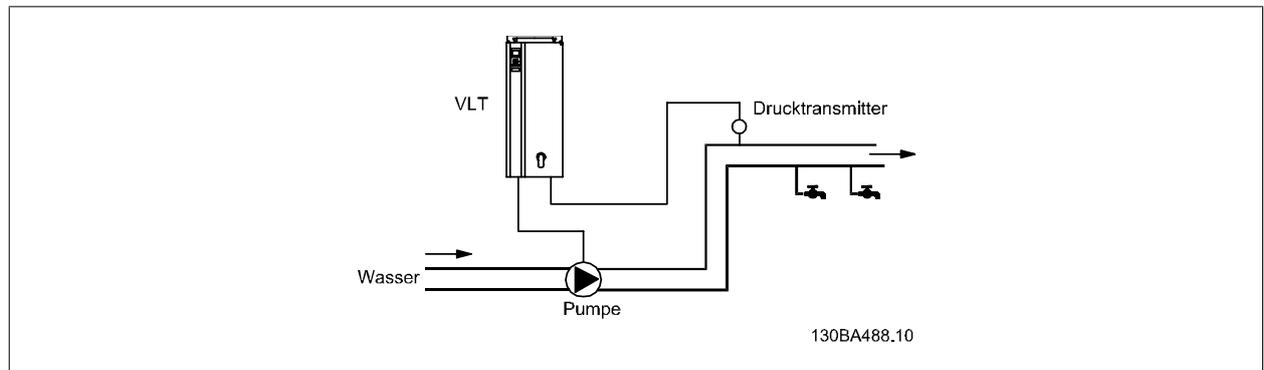
Wobei X der externe Sollwert, der Festsollwert oder eine Summe aus diesen und Y Par. 3-14 *Preset Relative Reference* in [%] ist.



**ACHTUNG!**  
Wird Y, Par. 3-14 *Preset Relative Reference* auf 0 % eingestellt, hat die Skalierung keinen Einfluss auf den Sollwert.

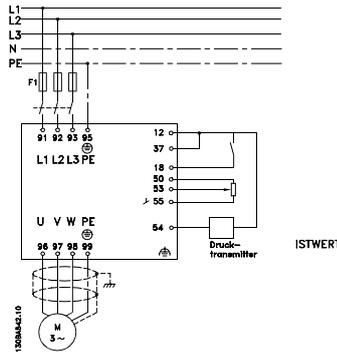
### 2.8.8 Beispiel der PID-Regelung

Nachstehend ein Beispiel für die PID-Regelung mit Rückführung in einer Verstärkerpumpenanwendung:



In einem Wassernetz soll der Druck auf einem konstanten Wert gehalten werden. Der gewünschte Druck (Sollwert) ist mithilfe eines 0-10-V-Pontimeters zwischen 0 und 10 bar oder über einen Parameter einstellbar. Der Drucksensor hat einen Bereich von 0 bis 10 bar und verwendet einen Zweileiter-Transmitter, um ein 4-20-mA-Signal zu liefern. Der Ausgangsfrequenzbereich des Frequenzumrichters liegt zwischen 10 und 50 Hz.

1. Start/Stop über einen mit Klemme 12 (+24 V) und 18 verbundenen Schalter.
2. Drucksollwert über Potentiometer (0 bis 10 bar, 0 bis 10 V) an Klemme 50 (+10 V), 53 (Eingang) und 55 (Common).
3. Druckistwert über Transmitter (0 bis 10 bar, 4 bis 20 mA) an Klemme 54. Schalter S202 hinter dem LCP Bedienteil steht auf EIN (Einstellung Strom).



HINWEIS: ANSCHLUSS DER ABSCHIRMUNG FÜR STEUERKABEL AN KLEMME 38 ODER 61

HINWEIS: ALLE EINSTELLUNGEN BASIEREN AUF WERKSEINSTELLUNGEN. NUR DIE FOLGENDEN MÜSSEN PROGRAMMIERT WERDEN:

MOTORLEISTUNG PAR. 103  
 MOTORSPANNUNG PAR. 104  
 MOTORFREQUENZ PAR. 105  
 MOTORSTROM PAR. 107

### 2.8.9 Programmierreihenfolge

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
<b>1) Ordnungsgemäßen Motorbetrieb sicherstellen. Vorgehensweise:</b>		
Den Frequenzumrichter so einstellen, dass er den Motor basierend auf der Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters steuert.	0-02	Hz [1]
Die Motorparameter mithilfe der Typenschilddaten einstellen.	1-2*	Siehe Motor-Typenschild
Automatische Motoranpassung ausführen.	1-29	<i>Komplette Anpassung</i> [1] aktivieren und dann die AMA-Funktion ausführen.
<b>2) Prüfen, ob der Motor in der richtigen Richtung läuft.</b>		
„Hand On“-LCP-Taste und die ^-Taste drücken, damit sich der Motor langsam dreht. Prüfen, ob der Motor in der richtigen Richtung dreht.		Falls sich der Motor in die falsche Richtung dreht, den Motorstecker abziehen und zwei Phasen des Motors vertauschen.
<b>3) Sicherstellen, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf geeignete Werte eingestellt sind.</b>		
Sicherstellen, dass die Rampeneinstellungen innerhalb des Beschleunigungsvermögens des Frequenzumrichters liegen und den zulässigen Spezifikationen der Anwendung entsprechen.	3-41 3-42	60 s 60 s Abhängig von Motor-/Lastgröße! Auch im Hand-Betrieb aktiv.
Ggf. eine Reversierung des Motors verhindern.	4-10	<i>Nur Rechts</i> [0]
Zulässige Grenzwerte für die Motordrehzahl einstellen.	4-12 4-14 4-19	10 Hz, Min. Drehzahl 50 Hz, Max. Drehzahl 50 Hz, Max. Ausgangsfrequenz
Von Regelung ohne auf Regelung mit Rückführung schalten.	1-00	<i>PID-Prozess</i> [3]
<b>4) Den Istwert zum PID-Regler konfigurieren.</b>		
Analogeingang 54 als Istwerteingang einstellen.	20-00	<i>Analogeingang 54</i> [2] (Werkseinstellung)
Die entsprechende Soll-/Istwerteneinheit auswählen.	20-12	<i>Bar</i> [71]
<b>5) Den Sollwert für den PID-Regler konfigurieren.</b>		
Zulässige Grenzwerte für den Sollwert einstellen.	3-02 3-03	0 bar 10 bar
Analogeingang 53 als variablen Sollwert 1 einstellen.	3-15	<i>Analogeingang 53</i> [1] (Werkseinstellung)
<b>6) Für Sollwert und Istwert verwendete Analogeingänge skalieren.</b>		
Analogeingang 53 für den Druckbereich des Potentiometers skalieren (0 bis 10 bar, 0 - 10 V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10 V (Werkseinstellung) 0 bar 10 bar
Analogeingang 54 für Drucksensor (0 bis 10 bar, 4 - 20 mA).	6-22 6-23 6-24 6-25	4 mA 20 mA (Werkseinstellung) 0 bar 10 bar
<b>7) Parameter für PID-Regler fein einstellen.</b>		
Ggf. den PID-Regler des Frequenzumrichters einstellen.	20-93 20-94	Siehe dazu Optimieren des PID-Reglers weiter unten.
<b>8) Fertig</b>		
Parametereinstellung in LCP speichern.	0-50	<i>Speichern in LCP</i> [1]

### 2.8.10 Optimierung des PID-Reglers

Nachdem der PID-Regler des Frequenzumrichters eingestellt worden ist, sollte seine Leistung getestet werden. In vielen Fällen weist er eine akzeptable Leistung auf, wenn die Werkseinstellungen für die PID-Proportionalverstärkung (Par. 20-93) und PID-Integrationszeit (Par. 20-94) verwendet werden. 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.

### 2.8.11 Manuelle PID-Einstellung

1. Motor starten.
2. Par. 20-93 (PID-Proportionalverstärkung) auf 0,3 einstellen und anschließend erhöhen, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Ggf. mehrfach Stopp/Start betätigen oder stufenweise Änderungen am Sollwert vornehmen, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen. Anschließend die PID-Proportionalverstärkung reduzieren, bis sich das Istwertsignal stabilisiert. Jetzt die Proportionalverstärkung um weitere 40 - 60 % senken.
3. Par. 20-94 (PID Integrationszeit) auf 20 Sek. einstellen und den Wert anschließend reduzieren, bis das Istwertsignal zu schwingen beginnt. Ggf. mehrfach Stopp/Start betätigen oder stufenweise Änderungen am Sollwert vornehmen, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen. Anschließend die Integrationszeit heraufsetzen, bis das Istwertsignal stabilisiert ist. Danach die Integrationszeit um 15 - 50 % erhöhen.
4. Par. 20-95 (PID-Differentiationszeit) sollte nur bei sehr schnell reagierenden Systemen verwendet werden. Der typische Wert liegt bei 25 % der PID-Integrationszeit (Par. 20-94). Der Differentiationsfunktion sollte nur benutzt werden, wenn Proportionalverstärkung und Integrationszeit optimal eingestellt sind. Stellen Sie sicher, dass Schwingungen des Istwertsignals durch das Tiefpassfilter des Istwertsignals ausreichend gedämpft werden (Par. 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 leitungsgebunden im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz und als Luftstrahlung im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz zu betrachten. Störungen vom Antriebssystem in einem Bereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

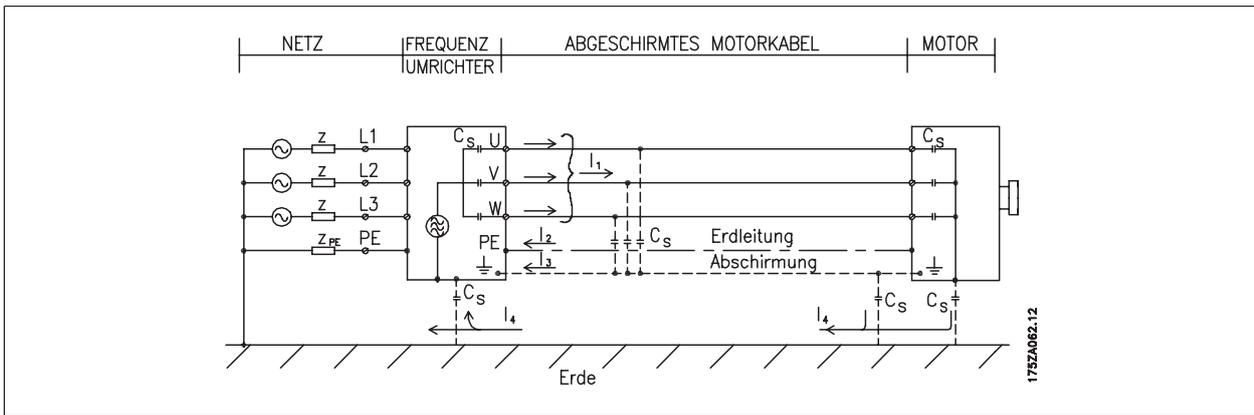
Wie die folgende Darstellung zeigt, werden durch die Kapazität des Motorkabels, in Verbindung mit hohem  $dU/dt$  des Pulsmusters der Motorspannung, Ableitströme erzeugt.

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

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

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

2



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



**ACHTUNG!**

Bei Verwendung nicht abgeschirmter Kabel sind bestimmte emissionsbezogene Anforderungen nicht erfüllt. Es müssen gegebenenfalls zusätzliche EMV-Maßnahmen vorgesehen werden. Die Störfestigkeitsanforderungen sind jedoch erfüllt.

Um das Störniveau des gesamten Systems (Frequenzumrichter + Anlage) von vornherein weitestgehend zu reduzieren, ist es wichtig, dass die Motorkabel und etwaige Bremsleitungen so kurz wie möglich gehalten werden. Steuerleitungen und Buskabel dürfen nicht gemeinsam mit Motorkabeln und Bremsleitungen verlegt werden. Funkstörungen über 50 MHz (Luftstrahlung) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt.

**2.9.2 Emissionsanforderungen**

Gemäß der EMV-Produktnorm für Frequenzumrichter mit regelbarer Drehzahl EN/IEC61800-3:2004 sind die EMV-Anforderungen abhängig vom jeweiligen Einsatzzweck des Frequenzumrichters. In der EMV-Produktnorm sind vier Kategorien definiert. Die Definitionen der vier Kategorien sowie die Anforderungen für netzübertragene Emissionen finden Sie in der nachstehenden Tabelle:

Kategorie	Definition	Anforderungen an leitungsgeführte Emissionen gemäß EN55011-Grenzwerten
C1	In der ersten Umgebung (Wohnung und Büro) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse B
C2	In der ersten Umgebung (Wohnung und Büro) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V, die weder steckerfertig noch beweglich sind und von Fachkräften installiert und in Betrieb genommen werden müssen.	Klasse A Gruppe 1
C3	In der zweiten Umgebung (Industrieumgebung) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse A Gruppe 2
C4	In der zweiten Umgebung (Industrieumgebung) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung über 1000 V und einem Nennstrom über 400 A oder die für den Einsatz in komplexen Systemen vorgesehen sind.	Keine Grenzlinie. Es muss ein EMV-Plan aufgestellt werden.

Wenn die Fachgrundnorm Störaussendung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzumrichter folgende Grenzwerte einhalten:

Umgebung	Fachgrundnorm	Anforderungen an leitungsgeführte Emissionen gemäß EN55011-Grenzwerten
Erste Umgebung (Wohnung und Büro)	Fachgrundnorm EN/IEC61000-6-3 für private, geschäftliche und gewerbliche Umgebungen.	Klasse B
Zweite Umgebung (industrielle Umgebung)	Fachgrundnorm EN/IEC61000-6-4 für industrielle Umgebungen.	Klasse A Gruppe 1

### 2.9.3 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)

Folgende Ergebnisse wurden unter Verwendung eines Frequenzumrichters (mit Optionen, falls relevant), mit abgeschirmtem Steuerkabel, eines Steuerkastens mit Potentiometer sowie eines Motors und geschirmten Motorkabels erzielt.

EMV-Filtertyp	Phasentyp	Leitungsgebundene Störemission.			Abgestrahlte Störaussendung	
		Maximale Länge des geschirmten Kabels			Industriebereich	Wohnbereich, Geschäftsbereich und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe
		Industriebereich	Wohnbereich, Geschäftsbereich und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe	Industriebereich		
Prüfwerte:	S/T	EN 55011 Klasse A2	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B
<b>H1</b>		Meter	Meter	Meter		
1,1-22 kW 220-240 V	<b>S2</b>	150	150	50	Ja	Nein
0,25-45 kW 200-240 V	<b>T2</b>	150	150	50	Ja	Nein
7,5-37 kW 380-480 V	<b>S4</b>	150	150	50	Ja	Nein
0,37-90 kW 380-480 V	<b>T4</b>	150	150	50	Ja	Nein
<b>H2</b>						
1,1-22 kW 220-240 V	<b>S2</b>	25	Nein	Nein	Nein	Nein
0,25-3,7 kW 200-240 V	<b>T2</b>	5	Nein	Nein	Nein	Nein
5,5-45 kW 200-240 V	<b>T2</b>	25	Nein	Nein	Nein	Nein
0,37-7,5 kW 380-480 V	<b>T4</b>	5	Nein	Nein	Nein	Nein
7,5-37 kW 380-480 V	<b>S4</b>	25	Nein	Nein	Nein	Nein
11-90 kW 380-480 V	<b>T4</b>	25	Nein	Nein	Nein	Nein
110-1000 kW 380-480 V	<b>T4</b>	50	Nein	Nein	Nein	Nein
0,75-90 kW 525-600 V	<b>T6</b>	150	Nein	Nein	Nein	Nein
11-90 kW 525-690 V	<b>T7</b>	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
45-1200 kW 525-690 V	<b>T7</b>	150	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>H3</b>						
0,25-45 kW 200-240 V	<b>T2</b>	75	50	10	Ja	Nein
0,37-90 kW 380-480 V	<b>T4</b>	75	50	10	Ja	Nein
<b>H4</b>						
110-1000 kW 380-480 V	<b>T4</b>	150	150	Nein	Ja	Nein
11-90 kW 525-690 V	<b>T7</b>	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
45-400 kW 525-690 V	<b>T7</b>	150	30	Nein	Nein	Nein
<b>Hx</b>						
0,75-90 kW 525-600 V	<b>T6</b>	-	-	-	-	-

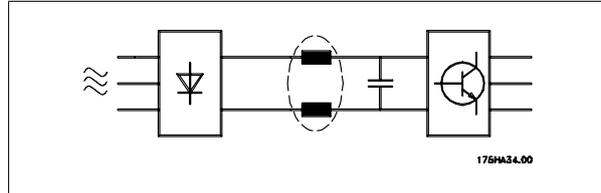
Tabelle 2.1: EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)

## 2.9.4 Allgemeine Emissionsaspekte von Oberwellenströmen

Frequenzrichter nehmen vom Netz einen nicht sinusförmigen Strom auf, der den Eingangsstrom  $I_{\text{EFF}}$  erhöht. Nicht-sinusförmige Ströme werden mithilfe einer Fourier-Analyse in Sinusströme mit verschiedenen Frequenzen zerlegt, d. h. in verschiedene Oberwellenströme  $I_N$  mit einer Grundfrequenz von 50 Hz:

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

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



### ACHTUNG!

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



### ACHTUNG!

Um die Netzurückwirkung gering zu halten, sind Danfoss Frequenzrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet. Diese reduzieren normalerweise den Eingangsstrom  $I_{\text{eff}}$  um 40 %.

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

$$THD \% = \sqrt{U_{\frac{2}{5}}^2 + U_{\frac{2}{7}}^2 + \dots + U_{\frac{2}{N}}^2} \quad (U_N \% \text{ von } U)$$

## 2.9.5 Emissionsanforderungen für Oberwellenströme

Geräte mit Anschluss an das öffentliche Versorgungsnetz:

### Optionen: Definition:

- 1 IEC/EN 61000-3-2 Klasse A für symmetrische dreiphasige Geräte (für professionelle Geräte mit bis zu 1 kW Gesamtleistung).
- 2 IEC/EN 61000-3-12 für Geräte mit einem Phasenstrom zwischen 16 und 75 A und professionelle Geräte ab 1 kW bis zu einem Phasenstrom von 16 A.

### 2.9.6 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)

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



Leistungsgrößen bis PK75 in T2 und T4 entsprechen IEC/EN 61000-3-2 Klasse A. Leistungsgrößen von P1K1 bis P18K in T2 und bis P90K in T4 entsprechen IEC/EN 61000-3-12. Leistungsgrößen P110 - P450 in T4 entsprechen ebenfalls IEC/EN 61000-3-12. Da die Ströme über 75 A liegen, ist dies jedoch nicht erforderlich.

Tabelle 4,  $R_{SCE} \geq 120$ ,  $THD \leq 48\%$  und  $PWHD \geq 46\%$ , vorausgesetzt, die Kurzschlussleistung der Netzversorgung  $S_{sc}$  ist größer oder gleich:

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

an der Schnittstelle zwischen Geräteversorgung und öffentlichem Versorgungsnetz.

Der Installateur oder Gerätenutzer hat, gegebenenfalls durch Rücksprache mit dem Netzbetreiber, sicherzustellen, dass das Gerät an eine Netzversorgung mit einer Kurzschlussleistung  $S_{sc}$  gleich oder größer obigen Angaben angeschlossen wird

Der Anschluss anderer Leistungsgrößen an das öffentliche Versorgungsnetz ist nach Rücksprache mit dem Netzbetreiber möglich.

## 2.10 Störfestigkeitsanforderungen

Die Störfestigkeitsanforderungen für Frequenzumrichter sind abhängig von der Installationsumgebung. Die Anforderungen in Industrieumgebungen sind höher als die Anforderungen an Wohnungs- oder Büroumgebungen. Alle Frequenzumrichter von Danfoss erfüllen die Störfestigkeitsanforderungen in Industrieumgebungen und dementsprechend auch die niedrigeren Anforderungen in Wohnungs- und Büroumgebungen.

Um die Störfestigkeit gegenüber EMV-Emissionen durch andere zugeschaltete elektrische Geräte zu dokumentieren, wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest durchgeführt, und zwar auf einem System bestehend aus 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):** Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrischer Entladungen von Personen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Elektromagnetisches Einstrahlungsfeld, amplitudenmodulierte Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie von mobilen Kommunikationsgeräten.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Schnelle Transienten: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Surge-Transienten: Simulation von Transienten, z. B. durch Blitzschlag in nahe gelegenen Installationen.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** HF-Gleichtakt: Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Siehe folgende EMV-Störfestigkeitstabelle.

Spannungsbereich: 200-240 V, 380-480 V					
Fachgrundnorm	Burst IEC 61000-4-4	Surge-Transienten IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Abgestrahlte elektromagnetische Felder IEC 61000-4-3	Leitungsgeführte Störgrößen induziert durch hoch- frequente Felder IEC 61000-4-6
Abnahmekriterium	B	B	B	A	A
Netz	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>eff</sub>
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff</sub>
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff</sub>
Zwischenkreis-kopplung	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff</sub>
Steuerleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff</sub>
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff</sub>
Relaisleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff</sub>
Anwendungs- und Feldbus- Optionen	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff</sub>
LCP Kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>eff</sub>
Externe 24 V DC	2 kV CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>eff</sub>
Gehäuse	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

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

Tabelle 2.2: Störfestigkeit

## 2.11 Galvanische Trennung (PELV)

### 2.11.1 PELV - Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)

PELV bietet Schutz durch Vorliegen einer Kleinspannung. Ein Schutz gegen elektrischen Schlag gilt als gewährleistet, wenn die Stromversorgung vom Typ PELV ist und die Installation gemäß den örtlichen bzw. nationalen Vorschriften für PELV-Versorgungen ausgeführt wurde.

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

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

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

Die galvanische PELV-Trennung ist an sechs Punkten vorhanden (siehe Abbildung):

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

1. Schutznetzteil (SMPS) einschließlich Isolation des Signals  $U_{DC}$ , das die Gleichstrom-Zwischenkreisspannung anzeigt.
2. Gate-Treiber zur Ansteuerung der IGBTs (Triggertransformatoren/Optokoppler).
3. Stromwandler.
4. Bremsel Elektronik (Optokoppler).
5. Einschaltstrombegrenzung, EMV und Temperaturmesskreise.
6. Ausgangsrelais.

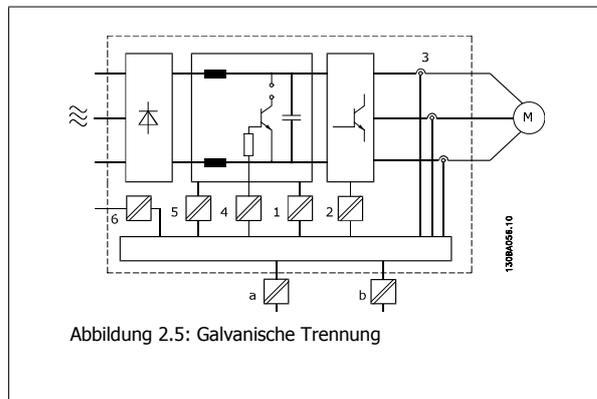


Abbildung 2.5: Galvanische Trennung

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



**Installation in großen Höhenlagen:**  
 380-500 V, Gehäuse A, B und C: Bei Höhenlagen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.  
 380-500 V, Gehäuse D, E und F: Bei Höhenlagen über 3 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.  
 525-690 V: Bei Höhenlagen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

## 2.12 Erdableitstrom



**Warnung:**  
 Das Berühren spannungsführender Teile - auch nach der Trennung vom Netz - ist lebensgefährlich.  
 Achten Sie darauf, dass alle Spannungseingänge, wie z. B. die Zwischenkreiskopplung (Zusammenschalten von Gleichstrom-Zwischenkreisen) sowie der Motoranschluss (z. B. bei kinetischem Speicher), galvanisch getrennt sind.  
 Vor dem Berühren elektrischer Teile müssen unbedingt die unter *Sicherheitshinweise* angegebenen Wartezeiten eingehalten werden.  
 Eine kürzere Wartezeit ist nur möglich, wenn dies auf dem Typenschild des jeweiligen Geräts entsprechend vermerkt ist.



**Erdableitstrom**  
 Der Erdableitstrom des Frequenzumrichters übersteigt 3,5 mA. Um eine ordnungsgemäße mechanische Verbindung des Erdungskabels mit dem Erdanschluss (Klemme 95) sicherzustellen, muss der Kabelquerschnitt mindestens 10 mm<sup>2</sup> betragen, oder es müssen zwei getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

**Fehlerstromschutzschalter**  
 Dieses Gerät kann einen Fehler-Gleichstrom im Schutzleiter verursachen. Als Fehlerstromschutzschalter (RCD) darf netzseitig im Falle eines direkten oder indirekten Kontakts nur ein RCD vom Typ B verwendet werden. Andernfalls ist eine weitere Schutzmaßnahme zu realisieren, beispielsweise eine Trennung von der Arbeitsumgebung durch doppelte oder verstärkte Isolation oder eine Isolation des Versorgungssystems mittels Trafo. Siehe auch den RCD-Anwendungshinweis MN.90.GX.02.  
 Die Schutzerdung des Frequenzumrichters und die Verwendung von Fehlerstromschutzeinrichtungen müssen stets in Übereinstimmung mit den nationalen und lokalen Vorschriften sein.

## 2.13 Steuerung mit Bremsfunktion

### 2.13.1 Auswahl des Bremswiderstands

2

Bei bestimmten Anwendungen wie in Zentrifugen ist es wünschenswert, den Motor schneller zu stoppen, als durch die Steuerung über Rampe Ab oder Freilauf erreicht werden kann. In solchen Anwendungen kann der Einsatz von Geräten mit Bremswiderstand zum dynamischen Bremsen notwendig sein. Die Benutzung eines Bremswiderstands stellt sicher, dass die Energie vom Widerstand und nicht vom Frequenzumrichter aufgenommen wird.

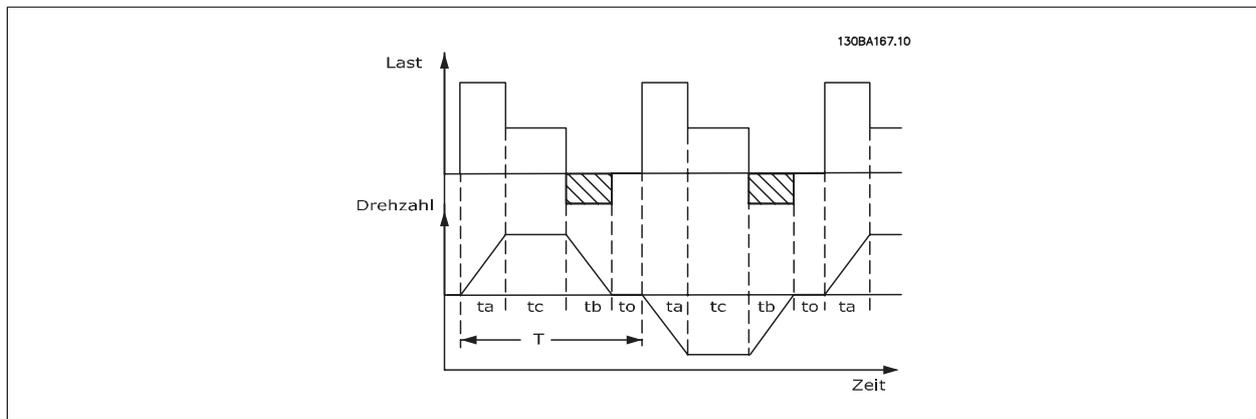
Ist der Betrag der kinetischen Energie, die in jedem Bremszeitraum zum Widerstand übertragen wird, unbekannt, kann die durchschnittliche Leistung auf Basis der Zykluszeit und Bremszeit berechnet werden, was als Aussetzbetrieb bezeichnet wird. Der Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus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

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

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

T = Zykluszeit in Sekunden

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



Danfoss bietet Bremswiderstände mit Arbeitszyklen von 5 %, 10 % und 40 % an, welche für die Benutzung mit den Frequenzumrichtern der Serie FC202 AQUA geeignet sind. Bei Anwendung eines Arbeitszyklus von 10 % kann der Bremswiderstand die Bremsleistung über 10 % der Zykluszeit aufnehmen. Die verbleibenden 90 % dienen zur Wärmeableitung im Widerstand.

Weitere Auswahlratschläge erhalten Sie von Danfoss.



#### ACHTUNG!

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

## 2.13.2 Steuerung mit Bremsfunktion

Die Bremse ist gegen einen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt. Der Bremstransistor wird auf eine Kurzschlussbedingung hin überwacht. Der Schutz des Bremswiderstands vor einer Überlastung aufgrund einer Frequenzrichterstörung kann über ein Relais/einen Digitalausgang realisiert werden.

Die aktuelle Bremsleistung und die mittlere Bremsleistung der letzten 120 Sekunden kann ausgelesen werden. Weiterhin kann die Bremse die Leistungsgröße überwachen und sicherstellen, dass diese nicht den in Par. 2-12 *Brake Power Limit (kW)* eingestellten Wert überschreitet. In Par. 2-13 *Brake Power Monitoring* legen Sie fest, welche Funktion ausgeführt wird, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung den in Par. 2-12 *Brake Power Limit (kW)* eingestellten Grenzwert überschreitet.



### ACHTUNG!

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

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

## 2.14 Mechanische Bremse

### 2.14.1 Verkabelung des Bremswiderstands

EMV (verdrillte Kabel/Abschirmung)

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

Zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften ist eine Schirmung vorteilhaft.

## 2.15 Extreme Betriebsbedingungen

### Kurzschluss (Motorphase – Phase)

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

Um den Frequenzrichter gegen Kurzschlüsse bei Zwischenkreiskopplung und an den Bremswiderstandsklemmen zu schützen, sind die jeweiligen Projektierungshinweise für diese Anschlüsse zu beachten.

### Schalten am Ausgang

Schalten am Ausgang, zwischen Motor und Frequenzrichter, ist uneingeschränkt zulässig. Der Frequenzrichter 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, 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 an Frequenzrichter, Motor und Anlage weitergeben zu können.
3. Eine falsche Einstellung beim Schlupausgleich kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung hervorrufen.

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

Der Wechselrichter wird nach Erreichen eines bestimmten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen.

Siehe Par. 2-10 und Par. 2-17 bezüglich der Möglichkeiten zur Regelung des Zwischenkreis-Spannungsniveaus.

### Übertemperatur

Hohe Umgebungstemperatur führt ggf. zu einer Überhitzung des Frequenzumrichters.

### Netzausfall

Während eines Netzausfalls arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Spannung des Zwischenkreises unter das minimale Niveau abfällt – typischerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters.

Die Höhe der Netzspannung vor dem Ausfall und die aktuelle Motorbelastung bestimmen, wie lange der Wechselrichter im Freilauf ausläuft.

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

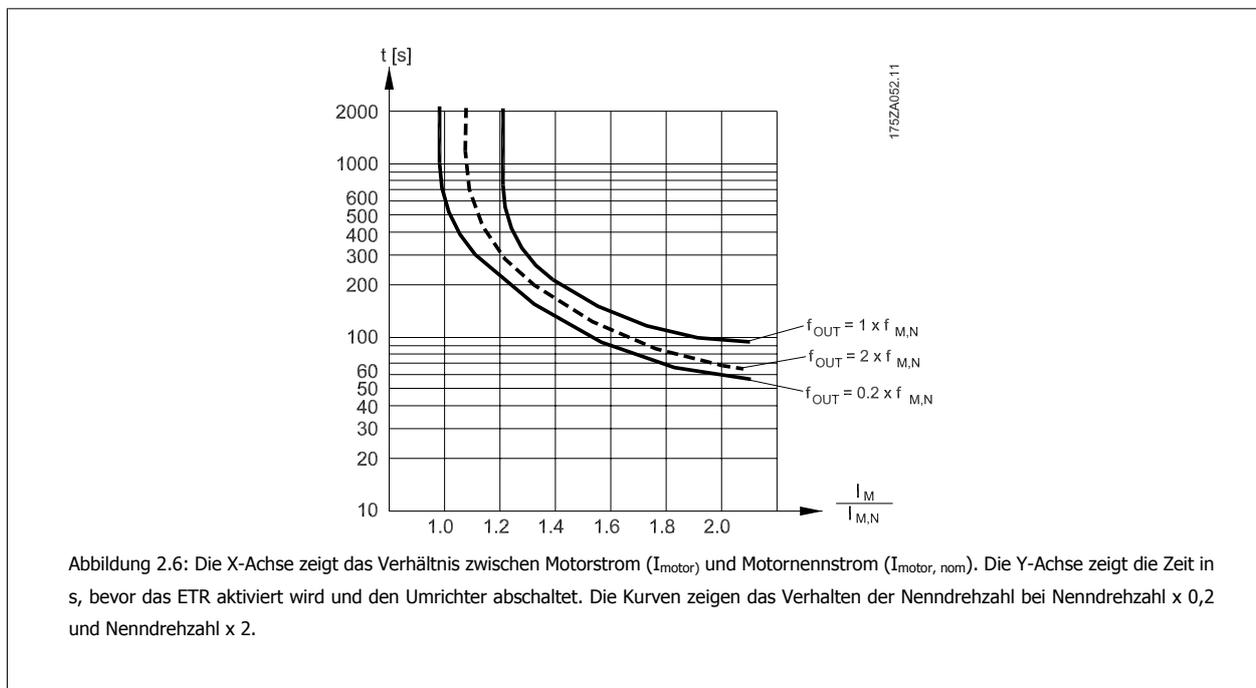
Wird der Frequenzumrichter überlastet (Momentengrenze in Par. 4-16/4-17 überschritten), so reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren.

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

Der Betrieb innerhalb der Momentengrenze kann in Parameter 14-25 zeitlich begrenzt werden (0-60 s).

## 2.15.1 Thermischer Motorschutz

Auf diese Weise schützt Danfoss den Motor vor Überhitzung. Es handelt sich dabei um eine elektronische Funktion, die anhand interner Messungen ein Bimetallrelais simuliert. Die Kennlinie ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

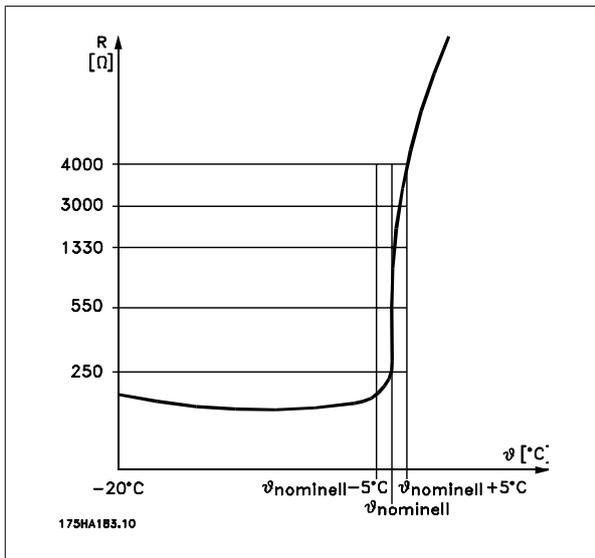


Bei geringerer Drehzahl wird das ETR aufgrund einer geringeren Kühlung des Motors schon bei geringerer Wärmeentwicklung aktiviert. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt. Die ETR-Funktion berechnet die Motortemperatur anhand der Istwerte von Strom und Drehzahl.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

Der Thermistorabschaltwiderstand beträgt  $> 3 \text{ k}\Omega$ .

Zum Wicklungsschutz sollte ein Thermistor (PTC-Sensor) in den Motor integriert werden.

Der Motor-Überlastschutz kann durch verschiedene Komponenten sichergestellt werden: PTC-Fühler in den Motorwicklungen, mechanisch thermischer Schalter (Klixon-Ausführung) oder elektronisch thermisches Relais (ETR).

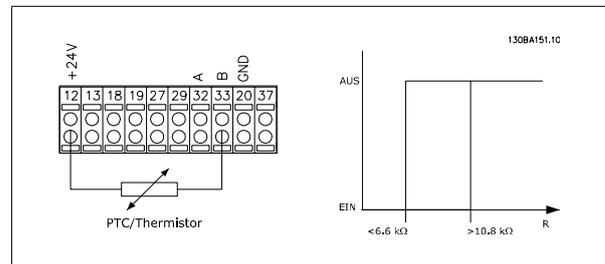


Verwenden eines Digitaleingangs und einer 24-V-Stromversorgung:  
 Beispiel: Der Frequenzumrichter schaltet ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.

Parametereinstellung:

Par. 1-90 *Motor Thermal Protection* auf *Thermistor Abschalt.* [2] stellen

Par. 1-93 *Thermistor Source* auf *Digitaleingang 33* [6] stellen.

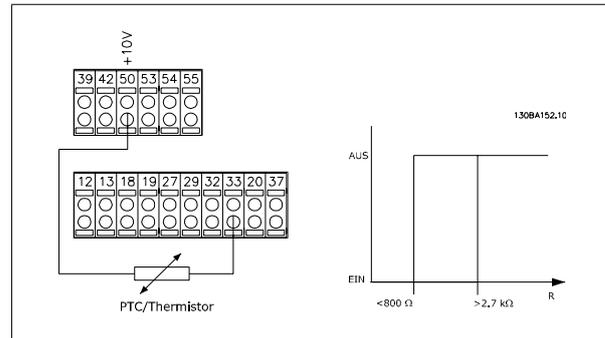


Verwenden eines Digitaleingangs und einer 10-V-Stromversorgung:  
 Beispiel: Der Frequenzumrichter schaltet ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.

Parametereinstellung:

Par. 1-90 *Motor Thermal Protection* auf *Thermistor Abschalt.* [2] stellen

Par. 1-93 *Thermistor Source* auf *Digitaleingang 33* [6] stellen.



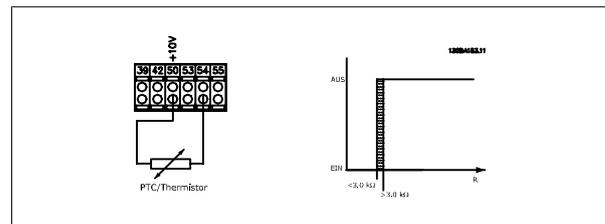
Verwenden eines Analogeingangs und einer 10-V-Stromversorgung:  
 Beispiel: Der Frequenzumrichter schaltet ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.

Parametereinstellung:

Par. 1-90 *Motor Thermal Protection* auf *Thermistor Abschalt.* [2] stellen

Par. 1-93 *Thermistor Source* auf *Analogeingang 54* [2] stellen

Keine Sollwertquelle auswählen.



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

**ACHTUNG!**

Es ist zu prüfen, dass die gewählte Versorgungsspannung mit dem verwendeten Thermistorelement übereinstimmt.

## 2

**Zusammenfassung:**

Dank der Momentgrenze wird der Motor unabhängig von der Drehzahl vor Überlastung geschützt. Mit dem ETR wird der Motor ebenfalls vor Überhitzung geschützt. Es ist kein zusätzlicher Motor-Überlastschutz erforderlich. Wenn sich der Motor erwärmt, steuert der ETR-Timer die Zeit, die der Motor bei dieser hohen Temperatur laufen kann, bevor er zur Vermeidung einer Überhitzung gestoppt wird. Wenn der Motor vor Erreichen der Abschalttemperatur überlastet wird, werden Motor und Anwendung durch die Momentgrenze vor Überlastung geschützt.

**ACHTUNG!**

Das ETR wird in Par. aktiviert und durch Par. 4-16 *Torque Limit Motor Mode* gesteuert. Die Einstellung der Verzögerungszeit, nach der der Frequenzumrichter durch die Momentengrenze-Warnung abgeschaltet wird, erfolgt in Par. 14-25 *Trip Delay at Torque Limit*.

**2.15.2 Funktion „Sicherer Stopp“ (optional)**

Der FC 202 ist für Installationen mit der Sicherheitsfunktion „Ungesteuertes Stillsetzen durch Spannungsabschaltung“ (wie definiert durch Entwurf IEC 61800-5-2) oder Stoppkategorie 0 (wie definiert in EN 60204-1) vorbereitet und abgenommen worden.

Er ist für die Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 in EN 954-1 ausgelegt und als dafür geeignet zugelassen. Diese Funktion wird als „Sicherer Stopp“ bezeichnet.

Vor der Integration und Verwendung der Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 202 in einer Anlage muss eine gründliche Risikoanalyse der Anlage erfolgen, um zu ermitteln, ob die Funktion „Sicherer Stopp“ und die Sicherheitskategorie des FC 202 angemessen und ausreichend sind.

Die Funktion „Sicherer Stopp“ wird durch das Wegschalten der Spannung an Klemme 37 aktiviert. Durch Anschließen von externen Sicherheitsbausteinen, die wiederum eine sichere Verzögerung bieten, kann in der Installation auch Stoppkategorie 1 erzielt werden. Die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 202 kann für asynchrone und synchrone Motoren benutzt werden.



Aktivieren der Funktion „Sicherer Stopp“ (d.h., Wegschalten des 24 V-Signals an Klemme 37) schafft keine elektrische Sicherheit.

**ACHTUNG!**

Die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 202 kann für asynchrone und synchrone Motoren benutzt werden. Es könnten zwei Fehler im Leistungshalbleiter des Frequenzumrichters auftreten. Bei Verwendung synchroner Motoren kann dies zu einer Restdrehung führen. Die Drehung kann mit  $\text{Winkel} = 360 / (\text{Polzahl})$  berechnet werden. Bei Anwendungen, die synchrone Motoren benutzen, ist dies zu berücksichtigen und sicherzustellen, dass dies kein sicherheitskritisches Problem ist. Dies trifft nicht auf asynchrone Motoren zu.

**ACHTUNG!**

Zur Übereinstimmung mit den Anforderungen von EN 954-1, Kategorie 3, für den „Sicheren Stopp“ müssen eine Reihe von Bedingungen durch die Installation des „Sicheren Stopp“ erfüllt werden. Weitere Informationen siehe Abschnitt *Sicheren Stopp installieren*.

**ACHTUNG!**

Der Frequenzumrichter allein bietet keinen sicherheitsbezogenen Schutz gegen unbeabsichtigtes oder missbräuchliches Aktivieren von Klemme 37 und anschließendem Reset. Stellen Sie diesen Schutz über die externe Unterbrechungsvorrichtung, auf Anwendungsebene oder auf Organisationsebene sicher.

Weitere Informationen siehe Abschnitt *Sicheren Stopp installieren*.

## 3 VLT AQUA auswählen

### 3.1 Allgemeine technische Daten

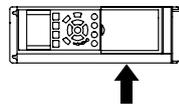
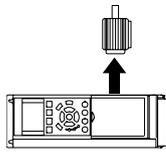
3



### 3.1.1 Netzversorgung 1 x 200 - 240 VAC

#### Netzversorgung 1 x 200 - 240 VAC - Normales Überlastmoment 110 % für 1 Minute

Typische Wellenleistung [kW]	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P15K0	P22K0
1,1	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	15	22
Typische Wellenleistung [PS] bei 240 V	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	7,5	10	20	30
IP 20 / Chassis	A3	-	-	-	-	-	-	-	-
IP21 / NEMA 1	-	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
IP55 / NEMA 12	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
IP 66	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
<b>Ausgangsstrom</b>									
Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7	24,2	30,8	59,4	88
Überlast (3 x 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4	26,6	33,4	65,3	96,8
Dauerbetrieb kVA (208 V AC) [kVA]						5,00	6,40	12,27	18,30
Max. Kabelquerschnitt: (Netz, Motor, Bremse) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>			0,2-4 / 4-10			10/7		50/1/0	95/4/0
<b>Max. Eingangsstrom</b>									
Dauerbetrieb (1 x 200-240 V) [A]	12,5	15	20,5	24	32	46	59	111	172
Überlast (1 x 200-240 V) [A]	13,8	16,5	22,6	26,4	35,2	50,6	64,9	122,1	189,2
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	20	30	40	40	60	80	100	150	200
Umgebung									
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	44	30	44	60	74	110	150	300	440
Gewicht des Gehäuses IP 20 [kg]	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]	-	23	23	23	23	23	27	45	65
Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]	-	23	23	23	23	23	27	45	65
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]	-	23	23	23	23	23	27	45	65
Wirkungsgrad <sup>3)</sup>	0,968	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98







**Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC - Normales Überlastmoment 110 % für 1 Minute**

IP20 / NEMA Chassis  
Die Gehäuse B3+4 und C3+4 können mithilfe eines Konvertierungskits auf die Schutzart IP21 umgestellt werden (wenden Sie sich hierfür an Danfoss).

IP21 / NEMA 1

IP55 / NEMA 12

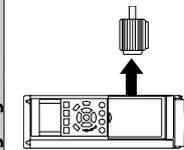
IP66

Frequenzrichter

Typische Wellenleistung [kW]

Typische Wellenleistung [PS] bei 208 V

**Ausgangsstrom**



Dauerbetrieb

(3 x 200-240 V) [A]

Überlast

(3 x 200-240 V) [A]

Dauerbetrieb

kVA (208 V AC) [kVA]

Max. Kabelquerschnitt:

(Netz, Motor, Bremse)

[mm<sup>2</sup> /AWG] <sup>2)</sup>

**Max. Eingangsstrom**

Dauerbetrieb

(3 x 200-240 V) [A]

Überlast

(3 x 200-240 V) [A]

Max. Vorsicherungen<sup>1)</sup> [A]

Umgebung:

Typische Verlustleistung

bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>

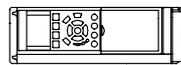
Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]

Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]

Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]

Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]

Wirkungsgrad <sup>3)</sup>

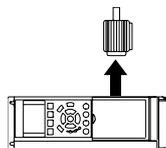


	B3	B3	B3	B4	B4	B3	B3	B3	B4	B4	C3	C3	C4	C4
	B1	B1	B1	B2	B2	B1	B1	B1	C1	C1	C1	C1	C2	C2
	B1	B1	B1	B2	B2	B1	B1	B1	C1	C1	C1	C1	C2	C2
	B1	B1	B1	B2	B2	B1	B1	B1	C1	C1	C1	C1	C2	C2
	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P11K	P7K5	P5K5	P22K	P22K	P30K	P30K	P37K	P45K
	5,5	7,5	11	15	18,5	11	7,5	5,5	22	22	30	30	37	45
	7,5	10	15	20	25	15	10	7,5	30	30	40	40	50	60
	24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	46,2	30,8	24,2	88,0	88,0	115	115	143	170
	26,6	33,9	50,8	65,3	82,3	50,8	33,9	26,6	96,8	96,8	127	127	157	187
	8,7	11,1	16,6	21,4	26,9	16,6	11,1	8,7	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	61,2
	10/7	10/7	10/7	35/2	35/2	10/7	10/7	10/7	50/1/0	50/1/0	95/4/0	95/4/0	120/250	120/250
	22,0	28,0	42,0	54,0	68,0	42,0	28,0	22,0	80,0	80,0	104,0	104,0	130,0	154,0
	24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	46,2	30,8	24,2	88,0	88,0	114,0	114,0	143,0	169,0
	63	63	63	80	125	63	63	63	125	125	160	160	200	250
	269	310	447	602	737	447	310	269	845	845	1140	1140	1353	1636
	12	12	12	23,5	23,5	12	12	12	35	35	35	35	50	50
	23	23	23	45	45	23	23	23	65	65	65	65	65	65
	23	23	23	45	45	23	23	23	65	65	65	65	65	65
	23	23	23	45	45	23	23	23	65	65	65	65	65	65
	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

### 3.1.3 Netzversorgung 1 x 380 - 480 VAC

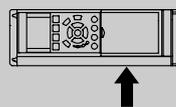
#### Netzversorgung 1 x 380 VAC - Normales Überlastmoment 110 % für 1 Minute

Frequenzrichter	P7K5	P11K	P18K	P37K
Typische Wellenleistung [kW]	7,5	11	18,5	37
Typische Wellenleistung [PS] bei 460 V	10	15	25	50
IP21 / NEMA 1	B1	B2	C1	C2
IP55 / NEMA 12	B1	B2	C1	C2
IP 66	B1	B2	C1	C2
<b>Ausgangsstrom</b>				
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	16	24	37,5	73
Überlast (3 x 380-440 V) [A]	17,6	26,4	41,2	80,3
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]	14,5	21	34	65
Überlast (3 x 441-480 V) [A]	15,4	23,1	37,4	71,5
Dauerbetrieb kVA (400 V AC) [kVA]	11,0	16,6	26	50,6
Dauerbetrieb kVA (460 V AC) [kVA]	11,6	16,7	27,1	51,8
Max. Kabelquerschnitt: (Netz, Motor, Bremse) [mm² / AWG] <sup>2)</sup>	10/7	35/2	50/1/0	120/4/0



#### Max. Eingangsstrom

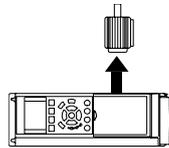
Dauerbetrieb (1 x 380-440 V) [A]	33	48	78	151
Überlast (1 x 380-440 V) [A]	36	53	85,8	166
Dauerbetrieb (1 x 441-480 V) [A]	30	41	72	135
Überlast (1 x 441-480 V) [A]	33	46	79,2	148
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	63	80	160	250
Umgebung				
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	300	440	740	1480
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]	23	27	45	65
Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]	23	27	45	65
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]	23	27	45	65
Wirkungsgrad <sup>3)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96



### 3.1.4 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC

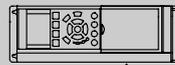
#### Netzversorgung 3 x 380 - 480 VAC - Normales Überlastmoment 110 % für 1 Minute

PK37	PK55	PK75	PK11	PK15	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,9	4,0	5,3	7,5	10
A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	AA	A5
<b>Ausgangsstrom</b>									
1,3	1,8	2,4	3	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]									
1,43	1,98	2,64	3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3	17,6
Überlast (3 x 380-440 V) [A]									
1,2	1,6	2,1	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]									
1,32	1,76	2,31	3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4
Überlast (3 x 441-480 V) [A]									
0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11,0
Dauerbetrieb kVA (400 V AC) [kVA]									
0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Dauerbetrieb kVA (460 V AC) [kVA]									
Max. Kabelquerschnitt: (Netz, Motor, Bremse) [mm <sup>2</sup> /AWG] <sup>2)</sup>									
4/10									

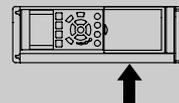
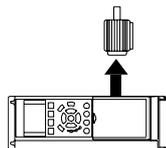


#### Max. Eingangsstrom

1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]									
1,32	1,76	2,42	3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9	15,8
Überlast (3 x 380-440 V) [A]									
1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13,0
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]									
1,1	1,54	2,09	3,0	3,4	4,7	6,3	8,1	10,9	14,3
Überlast (3 x 441-480 V) [A]									
10	10	10	10	10	20	20	20	30	30
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]									
Umgebung									
35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>									
4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]									
13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2
Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]									
13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]									
0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Wirkungsgrad <sup>3)</sup>									



<b>Netzversorgung 3 x 380 - 480 VAC - Normales Überlastmoment 110 % für 1 Minute</b>													
Frequenz-umrichter													
Typische Wellenleistung [kW]													
	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K			
	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90			
	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125			
Typische Wellenleistung [PS] bei 460 V													
IP 20 / NEMA Chassis	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4			
Die Gehäuse B3+4 und C3+4 können mithilfe eines Konvertierungskits auf die Schutzart IP21 umgestellt werden (wenden Sie sich hierfür an Danfoss).													
IP 21 / NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2			
IP 55 / NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2			
IP 66	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2			
<b>Ausgangsstrom</b>													
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177			
Überlast (3 x 380-440 V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195			
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160			
Überlast (3 x 441-480 V) [A]	23,1	29,7	37,4	44	61,6	71,5	88	116	143	176			
Dauerbetrieb kVA (400 V AC) [kVA]	16,6	22,2	26	30,5	42,3	50,6	62,4	73,4	102	123			
Dauerbetrieb 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	120/4/0
<b>Max. Eingangsstrom</b>													
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161			
Überlast (3 x 380-440 V) [A]	24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177			
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145			
Überlast (3 x 441-480 V) [A]	20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160			
Max. Vorsicherung <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			



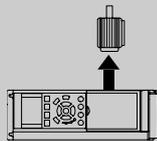


**Normales Überlastmoment (110 %) für 1 Minute**

Frequenz-umrichter	P110	P132	P160	P200	P250	315	P400	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0
Typische Wellenleistung [kW] bei 400V	110	132	160	200	250	315	400	450	500	560	630	710	800	1000
Typische Wellenleistung [PS] bei 460 V	150	200	250	300	350	450	550	600	650	750	900	1000	1200	1350
IP 00	D3	D3	D4	D4	D4	E2	E2	E2	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
IP 21 / Nema 1	D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
IP 54 / Nema 12	D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4

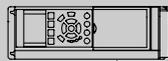
**Ausgangsstrom**

Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	212	260	315	395	480	600	745	800	880	990	1120	1260	1460	1720
Überlast/60 s (3 x 380-440 V) [A]	233	286	347	435	528	660	820	880	968	1089	1232	1386	1606	1892
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]	190	240	302	374	443	540	678	730	780	890	1050	1160	1380	1530
Überlast (3 x 441-480 V) [A]	209	264	332	397	487	594	746	803	858	979	1155	1276	1518	1683
Dauerleistung (400 VAC) [kVA]	147	180	218	274	333	416	516	554	610	686	776	873	1012	1192
Dauerleistung (460 VAC) [kVA]	151	191	241	288	353	430	540	582	621	709	837	924	1100	1219
Max. Kabelquerschnitt:														
(Motor) [mm²/ AWG²]	2x70	2x70	2x185	2x300MCM	2x185	4x240	4x500 MCM	8x150	8x300 MCM	8x150	8x300 MCM	12x150	12x300 MCM	12x150
(Netz) [mm²/ AWG²]	2x70	2x70	2x185	2x300MCM	2x185	4x240	4x500 MCM	8x150	8x300 MCM	8x150	8x300 MCM	12x150	12x300 MCM	12x150
(Zwischenkreisverkopplung) [mm²/ AWG²]	2x70	2x70	2x185	2x300MCM	2x185	4x240	4x500 MCM	8x150	8x300 MCM	8x150	8x300 MCM	12x150	12x300 MCM	12x150
(Bremsen) [mm²/ AWG²]	2x70	2x70	2x185	2x300MCM	2x185	4x240	4x500 MCM	8x150	8x300 MCM	8x150	8x300 MCM	12x150	12x300 MCM	12x150



**Max. Eingangsstrom**

Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	204	251	304	381	463	590	733	787	857	964	1090	1227	1422	1675
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]	183	231	291	348	427	531	667	718	759	867	1022	1129	1344	1490
Max. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	300	350	400	500	630	700	900	900	1600	1600	2000	2000	2500	2500
Umgebung:														
Geschätzte Verlustleistung bei 400 VAC bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	3234	3782	4213	5119	5893	6790	8879	9670	10647	12338	13201	15436	18084	20358
Geschätzte Verlustleistung bei 460 VAC bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	2947	3665	4063	4652	5634	6082	8089	8803	9414	11006	12353	14041	17137	17752
Gewicht des Gehäuses IP00 [kg]	82	91	112	123	138	221	236	277	-	-	-	-	-	-
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]	96	104	125	136	151	263	272	313	1004	1004	1004	1004	1246	1246
Gewicht des Gehäuses IP54 [kg]	96	104	125	136	151	263	272	313	1299	1299	1299	1299	1541	1541
Wirkungsgrad 3)	0,98	0,98	0,98	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> Den Sicherungstyp finden Sie in Abschnitt *Sicherungen*

<sup>2)</sup> American Wire Gauge

<sup>3)</sup> Gemessen mit 5 m abgeschirmtem Motorkabel bei Nennlast und Nennfrequenz.

<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 typischem Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkgrad 2/Wirkgrad 3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur weiteren Verlustleistung des Frequenzumrichters bei und umgekehrt.

Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung erheblich ansteigen.

Typische Leistungsaufnahmen von LCP und Steuerkarte sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können bis zu 30 W Verlustleistung hinzufügen. (Typische Werte sind jedoch nur 4 W zusätzlich für eine voll belastete Steuerkarte oder pro Option A oder B.)

Obwohl Messungen mit Geräten nach dem neuesten Stand der Technik erfolgen, muss ein gewisses Maß an Messungenauigkeit (+/- 5 %) berücksichtigt werden.

### 3.1.5 Netzversorgung 3 x 525 - 600 VAC

Normales Überlastmoment (110 %) für 1 Minute																		
Größe:	PK75	PK1K	PK1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Typische Wellenleistung [kW]	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
IP 20 / NEMA Chassis	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP 21 / NEMA 1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2
IP 55 / NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2
IP 66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2
<b>Ausgangsstrom</b>																		
Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	1,8	2,6	2,9	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
Überlast (3 x 525-550 V) [A]	2,9	3,2	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]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
Überlast (3 x 525-600 V) [A]	2,6	3,0	3,0	4,3	5,4	6,7	9,9	12,1	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
Dauerleistung KVA (525 V AC) [KVA]	1,7	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
Dauerleistung KVA (575 V AC) [KVA]	1,7	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 (Netz, Motor, Bremse) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]	24 - 10 AWG 0,2 - 4																	
<b>Max. Eingangsstrom</b>																		
Dauerbetrieb (3 x 525-600 V) [A]	1,7	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
Überlast (3 x 525-600 V) [A]	2,7	3,0	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	10	20	20	20	32	32	40	40	50	60	80	100	150	160	225	250
Umgebung:																		
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	35	50	65	92	122	145	195	261	225	285	329	460	560	740	860	890	1020	1130
Gewicht [kg]:																		
Gehäuse IP20	6,5	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
Wirkungsgrad <sup>4)</sup>	0,97	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

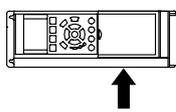
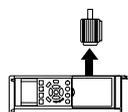


Tabelle 3.1.: <sup>5)</sup> Motor- und Netzkabel: 300 MCM/150 mm<sup>2</sup>



### 3.1.6 Netzversorgung 3 x 525 - 690 VAC

Größe:	Normales Überlastmoment (110 %) für 1 Minute												
	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 [PS] bei 575 V	10	16,4	20,1	24	33	40	50	60	75	100			
IP21 / NEMA 1	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2			
IP55 / NEMA 12	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 (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 (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>											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 (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. Vorsicherungen <sup>1)</sup> [A]	60	60	60	60	60	150	150	150	150	150			
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			
IP55 [kg]	27	27	27	27	27	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			

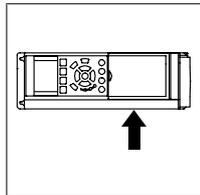
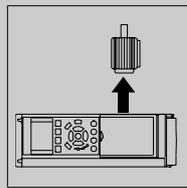


Tabelle 3.2: <sup>5)</sup> Motor- und Netzkabel: 300 MCM/150 mm<sup>2</sup>

### 3.1.7 Netzversorgung 3 x 525 - 690 VAC

#### Normales Überlastmoment (110 %) für 1 Minute

Frequenz-umrichter	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P400	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P900	P1M0	P1M2
Typische Wellenleistung [kW]	45	55	75	90	110	132	160	200	250	315	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1200
Typische Wellenleistung [PS] bei 575 V	50	60	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	650	750	850	1050	1150	1350
IP 00	D3	D4	D4	D4	D4	E2	E2	E2	E2	-	-	-	-	-						
IP 21 / Nema 1	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1	F13	F13	F13	F2/ F4 <sup>6)</sup>	F13						
IP 54 / Nema 12	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1	F13	F13	F13	F13	F13						

#### Ausgangsstrom

Dauerbetrieb (3 x 550 V) [A]	56	76	90	113	137	162	201	253	303	360	418	470	523	596	630	763	889	988	1108	1317
Überlast/60 s (3 x 550 V) [A]	62	84	99	124	151	178	221	278	333	396	460	517	575	656	693	839	978	1087	1219	1449
Dauerbetrieb (3 x 690 V) [A]	54	73	86	108	131	155	192	242	290	344	400	450	500	570	630	730	850	945	1060	1260
Überlast/60 s (3 x 690 V) [A]	59	80	95	119	144	171	211	266	319	378	440	495	550	627	693	803	935	1040	1166	1386
Dauerleistung (550 VAC) [kVA]	53	72	86	108	131	154	191	241	289	343	398	448	498	568	600	727	847	941	1056	1255
Dauerleistung (575 VAC) [kVA]	54	73	86	108	130	154	191	241	289	343	398	448	498	568	627	727	847	941	1056	1255
Dauerleistung (690 VAC) [kVA]	65	87	103	129	157	185	229	289	347	411	478	538	598	681	753	872	1016	1129	1267	1506

#### Max. Kabelquerschnitt:

(Netz) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	2x70	2x185	2x300MCM	4x240	4x500 MCM	8x240	8x500 MCM
(Motor) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	2x70	2x185	2x300MCM	4x240	4x500 MCM	8x150	12x150
(Bremsse) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	2x70	2x185	2x300MCM	2x185	2x350 MCM	4x185	6x185
	2x70	2x300MCM	2x350 MCM	4x350 MCM	6x350 MCM	8x350 MCM	12x350 MCM

#### Max. Eingangsstrom

Dauerbetrieb (3 x 550 V) [A]	60	77	89	110	130	158	198	245	299	355	408	453	504	574	607	743	866	962	1079	1282
Dauerbetrieb (3 x 575 V) [A]	58	74	85	106	124	151	189	224	286	339	390	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227
Dauerbetrieb (3 x 690 V) [A]	58	77	87	109	128	155	197	240	296	352	400	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227
Max. Vorsicherungen Netz <sup>3)</sup> [A]	125	160	200	200	250	315	350	350	400	500	550	700	700	900	900	2000	2000	2000	2000	2000

#### Umgebung:

Geschätzte Verlustleistung bei 690 VAC bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	1458	1717	1913	2262	2662	3430	3612	4292	5156	5821	6149	6440	7249	8727	9673	11315	12903	14533	16375	19207
Geschätzte Verlustleistung bei 575 VAC bei max. Nennlast [W] <sup>4)</sup>	1398	1645	1827	2157	2533	2963	3430	4051	4867	5493	5852	6132	6903	8343	9244	10771	12272	13835	15592	18281
Gewicht des Gehäuses IP00 [kg]	82	82	82	82	82	82	91	112	123	138	151	221	221	236	277	-	-	-	-	-
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg] <sup>6)</sup>	96	96	96	96	96	96	104	125	136	151	165	263	263	272	313	1004	1004	1004	1246	1246
Gewicht des Gehäuses IP54 [kg] <sup>6)</sup>	96	96	96	96	96	96	104	125	136	151	165	263	263	272	313	1004	1004	1004	1246	1246
Wirkungsgrad <sup>3)</sup>	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	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> Den Sicherungstyp finden Sie in Abschnitt *Sicherungen*

<sup>2)</sup> American Wire Gauge

<sup>3)</sup> Gemessen mit 5 m abgeschirmtem Motorkabel bei Nennlast und Nennfrequenz.

<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 typischem Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkgrad 2/Wirkgrad 3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur weiteren Verlustleistung des Frequenzumrichters bei und umgekehrt.

Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung erheblich ansteigen. Typische Leistungsaufnahmen von LCP und Steuerkarte sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können bis zu 30 [W] Verlustleistung hinzufügen. (Typische Werte sind jedoch nur 4 [W] zusätzlich für eine voll belastete Steuerkarte oder pro Option A oder B.)

Obwohl Messungen mit Geräten nach dem neuesten Stand der Technik erfolgen, muss ein gewisses Maß an Messungenauigkeit (+/- 5 %) berücksichtigt werden.

<sup>6)</sup> Durch Hinzufügen des F-Gehäuse-Zusatzstranks (ergibt Gehäusegrößen F3 und F4) erhöht sich das geschätzte Gewicht um 295 kg.

## Schutz und Funktionen:

- Elektronischer thermischer Motorschutz gegen Überlastung.
- Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, wenn eine Temperatur von  $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  erreicht wird. Eine Überlasttemperatur kann erst zurückgesetzt werden, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter  $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  gesunken ist (dies ist nur eine Richtlinie: Temperaturen können je nach Leistungsgröße, Gehäuse usw. verschieden sein). Der VLT AQUA Drive hat eine Funktion zur autom. Leistungsreduzierung, damit sein Kühlkörper  $95\text{ °C}$  nicht erreicht.
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschlüsse an den Motorklemmen U, V, W geschützt.
- Bei fehlender Netzphase schaltet der Frequenzumrichter ab oder gibt eine Warnung aus (je nach Last).
- Die Überwachung der Zwischenkreisspannung gewährleistet, dass der Frequenzumrichter abschaltet, wenn die Zwischenkreisspannung zu niedrig bzw. zu hoch ist.
- Der Frequenzumrichter ist an den Motorklemmen U, V und W gegen Erdschluss geschützt.

## Netzversorgung (L1, L2, L3):

Versorgungsspannung	200-240 V $\pm 10\%$
Versorgungsspannung	380-480 V $\pm 10\%$
Versorgungsspannung	525-600 V $\pm 10\%$
Versorgungsspannung	525-690 V $\pm 10\%$

*Niedrige Netzspannung/Netzausfall:*

*Während einer niedrigen Netzspannung oder eines Netzausfalls arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Spannung des Zwischenkreises unter den minimalen Stoppegel abfällt - normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters. Bei einer Netzspannung unter 10 % der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters sind ein Netz-Ein und eine volle Drehmomentleistung nicht realisierbar.*

Netzfrequenz	50/60 Hz $+4/-6\%$
--------------	--------------------

*Die Stromversorgung des Frequenzumrichters wurde gemäß IEC61000-4-28 bei 50 Hz  $+4/-6\%$  geprüft.*

Max. Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor ( $\lambda$ )	$\geq 0,9$ bei Nennlast
Verschiebungsfaktor ( $\cos \varphi$ ) nahe 1	( $> 0,98$ )
Schalten am Eingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) $\leq$ Gehäusotyp A	max. 2 x/Min.
Schalten am Eingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) $\geq$ Gehäusotyp B, C	max. 1 x/Min.
Schalten am Eingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) $\geq$ Gehäusotyp D, E, F	max. 1 x/2 min.
Umgebung gemäß EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

*Das Gerät ist für Netzversorgungen geeignet, die maximal 100.000 ARMS (symmetrisch) bei maximal je 240/480 V liefern können.*

## Motorausgang (U, V, W):

Ausgangsspannung	0 - 100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz	0 - 1000 Hz*
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	1 - 3600 s

\* Je nach Leistungsgröße.

## Drehmomentkennlinie:

Anlaufmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 110 % für 1 Min.*
Anlaufmoment	maximal 135 % bis 0,5 s*
Überlastmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 110 % für 1 Min.*

\*Prozentsatz bezieht sich auf Nennmoment des VLT AQUA Drive.

## Kabellängen und -querschnitte:

Max. Motorkabellänge, abgeschirmtes Kabel	VLT AQUA Drive: 150 m
Max. Motorkabellänge, nicht abgeschirmtes Kabel	VLT AQUA Drive: 300 m
Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse*	
Maximaler Querschnitt für Steuerklemmen, starrer Draht	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
Maximaler Querschnitt für Steuerkabel, flexibles Kabel	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Maximaler Querschnitt für Steuerkabel, Kabel mit Aderendhülse	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Minimaler Querschnitt für Steuerklemmen	0,25 mm <sup>2</sup>

\* Weitere Informationen siehe Tabellen zur Netzversorgung!

Steuerkarte, RS 485, serielle Schnittstelle:

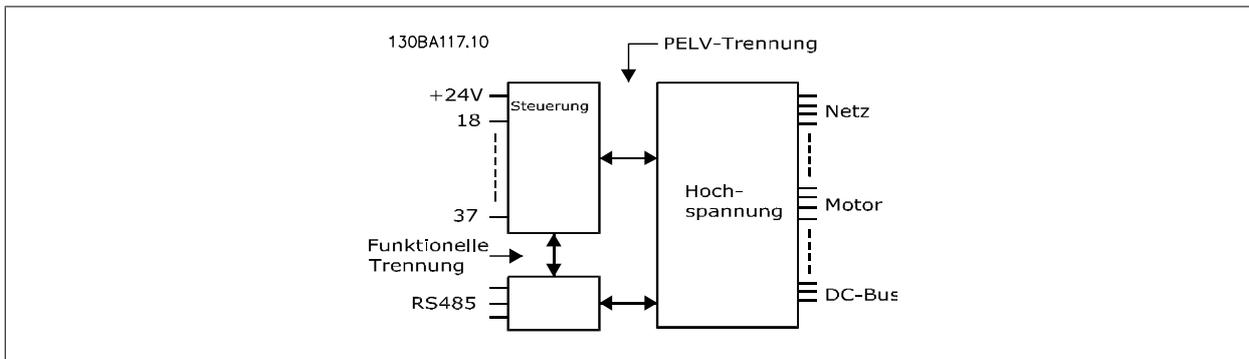
Klemmennummer	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Klemmennummer 61	Masse für Klemmen 68 und 69

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

Analogeingänge:

Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	53, 54
Betriebsart	Spannung oder Strom
Betriebsartumschaltung	Schalter S201 und Schalter S202
Einstellung für Spannung	Schalter S201/Schalter S202 = AUS (U)
Spannungsbereich	: 0 bis + 10 V (skalierbar)
Eingangswiderstand, R <sub>i</sub>	ca. 10 kΩ
Max. Spannung	± 20 V
Einstellung für Strom	Schalter S201/Schalter S202 = EIN (I)
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, R <sub>i</sub>	ca. 200 Ω
Max. Strom	30 mA
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Fehler 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	: 200 Hz

Die Analogeingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.



Analogausgänge:

Anzahl programmierbarer Analogausgänge	1
Klemmennummer	42
Strombereich am Analogausgang	0/4 - 20 mA
Max. Widerstandslast gegen Masse am Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Fehler: 0,8 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	8 Bit

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

Digitaleingänge:

Programmierbare Digitaleingänge	4 (6)
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, R <sub>i</sub>	ca. 4 k

Alle Digitaleingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

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

## Digitalausgang:

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

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

Die Digitalausgänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

## Pulseingänge:

Programmierbare Pulseingänge	2
Klemmennummer Puls	29, 33
Max. Frequenz an Klemme 29, 33	110 kHz (Gegentakt)
Max. Frequenz an Klemme 29, 33	5 kHz (offener Kollektor)
Min. Frequenz an Klemme 29, 33	4 Hz
Spannungsbereich	siehe Digitaleingänge
Max. Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R <sub>i</sub>	ca. 4 kΩ
Pulseingangsgenauigkeit (0,1 - 1 kHz)	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala

## Steuerkarte, 24 V DC:

Klemmennummer	12, 13
Max. Last	: 200 mA

Die 24 V DC-Versorgung ist von der Versorgungsspannung (PELV) getrennt, hat aber das gleiche Potenzial wie die Analog- und Digitalein- und -ausgänge.

## Relaisausgänge:

Programmierbare Relaisausgänge	2
<b>Klemmennummer Relais 01</b>	1-3 (öffnen), 1-2 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) <sup>1)</sup> an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) <sup>1)</sup> (induktive Last @ 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 @ cosφ 0,4)	50 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) <sup>1)</sup> an 4-6 (öffnen) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Min. Klemmenleistung an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen), 4-6 (öffnen) 4-5 (schließen)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

1) IEC 60947 Teil 4 und 5

Die Relaiskontakte sind galvanisch durch verstärkte Isolierung (PELV) vom Rest der Stromkreise getrennt (PELV).

2) Überspannungskategorie II

3) UL-Anwendungen 300 V AC 2A

## Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang:

Klemmennummer	50
Ausgangsspannung	10,5 V ±0,5 V
Max. Last	25 mA

Die 10 V DC-Versorgung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

Steuerungseigenschaften:

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: Max. Fehler ±8 UPM

*Alle Angaben basieren auf einem vierpoligen Asynchronmotor.*

Umgebung:

Gehäusetyp A	IP20/Chassis, IP21Kit/NEMA 1, IP55/NEMA 12, IP66
Gehäusetyp B1/B2	IP21/NEMA 1, IP55/NEMA 12, IP66
Gehäusetyp B3/B4	IP20/Chassis
Gehäusetyp C1/C2	IP21/NEMA 1, IP55/NEMA 12, IP66
Gehäusetyp C3/C4	IP20/Chassis
Gehäusetyp D1/D2/E1	IP21/NEMA 1, IP54/NEMA 12
Gehäusetyp D3/D4/E2	IP00/Chassis
Zusätzliche Gehäuseabdeckung (Option) ≤ Gehäusetyp A	IP21/NEMA1
Vibrationstest Gehäuse A/B/C	1,0 g
Vibrationstest Gehäuse D/E/F	0,7 g
Max. relative Feuchtigkeit	5 % - 95 % (IEC 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb
Aggressive Umgebung (IEC 721-3-3), unbeschichtet	Klasse 3C2
Aggressive Umgebung (IEC 721-3-3), beschichtet	Klasse 3C3
Testverfahren nach IEC 60068-2-43 H2S (10 Tage)	
Umgebungstemperatur	Max. 50 °C

*Leistungsreduzierung wegen hoher Umgebungstemperatur, siehe Abschnitt Besondere Betriebsbedingungen.*

Minimale Umgebungstemperatur bei Vollast	0 °C
Minimale Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	- 10 °C
Temperatur bei Lagerung/Transport	-25 - +65/70 °C
Maximale Höhe über Meeresspiegel ohne Leistungsreduzierung	1000 m
Maximale Höhe über Meeresspiegel mit Leistungsreduzierung	3000 m

*Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck siehe Abschnitt 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 Abschnitt Besondere Betriebsbedingungen*

Steuerkartenleistung:

Abfragezeit	: 5 ms
Steuerkarte, USB serielle Kommunikation:	
USB-Standard	1.1 (Full Speed)
USB-Stecker	USB-Stecker Typ B



Der Anschluss an einen PC erfolgt über ein USB-Standardkabel.  
 Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.  
 Die USB-Verbindung ist nicht galvanisch von Schutzterde (PE) getrennt. Benutzen Sie nur einen isolierten Laptop/PC oder ein isoliertes USB-Kabel bzw. einen isolierten Umrichter als Verbindung zum USB-Anschluss am VLT AQUA Drive.

## 3.2 Wirkungsgrad

### Wirkungsgrad VLT AQUA ( $\eta_{\text{VLT}}$ )

Die Belastung des Frequenzumrichters hat nur eine geringe Auswirkung auf seinen Wirkungsgrad. Der Wirkungsgrad bei Motor-Nennfrequenz  $f_{M,N}$  ist nahezu gleichbleibend, unabhängig davon, ob der Motor 100 % Drehmoment liefert oder z. B. nur 75 % bei einer Teillast.

3

Dies bedeutet auch, dass sich der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters auch bei Wahl einer anderen U/f-Kennlinie nicht ändert.

Die U/f-Kennlinie hat allerdings Auswirkungen auf den Wirkungsgrad des Motors.

Der Wirkungsgrad fällt leicht ab, wenn die Taktfrequenz auf einen Wert über 5 kHz eingestellt wird. Bei einer Netzspannung von 480 V oder wenn das Motorkabel mehr als 30 m lang ist, verringert sich der Wirkungsgrad ebenfalls geringfügig.

### Wirkungsgrad des Motors ( $\eta_{\text{MOTOR}}$ )

Der Wirkungsgrad eines an den Frequenzumrichter angeschlossenen Motors hängt vom Magnetisierungsniveau ab. Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Wirkungsgrad ebenso gut wie beim Netzbetrieb ist. Der Wirkungsgrad des Motors hängt natürlich stark vom Motortyp ab.

Im Bereich von 75-100 % des Nenndrehmoments ist der Wirkungsgrad des Motors nahezu konstant, unabhängig davon, ob er vom Frequenzumrichter gesteuert oder direkt am Netz betrieben wird.

Bei kleineren Motoren beeinflusst die betreffende U/f-Kennlinie den Wirkungsgrad nicht nennenswert. Bei Motoren von über 11 kW ergeben sich jedoch deutliche Unterschiede.

In der Regel hat die Taktfrequenz bei kleinen Motoren kaum Einfluss auf den Wirkungsgrad. Bei Motoren ab 11 kW verbessert sich der Wirkungsgrad (um 1-2 %), da sich die Sinusform des Motorstroms bei hoher Taktfrequenz verbessert.

### Systemwirkungsgrad ( $\eta_{\text{SYSTEM}}$ )

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

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

Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Systems stets bei verschiedenen Belastungen (siehe Grafik oben).

### 3.3 Störgeräusche

**Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:**

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

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

Gehäuse	Niedrige Lüftergeschwindigkeit (50 %) [dBA] ***	Volle Lüftergeschwindigkeit [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
E1/E2 **	82	83
F1/F2/F3/F4	78	80

\* nur 315 kW, 380-480 VAC und 450/500 kW, 525-690 VAC!  
 \*\* Restliche Leistungsgrößen E1+E2  
 \*\*\* Bei Größen D, E und F liegt niedrige Lüftergeschwindigkeit bei 87 %, gemessen bei 200 V

### 3.4 Spitzenspannung am Motor

**Wird im Wechselrichter ein IGBT geöffnet, so steigt die am Motor anliegende Spannung proportional zur dU/dt-Änderung in Abhängigkeit von folgenden Funktionen an:**

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

Die Selbstinduktivität verursacht ein Überschwingen  $U_{SPITZE}$  in der Motorspannung, bevor sie sich auf einem von der Spannung im Zwischenkreis bestimmten Pegel stabilisiert. Anstiegszeit und Spitzenspannung  $U_{SPITZE}$  beeinflussen die Lebensdauer des Motors. Eine zu hohe Spitzenspannung schädigt vor allem Motoren ohne Phasentrennungspapier in den Wicklungen. Bei kurzen Motorkabeln (wenige Meter) sind Anstiegszeit und Spitzenspannung relativ niedrig.

Bei langem Motorkabel (100 m) dagegen sind Anstiegszeit und Spitzenspannung größer.

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

Näherungswerte für unten nicht aufgeführte Kabellängen und Spannungen lassen sich über die folgenden Faustregeln ermitteln:

1.	Die Anstiegszeit nimmt proportional zur Kabellänge zu/ab.
2.	$U_{SPITZE} = \text{DC-Zwischenkreisspannung} \times 1,9$ (DC-Zwischenkreisspannung = Netzspannung $\times 1,35$ ).
3.	$dU \Big  dt = \frac{0.8 \times U_{SPITZE}}{\text{Anstiegszeit}}$

Daten werden gemäß IEC 60034-17 gemessen.

Kabellängen werden in Metern angegeben.

**FC 202, P7K5T2**

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

**FC 202, P11KT2**

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

**FC 202, P15KT2**

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

**FC 202, P18KT2**

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

**FC 202, P22KT2**

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

**FC 202, P30KT2**

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

**FC 202, P37KT2**

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

**FC 202, P45KT2**

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

**FC 202, P1K5T4**

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

**FC 202, P4K0T4**

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [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

**FC 202, P7K5T4**

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	500	0,04755	0,739	8,035
50	500	0,207		4,548
150	500	0,6742	1,030	2,828

**FC 202, P11KT4**

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	480	0,192	1,300	5,416
100	480	0,612	1,300	1,699
150	480	0,512	1,290	2,015

**FC 202, P15KT4**

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

**FC 202, P18KT4**

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

**FC 202, P22KT4**

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

**FC 202, P30KT4**

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

**FC 202, P37KT4**

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

**FC 202, P45KT4**

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

**FC 202, P55KT4**

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

**FC 202, P75KT4**

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

**FC 202, P90KT4**

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

**High Power-Bereich:****FC 202, P110 - P250, T4**

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	400	0,34	1,040	2,447

**FC 202, P315 - P1M0, T4**

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	500	0,71	1,165	1,389
30	400	0,61	0,942	1,233

**FC 202, P110 - P400, T7**

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [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				

**FC 202, P450 - P1M2, T7**

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [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				

### 3.5 Besondere Betriebsbedingungen

#### 3.5.1 Zweck der Leistungsreduzierung

Leistungsreduzierung muss berücksichtigt werden, wenn der Frequenzrichter bei niedrigem Luftdruck (Höhenlage), niedrigen Drehzahlen, mit langen Motorkabeln, Kabeln mit großem Querschnitt oder bei hoher Umgebungstemperatur betrieben wird. Der vorliegende Abschnitt beschreibt die erforderlichen Maßnahmen.

#### 3.5.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

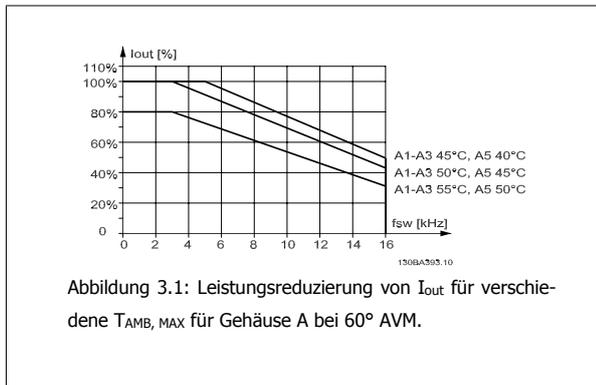
Die über 24 h gemessene Durchschnittstemperatur ( $T_{AMB, AVG}$ ) muss mindestens 5 °C unter der der maximal zulässigen Umgebungstemperatur ( $T_{AMB, MAX}$ ) liegen.

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

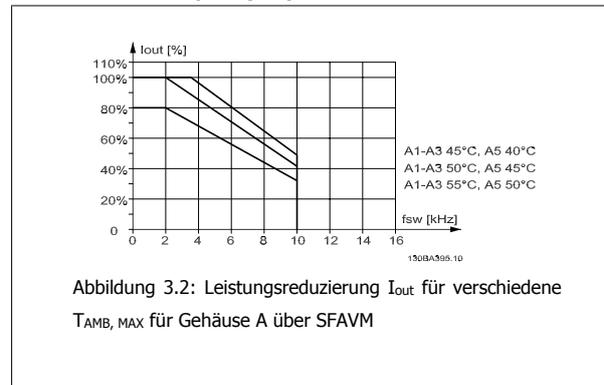
Die Leistungsreduzierung hängt vom Schaltmodus ab, der in Par. 14-00 Schaltmuster auf 60° AVM oder SFAVM eingestellt werden kann.

#### Gehäuse A

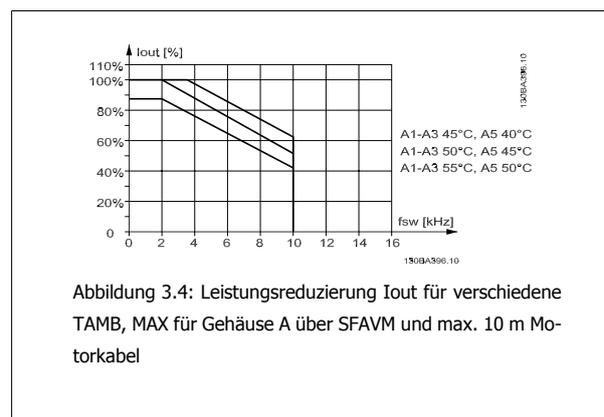
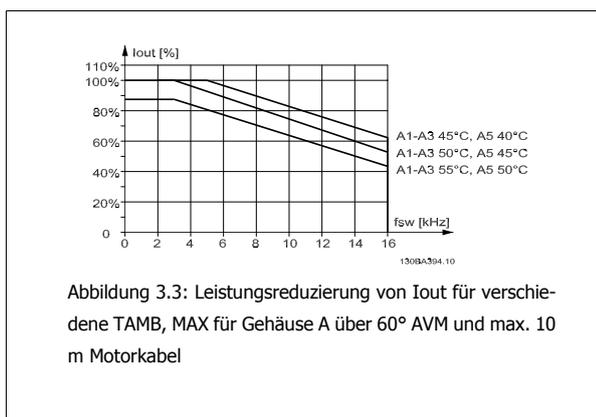
##### 60 AVM - Pulsbreitenmodulation



##### SFAVM - Stator Frequency Asynchron Vector Modulation

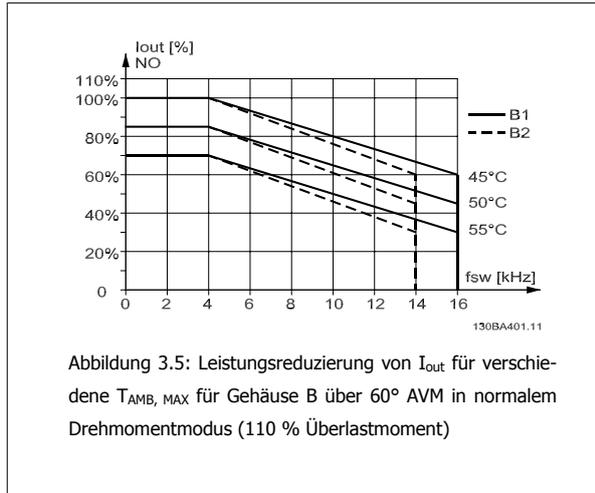


Bei Gehäuse A hat die Länge des Motorkabels einen relativ großen Einfluss auf die empfohlene Leistungsreduzierung. Daher wird auch die empfohlene Leistungsreduzierung für eine Anwendung mit max. 10 m Motorkabel gezeigt.

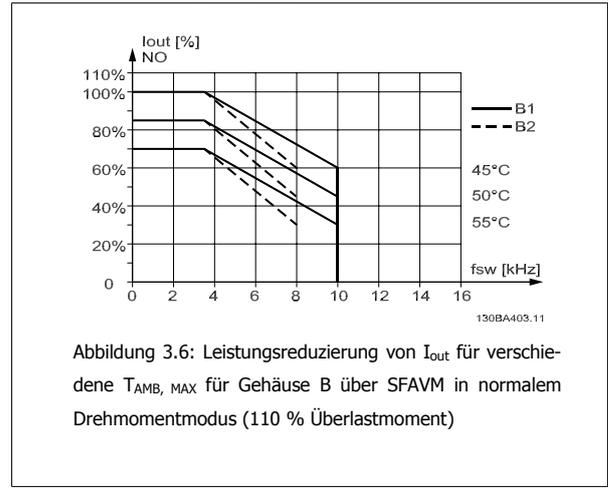


**Gehäuse B**

**60° AVM - Pulsbreitenmodulation**



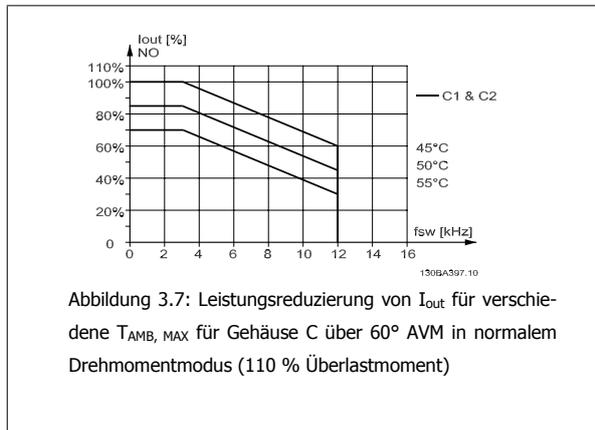
**SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation**



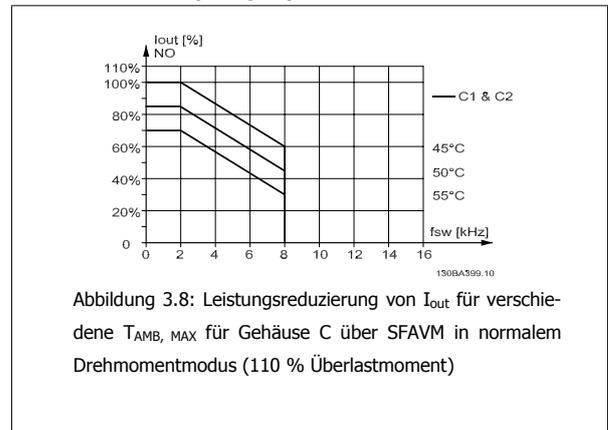
**Gehäuse C**

Bei 90 kW in IP55 und IP66 ist die maximale Umgebungstemperatur 5 °C niedriger.

**60° AVM - Pulsbreitenmodulation**

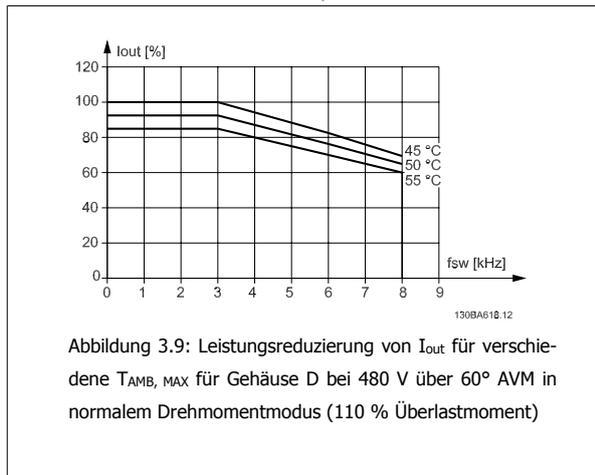


**SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation**

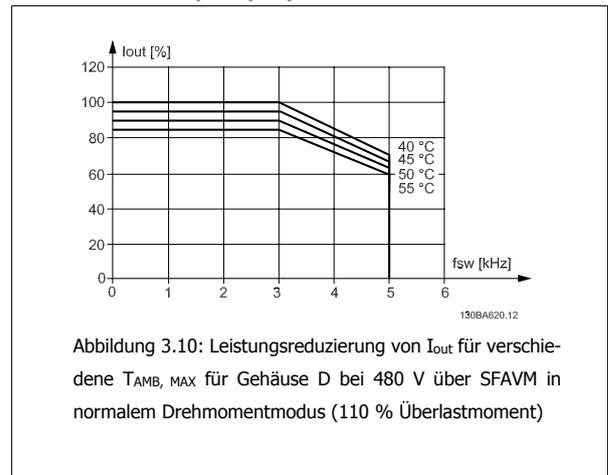


**Gehäuse D**

**60° AVM - Pulsbreitenmodulation, 380-480 V**



**SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation**



**3**

**60° AVM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V (außer P400)**

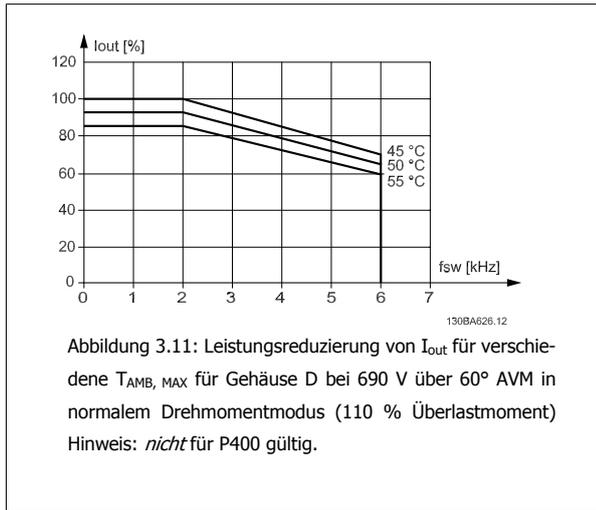


Abbildung 3.11: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 690 V über 60° AVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)  
Hinweis: *nicht* für P400 gültig.

**SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation**

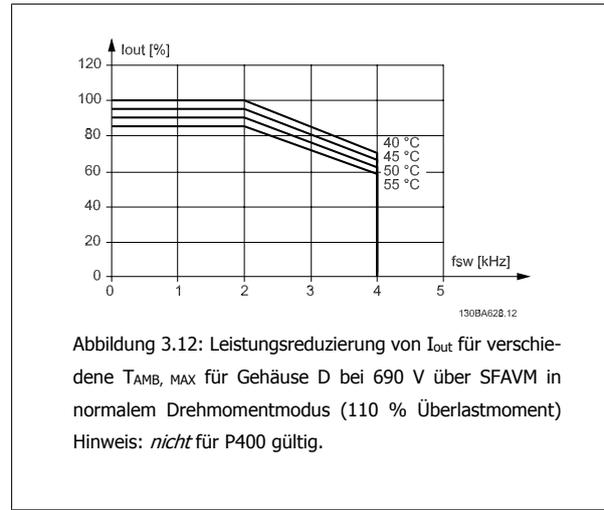


Abbildung 3.12: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 690 V über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)  
Hinweis: *nicht* für P400 gültig.

**60° AVM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V, P400**

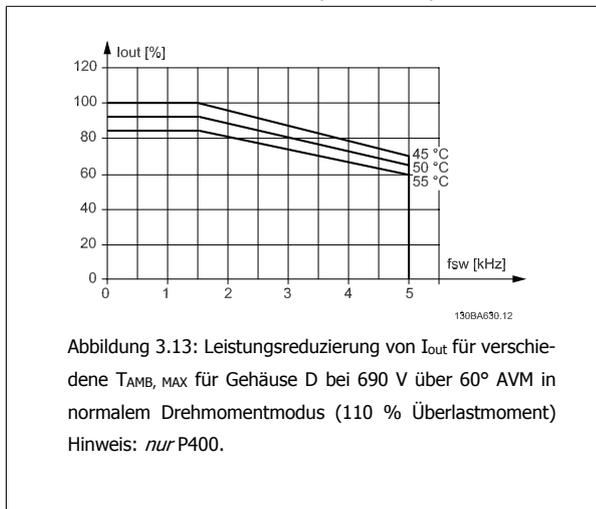


Abbildung 3.13: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 690 V über 60° AVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)  
Hinweis: *nur* P400.

**SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation**

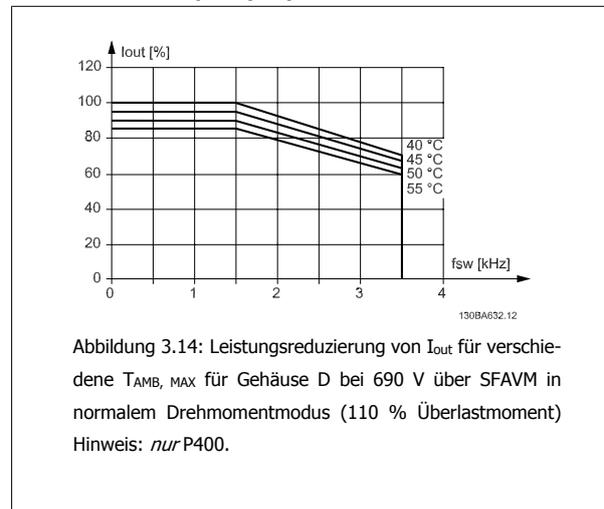


Abbildung 3.14: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse D bei 690 V über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)  
Hinweis: *nur* P400.

**Gehäuse E und F**

**60° AVM - Pulsbreitenmodulation, 380-480 V**

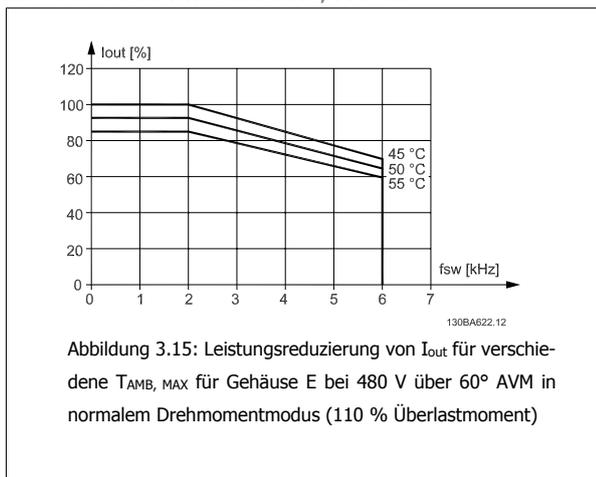


Abbildung 3.15: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse E bei 480 V über 60° AVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

**SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation**

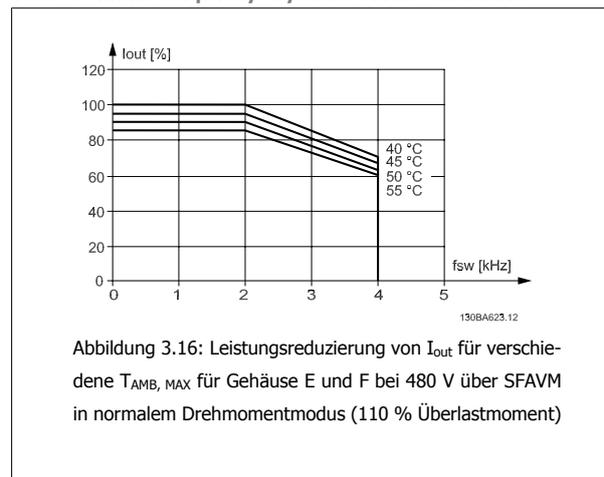
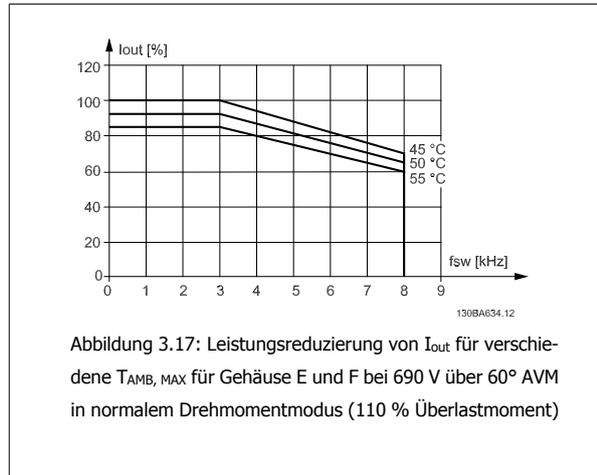
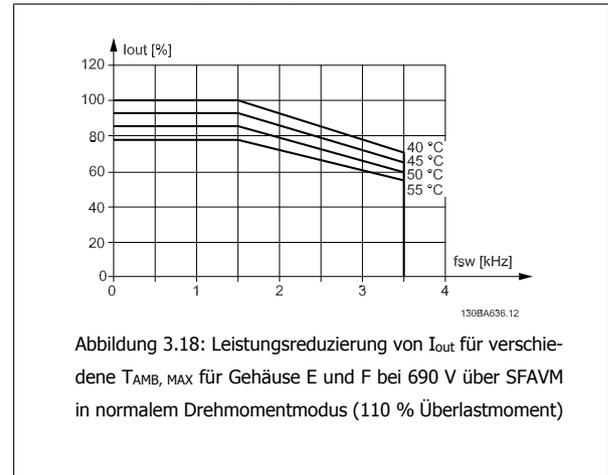


Abbildung 3.16: Leistungsreduzierung von  $I_{out}$  für verschiedene  $T_{AMB, MAX}$  für Gehäuse E und F bei 480 V über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

60° AVM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V



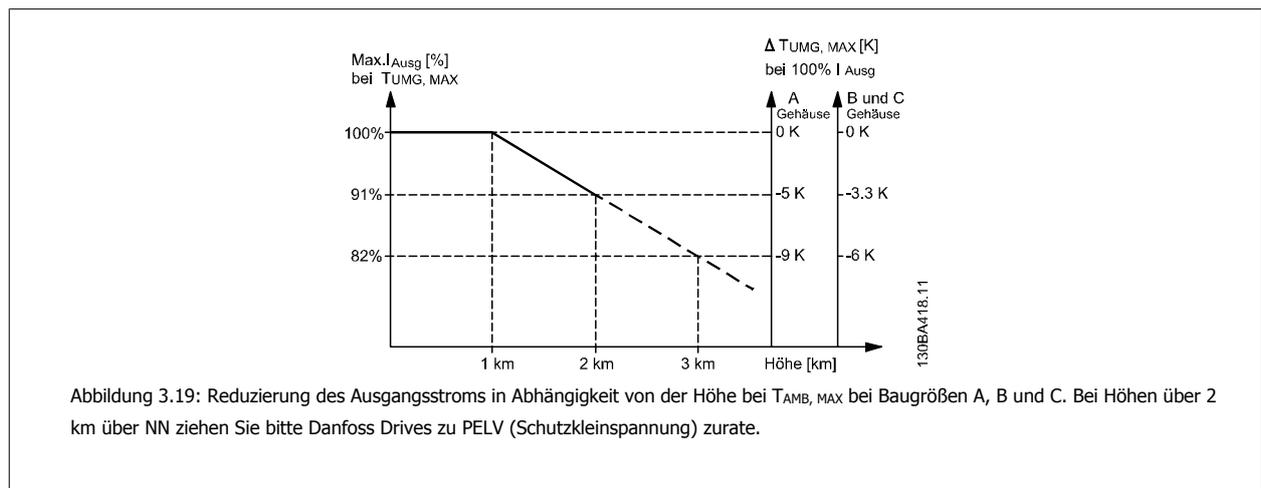
SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation



### 3.5.3 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

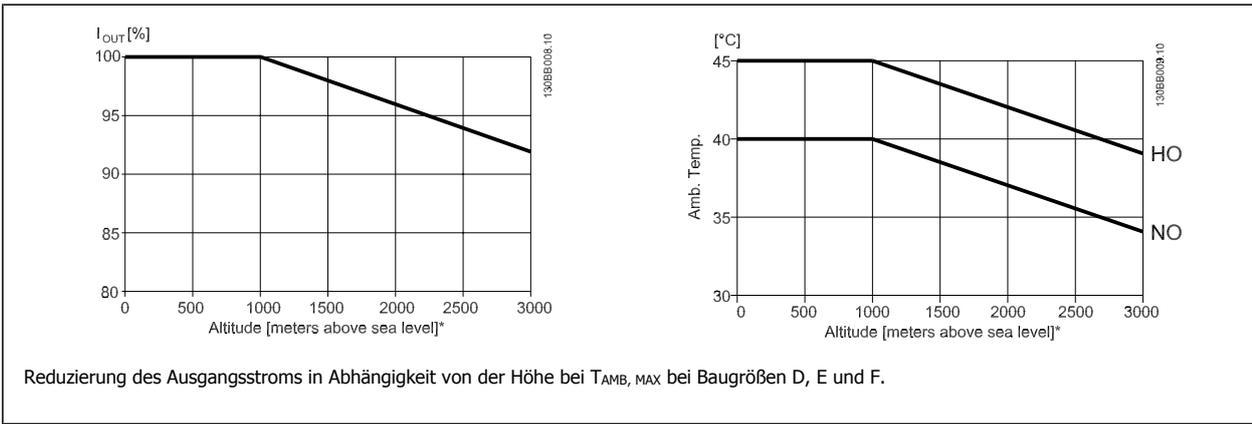
Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

Unterhalb einer Höhe von 1000 m über NN ist keine Leistungsreduzierung erforderlich. Oberhalb einer Höhe von 1000 m muss die Umgebungstemperatur ( $T_{AMB}$ ) oder der max. Ausgangsstrom ( $I_{out}$ ) entsprechend dem unten gezeigten Diagramm reduziert werden.



Eine Alternative ist die Senkung der Umgebungstemperatur bei großen Höhen und damit die Sicherstellung von 100 % Ausgangsstrom bei großen Höhen. Zur Veranschaulichung, wie sich die Grafik lesen lässt, wird die Situation bei 2 km dargestellt. Bei einer Temperatur von 45 °C ( $T_{AMB, MAX} - 3,3 K$ ) stehen 91 % des Nennausgangsstroms zur Verfügung. Bei einer Temperatur von 41,7 °C sind 100 % des Nennausgangsstroms verfügbar.

**3**



### 3.5.4 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

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

#### Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)

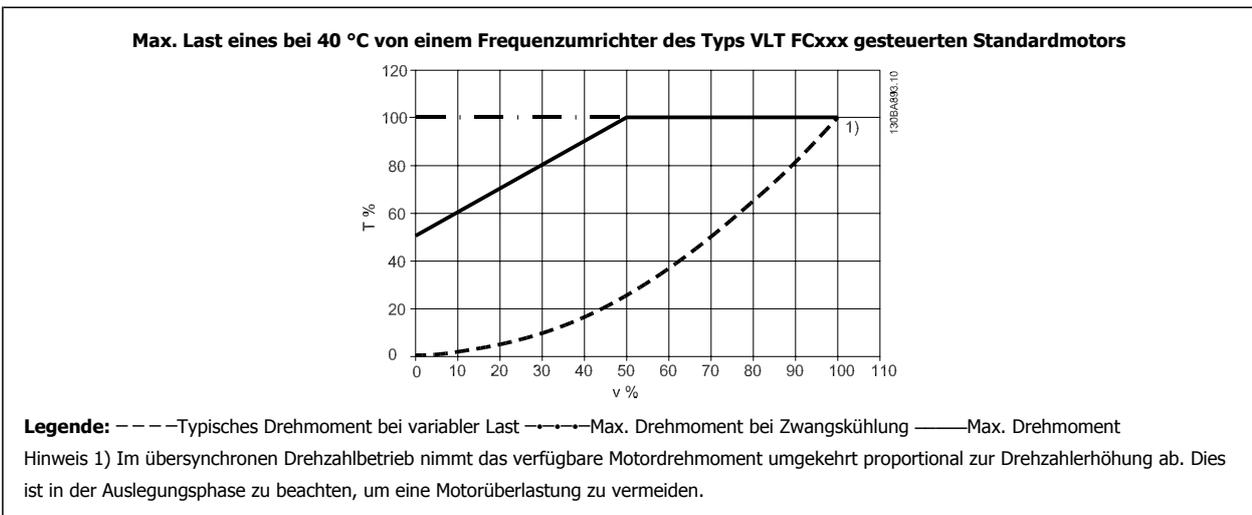
Bei Anwendungen mit konstantem Drehmoment können im niedrigen Drehzahlbereich Probleme auftreten. In Anwendungen mit konstantem Drehmoment kann es bei niedriger Drehzahl aufgrund einer geringeren Kühlleistung des Motorlüfters zu einer Überhitzung des Motors kommen. Soll der Motor kontinuierlich mit weniger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

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

#### Anwendungen mit variablem (quadratischem) Drehmoment

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

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



### 3.5.5 Leistungsreduzierung bei Installation langer Motorkabel oder bei Kabeln mit größerem Querschnitt

**ACHTUNG!**

Gilt nur für Frequenzumrichter bis 90 kW.

Die maximale Kabellänge für diesen Frequenzumrichter wurde mit 300 m nicht abgeschirmten und 150 m abgeschirmten Motorkabel getestet.

Der Frequenzumrichter ist für den Betrieb mit einem Motorkabel mit Nennquerschnitt ausgelegt. Soll ein Kabel mit größerem Querschnitt eingesetzt werden, ist der Ausgangsstrom um 5 % für jede Stufe, um die der Kabelquerschnitt erhöht wird, zu reduzieren.

(Ein größerer Kabelquerschnitt bedeutet eine höhere Erdkapazität und damit einen erhöhten Ableitstrom gegen Erde).

**3**

### 3.5.6 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung

Der Frequenzumrichter prüft ständig, ob kritische Werte bei interner Temperatur, Laststrom, Hochspannung im Zwischenkreis und niedrige Motordrehzahlen vorliegen. Als Reaktion auf einen kritischen Wert kann der Frequenzumrichter die Taktfrequenz anpassen und/oder den Schaltmodus ändern, um die Leistung des Frequenzumrichters sicherzustellen. Die Fähigkeit, den Ausgangsstrom automatisch zu reduzieren, erweitert die akzeptablen Betriebsbedingungen noch weiter.

## 3.6 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet für die Frequenzumrichter umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an.

### 3.6.1 Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B

# 3

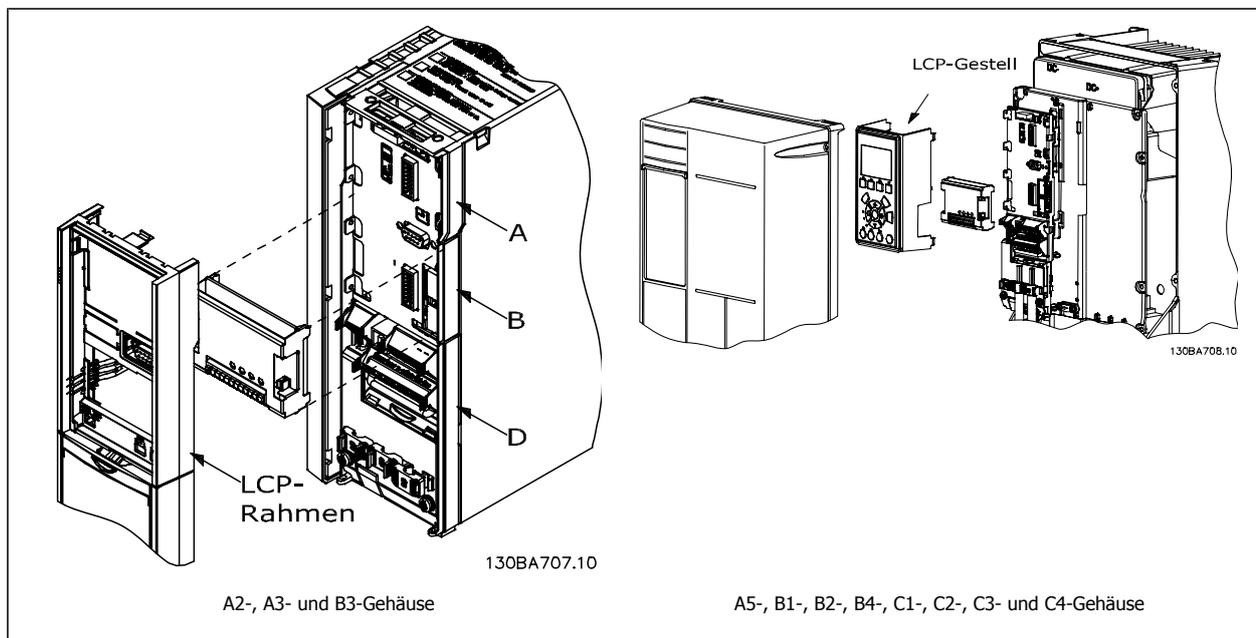
Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter unterbrechen.

Bei A2- und A3-Gehäuse:

- Bedieneinheit LCP (101 oder 102), Klemmenabdeckung und LCP Frontabdeckung vom Frequenzumrichter entfernen.
- Option MCB10x in Steckplatz B stecken.
- Die Steuerkabel anschließen und mittels der beigefügten Kabelbinder am Gehäuse befestigen.  
Die Aussparung in der tieferen Frontabdeckung des LCP im Optioneinbausatz entfernen, sodass die Option unter die Frontabdeckung des LCP passt.
- Die tiefere Frontabdeckung des LCP und die Klemmenabdeckung anbringen.
- LCP oder Blindabdeckung an der Frontabdeckung des LCP anbringen.
- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter wiederherstellen.
- Die zusätzlichen Funktionen in den entsprechenden Parametern einstellen. Siehe dazu Abschnitt *Allgemeine technische Daten*.

Bei B1-, B2-, C1- und C2-Gehäuse:

- LCP und LCP-Abdeckgehäuse entfernen.
- Option MCB 10x in Steckplatz B stecken.
- Die Steuerkabel anschließen und mittels der beigefügten Kabelbinder am Gehäuse befestigen.
- Das Abdeckgehäuse anbringen.
- Das LCP anbringen.

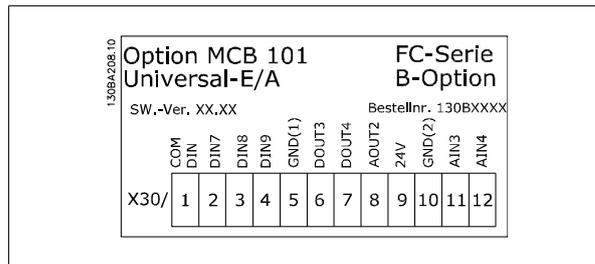


### 3.6.2 Universal-Ein-/Ausgangsmodule MCB 101

Die Option MCB 101 wird zur Erweiterung der Digital- und Analogeingänge und -ausgänge des VLT AQUA Drive verwendet.

**Lieferumfang: MCB 101 muss in Steckplatz B im VLT AQUA Drive installiert werden.**

- Optionsmodul MCB 101
- Tiefere Frontabdeckung des LCP
- Klemmenabdeckung



#### Galvanische Trennung der Option MCB 101

Digital-/Analogeingänge sind bei der Option MCB 101 und in der Steuerkarte des Frequenzumrichter galvanisch von anderen Ein-/Ausgängen getrennt. Die Digital-/Analogausgänge der Option MCB 101 sind galvanisch von anderen Ein-/Ausgängen auf der Option MCB 101, jedoch nicht von denen auf der Steuerkarte des Frequenzumrichters getrennt.

Sollen die Digitaleingänge 7, 8 oder 9 über die interne 24 V-Versorgung (Klemme 9) angesteuert werden, muss die Verbindung zwischen 1 und 5 wie in der Abbildung zu sehen verschaltet werden.

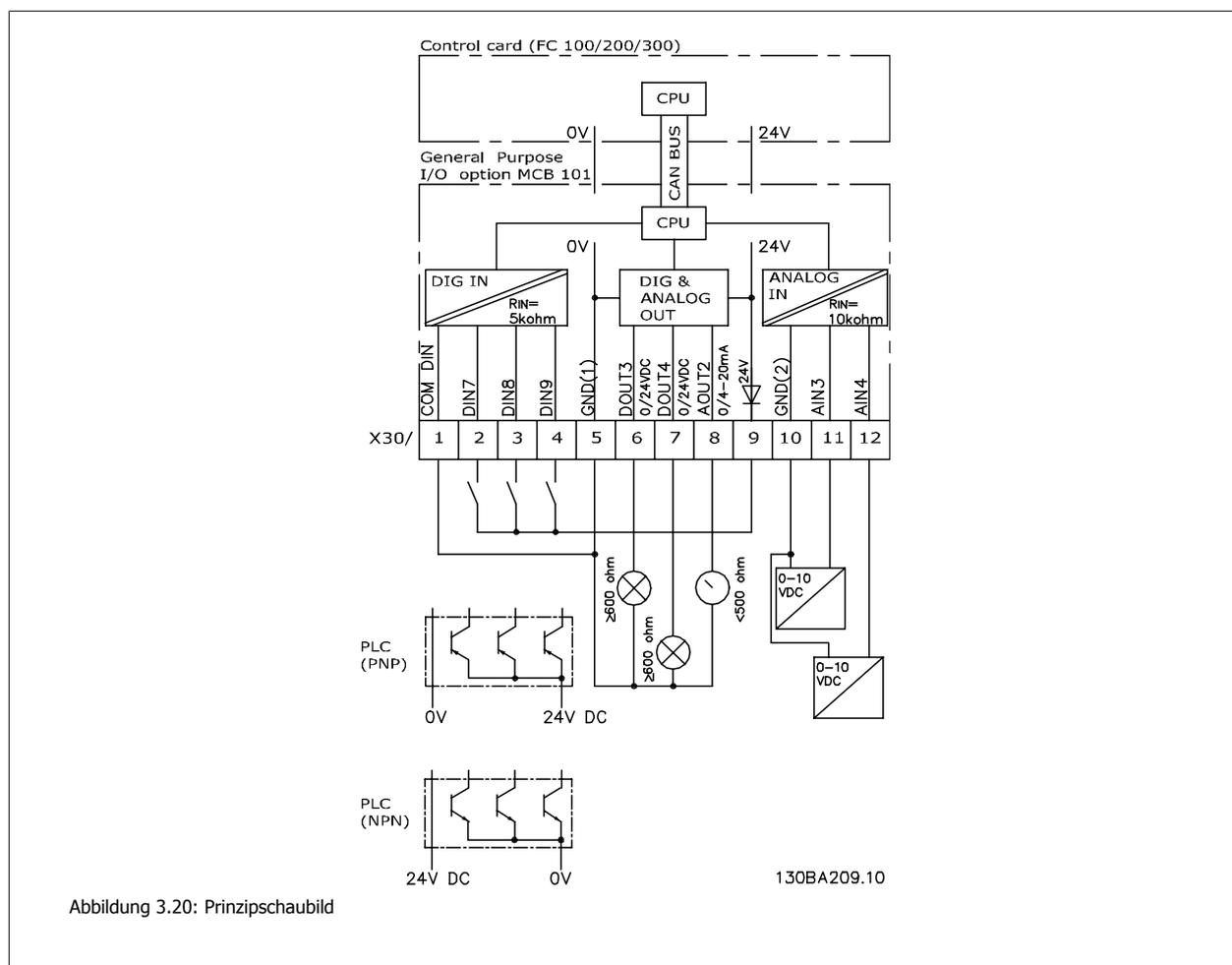


Abbildung 3.20: Prinzipschaubild

### 3.6.3 Digitaleingänge - Klemme X30/1-4

**Einstellparameter: 5-16, 5-17 und 5-18**

Anzahl der Digitaleingänge	Spannungsbereich	Spannungsniveaus	Toleranz	Max. Eingangsimpedanz
3	0-24 V DC	PNP-Typ: Common = 0 V Logisch „0“: Eingang < 5 V DC Logisch „0“: Eingang < 10 V DC NPN-Typ: Common = 24 V Logisch „0“: Eingang < 19 V DC Logisch „0“: Eingang < 14 V DC	± 28 V kontinuierlich ± 37 V, in min. 10 s	ca. 5 kOhm

3

### 3.6.4 Analoge Spannungseingänge - Klemme X30/10-12

**Einstellparameter: 6-3\*, 6-4\* und 16-76**

Anzahl analoger Spannungseingänge	Standardisiertes Eingangssignal	Toleranz	Auflösung	Max. Eingangsimpedanz
2	0-10 V DC	± 20 V kontinuierlich	10 Bit	ca. 5 kOhm

### 3.6.5 Digitalausgänge - Klemme X30/5-7

**Einstellparameter: 5-32 und 5-33**

Anzahl Digitalausgänge	Ausgangsniveau	Toleranz	Max. Impedanz
2	0 oder 24 V DC	± 4 V	≥ 600 Ohm

### 3.6.6 Analogausgänge - Klemme X30/5+8

**Einstellparameter: 6-6\* und 16-77**

Anzahl Analogausgänge	Ausgangssignalpegel	Toleranz	Max. Impedanz
1	0/4 - 20 mA	± 0,1 mA	< 500 Ohm

### 3.6.7 Relaisoption MCB 105

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

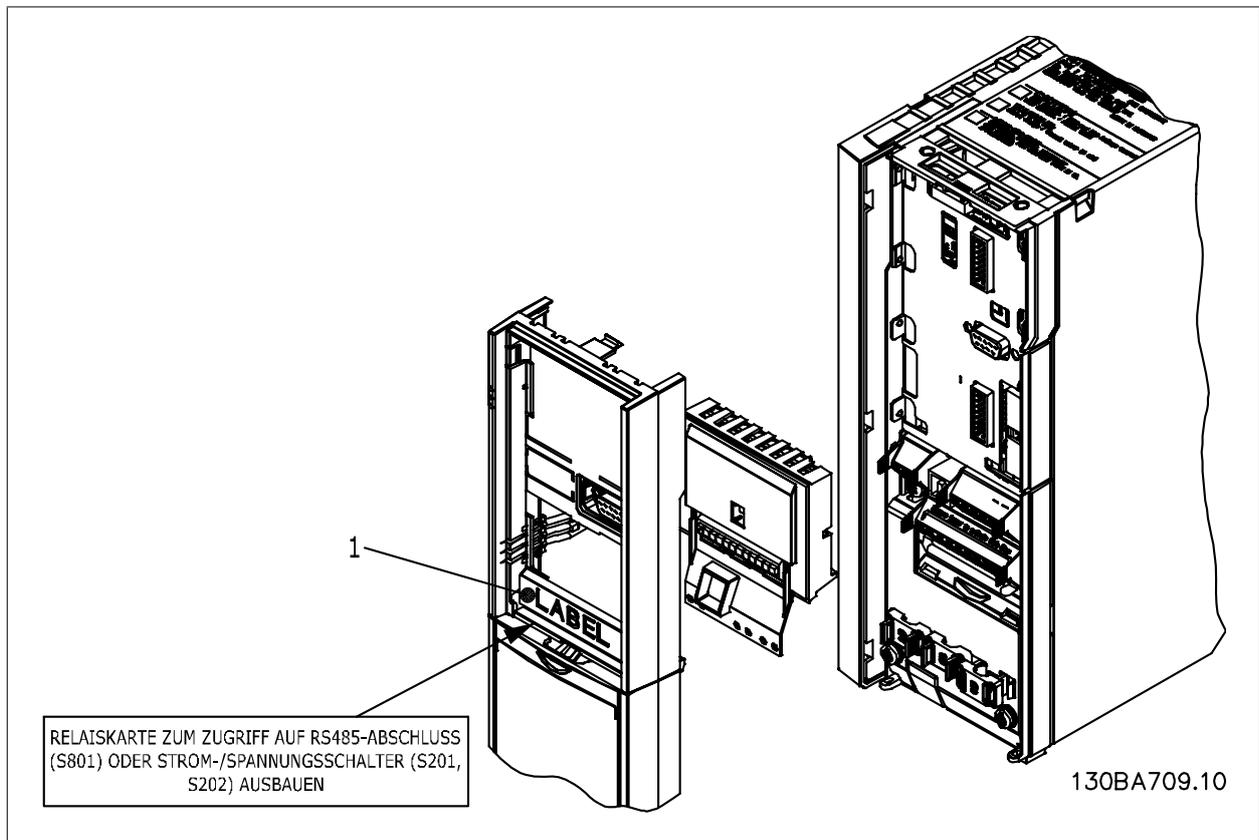
Elektrische Daten:

Max. Klemmenleistung (AC-1) <sup>1)</sup> (ohmsche Last)	240 V AC 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) <sup>1)</sup> (induktive Last mit $\cos\phi$ 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. Taktfrequenz bei Nennlast/min. Last	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

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

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

- Relaismodul MCB 105
- Tiefere Frontabdeckung des LCP und vergrößerte Klemmenabdeckung
- Aufkleber zur Abdeckung der Schalter S201, S202 und S801
- Kabelbinder zur Befestigung am Relaismodul

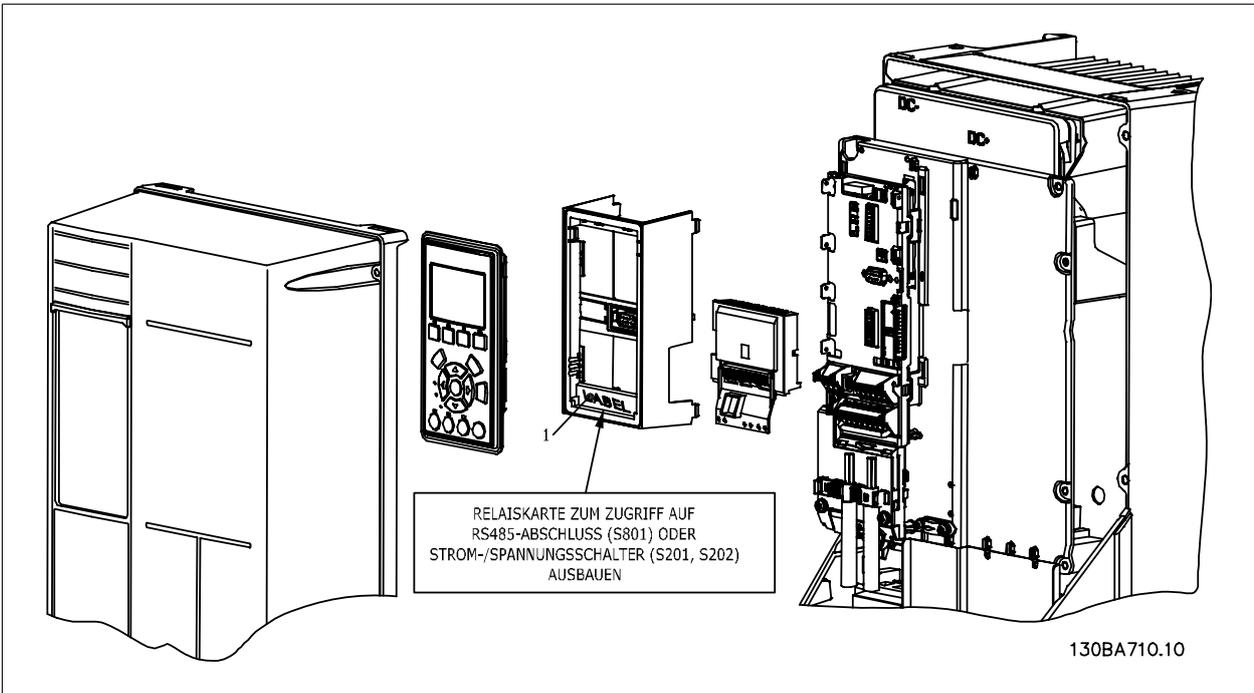


A2-A3-B3

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

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

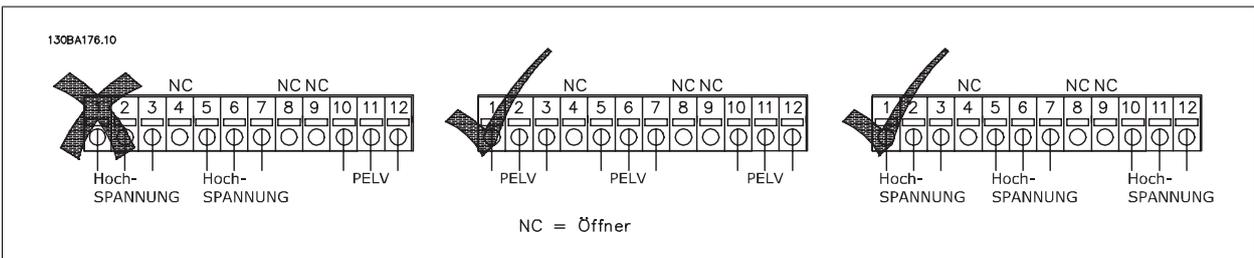
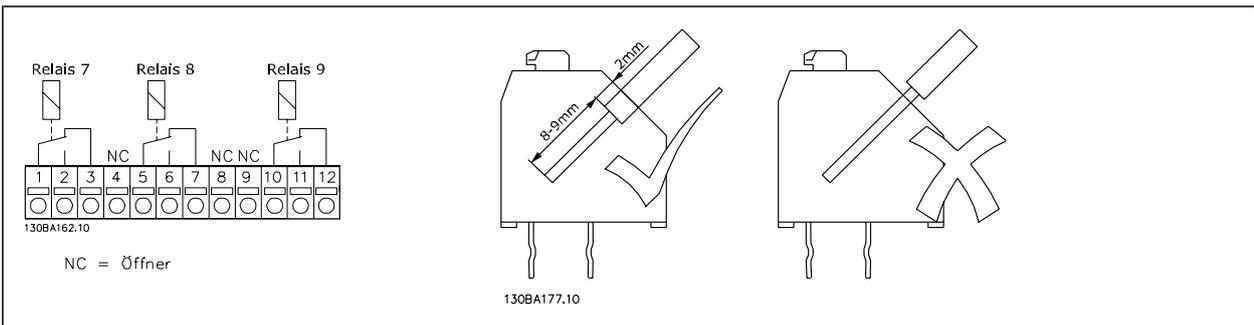
**3**



Installation der Relaisoption MCB 105:

- Siehe Installationsanleitung am Anfang des Kapitels Optionen und Zubehör.
- Die Energiezufuhr zu den spannungsführenden Teilen der Relaisklemmen muss unterbrochen werden.
- Keine Netzspannung führenden Teile (Hochspannung) mit Steuersignalen (PELV) mischen.
- Die Relaisfunktionen in Par. 5-40 *Function Relay* [6-8], Par. 5-41 *On Delay, Relay* [6-8] und Par. 5-42 *Off Delay, Relay* [6-8] auswählen.

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





Niederspannungs- und PELV-Systeme dürfen nicht miteinander kombiniert werden.

### 3.6.8 Externe 24 V-Stromversorgung MCB 107 (Option D)

Externe 24 V DC-Versorgung

Die externe 24 V DC-Versorgung kann als zusätzliche Spannungsversorgung der Steuerkarte sowie etwaiger eingebauter Optionskarten installiert werden. Dies ermöglicht den Betrieb des LCP (einschließlich

Parametereinstellung) und der Feldbusoptionen auch bei abgeschalteter Netzversorgung.

Spezifikation der externen 24 V DC-Versorgung:

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

Der Eingang ist schutzbeschaltet.

Klemmennummern:

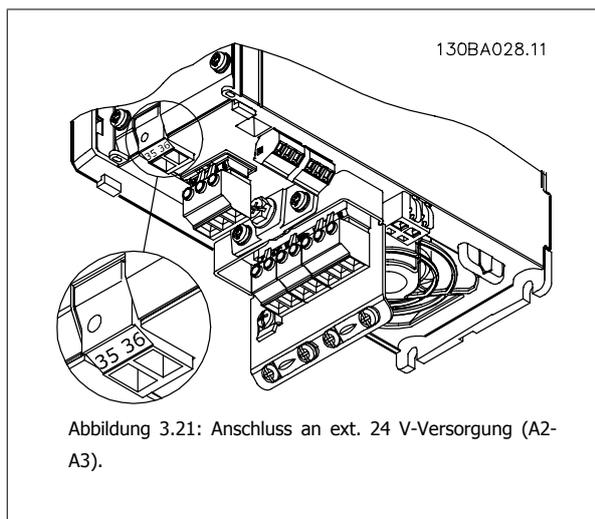
Klemme 35: - externe 24 V DC-Versorgung.

Klemme 36: + externe 24V DC-Notstromversorgung

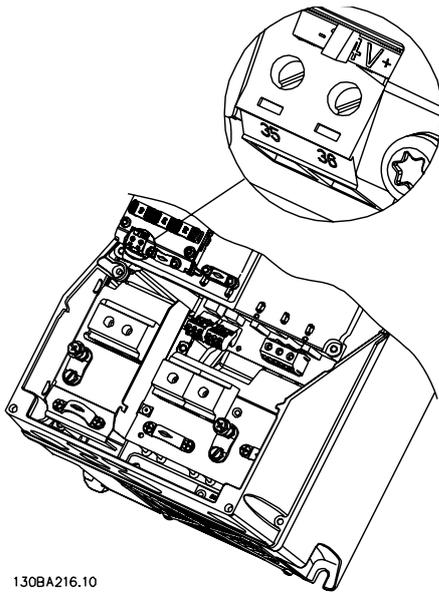
Installation:

1. LCP oder Blindabdeckung abziehen.
2. Klemmenabdeckung entfernen.
3. Kabelabschirmblech und Kunststoffabdeckung darunter abnehmen.
4. Externe 24 V DC-Versorgung in Optionssteckplatz einführen.
5. Kabelabschirmblech befestigen.
6. Klemmenabdeckung und LCP oder Blindabdeckung wieder anbringen.

Wenn die externe 24 V-Versorgung MCB 107 den Steuerstromkreis versorgt, wird die interne 24 V-Versorgung automatisch getrennt.



3



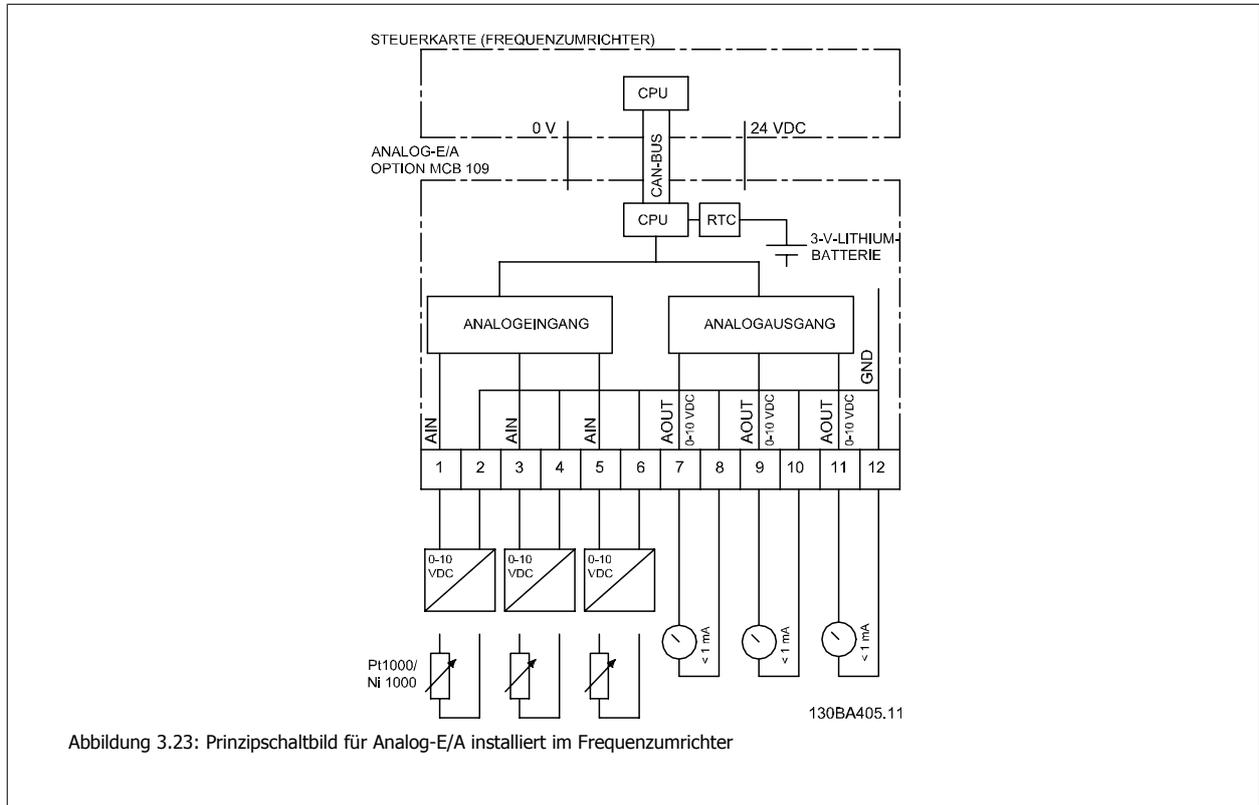
130BA216.10

Abbildung 3.22: Anschluss an ext. 24 V-Versorgung (A5-C2).

### 3.6.9 Analog-E/A-Option MCB 109 Analog-E/A-Option OPCAI0

Die Analog-E/A-Karte sollte beispielsweise in den folgenden Fällen verwendet werden.

- Als Batteriepufferung der Uhrfunktion auf der Steuerkarte
- Als allgemeine Erweiterung der verfügbaren Analog-E/A-Auswahl auf der Steuerkarte, z. B. für Mehrzonensteuerung mit drei Druckgebern.
- Nutzung des Frequenzumrichters als dezentraler E/A-Baustein für ein Gebäudemanagementsystem mit Eingängen für Sensoren und Ausgängen für Drosselklappen und Ventilstellgliedern
- Unterstützung erweiterter PID-Regler mit E/As für Sollwertgänge, Gebereingänge und Ausgänge für Stellglieder.



#### Analog-E/A-Konfiguration

3 Analogeingänge für:

- 0 - 10 VDC

ODER

- 0-20 mA (Spannungseingang 0-10V) durch Installation eines 510Ω Widerstands an Klemmen (siehe NB!)
- 4-20 mA (Spannungseingang 2-10V) durch Installation eines 510Ω Widerstands an Klemmen (siehe NB)
- Ni1000-Temperaturfühler mit 1000 Ω bei 0° C. (Vorgaben gemäß DIN 43760).
- Pt1000-Temperaturfühler mit 1000 Ω bei 0° C. (Vorgaben gemäß IEC 60751).

3 Analogausgänge, die 0-10 VDC liefern.



#### ACHTUNG!

Bitte beachten Sie die Werte, die innerhalb der verschiedenen Widerstandstandardgruppen verfügbar sind:

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

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

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

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

### Analogeingänge - Klemme X42/1-6

Parametergruppe für Anzeige: 18-3\*. Siehe auch *Programmierungshandbuch*.

Parametergruppe für Einstellung: 26-0\*, 26-1\*, 26-2\* und 26-3\*. Siehe auch *Programmierungshandbuch*.

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

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

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

Bei Verwendung von Analogeingängen für Temperaturfühler kann der Istwert in °C oder °F angezeigt werden.

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

### Analogausgänge - Klemme X42/7-12

Parametergruppe für Lesen und Schreiben: 18-3\*. Siehe auch *Programmierungshandbuch*

Parametergruppen für Einstellung: 26-4\*, 26-5\* and 26-6\*. Siehe auch *Programmierungshandbuch*

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

Analogausgänge sind über Parameter für jeden Ausgang skalierbar.

Die Funktionszuordnung erfolgt über Parameter und hat die gleichen Optionen wie bei den Analogausgängen auf der Steuerkarte.

Nähere Informationen zu den Parametern finden Sie im *Programmierungshandbuch*.

### Echtzeituhr (RTC) mit Batteriepufferung

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

Die Genauigkeit der Uhr übersteigt ± 20 ppm bei 25 °C.

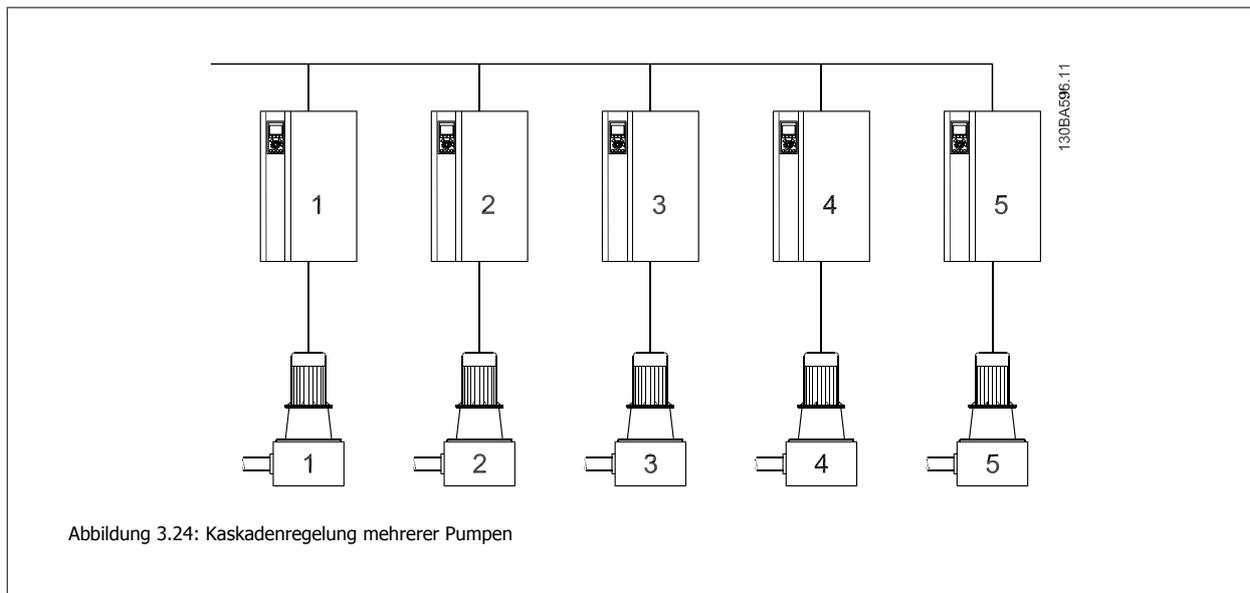
Die integrierte Lithium-Pufferbatterie hat eine durchschnittliche Lebensdauer von mindestens 10 Jahren bei Betrieb des Frequenzumrichters bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C. Fällt die Batteriepufferung aus, muss die Analog-E/A-Option ausgetauscht werden.

### 3.6.10 Erweiterter Kaskadenregler MCO 101 und Erweiterter Kaskadenregler MCO 102

Kaskadenregelung ist ein allgemein übliches Regelungssystem, das zur energieeffizienten Regelung von parallelen Pumpen oder Lüftern herangezogen wird.

Mit der Kaskadenregleroption können mehrere parallel konfigurierte Pumpen wie eine einzige größere Pumpe geregelt werden.

Mit Kaskadenreglern werden zwecks Regelung des gewünschten Durchflusses oder Drucks einzelne Pumpen nach Bedarf automatisch zugeschaltet und abgeschaltet. Außerdem wird die Drehzahl der an einen VLT AQUA angeschlossenen Pumpen geregelt, um so eine konstante Ausgangsleistung zu erzielen.



Bei den Kaskadenreglern handelt es sich um optionale Hardware- und Softwarekomponenten für den VLT AQUA. Der erweiterte Kaskadenregler ist eine Optionskarte mit drei Relais, die in Optionssteckplatz B des Frequenzumrichters installiert wird. Nach der Installation der Optionskarten können die für den Betrieb des Kaskadenreglers erforderlichen Parameter auf der Bedieneinheit in Parametergruppe 27-\*\* abgerufen werden. Der erweiterte Kaskadenregler verfügt im Vergleich zum einfachen Kaskadenregler über eine erweiterte Funktionalität. Mit der Optionskarte kann der einfache Kaskadenregler um drei Relais erweitert werden, bei der erweiterten Kaskadenreglerkarte 2 sogar um 8 Relais.

Der Kaskadenregler wurde grundsätzlich für den Einsatz mit Pumpenanwendungen entwickelt, und der Fokus dieses Dokuments liegt auch auf diesem Anwendungsbereich. Die Kaskadenregler eignen sich jedoch für alle Anwendungen, die mehrere parallel konfigurierte Motoren erfordern.

### 3.6.11 Allgemeine Beschreibung

Die Software für den Kaskadenregler läuft auf dem VLT AQUA, auf dem die Kaskadenregleroptionskarte installiert ist. Dieser Frequenzumrichter wird als Master bezeichnet. Er regelt einen Satz von Pumpen, die jeweils von einem Frequenzumrichter geregelt werden oder direkt über ein Schütz oder einen Softstarter an die Netzversorgung angeschlossen sind.

Zusätzliche Frequenzumrichter im System werden als Folgeantrieb bezeichnet. Bei diesen Frequenzumrichtern ist die Installation der Optionskarte für den Kaskadenregler nicht erforderlich. Sie werden mit Drehzahlsteuerung betrieben und erhalten ihren Drehzahlsollwert vom Master. Die an diese Frequenzumrichter angeschlossenen Pumpen werden als Pumpen mit variabler Drehzahl bezeichnet.

Weitere über ein Schütz oder einen Softstarter an die Netzversorgung angeschlossene Pumpen werden als Pumpen mit konstanter Drehzahl bezeichnet.

Jede Pumpe, ob mit variabler oder konstanter Drehzahl, wird über ein Relais im Master geregelt. Der Frequenzumrichter mit der Optionskarte für den Kaskadenregler verfügt über fünf Relais zur Pumpenregelung. Zwei (2) Standardrelais im Frequenzumrichter und drei zusätzliche Relais auf der Optionskarte MCO 101 oder 8 Relais und 7 Digitaleingänge auf der Optionskarte MCO 102.

Der Unterschied zwischen MCO 101 und MCO 102 besteht hauptsächlich in der Zahl optionaler Relais, die für den Frequenzrichter zur Verfügung gestellt werden. Wenn MCO 102 installiert ist, kann die Relaisoptionskarte MCB 105 im B-Steckplatz eingebaut werden.

Der Kaskadenregler kann eine Kombination aus Pumpen mit variabler und konstanter Drehzahl regeln. Mögliche Konfigurationen werden im nächsten Abschnitt detailliert beschrieben. Der Einfachheit halber werden in diesem Handbuch zur Beschreibung der variablen Ausgangsleistungen des Pumpensatzes, der vom Kaskadenregler geregelt wird, die Begriffe „Druck“ und „Durchfluss“ verwendet.

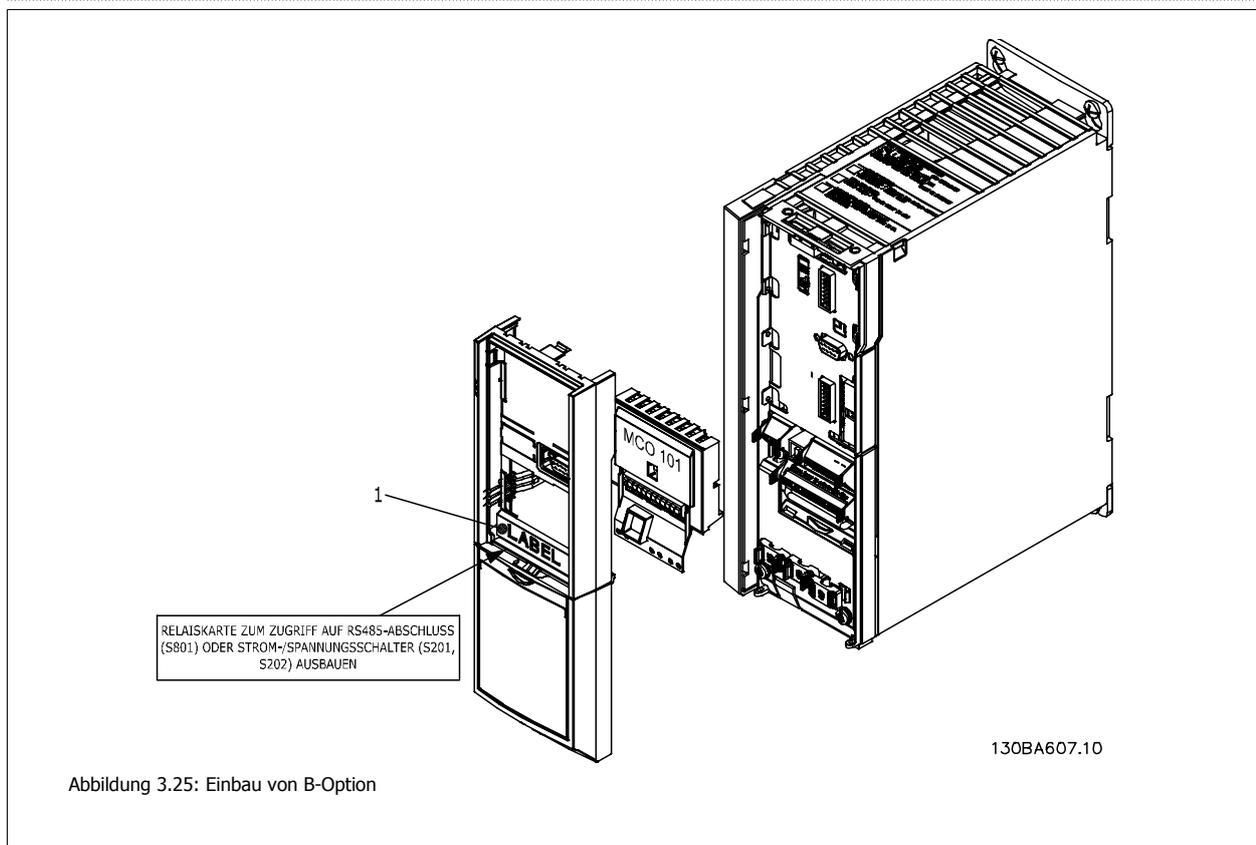
## 3

### 3.6.12 Erweiterte Kaskadenregelung MCO 101

Die Option MCO 101 umfasst 3 Wechsler und kann in Optionssteckplatz B montiert werden.

Elektrische Daten:

Max. Klemmenleistung (AC)	240 V AC 2 A
Max. Klemmenleistung (DC)	24 V DC 1 A
Min. Klemmenleistung (DC)	5 V 10 mA
Max. Taktfrequenz bei Nennlast/min. Last	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>



Warnung - Doppelte Stromversorgung



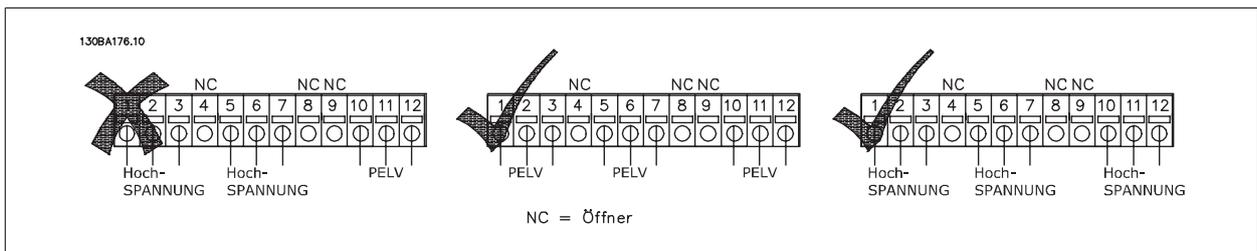
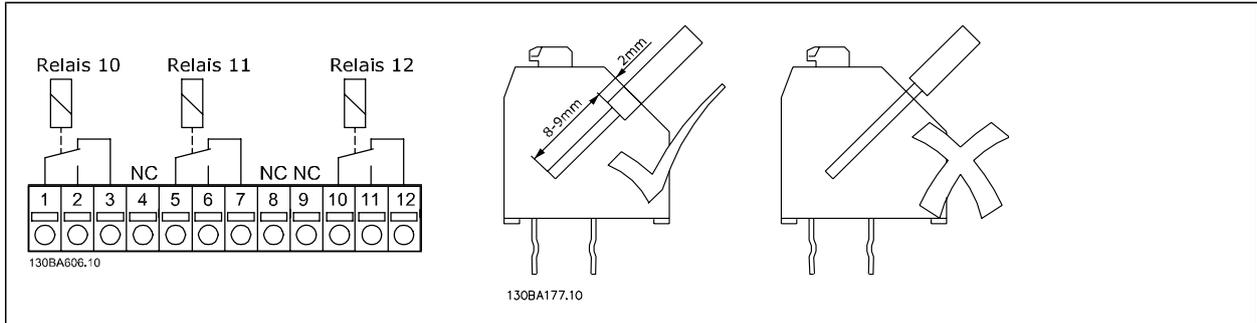
**ACHTUNG!**

Der Aufkleber MUSS wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung angebracht werden (UL-Zulassung).

Installation der Option MCO 101:

- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter muss unterbrochen werden.
- Die Energiezufuhr zu den spannungsführenden Teilen der Relaisklemmen muss unterbrochen werden.
- LCP-Bedieneinheit, Klemmenabdeckung und Gestell vom FC 202 entfernen.
- Option MCB 101 in Optionssteckplatz B stecken.
- Die Steuerkabel anschließen und die Kabel über die beigefügten Kabellaschen am Gehäuse befestigen.
- Verschiedene Systeme dürfen nicht kombiniert werden.
- Das verlängerte Gestell und die Klemmenabdeckung anbringen.
- Die LCP-Bedieneinheit wieder aufstecken.
- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter wieder herstellen.

Verdrahtung der Klemmen



Niederspannungs- und PELV-Systeme dürfen nicht miteinander kombiniert werden.

**3.6.13 Bremswiderstände**

In Anwendungen mit motorischem Bremsen wird Energie im Motor erzeugt und an den Frequenzumrichter zurückgegeben. Ist diese Energierückspeisung an den Motor nicht möglich, erhöht sich die Spannung im Zwischenkreis des Umrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse kann diese Erhöhung zur Abschaltung des Umrichters aufgrund von Überlast führen. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der Energie des DC-Zwischenkreises im Frequenzumrichter. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Widerstands, seiner Verlustleistung und seiner Größe. Danfoss bietet eine große Auswahl an unterschiedlichen Bremswiderständen, die speziell auf unsere Frequenzumrichter abgestimmt sind. Siehe Abschnitt *Steuerung mit Bremsfunktion* für die Abmessungen der Bremswiderstände. Die Artikelnummern finden Sie im Abschnitt *Bestellen*.

### 3.6.14 Fern-Einbausatz für LCP

Die LCP Bedieneinheit kann durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite einer Schaltschranktür integriert werden. Die Schutzart ist IP65. Die Befestigungsschrauben dürfen mit max. 1 Nm festgezogen werden.

**Technische Daten**

Gehäuse:	Vorderseite IP65
Max. Kabellänge zwischen und Gerät:	3 m
Kommunikationsstandard:	RS 485

**3**

**Bestellnummer 130B1113**

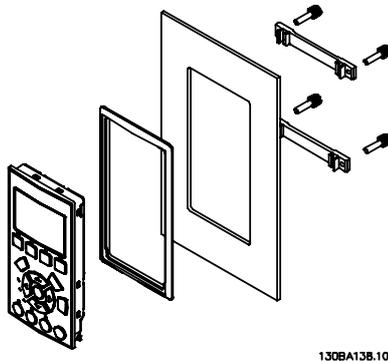


Abbildung 3.26: LCP Einbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung

**Bestellnummer 130B1114**

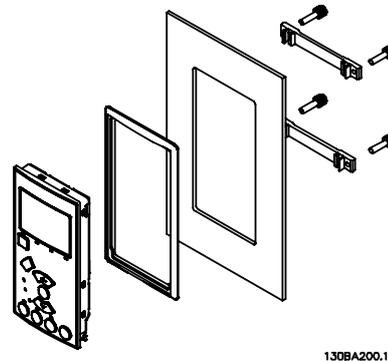
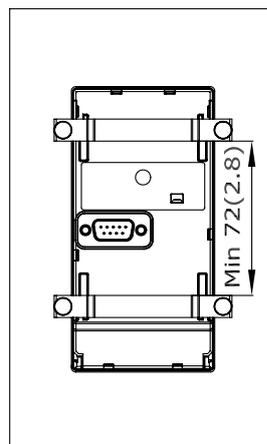
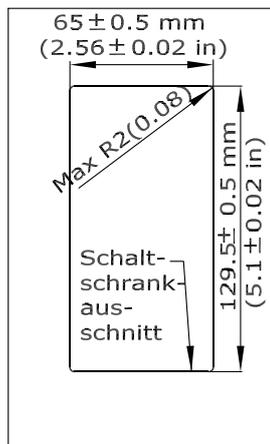


Abbildung 3.27: LCP Einbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung

LCP Einbausatz ohne LCP ist ebenfalls erhältlich. Bestellnummer: 130B1117  
Für Geräte mit Schutzart IP55 bitte Bestellnummer 130B1129 angeben.

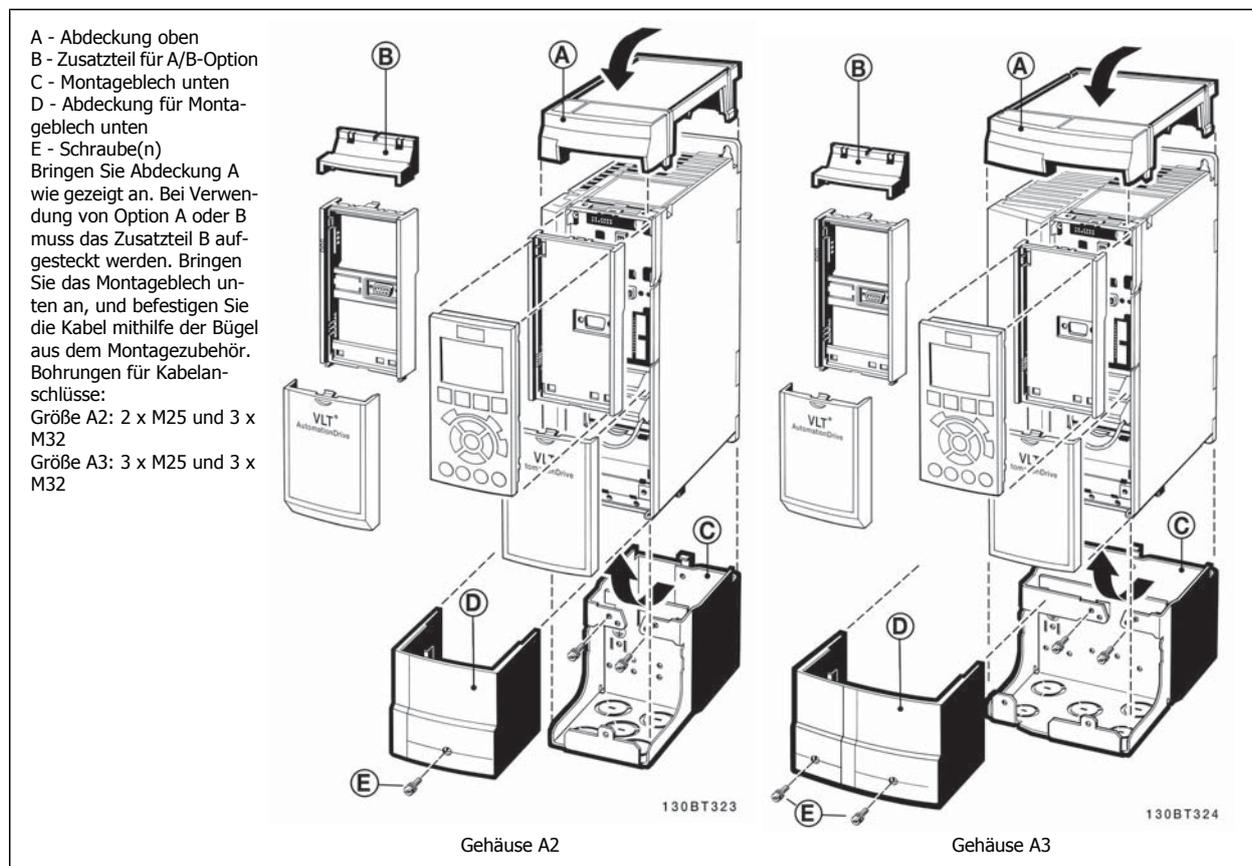


130BA139.13

### 3.6.15 IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung

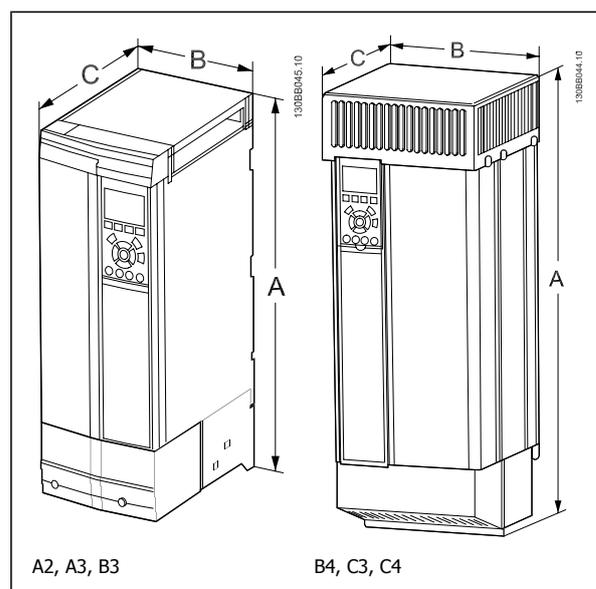
Die IP20/NEMA 1 Option ist eine Gehäuseabdeckung, die für IP20-Kompaktgeräte lieferbar ist, Gehäusegröße A2-A3 bis 7,5 kW. Durch Einsatz dieser Option wird ein IP20-Gerät so aufgerüstet, dass es der Schutzart IP21/NEMA 1 entspricht.

Die IP 20/NEMA 1-Abdeckung kann für alle IP20 VLT AQUA-Varianten eingesetzt werden.

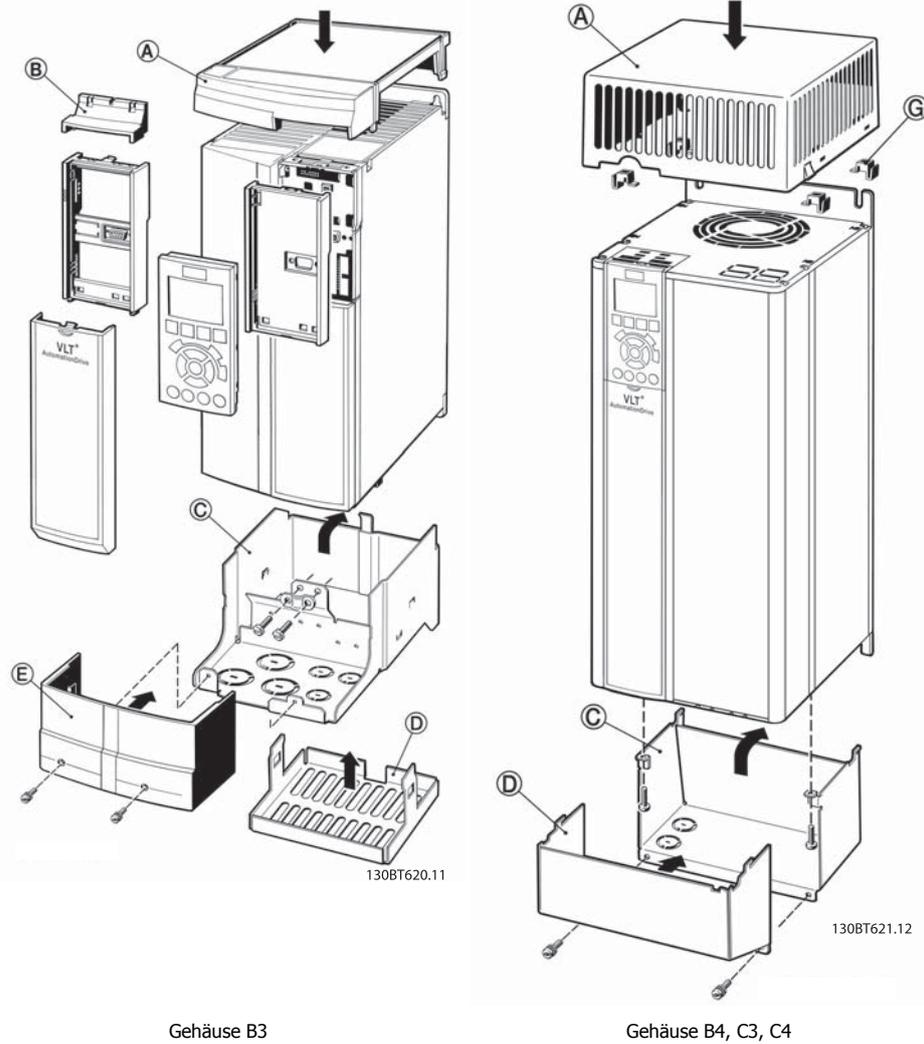


Abmessungen			
Gehäusotyp	Höhe (mm)	Breite (mm)	Tiefe (mm)
	A	B	C*
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

\*) Bei Verwendung der Option A/B vergrößert sich die Tiefe (siehe Abschnitt *Abmessungen* für weitere Angaben)



- A - Abdeckung oben  
 B - Zusatzteil für A/B-Option  
 C - Montageblech unten  
 D - Abdeckung für Montageblech unten  
 E - Schraube(n)  
 F - Lüfterabdeckung  
 G - Clip oben  
 Bei Verwendung der Option Modul A bzw. Modul B muss das Zusatzteil für die A/B-Option (B) auf die obere Abdeckung (A) montiert werden.



### 3.6.16 EingangsfILTER

Oberwellenverzerrungen werden durch den Diodengleichrichter (6 Impulse) des Frequenzumrichters mit variabler Drehzahl verursacht. Vergleichbar mit Blindströmen beeinträchtigen diese Oberwellenströme die installierten seriellen Geräte. Entsprechend kann durch eine Oberwellenverzerrung eine Überhitzung des Versorgungstransformators, in Kabeln usw. verursacht werden. Je nach Impedanz des Versorgungsnetzes kann eine Oberwellenverzerrung zu einer Spannungsverzerrung führen, wodurch möglicherweise auch andere Geräte beeinträchtigt werden, die von demselben Transformator gespeist werden. Die Folgen einer Spannungsverzerrung sind eine höhere Verlustleistung, ein schnellerer Geräteverschleiß sowie ein fehlerhafter Betrieb. Der Großteil der Oberwellenschwingungen wird bereits durch die eingebaute Zwischenkreisdrossel reduziert. Für eine weitere Reduzierung bietet Danfoss zwei verschiedene Passivfilter an.

Danfoss AHF 005 und AHF 010 sind weiterentwickelte Oberwellenfilter, die nicht mit herkömmlichen Oberwellenfiltern zu vergleichen sind. Danfoss-Oberwellenfilter wurden speziell für die Danfoss-Frequenzumrichter entwickelt und auf diese abgestimmt.

Das Oberwellenfilter AHF 010 reduziert den Oberwellenstrom auf weniger als 10 %, das AHF 005 gar auf weniger als 5 %, bei 2 % Hintergrundverzerrung und 2 % Unsymmetrie.

### 3.6.17 Ausgangsfilter

Wenn ein Motor durch einen Frequenzumrichter gesteuert wird, treten hörbare Resonanzgeräusche im Motor auf, die durch die Motorkonstruktion bedingt sind. Sie entstehen immer dann, wenn einer der Wechselrichtertransistoren im Frequenzumrichter geschaltet wird. Die Frequenz der Resonanzgeräusche entspricht daher der Taktfrequenz des Frequenzumrichters. Danfoss liefert zwei Arten von Filtern für seine Frequenzumrichter, die unerwünschte Nebenwirkungen dämpfen, den  $dU/dt$ -Filter und den Sinusfilter.

#### **$dU/dt$ -Filter**

Eine Verkürzung der Lebensdauer der Motorisolation tritt häufig durch die Kombination aus schnellen Spannungs- und Stromanstiegen auf. Diese schnellen Energieänderungen können ebenfalls in den Zwischenkreis des Wechselrichters rückgespeist werden und zur Abschaltung führen. Das  $dU/dt$ -Filter reduziert die Anstiegszeit der Spannung, die maximale Amplitude der Spannungsspitzen und Ladestromspitzen bei langen Motorleitungen. Dies vermeidet vorzeitige Alterung und Überschlag in der Motorisolation und  $dU/dt$ -Filter dämpfen damit Motorstörgeräusche in den Motorleitungen zum Frequenzumrichter. Der Spannungsverlauf ist noch immer impulsförmig, der  $dU/dt$ -Anteil wird jedoch im Vergleich zur Installation ohne Filter reduziert.

#### **Sinusfilter**

Sinusfilter sind nur für niedrige Frequenzen passierbar. Hohe Frequenzen werden somit herausgefiltert und Strom und Spannung werden nahezu sinusförmig.

Durch den sinusförmigen Verlauf von Spannung und Strom entfällt der Einsatz spezieller Frequenzumrichtermotoren mit verstärkter Isolierung. Die Motorstörgeräusche werden somit ebenfalls gedämpft.

Neben den Funktionen des  $dU/dt$ -Filters senkt der Sinusfilter ebenfalls die Belastung der Motorisolation und Lagerströme im Motor. Dies verlängert die Motorlebensdauer und Wartungsintervalle. Sinusfilter ermöglichen den Anschluss langer Motorkabel in Anwendungen, bei denen der Motor in größerer Entfernung vom Frequenzumrichter installiert ist. Die Länge der Motorkabel ist jedoch nicht unbeschränkt, da das Filter die Ableitströme in den Kabeln nicht reduziert.

## 3.7 High Power-Optionen

### 3.7.1 Installation von Lüftungs-Einbausätzen in Rittal- Schaltschränken

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

3

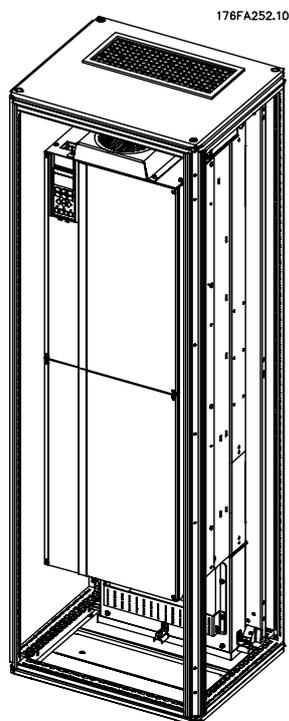


Abbildung 3.28: Einbau von in Rittal TS8-Schaltschrank.

#### Die minimalen Abmessungen des Schaltschranks sind:

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

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



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



#### ACHTUNG!

Im Rittal-Schaltschrank ist ein Türlüfter erforderlich, um die ausgetretene Wärme außerhalb des rückseitigen Kanals abzuleiten. Der Mindestluftstrom durch den Türlüfter liegt bei den Baugrößen D3 und D4 bei 391 m<sup>3</sup>/h. Für Baugröße E2 liegt der Mindestluftstrom bei 782 m<sup>3</sup>/h. Wenn die Umgebungstemperatur unter dem Maximum liegt oder zusätzliche Komponenten mit Wärmeaustritt in das Gehäuse integriert werden, muss der für die Kühlung des Rittal-Schaltschranks erforderliche Luftstrom berechnet werden.

**Bestellinformationen**

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

**Lieferumfang des Bausatzes**

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

**Alle Befestigungselemente sind:**

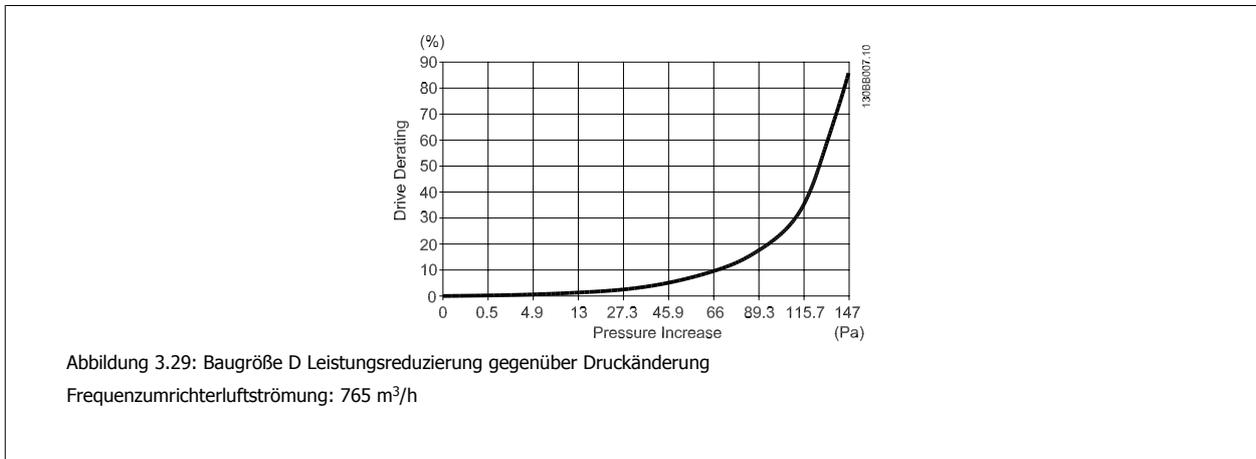
- 10 mm M5-Muttern, Drehmoment 2,3 Nm
- T25 Torxschrauben, Drehmoment bis 2,3 Nm



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

**Externe Lüftungskanäle**

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



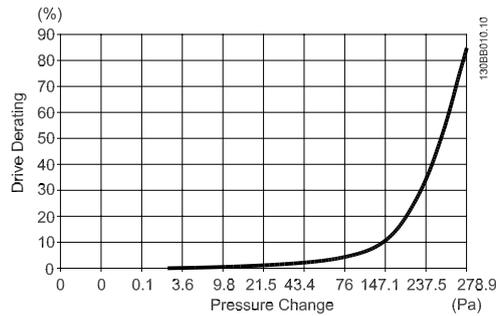


Abbildung 3.30: Baugröße E Leistungsreduzierung gegenüber Druckänderung (kleiner Lüfter), P250T5 und P355T7-P400T7  
 Frequenzrichterluftströmung: 1105 m<sup>3</sup>/h

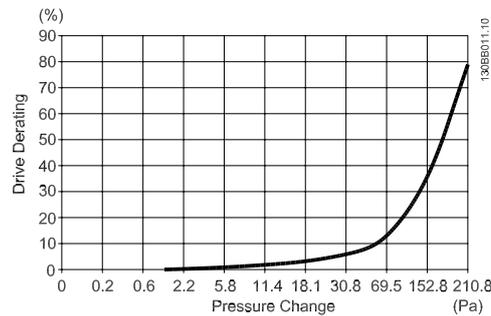


Abbildung 3.31: Baugröße E Leistungsreduzierung gegenüber Druckänderung (großer Lüfter), P315T5-P400T5 und P500T7-P560T7  
 Frequenzrichterluftströmung: 1445 m<sup>3</sup>/h

### 3.7.2 Außeninstallation/ NEMA 3R-Einbausatz für Rittal- Schaltschränke



Dieser Abschnitt beschreibt die Installation von NEMA 3R-Einbausätzen für Frequenzrichter mit den Baugrößen D3, D4 und E2. Diese Einbausätze sind für die Installation mit IP00/Chassis-Versionen dieser Baugrößen in Rittal TS8 NEMA 3R- oder NEMA 4-Gehäusen ausgelegt und getestet. Das NEMA-3R-Gehäuse ist ein Außengehäuse, das einen gewissen Schutz gegen Regen und Eis bietet. Das NEMA-4-Gehäuse ist ein Außengehäuse, das einen größeren Schutz gegen Wetter und Strahlwasser bietet.

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


**ACHTUNG!**

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


**ACHTUNG!**

Im Rittal-Schaltschrank ist ein Türlüfter erforderlich, um die ausgetretene Wärme außerhalb des rückseitigen Kanals abzuleiten. Der Mindestluftstrom durch den Türlüfter bei maximal zulässiger Umgebungstemperatur liegt bei den Baugrößen D3 und D4 bei 391 m<sup>3</sup>/h. Der Mindestluftstrom durch den Türlüfter bei maximal zulässiger Umgebungstemperatur liegt bei der Baugröße E2 bei 782 m<sup>3</sup>/h. Wenn die Umgebungstemperatur unter dem Maximum liegt oder zusätzliche Komponenten mit Wärmeaustritt in das Gehäuse integriert werden, muss der für die Kühlung des Rittal-Schaltschranks erforderliche Luftstrom berechnet werden.

**3**
**Bestellinformationen**

Baugröße D3: 176F4600

Baugröße D4: 176F4601

Baugröße E2: 176F1852

**Lieferumfang des Einbausatzes:**

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

**Anzugsmomente:**

1. M5-Schrauben/Muttern, Anzugsmoment 2,3 Nm
2. M6-Schrauben/Muttern, Anzugsmoment 3,9 Nm
3. M10-Muttern, Drehmoment 20 Nm
4. T25 Torx-Schrauben, Drehmoment 2,3 Nm


**ACHTUNG!**

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

### 3.7.3 Montage auf Sockel

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

# 3

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



Abbildung 3.32: Frequenzrichter auf Sockel

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

#### Benötigte Werkzeuge:

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

#### Drehmomente:

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

#### Lieferumfang des Bausatzes:

- Sockelteile
- Anleitung

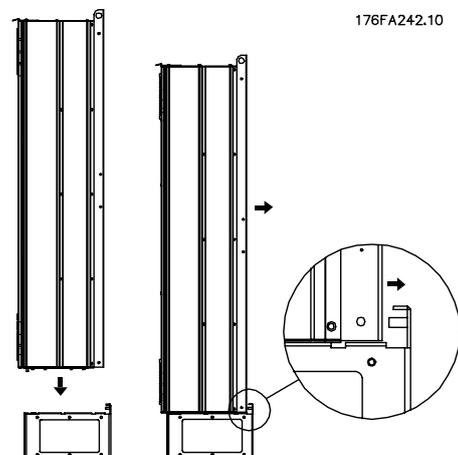
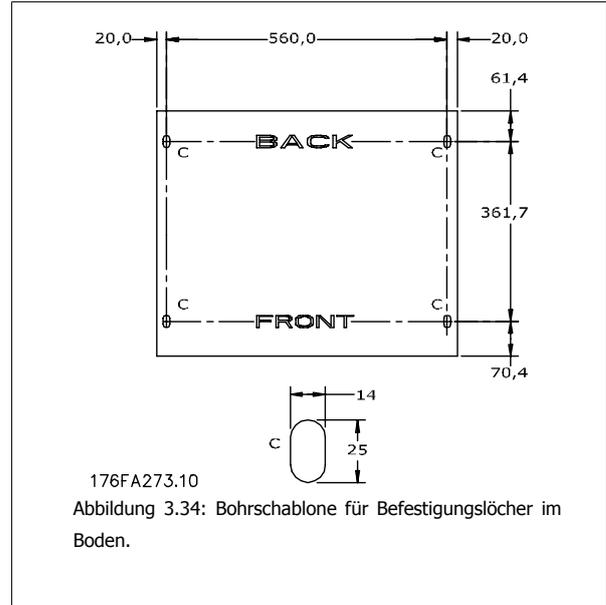


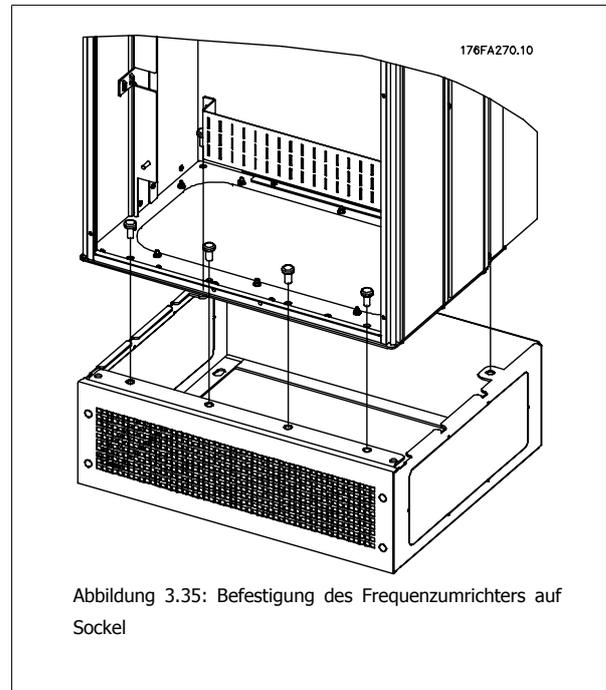
Abbildung 3.33: Befestigung des Frequenzrichters auf Sockel

### 3.7.4 Bodenmontage - Sockelaufstellung IP21 (NEMA1) und IP54 (NEMA12)

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



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



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

### 3.7.5 Eingangsoption

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



#### ACHTUNG!

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

3

	380 - 480 V 380 - 500 V	Sicherungen	Trennsicherungen	EMV	EMV-Sicherungen	EMV-Trennsicherungen
D1	Alle Leistungsgrößen D1	176F8442	176F8450	176F8444	176F8448	176F8446
D2	Alle Leistungsgrößen D2	176F8443	176F8441	176F8445	176F8449	176F8447
E1	FC102/202: 315 kW : 250 kW	176F0253	176F0255	176F0257	176F0258	176F0260
	FC102/202: 355 - 450 kW : 315 - 400 kW	176F0254	176F0256	176F0257	176F0259	176F0262

	525 - 690 V	Sicherungen	Trennsicherungen	EMV	EMV-Sicherungen	EMV-Trennsicherungen
D1	FC102/202: 45-90 kW FC302: 37-75 kW	175L8829	175L8828	175L8777	NA	NA
	FC102/202: 110-160 kW FC302: 90-132 kW	175L8442	175L8445	175L8777	NA	NA
	Alle Leistungsgrößen D2	175L8827	175L8826	175L8825	NA	NA
E1	FC102/202: 450-500 kW FC302: 355-400 kW	176F0253	176F0255	NA	NA	NA
	FC102/202: 560-630 kW FC302: 500-560 kW	176F0254	176F0258	NA	NA	NA

#### Lieferumfang des Bausatzes

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



#### Warnhinweise

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



#### ACHTUNG!

Weitere Informationen siehe Montageanleitung 175R5795.

### 3.7.6 Montage einer Netzabschirmung für Frequenzumrichter

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

**Bestellnummern:**

Baugrößen D1 und D2: 176F0799

Baugröße E1: 176F1851

**Anzugsmomente:**

M6 - 35 4,0 Nm

M8 - 85 9,8 Nm

M10 - 170 19,6 Nm



**ACHTUNG!**  
Weitere Informationen siehe Montageanleitung *175R5923*.

### 3.7.7 Schaltschrankoptionen für Baugröße F

**Heizgeräte und Thermostat**

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

**Gehäusebeleuchtung mit Verbraucheranschluss**

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

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

**Konfiguration Transformatorstufe**

Wenn Gehäusebeleuchtung und Verbraucheranschluss und/oder Heizgeräte und Thermostat installiert wurden, muss die Stufe des Transformators T1 auf die richtige Eingangsspannung eingestellt werden. Ein Frequenzumrichter mit dem Spannungsbereich 380-480/ 500 V380-480 V wird zunächst auf die Stufe 525 V und ein Frequenzumrichter mit dem Spannungsbereich 525-690 V auf die Stufe 690 V gestellt. So wird sichergestellt, dass in Sekundärgeräten keine Überspannung auftritt, wenn vor Einschalten der Netzversorgung die Stufe nicht geändert wird. Die richtige Stufeneinstellung an Klemme T1 im Gleichrichterschrank können Sie nachstehender Tabelle entnehmen. Die Position im Frequenzumrichter finden Sie in der Gleichrichterabbildung im Abschnitt *Leistungsanschlüsse*.

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

**NAMUR-Klemmen**

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

### FI-Schutzschalter (Fehlerstromschutzschalter)

Nutzt das Summenstromwandlerverfahren, um Erdschlussströme in geerdeten Systemen und geerdeten Hochwiderstandssystemen (TN- und TT-Netze in der IEC-Terminologie) zu überwachen. Es gibt einen Sollwert für Vorwarnung (50 % des Hauptalarmsollwerts) und Hauptalarm. Mit jedem Sollwert ist ein SPDT-Alarmrelais (einpoliges Umschaltrelais) für externe Verwendung verknüpft. Dies erfordert einen externen Aufsteck-Stromwandler (wird vom Kunden bereitgestellt und installiert).

- In die sichere Stoppschaltung des Frequenzumrichters integriert.
- Ein Gerät nach IEC 60755 Typ B überwacht Wechselstrom-, pulsierende Gleichstrom- und reine Gleichstrom-Erdschlussströme
- LED-Balkenanzeige des Erdschlussstroms von 10 bis 100 % des Sollwerts
- Fehlerspeicher
- TEST/RESET-Taste

### Isolationswiderstand-Überwachungsgerät

Überwacht den Isolationswiderstand in ungeerdeten Systemen (IT-Netze in der IEC-Terminologie) zwischen den Außenleitern des Netzes und Erde. Es gibt eine ohmsche Vorwarnung und einen Hauptalarmsollwert für den Isolationswert. Mit jedem Sollwert ist ein SPDT-Alarmrelais (einpoliges Umschaltrelais) für externe Verwendung verknüpft. Hinweis: Nur jeweils ein Isolationswiderstand-Überwachungsgerät kann an jedes ungeerdete (IT-)Netz angeschlossen sein.

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

### IEC Not-Aus mit Pilz-Sicherheitsrelais

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

### Manuelle Motorstarter

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

Gerätfunktionen:

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

### Abgesicherte 30 A-Klemmen

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

### 24 V DC-Spannungsversorgung

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

**Externe Temperaturüberwachung**

Zur Temperaturüberwachung von externen Systemkomponenten, wie Motorwicklungen und/oder Lager. Umfasst acht universelle Eingangsmodule plus zwei fest zugeordnete Thermistor-Eingangsmodule. Alle zehn Module sind in die Schaltung Sicherer Stopp des Frequenzumrichters integriert und können über ein Feldbus-Netzwerk überwacht werden (separater Modul-/Buskoppler erforderlich).

**Universaleingänge (8)**

Signaltypen:

- RTD-Eingänge (einschließlich Pt100) drei- oder vieradrig
- Thermoelement
- Analoges Strom oder analoge Spannung

Zusätzliche Funktionen:

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

**Reservierte Thermistoreingänge (2)**

Funktionen:

- Jedes Modul kann bis zu sechs Thermistoren in Reihe überwachen
- Fehlerdiagnose bei Leitungsbruch oder Kurzschluss in Sensorkabeln
- ATEX/UL/CSA-Zertifizierung
- Mit der PTC-Thermistorkartenoption MCB 112 kann ggf. ein dritter Thermistoreingang bereitgestellt werden.

4

## 4 Bestellen

### 4.1 Bestellformular

#### 4.1.1 Drive-Konfigurator

Sie können einen VLT AQUA-Frequenzumrichter unter Verwendung des Typencodesystems individuell gemäß den Anwendungsanforderungen auslegen.

So können Sie auch den VLT AQUA serienmäßig mit eingebauten Optionen bestellen, indem Sie den Typencode, der das Produkt beschreibt, zusammenstellen. Typencode-Beispiel:

FC-202P18KT4E21H1XGCXXXSXXXAGBKCXXXDX

Die Bedeutung der Zeichen in diesem Code ist auf den folgenden Seiten dargestellt. Im obigen Typencode sind z. B. die Optionen Profibus LONWorks und die Universal-E/A-Option enthalten.

Bestellnummern für serienmäßige Varianten des VLT AQUA Drive sind ebenfalls auf den folgenden Seiten zu finden.

Mithilfe des Drive-Konfigurators können Sie ebenfalls vom Internet aus den geeigneten Frequenzumrichter für Ihre Anwendung zusammenstellen und den Typencode erzeugen. Der Drive-Konfigurator erzeugt automatisch eine achtstellige Bestellnummer, mit der Sie den FC 300 über Ihre Danfoss-Vertretung bestellen können.

Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und ggf. zur Bestellung verwenden.

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

**4.1.2 Typencode**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
FC				2	0	2	P			T						H						X	X	S	X	X	X	X	A	B	C							D

130BA484.10

**4**

Beschreibung	Pos.:	Mögliche Auswahl
Produktgruppe und VLT-Serie	1-6	FC 202
Nennleistung	7-10	0,25 - 1200 kW
Phasenzahl	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11-12	S2: 220-240 V Einphasen-Wechselspannung S4: 380-480 V Einphasen-Wechselspannung T 2: 200-240 VAC T 4: 380-480 VAC T 6: 525-600 VAC T 7: 525-690 VAC
Gehäuse	13-15	E20: IP20 E21: IP21/NEMA 1 E55: IP55/NEMA 12 E2M: IP21/NEMA 1 mit Netzabschirmung E5M: IP55/NEMA 12 mit Netzabschirmung E66: IP66 F21: IP21 Gehäuseabdeckungen ohne Rückwand G21: IP21 Gehäuseabdeckungen mit Rückwand P20: IP20/Chassis mit Rückwand P21: IP21/NEMA 1 mit Rückwand P55: IP55/NEMA 12 mit Rückwand
EMV-Filter	16-17	HX: Kein EMV-Filter H1: EMV-Filter A1/B H2: EMV-Filter A2 H3: EMV-Filter A1/B (reduzierte Kabellänge) H4: EMV-Filter A2/A1
Bremse	18	X: ohne Bremschopper B: mit Bremschopper T: Sicherer Stopp U: Sicherer Stopp mit Bremse
Display	19	G: Grafische LCP Bedieneinheit N: Numerische LCP Bedieneinheit (LCP 101) X: Ohne LCP Bedieneinheit
Lackierte Platinen	20	X: Keine lackierten Platinen C: Lackierte Platinen
Netzoption	21	D: Zwischenkreis Kopplung X: ohne Netztrennschalter 8: Netztrennschalter + Zwischenkreis Kopplung
Kabeleinführungen	22	X: Standard-Kabeleinführungen O: Europäisches metrisches Gewinde in Kabeleinführungen
	23	Reserviert
Software-Version	24-27	Tatsächliche Software-Version
Softwaresprache	28	
A-Optionen	29-30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: MCA 121 Ethernet IP
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analog-E/A-Option BY: MCO 101 Erweiterte Kaskadenregelung
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine Optionen 5: MCO 102 Erweiterte Kaskadenregelung
Option C, Software	36-37	XX: Standardsoftware
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: DC-Versorgung
Die verschiedenen Optionen sind in diesem Projektierungshandbuch näher beschrieben.		

Tabelle 4.1: Typencodebeschreibung.

### 4.1.3 Typencode High Power

Typencode Baugrößen D und E		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	
FU-Baureihe	4-6	
Nennleistung	8-10	45-560 kW
Netzphasen	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11- 12	T 5: 380-500 V AC T 7: 525-690 V AC
<b>Bauform</b>	13- 15	E00: IP00/Chassis C00: IP00/Chassis mit rückseitigem Edelstahl-Kühlkanal E0D: IP00/Chassis, D3 P37K-P75K, T7 C0D: IP00/Chassis mit rückseitigem Edelstahlkanal, D3 P37K-P75K, T7 E21: IP21/NEMA 1 E54: IP54/NEMA 12 E2D: IP21/NEMA 1, D1 P37K-P75K, T7 E5D: IP54/NEMA 12, D1 P37K-P75K, T7 E2M: IP21/ NEMA 1 mit Netzabschirmung E5M: IP54/NEMA 12 mit Netzabschirmung
EMV-Filter	16- 17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter A11) H6: EMV-Filter für Seeanwendungen2)
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT R: Klemmen für generatorischen Betrieb (nur E-Gehäuse)
Display	19	G: Grafische LCP Bedieneinheit LCP N: Numerische LCP Bedieneinheit X: Keine LCP Bedieneinheit (nur D -Gehäuse IP00 und IP 21)
Lackierte Platinen	20	C: Lackierte Platinen X: Keine lackierte Platine (nur D-Gehäuse 380-480/500 V)
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung
Anpassung	22	Reserviert
Anpassung	23	Reserviert
Software-Version	24- 27	Tatsächliche Software
Softwaresprache	28	
A-Optionen	29-30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: MCA 121 Ethernet IP
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analog-E/A-Option BY: MCO 101 Erweiterte Kaskadenregelung
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine Optionen 5: MCO 102 Erweiterte Kaskadenregelung
Option C, Software	36-37	XX: Standardsoftware
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: DC-Versorgung
Die verschiedenen Optionen sind in diesem Projektierungshandbuch näher beschrieben.		
1): Lieferbar für alle D-Gehäuse. nur E-Gehäuse 380-480/500 V		
2) wenden Sie sich an das Werk, wenn Sie maritime Zertifizierung benötigen		

<b>Typencode Baugröße FGerätegröße 5</b>		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	
FU-Baureihe	4-6	
Nennleistung	8-10	500 - 1200 kW
Netzphasen	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11-12	T 5: 380-500 V AC T 7: 525-690 V AC
<b>BauformGerätegröße</b>	13-15	E21: IP21/NEMA 1 E54: IP54/NEMA 12 L2X: IP21/NEMA 1 mit Gehäusebeleuchtung & IEC 230 V-Verbraucheranschluss L5X: IP54/NEMA 12 mit Gehäusebeleuchtung & IEC 230 V-Verbraucheranschluss L2A: IP21/NEMA 1 mit Gehäusebeleuchtung & NAM 115 V-Verbraucheranschluss L5A: IP54/NEMA 12 mit Gehäusebeleuchtung & NAM 115 V-Verbraucheranschluss H21: IP21 mit Heizgerät und Thermostat H54: IP54 mit Heizgerät und Thermostat R2X: IP21/NEMA 1 mit Heizgerät, Thermostat, Licht & IEC 230 V-Anschluss R5X: IP54/NEMA 12 mit Heizgerät, Thermostat, Licht & IEC 230 V-Anschluss R2A: IP21/NEMA 1 mit Heizgerät, Thermostat, Licht & NAM 115 V-Anschluss R5A: IP54/NEMA 12 mit Heizgerät, Thermostat, Licht & NAM 115 V-Anschluss
EMV-Filter	16-17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter, Klasse A1 <sup>2,3</sup> ) HE: RCD mit EMV-Filter, Klasse A2 <sup>2</sup> ) HF: RCD mit EMV-Filter, Klasse A1 <sup>2,3</sup> ) HG: IRM mit EMV-Filter, Klasse A2 <sup>2</sup> ) HH: IRM mit EMV-Filter, Klasse A1 <sup>2,3</sup> ) HJ: NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A2 <sup>1</sup> ) HK: NAMUR-Klemmen mit EMV-Filter, Klasse A1 <sup>1,2,3</sup> ) HL: RCD mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A2 <sup>1,2</sup> ) HM: RCD mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A1 <sup>1,2,3</sup> ) HN: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A2 <sup>1,2</sup> ) HP: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A1 <sup>1,2,3</sup> )
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT R: Klemmen für generatorischen Betrieb M: IEC Not-Aus-Taster (mit Pilz-Schutzrelais) <sup>4</sup> ) N: IEC Not-Aus-Taster mit Bremse IGBT und Bremsklemmen <sup>4</sup> ) P: IEC Not-Aus-Drucktaster mit Klemmen für generatorischen Betrieb <sup>4</sup> )
Display	19	G: Grafische LCP Bedieneinheit LCP
Lackierte Platinen	20	C: Lackierte Platinen
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 & Sicherungen <sup>2</sup> ) F: Hauptschalter, Schütz & Sicherungen 2) G: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen & Sicherungen <sup>2</sup> ) H: Hauptschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen & Sicherungen <sup>2</sup> ) J: Hauptschalter & Sicherungen <sup>2</sup> ) K: Hauptschalter, Zwischenkreisklemmen & Sicherungen <sup>2</sup> )
A-Optionen	29-30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: MCA 121 Ethernet IP
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analog-E/A-Option BY: MCO 101 Erweiterte Kaskadenregelung
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine Optionen 5: MCO 102 Erweiterte Kaskadenregelung
Option C, Software	36-37	XX: Standardsoftware
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: DC-Versorgung
Die verschiedenen Optionen sind in diesem Projektierungshandbuch näher beschrieben.		

## 4.2 Bestellnummern

### 4.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnr.	
<b>Sonstiges Zubehör:</b>			
Zwischenkreisanschluss	Klemmenblock für Zwischenkreisanschluss bei Gehäusegröße A2/A3	130B1064	
IP21 4X Top/NEMA1-Option	Gehäuse, Rahmengestellgröße A2: IP21/IP 4X Top/ TYP 1	130B1122	
IP21 4X Top/NEMA1-Option	Gehäuse, Rahmengestellgröße A3: IP21/IP 4X Top/ TYP 1	130B1123	
IP21/NEMA 1-Option	Ober- und Unterseite, Gehäusegröße B3	130B1187	
IP21/NEMA 1-Option	Ober- und Unterseite, Gehäusegröße B4	130B1189	
IP21/NEMA 1-Option	Ober- und Unterseite, Gehäusegröße C3	130B1191	
IP21/NEMA 1-Option	Ober- und Unterseite, Gehäusegröße C4	130B1193	
IP21/NEMA 1-Option	Oberseite, Gehäusegröße B3	130B1188	
IP21/NEMA 1-Option	Oberseite, Gehäusegröße B4	130B1190	
IP21/NEMA 1-Option	Oberseite, Gehäusegröße C3	130B1192	
IP21/NEMA 1-Option	Oberseite, Gehäusegröße C4	130B1194	
MCF 110 Schaltschrankeinbausatz	Einbausatz für Schalttafel-/Schaltschrankeinbringung, Gehäusegröße A5	130B1028	
MCF 110 Schaltschrankeinbausatz	Einbausatz für Schalttafel-/Schaltschrankeinbringung, Gehäusegröße B1	130B1046	
MCF 110 Schaltschrankeinbausatz	Einbausatz für Schalttafel-/Schaltschrankeinbringung, Gehäusegröße B2	130B1047	
MCF 110 Schaltschrankeinbausatz	Einbausatz für Schalttafel-/Schaltschrankeinbringung, Gehäusegröße C1	130B1048	
MCF 110 Schaltschrankeinbausatz	Einbausatz für Schalttafel-/Schaltschrankeinbringung, Gehäusegröße C2	130B1049	
Profibus Sub-D 9	Sub-D Adapter für Profibus IP20	130B1112	
MCF 103	USB-Kabel 350 mm, IP55/66	130B1155	
MCF 103	USB-Kabel, 650 mm, IP55/66	130B1156	
Profibus Montagezubehör	Einbausatz für Profibus-Anschluss oben - nur A-Gehäuse	130B0524 <sup>1)</sup>	
Klemmenblöcke	Schraubklemmenblöcke als Ersatz für Federzugklemmen 1 x 10-poliger, 1 x 6-poliger und 1 x 3-poliger Stecker	130B1116	
Kühlkörper	Gehäuseabdeckung IP21 / NEMA 1 A2	130B1132	
Kühlkörper	Gehäuseabdeckung IP21 / NEMA 1 A3	130B1133	
Kühlkörper	A5, IP55 / NEMA 12	130B1098	
Kühlkörper	B1, IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3383	
Kühlkörper	B2, IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3397	
Kühlkörper	C1, IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3910	
Kühlkörper	C2, IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3911	
Kühlkörper	A5, IP66 / NEMA 4x	130B3242	
Kühlkörper	B1, IP66 / NEMA 4x	130B3434	
Kühlkörper	B2, IP66 / NEMA 4x	130B3465	
Kühlkörper	C1, IP66 / NEMA 4x	130B3468	
Kühlkörper	C2, IP66 / NEMA 4x	130B3491	
<b>LCP</b>			
LCP 101	Numerische LCP Bedieneinheit	130B1124	
LCP 102	Grafische LCP Bedieneinheit	130B1107	
LCP-Kabel	Separates LCP-Anschlusskabel, 3 m	175Z0929	
LCP-Ferneinbausatz	Ferneinbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1113	
LCP-Ferneinbausatz	Ferneinbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung	130B1114	
LCP-Ferneinbausatz	Ferneinbausatz für LCP 101 oder LCP 102 Bedieneinheiten mit Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung, ohne LCP	130B1117	
LCP-Ferneinbausatz	Ferneinbausatz für alle LCPs mit Befestigungselementen und Dichtung, ohne Kabel	130B1170	
LCP-Ferneinbausatz	Ferneinbausatz für LCP 101 oder LCP 102 Bedieneinheiten mit Befestigungselementen, 8-m-Kabel, Anschlüssen und Dichtung für IP55/66-Gehäuse	130B1129	
<b>Option A unlackiert/lackiert</b>		<b>Unlackiert</b>	<b>Lackiert</b>
MCA 101	Profibus-Option DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	DeviceNet -Option	130B1102	130B1202
MCA 108	LONWorks	130B1106	130B1206
<b>Option B</b>			
MCB 101	Universal-Ein-/Ausgabeoption	130B1125	130B1212
MCB 105	Relaisoption	130B1110	130B1210
MCB 109	Analog-E/A-Option	130B1143	130B1243
MCB 114	PT 100/PT 1000-Sensoreingang	130B1172	10B1272
MCO 101	Erweiterte Kaskadenregelung	130B1118	130B1218
<b>Option C0</b>			
Einbausatz, Gehäusegröße A2 und A3 (40 mm für eine Option C)		130B7530	
Einbausatz, Baugröße A2 und A3 (60 mm für Option C0 + C1)		130B7531	
Einbausatz, Gehäusegröße A5		130B7532	
Einbausatz, Gehäusegröße B, C, D, E und F2 und 3 (außer B3)		130B7533	
Einbausatz, Baugröße B3 (40 mm für eine Option C)		130B1413	
Einbausatz, Baugröße B3 (60 mm für Option C0 + C1)		130B1414	
<b>Option C</b>			
MCO 102	Erweiterte Kaskadenregelung	130B1154	130B1254
<b>Option D</b>			
MCB 107	Ext. 24 V DC-Versorgung	130B1108	130B1208

Typ	Beschreibung	Bestellnr.	
<b>Externe Optionen</b>			
Ethernet IP	Ethernet	130B1119	130B1219
<b>Ersatzteile</b>			
Steuerkarte VLT AQUA Drive	Mit Funktion „Sicherer Stopp“		130B1167
Steuerkarte VLT AQUA Drive	Ohne Funktion „Sicherer Stopp“		130B1168
Montagezubehör Steuerklemmen		130B0295	
Lüfter A2	Kühllüfter, Gehäusegröße A2	130B1009	
Lüfter A3	Kühllüfter, Gehäusegröße A3	130B1010	
Lüfter A5	Kühllüfter, Gehäusegröße A5	130B1017	
Lüfter B1	Externer Kühllüfter, Gehäusegröße B1	130B1013	
Lüfter B2	Externer Kühllüfter, Gehäusegröße B2	130B1015	
Lüfter B3	Externer Kühllüfter, Gehäusegröße B3		130B3563
Lüfter B4	Externer Kühllüfter, Gehäusegröße B4		130B3699
Lüfter B4	Externer Kühllüfter, Gehäusegröße B5		130B3701
Lüfter C1	Externer Kühllüfter, Gehäusegröße C1	130B3865	
Lüfter C2	Externer Kühllüfter, Gehäusegröße C2	130B3867	
Lüfter C3	Externer Kühllüfter, Gehäusegröße C3		130B4292
Lüfter C4	Externer Kühllüfter, Gehäusegröße C4		130B4294
Montagezubehör A2	Montagezubehör, Gehäusegröße A2	130B0509	
Montagezubehör A3	Montagezubehör, Gehäusegröße A3	130B0510	
Montagezubehör A5	Montagezubehör, Gehäusegröße A5	130B1023	
Montagezubehör B1	Montagezubehör, Gehäusegröße B1	130B2060	
Montagezubehör B2	Montagezubehör, Gehäusegröße B2	130B2061	
Montagezubehör B3	Montagezubehör, Gehäusegröße B3	130B0980	
Montagezubehör B4	Montagezubehör, Gehäusegröße B4	130B1300	Klein
Montagezubehör B4	Montagezubehör, Gehäusegröße B4	130B1301	Groß
Montagezubehör C1	Montagezubehör, Gehäusegröße C1	130B0046	
Montagezubehör C2	Montagezubehör, Gehäusegröße C2	130B0047	
Montagezubehör C3	Montagezubehör, Gehäusegröße C3	130B0981	
Montagezubehör C4	Montagezubehör, Gehäusegröße C4	130B0982	Klein
Montagezubehör C4	Montagezubehör, Gehäusegröße C4	130B0983	Groß

1) Nur IP21 / > 11 kW

Viele Optionen können bereits werksseitig eingebaut bestellt werden (siehe Bestellinformationen).

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

#### 4.2.2 Bestellnummern: Oberwellenfilter

Oberwellenfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberwellen.

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

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

<b>380 - 415 V, 60 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Typischer Motor [PS]	DanfossBestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
19 A	10 - 15	130B2460	130B2472	P5K5 - P7K5
26 A	20	130B2461	130B2473	P11K
35 A	25 - 30	130B2462	130B2474	P15K, P18K
43 A	40	130B2463	130B2475	P22K
72 A	50 - 60	130B2464	130B2476	P30K - P37K
101A	75	130B2465	130B2477	P45K - P55K
144 A	100 - 125	130B2466	130B2478	P75K
180 A	150	130B2467	130B2479	P90K
217 A	200	130B2468	130B2480	P110
289 A	250	130B2469	130B2481	P132
324 A	300	130B2470	130B2482	P160
370 A	350	130B2471	130B2483	P200
506 A	450	130B2468 + 130B2469	130B2480 + 130B2481	P250
578 A	500	2 x 130B2469	2 x 130B2481	P315
648 A	500	2 x 130B2470	2 x 130B2482	P355

<b>440-480 V, 60 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Typischer Motor [PS]	DanfossBestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
19 A	10 - 15	175G6612	175G6634	P11K
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25 - 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72 A	50 - 60	175G6616	175G6638	P37K - P45K
101A	75	175G6617	175G6639	P55K
144 A	100 - 125	175G6618	175G6640	P75K
180 A	150	175G6619	175G6641	P90
217 A	200	175G6620	175G6642	P110
289 A	250	175G6621	175G6643	P132 - P160
324 A	300	175G6689	175G6692	
370 A	350	175G6690	175G6693	P200
434 A	350	2 x 175G6620	2 x 175G6642	P250
578 A	500	2 x 175G6621	2 x 175G6643	P315 - P355
659 A	550-600	175G6690 + 175G6621	175G6693 + 175G6643	P400

Bitte beachten Sie, dass die Zuordnung von Frequenzumrichter und Filter auf der Basis von 400/480 V und einer typischen Motorlast (4-polig) und 110 % Drehmoment berechnet ist.

<b>500-525 V, 50 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Typischer Motor [kW]	DanfossBestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
10 A	0,75 - 5,5	175G6644	175G6656	PK75 - P5K5
19 A	7,5 - 11	175G6645	175G6657	P7K5 - P11K
26 A	15 18,5	175G6646	175G6658	P15K - P18K
35 A	22	175G6647	175G6659	P22K
43 A	30	175G6648	175G6660	P30K
72 A	37 - 45	175G6649	175G6661	P37K - P45K
101 A	55 - 75	175G6650	175G6662	P55K - P75K
144 A	90 - 110	175G6651	175G6663	P90K - P110
180 A	132	175G6652	175G6664	P132
217 A	160	175G6653	175G6665	P160
289 A	200	175G6654	175G6666	P200
324 A	250	175G6655	175G6667	P250
370 A	315	2 x 175G6653	2 x 175G6665	P315 - P400
578 A	400	2 x 175G6654	2 x 175G6666	P500 - P560

<b>690 V, 50 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Typischer Motor [kW]	DanfossBestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
43	37 - 45	130B2328	130B2293	
72	55 - 75	130B2330	130B2295	P37K - P45K
101	90	130B2331	130B2296	P55K - P75K
144 A	110 - 132	130B2333	130B2298	P90K - P110
180 A	160	130B2334	130B2299	P132
217 A	200	130B2335	130B2300	P160
289 A	250	130B2331+2333	130B2301	P200
324 A	315	130B2333+2334	130B2302	P250
370 A	400	130B2334+2335	130B2304	P315

## 4.2.3 Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 VAC

## Netzversorgung 3 x 200 bis 500 V

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

**ACHTUNG!**

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

**4.2.4 Bestellnummern: Sinusfilter, 525-600/690 VAC**

Frequenzrichtergröße [kW]		Teilenr. Danfoss			
525-600 V	525-690 V	Strom bei 50 Hz [A]	Min. Taktfrequenz [kHz]	IP00	IP20
0,75	-	13	2	130B2321	130B2341
1,1	-				
1,5	-				
2,2	-				
3,0	-				
4,0	-				
5,5	-				
7,5	-				
-	11	28	2	130B2322	130B2342
11	15				
15	18,5				
18,5	22				
22	30	45	2	130B2323	130B2343
30	37				
37	45	76	2	130B2324	130B2344
45	55				
55	75	115	2	130B2325	130B2345
75	90				
90	110	165	2	130B2326	130B2346
110	132				
150	160	260	2	130B2327	130B2347
180	200				
220	250	303	2	130B2329	130B2348
260	315				
300	400	430	1,5	130B2241	130B2270
375	500				
450	560	530	1,5	130B2242	130B2271
480	630				
560	710	660	1,5	130B2337	130B2381
670	800				
-	900	765	1,5	130B2338	130B2382
820	1000				
970	1200	940	1,5	130B2339	130B2383
		1320	1,5	130B2340	130B2384

Tabelle 4.2: Netzversorgung 3 x 525-690 V

**4**

## 4.2.5 Bestellnummern: du/dt-Filter, 380-480 VAC

### Netzversorgung 3x380 bis 3x480 V

Frequenzumrichtergröße		Min. Taktfrequenz	Maximale Ausgangsfrequenz	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz
380-440V	441-480V					
11 kW	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2396	130B2385	24 A
15 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
18,5 kW	18,5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
22 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
30 kW	30 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
37 kW	37 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
132 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
160 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
200 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
250 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2277	130B2275	500 A
315 kW	355 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
355 kW	400 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
400 kW	450 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
450 kW	500 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
500 kW	560 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
560 kW	630 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
630 kW	710 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
710 kW	800 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
800 kW	1000 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
1000 kW	1100 kW	2 kHz	60 Hz	130B2410	130B2395	2300 A

**4.2.6 Bestellnummern: du/dt-Filter, 525-600/690 VAC**

Frequenzrichtergröße [kW]				Teilenr. Danfoss	
525-600 V	525-690 V	Strom [A]	Min. Taktfrequenz [Hz]	IP00	IP20
-	11	28	4	130B2414	130B2423
11	15				
15	18,5				
18,5	22	45	4	130B2415	130B2424
22	30				
30	37				
37	45	75	3	130B2416	130B2425
45	55				
55	75	115	3	130B2417	130B2426
75	90				
90	110	165	3	130B2418	130B2427
110	132				
150	160	260	3	130B2419	130B2428
180	200				
220	250	310	3	130B2420	130B2429
260	315				
300	400	430	3	130B2235	130B2238
375	500				
450	560	630	2	130B2280	130B2274
480	630				
560	710	765	2	130B2421	130B2430
-	-				
670	800	1350	2	130B2422	130B2431
-	900				
820	1000				
970	1200				

Tabelle 4.3: Netzversorgung 3 x 525-690 V

**4.2.7 Bestellnummern: Bremswiderstände**

**ACHTUNG!**

Wenn zwei Widerstände in der Tabelle aufgeführt sind, müssen diese bestellt werden.

**4**

<b>Bestellnummern: Bremswiderstände</b>															
<b>Netzversorgung 200-240 VAC (T2-LP+MP)</b>				<b>VLT AQUA Drive</b>											
<b>Ausgewählter Widerstand</b>															
<b>Standard IP20</b>															
Größe:	P <sub>Motor</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br,nom</sub>	Arbeitszyklus 10 %				Arbeitszyklus 40 %				Flatpack IP65 für Horizontalförderer			Max. Bremsmoment bei R <sub>rec</sub>
				R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Bestellnummer	Zeit-raum	R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Bestellnummer	Zeit-raum	R <sub>rec</sub> pro Stück	Arbeits-zyklus	Be-stellnr.	
				[Ω]	[kW]	175Uxx xx	[s]	[Ω]	[kW]	175Uxx xx	[s]	[Ω/w]	%	175Uxx xx	
PK25	0,25	380	679	425	0,095	1841	120	425	0,43	1941	120	430/100	40	1002	110 (110)
PK37	0,37	380	459	425	0,095	1841	120	425	0,43	1941	120	430/100	40	1002	110 (110)
PK55	0,55	275	307	310	0,25	1842	120	310	0,80	1942	120	330/100	27	1003	109 (110)
PK55	0,55	275	307	310	0,25	1842	120	310	0,80	1942	120	310/200	55	0984	109 (110)
PK75	0,75	188	224	210	0,285	1843	120	210	1,35	1943	120	220/100	20	1004	110 (110)
PK75	0,75	188	224	210	0,285	1843	120	210	1,35	1943	120	210/200	37	0987	110 (110)
P1K1	1,1	130	152	145	0,065	1820	120	145	0,26	1920	120	150/100	14	1005	110 (110)
P1K1	1,1	130	152	145	0,065	1820	120	145	0,26	1920	120	150/200	27	0989	110 (110)
P1K5	1,5	81	110	90	0,095	1821	120	90	0,43	1921	120	100/100	10	1006	110 (110)
P1K5	1,5	81	110	90	0,095	1821	120	90	0,43	1921	120	100/200	19	0991	110 (110)
P2K2	2,2	58	74,2	65	0,25	1822	120	65	0,80	1922	120	72/200	14	0992	110 (110)
P3K0	3	45	53,8	50	0,285	1823	120	50	1,0	1923	120	50/200	10	0993	110 (110)
P3K7	3,7	31,5	43,1	35	0,43	1824	120	35	1,35	1924	120	35/200	7	0994	110 (110)
P3K7	3,7	31,5	43,1	35	0,43	1824	120	35	1,35	1924	120	72/200	14	2X0992	110 (110)
P5K5	5,5	22,5	28,7	25	0,8	1825	120	25	3,0	1925	120	60/200	11	2x0996	110 (110)
P7K5	7,5	18	20,8	20	2,0	1826	120	20	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P11K	11	12,6	14,0	15	2,0	1827	120	15	-	-	-	-	-	-	103 (110)
P15K	15	9	10,2	10	2,8	1828	120	10	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P18K	18,5	6,3	8,2	7	4	1829	120	7	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P22K	22	5,4	6,9	6	4,8	1830	120	6	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P30K	30	4,2	5,0	4,7	6	1954	300	4,7	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P37K	37	2,9	4,0	3,3	8	1955	300	3,3	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P45K	45	2,4	3,3	2,7	10	1956	300	2,7	-	-	-	-	-	-	110 (110)

Bestellnummern: Bremswiderstände															
Netzversorgung 380-480 VAC (T4-LP+MP+HP)				VLT AQUA Drive											
Ausgewählter Widerstand															
Standard IP20											Flatpack IP65 für Horizontalförderer			Max. Bremsmoment bei R <sub>rec</sub>	
Größe:	Arbeitszyklus 10 %					Arbeitszyklus 40 %					R <sub>rec</sub> pro Stück	Arbeitszyklus	Bestellnr.		
	P <sub>Motor</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br,nom</sub>	R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Bestellnummer	Zeit-raum	R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Bestellnummer					Zeit-raum
[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxx xx	[s]	[Ω]	[kW]	175Uxx xx	[s]	[Ω/W]	%	175Uxx xx	%	
PK37	0,37	620	1825	620	0,065	1840	120	620	0,26	1940	120	830/100	30	1000	110 (110)
PK55	0,55	620	1228	620	0,065	1840	120	620	0,26	1940	120	830/100	20	1000	110 (110)
PK75	0,75	485	896	620	0,065	1840	120	620	0,26	1940	120	830/100	20	1000	110 (110)
P1K1	1,1	329	608	620	0,065	1840	120	620	0,26	1940	120	630	-	-	110 (110)
P1K5	1,5	240	443	425	0,095	1841	120	425	1,0	1941	120	430/100	10	1002	110 (110)
P1K5	1,5	240	443	425	0,095	1841	120	425	1,0	1941	120	430/200	20	0983	110 (110)
P2K2	2,2	161	299	310	0,25	1842	120	310	1,6	1942	120	320/200	14	0984	110 (110)
P3K0	3	117	217	210	0,285	1843	120	210	2,5	1943	120	215/200	10	0987	110 (110)
P4K0	4	86,9	161	150	0,43	1844	120	150	3,7	1944	120	150/200	14	0989	110 (110)
P4K0	4	86,9	161	150	0,43	1844	120	150	3,7	1944	120	300/200	7	2X0985	110 (110)
P5K5	5,5	62,5	115	110	0,6	1845	120	110	4,7	1945	120	120/200	6	2X0990	110 (110)
P7K5	7,5	45,3	83,7	80	0,85	1846	120	80	6,1	1946	120	82/240	5	2X0090	110 (110)
P11K	11	34,9	56,4	40	2	1848	120	40	11	1948	120	-	-	-	110 (110)
P15K	15	25,3	40,9	40	2	1848	120	40	11	1948	120	-	-	-	110 (110)
P18K	18,5	20,3	32,8	30	2,8	1849	120	30	18	1949	120	-	-	-	110 (110)
P22K	22	16,9	27,3	25	3,5	1850	120	25	23	1950	120	-	-	-	110 (110)
P30K	30	13,2	20	20	4	1851	120	20	25	1951	120	-	-	-	110 (110)
P37K	37	10,6	16,1	15	4,8	1852	120	15	32	1952	120	-	-	-	110 (110)
P45K	45	8,7	13,2	12	5,5	1853	120	12	40	1953	120	-	-	-	110 (110)
P55K	55	6,6	10,8	10	15	2008	120	10	62	2007	120	-	-	-	110 (110)
P75K	75	6,6	8	7	13	0069	120	7	72	0068	120	-	-	-	110 (110)
P90K	90	3,6	7	5	18	1959	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P110	110	3	5	5	18	1959	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P132	132	2,5	5	4	22	1960	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P160	160	2	4	3,8	22	1960	300	-	-	-	-	-	-	-	106 (110)
P200	200	1,6	2,9	2,6	32	1962	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P250	250	1,2	2,4	2,1	39	1963	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P315	315	1,2	1,9	2,1	39	1963	300	-	-	-	-	-	-	-	98 (110)
P355	355	1,2	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P400	400	1,2	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P450	450	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P500	500	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100 (100)
P560	560	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(89)
P630	630	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(79)
P710	710	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(70)
P800	800	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(62)
P1M0	1000	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(50)



4

Bestellnummern: Bremswiderstände												
Netzversorgung 525-690 VAC (T7-HP)				VLT AQUA Drive								
				Ausgewählter Widerstand								
				Standard IP20								Max. Bremsmoment bei R <sub>rec</sub>
				Arbeitszyklus 10 %				Arbeitszyklus 40 %				
Größe:	P <sub>Motor</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br,nom</sub>	R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Bestellnummer	Zeitraum	R <sub>rec</sub>	P <sub>br avg</sub>	Bestellnummer	Zeitraum	%
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	130Bxxxx	[s]	[Ω]	[kW]	130Bxxxx	[s]	
P37K	37	22,5	32,1	20	52	2118	600	20	32	2118	600	110 (110)
P45K	45	22,5	26,4	15	64	2119	600	15	39	2119	600	110 (110)
P55K	55	18	21,6	15	76	2120	600	15	47	2120	600	110 (110)
P75K	75	13,5	15,6	9,8	104	2121	600	9,8	64	2121	600	110 (110)
P90K	90	8,8	13	9,8	126	2122	600	9,8	77	2122	600	110 (110)
P110	110	8,8	10,7	7,3	153	2123	600	7,3	93	2123	600	110 (110)
P132	132	6,6	8,9	4,7	185	2124	600	4,7	113	2124	600	110 (110)
P160	160	6,6	7,3	4,7	224	2125	600	4,7	137	2125	600	110 (110)
P200	200	4,2	5,9	3,8	147	2X2126	600	3,8	90	2X2126	600	110 (110)
P250	250	4,2	4,7	2,6	173	2X2127	600	2,6	106	2X2127	600	110 (110)
P315	315	3,4	3,7	2,6	212	2X2128	600	2,6	130	2X2128	600	108 (110)
P400	355	2,3	3,3	2,6	72	2x1062	300	-	-	-	-	110 (110)
P450	400	2,3	2,9	2,6	72	2x1062	300	-	-	-	-	110 (110)
P500	500	2,1	2,3	2,3	90	2x1063	300	-	-	-	-	110 (110)
P560	560	1,9	2,1	2,1	100	2x1064	300	-	-	-	-	110 (110)
P630	630	1,7	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P710	710	1,5	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P800	800	1,3	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P900	900	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1M0	1000	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

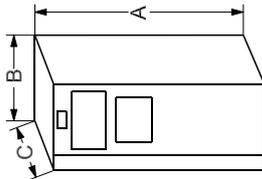
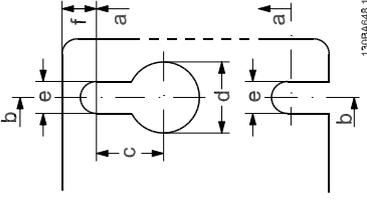
## 5 Installieren

### 5.1 Mechanische Installation

Beabsichtigte Leerseite.

**5**

**5.1.1 Mechanische Vorderansichten**

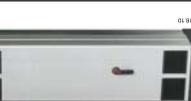
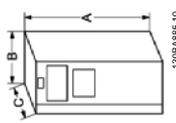
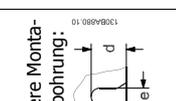
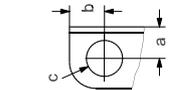
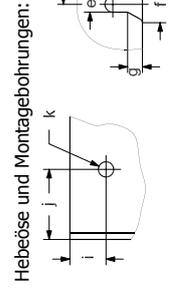
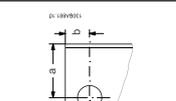
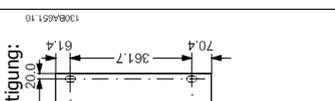
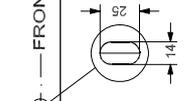
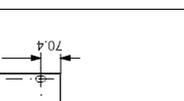
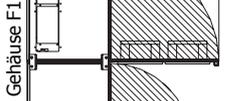
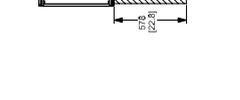
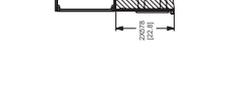
										
IP20/21	IP20/21	IP55/66	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20
										
Abbildung 5.1: Obere und untere Montagebohrungen.			Abbildung 5.2: Obere und untere Montagebohrungen. (nur B4+C3+C4)							
Montagezubehör (notwendige Halterungen, Schrauben und Verbinder) sind im Lieferumfang der Frequenzumrichter enthalten.										
Alle Angaben in mm.										

## 5.1.2 Abmessungen

	Abmessungen											
	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	
<b>Baugröße (kW):</b>												
200-240 V	0,25-3,0	3,7	0,25-3,7	5,5-11	15	5,5-11	15-18,5	18,5-30	37-45	22-30	37-45	
380-480 V	0,37-4,0	5,5-7,5	0,37-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90	
525-600 V	-	0,75-7,5	0,75-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90	
525-690 V	-	-	-	-	11-30	-	-	-	37-90	-	-	
IP	20	21	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20	21/55/66	21/55/66	20	20	
NEMA	Chassis	NEMA 1	NEMA 12	NEMA 1/12	NEMA 1/12	Chassis	Chassis	NEMA 1/12	NEMA 1/12	Chassis	Chassis	
<b>Höhe (mm)</b>												
Gehäuse	246	246	372	480	650	350	460	680	770	490	600	
... mit Abschirmblech	A2	374	-	-	-	419	595	-	-	630	800	
Rückwand	A1	268	375	420	650	399	520	680	770	550	660	
Abstand der Montagelöcher	a	257	350	402	624	380	495	648	739	521	631	
<b>Breite (mm)</b>												
Gehäuse	B	90	130	242	242	165	231	308	370	308	370	
mit einer C-Option	B	130	170	242	242	205	231	308	370	308	370	
Rückwand	B	90	130	242	242	165	231	308	370	308	370	
Abstand der Montagelöcher	b	70	110	215	210	140	200	272	334	270	330	
<b>Tiefe (mm)</b>												
Ohne Option A/B	C	205	205	200	260	248	242	310	335	333	333	
Mit Option A/B	C*	220	220	200	260	262	242	310	335	333	333	
<b>Montagelöcher (mm)</b>												
	c	8,0	8,0	8,2	12	8	-	12	12	-	-	
Durchmesser ø	d	11	11	12	19	12	-	19	19	-	-	
Durchmesser ø	e	5,5	5,5	6,5	9	6,8	8,5	9,0	9,0	8,5	8,5	
	f	9	9	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17	
<b>Max. Gewicht (kg)</b>												
		4,9	5,3	14	27	12	23,5	45	65	35	50	

\* Die Gehäusetiefe ist abhängig von den verschiedenen installierten Optionen.

\*\* Der Mindestfreiraum bezieht sich auf die Bereiche über und unter dem reinen Gehäuse A. Siehe Abschnitt 3.2.3 für weitere Informationen.

<b>D1</b>		IP21/54	<b>D2</b>		IP21/54	<b>D3</b>		IP00	<b>D4</b>		IP00	<b>E1</b>		IP21/54	<b>E2</b>		IP00
																	
																	
																	
			Alle Angaben in mm														
																	
																	
																	

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	1000-1200	710-900	1000-1200
IP	21/54	21/54	00	00	21/54	00	21/54	21/54	21/54	21/54
NEMA	NEMA 1/12	NEMA 1/12	Chassis	Chassis	NEMA 1/12	Chassis	NEMA 1/12	NEMA 1/12	NEMA 1/12	NEMA 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>FC-Abmessungen (mm):</b>										
<b>Höhe</b>										
Rückwand	A	1209		1589		1547	2281	2281	2281	2281
<b>Breite</b>										
Rückwand	B	420		420		585	1400	1800	2000	2400
<b>Tiefe</b>										
	C	380		380		494	607	607	607	607
<b>Abmessungen der Halterungen (mm)</b>										
Mittelbohrung bis Kante	a	22/0,9		22/0,9		23/0,9				
Mittelbohrung bis Kante	b	25/1,0		25/1,0		25/1,0				
Bohrungsdurchmesser	c	25/1,0		25/1,0		25/1,0				
	d	20/0,8		20/0,8		27/1,1				
	e	11/0,4		11/0,4		13/0,5				
	f	22/0,9		22/0,9						
	g	10/0,4		10/0,4						
	h	51/2,0		51/2,0						
	i	25/1,0		25/1,0						
	j	49/1,9		49/1,9						
Bohrungsdurchmesser	k	11/0,4		11/0,4						
<b>Max. Gewicht (kg)</b>	104	151	91	138	313	277	1004	1246	1299	1541

Weitere Informationen sowie CAD-Zeichnungen für Ihre Planungen erhalten Sie von Danfoss.

### 5.1.3 Mechanische Befestigung

1. Sehen Sie die Befestigung gemäß den Angaben zu den Montagelöchern vor.
2. Verwenden Sie geeignete Schrauben für die Oberfläche, auf der der Frequenzumrichter montiert wird. Ziehen Sie alle vier Schrauben gut an.

Der Frequenzumrichter kann direkt nebeneinander (ohne Zwischenraum) montiert werden.

Die Rückwand muss stabil sein.

Gehäuse	Abstand (mm):
A2	
A3	100
A5	
B1	
B2	200
B3	200
B4	200
C1	200
C2	225
C3	200
C4	225
D1/D2/D3/D4	225
E1/E2	225
F1/F2/F3/F4	225

Tabelle 5.1: Erforderlicher Abstand oberhalb und unterhalb des Frequenzumrichters

### 5.1.4 Sicherheitshinweise für mechanische Installation



Beachten Sie die für Einbau und Montage vor Ort geltenden nationalen und regionalen Anforderungen. Diese sind zur Vermeidung von schweren Personen- und Sachschäden einzuhalten.

Der Frequenzumrichter ist luftgekühlt.

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

Liegt die max. Umgebungstemperatur oberhalb von 45 °C - 55 °C, muss eine Leistungsreduzierung für den Betrieb des Frequenzumrichters vorgesehen werden.

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

### 5.1.5 Montage vor Ort

Zur Montage der Geräte vor Ort in der Anlage/an der Maschine werden die IP21/NEMA 1 Gehäuseabdeckungen oder Geräte in Schutzart IP54/55 empfohlen.

## 5.2 Vor der Installation

### 5.2.1 Planung des Installationsortes

**ACHTUNG!**

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

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

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

**5**

### 5.2.2 Empfang des Frequenzumrichters

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

### 5.2.3 Transport und Auspacken

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

**ACHTUNG!**

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

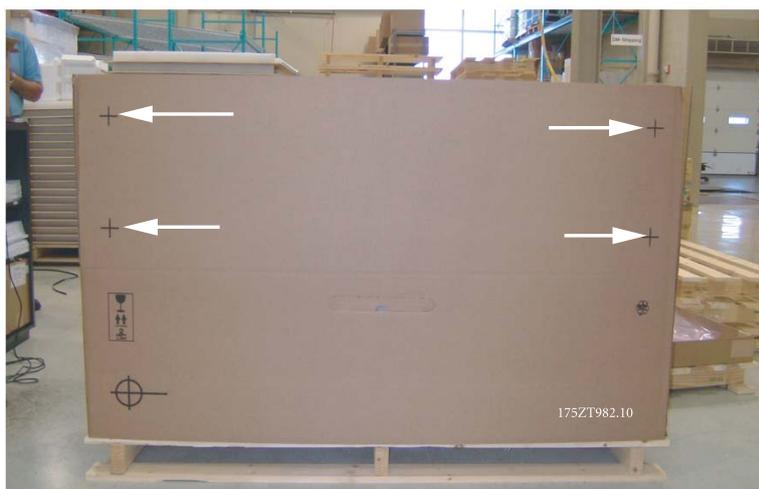


Abbildung 5.3: Bohrschablone

### 5.2.4 Heben

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

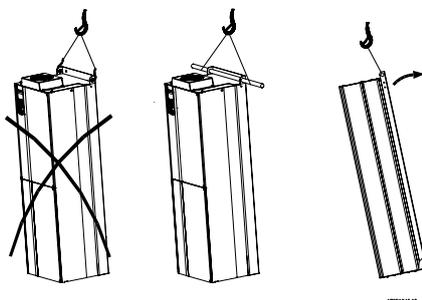


Abbildung 5.4: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugrößen D und E.



#### ACHTUNG!

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

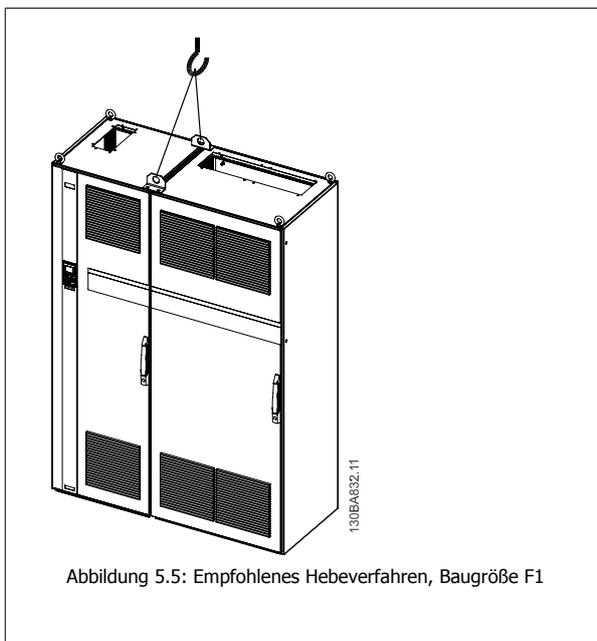


Abbildung 5.5: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F1

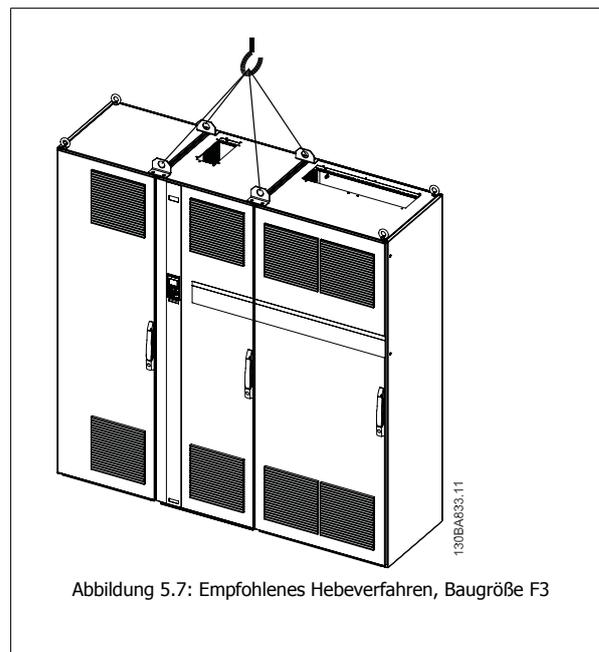


Abbildung 5.7: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F3

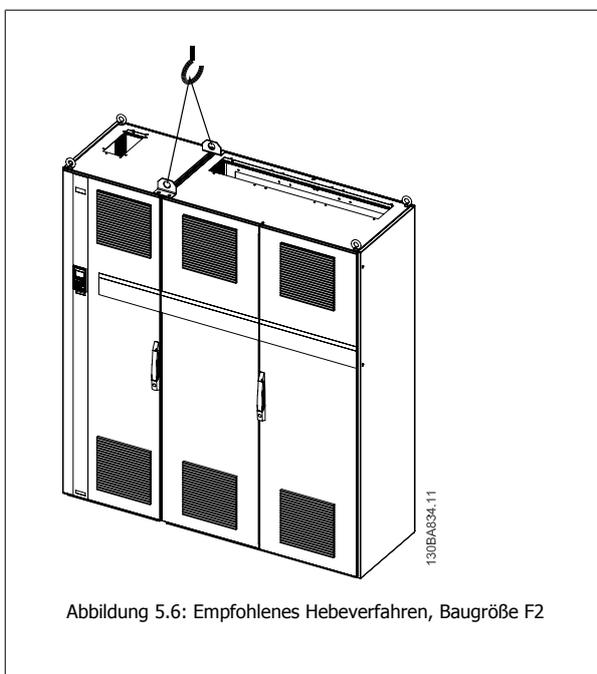


Abbildung 5.6: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F2

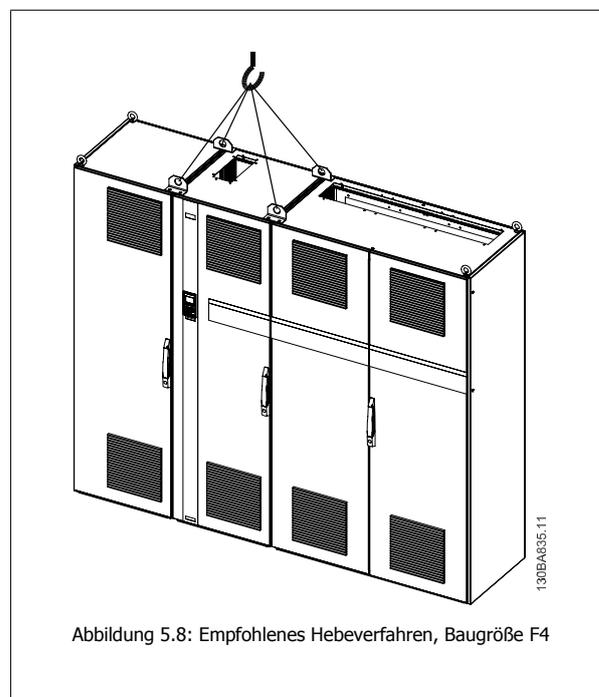


Abbildung 5.8: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F4



**ACHTUNG!**

Der Sockel ist zusammen mit dem Frequenzrichter verpackt, während der Lieferung jedoch von den Gerätegrößen F1-F461-64-Gehäusen getrennt. Um eine ordnungsgemäße Kühlung sicherzustellen, muss der Sockel einen Luftstrom zum Frequenzrichter ermöglichen. Am endgültigen Installationsort die Gerätegrößen F6-Gehäuse auf dem Sockel platzieren. Der Winkel zwischen Oberseite des Frequenzrichters und dem Hubseil muss mindestens 60 Grad betragen.

## 5.2.5 Benötigte Werkzeuge

Für die mechanische Installation werden die folgenden Werkzeuge benötigt:

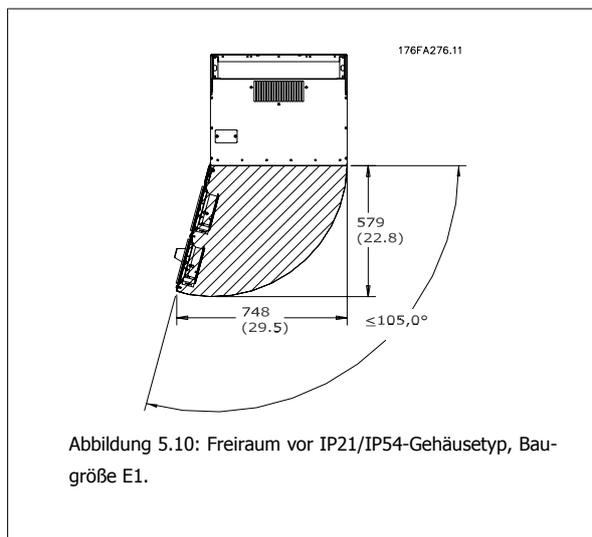
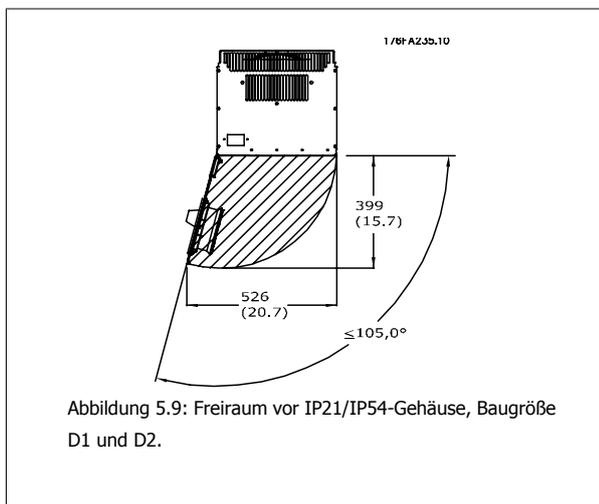
- Bohrer mit 10 oder 12 mm Bohrereinsatz
- Maßband
- Schraubenschlüssel mit Stecknüssen 7-17 mm
- Schlüsselverlängerungen
- Blechstanze für Durchführungen oder Kabelverschraubungen in IP21/NEMA 1- und IP54-Geräten
- Hebetaverse zum Heben des Geräts (Stange oder Rohr mit  $\varnothing$  25 mm) mit einer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

# 5

## 5.2.6 Allgemeine Aspekte

### Freiraum

Lassen Sie ausreichend Freiraum über und unter dem Frequenzumrichter für Luftzirkulation und Kabelzugang. Darüber hinaus muss Platz vor dem Gerät sein, um die Tür des Schaltschranks öffnen zu können.



### ACHTUNG!

Für Baugröße F siehe Abschnitt *Mechanische Installation, High Power*.

### Drahtzugang

Es muss einwandfreier Kabelzugang vorhanden sein, dazu gehört auch die notwendige Biegetoleranz. Da das IP00-Gehäuse nach unten offen ist, müssen Kabel an der Rückwand des Gehäuses, in dem der Frequenzumrichter eingebaut ist, befestigt werden, d. h. über Schirmbügel.



### ACHTUNG!

Die Kabelschuhe müssen auf der Klemmenleiste montiert werden.

## 5.2.7 Kühlung und Luftströmung

### Kühlung

Für Kühlung kann auf unterschiedliche Weise gesorgt werden: Über die Kühlkanäle unten und oben im Gerät, über Luftein- und -auslass hinten im Gerät oder durch Kombination der Kühlmöglichkeiten.

### Lüftungsbaugruppe

Es wurde eine spezielle Option entwickelt, um den Einbau von Frequenzumrichtern mit IP00/Chassis in Rittal TS8-Schaltschränken mit Nutzung des Kühllüfters zur Zwangskühlung des rückseitigen Kühlkanals zu optimieren. Die Luft aus dem oberen Bereich des Schaltschranks kann nach außen geleitet werden, sodass die ausgetretene Wärme aus dem rückseitigen Kanal nicht in den Schaltraum gelangt und eine geringere Klimaanlageleistung erforderlich ist.

Für weitere Informationen siehe *Installation von Lüftungsbaugruppen in Rittal-Schaltschränken*.

### Rückseitige Kühlung

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



#### ACHTUNG!

Im Rittal-Schaltschrank ist ein Türlüfter erforderlich, um die ausgetretene Wärme außerhalb des rückseitigen Kanals abzuleiten. Der Mindestluftstrom durch den Türlüfter liegt bei den Baugrößen D3 und D4 bei 391 m<sup>3</sup>/h. Für Baugröße E2 liegt der Mindestluftstrom bei 782 m<sup>3</sup>/h. Wenn die Umgebungstemperatur unter dem Maximum liegt oder zusätzliche Komponenten mit Wärmeaustritt in das Gehäuse integriert werden, muss der für die Kühlung des Rittal-Schaltschranks erforderliche Luftstrom berechnet werden.

### Luftströmung

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

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

\* Luftstrom pro Lüfter. Baugrößen F enthalten mehrere Lüfter.

Tabelle 5.2: Luftströmung über Kühlkörper



#### ACHTUNG!

Ursachen für Lüfteraktivierung:

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

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

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

Kabel werden über das Bodenblech angeschlossen. Das Blech abnehmen und die Anbringungen der Einführung der Verschraubungen oder Kabeldurchführungen planen. Löcher im markierten Bereich auf der Zeichnung vorsehen.

**ACHTUNG!**

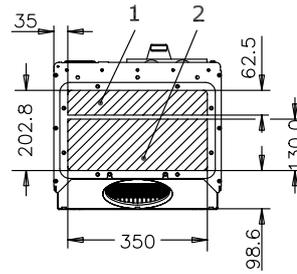
Das Bodenblech für Kabeleinführung muss am Frequenzumrichter befestigt werden, um den angegebenen Schutzgrad einzuhalten und richtige Kühlung des Geräts sicherzustellen. Wird das Bodenblech nicht befestigt, kann das Gerät abschalten und zeigt den Alarm 69 Umr. Übertemp.



130BB073.10

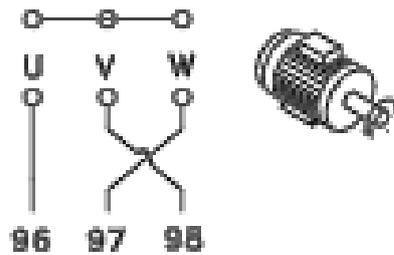
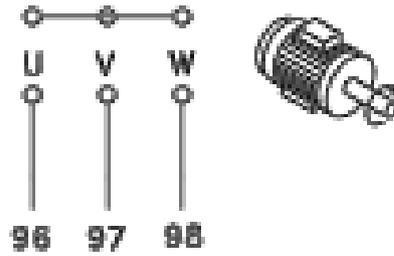
Abbildung 5.11: Beispiel für richtige Befestigung des Bodenblechs.

**Baugröße D1 + D2**



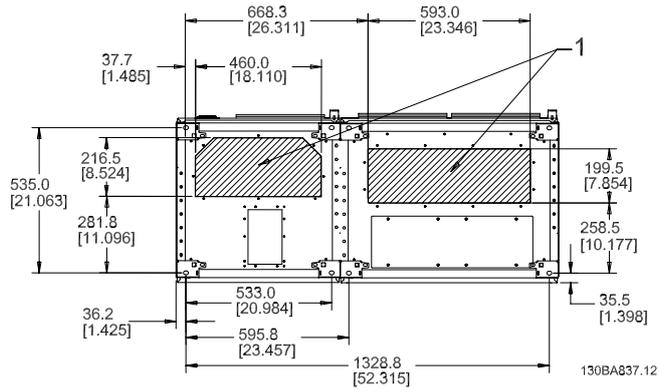
176FA289.11

**Baugröße E1**

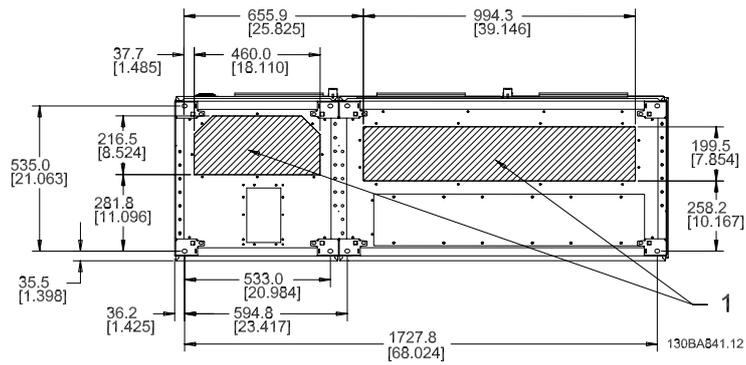


Ansicht der Kabeleinführungen von der Unterseite des Frequenzumrichters – 1) Netzseite 2) Motorseite

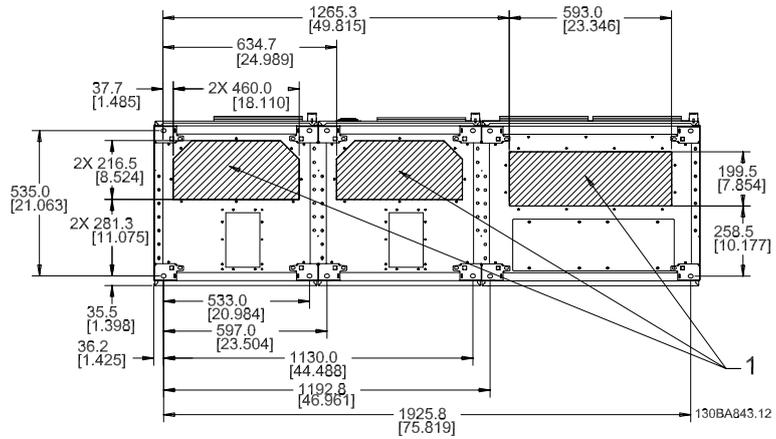
**Baugröße F1**



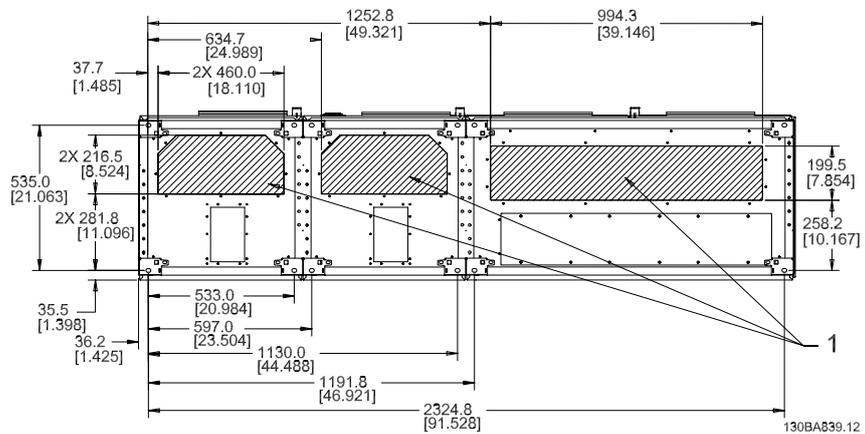
**Baugröße F2**



**Baugröße F3**



**Baugröße F4**



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

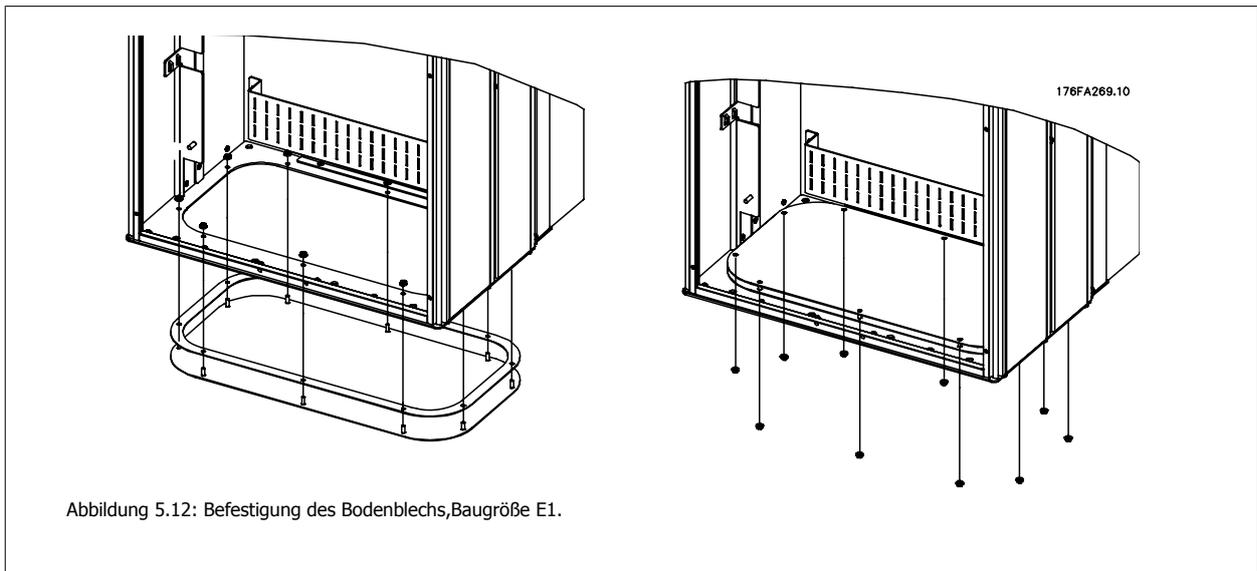


Abbildung 5.12: Befestigung des Bodenblechs, Baugröße E1.

Das eigentliche Bodenblech des Gehäuses E1 kann im oder außerhalb vom Gehäuse befestigt werden. Dies sorgt für Flexibilität beim Einbau, da die Verschraubungen und Kabel bei Befestigung von unten installiert werden können, bevor der Frequenzumrichter auf den Sockel gesetzt wird.

**5**

**5.2.9 IP21-Tropfschutzinstallation (Baugröße D1 und D2 )**

**Um Schutzart IP21 einzuhalten, muss ein getrenntes Tropfschutzblech wie unten erklärt montiert werden.**

- Die beiden vorderen Schrauben herausdrehen.
- Das Tropfschutzblech einsetzen und Schrauben wieder eindrehen.
- Schrauben auf 5,6 Nm anziehen.

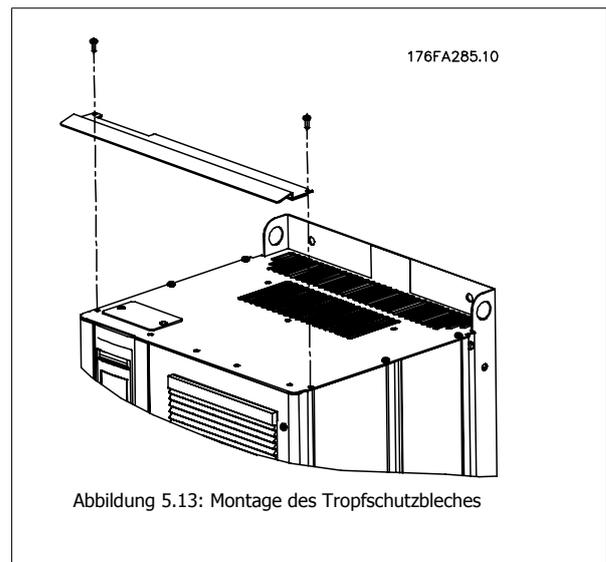


Abbildung 5.13: Montage des Tropfschutzbleches

## 5.3 Elektrische Installation

### 5.3.1 Allgemeiner Hinweis zu Kabeln


**ACHTUNG!**

Allgemeiner Hinweis zu Kabeln

Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Kabelquerschnitt.

#### Anzugsmomente der Anschlussklemmen

Gehäuse	Leistung (kW)			Drehmoment (Nm)					
	200-240 V	380-480 V	525-690 V	Netz	Motor	Gleichstrom- verbindung	Bremse	Masse	Relais
A2	0.25 - 3.0	0.37 - 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
A5	0.25 - 3.7	0.37 - 7.5	1.1 - 7.5	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
B1	5.5 -11	11 - 18	-	1.8	1.8	1.5	1.5	3	0.6
B2	- 15	22	-	2.5	2.5	3.7	3.7	3	0.6
		30	-	4.5	4.5	3.7	3.7	3	0.6
C1	18.5 - 30	37 - 55	-	10	10	10	10	3	0.6
C2	37 - 45	75	-	14	14	14	14	3	0.6
		90	-	24	24	14	14	3	0.6
D1/D3	-	110	110	19	19	9.6	9.6	19	0.6
		132	132	19	19	9.6	9.6		
D2/D4	-	160-250	160-315	19	19	9.6	9.6	19	0.6
E1/E2	-	315-450	355-560	19	19	9.6	9.6	19	0.6

Tabelle 5.3: Anzugsmomente für Klemmen

### 5.3.2 Ausbrechen von zusätzlichen Öffnungen für Kabeldurchführungen

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

### 5.3.3 Netzanschluss und Erdung



**ACHTUNG!**

Der Netzanschlusstecker kann optional für Leistungsanschlüsse bis 7,5 kW verwendet werden.

1. Stellen Sie sicher, dass der Frequenzumrichter korrekt geerdet ist. Schließen Sie ihn immer an den Erdanschluss an (Klemme 95). Verwenden Sie hierzu die mitgelieferte Schraube.
2. Stecken Sie den Netzanschlusstecker 91, 92, 93 aus dem Montagezubehör auf die Klemmen mit der Bezeichnung MAINS unten am Frequenzumrichter.
3. Schließen Sie die Netzphasen an den mitgelieferten Netzanschlusstecker an.



Der Querschnitt des Erdungskabels muss mindestens 10 mm<sup>2</sup> betragen, oder es müssen zwei getrennt verlegte und gemäß EN 50178 angeschlossene Erdleitungen verwendet werden.

**5**

Bei Varianten mit Hauptschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.



**ACHTUNG!**

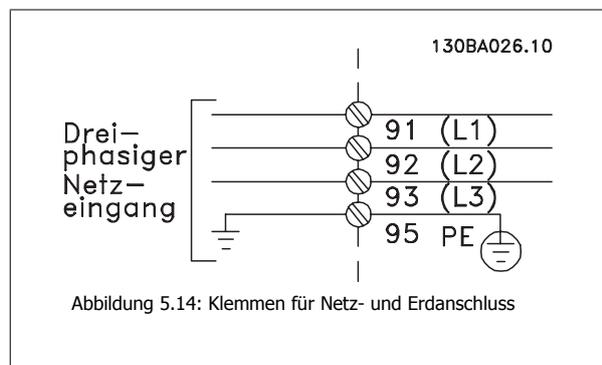
Prüfen Sie, ob die Netzspannung der auf dem Frequenzumrichter-Typenschild angegebenen Netzspannung entspricht.



**IT-Netz**

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

Bei IT-Netzen und Dreieck-Erde-Netzen (geerdeter Zweig) darf die Netzspannung 440 V zwischen Phase und Erde überschreiten.



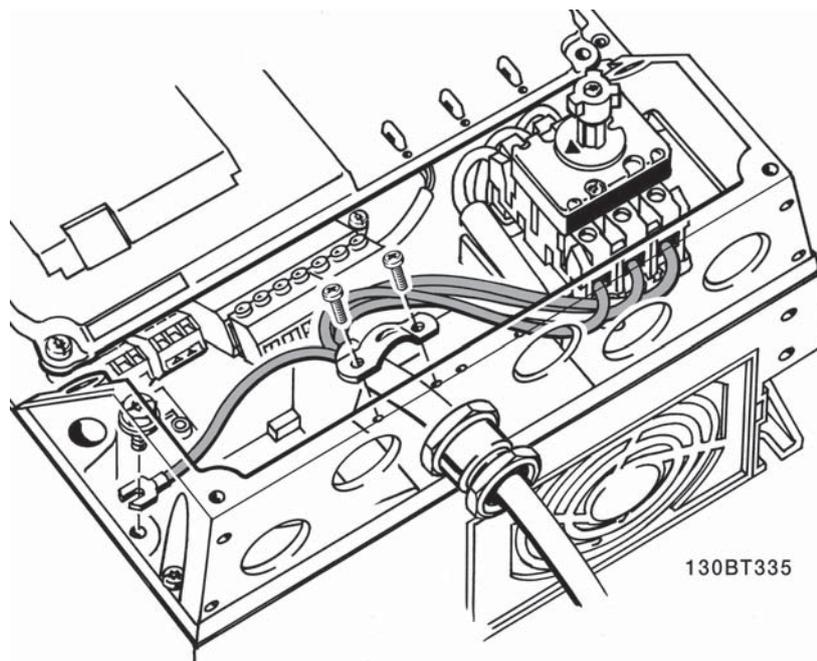


Abbildung 5.15: Netzanschluss und Erdung mit Trennschalter (A5-Gehäuse)

### 5.3.4 Anschluss des Motorkabels



**ACHTUNG!**

Das Motorkabel muss abgeschirmt sein. Bei Verwendung eines nicht abgeschirmten Kabels sind einige EMV-Anforderungen nicht erfüllt. Nähere Informationen siehe *EMV-Spezifikationen*.

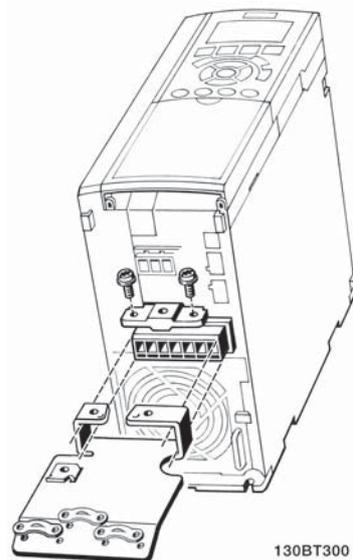
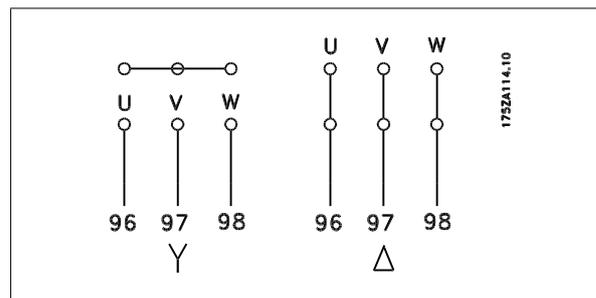


Abbildung 5.16: Montage des Abschirmblechs.

5

1. Montieren Sie das Abschirmblech unten am Frequenzumrichter mit den Schrauben und Unterlegscheiben aus dem Montagezubehör.
2. Schließen Sie die drei Phasen des Motorkabels an den Klemmen 96 (U), 97 (V), 98 (W) an.
3. Schließen Sie den PE-Leiter mit der passenden Schraube aus dem Zubehör an Klemme 99 auf dem Abschirmblech an.
4. Stecken Sie den Motor-Anschlussstecker auf die Klemmen mit der Bezeichnung MOTOR.
5. Befestigen Sie das abgeschirmte Kabel mit Schrauben und Unterlegscheiben aus dem Montagezubehör am Abschirmblech.

Alle dreiphasigen Standard-Asynchronmotoren können an den Frequenzumrichter angeschlossen werden. Normalerweise wird für kleine Motoren eine Sternschaltung (230/400 V, D/Y) und für große Motoren Dreieckschaltung verwendet (400/690 V, D/Y). Schaltungsart (Stern/Dreieck) und Anschlussspannung sind auf dem Motor-Typenschild angegeben.



**ACHTUNG!**

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

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

### 5.3.5 Motorkabel

Hinweise zu korrekten Maßen von Motorkabelquerschnitt und -länge finden Sie im Kapitel *Allgemeine technische Daten*.

## 5

- Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten.
- Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.
- Schließen Sie den Motorkabelschirm am Schirmblech des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Motors an.
- Stellen Sie die Schirmungsverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Schirmbügel) her. Dies kann unter Verwendung des im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthaltenen Zubehörs erfolgen.
- Vermeiden Sie verwirbelte Abschirmilitzen ("pigtailes"), die Hochfrequenzabschirmungseffekte beeinträchtigen.
- Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um einen Reparaturschalter oder ein Motorrelais zu installieren), muss die Abschirmung an der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden.

#### Anforderungen bei Gehäuse F

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

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

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



#### ACHTUNG!

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

### 5.3.6 Elektrische Installation von Motorkabeln

#### Abschirmung von Kabeln

Vermeiden Sie verdrehte Schirmenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind.

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

#### Kabellänge und -querschnitt

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

#### Taktfrequenz

Wenn der Frequenzumrichter zusammen mit einem Sinusfilter verwendet wird, um die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz in Par. 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.

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.

### 5.3.7 Sicherungen



#### ACHTUNG!

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

#### Abzweigschutz:

Zum Schutz der Anlage vor elektrischen Gefahren und Bränden müssen alle Abzweige in einer Installation, Schaltvorrichtungen, Maschinen usw. in Übereinstimmung mit den nationalen/internationalen Vorschriften mit einem Kurzschluss- und Überstromschutz versehen sein.

#### Kurzschlusschutz:

Der Frequenzumrichter muss gegen Kurzschluss abgesichert werden, um elektrische Gefahren und ein Brandrisiko zu vermeiden. Danfoss empfiehlt die in Tabelle 5.3 und 5.4 aufgeführten Sicherungen, um das Bedienpersonal und die Installation im Fall einer internen Funktionsstörung im Frequenzumrichter zu schützen. Der Frequenzumrichter selbst gewährleistet einen vollständigen Kurzschlusschutz am Motorausgang.

#### Überstromschutz:

Für einen Überlastschutz ist zu sorgen, um eine Brandgefahr wegen Überhitzung der Kabel in der Anlage auszuschließen. Der Überstromschutz muss stets gemäß den nationalen Vorschriften ausgeführt werden. Der Frequenzumrichter verfügt über einen internen Überstromschutz, der als Überlastschutz zwischen FU und Motor benutzt werden kann (nicht UL/cUL zugelassen). Siehe Par. 4-18. Die Sicherungen müssen für einen Kurzschlussstrom von max.  $100.000 A_{EFF}$  (symmetrisch) bei max. 500 V/600 V ausgelegt sein.

#### Keine UL-Konformität:

Wenn keine Übereinstimmung mit der UL/cUL-Zulassung bestehen muss, empfiehlt Danfoss die Wahl der Sicherungen in Tabelle 5.2, um Konformität mit EN 50178 sicherzustellen:

Im Fall einer Fehlfunktion kann die Nichtbeachtung der Empfehlung zu vermeidbaren Schäden am Frequenzumrichter führen.

Frequenzrichter:	Max. Sicherungsgröße:	Spannung:	Typ:
<b>200-240 V</b>			
K25-K75	10A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
1K1-2K2	20A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
3K0	30A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
3K7	30A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
5K5	50A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
7K5	63A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
11K	63A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
15K	80A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
18K5	125A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
22K	125A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
30K	160A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ gG
37K	200A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ aR
45K	250A <sup>1</sup>	200-240 V	Typ aR
<b>380-480 V</b>			
K37-1K5	10A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
2K2-4K0	20A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
5K5-7K5	30A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
11K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
15K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
18K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
22K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
30K	80A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
37K	100A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
45K	125A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
55K	160A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ gG
75K	250A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ aR
90K	250A <sup>1</sup>	380-480 V	Typ aR

Tabelle 5.4: Nicht UL-konforme Sicherungen, 200 V bis 480 V

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

Danfoss PN	Bussmann	Ferraz	Siba
20220	170M4017	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
20221	170M6013	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabelle 5.5: Zusätzliche Sicherungen für Nicht-UL-Anwendungen, E-Gehäuse, 380-480 V

#### UL-Konformität

VLT AQUA	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>200-240 V</b>							
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1
K25-1K1	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
15K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	5014006-080	KLN-R80	-	A2K-80R
18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R
22K	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R
30K	FWX-150	-	-	2028220-150	L25S-150	-	A25X-150
37K	FWX-200	-	-	2028220-200	L25S-200	-	A25X-200
45K	FWX-250	-	-	2028220-250	L25S-250	-	A25X-250

Tabelle 5.6: UL-Sicherungen 200-240 V

VLT AQUA	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>380-500 V, 525-600</b>							
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1
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 5.7: UL-Sicherungen 380-600 V

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

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

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

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

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

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

5

Frequenzumrichter	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>UL-Konformität - 200-240 V</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 5.8: UL-Sicherungen 200-240 V

Frequenzumrichter	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>UL-Konformität - 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 5.9: UL-Sicherungen 380-600 V

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

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

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

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

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

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

### 380-500 V, Baugrößen D, E und F

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

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

Tabelle 5.10: Baugröße D, Netzsicherungen, 380-500 V

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

Tabelle 5.11: Baugröße E, Netzsicherungen, 380-500 V

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

Tabelle 5.12: Baugröße F, Netzsicherungen, 380-500 V

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

Tabelle 5.13: Baugröße F, DC-Zwischenkreissicherungen für Wechselrichtermodul, 380-500 V

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

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

**525-690 V, Baugrößen D, E und F**

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

Tabelle 5.14: Baugröße D, 525-690 V

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

Tabelle 5.15: Baugröße E, 525-690 V

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

Tabelle 5.16: Baugröße F, Netzsicherungen, 525-690 V

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

Tabelle 5.17: Baugröße F, DC-Zwischenkreissicherungen für Wechselrichtermodul, 525 - 690 V

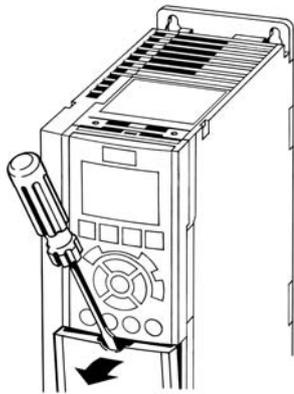
\*Abgebildete 170M-Sicherungen von Bussmann verwenden den optischen Kennmelder -/80, Sicherungen -TN/80 Typ T, -/110 oder TN/110 Typ mit Kennmelder der gleichen Nenngröße und -leistung können zur externen Verwendung ersetzt werden.

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

### 5.3.8 Zugang zu den Steuerklemmen

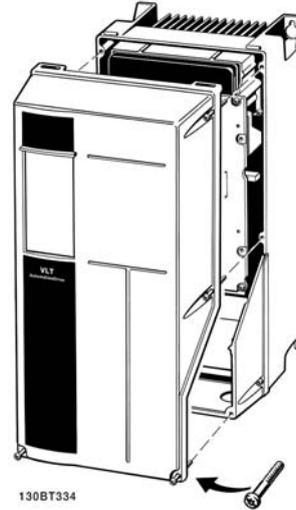
Alle Klemmen zu den Steuerkabeln befinden sich unter der Klemmenabdeckung vorn auf dem Frequenzumrichter. Entfernen Sie diese Klemmenabdeckung mithilfe eines Schraubendrehers (siehe Abbildung).

5



130BT304

Abbildung 5.17: Baugrößen A1, A2, A3, B3, B4, C3 und C4



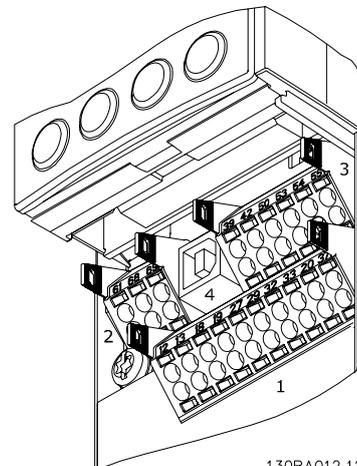
130BT334

Abbildung 5.18: Baugrößen A5, B1, B2, C1 und C2

### 5.3.9 Steuerklemmen

Referenznummern in Abbildung:

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



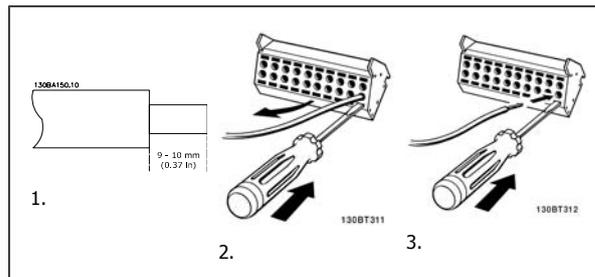
130BA012.11

Abbildung 5.19: Steuerklemmen (alle Gehäuse)

### 5.3.10 Klemmen für Steuerkabel

Das Kabel an der Klemme befestigen:

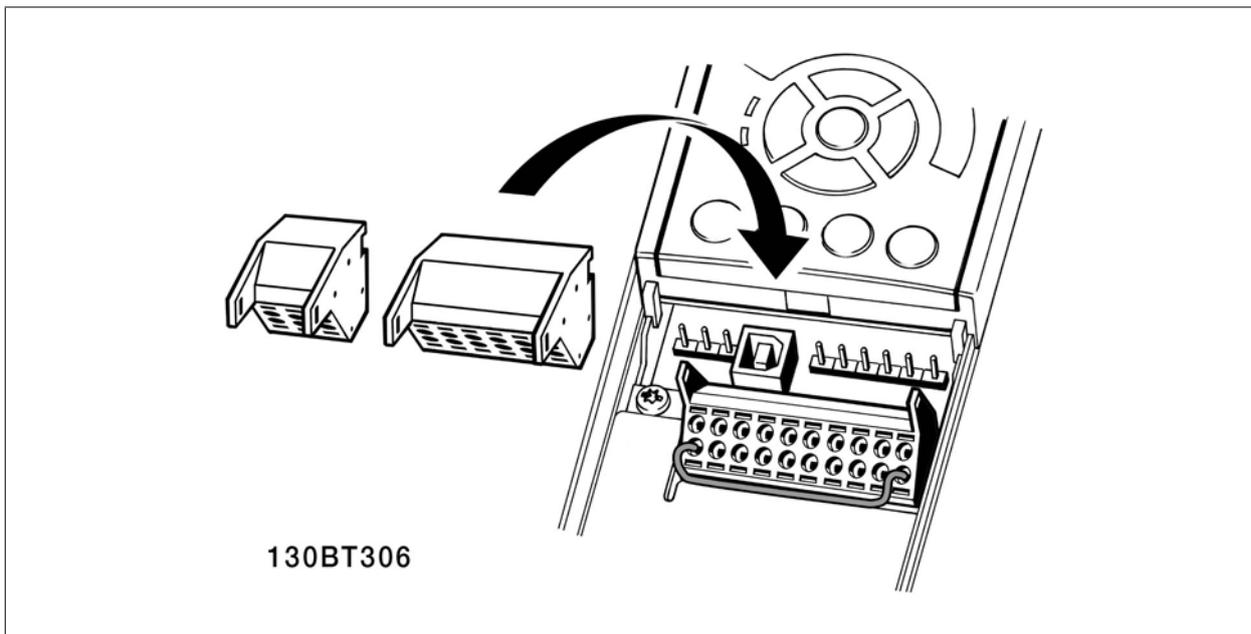
1. Kabel 9-10 mm abisolieren.
2. Führen Sie einen Schraubendreher<sup>1)</sup> in die rechteckige Öffnung ein.
3. Führen Sie das Kabel in die runde Klemmöffnung ein.
4. Schraubendreher herausziehen. Das Kabel ist nun an der Klemme befestigt.



Kabel aus der Klemme entfernen:

1. Führen Sie einen 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



130BT338

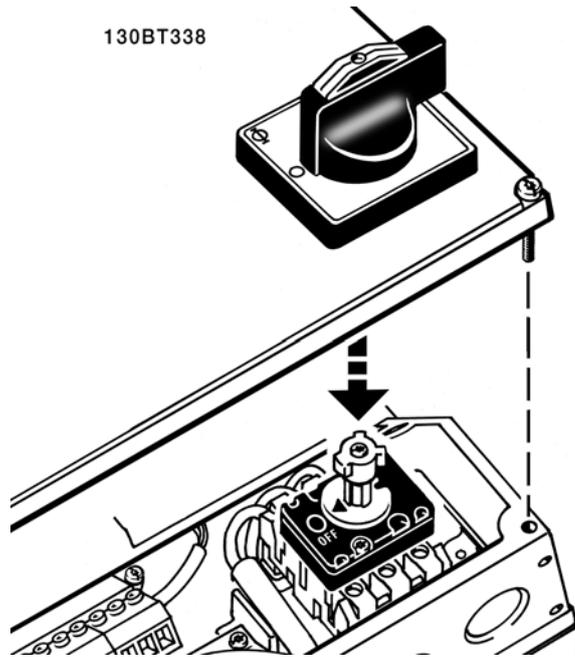


Abbildung 5.20: Zusammenbau des IP21 / IP55 / NEMA 12-Gehäuses mit Netztrennschalter.

5

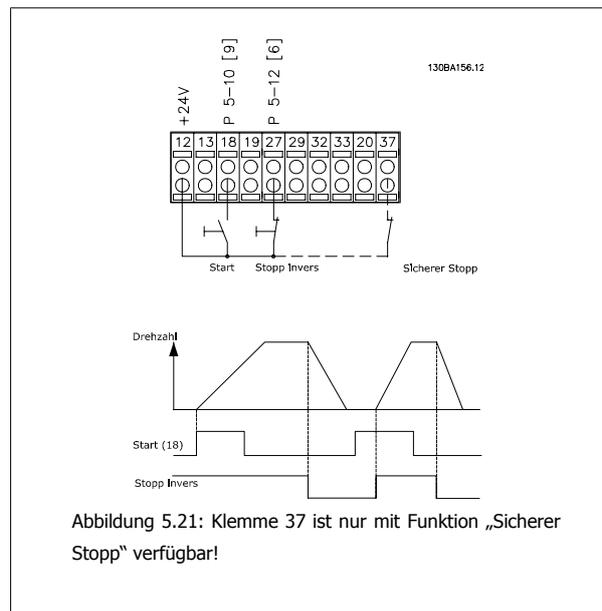
### 5.3.11 Einfaches Anschlussbeispiel

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

Werkseinstellungen:

18 = Start

27= Stopp invers



### 5.3.12 Steuerkabellänge

#### Digitale Ein-/Ausgänge

In Abhängigkeit von der verwendeten Elektronik kann die max. Kabelimpedanz auf Basis der Eingangsimpedanz des Frequenzumrichters von 4 kΩ berechnet werden.

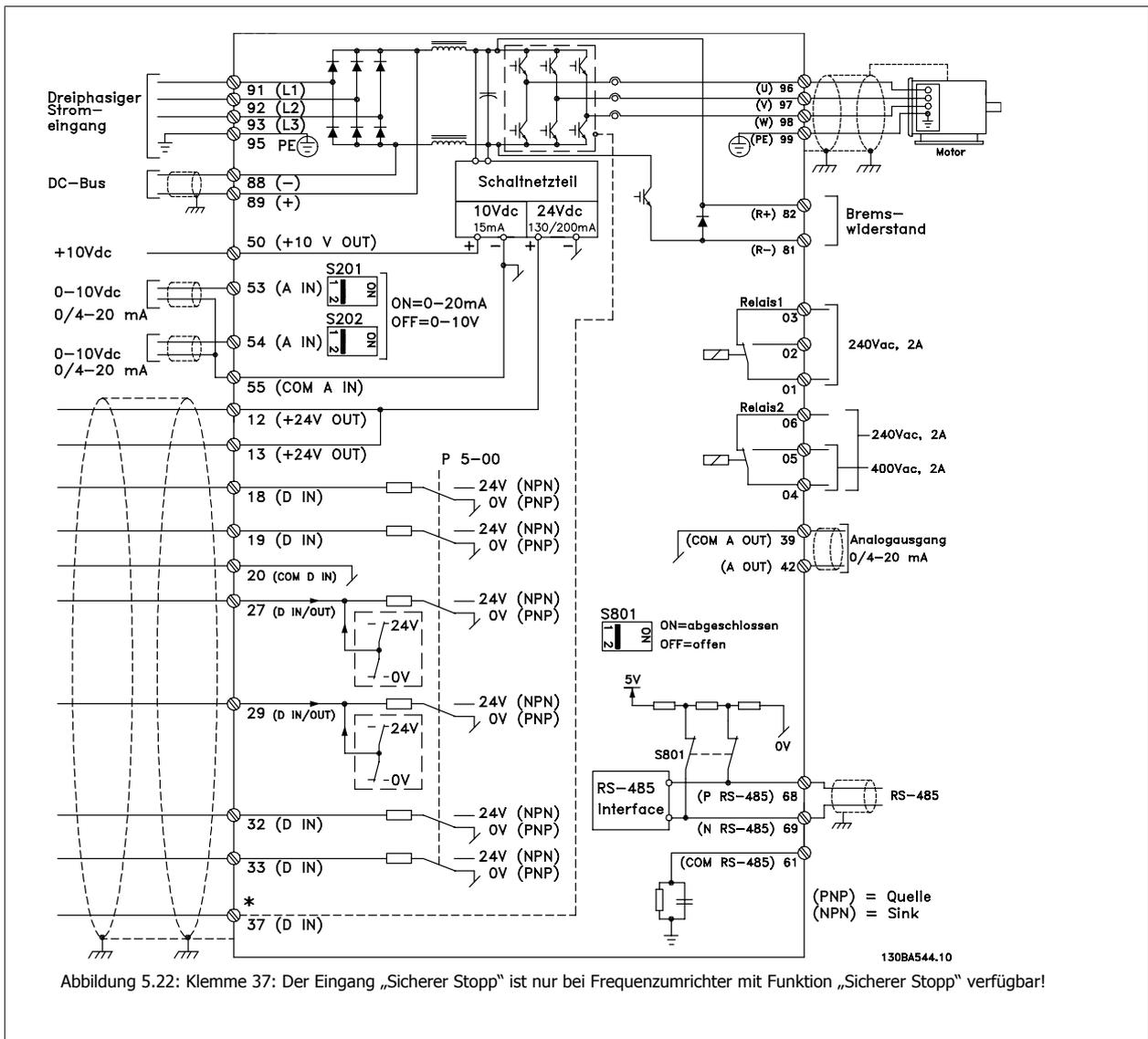
#### Analoge Ein-/Ausgänge

Auch in diesem Fall ist die zulässige Kabellänge abhängig von der verwendeten Elektronik.

**ACHTUNG!**

Dabei sind immer auch mögliche Störgeräusche zu berücksichtigen.

### 5.3.13 Elektrische Installation, Steuerkabel



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

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

Die Digital- und Analogein- und -ausgänge müssen getrennt an die Bezugspotentiale des VLT AQUA Drive (Klemme 20, 55, 39) angeschlossen werden, um Fehlerströme auf dem Massepotential zu verhindern. Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

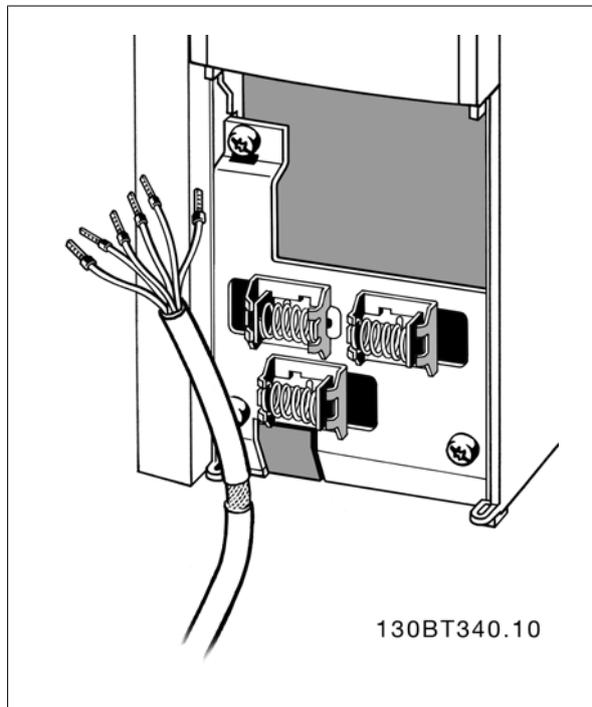
**ACHTUNG!**

Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

1. Benutzen Sie einen Bügel aus dem Montagezubehör, um den Kabelschirm auf dem Schirmblech des Frequenzumrichters zu fixieren.

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

5

**5.3.14 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 Diagramm mit allen elektrischen Klemmen im Abschnitt *Elektrische Installation*.

Werkseinstellung:

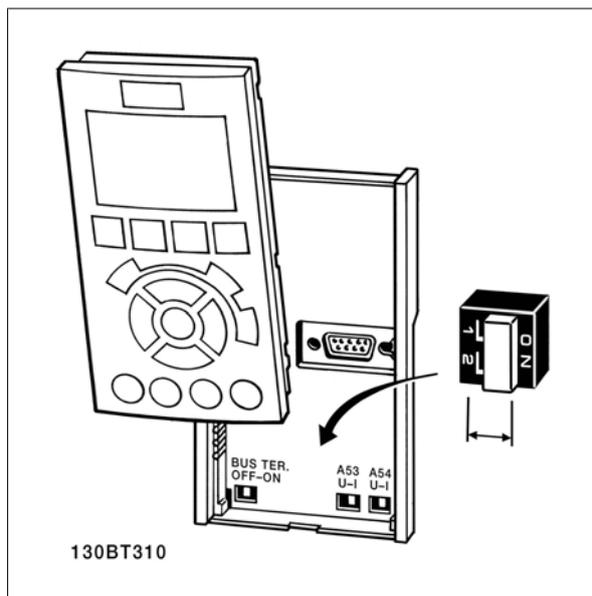
S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

S202 (A54) = AUS (Spannungseingang)

S801 (Busterminierung) = AUS

**ACHTUNG!**

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



## 5.4 Anschlüsse - Baugrößen D, E und F

### 5.4.1 Leistungsanschlüsse

#### Kabel und Sicherungen



**ACHTUNG!**

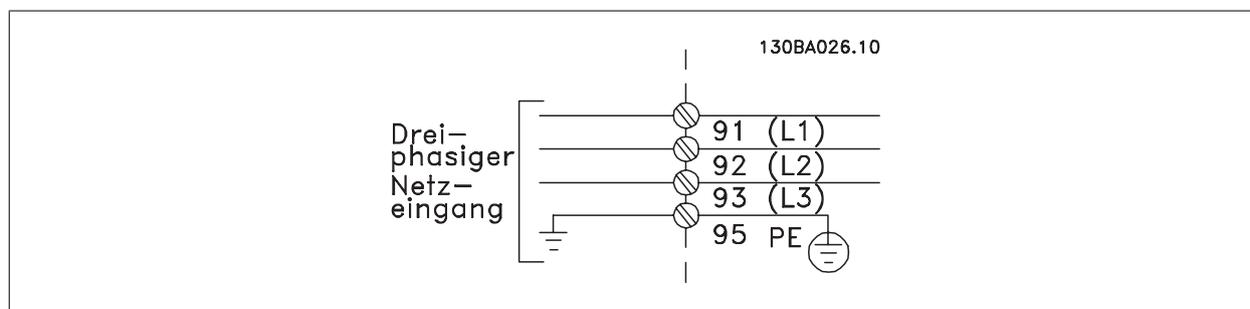
**Allgemeiner Hinweis zu Kabeln**

Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Verwenden Sie nach Möglichkeit Kupferleiter (75 °C).

Die Leistungskabelanschlüsse sind wie nachstehend abgebildet angeordnet. Die Dimensionierung des Kabelquerschnitts muss gemäß örtlichen und nationalen Vorschriften und Nennströmen erfolgen. Näheres siehe unter *Technische Daten*.

Zum Schutz des Frequenzumrichters müssen die empfohlenen Sicherungen verwendet werden, oder das Gerät muss über integrierte Sicherungen verfügen. Empfohlene Sicherungen können den Tabellen im Abschnitt Sicherungen entnommen werden. Der Einsatz der richtigen Sicherungen gemäß örtlichen und nationalen Vorschriften muss sichergestellt werden.

Bei Varianten mit Hauptschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.



**ACHTUNG!**

Das Motorkabel muss abgeschirmt sein. Bei Verwendung eines nicht abgeschirmten Kabels sind einige EMV-Anforderungen nicht erfüllt. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten. Nähere Informationen hierzu unter *EMV-Spezifikationen* im *Projektierungshandbuch*.

Hinweise zu korrekten Maßen von Motorkabelquerschnitt und -länge finden Sie im Kapitel *Allgemeine technische Daten*.

**Abschirmung von Kabeln:**

Vermeiden Sie verdrehte Schirmenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind. Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung an der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden (großflächige Schirmauflage).

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

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

**Kabellänge und -querschnitt:**

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

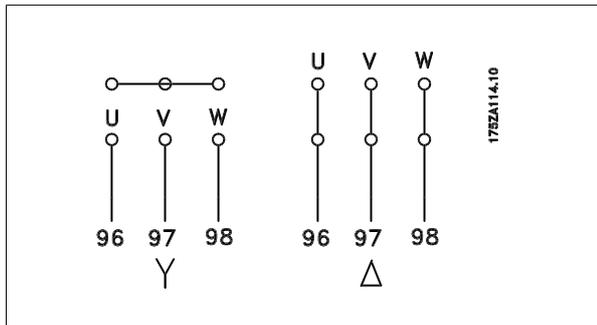
**Taktfrequenz:**

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

5

Klemme Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspannung 0-100 % der Netzspannung Anschlussklemmen am FU
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Dreieckschaltung
	W2	U2	V2	PE <sup>1)</sup>	6 Drähte aus Motor
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Sternschaltung (U2, V2, W2) U2, V2, W2 sind miteinander zu verbinden.

<sup>1)</sup>Schutzleiteranschluss



**ACHTUNG!**

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

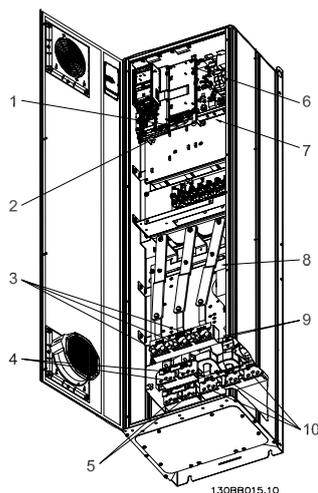


Abbildung 5.23: Kompaktgeräte IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12), Baugröße D1

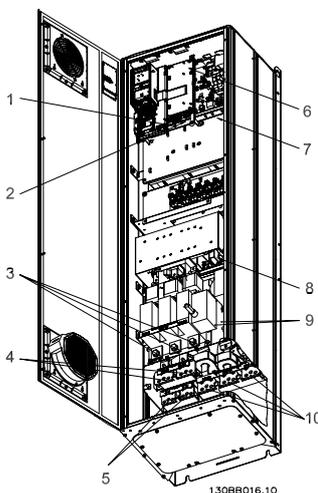


Abbildung 5.24: Kompaktgeräte IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) mit Trennschalter, Sicherung und EMV-Filter, Baugröße D2

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

5

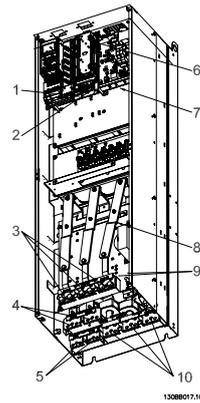


Abbildung 5.25: Kompaktgeräte IP00 (Chassis), Baugröße D3

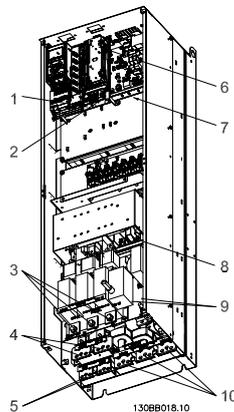
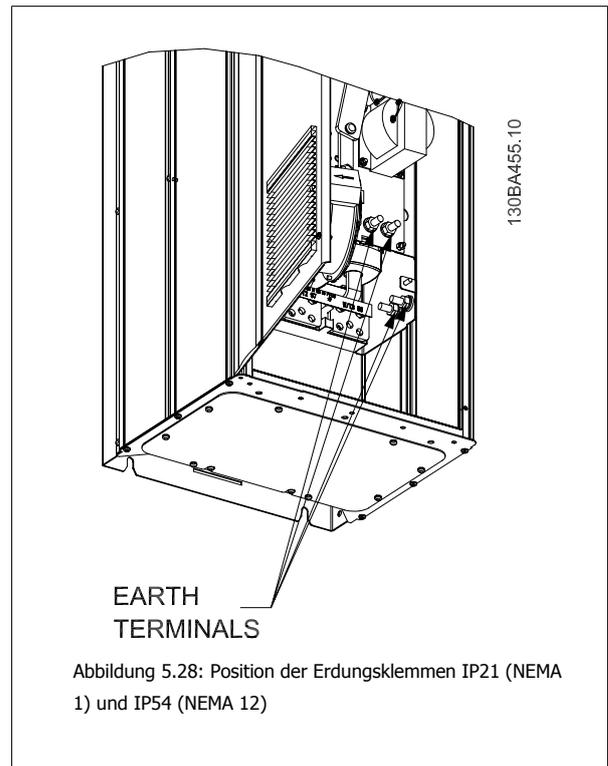
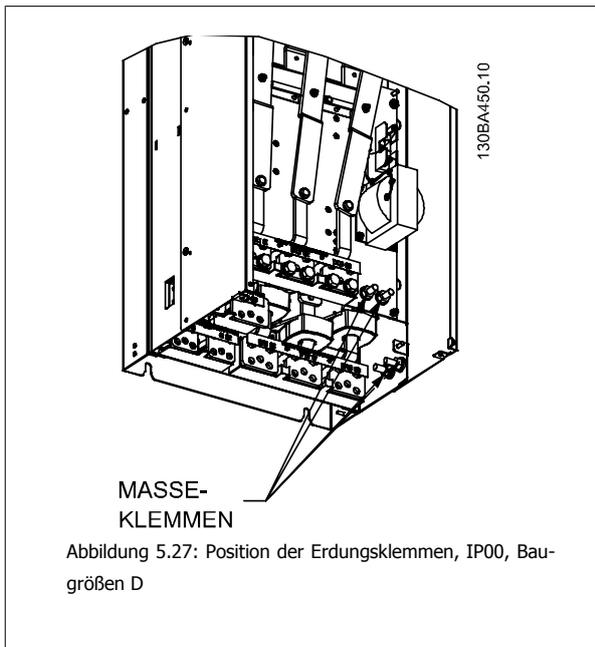


Abbildung 5.26: Kompaktgeräte IP00 (Chassis) mit Trennschalter, Sicherung und EMV-Filter, Baugröße D4

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



5



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

5

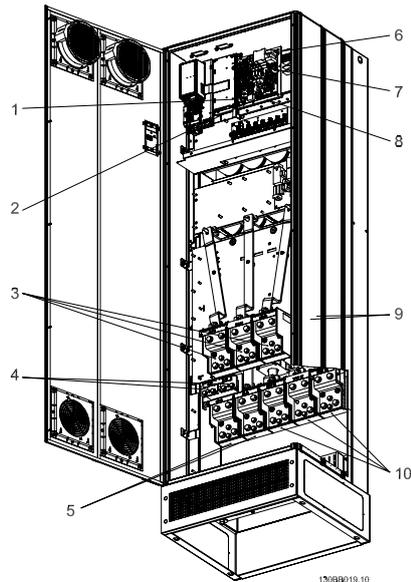


Abbildung 5.29: Kompaktgeräte IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12), Baugröße E1

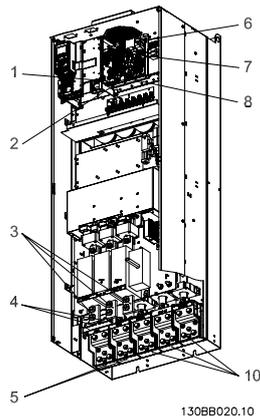


Abbildung 5.30: Kompaktgeräte IP00 (Chassis) mit Trennschalter, Sicherung und EMV-Filter, Baugröße E2

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

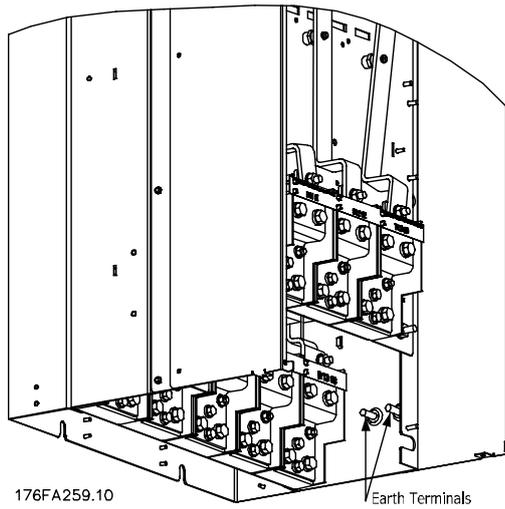


Abbildung 5.31: Position der Erdungsklemmen, IP00, Baugrößen E

5

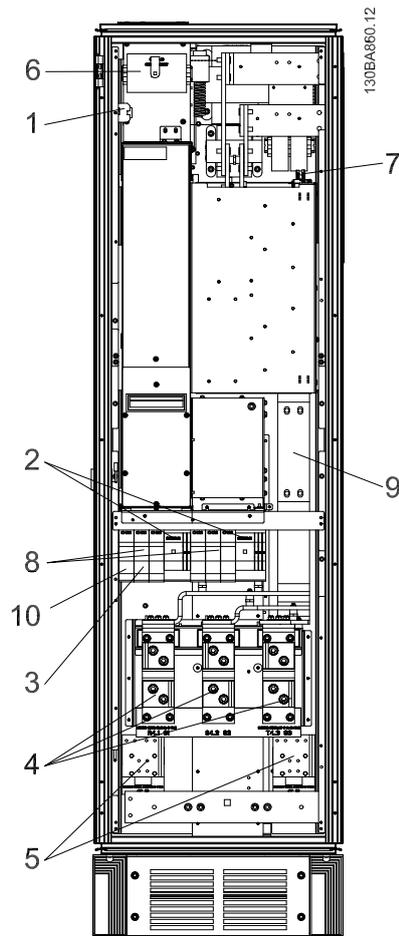


Abbildung 5.32: Gleichrichtergehäuse, Baugröße F1, F2, F3 und F4

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

**5**

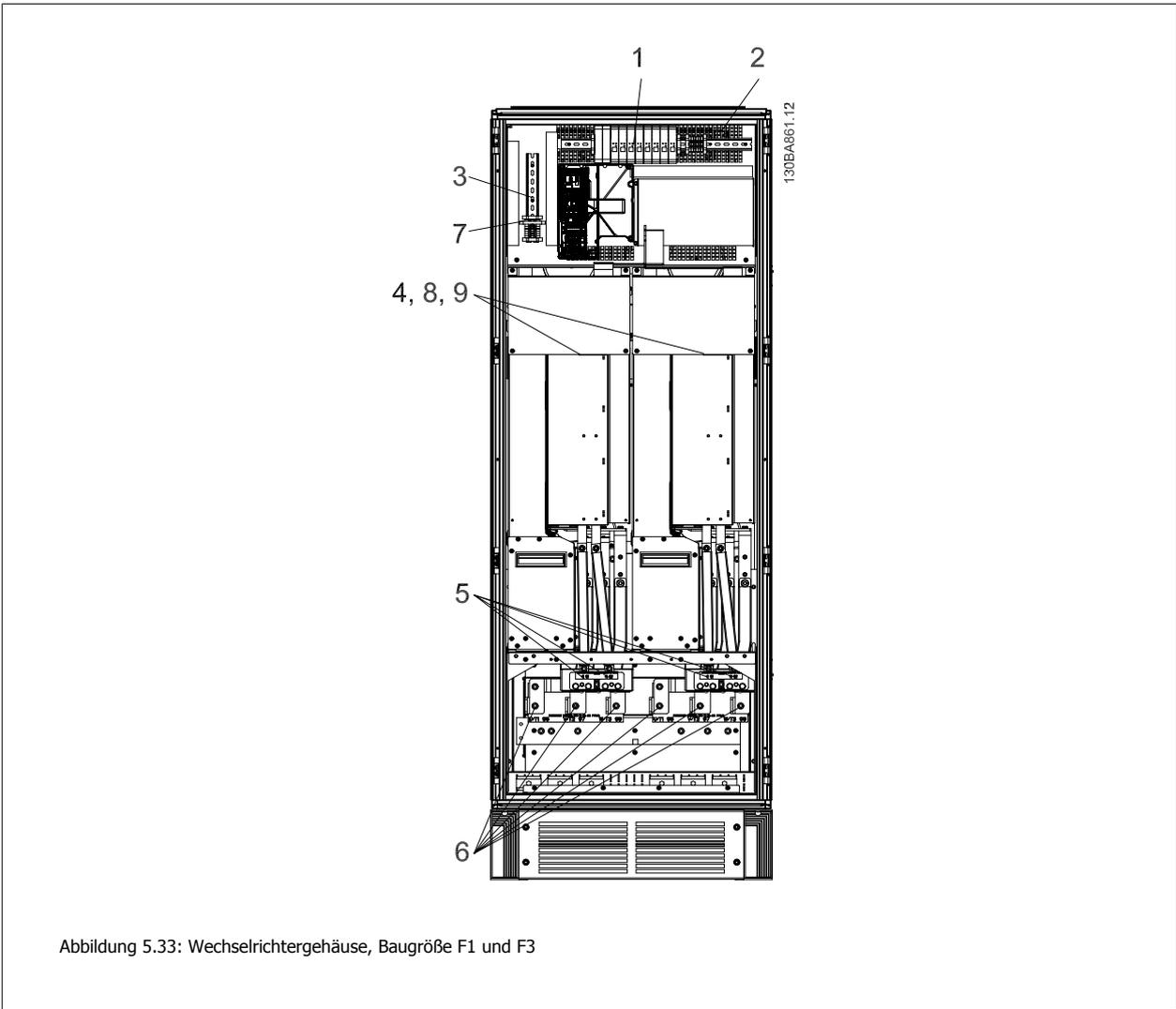


Abbildung 5.33: Wechselrichtergehäuse, Baugröße F1 und F3

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

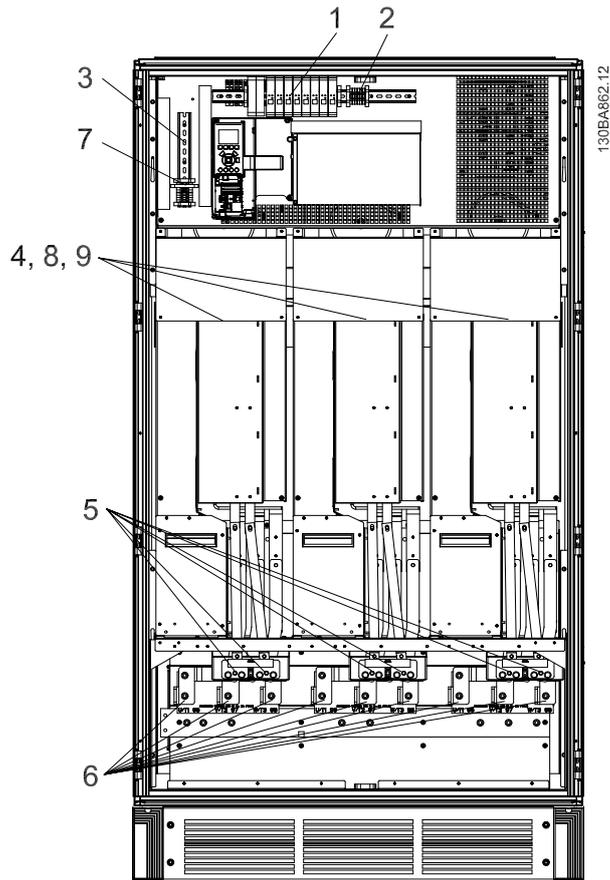


Abbildung 5.34: Wechselrichtergerätee, Baugröße F2 und F4

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

5

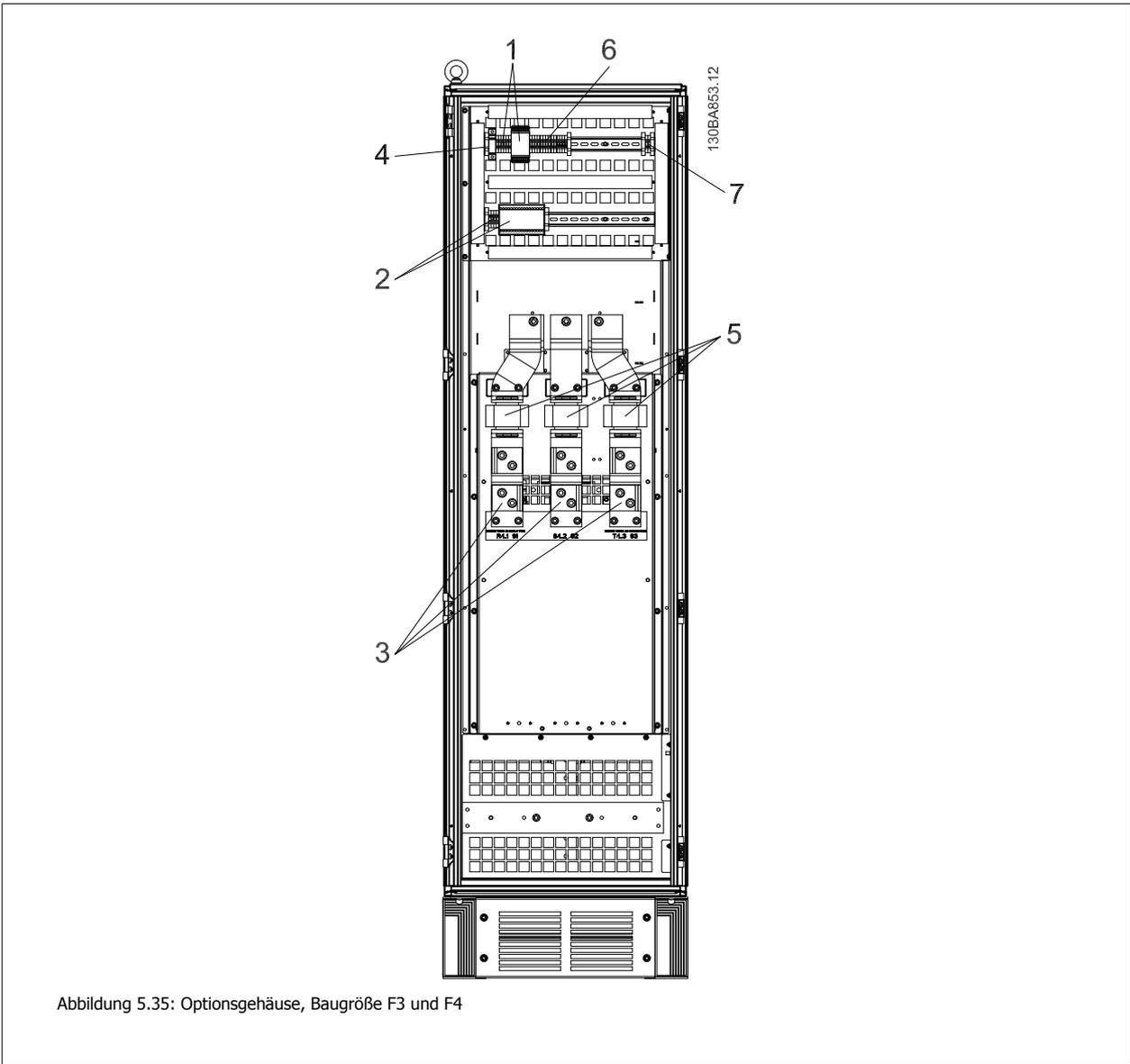


Abbildung 5.35: Optionsgehäuse, Baugröße F3 und F4

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

### 5.4.2 Abschirmung gegen Störspannungen

Montieren Sie vor dem Anschluss des Netzstromkabels die EMV-Metallabdeckung, um optimalen EMV-Schutz sicherzustellen.

HINWEIS: Die EMV-Metallabdeckung wird nur bei Geräten mit EMV-Filter mitgeliefert.



Abbildung 5.36: Montage der EMV-Abschirmung.

5

### 5.4.3 Externe Lüfterversorgung

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

Klemmennummer	Funktion
100, 101	Zusatzversorgung S, T
102, 103	Interne Versorgung S, T

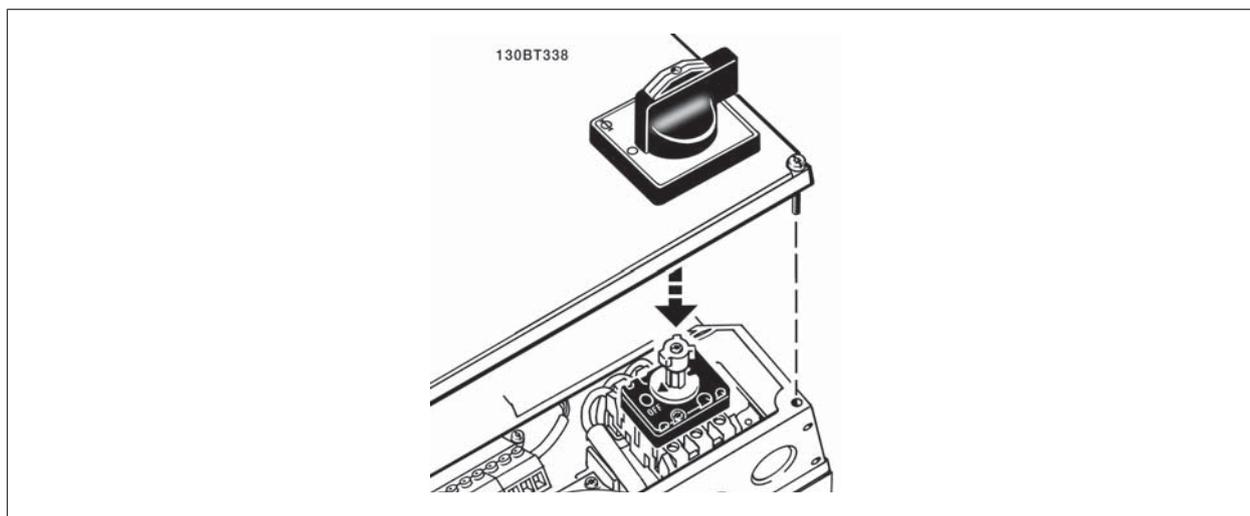
Der Steckanschluss auf der Leistungskarte dient zum Anschluss der Netzspannung für die Kühllüfter. Die Lüfter werden ab Werk für die Versorgung über eine gemeinsame Wechselstromleitung angeschlossen (Brücken zwischen 100-102 und 101-103). Falls eine externe Versorgung benötigt wird, werden die Brücken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

## 5.5 Trennschalter, Hauptschalter und Schütze

### 5.5.1 Netztrennschalter

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

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


**5**

Baugröße:	Typ:
A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303
C1 30 kW Hohe Überlast	Kraus&Naimer KG100 T303
C1 37-45 kW Hohe Überlast	Kraus&Naimer KG105 T303
C2 55 kW Hohe Überlast	Kraus&Naimer KG160 T303
C2 75 kW Hohe Überlast	Kraus&Naimer KG250 T303

### 5.5.2 Netztrennschalter - Baugrößen D, E und F

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ
D1/D3	P90K-P110 380-500 V u. P90K-P132 525-690 V	ABB OETL-NF200A
D2/D4	P132-P200 380-500 V u. P160-P315 525-690 V	ABB OETL-NF400A
E1/E2	P250 380-500 V u. P355-P560 500 PS-750 PS 525-690 V	ABB OETL-NF600A
E1/E2	P315-P400 380-500 V	ABB OETL-NF800A
F3	P450 380-500 V u. P630-P710 525-690 V	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP*
F4	P500-P630 380-500 V u. P800 525-690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP*
F4	P710-P800 380-500 V u. P900-P1M0 525-690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP*

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

### 5.5.3 Hauptschalter für Baugröße F

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

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

### 5.5.4 Netzschütze für Baugröße F

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

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

5

## 5.6 Erste Inbetriebnahme und Test

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

#### 1. Schritt: Überprüfen Sie das Motor-Typenschild.



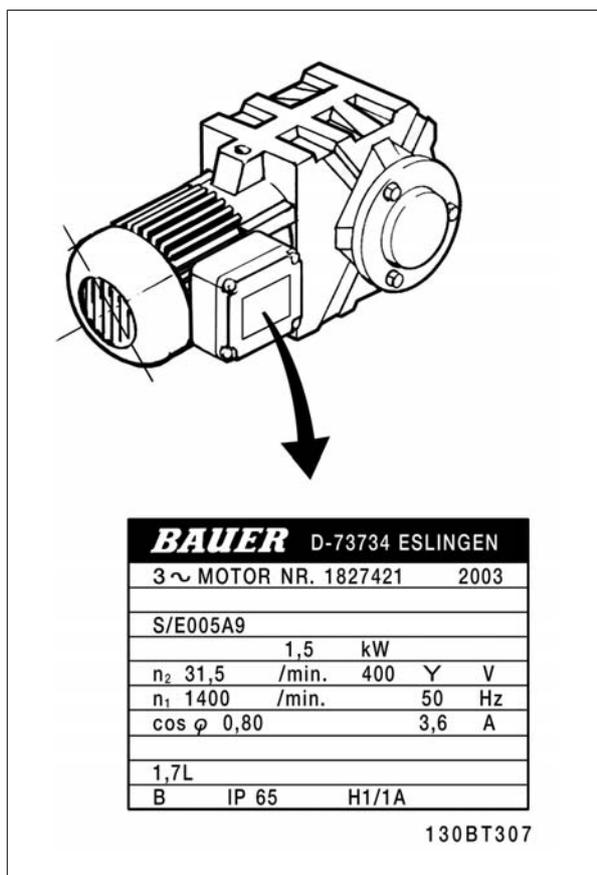
#### ACHTUNG!

Der Motor verfügt entweder über Sternschaltung (Y) oder Dreieckschaltung ( $\Delta$ ). Diese Informationen befinden sich auf dem Motor-Typenschild.

#### 2. Schritt: Geben Sie die Motor-Typenschilddaten in der folgenden Reihenfolge in die entsprechenden Parameter ein.

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

1.	Motornennleistung [kW] oder Motornennleistung [PS]	Par. 1-20 Par. 1-21
2.	Motorspannung	Par. 1-22
3.	Motorfrequenz	Par. 1-23
4.	Motorstrom	Par. 1-24
5.	Motornendrehzahl	Par. 1-25



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

**Ausführen einer AMA stellt die optimale Motorleistung sicher. Die AMA misst exakt die elektrischen Ersatzschaltbilddaten des Motors.**

1. Schließen Sie Klemme 27 an Klemme 12 an, oder stellen Sie Par. 5-12 auf „Ohne Funktion“ (Par. 5-12 [0]).
2. Aktivieren Sie die AMA in Par. 1-29.
3. Sie können zwischen reduzierter und 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.
4. Drücken Sie die [OK]-Taste. Im Display wird „AMA mit [Hand on]-Taste starten“ angezeigt.
5. Drücken Sie die [Hand on]-Taste. Ein Statusbalken stellt den Verlauf der AMA dar.

#### AMA-Ausführung vorzeitig abbrechen

1. Drücken Sie die [OFF]-Taste: Der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm, und am Display wird gemeldet, dass die AMA durch den Benutzer abgebrochen wurde.

#### Erfolgreiche AMA

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

#### Fehlgeschlagene AMA

1. Der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm an. Eine Beschreibung des Alarms finden Sie im Abschnitt *Fehlersuche und -behebung*.
2. „Wert“ in [Alarm Log] zeigt die zuletzt vor dem Übergang in den Alarmzustand von der AMA ausgeführte Messsequenz. Diese Nummer zusammen mit der Beschreibung des Alarms hilft Ihnen bei der Fehlersuche. Geben Sie bei der Kontaktaufnahme mit Danfoss unbedingt die Nummer und Beschreibung des Alarms an.



#### ACHTUNG!

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

#### Schritt 4. Drehzahlgrenze und Rampenzeit einstellen.

Stellen Sie die Grenzwerte für Drehzahl und Rampenzeit gemäß den Anforderungen ein.

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

Min. Drehzahl	Par. 4-11 bzw. 4-12
Max. Drehzahl	Par. 4-13 bzw. 4-14

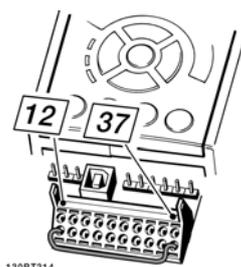
Rampenzeit Auf 1 [s]	Par. 3-41
Rampenzeit Ab 1 [s]	Par. 3-42

### 5.7.1 Sicherer Stopp installieren

## 5

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

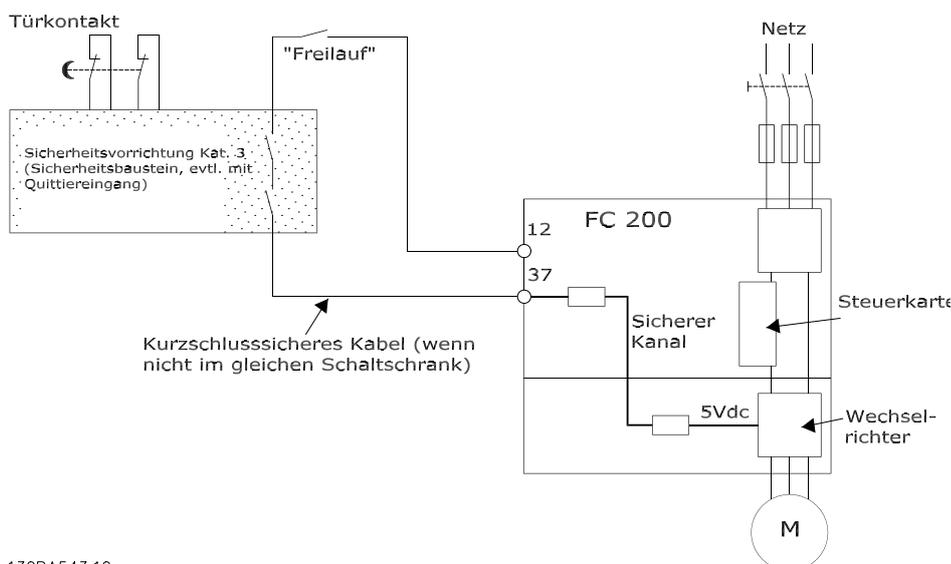
- Entfernen Sie die Kabelbrücke zwischen Klemme 37 und 24 V DC des FC 202. Es reicht nicht aus, das Kabel nur durchzuschneiden oder zu unterbrechen. Es muss vollständig entfernt werden, um Fehlkontaktierung zu vermeiden. Siehe Kabelbrücke in Abbildung.
- Schließen Sie Klemme 37 mit einem gegen Kurzschluss geschützten Kabel (verstärkte Isolation) über eine Sicherheitsvorrichtung gemäß EN 954-1 Kategorie 3 an die 24-V-DC-Versorgung an. Sind die Sicherheitsvorrichtung und der Frequenzrichter im selben Schaltschrank untergebracht, darf auch ein normales Kabel verwendet werden.



130BT314

Abbildung 5.37: Kabelbrücke (Jumper) zwischen Klemme 37 und 24 V DC.

Die folgende Abbildung zeigt als Beispiel eine Anwendung mit Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1). Der Schaltkreis wird durch einen Türöffnungskontakt unterbrochen. Aus der Abbildung ist ebenfalls ersichtlich, wie ein nicht sicherheitsbezogener Freilaufkontakt angeschlossen werden kann.



130BA543.10

Abbildung 5.38: Abbildung der wesentlichen Aspekte einer Installation zum Erzielen der Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) mit Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1).

## 5.7.2 Abnahmeprüfung des Sicherer Stopps

Nach der Installation und vor erstmaligem Betrieb ist eine Vorüberprüfung der Anlage oder der Anwendung, die vom Sicherer Stopp des FC 200 Gebrauch macht, durchzuführen.

Nach jeder Änderung der Anlage oder Anwendung ist diese Prüfung zu wiederholen.

### Ablauf der Abnahmeprüfung:

1. Trennen Sie die 24 V-DC Versorgung an Klemme 37 über die externe Sicherheitsvorrichtung, während der Motor durch den FC 202 angetrieben wird (d. h. Netzversorgung bleibt bestehen). Die Prüfung ist bestanden, wenn der Motor mit einem Freilauf reagiert und die mechanische Bremse (falls vorhanden) geschlossen wird.
2. Dann aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digital-E/A oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Sicherheitsstopp bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.
3. Dann legen Sie wieder die 24 V-Gleichspannung an Klemme 37 an. Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Freilauf bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.
4. Dann aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digital-E/A oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor wieder anläuft.
5. Die Abnahmeprüfung ist bestanden, wenn alle vier Prüfungsschritte erfolgreich absolviert wurden.

**5**

## 5.8 Zusätzliche Verbindungen

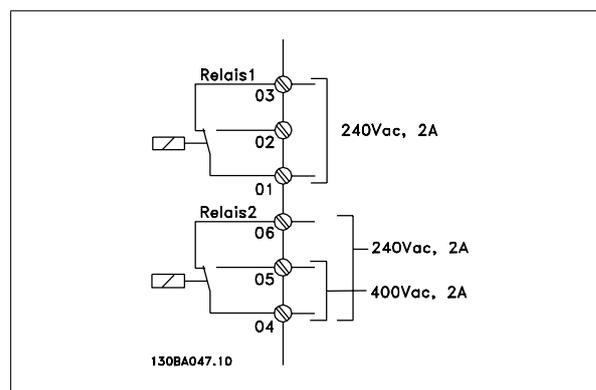
### 5.8.1 Relaisausgänge

#### Relais 1

- Klemme 01: gemeinsamer Kontakt
- Klemme 02: 240 VAC (Schließer)
- Klemme 03: 240 VAC (Öffner)

#### Relais 2

- Klemme 04: gemeinsamer Kontakt
- Klemme 05: 400 VAC (Schließer)
- Klemme 06: 240 VAC (Öffner)



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

Zusätzliche Relaisausgänge bietet Optionsmodul MCB 105.

### 5.8.2 Parallelschaltung von Motoren

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern. Der Gesamtstrom der Motoren darf den maximalen Ausgangsstrom  $I_{NV}$  des Frequenzumrichters nicht übersteigen.

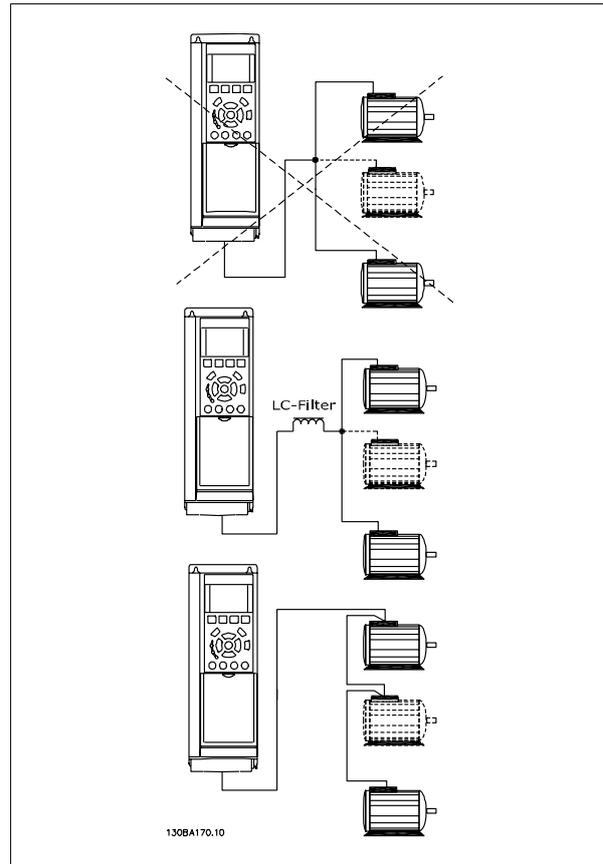


#### ACHTUNG!

Bei parallel geschalteten Motoren kann Par. 1-29 *Automatic Motor Adaptation (AMA)* nicht verwendet werden.

Beim Start und bei niedrigen Drehzahlen können möglicherweise Probleme auftreten, wenn die Motorgrößen sehr unterschiedlich sind, da bei kleinen Motoren der relativ hohe ohmsche Widerstand im Stator eine höhere Spannung beim Start und bei niedrigen Drehzahlen erfordert.

Das elektronisch thermische Relais (ETR) des Frequenzumrichters kann bei parallel geschalteten Motoren nicht als Motor-Überlastschutz für die einzelnen Motoren des Systems verwendet werden. Ein zusätzlicher Motorschutz, z. B. Thermistoren in jedem Motor oder einzelne thermische Relais sind deshalb vorzusehen (Motorschutzschalter sind als Schutz nicht geeignet).



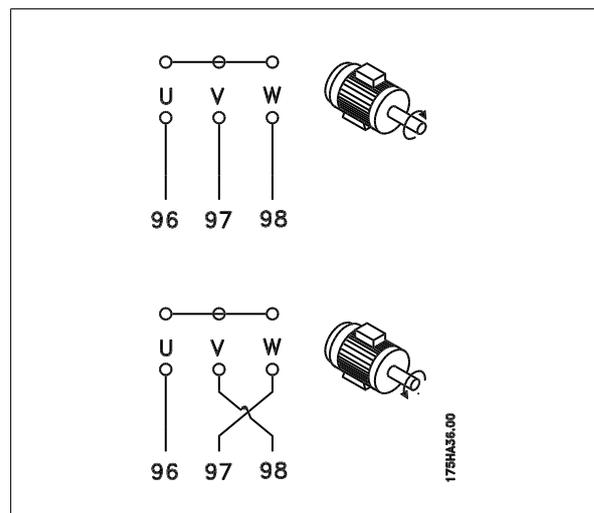
### 5.8.3 Drehrichtung des Motors

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

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

Die Motordrehrichtung kann durch Vertauschen zweier Phasen des Motorkabels umgekehrt werden.

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



5

### 5.8.4 Thermischer Motorschutz

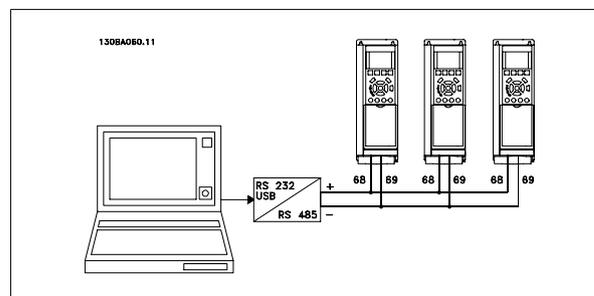
Das elektronisch thermische Relais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn Par. 1-90 *Motor Thermal Protection* auf *ETR Alarm* und Par. 1-24 *Motor Current* auf den Motornennstrom (siehe Motor-Typenschild) eingestellt ist.

## 5.9 Installation sonstiger Verbindungen

### 5.9.1 RS 485-Busanschluss

Ein oder mehrere Frequenzumrichter können mittels der seriellen Standardschnittstelle an einen RS485-Master oder über Konverter an einen PC angeschlossen werden. Klemme 68 ist an das P-Signal (TX+, RX+) und Klemme 69 an das N-Signal (TX-, RX-) anzuschließen.

Sollen mehrere Frequenzumrichter angeschlossen werden, sind die Schnittstellen parallel zu verdrahten (RS-485-Bus).



Das Anschlusskabel ist geschirmt auszuführen, wobei der Schirm beidseitig aufzulegen und ein großflächiger Potentialausgleich vorzusehen ist. Zur Vermeidung von Potentialausgleichsströmen über die Abschirmung kann der Kabelschirm über Klemme 61 einseitig geerdet werden (Klemme 61: Intern über RC-Glied mit dem Gehäuse verbunden).

#### Busabschluss

Der RS-485-Bus muss pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abgeschlossen werden. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON“ zu stellen.

Nähere Informationen finden Sie im Abschnitt *Schalter S201, S202 und S801*.



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

### 5.9.2 Einen PC an den VLT AQUA Drive anschließen

Um den Frequenzumrichter von einem PC aus zu steuern oder zu programmieren, installieren Sie die MCT 10 Software.

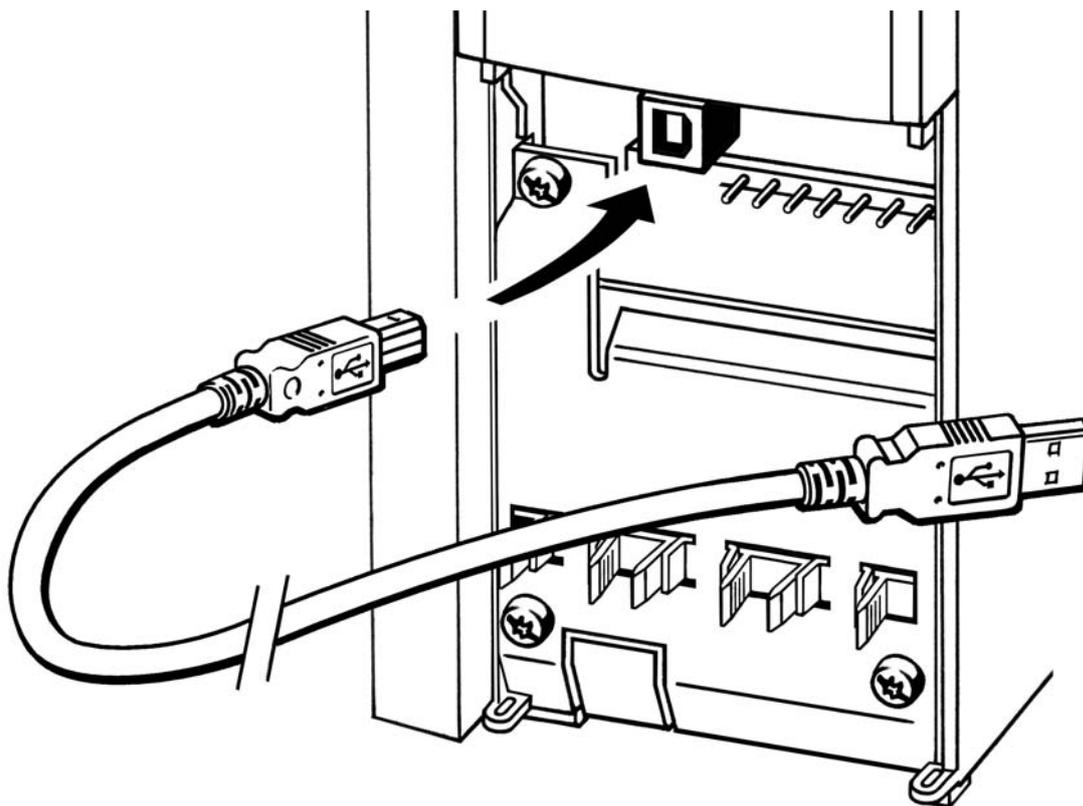
Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS-485-Schnittstelle angeschlossen werden. Siehe *Installieren > Installation sonstiger Verbindungen* im **VLT AQUA Projektierungshandbuch**.



#### ACHTUNG!

Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt. Die USB-Verbindung ist an Schutzerde (PE) am Frequenzumrichter angeschlossen. Verwenden Sie einen isolierten PC (z. B. Laptop) in Verbindung mit der USB-Schnittstelle am VLT AQUA Drive.

5



130BT308

#### PC-Software - MCT 10

Alle Frequenzumrichter sind mit einer seriellen Schnittstelle ausgerüstet. Wir bieten ein PC-Tool für den Datenaustausch zwischen PC und Frequenzumrichter an, die VLT Motion Control Tool MCT 10 Software.

#### MCT 10 Set-up Software

MCT 10 wurde als anwendungsfreundliches interaktives Tool zur Konfiguration von Parametern in unseren Frequenzumrichtern entwickelt.

#### Die MCT 10 Software eignet sich für folgende Anwendungen:

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

- Erweiterung bestehender Netzwerke
- Zukünftig entwickelte Frequenzumrichter werden unterstützt

**MCT 10**

Software unterstützt Profibus DP-V1 über einen Anschluss gemäß Master-Klasse 2. Sie gestattet das Lesen und Schreiben von Parametern in einem Frequenzumrichter online über das Profibus-Netzwerk. Damit entfällt die Notwendigkeit eines gesonderten Datennetzwerks.

**Frequenzumrichtereinstellungen speichern:**

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Starten Sie die MCT 10 Software.
3. Wählen Sie „Vom Frequenzumrichter lesen“.
4. Wählen Sie im Menü „Datei“ die Option „Speichern unter“, um die Einstellungen auf Ihrem PC zu sichern.

Alle Parameter sind nun gespeichert.

**Frequenzumrichtereinstellungen laden:**

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Starten Sie die MCT 10 Software.
3. Wählen Sie im Menü Datei „Öffnen“ - gespeicherte Dateien werden angezeigt.
4. Öffnen Sie die gewünschte Datei.
5. Wählen Sie „Zum Frequenzumrichter schreiben“.

Alle Parameter werden nun zum Frequenzumrichter übertragen.

Ein gesondertes Handbuch für die MCT 10 Software ist verfügbar.

**MCT 10 Software-Module**

Folgende Module sind im Softwarepaket enthalten:

	<p><b>MCT 10 Set-up Software</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameter einstellen</li> <li>Kopieren zu/von Frequenzumrichtern</li> <li>Dokumentation und Ausdruck von Parametereinstellungen einschl. Diagramme</li> </ul>
	<p><b>Erw. Benutzerschnittstelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorbeugendes Wartungsprogramm</li> <li>Uhreinstellungen</li> <li>Programmierung über Zeitablaufsteuerung</li> <li>Konfiguration des Smart Logic Controller</li> <li>Konfigurationssoftware für Kaskadenregler</li> </ul>

**Bestellnummer:**

Bestellen Sie Ihre CD mit der MCT 10 Software mit der Bestellnummer 130B1000.

MCT 10 ist ebenfalls per Download aus dem Danfoss-Internet erhältlich: [www.danfoss.de](http://www.danfoss.de), Geschäftsbereich: Antriebstechnik

**MCT 31**

Das MCT 31 PC-Tool zur Oberwellenberechnung ermöglicht leichtes Einschätzen der Oberwellenverzerrung in einer bestimmten Anwendung. Berechnet werden können sowohl die Oberwellenverzerrung von Danfoss-Frequenzumrichtern als auch von Frequenzumrichtern von Fremdherstellern mit anderen zusätzlichen Geräten zur Oberwellenreduzierung, wie z. B. Danfoss AHF-Filter und 12-18-Pulsleichrichter.

**Bestellnummer:**

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

MCT 31 ist ebenfalls per Download aus dem Danfoss-Internet erhältlich: [www.danfoss.de](http://www.danfoss.de), Geschäftsbereich: Antriebstechnik

## 5.10 Sicherheit

### 5.10.1 Isolationsprüfung

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



#### ACHTUNG!

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

## 5

### 5.10.2 Schutzerdung

Der Frequenzumrichter weist hohe Ableitströme auf und ist deshalb aus Sicherheitsgründen gemäß EN 50178 zu erden.



Der Erdableitstrom des Frequenzumrichters übersteigt 3,5 mA. Um einen guten mechanischen Anschluss des Erdungskabels an Erde (Klemme 95) sicherzustellen, muss z. B. der Kabelquerschnitt mindestens 10 mm<sup>2</sup> betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

## 5.11 EMV-gerechte Installation

### 5.11.1 Elektrische Installation - EMV-Schutzmaßnahmen

Nachstehend sind Hinweise für eine EMV-gemäße Installation von Frequenzumrichtern aufgeführt. Bitte halten Sie sich an diese Vorgaben, wenn eine Einhaltung der *Ersten Umgebung* nach EN 61800-3 gefordert ist. Ist die Installation in einer *zweiten Umgebung* nach EN 61800-3 (Industriebereich) oder wird die Installation von einem eigenen Trafo versorgt, darf von diesen Richtlinien abgewichen werden. Siehe auch Abschnitte *CE-Kennzeichnung*, *Allgemeine Aspekte der EMV-Emission* und *EMV-Prüfergebnisse*.

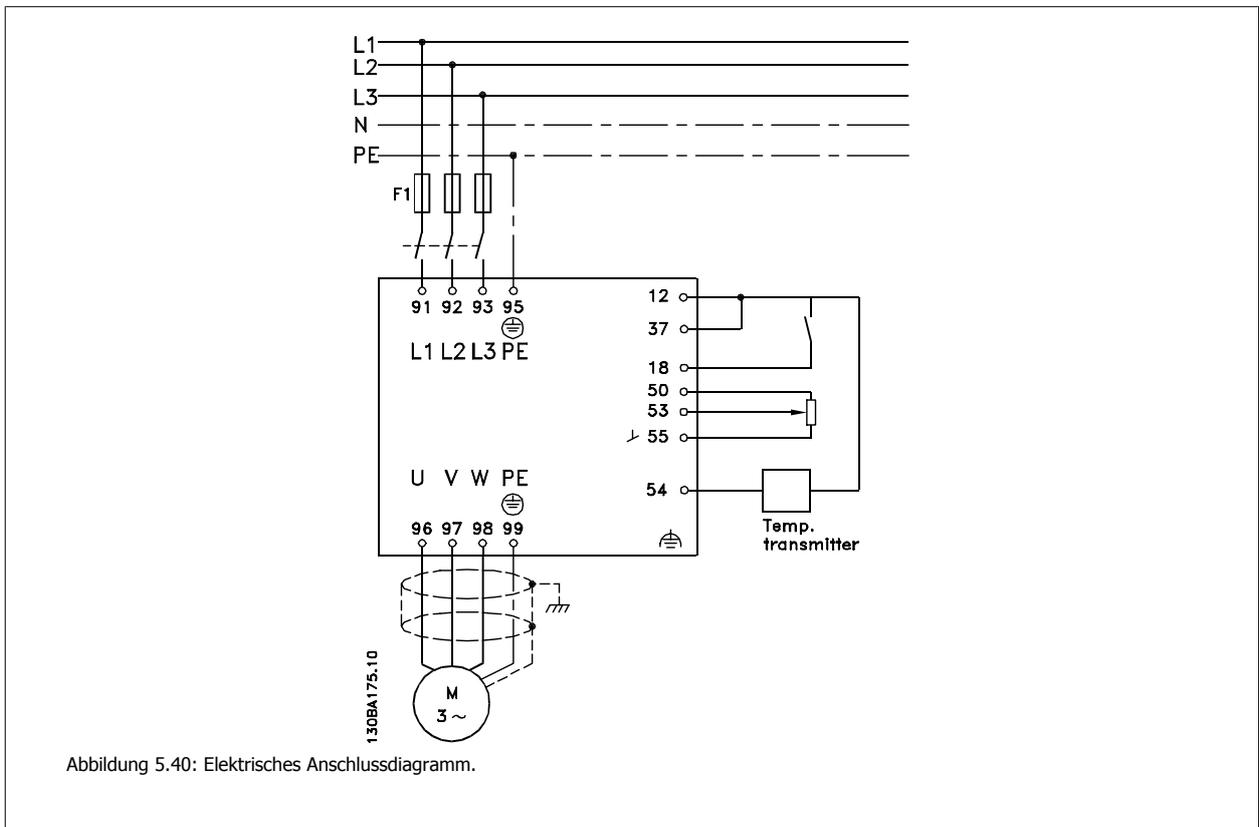
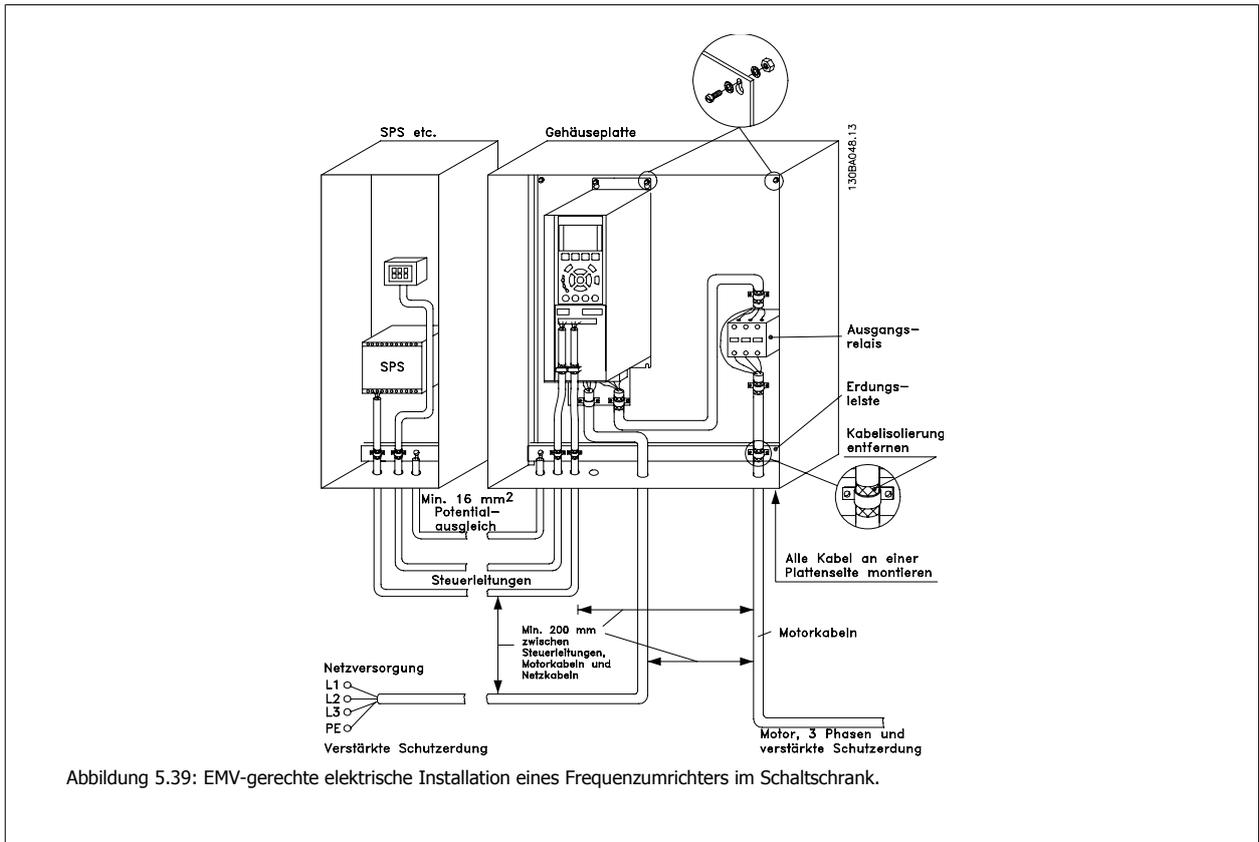
#### EMV-gerechte elektrische Installation:

- Benutzen Sie nur abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerkabel. Die Schirmabdeckung muss mindestens 80 % betragen. Das Abschirmungsmaterial muss aus Metall - in der Regel Kupfer, Aluminium, Stahl oder Blei - bestehen. Für das Netzkabel gelten keine speziellen Anforderungen.
- Bei Installationen mit starren Metallrohren sind keine abgeschirmten Kabel erforderlich; das Motorkabel muss jedoch in einem anderen Installationsrohr als die Steuer- und Netzkabel installiert werden. Es ist ein durchgehendes Metallrohr vom Frequenzumrichter bis zum Motor erforderlich. Die Schirmwirkung flexibler Installationsrohre variiert sehr stark; hier sind entsprechende Herstellerangaben einzuholen.
- Abschirmung/Installationsrohr bei Motor- und Steuerkabeln beidseitig erden. Sollte es nicht möglich sein, die Abschirmung an beiden Enden anzuschließen (fehlender Potentialausgleich), so ist zumindest die Abschirmung am Frequenzumrichter anzuschließen. Siehe auch *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.
- Verdrehte Abschirmfäden (sog. Pigtails) vermeiden. Sie erhöhen die Impedanz der Abschirmung und beeinträchtigen so den Abschirmeffekt bei hohen Frequenzen. Statt dessen niederohmige Schirmbügel oder EMV-Kabelanschlüsse verwenden.
- Nach Möglichkeit in Schaltschränken ebenfalls nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel verwenden.

Führen Sie die Abschirmung möglichst dicht an den elektrischen Anschluss.

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

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



### 5.11.2 Verwendung EMV-gemäßer Kabel

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

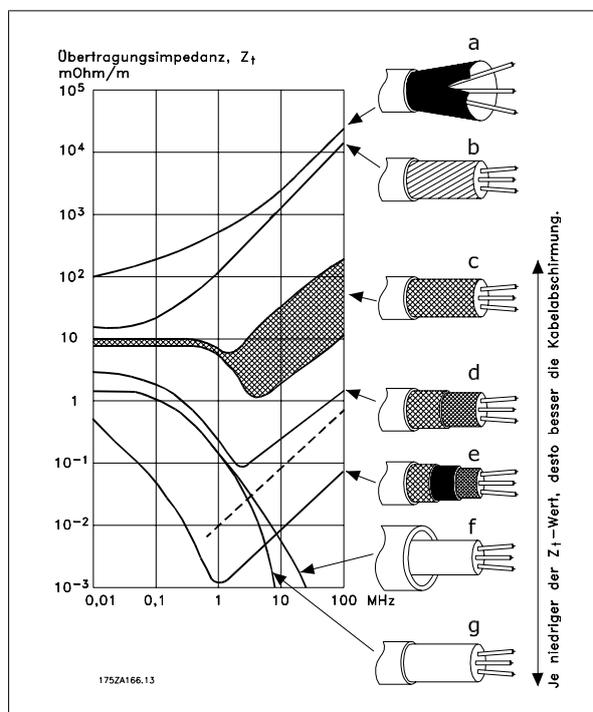
Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störgeräusche zu reduzieren, richtet sich nach der Übertragungsimpedanz ( $Z_T$ ). Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störungen zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerem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

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

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

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

- a. Aluminium-Ummantelung mit Kupferdraht
- b. Verdrehter Kupferdraht oder abgeschirmtes Stahldrahtkabel
- c. Einlagiges Kupferdrahtgeflecht mit prozentual schwankender Schirmabdeckung  
Dies ist das typische Danfoss-Referenzkabel.
- d. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht
- e. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht mit magnetischer, abgeschirmter Zwischenlage
- f. In Kupfer- oder Stahlrohr geführtes Kabel
- g. Bleikabel mit 1,1 mm Wandstärke



### 5.11.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel

Generell müssen Steuerkabel abgeschirmt und die Abschirmung beidseitig über Kabelbügel mit dem Metallgehäuse des Gerätes verbunden sein.

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

a. **Richtige Erdung**

Steuerkabel und Kabel der seriellen Kommunikationsschnittstelle beidseitig mit Kabelbügeln montieren, um bestmöglichen elektrischen Kontakt zu gewährleisten (FC und SPS haben das gleiche Erdpotential).

b. **Falsche Erdung**

Keine verdrehten Abschirmlitzen (Pigtails) verwenden. Sie erhöhen die Impedanz bei hohen Frequenzen.

c. **Potentialausgleich zwischen SPS und**

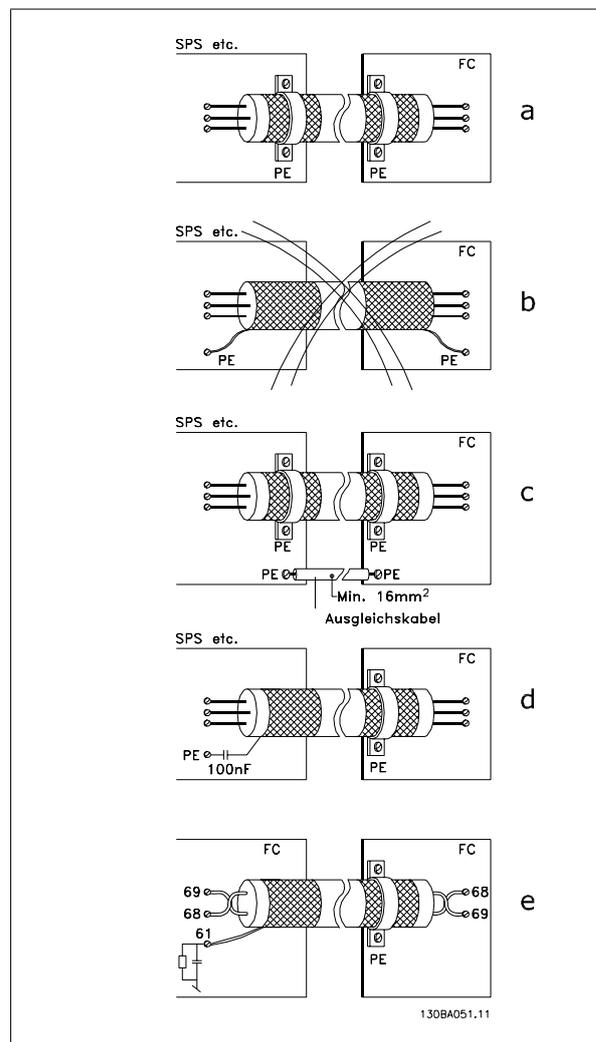
Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS (usw.) ein unterschiedliches Erdpotential, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Das Problem kann durch Anbringen eines Ausgleichskabels gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird. Mindestkabelquerschnitt: 16 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 an Erde über einen 100-nF-Kondensator (mit möglichst kurzen Leitungen).

e. **Kabel für serielle Kommunikation**

Niederfrequente Störströme zwischen zwei Frequenzumrichtern können eliminiert werden, indem das eine Ende der Abschirmung mit Klemme 61 verbunden wird. Diese Klemme ist intern über ein RC-Glied mit Erde verbunden. Verwenden Sie verdrehte Leiter (Twisted Pair), um die zwischen den Leitern eingestrahlten Störungen zu reduzieren.



### 5.12.1 Fehlerstromschutzschalter

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

Bei einem Erdschluss kann im Fehlerstrom ein Gleichstromanteil enthalten sein.

Bei Verwendung von FI-Schutzschaltern ist darauf zu achten, dass die örtlichen geltenden Vorschriften eingehalten werden. Der verwendete Schutzschalter muss für die Absicherung von Geräten mit dreiphasiger Gleichrichterbrücke (Typ B) und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Siehe auch Abschnitt *Gefahren durch elektrischen Schlag*.

6

## 6 Anwendungsbeispiele

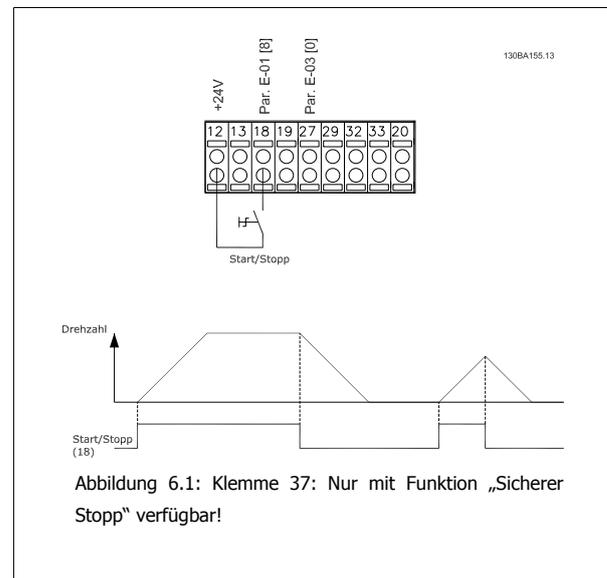
### 6.1.1 Start/Stop

Klemme 18 = Start/Stop Par. 5-10 [8] *Start*

Klemme 27 = Keine Funktion Par. 5-12 [0] *Keine Funktion* (Werkseinstellung *Motorfreilauf (inv.)*)

Par. 5-10 *Digitaleingang, Klemme 18 = Start* (Werkseinstellung)

Par. 5-12 *Digitaleingang, Klemme 27 = Motorfreilauf (inv.)* (Werkseinstellung)



6

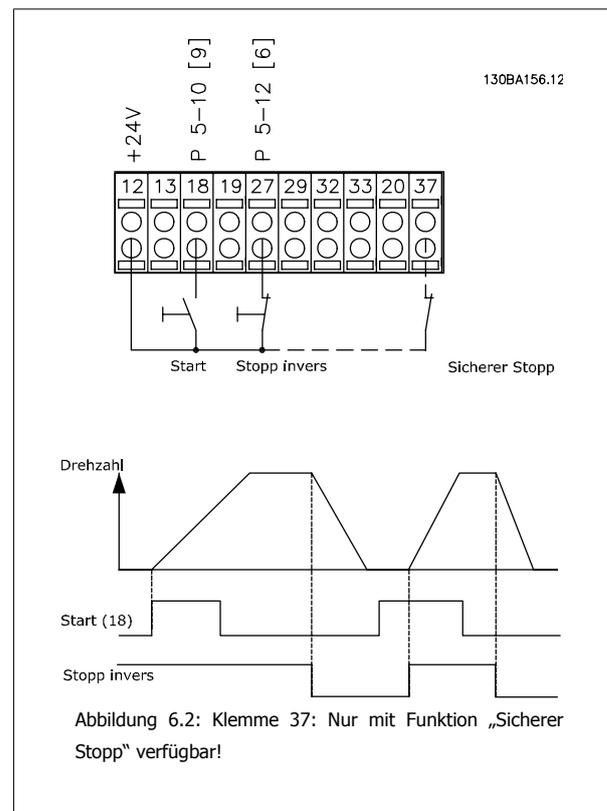
### 6.1.2 Puls Start/Stop

Klemme 18 = Start/Stop Par. 5-10 [9] *Puls-Start*

Klemme 27 = Stopp Par. 5-12 [6] *Stopp (invers)*

Par. 5-10 *Digitaleingang, Klemme 18 = Puls-Start*

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



### 6.1.3 Potentiometer-Sollwert

Spannungssollwert über ein Potentiometer.

Par. 3-15 *Reference 1 Source* [1] = *Analogeingang 53*

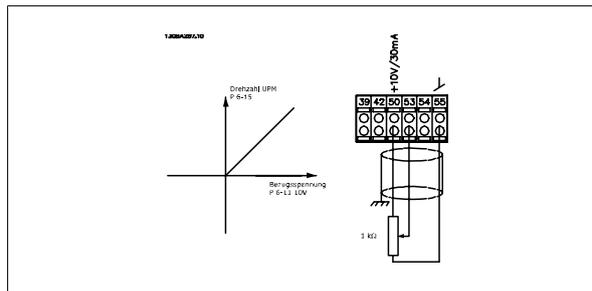
Par. 6-10 *Terminal 53 Low Voltage* = 0 Volt

Par. 6-11 *Terminal 53 High Voltage* = 10 Volt

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

Par. 6-15 *Terminal 53 High Ref./Feedb. Value* = 1500 UPM

Schalter S201 = AUS (U)



### 6.1.4 Automatische Motoranpassung (AMA)

6

Die AMA ist ein Testalgorithmus, der die elektrischen Motorparameter bei einem Motor im Stillstand misst. Die AMA erzeugt während der Messung kein Drehmoment.

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

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

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

#### Einschränkungen und Bedingungen:

- Damit die AMA die Motorparameter optimal bestimmen kann, müssen die korrekten Typenschilddaten in Par. 1-20 *Motor Power [kW]* bis Par. 1-28 *Motor Rotation Check* eingegeben werden.
- Zur besten Anpassung des Frequenzumrichters wird die AMA an einem kalten Motor durchgeführt. Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Statorwiderstands  $R_s$  bewirkt. Normalerweise ist dies jedoch nicht kritisch.
- AMA ist nur durchführbar, wenn der Motornennstrom mindestens 35 % des Ausgangsnennstroms des Frequenzumrichters beträgt. AMA kann für einen einzelnen überdimensionierten Motor durchgeführt werden.
- Bei installiertem Sinusfilter ist es möglich, einen reduzierten AMA-Test auszuführen. Von einer kompletten AMA mit Sinusfilter ist abzuraten. Soll eine Komplettanpassung vorgenommen werden, so kann das Sinusfilter überbrückt werden, während eine komplette AMA durchgeführt wird. Nach Abschluss der AMA wird das Sinusfilter wieder dazugeschaltet.
- Bei parallel geschalteten Motoren ist eine reduzierte AMA durchzuführen.
- Eine komplette AMA ist bei Synchronmotoren nicht ratsam. Werden Synchronmotoren eingesetzt, führen Sie eine reduzierte AMA aus und stellen Sie die erweiterten Motordaten manuell ein. Die AMA-Funktion kann nicht für permanenterregte Motoren benutzt werden.
- Während einer AMA erzeugt der Frequenzumrichter kein Motordrehmoment. Während einer AMA darf jedoch auch die Anwendung kein Anlaufen der Motorwelle hervorrufen, was z. B. bei Ventilatoren in Lüftungssystemen vorkommen kann. Dies stört die AMA-Funktion.

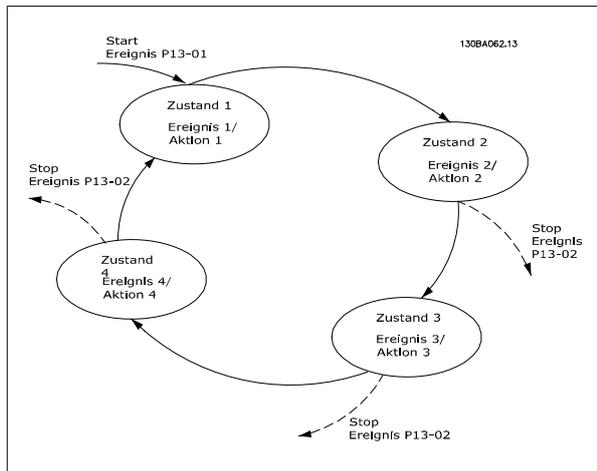
Smart Logic besteht aus den frei definier- und verwendbaren Verknüpfungsfunktionen (Vergleiche und Logikregeln) und dem Smart Logic Controller (SLC). Der SLC ist im Wesentlichen eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe Par. 13-52 *SL-Controller Aktion*), die vom SLC ausgeführt werden, wenn das zugehörige *Ereignis* (siehe Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis*) durch den SLC als WAHR ermittelt wird.

Die *Ereignisse* und *Aktionen* sind paarweise geordnet. Wenn also das *Ereignis* [1] erfüllt ist (TRUE (WAHR)), dann wird *Aktion* [1] ausgeführt. Danach wird die Bedingung von *Ereignis* [2] ausgewertet, und wenn TRUE (WAHR), wird *Aktion* [2] ausgeführt usw. Ereignisse und Aktionen werden in so genannten Array-Parametern eingestellt.

Das jeweils aktuelle *Ereignis* wird ausgewertet. Ist das *Ereignis* FALSE (FALSCH), wird keine Aktion im SLC ausgeführt. Das bedeutet, wenn der SLC startet, wird zuerst *Ereignis* [1] ausgewertet. Nur wenn *Ereignis* [1] als TRUE (WAHR) ausgewertet wird, führt der SLC *Aktion* [1] aus und beginnt, *Ereignis* [2] auszuwerten.

Es ist möglich, bis zu 20 *Ereignisse* und *Aktionen* (0 - 20) zu programmieren. Wenn das letzte *Ereignis* / die letzte *Aktion* ausgeführt worden

ist, beginnt die Sequenz neu bei *Ereignis* [1] / *Aktion* [1]. Die Abbildung zeigt ein Beispiel mit drei *Ereignissen* / *Aktionen*.



### 6.1.5 Programmierung des Smart Logic Controller

Smart Logic Control (SLC) ist eine neue praktische Funktion beim VLT AQUA Drive.

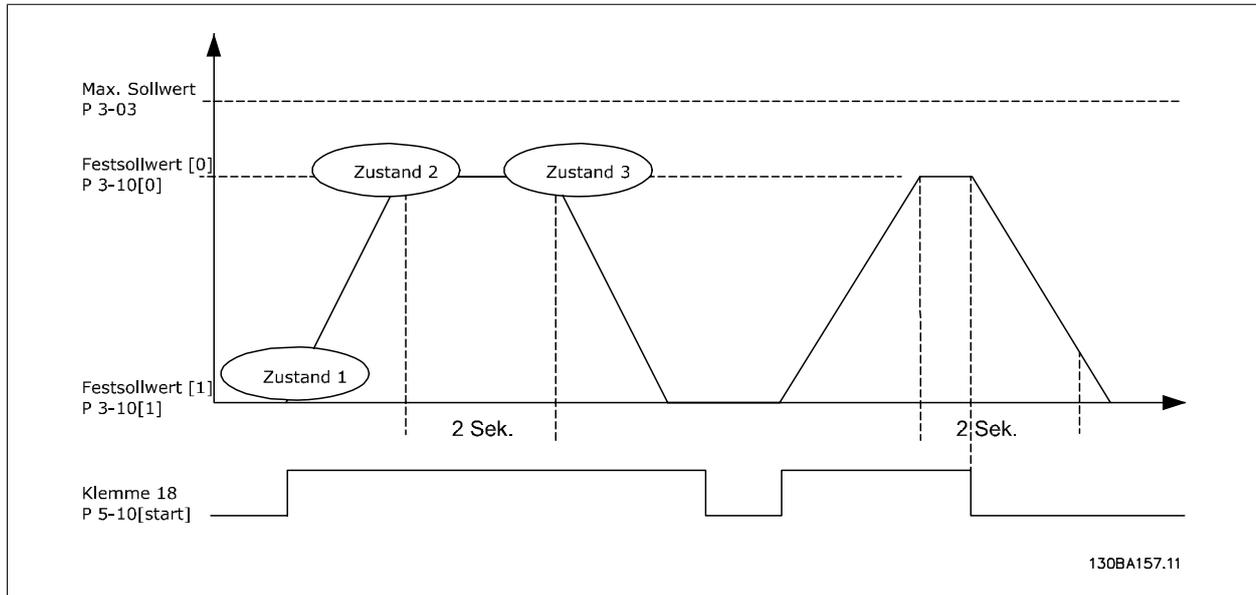
In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Sequenz generiert, kann der SLC von der Hauptsteuerung elementare Aufgaben übernehmen.

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

## 6.1.6 SLC - Anwendungsbeispiel

### Einfache Sequenz:

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



Rampenzeiten in Par. 3-41 *Ramp 1 Ramp Up Time* und Par. 3-42 *Ramp 1 Ramp Down Time* auf die gewünschten Zeiten einstellen

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

Klemme 27 auf *Ohne Funktion* (Par. 5-12 *Terminal 27 Digital Input*) einstellen

Festsollwert 0 auf gewünschte Sollwertdrehzahl (Par. 3-10 *Preset Reference [0]*) in Prozent von max. Sollwertdrehzahl (Par. 3-03 *Maximum Reference*) einstellen. Beispiel: 60 %

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

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

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

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

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

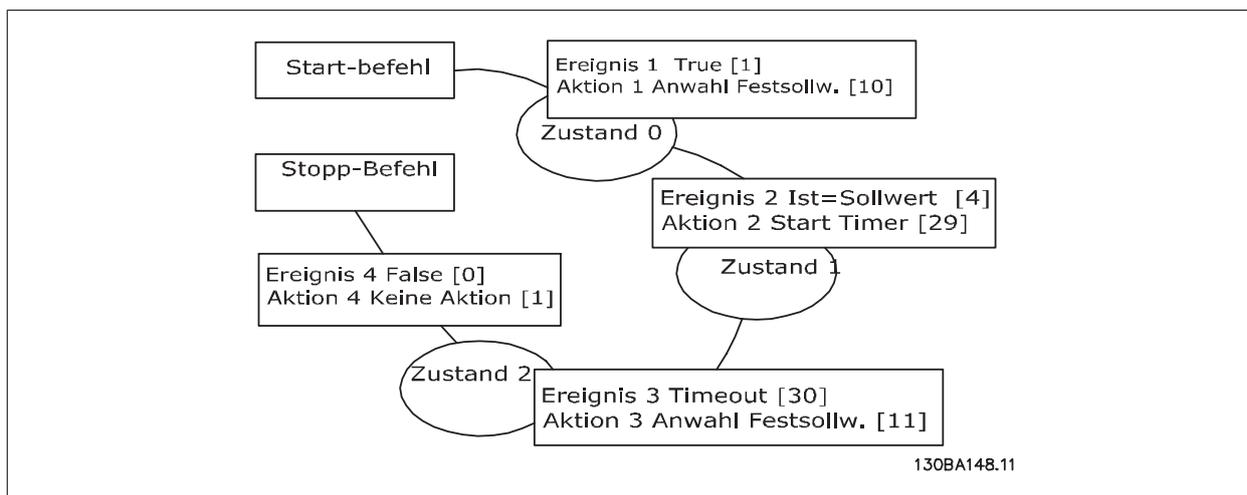
Ereignis 4 in Par. 13-51 *SL Controller Event [1]* auf *False (Falsch)* [0] einstellen.

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

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

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

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



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

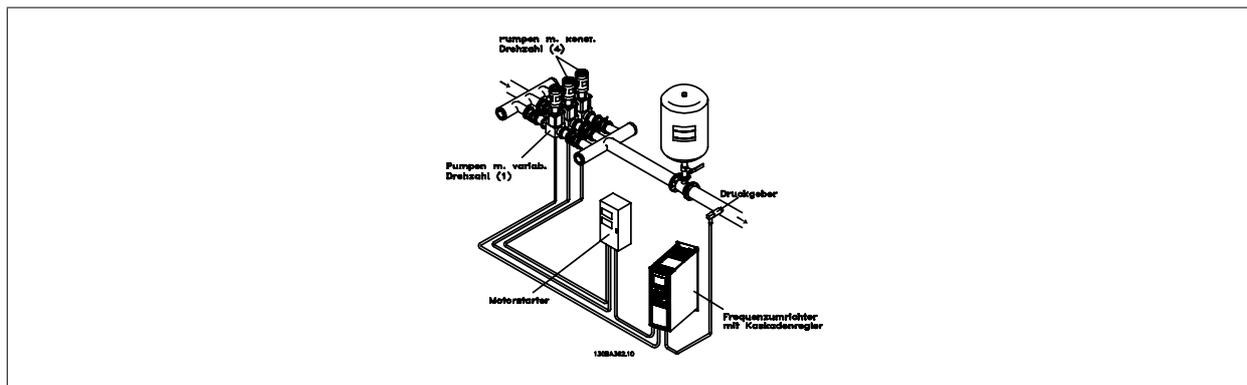
Start-/Stopp-Befehl wird auf Klemme 18 angewendet. Mit dem Stoppsignal wird die Rampe im Frequenzumrichter verringert und der Leerlauf aktiviert.

6

### 6.1.7 Einfacher Kaskadenregler

Der einfache Kaskadenregler wird für Pumpenanwendungen eingesetzt, in denen ein bestimmter Druck oder eine bestimmte Druckhöhe über einen weiten dynamischen Bereich beibehalten werden muss. Der Betrieb einer großen Pumpe mit variabler Drehzahl über einen weiten Bereich ist wegen eines geringen Pumpenwirkungsgrads nicht ideal. Es liegt eine praktische Grenze von etwa 25 % der Nenn Drehzahl bei Vollast für den Betrieb einer Pumpe vor.

Beim einfachen Kaskadenregler regelt der Frequenzumrichter einen Motor mit variabler Drehzahl (Führungspumpe) als die Pumpe mit variabler Drehzahl und kann bis zu zwei zusätzliche Pumpen mit konstanter Drehzahl ein- und ausschalten. Die Drehzahlregelung des Systems erfolgt durch Änderung der Drehzahl der ursprünglichen Pumpe. Dadurch wird ein konstanter Druck ohne Druckstöße aufrechterhalten, was eine geringere Systembelastung und einen ruhigeren Betrieb ermöglicht.



#### Feste Führungspumpe

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

#### Führungspumpen-Wechsel

Die Motorgrößen müssen übereinstimmen. Die Funktion ermöglicht es, den Frequenzumrichter zwischen den Pumpen im System (max. 2 Pumpen) rotieren zu lassen. Bei diesem Betrieb wird die Laufzeit gleichmäßig unter Pumpen aufgeteilt, um damit die erforderliche Pumpenwartung zu reduzieren und die Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Systems zu erhöhen. Der Wechsel der Führungspumpe kann bei einem Befehlssignal oder bei Zuschaltung (einer weiteren Pumpe) stattfinden.

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

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

### Bandbreitenverwaltung

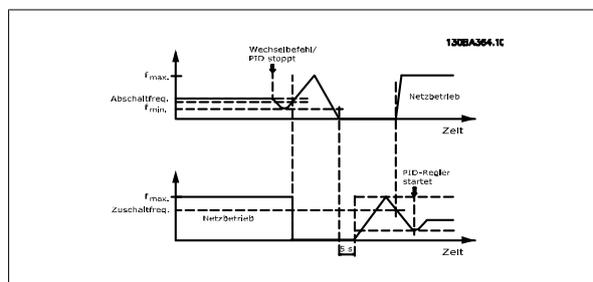
In Kaskadenregelsystemen wird der gewünschte Systemdruck zur Vermeidung häufiger Schaltvorgänge der Pumpen mit konstanter Drehzahl in der Regel eher innerhalb einer Bandbreite statt auf einem festen Niveau gehalten. Die Schaltbandbreite liefert die erforderliche Bandbreite für den Betrieb. Wenn eine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

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

## 6

### 6.1.8 Pumpenzuschaltung mit Führungspumpen-Wechsel

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



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

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

### 6.1.9 Systemstatus und Betrieb

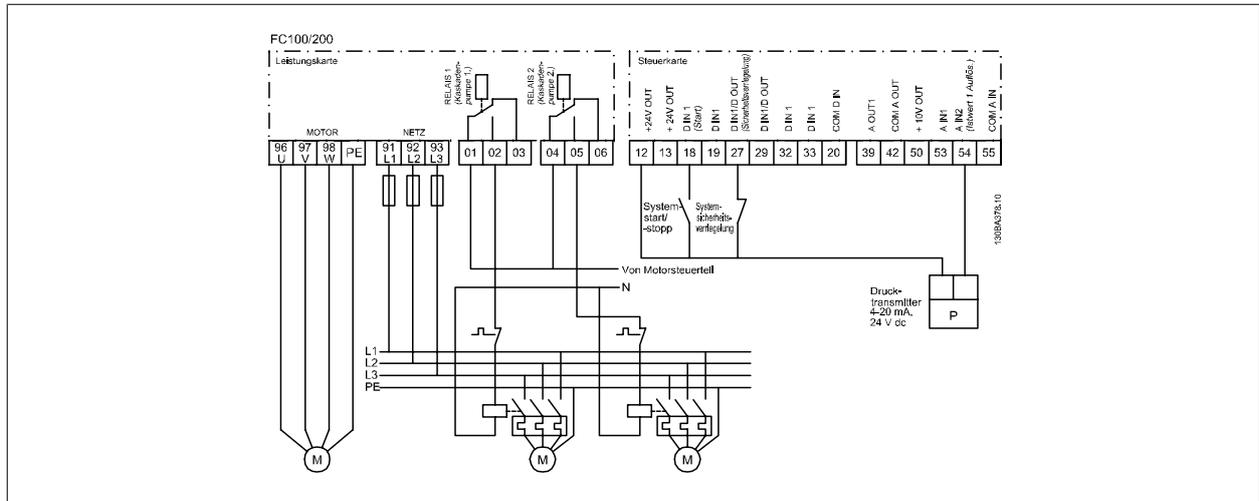
Wenn die Führungspumpe in den Energiesparmodus schaltet, wird die Funktion am LCP Bedienteil angezeigt. Es ist möglich, die Führungspumpe bei Vorliegen einer Energiesparmodus-Bedingung zu wechseln.

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

- Pumpenzustand, die Anzeige des Zustands für die jeder Pumpe zugeordneten Relais. Das Display zeigt Pumpen, die deaktiviert oder ausgeschaltet sind, am Frequenzrichter laufen oder am Netz/Motorstarter laufen.
- Der Kaskadenzustand ist eine Anzeige des Zustands für den Kaskadenregler. Das Display zeigt, ob der Kaskadenregler deaktiviert ist, alle Pumpen ausgeschaltet sind und ein Notfall alle Pumpen gestoppt hat, dass alle Pumpen laufen, Pumpen mit konstanter Drehzahl zu-/abgeschaltet werden und dass Führungspumpen-Wechsel stattfindet.
- Abschaltung bei fehlendem Durchfluss stellt sicher, dass alle Pumpen mit konstanter Drehzahl einzeln gestoppt werden, bis der No Flow-Zustand nicht mehr zutrifft.

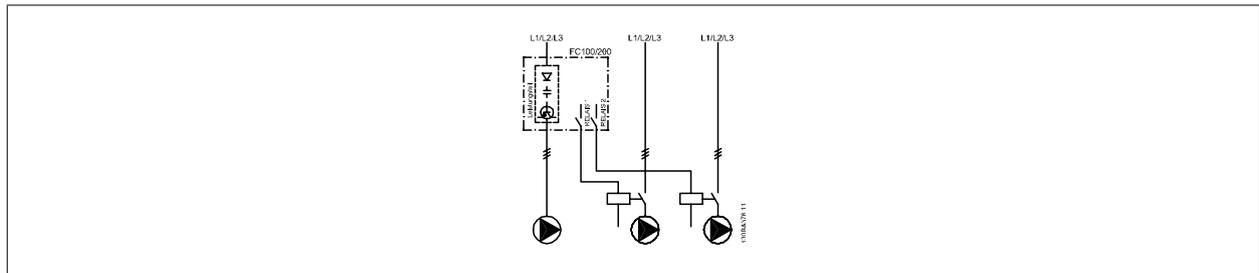
### 6.1.10 Schaltbild für Kaskadenregler

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

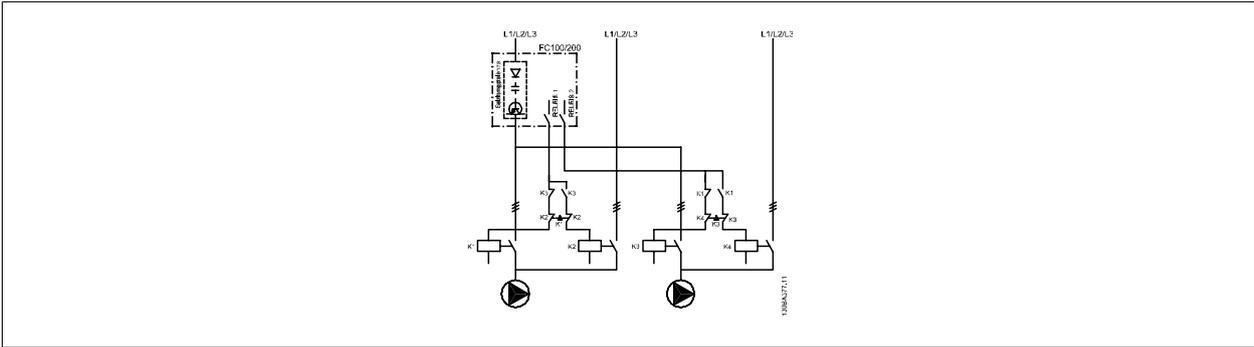


6

### 6.1.11 Schaltbild Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl



### 6.1.12 Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel



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

**6**

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

### 6.1.13 Start/Stopp-Bedingungen

Digitaleingängen zugeordnete Befehle. Siehe dazu *Digitaleingänge*, Par. 5-1\*.

	<b>Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungs- pumpe)</b>	<b>Pumpen mit konstanter Drehzahl</b>
Start (SYSTEMSTART/-STOPP)	Rampe auf (bei Stopp und Bedarf)	Zuschalten (bei Stopp und Bedarf)
Führungspumpenstart	Rampe auf, wenn SYSTEMSTART aktiv.	Nicht betroffen
Freilauf (NOT-AUS)	Freilaufstopp	Abschaltung (integrierte Relais werden stromlos)
Sicherheitsverriegelung	Freilaufstopp	Abschaltung (integrierte Relais werden stromlos)

Funktion der Tasten am LCP Bedienteil

	<b>Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungs- pumpe)</b>	<b>Pumpen mit konstanter Drehzahl</b>
[Hand On]	Rampe auf (bei Stopp über normalen Stoppbefehl) oder bleibt in Betrieb, wenn bereits in Betrieb	Abschalten (bei Betrieb)
Anpassung aus	Rampe ab	Abschaltung
[Auto On]	Startet und stoppt entsprechend den Befehlen über Klemmen oder serielle Schnittstelle	Zuschalten/Abschalten

## 7 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle

### 7.1 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle

#### 7.1.1 Übersicht

RS485 ist eine Zweileiter-Busschnittstelle, die mit einer busförmigen Netzwerktopologie kompatibel ist, d. h. Netzteilnehmer können als Bus oder über Übertragungskabel (Nahbuskabel) an eine gemeinsame Abnehmerleitung angeschlossen werden. Es können insgesamt 32 Teilnehmer (Knoten) an ein Netzwerksegment angeschlossen werden.

Netzwerksegmente sind durch Busverstärker (Repeater) unterteilt. Dabei ist zu beachten, dass jeder Repeater als ein Knoten in dem Segment wirkt, in dem er installiert ist. Jeder Knoten in jeweils einem Netzwerk muss eine Adresse haben, die in allen Segmenten nur einmal vergeben sein darf.

Der RS485-Bus muss pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abgeschlossen werden. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON“ zu stellen. Das Anschlusskabel ist geschirmt mit Kabel mit verdrehten Leitern auszuführen (STP-Kabel), wobei der Schirm beidseitig aufzulegen ist.

Die Erdung der Abschirmung mit niedriger Impedanz ist auch bei hohen Frequenzen sehr wichtig. Dies kann durch großflächigen Anschluss der Abschirmung an Masse erreicht werden, z. B. über einen Schirmbügel oder eine leitende Kabelverschraubung. Ein unterschiedliches Erdpotential zwischen Geräten, vor allem in Anlagen mit großen Kabellängen, kann durch Anbringen eines Ausgleichskabel gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird.

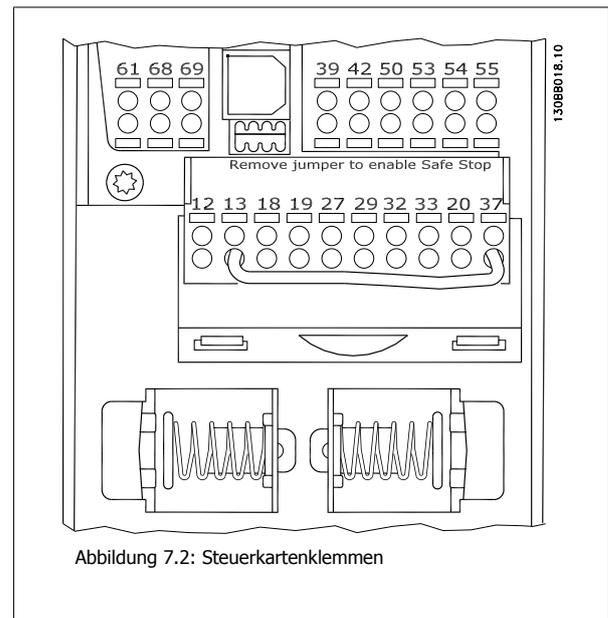
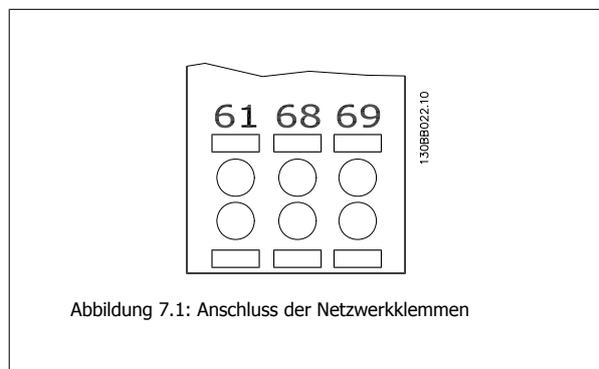
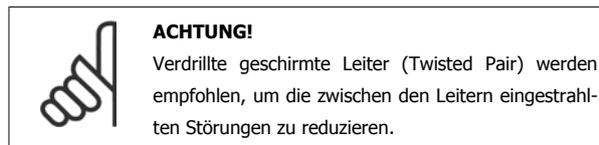
Um eine nicht übereinstimmende Impedanz zu verhindern, muss im gesamten Netzwerk immer der gleiche Kabeltyp verwendet werden. Beim Anschluss eines Motors an den Frequenzumrichter ist immer ein abgeschirmtes Motorkabel zu verwenden.

Kabel: Geschirmtes Twisted Pair (STP)  
 Impedanz: 120 Ohm  
 Kabellänge: Max. 1200 m (einschließlich Abzweigleitungen)  
 Max. 500 m zwischen Stationen

#### 7.1.2 Netzwerkanschluss

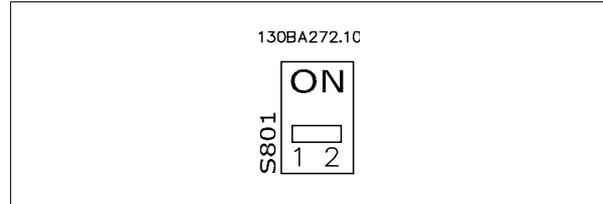
**Der Anschluss des Frequenzumrichters an das RS-485-Netzwerk ist wie folgt auszuführen (siehe auch Abbildung):**

1. Das P-Signal (P+) ist an Klemme 68 und das N-Signal (N-) ist an Klemme 69 der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters anzuschließen.
2. Den Kabelschirm an die Schirmbügel anschließen.

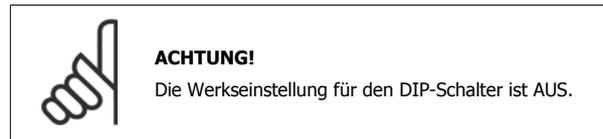


### 7.1.3 VLT AQUA Hardwarekonfiguration

Zur Terminierung des RS-485-Busses den DIP-Schalter für den Abschlusswiderstand an der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters verwenden.



Werkseinstellung für Schalter für Abschlusswiderstand



### 7.1.4 VLT AQUA Parametereinstellungen für Modbus-Kommunikation

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

Parameternummer	Parametername	Funktion
8-30	FC-Protokoll	Dieser Parameter definiert das Übertragungsprotokoll für die serienmäßige FC Schnittstelle.
8-31	Adresse	Dieser Parameter definiert die Adresse des Frequenzumrichters an der FC Schnittstelle. Hinweis: Der Adressbereich hängt von der Protokollauswahl in Par. 8-30 ab.
8-32	FC-Baudrate	Dieser Parameter definiert die Baudrate des Frequenzumrichters an der FC Schnittstelle. Hinweis: Die Standardbaudrate hängt von der Protokollauswahl in Par. 8-30 ab.
8-33	Anschlussparität/Stopbits	Dieser Parameter definiert die Parität der Schnittstelle und die Anzahl von Stopbits. Hinweis: Die Standardauswahl hängt von der Protokollauswahl in Par. 8-30 ab.
8-35	FC-Antwortzeit Min.-Delay	Definiert die minimale Zeit, welche der Frequenzumrichter nach dem Empfangen eines FC-Telegramms wartet, bevor sein Antworttelegramm gesendet wird. Die optimale Einstellung hängt von den Verzögerungszeiten des Masters, eines Modems, etc. ab.
8-36	FC-Antwortzeit Max.-Delay	Definiert eine maximale Zeit, nach welcher der Frequenzumrichter nach dem Senden eines FC-Telegramm das Antworttelegramm erwartet.
8-37	FC Interchar. Max.-Delay	Definiert eine maximale Zeit, die der Frequenzumrichter beim Empfang zwischen zwei Bytes eines FC-Telegramms wartet. Nach Überschreiten der Zeit wird die Steuerwort-Timeout-Funktion aktiviert (Siehe Par. 8-04).

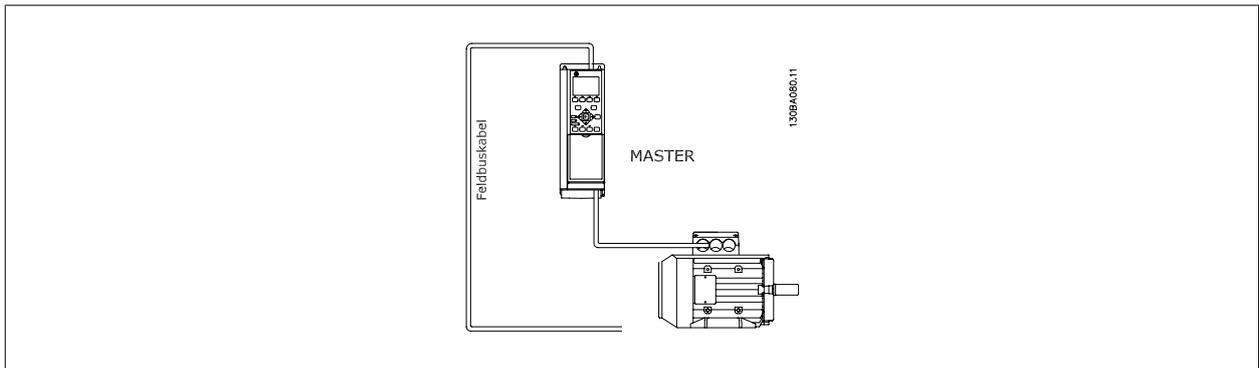
### 7.1.5 EMV-Schutzmaßnahmen

Folgende EMV-Schutzmaßnahmen werden empfohlen, um einen störungsfreien Betrieb des RS-485-Netzes zu gewährleisten.



**ACHTUNG!**

Die einschlägigen landesspezifischen sowie örtlichen Bestimmungen, z. B. für Schutzerdungen, müssen beachtet werden. Die RS-485-Kommunikationsleitung ist von den Motor- und Bremswiderstandskabeln mit Abstand zu verlegen, um Rückkopplungen durch Hochfrequenzrauschen zwischen den Kabeln zu vermeiden. Normalerweise genügt ein Abstand von 200 mm, aber halten Sie den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln ein, besonders wenn diese über weite Strecken parallel laufen. Bei kreuzenden RS-485- und Motor- bzw. Bremswiderstandskabeln muss ein Winkel von 90° eingehalten werden.



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

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

Die physikalische Schicht ist RS-485 und nutzt damit die im Frequenzumrichter integrierte RS-485-Schnittstelle. Das FC-Protokoll unterstützt unterschiedliche Telegrammformate: Ein kurzes Format mit 8 Bytes für Prozessdaten und ein langes Format von 16 Bytes, das ebenfalls einen Parameterkanal enthält. Ein drittes Telegrammformat wird für Texte verwendet.

### 7.2.1 VLT AQUA 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
- Stopp des Frequenzumrichters auf verschiedene Weisen:  
Freilaufstopp  
Schnellstopp  
DC-Bremsstopp  
Normaler Stopp (Rampenstopp)
- Reset nach Fehlerabschaltung
- Betrieb mit einer Vielzahl von Festschaltzahlen
- 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 Konfiguration des VLT AQUA Frequenzumrichters

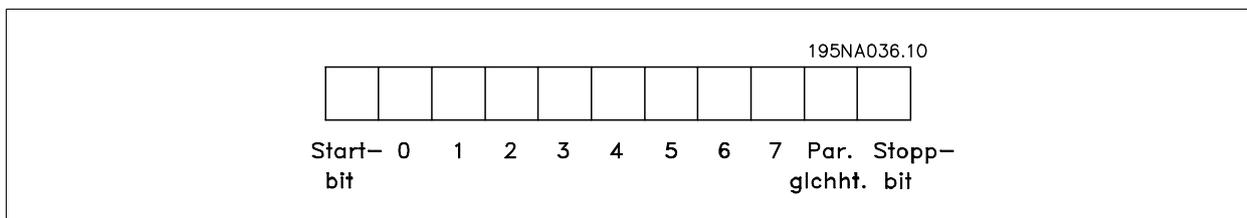
Programmieren Sie die folgenden Parameter, um das FC-Protokoll für den VLT AQUA zu aktivieren.

Parameternummer	Parametername	Einstellung
8-30	Protokoll	FC-Profil
8-31	Adresse	1 - 126
8-32	FC-Baudrate	2400 - 115200
8-33	Parität/Stopbits	Ungerade Parität, 1 Stoppbit (Werkseinstellung)

## 7.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll

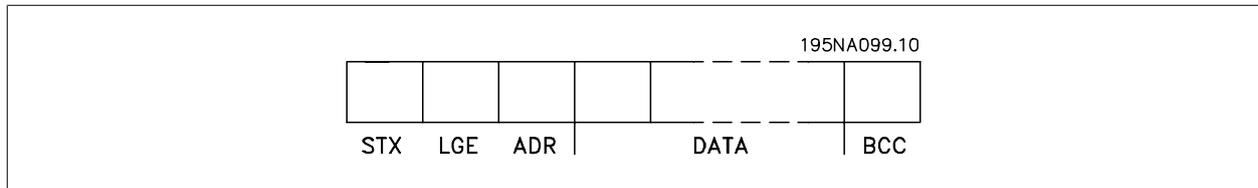
### 7.4.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)

Jedes übertragene Byte beginnt mit einem Startbit. Danach werden 8 Datenbits übertragen, was einem Byte entspricht. Jedes Byte wird über ein Paritätsbit abgesichert, das auf „1“ gesetzt wird, wenn Paritätsgleichheit gegeben ist (d. h. eine gleiche Anzahl binärer Einsen in den 8 Datenbits und dem Paritätsbit zusammen). Ein Byte endet mit einem Stoppbit und besteht somit insgesamt aus 11 Bits.



### 7.4.2 Telegrammaufbau

Jedes Telegramm beginnt mit einem Startzeichen (STX) = 02 Hex, gefolgt von einem Byte zur Angabe der Telegrammlänge (LGE) und einem Byte, das die Adresse des Frequenzumrichters (ADR) angibt. Danach folgen die Nutzdaten (variabel, abhängig vom Telegrammtyp). Das Telegramm schließt mit einem Datensteuerbyte (BCC).



### 7.4.3 Telegrammlänge (LGE)

Die Telegrammlänge ist die Anzahl der Datenbyte plus Adressbyte ADR und Datensteuerbyte BCC.

Die Länge der Telegramme mit 4 Datenbyte beträgt:	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 Byte
Die Länge der Telegramme mit 12 Datenbyte beträgt:	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 Byte
Die Länge von Telegrammen, die Texte enthalten, ist:	10 <sup>1)</sup> +n Byte

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



### 7.4.4 Frequenzumrichter-Adresse (ADR)

Es wird mit zwei verschiedenen Adressformaten gearbeitet.  
Der Adressbereich des Frequenzumrichters beträgt entweder 1-31 oder 1-126.

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

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

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

### 7.4.5 Datensteuerbyte (BCC)

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

### 7.4.6 Das Datenfeld

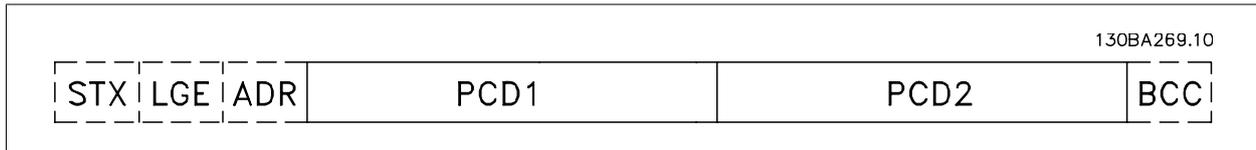
Die Struktur der Nutzdaten hängt vom Telegrammtyp ab. Es gibt drei Telegrammtypen, die sowohl für Steuertelegamme (Master=>Slave) als auch Antworttelegramme (Slave=>Master) gelten.

Die drei Telegrammarten sind:

Prozessblock (PCD):

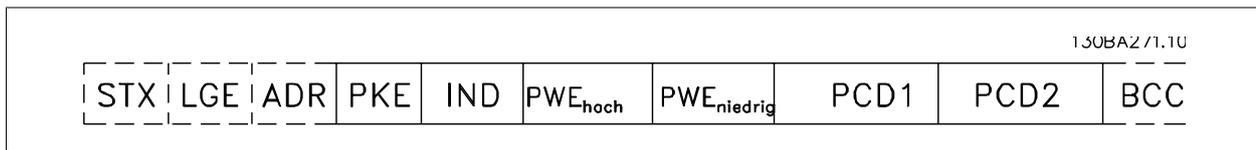
Der Prozessdatenteil besteht aus vier Byte (2 Wörtern) und enthält:

- Steuerwort und Sollwert (Master -> Slave)
- Zustandswort und aktuelle Ausgangsfrequenz (Slave -> Master)



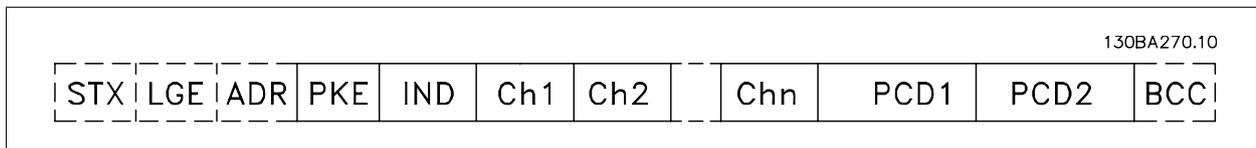
Parameterblock:

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



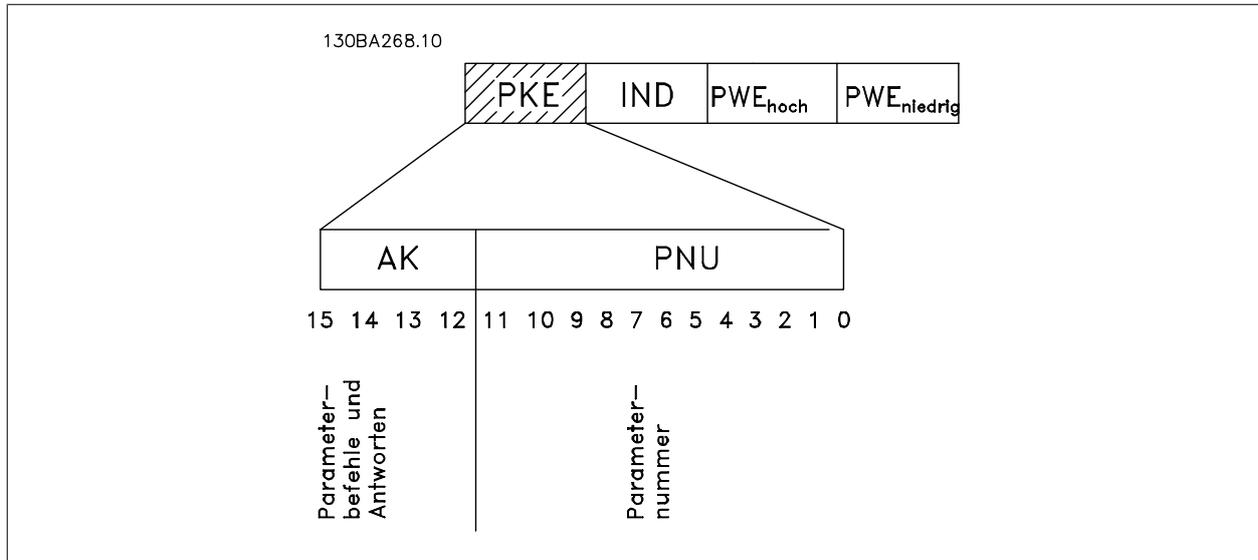
Textblock:

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



### 7.4.7 Das PKE-Feld

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



Die Bits Nr. 12-15 übertragen Parameterbefehle vom Master zum Slave und senden bearbeitete Slaveantworten an den Master zurück.

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

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

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

0111 Befehl kann nicht ausgeführt werden

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

PWE 0 (Hex)	Fehlermeldung
0	Angewandte Parameternummer nicht vorhanden
1	Auf den definierten Parameter besteht kein Schreibzugriff
2	Datenwert überschreitet die Parametergrenzen
3	Angewandtes Unterverzeichnis (Subindex) nicht vorhanden
4	Parameter nicht vom Typ Array
5	Datentyp passt nicht zum definierten Parameter
11	Der Datenaustausch im definierten Parameter ist im aktuellen Modus des Frequenzumrichters nicht möglich. Bestimmte Parameter können nur geändert werden, wenn der Motor ausgeschaltet ist.
82	Kein Buszugriff auf definierten Parameter
83	Datenänderungen sind nicht möglich, da die Werkseinstellung gewählt ist

## 7

### 7.4.8 Parameternummer (PNU)

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

### 7.4.9 Index (IND)

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



#### ACHTUNG!

Nur das Lowbyte wird als Index benutzt.

### 7.4.10 Parameterwert (PWE)

Der Parameterwertblock besteht aus 2 Worten (4 Byte); der Wert hängt vom definierten Befehl (AK) ab. Verlangt der Master einen Parameterwert, so enthält der PWE-Block keinen Wert. Um einen Parameterwert zu ändern (schreiben), wird der neue Wert in den PWE geschrieben und vom Master zum Slave gesendet.

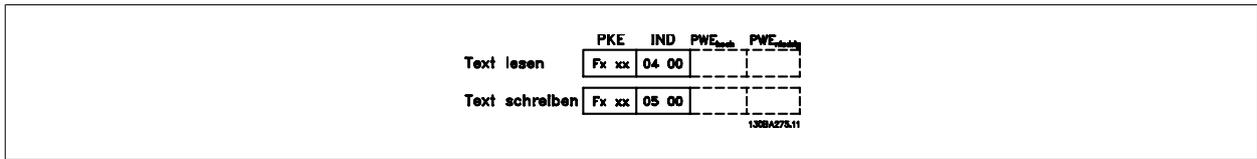
Antwortet der Slave auf eine Parameteranfrage (Lesebefehl), so wird der aktuelle Parameterwert im PWE an den Master übertragen. Wenn ein Parameter keinen numerischen Wert enthält, sondern mehrere Datenoptionen, z. B. Par. 0-01 *Language*, wobei [0] Englisch und [4] Dänisch entspricht, wird der Datenwert durch Eingabe des Werts in den PWE gewählt. Siehe auch Beispiel später in diesem Kapitel. Über die serielle Kommunikationsschnittstelle können nur Parameter des Datentyps 9 (Textblock) gelesen werden.

Par. 15-40 *FC Type* bis Par. 15-53 *Power Card Serial Number* enthalten Datentyp 9.

Zum Beispiel kann in Par. 15-40 *FC Type* die Leistungsgröße und Netzspannung gelesen werden. Wird eine Textfolge übertragen (gelesen), so ist die Telegrammlänge variabel, da die Texte unterschiedliche Längen haben. Die Telegrammlänge ist im zweiten Byte (LGE) des Telegramms definiert. Bei Textübertragung zeigt das Indexzeichen an, ob es sich um einen Lese- oder Schreibbefehl handelt.

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

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



### 7.4.11 Vom VLT AQUA unterstützte Datentypen

Datentypen	Beschreibung
3	Integer (Ganzzahl) 16 Bit
4	Integer (Ganzzahl) 32 Bit
5	Ohne Vorzeichen 8 Bit
6	Ohne Vorzeichen 16 Bit
7	Ohne Vorzeichen 32 Bit
9	Textblock
10	Bytestring
13	Zeitdifferenz
33	Reserviert
35	Bitsequenz

Ohne Vorzeichen bedeutet, dass das Telegramm kein Vorzeichen enthält.

### 7.4.12 Umrechnung

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

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

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

### 7.4.13 Prozesswörter (PCD)

Der Prozessdatenteil ist in zwei Blöcke mit je 16 Bit aufgeteilt, die immer in der definierten Sequenz vorkommen.

PCD 1	PCD 2
Steuertelegramm (Master->Steuerwort Slave)	Sollwert
Steuertelegramm (Slave =>Master) Zustandswort	Eingestellte Ausgangsfrequenz



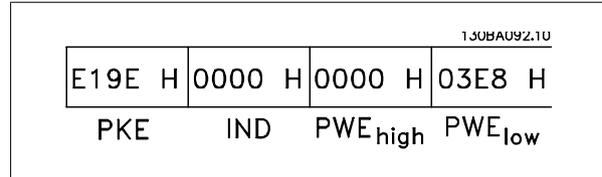
## 7.5 Anschlussbeispiele

### 7.5.1 Schreiben eines Parameterwerts

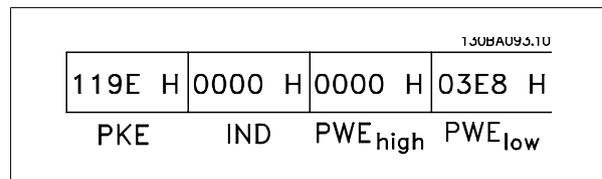
Änderung von Par. 4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]* auf 100 Hz.  
Daten in EEPROM schreiben.

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

Das Telegramm sieht wie folgt aus:



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

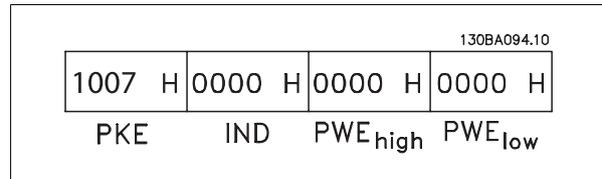


Die Antwort des Slave an den Master lautet:

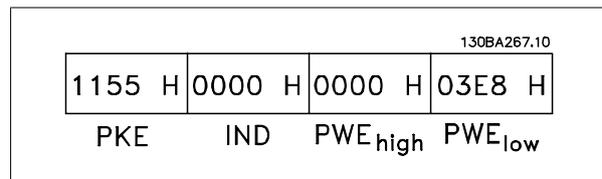
### 7.5.2 Lesen eines Parameterwertes

Lesen des Parameterwerts in Par. 3-41 *Ramp 1 Ramp Up Time*

PKE = 1155 Hex - Lesen des Parameterwerts in Par. 3-41 *Ramp 1 Ramp Up Time*  
IND = 0000 Hex  
PWEHIGH = 0000 Hex  
PWELOW = 0000 Hex



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



**ACHTUNG!**

3E8 Hex entspricht 1000 dezimal. Der Konvertierungsindex für Par. 3-41 *Ramp 1 Ramp Up Time* ist -2, d. h. 0,01.  
Par. 3-41 ist vom Typ *ohne Vorzeichen 32*.

## 7.6 Übersicht zu Modbus RTU

### 7.6.1 Voraussetzungen

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

### 7.6.2 Was der Anwender bereits wissen sollte

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

### 7.6.3 Übersicht zu Modbus RTU

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

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

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

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



## 7.7 Netzwerkkonfiguration

### 7.7.1 VLT AQUA mit Modbus RTU

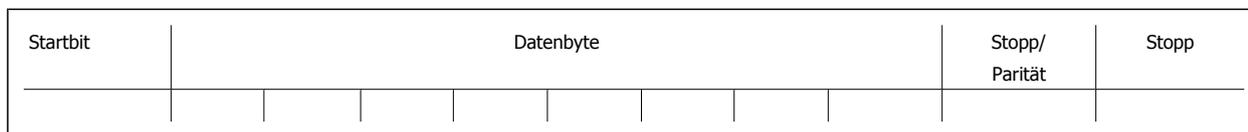
Die folgenden Parameter sind zu programmieren, um Modbus RTU beim VLT AQUA zu aktivieren:

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

## 7.8 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke

### 7.8.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

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



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



### 7.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau

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

#### Typischer Modbus RTU-Telegrammaufbau

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

### 7.8.3 Start-/Stoppfeld

Telegramme beginnen mit einer Sendepause von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit. Dies entspricht einem Vielfachen der Baudrate, mit der im Netzwerk die Datenübertragung stattfindet (in der Abbildung als Start T1-T2-T3-T4 angegeben). Das erste übertragene Feld ist die Geräteadresse. Nach dem letzten übertragenen Intervall markiert ein identisches Intervall von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit das Ende des Telegramms. Nach diesem Intervall kann ein neues Telegramm beginnen. Der gesamte Telegrammblock muss als kontinuierlicher Datenstrom übertragen werden. Falls eine Sendepause von mehr als 1,5 Zeichen pro Zeiteinheit vor dem Abschluss des Blocks auftritt, löscht das empfangende Gerät die Daten und nimmt an, dass es sich beim nächsten Byte um das Adressfeld eines neuen Telegramms handelt. Beginnt ein neues Telegramm früher als 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit nach einem vorangegangenen Telegramm, interpretiert es das empfangende Gerät als Fortsetzung des vorangegangenen Telegramms. Dies führt zu einem Timeout (einer Zeitüberschreitung und damit keiner Antwort vom Slave), da der Wert im letzten CRC-Feld für die kombinierten Telegramme nicht gültig ist.

## 7.8.4 Adressfeld

Das Adressfeld eines Telegrammblocks enthält acht Bits. Gültige Adressen von Slave-Geräten liegen im Bereich von 0 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. Wenn ein Telegramm vom Master zu einem Slave-Gerät übertragen wird, teilt das Funktionscodefeld dem Slave mit, welche Aktion durchzuführen ist. Wenn der Slave dem Master antwortet, nutzt er das Funktionscodefeld, um entweder eine normale (fehlerfreie) Antwort anzuzeigen oder um anzuzeigen, dass ein Fehler aufgetreten ist (Ausnahmeantwort). Im Fall einer normalen Antwort wiederholt der Slave den ursprünglichen Funktionscode. Im Fall einer Ausnahmeantwort sendet der Slave einen Code, der dem ursprünglichen Funktionscode entspricht, dessen wichtigstes Bit allerdings auf eine logische 1 gesetzt wurde. Neben der Modifizierung des Funktionscodes zur Erzeugung einer Ausnahmeantwort stellt der Slave einen individuellen Code in das Datenfeld des Antworttelegramms. Dadurch wird der Master über die Art des Fehlers oder den Grund der Ausnahme informiert. Näheres dazu finden Sie im Abschnitt *Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes und Ausnahmecodes*.

## 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 des von einem Master zu Slave-Geräten gesendeten Telegramms enthält zusätzliche Informationen, die der Slave verwenden muss, um die vom Funktionscode festgelegte Aktion durchführen zu können. Dazu gehören z. B. Einzel- und Registeradressen, die Anzahl der zu bearbeitenden Punkte oder die Zählung der Istwert-Datenbytes im Feld.

## 7.8.7 CRC-Prüffeld

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

## 7.8.8 Adressieren von Einzelregistern

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

7

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

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

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

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

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

### 7.8.9 VLT AQUA steuern

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

### 7.8.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes

Modbus RTU unterstützt die folgenden Funktionscodes im Funktionsfeld eines Telegramms:

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

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



### 7.8.11 Datenbank-Fehlercodes

Im Fall eines Fehlers können die folgenden Fehlercodes im Datenfeld eines Antworttelegramms erscheinen. Eine vollständige Erklärung des Aufbaus einer Ausnahmeantwort (d. h. eines Fehlers) entnehmen Sie bitte dem Kapitel *Aufbau eines Modbus RTU-Telegrammblocks, Funktionsfeld*.

<b>Fehlercode in Datenfeld (dezimal)</b>	<b>Datenbank-Fehlercode – Beschreibung</b>
00	Parameternummer nicht vorhanden
01	Auf den Parameter besteht kein Schreibzugriff
02	Datenwert überschreitet die Parametergrenzen
03	Unterverzeichnis (Subindex) nicht vorhanden
04	Parameter nicht vom Typ Array
05	Datentyp passt nicht zum aufgerufenen Parameter
06	Nur Reset
07	Nicht veränderbar
11	Kein Schreibzugriff
17	Änderung der Daten des aufgerufenen Parameters im aktuellen Zustand nicht möglich
18	Anderer Fehler
64	Ungültige Datenadresse
65	Ungültige Telegrammlänge
66	Ungültige Datenlänge oder -wert
67	Ungültiger Funktionscode
130	Kein Buszugriff auf aufgerufenen Parameter
131	Datenänderungen sind nicht möglich, da die Werkseinstellung gewählt ist

## 7.9 Zugriff auf Parameter

### 7.9.1 Parameterverarbeitung

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

### 7.9.2 Datenspeicherung

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

### 7.9.3 IND

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

### 7.9.4 Textblöcke

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

### 7.9.5 Umwandlungsfaktor

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

### 7.9.6 Parameterwerte

#### Standarddatentypen

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

#### Nichtstandarddatentypen

Nichtstandarddatentypen sind Textblöcke und werden als 4x-Register gespeichert (40001 – 4FFFF). Die Parameter werden über Funktion 03HEX „Haltregister 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

Diese Funktion liest den EIN/AUS-Zustand von diskreten Ausgängen (Spulen) im Frequenzumrichter. Broadcast wird für Lesevorgänge nie unterstützt.

#### Abfrage

Das Abfragetelegramm gibt die Startspule und die Anzahl der Spulen an, die zu lesen sind. Spulenadressen beginnen bei 0, d. h. Spule 33 wird als 32 adressiert.

Beispiel einer Anfrage zum Lesen von Spulen 33-48 (Zustandswort) von Slave-Gerät 01:

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

#### Antwort

Der Spulenzustand im Antworttelegramm wird als eine Spule pro Bit des Datenfelds verpackt. Der Zustand wird angezeigt als: 1 = EIN; 0 = AUS. Das LSB des ersten Datenbyte enthält die in der Abfrage adressierte Spule. Die anderen Spulen folgen zum höherwertigen Ende dieses Byte hin und in nachfolgenden Bytes vom „niederwertigen zum hochwertigen Byte“.

Wenn die zurückgegebene Spulenzahl kein Vielfaches von 8 ist, werden die restlichen Bits im letzten Datenbyte mit Nullen gefüllt (zum höherwertigen Ende des Byte hin). Das Feld Bytezahl gibt die Zahl von vollständigen Datenbyte an.

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



#### ACHTUNG!

Im Modbus-Protokoll werden Spulen und Register ausdrücklich mit einem Abzug von -1 adressiert. D. h. Spule 33 wird als Spule 32 adressiert.

### 7.10.2 Einzelspule zwangsetzen/schreiben (05 HEX)

**Beschreibung**

Diese Funktion setzt einen Binärwert und schreibt eine Spule als EIN oder AUS. Als Broadcast-Telegramm setzt die Funktion die gleichen Spulensollwerte in allen angehängten Slaves.

**Abfrage**

Das Abfragetelegramm gibt ein Zwangsetzen der Spule 65 (Parameterschreibsteuerung) an. Spulenadressen beginnen bei 0, d. h. Spule 65 wird als 64 adressiert. Setzdaten = 00 00HEX (AUS) oder FF 00HEX (EIN).

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

**Antwort**

Die normale Antwort ist ein Echo der Abfrage, die zurückgesendet wird, nachdem der Spulenzustand zwanggesetzt wurde.

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



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

Diese Funktion setzt jede Spule in einer Spulenfolge auf EIN oder AUS. Als Broadcast-Telegramm setzt die Funktion die gleichen Spulensollwerte in allen angehängten Slaves.

Das **Abfrage-Telegramm** gibt ein Zwangsetzen der Spulen 17 bis 32 (Drehzahlsollwert) an.

**ACHTUNG!**  
Spulenadressen beginnen bei 0, d. h. Spule 17 wird als 16 adressiert.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01 (Frequenzumrichteradresse)
Funktion	0F (mehrere Spulen schreiben)
Spulenadresse HI	00
Spulenadresse LO	10 (Spulenadresse 17)
Anzahl Spulen HI	00
Anzahl Spulen LO	10 (16 Spulen)
Bytezahl	02
Befehlskonstante HI (Spulen 8-1)	20
Befehlskonstante LO (Spulen 10-9)	00 (Sollw. = 2000 hexadezimal)///
Fehlerprüfung (CRC)	-

**Antwort**

Die normale Antwort sendet die Slave-Adresse, Funktionscode, Startadresse und Anzahl der gesetzten Spulen zurück.

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



### 7.10.4 Haltereister lesen (03 HEX)

**Beschreibung**

Diese Funktion liest den Inhalt der Haltereister im Slave.

**Abfrage**

Das Abfragetelegramm gibt das Startregister und die Anzahl der zu lesenden Register an. Registeradressen beginnen bei 0, d. h. Register 1-4 werden als 0-3 adressiert.

Beispiel: Lesen von Par. 3-03, *Max. Sollwert*, Register 03030.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	03 (Haltereister lesen)
Startadresse HI	0B (Registeradresse 3029)
Startadresse LO	05 (Registeradresse 3029)
Anzahl Register HI	00
Anzahl Register LO	02 - (Par. 3-03 ist 32 Bit lang, d. h. 2 Register)
Fehlerprüfung (CRC)	-

**Antwort**

Die Registerdaten im Antworttelegramm werden als zwei Byte pro Register verpackt, wobei der binäre Inhalt in jedem Byte rechtsbündig ist. Für jedes Register enthält das erste Byte die höherwertigen Bits und das zweite die niederwertigen 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)	-

### 7.10.5 Einzelregister voreinstellen (06 HEX)

**Beschreibung**

Diese Funktion führt die Voreinstellung eines Wertes in einem einzelnen Haltereister durch.

**Abfrage**

Die Abfrage gibt den Registersollwert an, der voreingestellt werden soll. Register werden ab 0 adressiert, d. h. Register 1 wird als 0 adressiert.

Beispiel: Schreiben zu Par. 1-00, Register 1000.

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

**7**

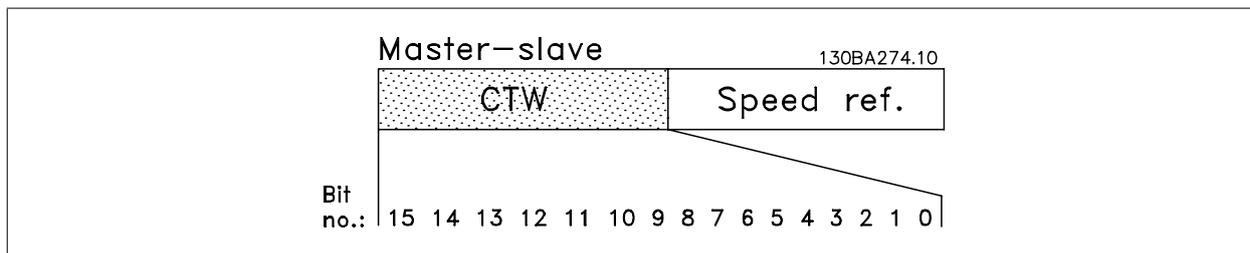
**Antwort**

Nachdem der Inhalt der Register voreingestellt wurde, wird als normale Antwort ein Echo der Abfrage übertragen.

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

## 7.11 Danfoss FC-Steuerprofil

### 7.11.1 Steuerwort gemäß FC-Profil(Par. 8-10 Control Profile = FC-Profil)



Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	Festsollwertanwahl (lsb)
01	Sollwert	Festsollwertanwahl (msb)
02	DC-Bremse	Rampe
03	Motorfreilauf	Kein Motorfreilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Ausgangsfrequenz speichern	Rampe benutzen
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Reset
08	Ohne Funktion	Festdrehzahl JOG
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Relais 01 ein
12	Ohne Funktion	Relais 02 ein
13	Parametersatz	Parametersatzauswahl (lsb)
14	Parametersatz	Parametersatzauswahl (msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

#### Erklärung der Steuerbits

##### Bit 00/01

Die Bit 00 und 01 werden benutzt, um zwischen den vier Sollwerten zu wählen, die gemäß folgender Tabelle in Par. 3-10 *Preset Reference* vorprogrammiert sind:

Programmierter Sollwert	Par.	Bit 01	Bit 00
1	Par. 3-10 <i>Preset Reference</i> [0]	0	0
2	Par. 3-10 <i>Preset Reference</i> [1]	0	1
3	Par. 3-10 <i>Preset Reference</i> [2]	1	0
4	Par. 3-10 <i>Preset Reference</i> [3]	1	1



#### ACHTUNG!

Die Auswahl in Par. 8-56 *Preset Reference Select* bestimmt, wie Bit 00/01 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

##### Bit 02, DC-Bremse:

Bit 02 = „0“: DC-Bremse und Stopp. Stellen Sie Bremsstrom und -dauer in Par. 2-01 *DC Brake Current* und Par. 2-02 *DC Braking Time* ein. Bit 02 = „1“ bewirkt Rampe.

Bit 03, Motorfreilauf:

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



**ACHTUNG!**

Die Auswahl in Par. 8-50 *Coasting Select* bestimmt, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 04, Schnellstopp:

Bit 04 = „0“: Bewirkt Rampe ab der Motordrehzahl bis zum Stopp (eingestellt in Par. 3-81 *Quick Stop Ramp Time*).

Bit 05, Ausgangsfrequenz speichern

Bit 05 = „0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz (in Hz) wird gespeichert. Die gespeicherte Ausgangsfrequenz kann dann nur an den Digitaleingängen (Par. 5-10 *Terminal 18 Digital Input* bis Par. 5-15 *Terminal 33 Digital Input*), programmiert für *Drehzahl auf* und *Drehzahl ab*, geändert werden.



**ACHTUNG!**

Ist Ausgangsfrequenz speichern aktiv, kann der Frequenzumrichter nur gestoppt werden durch Auswahl von:

- Bit 03, Motorfreilaufstopp
- Bit 02, DC-Bremse
- Digitaleingang (Par. 5-10 *Terminal 18 Digital Input* bis Par. 5-15 *Terminal 33 Digital Input*) programmiert auf *DC-Bremse*, *Motorfreilauf* oder *Motorfreilauf/Reset*.

Bit 06, Rampenstopp/-start:

Bit 06 = „0“: Bewirkt einen Stopp, indem die Motordrehzahl über den entsprechenden Parameter Bit 06 = „1“ für Rampenzeit Ab bis zum Stopp reduziert wird. Ermöglicht es dem Frequenzumrichter, den Motor zu starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.



**ACHTUNG!**

Die Auswahl in Par. 8-53 *Start Select* bestimmt, wie Bit 06 Rampenstopp/-start mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 07, Reset: Bit 07 = „0“: Kein Reset. Bit 07 = „1“: Reset einer Abschaltung. Reset wird auf der ansteigenden Signalfanke aktiviert, d. h., beim Übergang von logisch „0“ zu logisch „1“.

Bit 08, Jog:

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

Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2:

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

Bit 10, Daten nicht gültig/Daten gültig:

Teilt dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort benutzt oder ignoriert wird. Bit 10 = „0“: Das Steuerwort wird ignoriert. Bit 10 = „1“: Das Steuerwort wird benutzt. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Sie können also das Steuerwort deaktivieren, wenn es beim Aktualisieren oder Lesen von Parametern nicht benutzt werden soll.

Bit 11, Relais 01:

Bit 11 = „0“: Relais nicht aktiviert. Bit 11 = „1“: Relais 01 ist aktiviert, vorausgesetzt in Par. 5-40 *Function Relay* wurde *Steuerwort Bit 11* gewählt.

Bit 12, Relais 04:

Bit 12 = „0“: Relais 04 ist nicht aktiviert. Bit 12 = „1“: Relais 04 ist aktiviert, vorausgesetzt in Par. 5-40 *Function Relay* wurde *Steuerwort Bit 12* gewählt.

**Bit 13/14, Parametersatzauswahl:**

Mit Bit 13 und 14 können die vier Parametersätze entsprechend der folgenden Tabelle gewählt werden:

Parametersatz	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in Par. 0-10 *Active Set-up* gewählt ist.

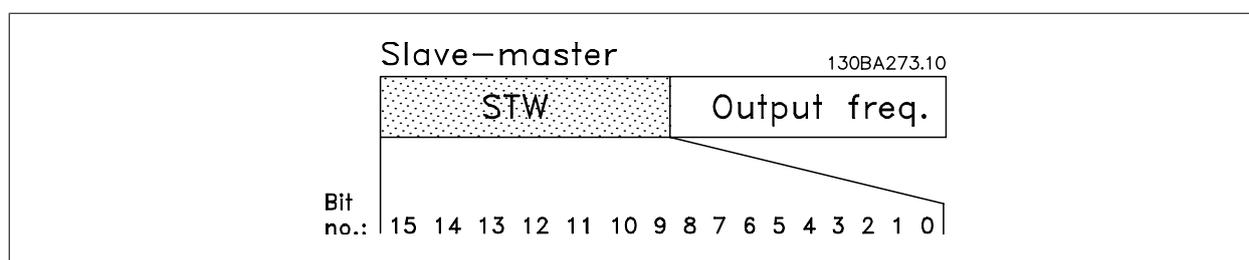


**ACHTUNG!**  
Die Auswahl in Par. 8-55 *Set-up Select* bestimmt, wie Bit 13/14 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

**Bit 15 Reversierung:**

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung. Bit 15 = „1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist Reversierung in Par. 8-54 *Reversing Select* auf Klemme eingestellt. Bit 15 bewirkt eine Reversierung nur dann, wenn entweder Bus, Bus und Klemme oder Bus oder Klemme gewählt ist.

**7.11.2 Zustandswort gemäß FC-Profil (ZSW) (Par. 8-10 *Control Profile* = FC-Profil)**



Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Regler nicht bereit	Regler bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	Kein Fehler	Fehler (keine Abschaltung)
05	Reserviert	-
06	Kein Fehler	Abschaltblockierung
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Kein Betrieb	Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, autom. Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

**Erklärung der Zustandsbits**

**Bit 00, Regler nicht bereit/bereit:**

Bit 00 = „0“: Der Frequenzumrichter ist nicht bereit. Bit 00 = „1“: Regler des Frequenzumrichters bereit, aber möglicherweise keine Versorgung zum Leistungsteil (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

**Bit 01, FU bereit:**

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

**Bit 02, Motorfreilauf:**

Bit 02 = „0“: Der Frequenzumrichter führt einen Motorfreilauf aus. Bit 02 = „1“: Der Motor läuft an, wenn die entsprechenden Startsignale gegeben werden.

**Bit 03, Kein Fehler/Abschaltung:**

Bit 03 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Um den Fehler zurückzusetzen, muss ein [Reset] ausgeführt werden.

Bit 04, Kein Fehler/Fehler (keine Abschaltung):

Bit 04 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 04 = „1“: Der Frequenzumrichter meldet einen Fehler, aber schaltet nicht ab.

Bit 05, Nicht benutzt:

Bit 05 wird im Zustandswort nicht benutzt.

Bit 06, Kein Fehler/Abschaltblockierung:

Bit 06 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 06 = „1“: Der Frequenzumrichter ist abgeschaltet und blockiert.

Bit 07, Keine Warnung/Warnung:

Bit 07 = „0“: Es liegen keine Warnungen vor. Bit 07 = „1“: Eine Warnung liegt vor.

Bit 08, Drehzahl ≠ Sollwert/Drehzahl = Sollwert:

Bit 08 = „0“: Der Motor läuft, die aktuelle Drehzahl entspricht aber nicht dem voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. bei der Rampe auf/ab der Fall sein. Bit 08 = „1“: Die aktuelle Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ortbetrieb/Bussteuerung:

Bit 09 = „0“: Es wurde die [STOP/RESET]-Taste an der Bedieneinheit betätigt oder auf *Ort-Betrieb* in Par. 3-13 *Reference Site* umgestellt. Es ist nicht möglich, den Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle zu starten. Bit 09 = „1“ Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle oder Klemmen gesteuert werden.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten:

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den in Par. 4-11 *Motor Speed Low Limit [RPM]* bzw. Par. 4-13 *Motor Speed High Limit [RPM]* eingestellten Wert erreicht. Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz befindet sich innerhalb der festgelegten Grenzwerte.

Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb:

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft nicht. Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal bzw. die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

Bit 12, FU OK/gestoppt, autom. Start:

Bit 12 = „0“: Es liegt keine vorübergehende Übertemperatur des Wechselrichters vor. Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter stoppt wegen Übertemperatur, aber das Gerät schaltet nicht ab, und nimmt den Betrieb wieder auf, wenn keine Übertemperatur mehr vorliegt.

Bit 13, Spannung OK/Grenze überschritten:

Bit 13 = „0“: Es liegen keine Spannungswarnungen vor. Bit 13 = „1“: Die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters ist zu hoch bzw. zu niedrig.

Bit 14, Moment OK/Grenze überschritten:

Bit 14 = „0“: Der Motorstrom ist geringer als die in Par. 4-18 *Current Limit* gewählte Stromgrenze. Bit 14 = „1“: Die Momentgrenze in Par. 4-18 *Current Limit* ist überschritten.

Bit 15, Timer OK/Grenze überschritten:

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

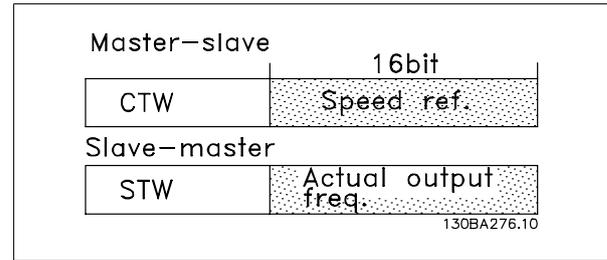


**ACHTUNG!**

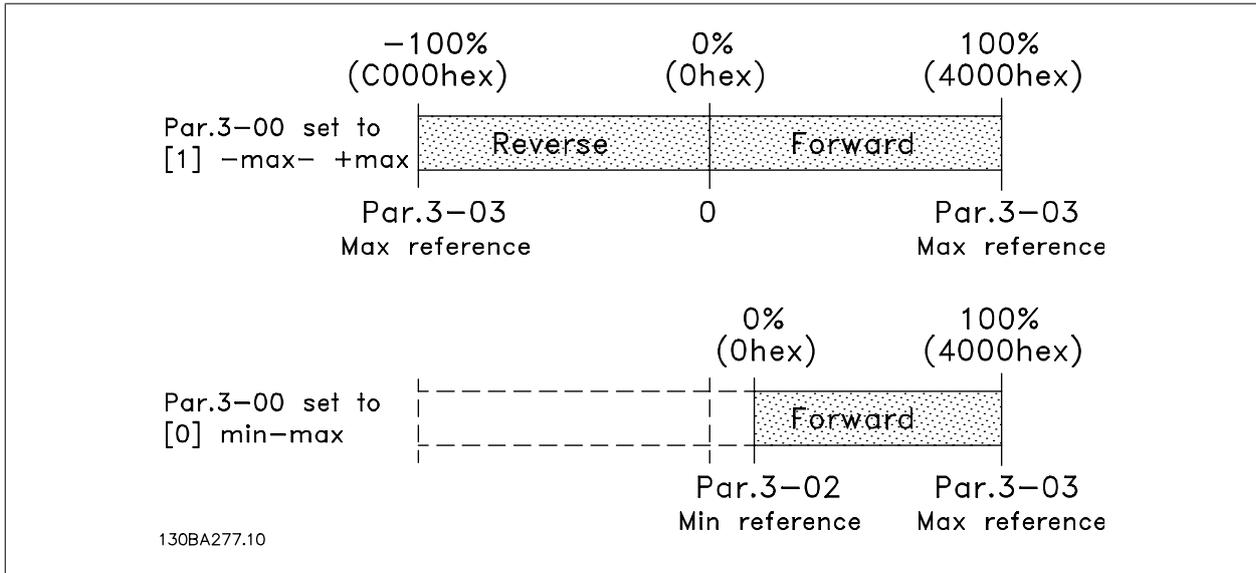
Alle Bit im ZSW werden auf „0“ gesetzt, wenn die Verbindung zwischen der Interbus-Option und dem Frequenzumrichter verloren geht oder ein internes Kommunikationsproblem auftritt.

### 7.11.3 Bus (Drehzahl) Sollwert

Der Sollwert für die Drehzahl wird an den Frequenzumwandler als Relativwert in % übermittelt. Der Wert wird in Form eines 16-Bit-Wortes übermittelt. In Ganzzahlen (0-32767) entspricht der Wert 16384 (4000 Hex) 100 %. Negative Werte werden über Zweier-Komplement formatiert. Die aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW) wird auf gleiche Weise wie der Bussollwert skaliert.



Der Sollwert und HIW werden wie folgt skaliert:





## 8 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, müssen aber nicht unbedingt kritisch sein.

Bei einem Alarm hat der Frequenzumrichter abgeschaltet. Alarme müssen zur Wiederaufnahme des Betriebs durch Beseitigung der Ursache quittiert werden.

### Dies kann auf vier Arten geschehen:

1. Mit der Bedientaste [RESET] an der LCP Bedieneinheit.
2. Über einen Digitaleingang mit der „Reset“-Funktion.
3. Über serielle Kommunikation/optionalen Feldbus.
4. Durch automatisches Quittieren über die [Auto Reset]-Funktion, eine Werkseinstellung für VLT AQUA Drive. Siehe dazu Par. 14-20 *Reset Mode* im **Programmierungshandbuch VLT AQUA Drive**.



### ACHTUNG!

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 auf der nächsten Seite).

Alarme mit Abschaltblockierung bieten einen zusätzlichen Schutz, d. h., es muss vor der Quittierung die Netzversorgung abgeschaltet werden. 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 Par. 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, bedeutet dies, dass entweder vor einem Alarm eine Warnung erfolgt oder dass Sie festlegen können, ob für einen bestimmten Fehler eine Warnung oder ein Alarm ausgegeben wird.

Dies ist z. B. in Par. 1-90 *Motor Thermal Protection* möglich. Nach einem Alarm/einer Abschaltung bleibt der Motor im Freilauf, und Alarm und Warnung blinken am Frequenzumrichter. Nachdem das Problem behoben wurde, blinkt nur noch der Alarm.

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/Abschaltung	Alarm/Abschaltblockierung	Zugehöriger Parameter
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	Motor Thermistor	(X)	(X)		1-90
12	Drehmomentgrenze	X	X		
13	Überstrom	X	X	X	
14	Erdschluss	X	X	X	
15	Inkompatible Hardware		X	X	
16	Kurzschluss		X	X	
17	Steuerwort-Timeout	(X)	(X)		8-04
23	Interne Lüfter	X			
24	Externe Lüfter	X			14-53
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	Umrücker 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 Frequenzgrenze	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	Versorgung Leistungsteil		X	X	
47	24-V-Versorgung - Fehler	X	X	X	
48	1,8-V-Versorgung - Fehler		X	X	
49	Drehzahlgrenze	X			
50	AMA-Kalibrierungsfehler		X		
51	AMA-Motordaten $U_{nom}$ und $I_{nom}$ überprüfen		X		
52	AMA $I_{nom}$ niedrig		X		
53	AMA Motor zu groß		X		
54	AMA Motor zu klein		X		
55	AMA-Daten außerhalb des Bereichs		X		
56	AMA Abbruch		X		
57	AMA-Timeout		X		
58	AMA - Interner Fehler	X	X		
59	Stromgrenze	X			
60	Ext. Verriegelung	X			
62	Ausgangsfrequenz Grenze	X			
64	Motorspannung Grenze	X			
65	Steuerkarte Übertemperatur	X	X	X	
66	Temperatur zu niedrig	X			
67	Optionen neu		X		
68	Sicherer Stopp		X <sup>1)</sup>		
69	Leistungsteil Übertemp.		X	X	
70	Ungültige FC-Konfiguration			X	
71	PTC 1 Sicherer Stopp	X	X <sup>1)</sup>		
72	Gefährlicher Fehler			X <sup>1)</sup>	
73	Sicherer Stopp Autom. Wiederanlauf				
79	Ung. LG-Konfig.		X	X	
80	Initialisiert		X		
91	Falsche Einstellungen für Analogeingang 54			X	
92	K. Durchfluss	X	X		22-2*
93	Trockenlauf	X	X		22-2*
94	Kennlinienende	X	X		22-5*
95	Riemenbruch	X	X		22-6*
96	Startverzög.	X			22-7*
97	Stoppverzög.	X			22-7*
98	Uhr Fehler	X			0-7*

Tabelle 8.1: Alarm-/Warncodeliste

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/Abschaltung	Alarm/Abschaltblockierung	Zugehöriger Parameter
220	Überlastfehler		X		
243	Bremse IGBT	X	X		
244	Kühlkörpertemp.	X	X	X	
245	Kühlkörpergeber		X	X	
246	Versorgung Leistungsteil		X	X	
247	Leistungsteil Übertemp.		X	X	
248	Ung. LG-Konfig.		X	X	
250	Neues Ersatzteil			X	
251	Typencode neu		X	X	

Tabelle 8.2: Alarm-/Warnodelist

(X) Parameterabhängig

1) Kann nicht automatisch quitiert werden über Par. 14-20 *Reset Mode*

Bei einem Alarm folgt eine Abschaltung. Die Abschaltung führt zum Motorfreilauf und kann durch Drücken der Reset-Taste oder durch einen Reset über Digitaleingang (Par. 5-1\* [1]) quitiert werden. Das ursprüngliche Ereignis, das den Alarm hervorgerufen hat, kann den Frequenzumrichter nicht beschädigen oder gefährliche Bedingungen schaffen. Bei einem Alarm tritt die Abschaltblockierung in Kraft, die ggf. den Frequenzumrichter oder angeschlossene Teile beschädigen kann. Eine Abschaltblockierung kann nur durch Aus- und Einschalten des Frequenzumrichters quitiert werden.

LED-Anzeige	
Warnung	gelb
Alarm	blinkt ROT
Abschaltblockierung	gelb und rot

Alarmwort und erweitertes Zustandswort					
Bit	Hex	Dez	Alarmwort	Warnwort	Erweitertes Zustandswort
0	00000001	1	Bremstest	Bremstest	Rampe
1	00000002	2	Leistungsteil Übertemp.	Leistungsteil Übertemp.	AMA läuft...
2	00000004	4	Erdschluss	Erdschluss	Start Rechts-/Linkslauf
3	00000008	8	Steuer.Temp.	Steuer.Temp.	Freq.korr. Ab
4	00000010	16	STW- Timeout	STW- Timeout	Freq.korr. Auf
5	00000020	32	Überstrom	Überstrom	Istwert hoch
6	00000040	64	Moment.grenze	Moment.grenze	Istwert niedrig
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. niedr.
11	00000800	2048	DC-Übersp.	DC-Übersp.	Bremstest i.O.
12	00001000	4096	Kurzschluss	DC-niedrig	Max. Bremsung
13	00002000	8192	Inrush-Fehler	DC-hoch	Bremsung
14	00004000	16384	Netzunsymm. Verlust	Netzunsymm. Verlust	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	Bremswiderstand	
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	24V Fehler	24V Fehler	
24	01000000	16777216	Netzausfall	Netzausfall	
25	02000000	33554432	1,8V Fehler	Stromgrenze	
26	04000000	67108864	Bremswiderstand	Temp. niedrig	
27	08000000	134217728	Bremse IGBT	Motorspannung Grenze	
28	10000000	268435456	Optionen neu	Reserviert	
29	20000000	536870912	FU Initialisiert	Reserviert	
30	40000000	1073741824	Sicherer Stopp	Reserviert	

Tabelle 8.3: Beschreibung des Alarmworts, Warnworts und erweiterten Zustandsworts

Die Alarmworte, Warnworte und erweiterten Zustandsworte können über seriellen Bus oder optionalen Feldbus zur Diagnose ausgelesen werden. Siehe auch Par. 16-90 *Alarm Word*, Par. 16-92 *Warning Word* und Par. 16-94 *Ext. Status Word*.

## Index

"	
„jog“	7
<b>0</b>	
0 - 10 Vdc	75
0-20 Ma	75
<b>2</b>	
24 V Dc-spannungsversorgung	92
<b>4</b>	
4-20 Ma	75
<b>6</b>	
60 Avm	62
<b>A</b>	
Abgeschirmt	138
Abgesicherte 30 A-klemmen	92
Abgestrahlte Störaussendung	31
Abkürzungen	7
Abmessungen	111, 113
Abmessungen – High Power	112
Abnahmeprüfung Des Sicheren Stopps	155
Abschirmblech	127
Abschirmung Von Kabeln	129
Abschirmung Von Kabeln:	140
Abzweigschutz	129
Aggressive Umgebungen	16
Alarm- Und Warmmeldungen	201
Alarm-/warncodeliste	202
Allgemeine Aspekte	118
Allgemeine Aspekte Von Emv-emissionen	29
Allgemeine Beschreibung	77
Allgemeine Emissionsaspekte Von Oberwellenströmen	32
Allgemeine Warnung	6
Aluminiumleiter	129
Amortisation	19
Analogausgänge	53
Analogausgänge - Klemme X30/5+8	70
Analoge Spannungseingänge - Klemme X30/10-12	70
Analog-e/a-auswahl	75
Analog-e/a-option Mcb 109	75
Analog-e/a-option Opcao	75
Analogeingänge	9, 53
Analogeingängen	8
Anschluss Des Motorkabels	127
Anstiegszeit	57
Anwendungen Mit Konstantem Drehmoment (ct-modus)	66
Anwendungen Mit Variablem (quadratischem) Drehmoment	66
Ausbrechen Von Zusätzlichen Öffnungen Für Kabeldurchführungen	124
Ausgänge Für Stellglieder	75
Ausgangsfiler	83
Ausgangsfrequenz Speichern	7, 196
Ausgangsleistung (u, V, W)	52
Ausgleichskabels	163
Auspacken	115
Außeninstallation/ Nema 3r-einbausatz Für Rittal-	86
Automatische Anpassungen Zur Sicherstellung Der Leistung	67
Automatische Motoranpassung	166
Automatische Motoranpassung (ama)	153

Awg	43
<b>B</b>	
Batteriepufferung Der Uhrfunktion	75
Begriffsdefinitionen	7
Beispiel Der Pid-regelung	27
Benötigte Werkzeuge:	88
Bessere Regelung	20
Bestellinformationen	85
Bestellnummern	95
Bestellnummern: Bremswiderstände	106
Bestellnummern: Du/dt-filter, 380-480 Vac	104
Bestellnummern: Oberwellenfilter	100
Bestellnummern: Optionen Und Zubehör	99
Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 Vac	102
Bodenmontage	89
Bremsfunktion	37
Bremsleistung	9, 37
Bremswiderstand	36
Bremswiderstände	79
<b>C</b>	
Ce-kennzeichnung	15
<b>D</b>	
Datenbank-fehlercodes	188
Dc-brems	195
Der Klare Vorteil: Energieeinsparung	18
Devicenet	99
Die Ama	166
Die Emv-richtlinie (89/336/ewg)	15
Digitalausgang	54
Digitalausgänge - Klemme X30/5-7	70
Digitaleingänge - Klemme X30/1-4	70
Digitaleingänge:	53
Drahtzugang	118
Drehmomentkennlinie	52
Drehrichtung Des Motors	157
Drehzahlgrenze Und Rampenzeit Einstellen	154
Drehzahlsteuerung	77
Drive-konfigurator	95
Du/dt-filter	83
Du/dt-filter, 525-600/690 Vac	105
<b>E</b>	
E/as Für Sollwerteingänge	75
Echtzeituhr (rtc)	76
Einbausatz Für Schalttafel-/schaltschrankanbringung,	99
Einen Pc An Den Vlt Aqua Drive Anschließen	158
Einfachen Kaskadenregler	77
Einfaches Anschlussbeispiel	136
Eingangsfiler	82
Eingangsoption	90
Elektrische Installation	129, 137
Elektrische Installation - Emv-schutzmaßnahmen	160
Emissionsanforderungen	30
Emissionsanforderungen Für Oberwellenströme	32
Empfang Des Frequenzumrichters	115
Emv-prüfergebnisse	31
Emv-richtlinie 89/336/ewg	16
Energieeinsparungen	19
Entsorgungshinweise	14
Erdableitstrom	35, 160
Erdanschluss	125
Erdung	163

Erdung Abgeschirmter Steuerkabel	163
Erfolgreiche Ama	153
Erste Inbetriebnahme Und Test	152
Erweiterter Kaskadenregler Mco 101 Und Erweiterter Kaskadenregler Mco 102	77
Ethernet Ip	100
Etr	156
Externe 24 V Dc-versorgung	73
Externe 24 V-stromversorgung Mcb 107 (option D)	73
Externe Lüfterversorgung	150
Externe Temperaturüberwachung	93
Extreme Betriebsbedingungen	37
<b>F</b>	
Fc-profil	195
Fehlerstromschutzschalter	35, 163
Fehlgeschlagene Ama	153
Fi-schutzschalter (fehlerstromschutzschalter)	92
Folgeantrieb	77
Freilaufbefehl	197
Freiraum	118
Frequenzumrichtereinstellungen Laden:	159
Frequenzumrichtereinstellungen Speichern:	159
Funktion „sicherer Stopp“ (optional)	40
<b>G</b>	
Gebäudemanagementsystem	75
Gebereingänge	75
Gefahren Durch Elektrischen Schlag	35
<b>H</b>	
Halteregister Lesen (03 Hex)	193
Handsteuerung (hand On) Und Fernbetrieb (auto On)	23
Heben	116
Heizgeräte Und Thermostat	91
<b>I</b>	
Iec Not-aus Mit Pilz-sicherheitsrelais	92
Index (ind)	180
Installation In Großen Höhenlagen	13
Installation Von Lüftungs-einbausätzen In Rittal-	84
Ip21 4x Top/nema1-option	99
Ip21/nema 1-gehäuseabdeckung	81
Ip21/nema 1-gehäuseabdeckungen	81
Ip21/nema 1-option	99
Isolationsprüfung	160
Isolationswiderstand-überwachungsgerät	92
<b>J</b>	
Jog	196
<b>K</b>	
Kabel	139
Kabelbügel	163
Kabellänge Und -querschnitt	129
Kabellänge Und -querschnitt:	140
Kabellängen Und -querschnitte	52
Kaskadenregleroption	77
Kaskadenregleroptionskarte	77
Keine Ul-konformität	129
Klemme 37	40
Klemmen Für Steuerkabel	135
Klemmenblöcke	99
Korrektur Des Leistungsfaktors	20
Korrektur Des Leistungsfaktors Cos $\Phi$	20

Kühlkörper	99
Kühlung	66, 119
Kurzschlusschutz	129

## L

Lc-filter	140
Lcp	7, 10, 23
Lcp 101	99
Lcp-feinbausatz	99
Lcp-kabel	99
Leistungsanschlüsse	139
Leistungsfaktor	11
Leistungsreduzierung Bei Installation Langer Motorkabel Oder Bei Kabeln Mit Größerem Querschnitt	67
Leistungsreduzierung Beim Betrieb Mit Niedriger Drehzahl	66
Leistungsreduzierung Wegen Erhöhter Umgebungstemperatur	62
Leistungsreduzierung Wegen Niedrigem Luftdruck	65
Leitungsgebundene Störemission	31
Lieferumfang Des Bausatzes	85
Lüfter A2	100
Lüfter A3	100
Lüfter A5	100
Lüfter B1	100
Lüfter B2	100
Lüfter B3	100
Lüfter B4	100
Lüfter C1	100
Lüfter C2	100
Lüfter C3	100
Lüfter C4	100
Luftfeuchtigkeit	16
Luftströmung	119
Lüftungsbaugruppe	119
Lüftungs-einbausätze	84

## M

Manuelle Motorstarter	92
Manuelle Pid-einstellung	29
Maschinenrichtlinie (98/37/ewg)	15
Master	77
Mca 101	99
Mca 104	99
Mca 108	99
Mcb 101	99
Mcb 105	99
Mcb 107	99
Mcb 109	99
Mcb 114	99
Mcf 103	99
Mcf 110 Schaltschrankeinbausatz	99
Mco 101	99
Mco 102	99
Mct 10	159
Mct 10 Set-up Software	158
Mct 31	159
Mechanische Befestigung	114
Mechanische Installation	109
Mehrzonensteuerung	75
Montage Auf Sockel	88
Montage Des Abschirmblechs	127
Montage Einer Netzabschirmung Für Frequenzrichter	91
Montage Vor Ort	114
Montagezubehör A2	100
Montagezubehör A3	100
Montagezubehör A5	100
Montagezubehör B1	100
Montagezubehör B2	100
Montagezubehör B3	100

Montagezubehör B4	100
Montagezubehör C1	100
Montagezubehör C2	100
Montagezubehör C3	100
Montagezubehör C4	100
Montagezubehör Steuerklemmen	100
Motorausgang	52
Motordrehrichtung	157
Motorfreilauf	7, 196
Motorkabel	128, 160
Motornennndrehzahl	8
Motorparameter	166
Motorphasen	37
Motorschutz	52
Motorspannung	57
Motor-typenschild	152
Motor-überlastschutz	156

## N

Namur	91
Nebeneinander	114
Netzanschluss	125
Netzanschlussstecker	125
Netztrennschalter	151
Netzversorgung	11, 43, 49, 50
Netzversorgung (1L, L2, L3)	52
Netzversorgung 1 X 200 - 240 Vac	42
Netzwerkanschluss	173
Ni1000-temperaturfühler	75
Niederspannungsrichtlinie (73/23/ewg)	15

## O

Oberseite	99
Oberwellenfilter	100

## Ö

Öffentliche Versorgungsnetz	32
-----------------------------	----

## O

Optimierung Des Pid-reglers	29
Option Mcb 105	71

## P

Parallelschaltung Von Motoren	156
Parameternummer (pnu)	180
Parameterwerte	189
Pc-softwaretools	158
Pelv - Protective Extra Low Voltage (schutzkleinspannung)	34
Planung Des Installationsortes	115
Potentiometer-sollwert	166
Prinzipschaltbild	75
Profibus	99
Profibus Dp-v1	159
Profibus Montagezubehör	99
Profibus Sub-d 9	99
Programmierreihenfolge	28
Proportionalitätsgesetze	19

## -

-protokoll	175
------------	-----

## P

Prüfergebnisse Für Oberwellenströme (emission)	33
--	----

Pt1000-temperaturfühler	75
Puls Start/stopp	165
Puls-/drehgebereingänge	54
Pulsbreitenmodulation	62
Pumpen Mit Konstanter Drehzahl	77
Pumpen Mit Variabler Drehzahl	77
Pumpenzuschaltung Mit Führungspumpen-wechsel	170

## R

Rcd	10, 35
Rechtsdrehendes Feld	157
Relaisausgänge	54, 155
Relaisoption Mcb 105	71
Rs 485-busanschluss	157
Rs485	173
Rückseitige Kühlung	119

## S

Schaltbild Für Den Führungspumpen-wechsel	172
Schalter S201, S202 Und S801	138
Schaltschrankoptionen Für Baugröße F	1
Schirmbügel	160
Schutz	16, 34
Schutz Und Funktionen	51
Schutzerdung	160
Serielle Kommunikation	55, 163
Serielle Schnittstelle	8
Sfavm	62
Sicherer Stopp Installieren	154
Sicherheitshinweis	13
Sicherheitshinweise Für Mechanische Installation	114
Sicherheitsvorschriften	13
Sicherungen	129, 139
Sicherungstabellen	132
Sinusfilter	83, 127
Sinusfilter, 525-600/690 Vac	103
Smart Logic Control	166
Sockelaufstellung	89
Softstarter	21
Software-version Und Zulassungen	14
Software-versionen	100
Sollwertverarbeitung	26
Spannungsbereich	53
Spitzenspannung Am Motor	57
Sps	163
Start/stopp	165
Stator Frequency Asynchron Vector Modulation	62
Stern-/dreieckstarter	21
Steuerkabel	137, 138, 160
Steuerkabellänge	137
Steuerkarte Vlt Aqua Drive	100
Steuerkarte, 10 V Dc-ausgang	54
Steuerkarte, 24 V Dc	54
Steuerkarte, Rs 485, Serielle Schnittstelle:	52
Steuerkarte, Usb Serielle Kommunikation	55
Steuerkartenleistung	55
Steuerklemmen	134
Steuerungsaufbau Bei Regelung Ohne Rückführung	22
Steuerungsaufbau Mit Rückführung	24
Steuerungseigenschaften	54
Steuerwort	195
Störfestigkeitsanforderungen	34
Störgeräusche	57
Stufenlose Regelung Des Durchflusses Oder Des Drucks	20
Systemstatus Und Betrieb	170

**T**

Taktfrequenz	129
Taktfrequenz:	140
Telegrammlänge (lge)	177
Thermischen Motorschutz	198
Thermischer Motorschutz	38, 157
Thermistor	10
Trägheitsmoment	37
Tropfschutzinstallation	123
Typencode	96
Typencode High Power	97
Typenschild	152
Typenschilddaten	152

**Ü**

Überstromschutz	129
-----------------	-----

**U**

Ul-sicherungen 200-240 V	131
Umgebung	55
Urheberrechte, Haftungsbeschränkungen Und Änderungsvorbehalte	5
Usb-anschluss	134
Usb-kabel	99

**V**

Variierenden Durchfluss Über Ein Jahr	19
Verfügbare Literatur Für Vlt® Aqua Drive	6
Verkabelung Des Bremswiderstands	37
Verschraubung/kabeleinführung - Ip21 (nema 1) Und Ip54 (nema 12)	120
Verwendung Emv-gemäßer Kabel	162
Vibrationen Und Erschütterungen	17
Vom Vlt Aqua Unterstützte Datentypen	181
Von Modbus Rtu Unterstützte Funktionscodes	187
Vorsicht	14
Vvcplus	11

**W**

Warnung Vor Unerwartetem Anlauf	13
Was Ist Unter Dem Ce-zeichen Zu Verstehen?	15
Was Unter Die Richtlinien Fällt	15
Wirkungsgrad	56

**Z**

Zugang Zu Den Steuerklemmen	134
Zustandswort	197
Zwischenkreis	37, 57
Zwischenkreisanschluss	99