

Inhaltsverzeichnis

1 Lesen des Projektierungshandbuchs	3
Urheberrechte, Haftungsbeschränkungen und Änderungsvorbehalte	3
Zulassungen	4
Symbole	5
Abkürzungen	5
Begriffsdefinitionen	6
2 Einführung in VLT HVAC Drive	11
Sicherheit	11
CE-Zeichen	13
Aggressive Umgebungsbedingungen	14
Vibrationen und Erschütterungen	15
Sicherer Stopp	15
Steuerungsaufbau	32
Allgemeine EMV-Aspekte	39
Galvanische Trennung (PELV)	43
PELV - Protective Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung)	43
Erdableitstrom	44
Bremsfunktion	45
Extreme Betriebsbedingungen	47
3 VLT HVAC Drive Auswahl	51
Optionen und Zubehör	51
Schaltschrankoptionen für Baugröße F	59
4 Bestellen	65
Bestellnummern	69
5 Installieren	79
Abmessungen	81
Heben	86
Elektrische Installation	88
Elektrische Installation und Steuerkabel	89
Erste Inbetriebnahme und Test	105
Zusätzliche Verbindungen	107
Installation sonstiger Verbindungen	112
Sicherheit	114
EMV-gerechte Installation	115
Fehlerstromschutzschalter	119
6 Anwendungsbeispiele	121

Start/Stopp	121
Puls-Start/Stopp	121
Potentiometer-Sollwert	122
Automatische Motoranpassung (AMA)	122
Smart Logic Control	122
Programmierung des Smart Logic Controller	122
SLC - Anwendungsbeispiel	123
Einfacher Kaskadenregler	124
Pumpenzuschaltung mit Führungspumpen-Wechsel	125
Systemstatus und Betrieb	126
Schaltbild Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl	126
Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel	126
Schaltbild für Kaskadenregler	127
Start/Stopp-Bedingungen	127
7 Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	129
Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	129
Übersicht zum FC-Protokoll	131
Netzwerkconfiguration	132
Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll	132
Beispiele	137
Übersicht zu Modbus RTU	138
Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke	139
Zugriff auf Parameter	144
Beispiele	145
Danfoss FC-Steuerprofil	151
8 Allgemeine technische Daten/Fehlersuche und -behebung	157
Allgemeine technische Daten	157
Allgemeine technische Daten	171
Wirkungsgrad	175
Störgeräusche	176
Spitzenspannung am Motor	176
Besondere Betriebsbedingungen	181
Alarm- und Zustandsmeldungen	183
Alarm- und Warnmeldungen	183
Alarmwörter	187
Warnwort	188
Erweiterte Zustandswörter	189
Fehlermeldungen	190
Index	196

1 Lesen des Projektierungshandbuchs**1**

VLT HVAC Drive FC 100 Serie Software-Version: 3.2.x



Dieses Handbuch beschreibt die VLT HVAC Drive Frequenzumrichter
ab Software-Version 3.2.x.
Die Nummer der Software-Version finden Sie in
Par. 15-43 *Softwareversion*.

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.

Danfoss übernimmt keine Gewährleistung dafür, dass die nach den im vorliegenden 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

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

1.1.2 Weitere Literatur für VLT HVAC Drive

- Das Produkthandbuch MG.11.AX.YY liefert die erforderlichen Informationen für die Inbetriebnahme und den Betrieb des Frequenzumrichter-Antriebs.
- Produkthandbuch VLT HVAC Drive High Power, MG.11.FX.YY
- Das Projektierungshandbuch MG.11.BX.YY enthält alle technischen Informationen zum FrequenzumrichterAntrieb sowie Informationen zur kundenspezifischen Anpassung und Anwendung.
- Das Programmierungshandbuch MG.11.CX.YY enthält Informationen über die Programmierung und vollständige Parameterbeschreibungen.
- Montageanleitung, Analog-E/A-Option MCB109, MI.38.BX.YY
- Anwendungshinweis, Anleitung zur Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur, MN.11.AX.YY
- Mit dem PC-basierten Konfigurationstool MCT 10DCT 10, MG.10.AX.YY kann der Anwender den FrequenzumrichterAntrieb über einen PC mit Windows™ konfigurieren.
- Danfoss VLT® Energy Box-Software unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions www.geelectrical.com/driveswww.trane.com/vfd
→ PC Software Download
- VLT® VLT HVAC Drive Drive Anwendungen, MG.11.TX.YY
- Produkthandbuch VLT HVAC Drive Profibus, MG.33.CX.YY.
- Produkthandbuch VLT HVAC Drive Device Net, MG.33.DX.YY
- Produkthandbuch VLT HVAC Drive BACnet, MG.11.DX.YY
- Produkthandbuch VLT HVAC Drive LonWorks, MG.11.EX.YY
- Produkthandbuch VLT HVAC Drive Metasys, MG.11.GX.YY
- Produkthandbuch VLT HVAC Drive FLN, MG.11.ZX.YY
- Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter, MG.90.NX.YY
- Projektierungshandbuch für Bremswiderstände, MG.90OX.YY

x = Versionsnummer

yy = Sprachcode

Die technische Literatur von Danfoss ist von Ihrer Danfoss-Vertretung oder auch online unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm

1.1.3 Zulassungen



1.1.4 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.

1.1.5 Abkürzungen

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

1.1.6 Begriffsdefinitionen

Frequenzumrichter:

$I_{VLT,MAX}$

Der maximale Ausgangsstrom.

$I_{VLT,N}$

Der Ausgangsnennstrom des Frequenzumrichters.

$U_{VLT,MAX}$

Die maximale Ausgangsspannung.

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, Freilaufstopp, Reset und Freilaufstopp, Schnellstopp, DC-Bremse, Stopp und die [Off]-Taste am LCP.

Gruppe 2 Start, Puls-Start, Reversierung, Start + Reversierung, Festdrehzahl JOG und Ausgangsfrequenz speichern

Motor:

f_{JOG}

Die Motorfrequenz bei aktivierter Funktion Festdrehzahl JOG (über Digitaleingänge).

f_M

Die Motorfrequenz.

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 Nenn Drehmoment (Motor).

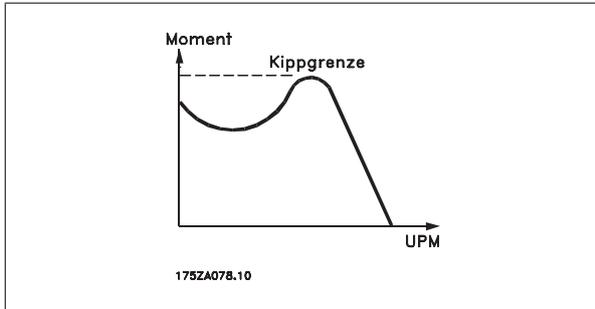
U_M

Die Momentanspannung des Motors.

U_{M,N}

Die Motornennspannung (siehe Typenschilddaten).

Losbrechmoment



η_{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:

Analogesollwert

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

Binäresollwert

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_{MAX}

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

Ref_{MIN}

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 0 % (normalerweise 0 V, 0 mA, 4 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in eingestellte minimale Sollwert. Par. 3-02 *Minimaler 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 ist ein Testalgorithmus, der die elektrischen Parameter des angeschlossenen Motors im Stillstand misst.

Bremswiderstand

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

CT-Kennlinie

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

Digitaleingänge

Digitaleingänge können zur Steuerung diverser Funktionen des Frequenzumrichters benutzt werden.

Digitalausgänge

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

DSP

Digitaler Signalprozessor.

Relaisausgänge:

Der Frequenzumrichter verfügt über zwei programmierbare Relaisausgänge.

ETR

Elektronisch thermisches Relais berechnet die thermische Belastung basierend auf aktueller Last und Zeit. Hiermit soll die Motortemperatur geschätzt werden.

LCP 102:

Grafisches LCP Bedienteil

Initialisierung

Beim Initialisieren (Par. 14-22 *Betriebsart*) 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) Keypad ist ein Bedienteil mit kompletter Benutzeroberfläche zum Steuern und Programmieren des Frequenzumrichters. Das Bedienteil Keypad ist abnehmbar und kann bis zu 3 Meter entfernt von Frequenzumrichter angebracht werden, z. B. in einer Schaltschranktür (mithilfe des optionalen Einbausatzes).

Das LCP Bedienteil ist in zwei Ausführungen erhältlich:

- 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 MCM = 0,5067 mm².

msb

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

NLCP

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

Residual Current Device (Fehlerstromschutzschalter).

Parametersatz

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

SFAVM

Steht für Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation und bezeichnet ein Schaltmuster (Par. 14-00 *Schaltmuster*).

Schlupfausgleich

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

Smart Logic Control (SLC)

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

Thermistor:

Ein temperaturabhängiger Widerstand zur Temperaturüberwachung im Frequenzrichter oder Motor.

Abschaltung

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

Abschaltblockierung

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

VT-Kennlinie

Variable Drehmomentkennlinie; wird für Pumpen- und Lüfteranwendungen verwendet.

VVC^{plus}

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet VVC^{plus} eine verbesserte Dynamik und Stabilität der Motordrehzahl in Bezug auf Änderungen des Belastungsmoments.

60° AVM

Steht für 60° Asynchroun Vector Modulation und bezeichnet ein Schaltmuster des Wechselrichters (Par. 14-00 *Schaltmuster*).

1.1.7 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 in VLT HVAC Drive

2.1 Sicherheit

2.1.1 Sicherheitshinweis



Der Frequenzumrichter steht bei Netzanschluss unter lebensgefährlicher Spannung. Unsachgemäße Installation des Motors, Frequenzumrichters oder Feldbus kann schwere Personenschäden oder sogar tödliche Verletzungen sowie Schäden am Gerät 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 dem LCP 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 Schutzterdung 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, Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* 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 Motorüberlastschutz 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-Zwischenkreis-kopplung 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



Installation in großen Höhenlagen:
 380-500 V, Baugröße A, B und C: Bei Höhenlagen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.
 380-500 V, Baugröße 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.



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.

Daher vor der Wartung die gesamte Energiezufuhr, auch fernbediente Trenner, abschalten. Ordnungsgemäße Verfahren zur Abspernung und Kennzeichnung der Energiezufuhr verwenden, um sicherzustellen, dass Spannung nicht versehentlich angelegt werden kann. Nichtbeachtung der Empfehlungen könnte zu Tod oder schweren Verletzungen führen.



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, Zwischenkreis Kopplung (Zusammenschalten eines DC-Zwischenkreises) sowie der Motoranschluss beim kinetischen Speicher ausgeschaltet sind. Weitere Sicherheitsrichtlinien enthält das Produkthandbuch.



Die Zwischenkreis Kondensatoren 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	1,1 - 3,7 kW	5,5 - 45 kW			
380 - 480	1,1 - 7,5 kW	11 - 90 kW	110 - 250 kW		315 - 1000 kW
525-600	1,1 - 7,5 kW	11 - 90 kW			
525-690		11 - 90 kW	45 - 400 kW	450 - 1400 kW	

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

2.1.2 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

2.2 CE-Zeichen

2.2.1 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:

Die 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.

2.2.2 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.

2.2.3 Danfoss -Frequenzumrichter und das CE-Zeichen

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

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 Danfossstellen wir 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-gerechte Installation. Außerdem gibt Danfoss die Normen an, denen unsere verschiedenen Produkte entsprechen.

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

2.2.4 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 sogenannte 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.

2.4.1 Aggressive Umgebungsbedingungen

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 unter aggressiven Umgebungsbedingungen bietet. Richtige Entlüftung ist dennoch für die Innenteile des Frequenzumrichters erforderlich. Wenden Sie sich für weitere Informationen an Danfoss.

2.5 Vibrationen und Erschütterungen

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

2.6 Sicherer Stopp

2.6.1 Elektrische Klemmen

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

Er ist für die Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 in EN 954-1 ausgelegt und als dafür geeignet zugelassen. Diese Funktion wird als „Sicherer Stopp“ bezeichnet. Vor der Integration und Benutzung der Funktion „Sicherer Stopp“ des Frequenzumrichters in einer Anlage muss eine gründliche Risikoanalyse der Anlage erfolgen, um zu ermitteln, ob die Funktion „Sicherer Stopp“ und die Sicherheitskategorie des Frequenzumrichters angemessen und ausreichend sind. Zur Installation und zum Gebrauch der Funktion „Sicherer Stopp“ gemäß den Anforderungen von Sicherheitskategorie 3 in EN 954-1 müssen die zugehörigen Informationen und Anweisungen des entsprechenden Projektierungshandbuchs befolgt werden! Die Informationen und Anweisungen des Produkthandbuchs reichen zum richtigen und sicheren Gebrauch der Funktion „Sicherer Stopp“ nicht aus!

2

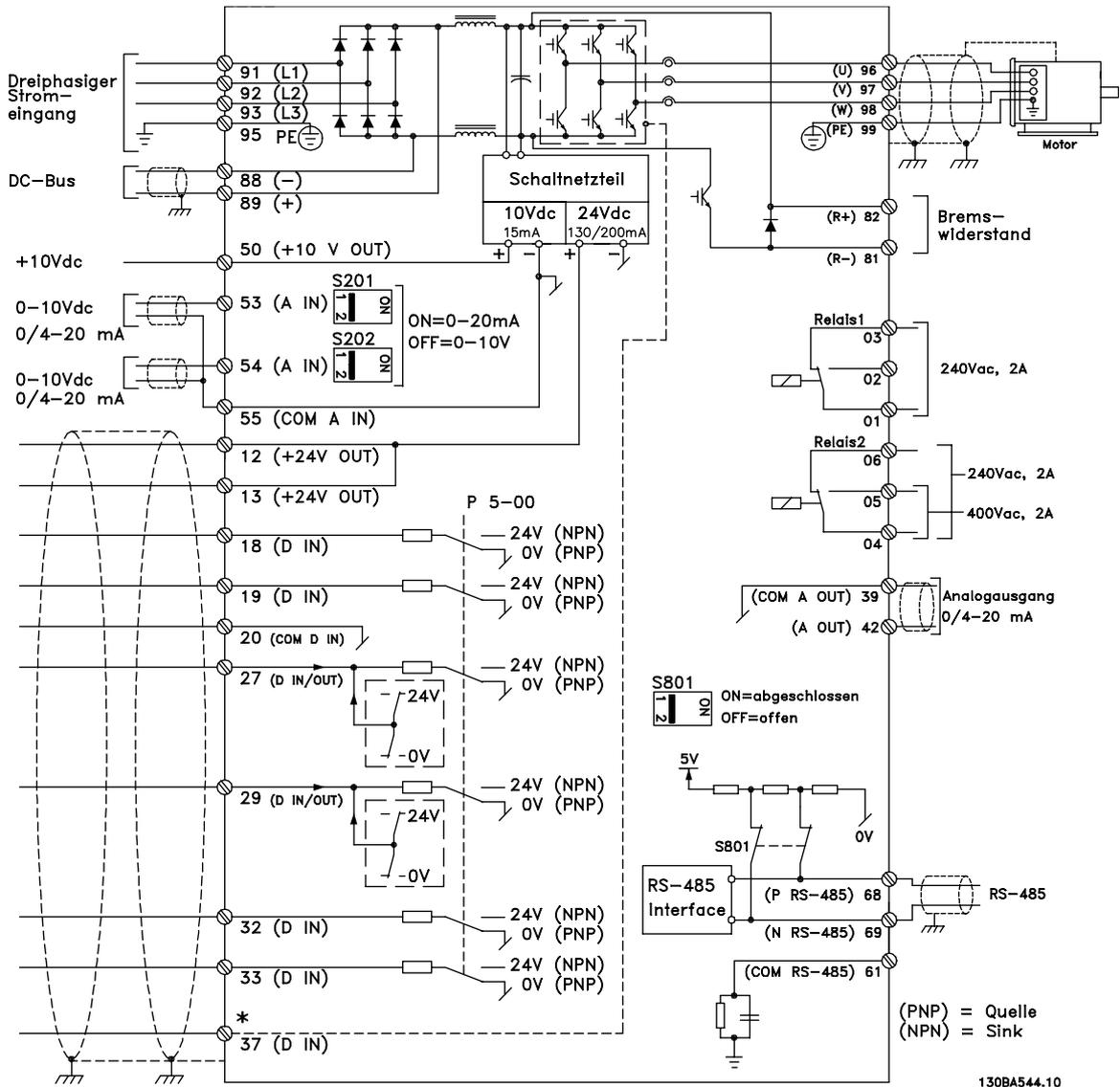


Abbildung 2.1: Elektrische Installation, Übersicht. (Klemme 37 nur für Geräte mit Funktion „Sicherer Stopp“.)

130BA544.10

Prüf- und Zertifizierungsstelle
im BG-PRÜFZERT



BGIA
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz

Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften

Translation

In any case, the German
original shall prevail.

Type Test Certificate

05 06004

No. of certificate

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

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

Ref. of customer:

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

Date of Issue:
13.04.2005

Product designation: Frequency converter with integrated safety functions

Type: VLT® Automation Drive FC 302

Intended purpose: Implementation of safety function „Safe Stop“

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

Test certificate: No.: 2003 23220 from 13.04.2005

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

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

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

130BA373.11

Head of certification body

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

Certification officer

(Dipl.-Ing. R. Apfeld)

PZB10E
01.05



Postal address:
53754 Sankt Augustin

Office:
Alte Heerstraße 111
53757 Sankt Augustin

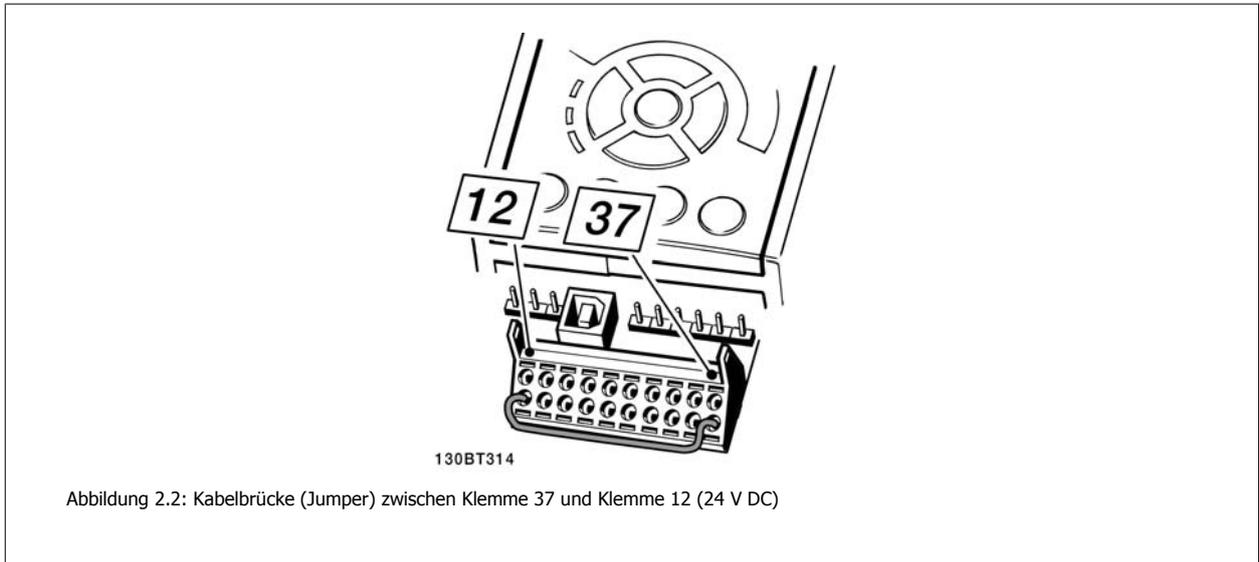
Phone: 0 22 41/2 31-02
Fax: 0 22 41/2 31-22 34



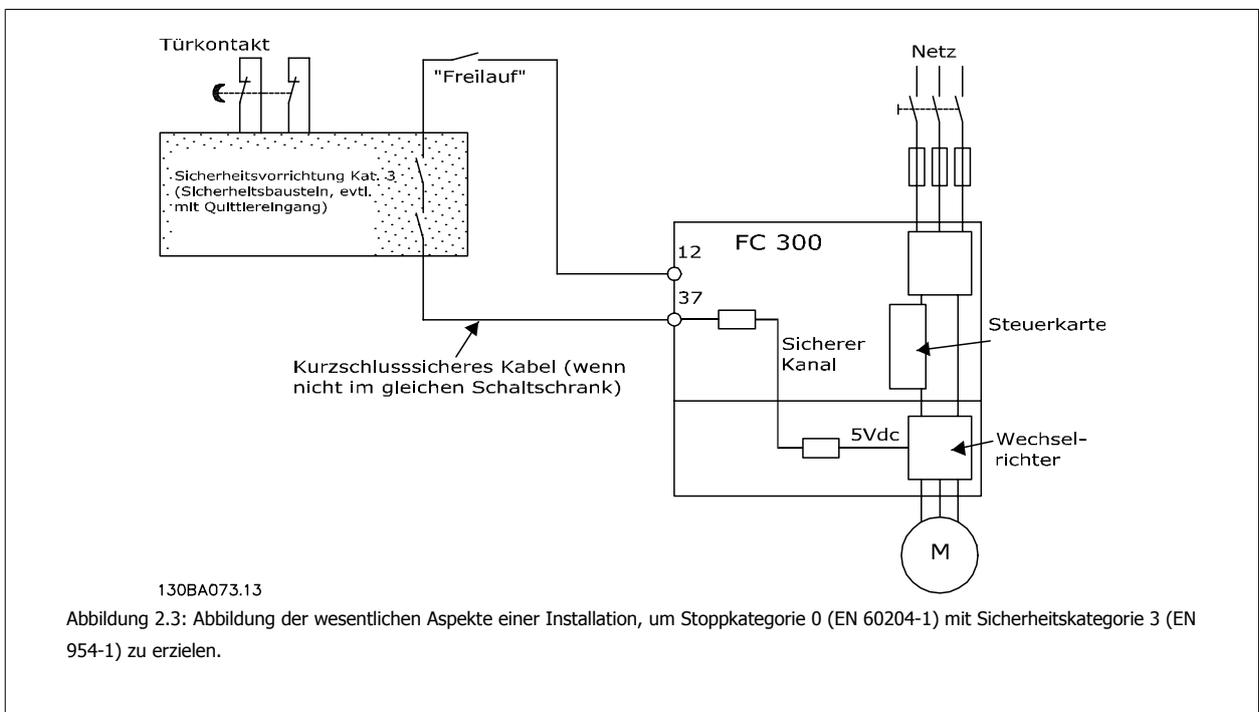
2.6.2 Installation der Funktion Sicherer Stopp

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

1. Entfernen Sie die werksseitig angebrachte Kabelbrücke zwischen Klemme 37 und Klemme 12 (24 V DC). Es reicht nicht aus, das Kabel nur durchzuschneiden oder zu unterbrechen. Es muss vollständig entfernt werden, um Fehlkontaktierung zu vermeiden. Siehe Kabelbrücke in Abbildung.
2. 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 Frequenzumrichter im selben Schaltschrank untergebracht, darf auch ein nicht abgeschirmtes Kabel verwendet werden.



Die folgende Abbildung zeigt als Beispiel eine Anwendung mit Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1). Klemme 37 wird über einen Sicherheitsbaustein (der auch Kategorie 3 nach EN 954-1 erfüllen muss) geschaltet. Der zusätzliche abgebildete „Freilaufkontakt“ ist nicht sicherheitsbezogen und erfüllt nicht Kategorie 3 nach EN 954-1.



2.7 Vorteile

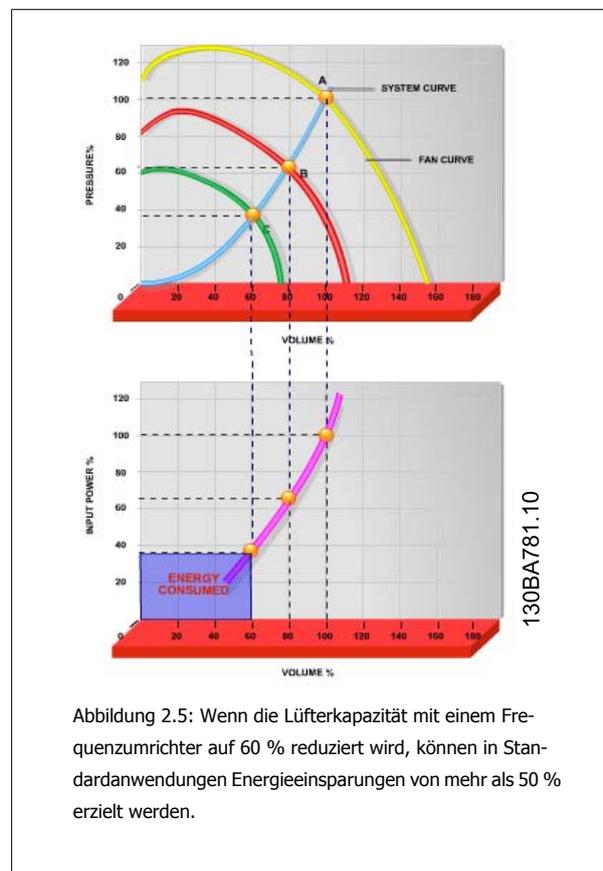
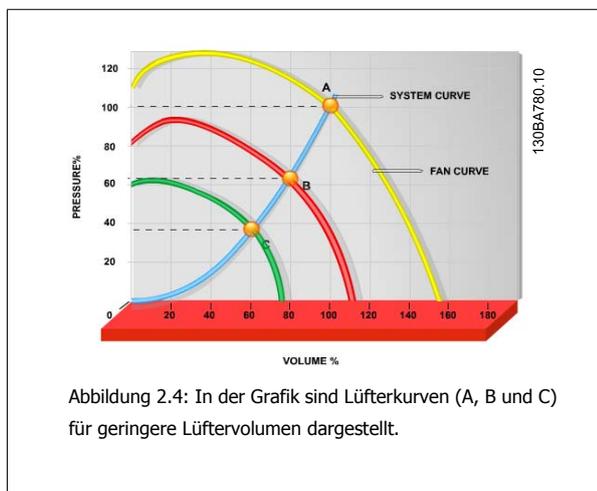
2.7.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters für die Regelung von Lüftern und Pumpen

2

Bei einem Frequenzumrichter wird die Tatsache ausgenutzt, dass Zentrifugallüfter und Kreiselpumpen den Proportionalitätsgesetzen für derartige Geräte folgen. 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.



2.7.3 Beispiel für Energieeinsparungen

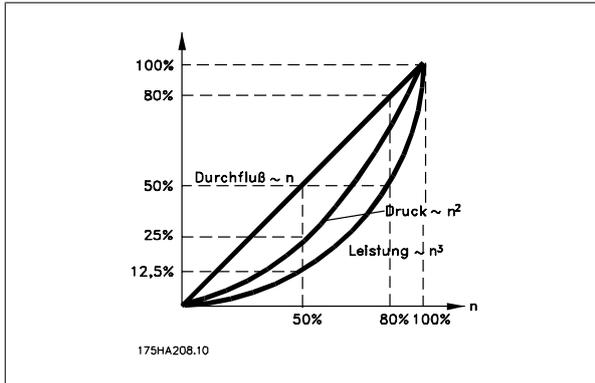
Wie in der Darstellung zu sehen (Proportionalitätsgesetze), wird der Durchfluss durch Änderung der Drehzahl geregelt. Durch eine Senkung der Drehzahl um lediglich 20 %, bezogen auf die Nenndrehzahl, wird der Durchfluss entsprechend um 20 % reduziert, da der Durchfluss direkt proportional zur Motordrehzahl 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 ₁ = Nenndurchfluss	P ₁ = Nennleistung
Q ₂ = Gesenkter Durchfluss	P ₂ = Gesenkte Leistung
H = Druck	n = Drehzahlregelung
H ₁ = Nenndruck	n ₁ = Nenndrehzahl
H ₂ = Gesenkter Druck	n ₂ = 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 Gegenüberstellung von Energieeinsparpotenzialen

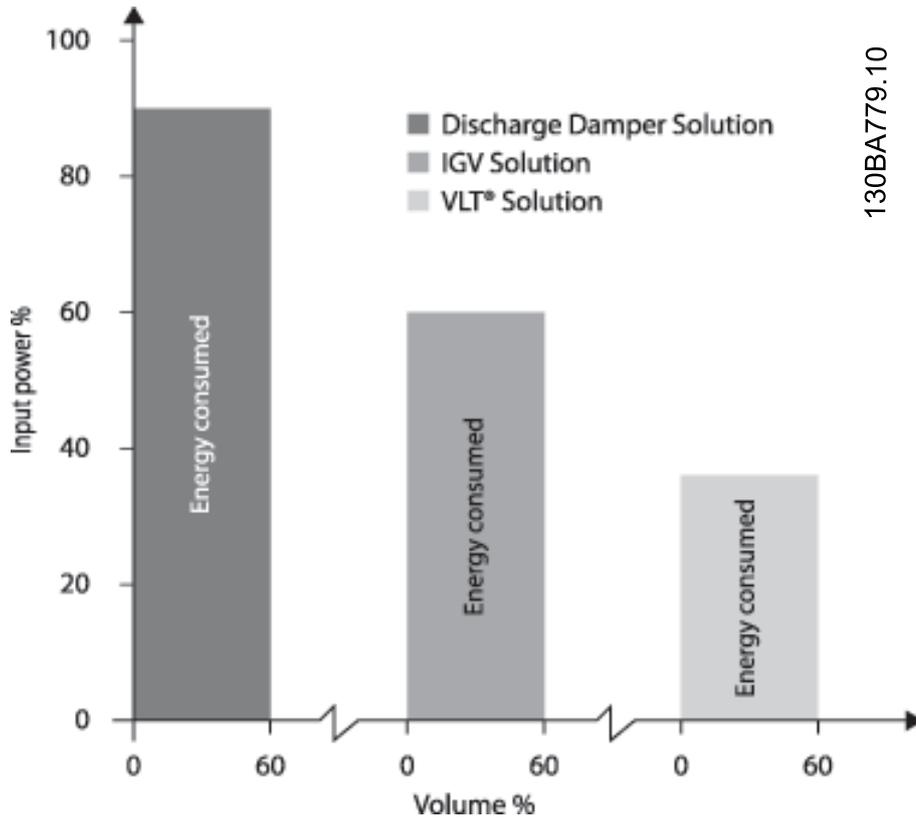
Die Danfoss Frequenzumrichter-Lösung bietet im Vergleich zu herkömmlichen Energiesparlösungen beträchtliche Einsparpotenziale. Der Grund dafür ist, dass ein Frequenzumrichter die Lüfterdrehzahl gemäß der thermischen Belastung des Systems regeln kann. Weiterhin verfügt der Frequenzumrichter über eine integrierte Funktion, die die Nutzung des Frequenzumrichters als Gebäudemanagementsystem ermöglicht.

In der nachstehenden Grafik sind die Einsparpotenziale von 3 bewährten Lösungen bei einer Reduzierung des Lüftervolumens auf 60 % dargestellt.

Wie sie der Grafik entnehmen können, sind in herkömmlichen Anwendungen Energieeinsparungen von mehr als 50 % möglich.

Abbildung 2.6: Die drei primären Energiesparsysteme.

2



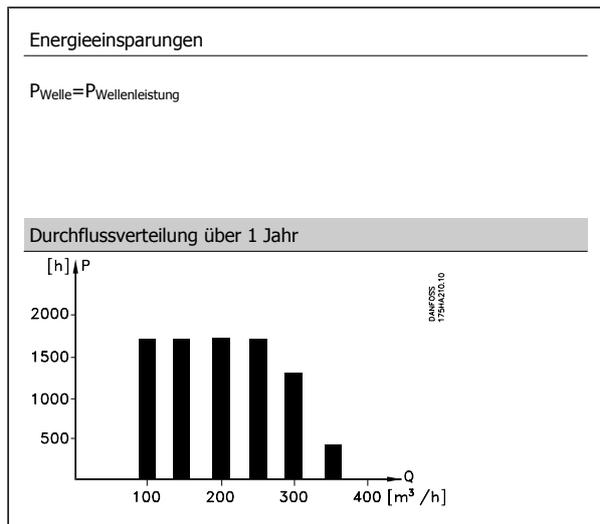
130BA779.10

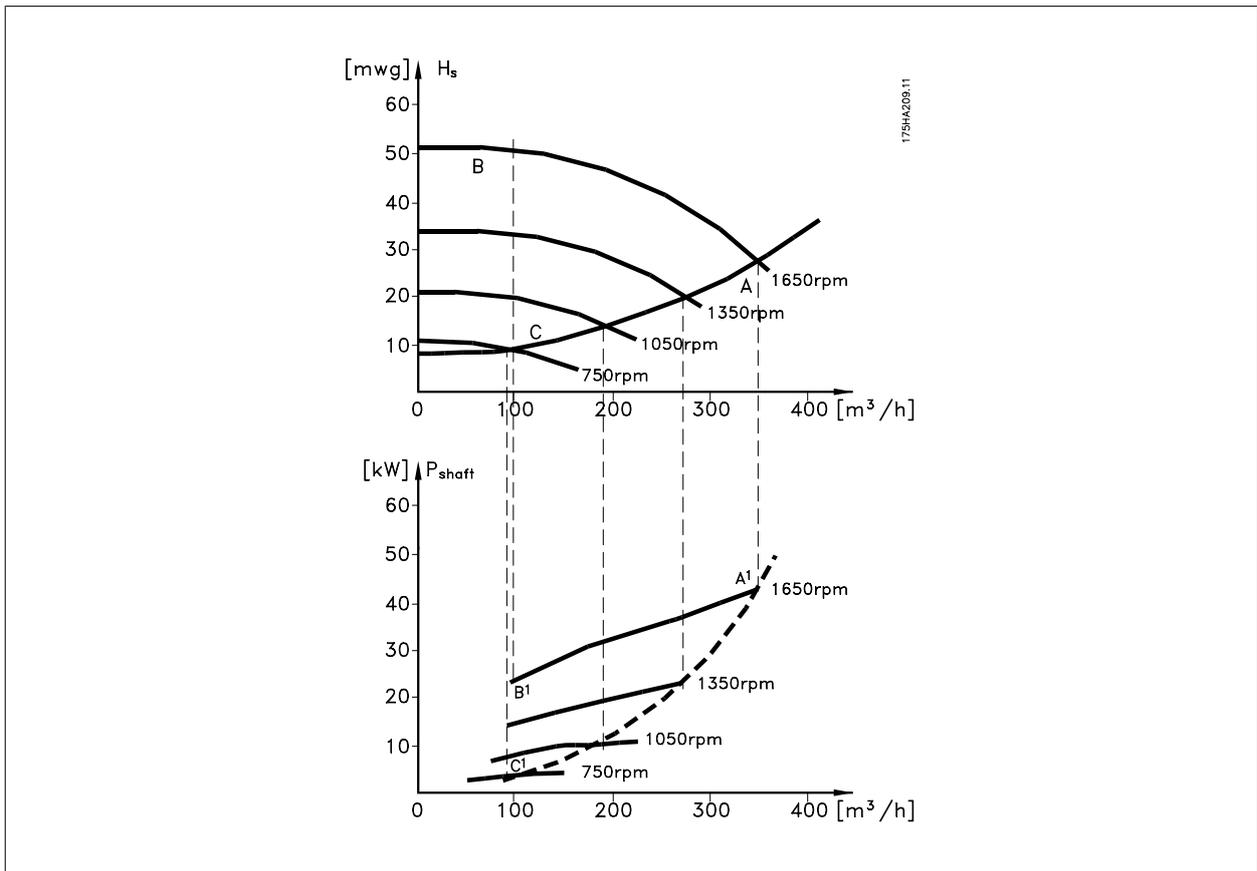
Abbildung 2.7: Durch Entlastungskappen wird der Stromverbrauch geringfügig gesenkt. Dralldrosseln ermöglichen eine Senkung um 40 %, allerdings ist die Installation sehr teuer. Mit der Danfoss Frequenzumrichter-Lösung hingegen wird der Energieverbrauch bei einfacher Installation um mehr als 50 % gesenkt.

2.7.5 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.





m³/h	Verteilung		Ventilregelung		Regelung über Frequenzumrichter	
	%	Stunden	Leistung	Aufnahme	Leistung	Aufnahme
			A ₁ - B ₁	kWh	A ₁ - C ₁	kWh
350	5	438	42,5	18.615	42,5	18.615
300	15	1314	38,5	50.589	29,0	38.106
250	20	1752	35,0	61.320	18,5	32.412
200	20	1752	31,5	55.188	11,5	20.148
150	20	1752	28,0	49.056	6,5	11.388
100	20	1752	23,0	40.296	3,5	6.132
Σ	100	8760		275.064		26.801

2.7.6 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.

2.7.7 Korrektur des Leistungsfaktors cos φ

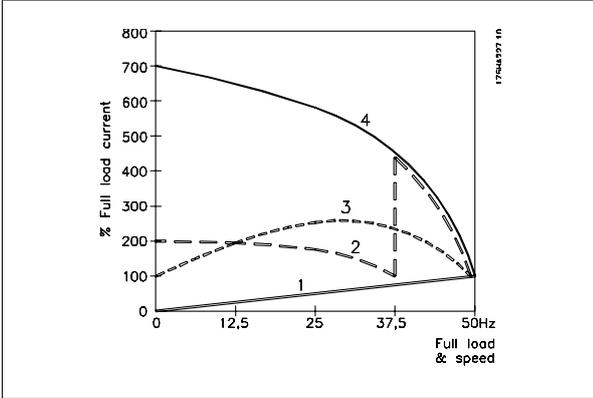
In der Regel liefert ein Frequenzumrichter mit einem cos φ von 1 eine Korrektur des Leistungsfaktors für den cos φ des Motors. Damit muss der cos φ des Motors bei der Dimensionierung der Kompensationsanlage nicht mehr berücksichtigt werden.

2.7.8 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.

2

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



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

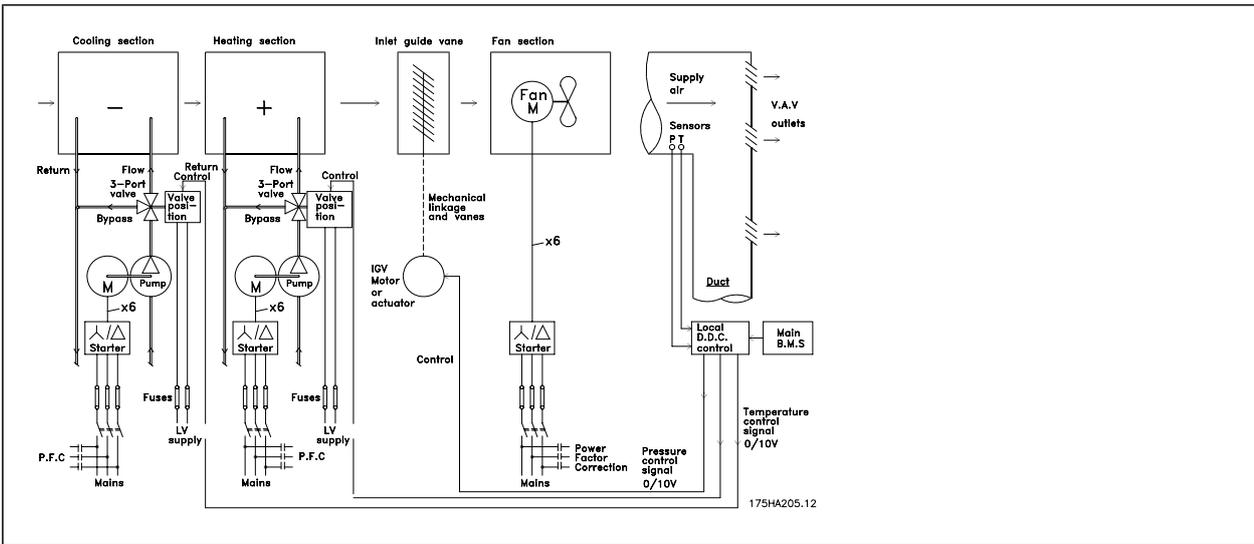
2.7.9 Mit Frequenzumrichtern können Kosten eingespart werden

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

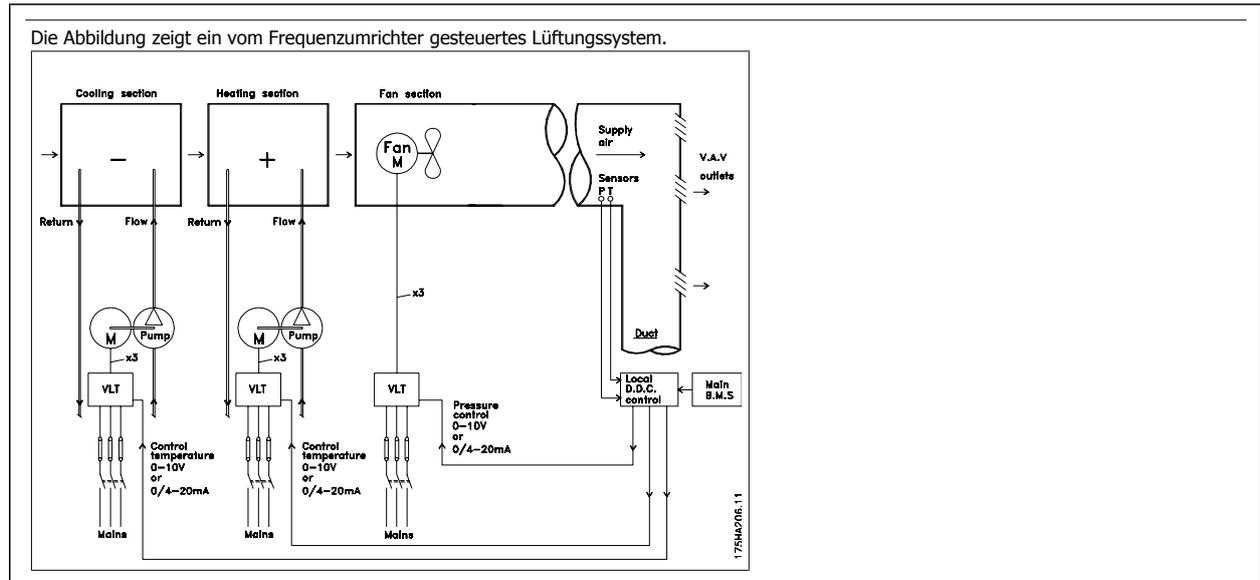
2.7.10 Ohne Frequenzumrichter

Die Abbildung zeigt eine in herkömmlicher Bauweise erstellte Lüftungsanlage.

D.D.C.	=	Direkte digitale Regelung	E.M.S.	=	Energiemanagementsystem
V.V.S.	=	Variabler Luftvolumenstrom			
Fühler P	=	Druck	Fühler T	=	Temperatur



2.7.11 Mit Frequenzumrichter



2

2.7.12 Anwendungsbeispiele

Auf den folgenden Seiten finden sich einige typische Anwendungsbeispiele aus dem Bereich HLK.

Wenn Sie weitere Informationen zu einer Anwendung benötigen, dann können Sie bei Ihrem Danfoss-Lieferanten einen Schriftsatz bestellen, in dem die Anwendung komplett beschrieben ist.

Variabler Luftvolumenstrom (VVS)

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

Konstanter Volumenstrom

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

Kühlturmgebläse

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

Kondenswasserpumpen

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

Primärpumpen

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

Hilfspumpen

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

2.7.13 Variabler Luftvolumenstrom (VVS)

Systeme mit variablem Luftvolumenstrom (VVS) dienen zur Regelung der Lüftungs- und Temperaturverhältnisse in Gebäuden. Zentrale VVS-Systeme gelten dabei als die energiesparendste Methode zur Gebäudeklimatisierung. Durch den Einbau zentraler Anlagen lässt sich ein höherer Energienutzungsgrad erzielen als bei verzweigten Systemen.

2

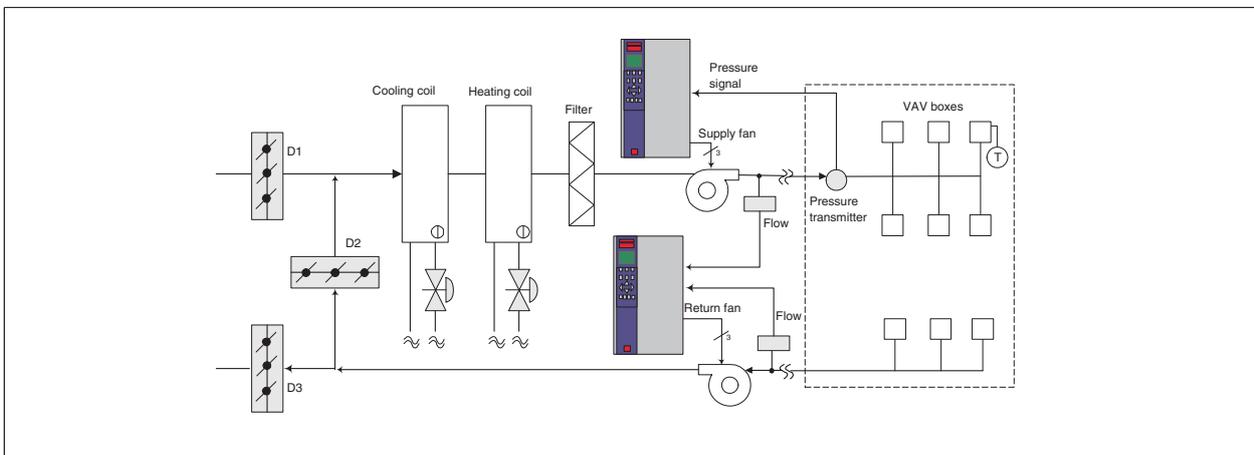
Der höhere Wirkungsgrad ergibt sich aus der Nutzung größerer Kühllüfter und Kälteanlagen, die einen sehr viel höheren Wirkungsgrad haben als kleine Motoren und verzweigte luftgekühlte Kälteanlagen. Außerdem trägt der geringere Wartungsaufwand zur Kostensenkung bei.

2.7.14 Die VLT -Lösung

Gegenüber einer Druckregelung mittels Drosselklappe oder Dralldrossel ist eine Lösung mit einem Frequenzumrichter wesentlich energiesparender und vermindert überdies die Komplexität der Anlage. Statt einen künstlichen Druckabfall zu erzeugen oder eine künstliche Verringerung des Ventilatorwirkungsgrades herbeizuführen, senkt der Frequenzumrichter die Ventilatorzahl, um die vom System benötigten Strömungs- und Druckverhältnisse zu schaffen.

Zentrifugalgeräte, wie z. B. Ventilatoren, gehorchen den Gesetzen der Fliehkraft. Bei Ventilatoren bedeutet dies, dass der von ihnen erzeugte Druck und Luftstrom sich mit abnehmender Lüfterdrehzahl verringert. Dies führt auch zu einer wesentlichen Verringerung der Leistungsaufnahme.

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



2.7.15 Konstanter Volumenstrom

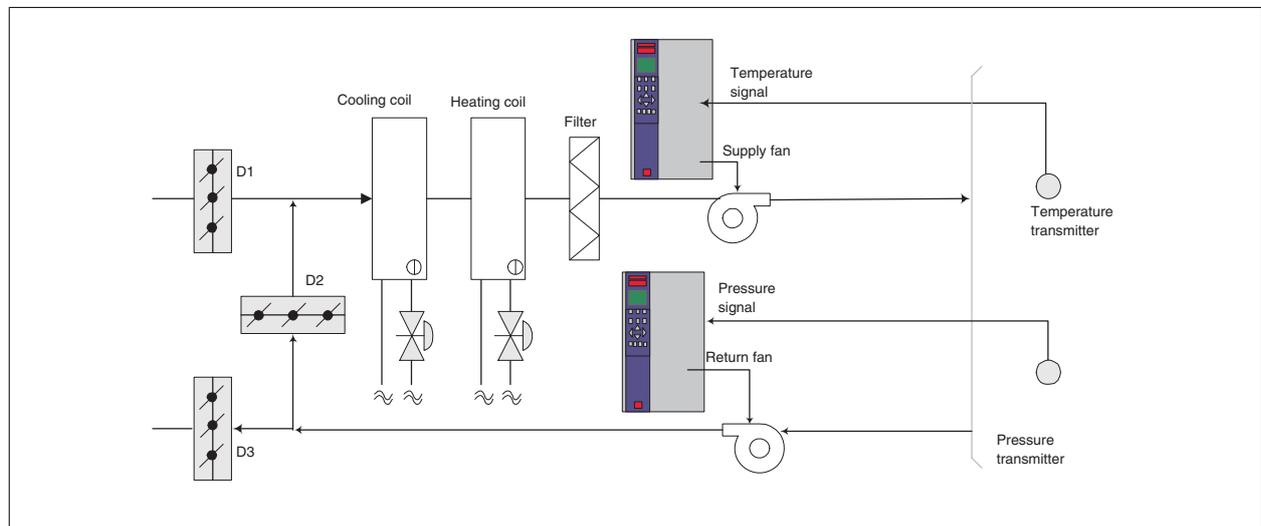
Systeme für konstanten Volumenstrom (KVS) sind zentrale Lüftungsanlagen, die in der Regel zur Belüftung großer Gemeinschaftsbereiche mit geringen Mengen temperierter Frischluft eingesetzt werden. Sie waren die Vorläufer der variablen Luftsysteme und sind dementsprechend auch in älteren, gewerblich genutzten Mehrzonengebäuden zu finden. Bei diesen Anlagen wird die Luft mithilfe von Klimageräten mit eingebautem Heizregister vorgeheizt. Viele dieser Anlagen werden auch zur Gebäudeklimatisierung eingesetzt und haben dementsprechend ein Kühlregister. Zuluftventilatoren werden häufig verwendet, um die Heiz- und Kühlanforderungen in den einzelnen Zonen zu unterstützen.

2.7.16 Die VLT-Lösung

Mit einem Frequenzumrichter sind erhebliche Energieeinsparungen bei guter Anlagenregelung möglich. Temperatur- oder CO₂-Sensoren können dabei als Istwertgeber für den Frequenzumrichter eingesetzt werden. Ganz gleich, ob die Temperatur, die Luftqualität oder beides gesteuert werden soll - bei einem System mit konstantem Volumenstrom kann der Regelbetrieb den jeweiligen Verhältnissen im Gebäude angepasst werden. Mit Abnahme der Personenzahl in dem zu regelnden Bereich reduziert sich auch der Frischluftbedarf. Der CO₂-Sensor registriert niedrigere Werte und sorgt entsprechend für eine Senkung der Drehzahl der Zuluftventilatoren. Der Abluftventilator regelt ebenfalls, um einen stabilen Druck oder eine gleich bleibende Differenz zwischen Zu- und Abluft aufrechtzuerhalten.

Bei Temperaturregelungen, wie sie insbesondere in Klimaanlage vorkommen, ergeben sich aufgrund von Außentemperaturschwankungen und unterschiedlichen Personenzahlen in dem zu regelnden Bereich unterschiedliche Anforderungen an die Kühlung. Mit Abnahme der Temperatur, vielleicht sogar unter den Sollwert, kann auch der Zuluftventilator seine Drehzahl verringern. Der Abluftventilator passt sich an, um den gewünschten Druck stabil zu halten. Durch den verminderten Luftstrom reduziert sich auch der Energieaufwand zur Heizung oder Kühlung der Frischluft, was wiederum eine Kostensenkung bedeutet.

Aufgrund der zahlreichen Funktionen der Danfoss-Frequenzumrichter speziell für den HLK-Bereich kann der Danfoss HVAC-Frequenzumrichter zur Leistungsverbesserung bereits bestehender KVS-Anlagen eingesetzt werden. Ein besonderes Problem bei der Steuerung von Belüftungsanlagen ist die unzureichende Luftqualität. Die programmierbare Mindestfrequenz kann so eingestellt werden, dass unabhängig vom Ist- oder Sollwertsignal eine Mindest-Frischluftzufuhr aufrechterhalten wird. Der Frequenzumrichter beinhaltet auch einen 3-Zonen- und 3-Sollwert-PID-Regler, was eine Überwachung sowohl der Temperatur als auch der Luftqualität ermöglicht. Der Frequenzumrichter wird auch dann, wenn die Temperaturanforderungen erfüllt sind, für eine ausreichende Luftzufuhr sorgen, um auch die Anforderungen an die Luftqualität zu erfüllen. Der Regler ist in der Lage, zwei Istwertsignale zu überwachen und zu vergleichen. Dadurch kann mittels Steuerung des Abluftventilators eine konstante Differenz zwischen Zu- und Abluft aufrechterhalten werden.



2.7.17 Kühlturmgebläse

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

Die Kühlung erfolgt durch Verdunstung.

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

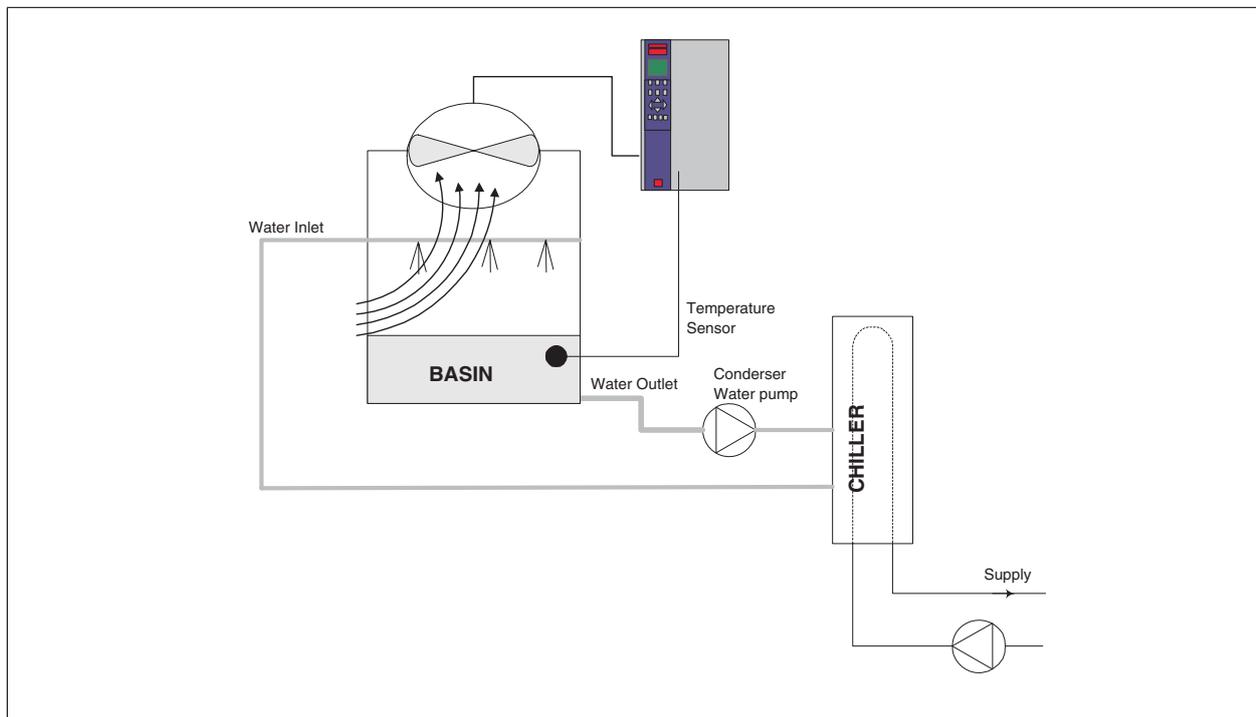
2.7.18 Die VLT-Lösung

Mit einem Frequenzumrichter können Kühlturmventilatoren zwecks Aufrechterhaltung der Kondensatorwassertemperatur auf die erforderliche Drehzahl geregelt werden. Die Frequenzumrichter können außerdem je nach Bedarf zum Ein- und Ausschalten des Ventilators eingesetzt werden.

Aufgrund der zahlreichen Funktionen der Danfoss -Frequenzumrichter speziell für den HLK-Bereich kann der Danfoss HVAC-Frequenzumrichter zur Leistungsverbesserung bestehender Kühlturmventilatoranwendungen eingesetzt werden. Mit Abnahme der Drehzahl der Kühlturmventilatoren unter einen bestimmten Wert verringert sich der Kühleffekt, den der Ventilator auf das Wasser hat. Bei Einsatz eines Getriebemotors zur Frequenzregelung des Kühlturmlüfters ist auch u. U. eine Mindestdrehzahl von 40-50 % erforderlich.

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

Ebenfalls als Standardfunktion kann der Frequenzumrichter in den Energiesparmodus versetzt werden, in dem der Lüfter angehalten wird, bis wieder eine höhere Drehzahl erforderlich ist. Darüber hinaus treten bei einigen Kühltürmen unerwünschte Frequenzen auf, die zu Vibrationen führen können. Diese Frequenzen lassen sich durch Frequenzabsblendung im Frequenzumrichter leicht vermeiden.



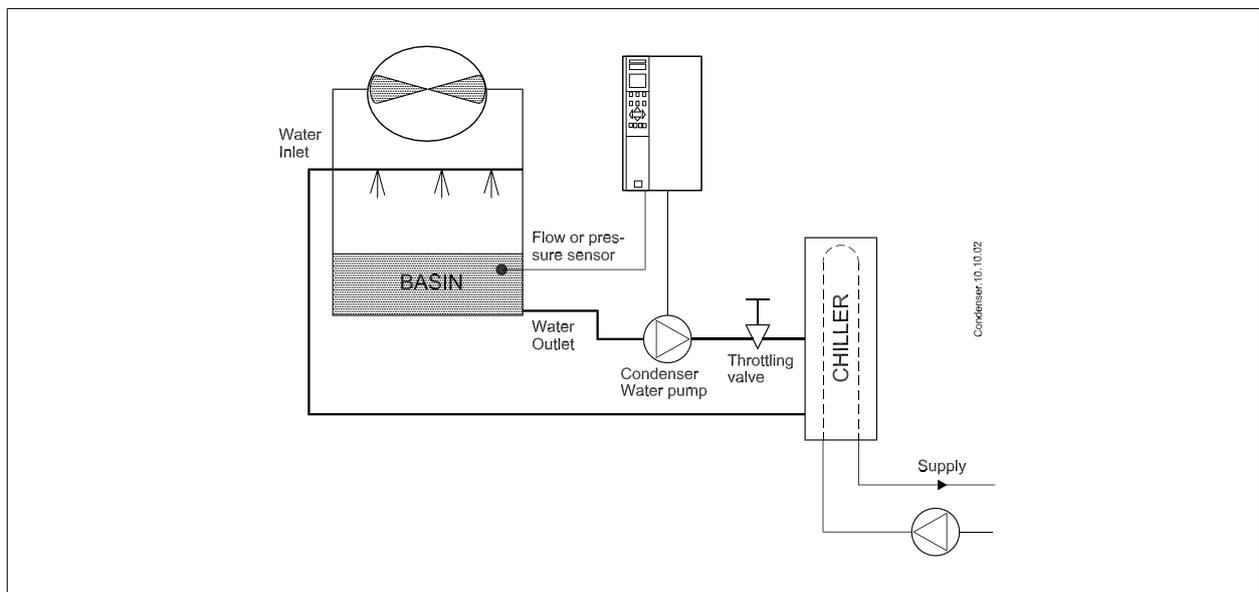
2.7.19 Kondenswasserpumpen

Kondenswasserpumpen werden hauptsächlich zur Wasserzirkulation durch den Kondensatorteil wassergekühlter Kühlanlagen und den dazugehörigen Kühlturm eingesetzt. Das Kondenswasser nimmt die Wärme aus dem Kondensator in sich auf und gibt sie im Kühlturm wieder ab. Solche Systeme stellen die energiesparendste Lösung zur Kaltwasserbereitung dar - sie sind bis zu 20 % effizienter als luftgekühlte Anlagen.

2.7.20 Die VLT-Lösung

Ein Frequenzumrichter kann als Ergänzung zu Kondenswasserpumpen eingesetzt werden, um das Drosselventil und/oder eine Trimmung der Pumpenlaufräder zu ersetzen und auf diese Weise die Betriebskosten zu senken.

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



2.7.21 Primärpumpen

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

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

2.7.22 Die VLT-Lösung

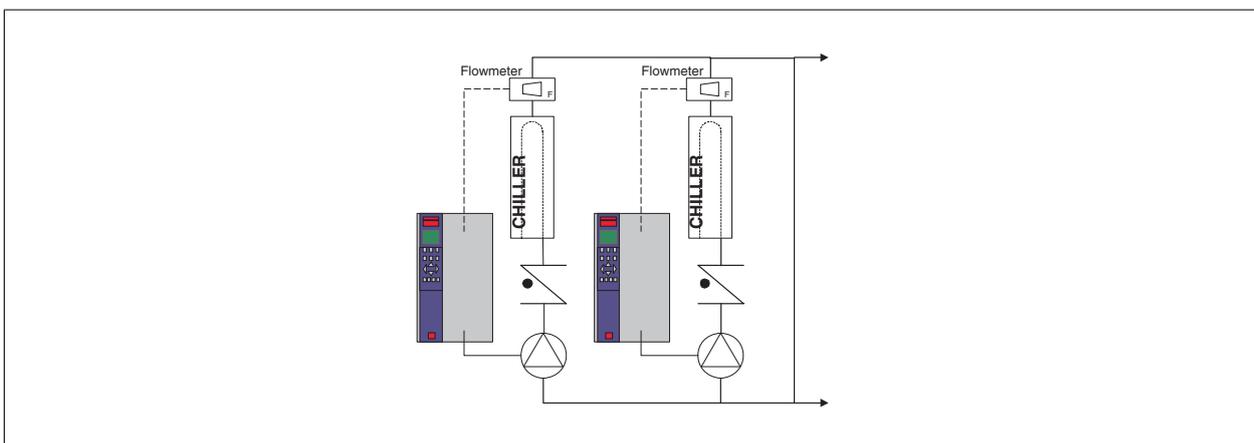
Je nach Größe des Systems und des Primärkreislaufs kann der Energieverbrauch des Primärkreislaufs erheblich werden.

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

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

Die andere Methode ist die örtliche Drehzahlbestimmung, bei der der Bediener einfach die Ausgangsfrequenz herabsetzt, bis der Auslegungsdurchfluss erreicht ist.

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



2.7.23 Hilfspumpen

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

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

2.7.24 Die VLT-Lösung

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

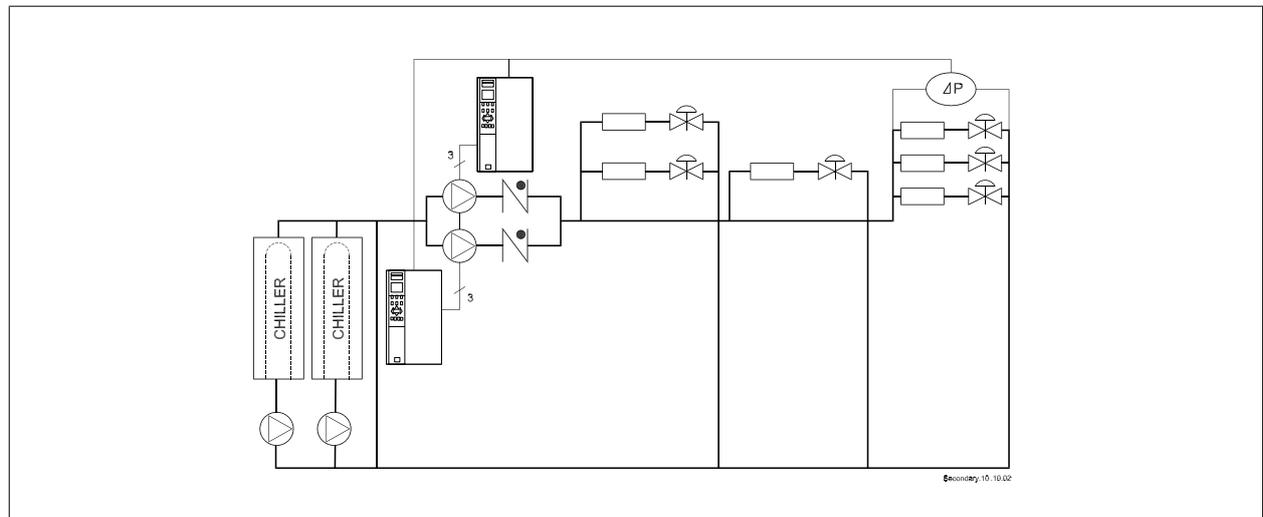
Wenn die Sensoren an den richtigen Punkten angebracht werden, sind die Pumpen mithilfe von Frequenzumrichtern in der Lage, ihre Drehzahl zu variieren und sie der Systemkurve statt der Pumpenkurve folgen zu lassen.

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

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



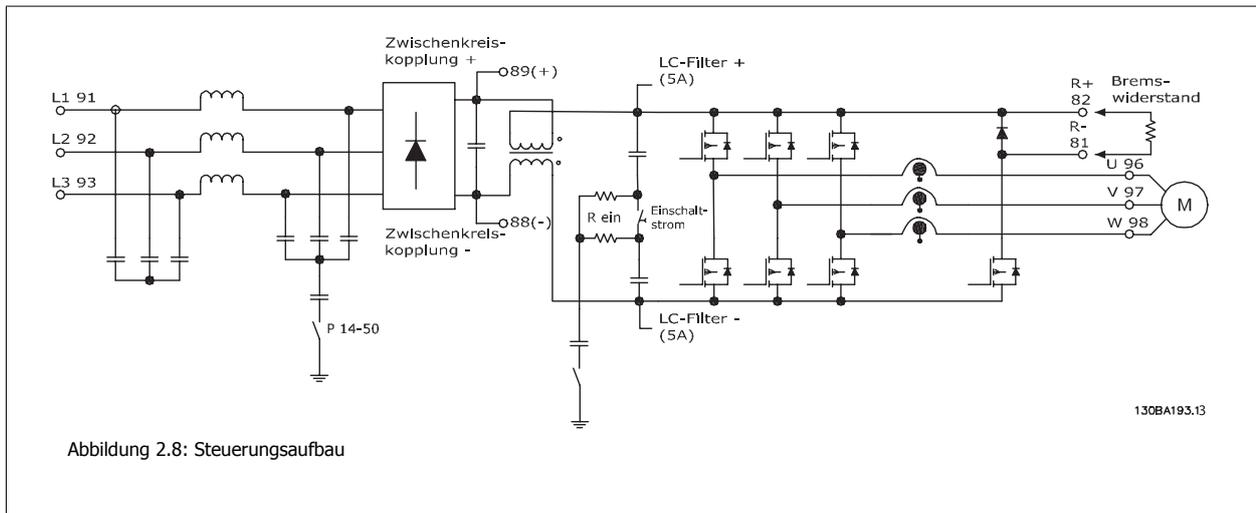
ACHTUNG!
Bitte beachten Sie, dass mehrere Pumpen im Parallelbetrieb mit gleicher Drehzahl laufen müssen, um die Energieeinsparung zu optimieren; Diese haben entweder individuell zugeordnete Frequenzumrichter oder nur einen Frequenzumrichter, der die Pumpen parallel betreibt.



2.8 Steuerungsaufbau

2.8.1 Steuerverfahren

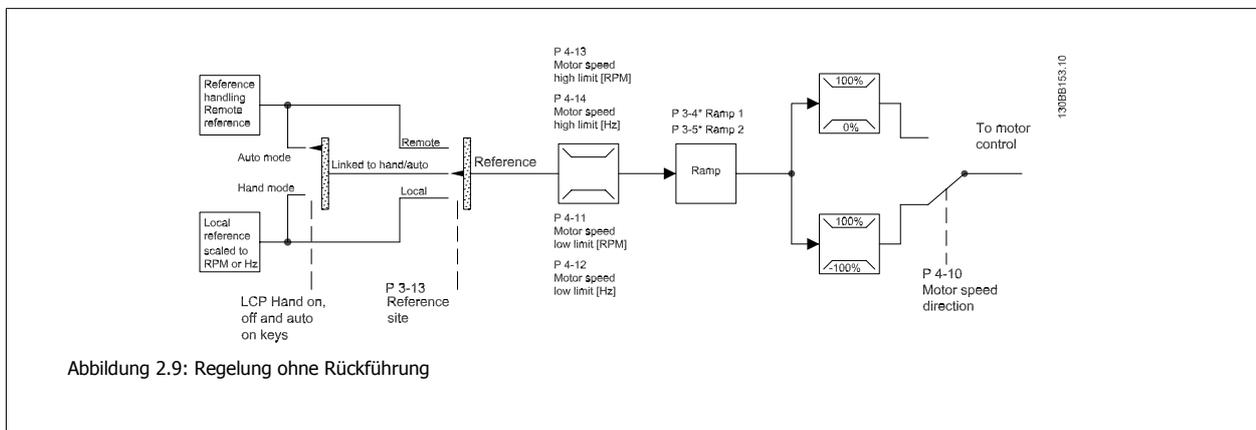
2



Der Frequenzumrichter ist ein Hochleistungsgerät für anspruchsvolle Anwendungen. Er kann verschiedene Arten von Motorregelverfahren benutzen, wie U/f-Sondermotor-Modus und VVC plus, und ist in der Lage, normale Käfigläufer-Asynchronmotoren zu steuern. Das Kurzschlussverhalten dieses FC 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



Bei der in der obigen Abbildung gezeigten Konfiguration ist Par. 1-00 *Regelverfahren* auf Ohne Rückführung [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 Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (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]-LCP Taste, Par. 0-41 [Off]-LCP Taste, Par. 0-42 [Auto On]-LCP Taste und Par. 0-43 [Reset]-LCP Taste 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 Sollwertvorgabe	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.

Der Ortsollwert stellt das Regelverfahren unabhängig von der Einstellung in Par. 1-00 *Regelverfahren* auf Drehzahlsteuerung.

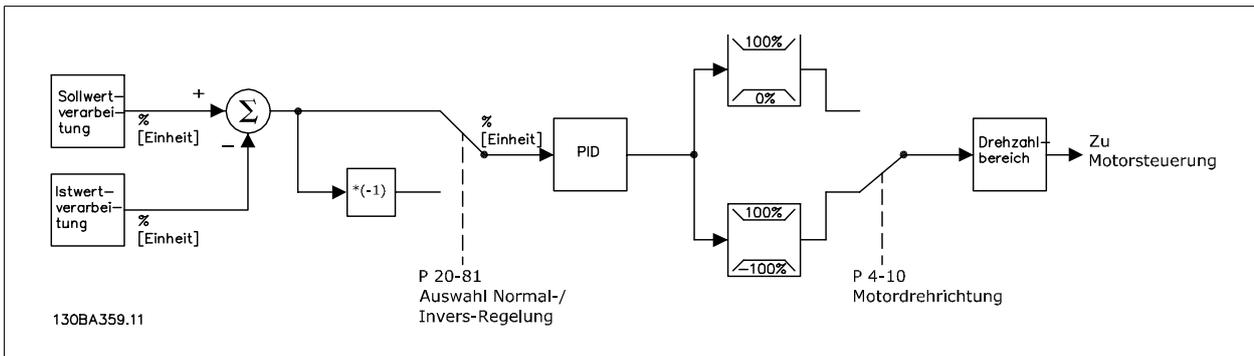
ACHTUNG!
Bei Netz-Aus wird der Ortsollwert wieder hergestellt.

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.

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.

2

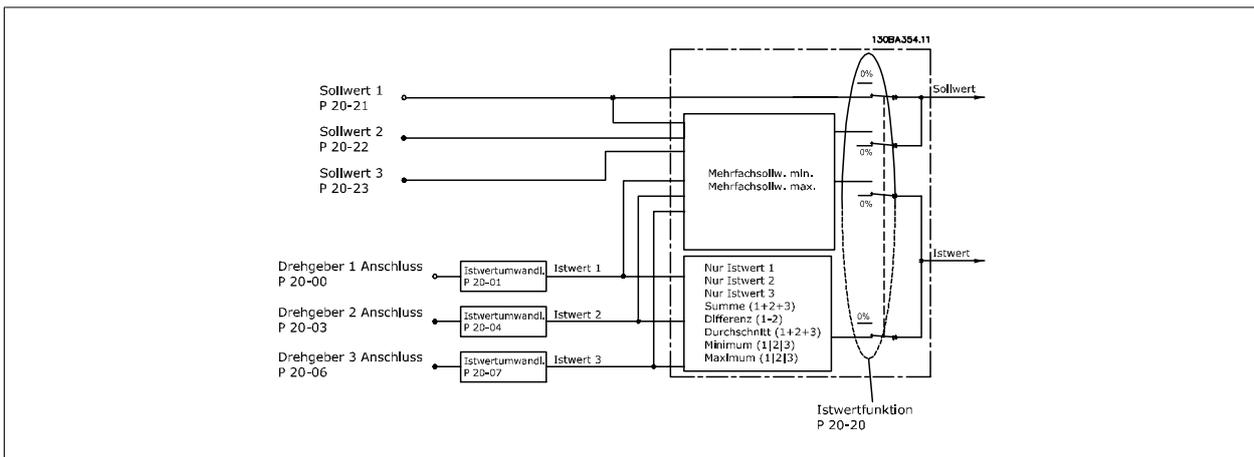


ACHTUNG!
Die Werkseinstellungen des PID-Reglers reichen häufig vollkommen aus, um zufrieden stellende Leistung zu erreichen. Die Regelung des Systems lässt sich jedoch häufig durch Anpassung einiger der Parameter des PID-Reglers optimieren. Die PI-Konstanten können auch automatisch abgestimmt werden.

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 *Istwertfunktion* 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.

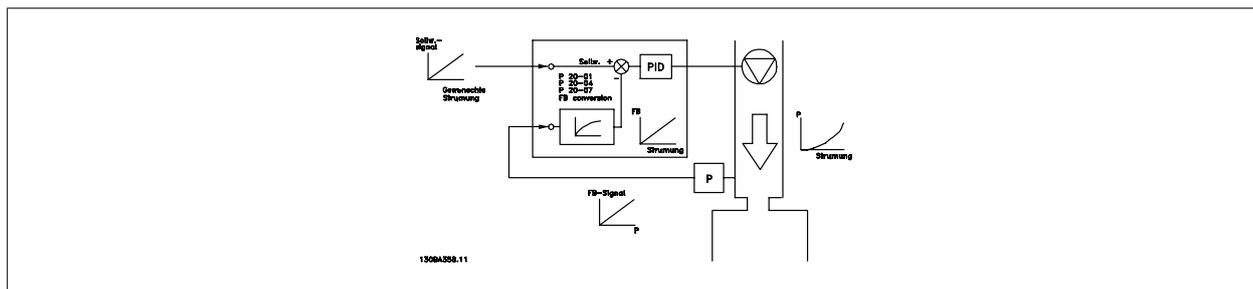
Wird *Multisollwert min.* [13] gewählt, bestimmt das Soll-/Istwertpaar mit der größten Differenz die Drehzahl des Frequenzumrichters. *Multisollwert max.* [14] versucht, alle Zonen auf oder unter ihren Sollwerten zu halten, während *Multisollwert min.* [13] versucht, alle Zonen auf oder über ihren Sollwerten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

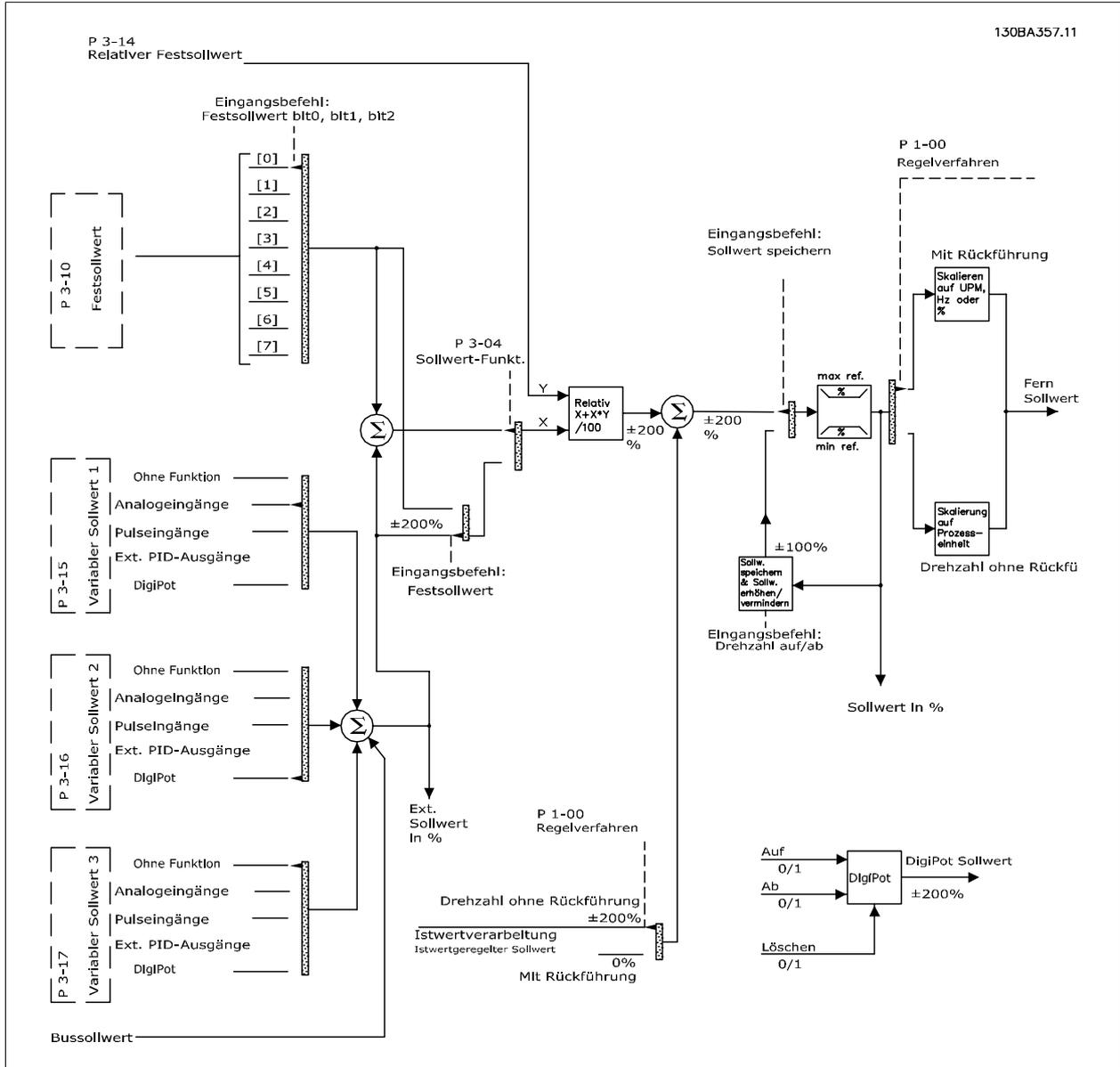


2.8.7 Sollwertverarbeitung

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 *Variabler Sollwert 1*, Par. 3-16 *Variabler Sollwert 2* und Par. 3-17 *Variabler Sollwert 3*) 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 *Relativer Festsollwert* skaliert werden.

Der skalierte Sollwert wird wie folgt berechnet:

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

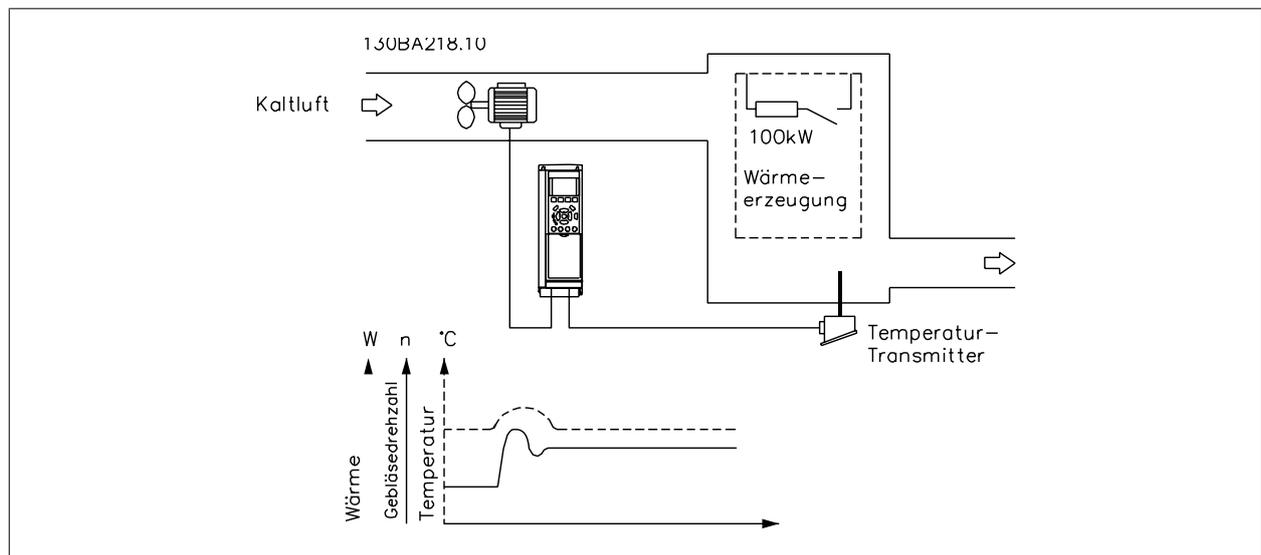
Wobei X der externe Sollwert, der Festsollwert oder eine Summe aus diesen und Y Par. 3-14 *Relativer Festsollwert* in [%] ist.



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

2.8.8 Beispiel der PID-Regelung

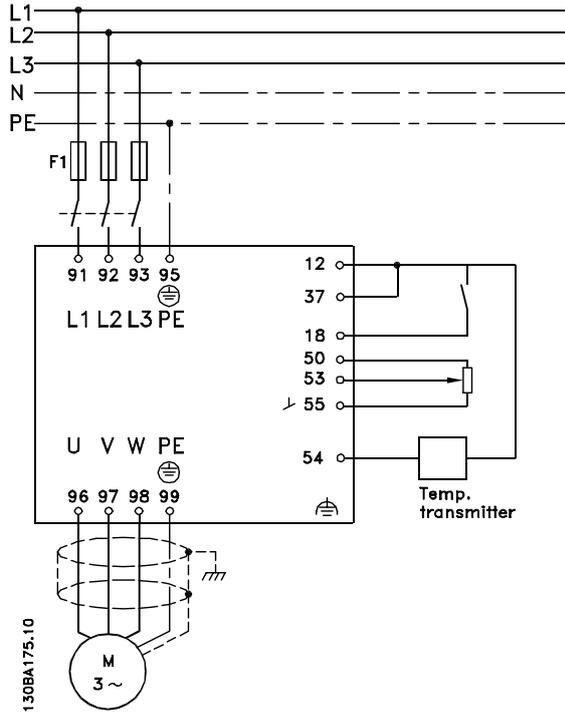
Nachstehend ein Beispiel für die PID-Regelung mit Rückführung in einer Lüftungsanlage:



In der Lüftungsanlage soll die Temperatur auf einem konstanten Wert gehalten werden. Die gewünschte Temperatur ist mithilfe eines 0- bis 10-V-Potentiometers zwischen -5 und +35 °C einstellbar. Da dies eine Kühlanwendung ist, muss die Geschwindigkeit des Ventilators erhöht werden, um mehr kühlende Luftzirkulation zu erhalten, wenn die Temperatur über dem Sollwert liegt. Der Temperatursensor hat einen Bereich von -10 bis +40 °C und verwendet einen Zweileiter-Transmitter, um ein 4-20-mA-Signal zu liefern. Der Ausgangsfrequenzbereich des Frequenzumrichters liegt zwischen 10 und 50 Hz.

2

1. Start/Stop über einen mit Klemme 12 (+24 V) und 18 verbundenen Schalter.
2. Temperatursollwert über Potentiometer (-5 bis +35 °C, 0 bis 10 V) an Klemme 50 (+10 V), 53 (Eingang) und 55 (Common).
3. Temperaturistwert über Transmitter (-10 bis 40 °C, 4 bis 20 mA) an Klemme 54. Schalter S202 hinter dem LCP Bedienteil steht auf EIN (Einstellung Strom).



2.8.9 Programmierreihenfolge

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
1) Ordnungsgemäßen Motorbetrieb sicherstellen. Vorgehensweise:		
Die Motorparameter mithilfe der Typenschilddaten einstellen.	1-2*	Siehe Motor-Typenschild
Automatische Motoranpassung.	1-29	<i>Komplette Anpassung</i> [1] aktivieren und dann AMA ausführen.
2) Prüfen, ob der Motor in der richtigen Richtung läuft.		
Motordrehrichtungsprüfung ausführen.	1-28	Falls sich der Motor in die falsche Richtung dreht, den Motorstecker abziehen und zwei Phasen des Motors vertauschen.
3) Sicherstellen, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf geeignete Werte eingestellt sind.		
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]
4) Den Istwert zum PID-Regler konfigurieren.		
Die entsprechende Soll-/Istwerteinheit auswählen.	20-12	<i>Bar</i> [71]
5) Den Sollwert für den PID-Regler konfigurieren.		
Zulässige Grenzwerte für den Sollwert einstellen.	20-13 20-14	0 bar 10 bar
Strom oder Spannung über Schalter S201/S202 wählen.		
6) Für Sollwert und Istwert verwendete Analogeingänge skalieren.		
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
7) Parameter für PID-Regler fein einstellen.		
Ggf. den PID-Regler des Frequenzumrichters einstellen.	20-93 20-94	Siehe dazu Optimieren des PID-Reglers weiter unten.
8) Fertig		
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 Par. 20-93 *PID-Proportionalverstärkung* und Par. 20-94 *PID Integrationszeit* 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 ist 25 % von Par. 20-94 *PID Integrationszeit*. Die Differenzfunktion sollte nur benutzt werden, wenn Proportionalverstärkung und Integrationszeit optimal eingestellt sind. Stellen Sie sicher, dass Schwingungen des Istwertsignals durch das Tiefpassfilter des Istwertsignals ausreichend bedämpft werden (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.

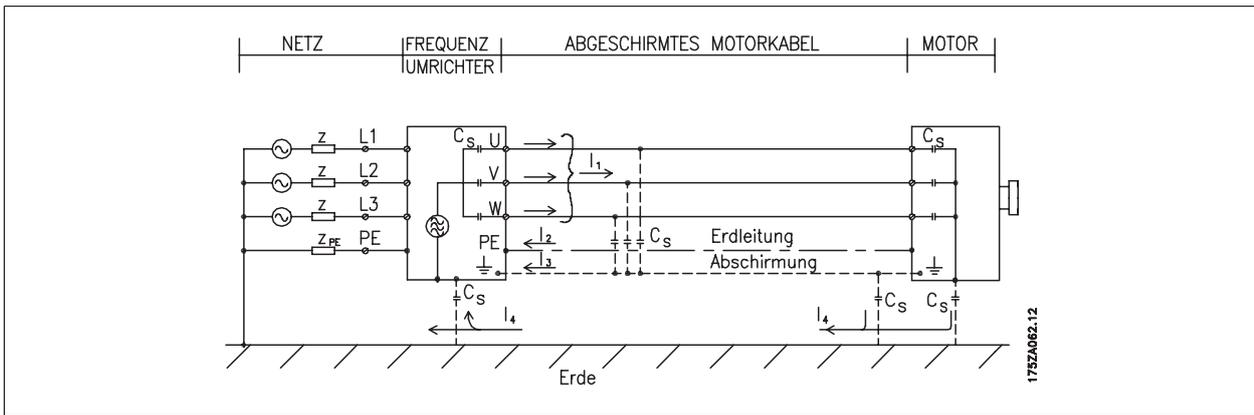
Wie die folgende Darstellung zeigt, werden durch die Kapazität des Motorkabels, in Verbindung mit hohem dU/dt des Pulsmusters der Motorspannung, Ableitströme erzeugt.

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/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/IEC 61800-3:2004 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 (Industriebereich) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse A Gruppe 2
C4	In der zweiten Umgebung (Industriebereich) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung gleich oder über 1000 V oder einem Nennstrom gleich oder über 400 A oder die für den Einsatz in komplexen Systemen vorgesehen sind.	Keine Grenzlinie. Es 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/IEC 61000-6-3 für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe.	Klasse B
Zweite Umgebung (Industriebereich)	Fachgrundnorm EN/IEC61000-6-4 für Industriebereiche.	Klasse A Gruppe 1

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	Leitungsgeführte Störaussendung. Maximale Länge des geschirmten Kabels			Abgestrahlte Störaussendung	
	Industriebereich		Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe	Industriebereich	Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe
Parametersatz	EN 55011 Klasse A2	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B
H1					
1,1-45 kW 200-240 V	150 m	150 m	50 m	Ja	Nein
1,1-90 kW 380-480 V	150 m	150 m	50 m	Ja	Nein
H2					
1,1-3,7 kW 200-240 V	5 m	Nein	Nein	Nein	Nein
5,5-45 kW 200-240 V	25 m	Nein	Nein	Nein	Nein
1,1-7,5 kW 380-480 V	5 m	Nein	Nein	Nein	Nein
11-90 kW 380-480 V	25 m	Nein	Nein	Nein	Nein
110-1000 kW 380-480 V	150 m	Nein	Nein	Nein	Nein
45-1200 kW 525-690 V	150 m	Nein	Nein	Nein	Nein
H3					
1,1-45 kW 200-240 V	75 m	50 m	10 m	Ja	Nein
1,1-90 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	Ja	Nein
H4					
110-1000 kW 380-480 V	150 m	150 m	Nein	Ja	Nein
45-400 kW 525-690 V	150 m	30 m	Nein	Nein	Nein
Hx					
1,1-90 kW 525-600 V	-	-	-	-	-

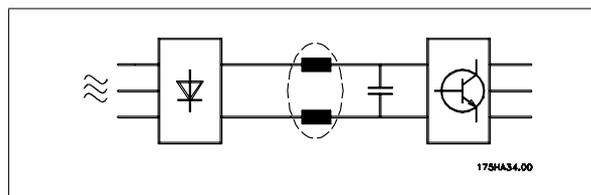
Tabelle 2.1: EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)

2.9.4 Allgemeine Emissionsaspekte von Oberwellenströmen

Frequenzumrichter nehmen vom Netz einen nicht sinusförmigen Strom auf, der den Eingangsstrom I_{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 Netzrückwirkung gering zu halten, sind Danfoss Frequenzumrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet. Diese reduzieren normalerweise den Eingangsstrom I_{eff} um 40 %.

2

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

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

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.

2.9.7 Störfestigkeitsanforderungen

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

Um die Störfestigkeit gegenüber EMV-Emissionen durch andere zugeschaltete elektrische Geräte zu dokumentieren, wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest durchgeführt, und zwar in einem System bestehend aus Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant), abgeschirmtem Steuerkabel und Steuerkasten mit 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	HF- Gleichtaktspannung 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 _{eff} .
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Steuerleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Relaisleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Anwendungs- und Feldbus- Optionen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
LCP Kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Externe 24 V DC	2 kV CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{eff} .
Gehäuse	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

AD: Luftentladung (Air Discharge)
 CD: Kontaktentladung (Contact Discharge)
 CM: Gleichtakt (Common mode)
 DM: Differenzbetrieb (Differential mode)
 1. Einspritzung an Kabelabschirmung.

Tabelle 2.2: Störfestigkeit

2.10 Galvanische Trennung (PELV)

2.10.1 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_{bc} , 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.

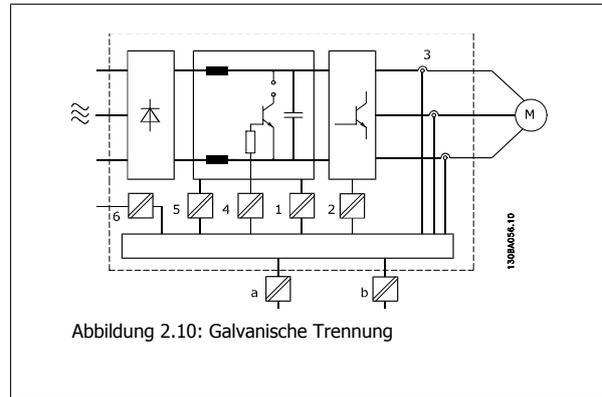


Abbildung 2.10: Galvanische Trennung

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, Baugröße A, B und C: Bei Höhenlagen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

380-500 V, Baugröße 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.

2.11 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 mm² 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.

2.12 Bremsfunktion

2.12.1 Auswahl des Bremswiderstands

Bei bestimmten Anwendungen wie in Tunnel- oder U-Bahnbelüftungsanlagen 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.

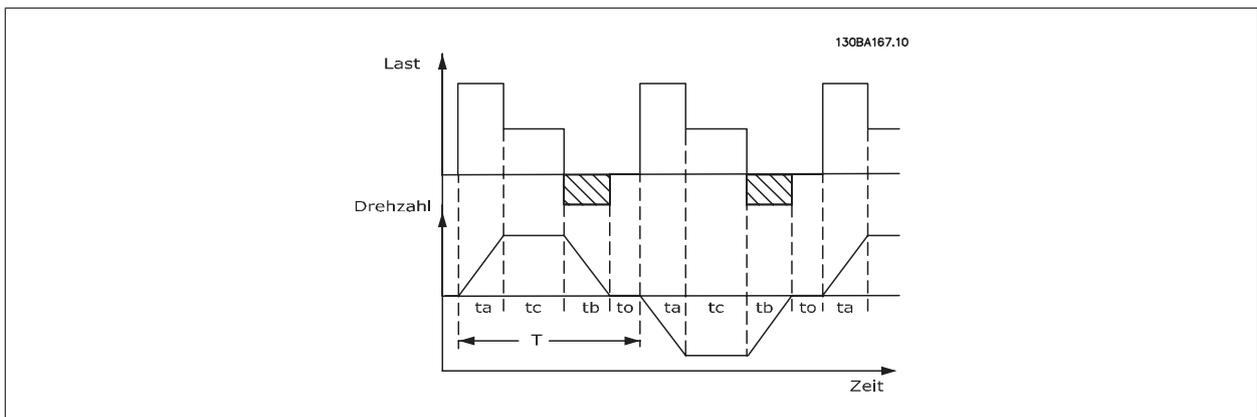
Ist der Betrag der kinetischen Energie, die in jedem Bremszeitraum zum Widerstand übertragen wird, unbekannt, kann die durchschnittliche Leistung auf Basis der Zykluszeit und Bremszeit berechnet werden, was als Aussetzbetrieb bezeichnet wird. Der Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus 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 Nutzung mit den Frequenzumrichtern der Serie FC 102 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).

2.12.2 Berechnung von Bremswiderstandswerten

Der Widerstandswert wird wie folgt berechnet:

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

wobei

$$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br} \times \eta_{motor} \times \eta [W]$$

Man erkennt, dass der Bremswiderstand von der Zwischenkreisspannung (U_{dc}) abhängig ist.

Beim Frequenzumrichter gibt es drei Schaltschwellen:

2

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

**ACHTUNG!**

Prüfen Sie, ob Ihr Bremswiderstand für eine Spitzenspannung von 410 V, 820 V bzw. 975 V zugelassen ist, wenn Sie keine Danfoss-Bremswiderstände einsetzen.

R_{rec} ist der von Danfoss empfohlene Widerstand, bei dem der Anwender sicher sein kann, dass der Frequenzumrichter mit dem höchsten Bremsmoment ($M_{br(\%)}$) von 110 % bremsen kann. Die entsprechende Formel lässt sich wie folgt schreiben:

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

η_{motor} beträgt normalerweise 0,90

η beträgt normalerweise 0,98

Bei 200 V-, 480 V- bzw. 600 V-Frequenzumrichtern kann R_{rec} bei 160 % Bremsmoment errechnet werden als:

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

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

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

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

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

1) Bei Frequenzumrichtern $\leq 7,5$ kW Wellenleistung

2) Bei Frequenzumrichtern $> 7,5$ kW Wellenleistung

**ACHTUNG!**

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

**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).

**ACHTUNG!**

Den Bremswiderstand nicht berühren, da er während bzw. nach dem Bremsen sehr heiß werden kann.

2.12.3 Steuerung mit Bremsfunktion

Die Bremse ist gegen einen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt. Der Bremstransistor wird auf eine Kurzschlussbedingung hin überwacht. Der Schutz des Bremswiderstands vor einer Überlastung aufgrund einer Frequenzumrichterstörung 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 *Bremswiderstand Leistung (kW)* eingestellten Wert überschreitet. In Par. 2-13 *Bremswiderst. Leistungsüberwachung* legen Sie fest, welche Funktion ausgeführt wird, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung den in Par. 2-12 *Bremswiderstand Leistung (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 *Überspannungssteuerung* 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 Frequenzumrichters vermieden wird. In dieser Situation wird jedoch die Rampenzeit Ab automatisch verlängert.

2.12.4 Verkabelung des Bremswiderstands

EMV (verdrillte Kabel/Abschirmung)

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

Zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften ist eine Schirmung vorteilhaft.

2.13 Extreme Betriebsbedingungen

Kurzschluss (Motorphase – Phase)

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

Um den Frequenzumrichter 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 Frequenzumrichter, ist uneingeschränkt zulässig. Der Frequenzumrichter kann durch Schalten am Ausgang in keiner Weise beschädigt werden. Es können allerdings Fehlermeldungen auftreten.

Generatorisch erzeugte Überspannung

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

1. Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h., die Last „erzeugt“ Energie.
2. Beim Bremsen (Rampe ab) ist die Reibung bei hohem Trägheitsmoment niedrig und die Rampenzeit Ab ist zu kurz, um die Energie als Verlustleistung (Wärme) im Frequenzumrichter, Motor oder in der Anlage abzugeben.
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 *Bremsfunktion* und Par. 2-17 *Überspannungssteuerung* bezüglich der Möglichkeiten zur Regelung des Zwischenkreis-Spannungsniveaus.

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.

2

Statische Überlast im VVC^{plus}-Modus

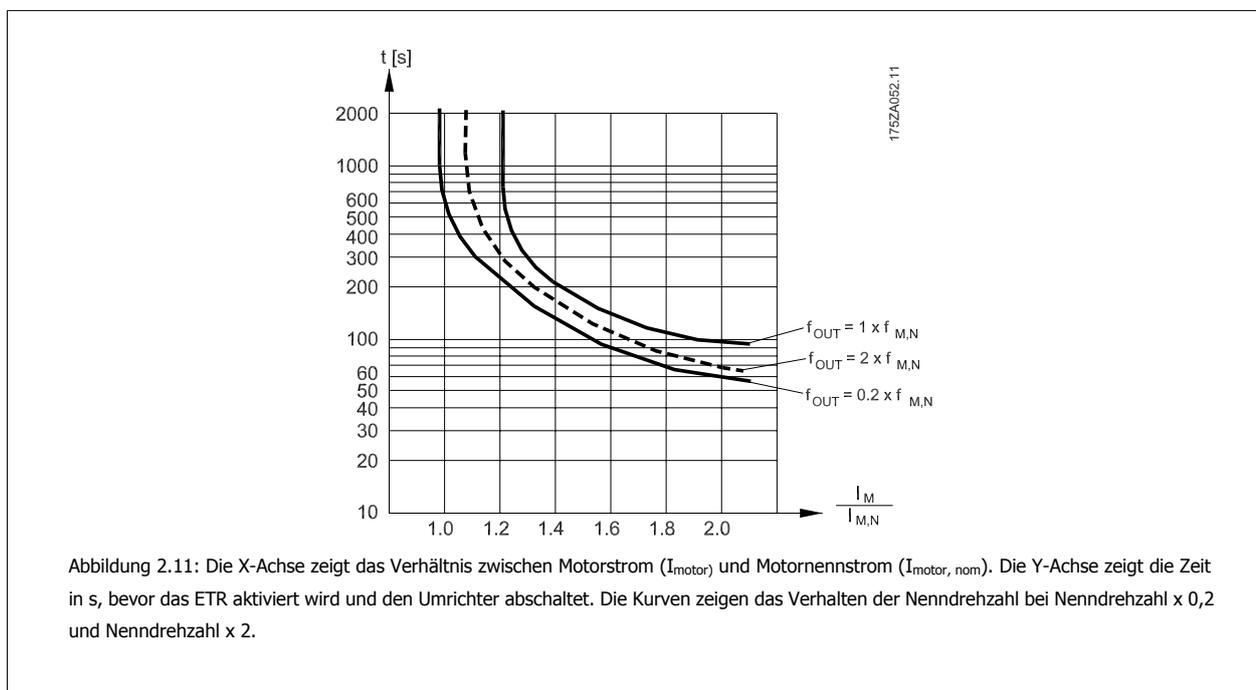
Wird der Frequenzumrichter überlastet (Momentengrenze in Par. 4-16 *Momentengrenze motorisch*/Par. 4-17 *Momentengrenze generatorisch* überschritten), so reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren.

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 Par. 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit* zeitlich begrenzt werden (0-60 s).

2.13.1 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:

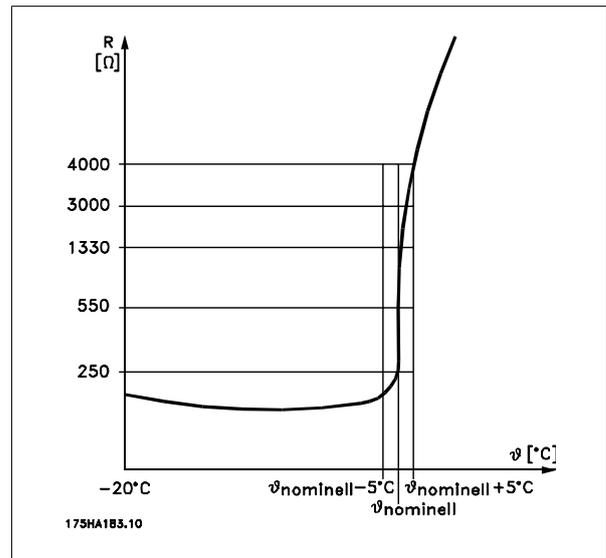


Bei geringerer Drehzahl wird das ETR aufgrund einer geringeren Kühlung des Motors schon bei geringerer Wärmeentwicklung aktiviert. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt. Die ETR-Funktion berechnet die Motortemperatur anhand der Istwerte von Strom und Drehzahl.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

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

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

Motorschutz kann über eine Reihe von Verfahren erfolgen: PTC-Sensor in den Motorwicklungen, mechanisch thermischer Schalter (Klixon-Ausführung) oder elektronisch thermisches Relais (ETR).

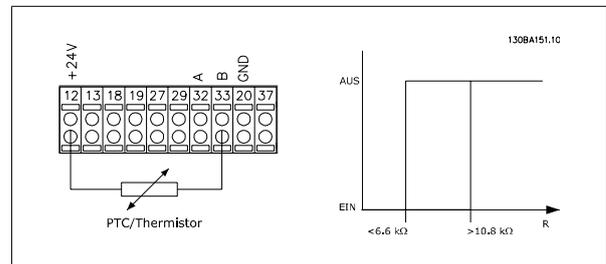


Verwenden eines Digitaleingangs und einer 24-V-Stromversorgung:
 Beispiel: Der Frequenzumrichter schaltet ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.

Parametereinstellung:

Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz auf Thermistor Abschalt.* [2] stellen

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

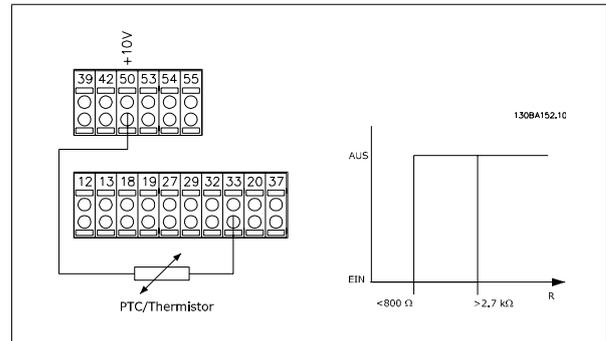


Verwenden eines Digitaleingangs und einer 10-V-Stromversorgung:
 Beispiel: Der Frequenzumrichter schaltet ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.

Parametereinstellung:

Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz auf Thermistor Abschalt.* [2] stellen

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



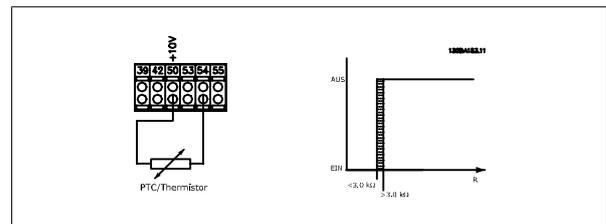
Verwenden eines Analogeingangs und einer 10-V-Stromversorgung:
 Beispiel: Der Frequenzumrichter schaltet ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.

Parametereinstellung:

Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz auf Thermistor Abschalt.* [2] stellen

Par. 1-93 *Thermistoranschluss 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	< 800 Ω - > 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 des ETR überlastet wird, werden Motor und Anwendung durch die Momentgrenze vor Überlastung geschützt.

ACHTUNG!

Das ETR wird in Par. aktiviert und in Par. 4-16 *Momentengrenze motorisch* geregelt. Die Einstellung der Verzögerungszeit, nach der der Frequenzrichter durch die Momentengrenze-Warnung abgeschaltet wird, erfolgt in Par. 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit*.

3 VLT HVAC Drive Auswahl

3.1 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet für die Frequenzrichter umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an.

3.1.1 Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B

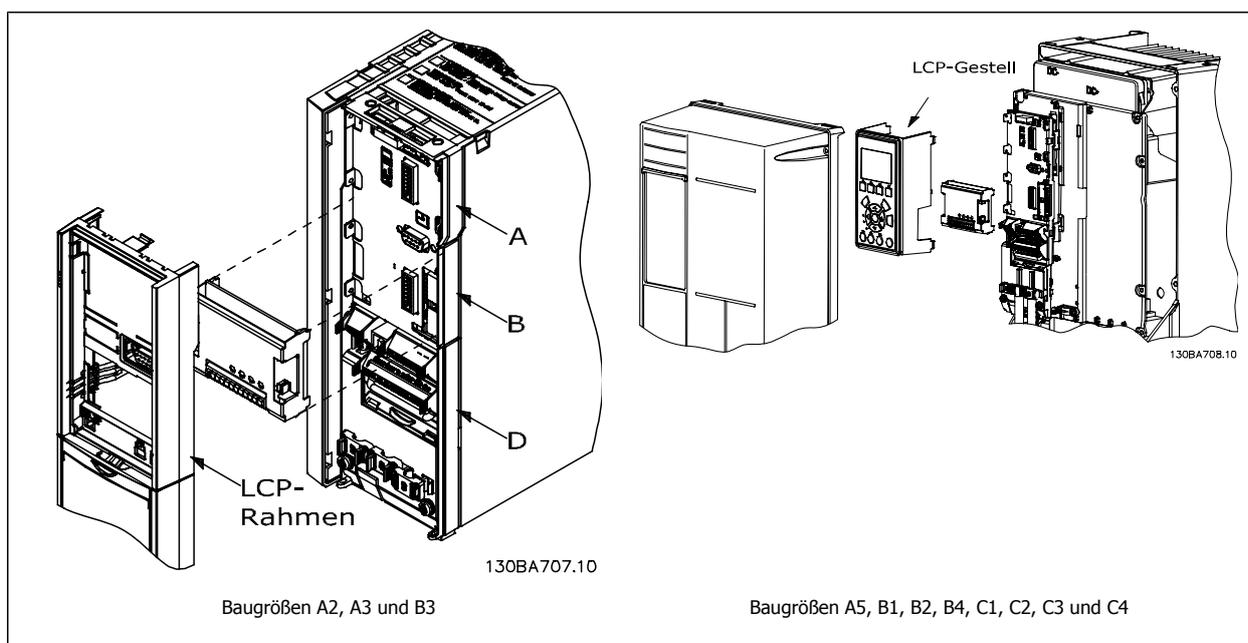
Die Energiezufuhr zum Frequenzrichter unterbrechen.

Bei Baugrößen A2 und A3:

- Bedieneinheit LCP (101 oder 102), Klemmenabdeckung und LCP Frontabdeckung vom Frequenzrichter 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 Optionseinbausatz 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 Frequenzrichter 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.

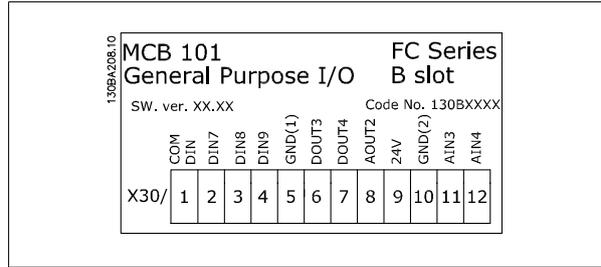


3.1.2 Universal-Ein-/Ausgangsmodul MCB 101

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

Inhalt: MCB 101 muss in Steckplatz B des Frequenzumrichters 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.

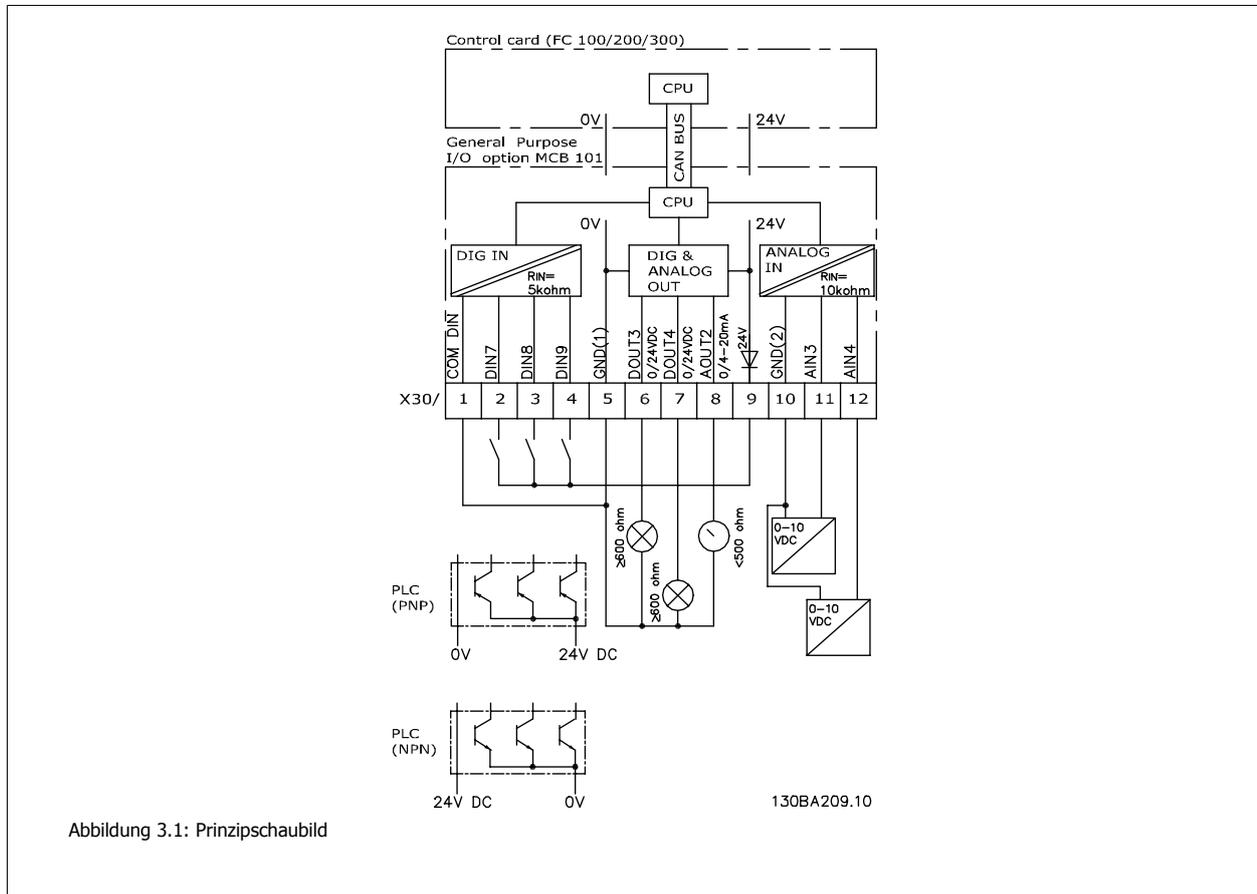


Abbildung 3.1: Prinzipschaubild

3.1.3 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 „1“: Eingang < 10 V DC NPN-Typ: Common = 24 V Logisch „0“: Eingang < 19 V DC Logisch „1“: Eingang < 14 V DC	± 28 V kontinuierlich ± 37 V, in min. 10 s	ca. 5 kOhm

3

3.1.4 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

3.1.5 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

3.1.6 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

3.1.7 Relaisoption MCB 105

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

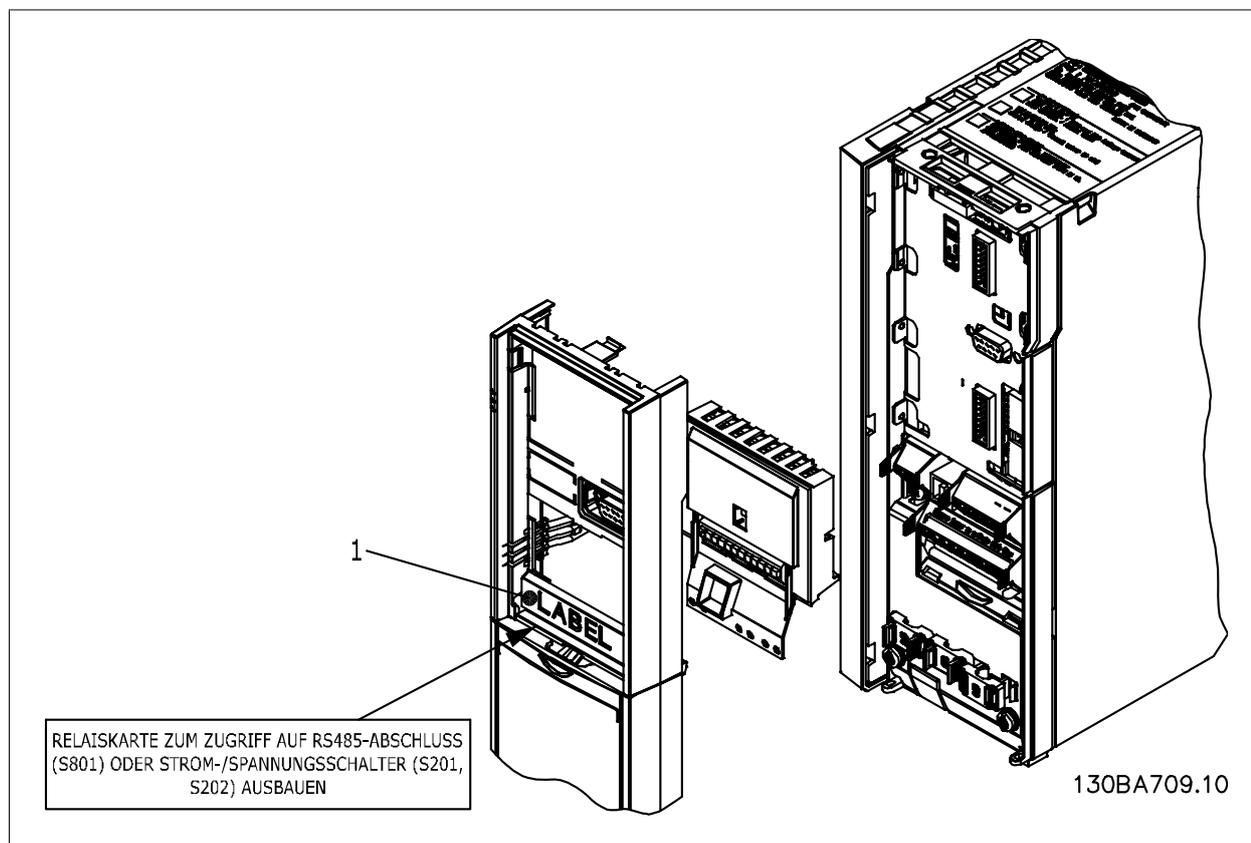
Elektrische Daten:

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

¹⁾ IEC 947 Teil 4 und 5

Wenn die Relaisoption separat bestellt wird, umfasst der Lieferumfang:

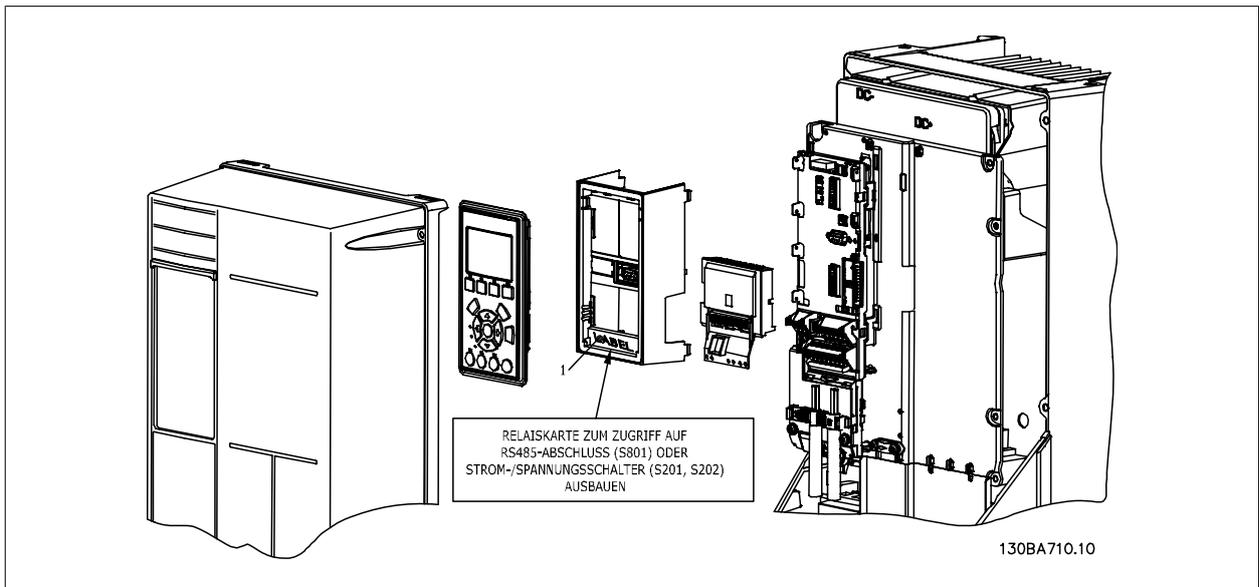
- Relaismodul MCB 105
- Tiefere Frontabdeckung des LCP und vergrößerte Klemmenabdeckung
- Aufkleber zur Abdeckung der Schalter S201, S202 und S801
- Kabelbinder zur Befestigung am Relaismodul



A2-A3-B3

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

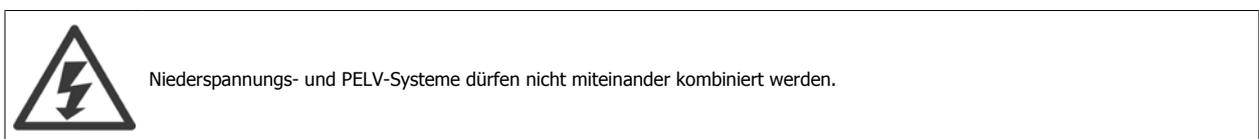
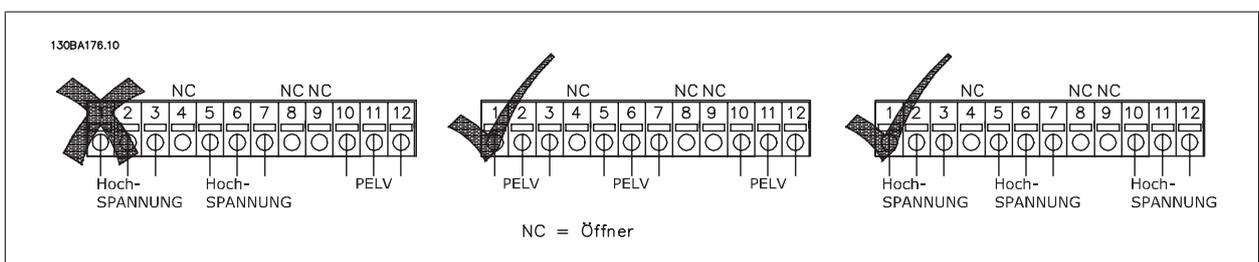
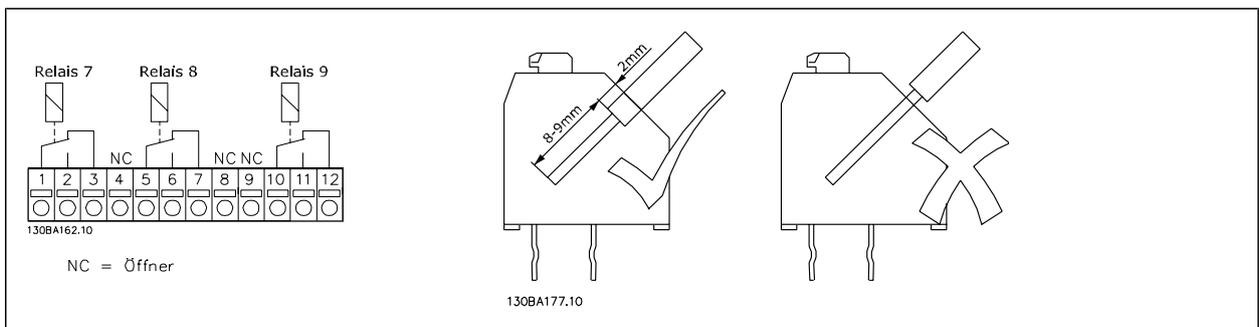
¹⁾ **WICHTIG!** Der Aufkleber MUSS wie gezeigt an der oberen LCP Frontabdeckung angebracht werden (UL-Zulassung).



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 *Relaisfunktion* [6-8], Par. 5-41 *Ein Verzög., Relais* [6-8] und Par. 5-42 *Aus Verzög., Relais* [6-8] auswählen.

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



3.1.8 Externe 24 V-Versorgungsoption 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 der LCP Bedieneinheit und der Feldbusoptionen auch bei abgeschalteter Netzversorgung.

3

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 μ F
Einschaltverzögerung	< 0,6 s

Der Eingang ist schutzbeschaltet.

Klemmennummern:

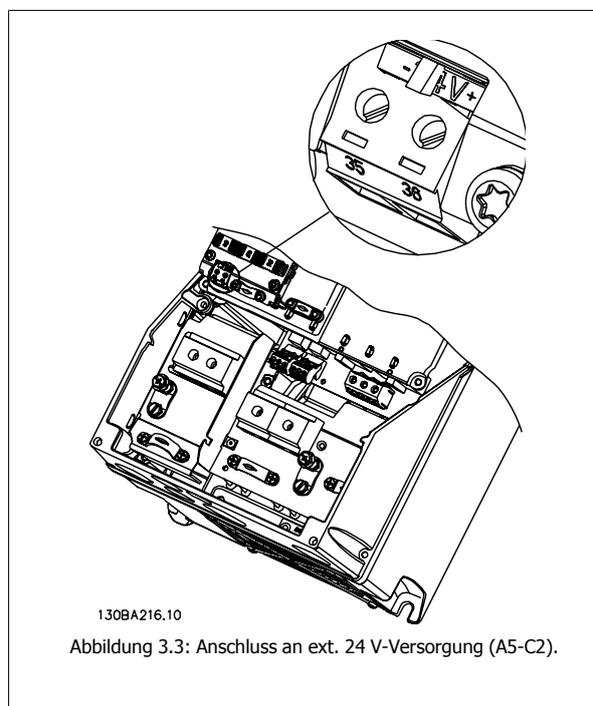
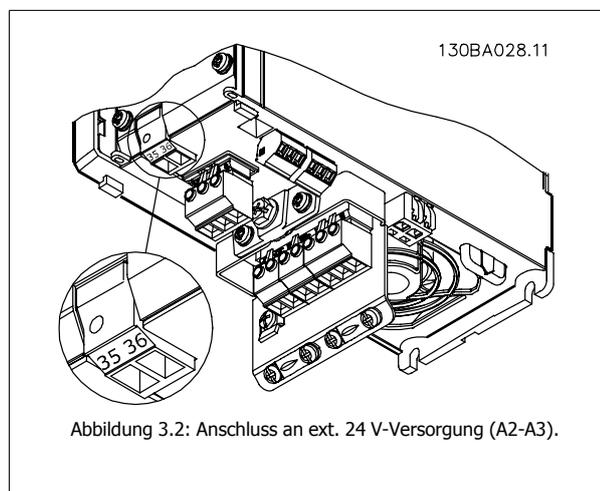
Klemme 35: - externe 24 V DC-Versorgung.

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.

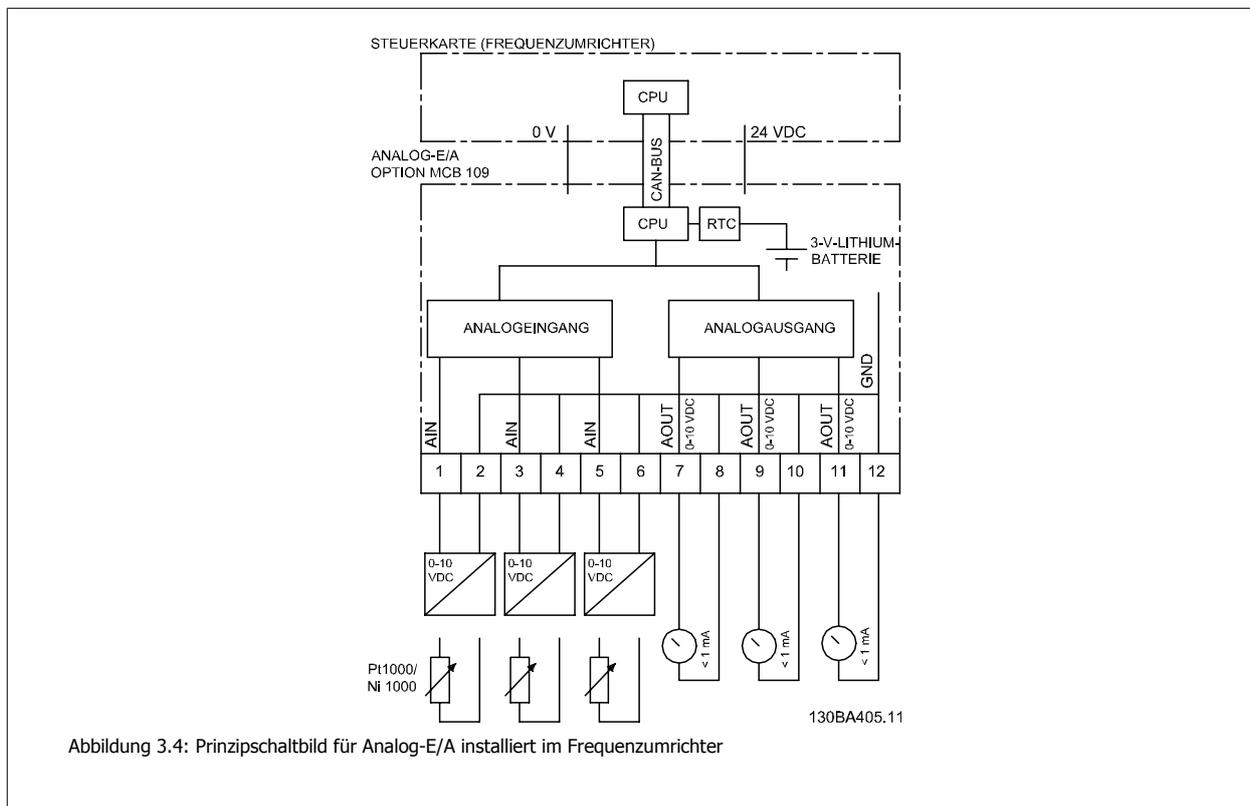
Wenn die externe 24 V-Versorgung MCB 107 den Steuerstromkreis versorgt, wird die interne 24 V-Versorgung automatisch getrennt.



3.1.9 Analog-E/A-Option MCB 109

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 Sollwerteingänge, 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 Standardgruppen von Widerständen 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 VLT HVAC Drive *Programmierungshandbuch*.

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

Parametergruppen für Einstellung: 26-4*, 26-5* und 26-6*. Siehe auch VLT HVAC Drive *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 VLT HVAC Drive *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.

3.1.10 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. Die Werkseinstellungen des Thermostats schalten die Heizgeräte bei 10 °C (50 °F) ein und schalten Sie bei 15,6 °C (60 °F).

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 V/380-480 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

Liefern 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.

Gerätefunktionen:

- 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-Thermistorkartenooption MCB 112 kann ggf. ein dritter Thermistoreingang bereitgestellt werden.

3.1.11 Bremswiderstände

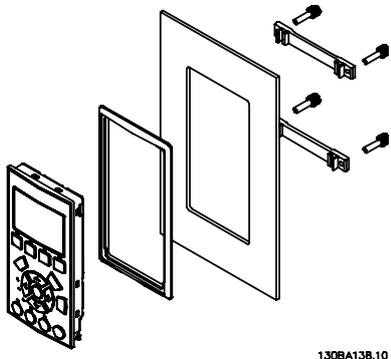
In Anwendungen mit motorischem Bremsen wird Energie im Motor erzeugt und an den Frequenzumrichter zurückgegeben. Ist diese Energierückspeisung an den Motor nicht möglich, erhöht sich die Spannung im Zwischenkreis des Umrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse kann diese 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*.

3.1.12 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

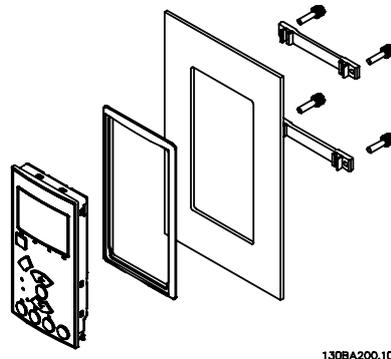
Bestellnummer 130B1113



130BA138.10

Abbildung 3.5: LCP Einbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung

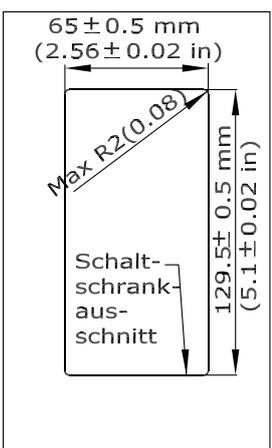
Bestellnummer 130B1114

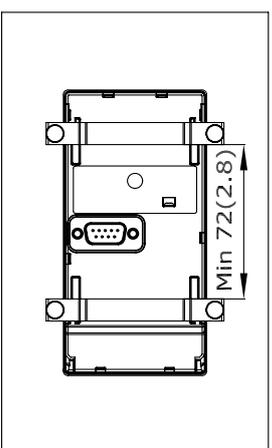


130BA200.10

Abbildung 3.6: 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

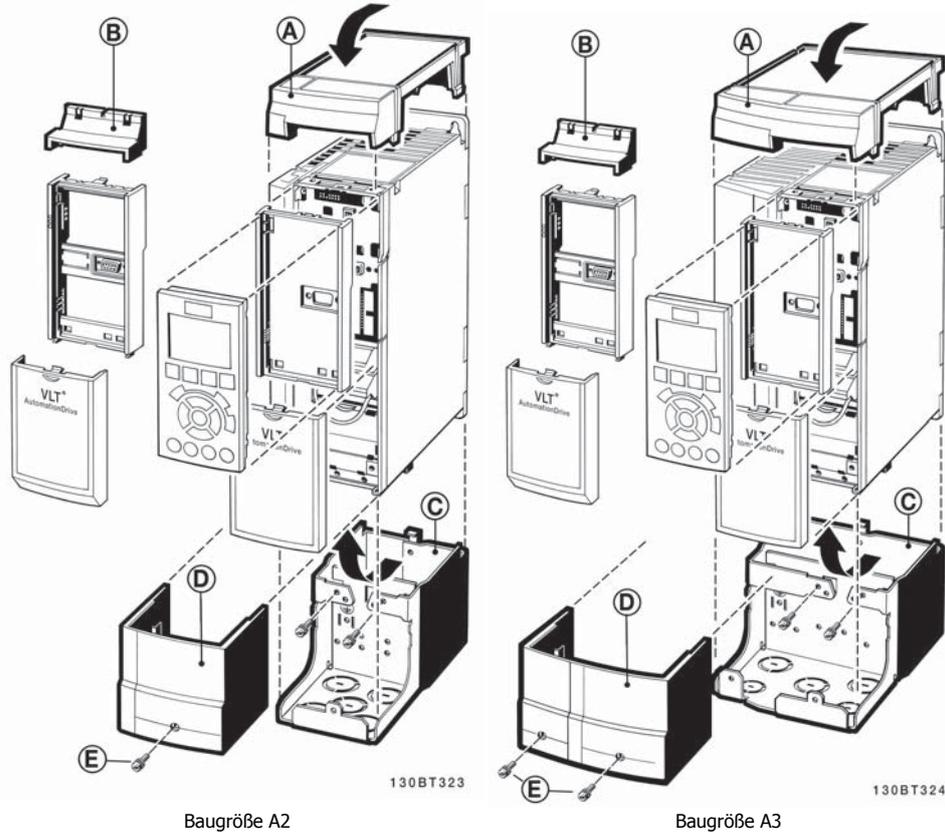
3.1.13 IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung

Die IP20/4X-Abdeckung ist eine optionale Gehäuseabdeckung, die für IP20-Kompaktgeräte lieferbar ist, Baugrößen A2-A3. Durch Einsatz dieser Option wird ein IP20-Gerät so aufgerüstet, dass es der Schutzart IP21/NEMA 1 entspricht.

Die IP 4X-Abdeckung kann für alle IP 20 VLT HVAC Drive-Standardvarianten eingesetzt werden.

3

A - Abdeckung oben
 B - Zusatzteil für A/B-Option
 C - Montageblech unten
 D - Abdeckung für Montageblech unten
 E - Schraube(n)
 Bringen Sie Abdeckung A wie gezeigt an. Bei Verwendung von Option A oder B muss das Zusatzteil B aufgesteckt werden. Bringen Sie das Montageblech unten an, und befestigen Sie die Kabel mithilfe der Bügel aus dem Montagezubehör. Bohrungen für Kabelanschlüsse:
 Größe A2: 2 x M25 und 3 x M32
 Größe A3: 3 x M25 und 3 x M32



Abmessungen

Gehäuse- rätetyp	Höhe (mm) A	Breite (mm) B	Tiefe (mm) C*
A212	372	90	205
A313	372	130	205
B323	475	165	249
B424	670	255	246
C333	755	329	337
C434	950	391	337

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



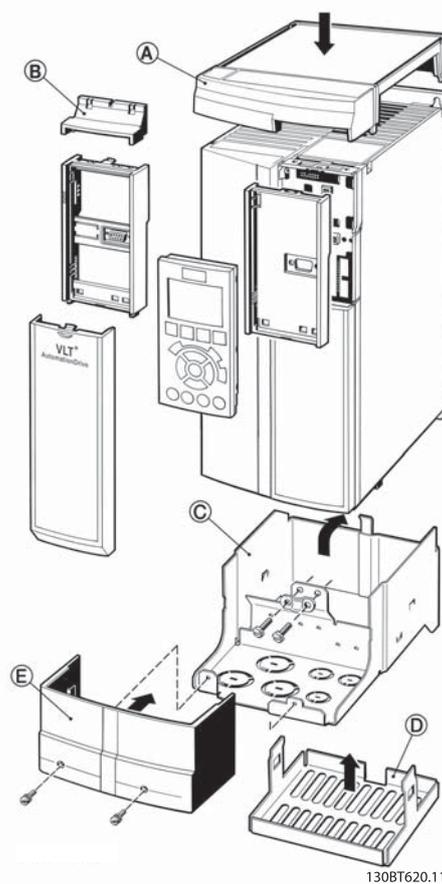
A2, A3, B3



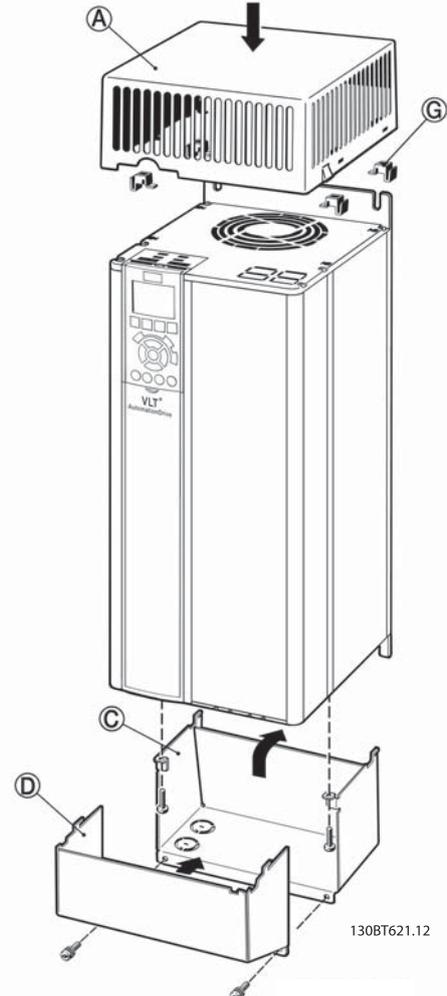
B4, C3, C4

- 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.



Baugröße B3Gerätegröße 23



Baugröße B4 - C3 - C4Gerätegrößen 24, 33, 34



ACHTUNG!

Bei Verwendung der IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckungen ist Montage nebeneinander nicht möglich

3.1.14 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.

3

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 Überslag 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.

4 Bestellen

4.1.1 Drive-Konfigurator

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

Sie können den Frequenzumrichter serienmäßig oder mit eingebauten Optionen bestellen, indem Sie den Typencode, der das Produkt beschreibt, zusammenstellen und an ein regionales Danfoss-Vertriebsbüro senden. Typencode-Beispiel:

FC-102P18KT4E21H1XGCXXXSXXXXAGBKCXXXXX

Die Bedeutung der Zeichen in diesem Code sind im Kapitel *Auswahl des VLTAF-600* zu finden. Im obigen Typencode sind z. B. die Optionen Profibus LONWorks und die Universal-E/A-Option enthalten.

Bestellnummern für serienmäßige Frequenzumrichtervarianten sind ebenfalls im Kapitel *Auswahl des VLT* 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 Frequenzumrichter über Ihr zuständiges Vertriebsbüro bestellen können.

Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und diese an ein regionales Danfoss-Vertriebsbüro senden.

Der Drive-Konfigurator ist auf der globalen Internetseite www.danfoss.com/drives zu finden.

Beispielkonfiguration der Drive-Konfigurator-Oberfläche:

Die Nummern in den Kästchen beziehen sich auf den Typencode (von links nach rechts gelesen). Siehe nächste Seite.

Produktgruppen	1-3	<input type="text"/>
Frequenzumrichter-Serie	4-6	<input type="text"/>
Nennleistung	8-10	<input type="text"/>
Netzphasen	11	<input type="text"/>
Netzspannung	12	<input type="text"/>
Gehäuse	13-15	<input type="text"/>
Gehäusetyp		<input type="text"/>
Schutzart		<input type="text"/>
Steuerspannung		<input type="text"/>
Hardware-Konfiguration		<input type="text"/>
EMV-Filter	16-17	<input type="text"/>
Bremse	18	<input type="text"/>
Display (LCP)	19	<input type="text"/>
Lackierte Platinen	20	<input type="text"/>
Netzoption	21	<input type="text"/>
Anpassung A	22	<input type="text"/>
Anpassung B	23	<input type="text"/>
Software-Version	24-27	<input type="text"/>
Softwaresprache	28	<input type="text"/>
A-Optionen	29-30	<input type="text"/>
B-Optionen	31-32	<input type="text"/>
C0-Optionen MCO	33-34	<input type="text"/>
C1-Optionen	35	<input type="text"/>
Option C, Software	36-37	<input type="text"/>
D-Optionen	38-39	<input type="text"/>



4.1.2 Typencode für niedrige und mittlere Leistung

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

130BA052.15

4

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe und FC-Serie	1-6	FC 102
Nennleistung	8-10	1,1- 90 kW (P1K1 - P90K)
Phasenzahl	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11-12	T 2: 200-240 VAC T 4: 380-480 VAC T 6: 525-600 VAC
Gehäuse	13-15	E20: IP20 E21: IP21/NEMA 1 E55: IP55/NEMA 12 E66: IP66 P21: IP21/NEMA 1 mit Rückwand P55: IP55/NEMA 12 mit Rückwand
EMV-Filter	16-17	H1: EMV-Filter A1/B H2: EMV-Filter A2 H3: EMV-Filter A1/B (reduzierte Kabellänge) HX: Kein EMV-Filter
Bremse	18	X: ohne Bremschopper B: mit Bremschopper T: Sicherer Stopp U: Sicherheit + 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	X: Kein Netztrennschalter und Zwischenkreis­kopplung 1: mit Netztrennschalter (nur IP55) 8: Netztrennschalter und Zwischenkreis­kopplung D: Zwischenkreis­kopplung Max. Kabelquerschnitte siehe Kapitel 8.
Anpassung	22	X: Standard O: Europäisches metrisches Gewinde in Kabeleinführungen
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 AG: MCA 108 Lonworks AJ: MCA 109 BACnet-Gateway
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analog-E/A-Option
C0-Optionen MCO	33-34	CX: Keine Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine Optionen
Option C, Software	36-37	XX: Standardsoftware
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: DC-Versorgung

Tabelle 4.1: Typencodebeschreibung.

Die verschiedenen Optionen und Zubehörteile sind im *VLT HVAC Drive Projektierungshandbuch, MG.11.BX.YY*, näher beschrieben.

4.1.3 Typencode High Power

Typencode Baugrößen D und E		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe+Serie	1-6	FC 102
Nennleistung	8-10	45-560 kW
Netzphasen	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11-12	T 4: 380-500 VAC T 7: 525-690 VAC
Baugröße	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 Schiffsanwendungen2)
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT R: Klemmen für generatorischen Betrieb (nur Baugröße E)
Display	19	G: Grafische LCP Bedieneinheit 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
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analog-E/A-Option
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine Optionen
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 VAC
2) Wenden Sie sich an das Werk, wenn Sie Schiffszertifizierung benötigen



Typencode Baugröße FGerätegröße 5x		
Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	
FU-Baureihe	4-6	
Nennleistung	8-10	500 - 1400 kW
Netzphasen	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11-12	T 5: 380-500 VAC T 7: 525-690 VAC
BaugrößeGerätegröße	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 A12, 3) HE: RCD mit EMV-Filter, Klasse A22) HF: RCD mit EMV-Filter, Klasse A12, 3) HG: IRM mit EMV-Filter, Klasse A22) HH: IRM mit EMV-Filter, Klasse A12, 3) HJ: NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A21) HK: NAMUR-Klemmen mit EMV-Filter, Klasse A11, 2, 3) HL: RCD mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A21, 2) HM: RCD mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A11, 2, 3) HN: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A21, 2) HP: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter, Klasse A11, 2, 3)
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert X: Keine Bremse IGBT R: Klemmen für generatorischen Betrieb M: IEC Not-Aus-Taster (mit Pilz-Schutzrelais)4) N: IEC Not-Aus-Taster mit Bremse IGBT und Bremsklemmen 4) P: IEC Not-Aus-Drucktaster mit Klemmen für generatorischen Betrieb4)
Display	19	G: Grafische LCP Bedieneinheit LCP
Lackierte Platinen	20	C: Lackierte Platinen
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3 ²): Netztrennschalter und Sicherung 5 ²): Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung E: Netztrennschalter, Schütz & Sicherungen2) F: Hauptschalter, Schütz & Sicherungen 2) G: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen & Sicherungen2) H: Hauptschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen & Sicherungen2) J: Hauptschalter & Sicherungen2) K: Hauptschalter, Zwischenkreisklemmen & Sicherungen2)
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
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine Optionen
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.	Anmerkungen
Sonstiges Zubehör I			
Zwischenkreisanschluss	Klemmenblock für Zwischenkreisverbindung bei Baugröße A2/A3	130B1064	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	Gehäuse, Baugröße A2: Obere Abdeckung IP21/IP 4X/NEMA 1	130B1122	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	Gehäuse, Baugröße A3: Obere Abdeckung IP21/IP 4X/NEMA 1	130B1123	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	IP21/NEMA 1 Abdeckung + Bodenplatte Baugröße B3	130B1187	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	IP21/NEMA 1 Abdeckung + Bodenplatte Baugröße B4	130B1189	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	IP21/NEMA 1 Abdeckung + Bodenplatte Baugröße C3	130B1191	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	IP21/NEMA 1 Abdeckung + Bodenplatte Baugröße C4	130B1193	
Obere Abdeckung IP21/4X / NE-MA1-Option	Gehäuseabdeckung IP21 / NEMA 1 A2	130B1132	
Obere Abdeckung IP21/4X / NE-MA1-Option	Gehäuseabdeckung IP21 / NEMA 1 A3	130B1133	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	Gehäuseabdeckung IP21 / NEMA 1 B3	130B1188	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	Gehäuseabdeckung IP21 / NEMA 1 B4	130B1190	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	Gehäuseabdeckung IP21 / NEMA 1 C3	130B1192	
Obere Abdeckung IP21 4X / NE-MA1-Option	Gehäuseabdeckung IP21 / NEMA 1 C4	130B1194	
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße A5	130B1028	
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße B1	130B1046	
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße B2	130B1047	
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße C1	130B1048	
Einbausatz für Schalttafel- oder Schaltschrankanbringung	Baugröße C2	130B1049	
Profibus Sub-D 9	Sub-D Adapter für Profibus IP20	130B1112	
Profibus Montagezubehör	Einbausatz für Profibus-Anschluss oben - A-Gehäuse	130B0524	
Profibus Montagezubehör	Einbausatz für Profibus-Anschluss oben - Baugröße D + E	176F1742	
Klemmenblöcke	Schraubklemmenblöcke als Ersatz für Federzugklemmen 1 x 10-poliger, 1 x 6-poliger und 1 x 3-poliger Stecker	130B1116	
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	
LCP Bedieneinheiten und Einbausätze			
LCP 101	Numerische LCP Bedieneinheit	130B1124	
LCP 102	Grafische LCP Bedieneinheit	130B1107	
LCP Kabel	Separates LCP-Anschlusskabel, 3 m	175Z0929	
LCP Einbausatz	Feinbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1113	
LCP-Feinbausatz	Feinbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung	130B1114	
LCP Einbausatz	Feinbausatz für alle LCP Bedieneinheiten mit Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1117	
LCP Einbausatz	Fronteinbausatz, IP55-Gehäuse	130B1129	
LCP Einbausatz	Feinbausatz für alle LCPs mit Befestigungselementen und Dichtung, ohne Kabel	130B1170	

Tabelle 4.2: 1) Nur IP21 / > 11 kW

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

Typ	Beschreibung	Bestellnr.	Anmerkungen
Option A - unlackiert/lackiert		Bestellnr. Unlackiert	Bestellnr. Lackiert
MCA 101	Profibus-Option DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	DeviceNet -Option	130B1102	130B1202
MCA 108	Lonworks	130B1106	130B1206
MCA 109	BACnet-Gateway zum Einbau. Keine Verwendung mit der Relaisoptionskarte MCB 105 möglich.	130B1144	130B1244
Option B			
MCB 101	Universal-Ein-/Ausgabeoption	130B1125	
MCB 105	Relaisoption	130B1110	
MCB 109	Analog-E/A-Option und Batteriereserve für Echtzeituhr	130B1143	130B1243
Option D			
MCB 107	Ext. 24 V DC-Versorgung	130B1108	130B1208
Externe Optionen			
Ethernet IP	Ethernet-Master	175N2584	

Tabelle 4.3: 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. Viele Optionen können bereits werksseitig eingebaut bestellt werden (siehe Bestellinformationen).

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

4.2.2 Bestellnummern: High Power-Optionsätze

Einbausatz	Beschreibung	Bestellnummer:	Handbuchnummer
NEMA-3R (Rittal-Schaltschränke)	Baugröße D3	176F4600	175R5922
	Baugröße D4	176F4601	
	Baugröße E2	176F1852	
NEMA-3R (geschweißte Gehäuse)	Baugröße D3	176F0296	175R1068
	Baugröße D4	176F0295	
	Baugröße E2	176F0298	
Sockel	Baugrößen D	176F1827	175R5642
Rückseitiger Lüftungskanaleinbausatz (Oben und unten)	D3 1800 mm	176F1824	175R5640
	D4 1800 mm	176F1823	
	D3 2000 mm	176F1826	
	D4 2000 mm	176F1825	
	E2 2000 mm	176F1850	
	E2 2200 mm	176F0299	
Rückseitiger Lüftungskanaleinbausatz (nur oben)	Baugrößen D3/D4	176F1775	175R1107
	Baugröße E2	176F1776	
Obere Abdeckung und Bodenabdeckung IP00 (Geschweißte Gehäuse)	Baugrößen D3/D4	176F1862	175R1106
	Baugröße E2	176F1861	
Obere Abdeckung und Bodenabdeckung IP00 (Rittal-Schaltschränke)	Baugrößen D3	176F1781	175R0076
	Baugrößen D4	176F1782	
	Baugröße E2	176F1783	
Motorkabelbügel IP00	Baugröße D3	176F1774	175R1109
	Baugröße D4	176F1746	
	Baugröße E2	176F1745	
Klemmenabdeckung IP00	Baugröße D3/D4	176F1779	175R1108
Netzabschirmung	Baugrößen D1/D2	176F0799	175R5923
	Baugröße E1	176F1851	
Eingangsbleche	Siehe Handbuch		175R5795
Zwischenkreis Kopplung	Baugröße D1/D3	176F8456	175R5637
	Baugröße D2/D4	176F8455	
Sub-D- oder Schirmabschluss Einführung von oben	Baugrößen D3/D4/E2	176F1742	175R5964

4.2.3 Bestellnummern: Oberwellenfilter

Oberwellenfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberwellen.

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

380-415V, 50Hz

I _{AHF,N}	Typischer Motor [kW]	DanfossBestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		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
101 A	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

380 - 415 V, 60 Hz

I _{AHF,N}	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
101 A	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

440-480 V, 60 Hz

I _{AHF,N}	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
101 A	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.

500-525 V, 50 Hz				
I _{AHF,N}	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

4

690 V, 50 Hz				
I _{AHF,N}	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

4.2.4 Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 VAC

Netzversorgung 3 x 200-480 [VAC]			Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangs- frequenz [Hz]	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz [A]
Frequenzrichtergröße							
200-240 [VAC]	380-440 [VAC]	440-480 [VAC]					
	P1K1	P1K1	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P1K5	P1K5	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P2K2	P2K2	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K5	P3K0	P3K0	5	120	130B2443	130B2408	8
	P4K0	P4K0	5	120	130B2444	130B2409	10
P2K2	P5K5	P5K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P3K0	P7K5	P7K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P4K0			5	120	130B2446	130B2411	17
P5K5	P11K	P11K	4	100	130B2447	130B2412	24
P7K5	P15K	P15K	4	100	130B2448	130B2413	38
	P18K	P18K	4	100	130B2448	130B2413	38
P11K	P22K	P22K	4	100	130B2307	130B2281	48
P15K	P30K	P30K	3	100	130B2308	130B2282	62
P18K	P37K	P37K	3	100	130B2309	130B2283	75
P22K	P45K	P55K	3	100	130B2310	130B2284	115
P30K	P55K	P75K	3	100	130B2310	130B2284	115
P37K	P75K	P90K	3	100	130B2311	130B2285	180
P45K	P90K	P110	3	100	130B2311	130B2285	180
	P110	P132	3	100	130B2312	130B2286	260
	P132	P160	3	100	130B2313	130B2287	260
	P160	P200	3	100	130B2313	130B2287	410
	P200	P250	3	100	130B2314	130B2288	410
	P250	P315	3	100	130B2314	130B2288	480
	P315	P315	2	100	130B2315	130B2289	660
	P355	P355	2	100	130B2315	130B2289	660
	P400	P400	2	100	130B2316	130B2290	750
		P450	2	100	130B2316	130B2290	750
	P450	P500	2	100	130B2317	130B2291	880
	P500	P560	2	100	130B2317	130B2291	880
	P560	P630	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P630	P710	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P710	P800	2	100	2x130B2317	2x130B2291	1500
	P800	P1M0	2	100	2x130B2317	2x130B2291	1500
	P1M0		2	100	2x130B2318	2x130B2292	1700

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

ACHTUNG!

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

4.2.5 Bestellnummern: Sinusfilter, 525-600/690 VAC

Frequenzumrichtergröße		Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangsfrequenz [Hz]	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Filterennennstrom bei 50 Hz [A]
525-600 [VAC]	-690 [VAC]					
P1K1		2	100	130B2341	130B2321	13
P1K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P2k2		2	100	130B2341	130B2321	13
P3K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P4K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P5K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P7K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P11K		2	100	130B2342	130B2322	28
P15K		2	100	130B2342	130B2322	28
P18K		2	100	130B2342	130B2322	28
P22K		2	100	130B2342	130B2322	28
P30K		2	100	130B2343	130B2323	45
P37K	P45K	2	100	130B2344	130B2324	76
P45K	P55K	2	100	130B2344	130B2324	76
P55K	P75K	2	100	130B2345	130B2325	115
P75K	P90K	2	100	130B2345	130B2325	115
P90K	P110	2	100	130B2346	130B2326	165
	P132	2	100	130B2346	130B2326	165
	P160	2	100	130B2347	130B2327	260
	P200	2	100	130B2347	130B2327	260
	P250	2	100	130B2348	130B2329	303
	P315	2	100	130B2370	130B2341	430
	P355	1,5	100	130B2370	130B2341	430
	P400	1,5	100	130B2370	130B2341	430
	P450	1,5	100	130B2371	130B2342	530
	P500	1,5	100	130B2371	130B2342	530
	P560	1,5	100	130B2381	130B2337	660
	P630	1,5	100	130B2381	130B2337	660
	P710	1,5	100	130B2382	130B2338	765
	P800	1,5	100	130B2383	130B2339	940
	P900	1,5	100	130B2383	130B2339	940
	P1M0	1,5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M2	1,5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M4	1,5	100	2x130B2382	2x130B2338	1479



ACHTUNG!

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

ACHTUNG!

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

4

4.2.6 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
380-440 V	441-480 V					
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

ACHTUNG!

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

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

Netzversorgung 3x525 bis 3x600 V

Frequenzumrichtergröße		Min. Taktfrequenz	Maximale Ausgangsfrequenz	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz
525-600 V	-690 V					
	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
11 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
15 kW	18,5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
18,5 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
22 kW	30 kW	4 kHz	60 Hz	130B2424	130B2415	45 A
30 kW	37 kW	4 kHz	60 Hz	130B2424	130B2415	45 A
37 kW	45 kW	3 kHz	60 Hz	130B2425	130B2416	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2425	130B2416	75 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2426	130B2417	115 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2426	130B2417	115 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2427	130B2418	165 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2427	130B2418	165 A
150 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2428	130B2419	260 A
180 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2428	130B2419	260 A
220 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2429	130B2420	310 A
260 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2278	130B2235	430 A
300 kW	400 kW	3 kHz	60 Hz	130B2278	130B2235	430 A
375 kW	500 kW	2 kHz	60 Hz	130B2239	130B2236	530 A
450 kW	560 kW	2 kHz	60 Hz	130B2274	130B2280	630 A
480 kW	630 kW	2 kHz	60 Hz	130B2274	130B2280	630 A
560 kW	710 kW	2 kHz	60 Hz	130B2430	130B2421	765 A
670 kW	800 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A
	900 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A
820 kW	1000 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A
970 kW	1200 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A

ACHTUNG!

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

4.2.8 Bestellnummern, Bremswiderstände

ACHTUNG!

Siehe Projektierungshandbuch für Bremswiderstände, MG.90OX.YY

5

5 Installieren

Beabsichtigte Leerseite.

5

5.1.2 Abmessungen

		Abmessungen											
Baugröße (kW):		A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	
200-240 V	1,1-2,2	3,0-3,7	1,1-3,7	5,5-11	15	5,5-11	15-18,5	18,5-30	37-45	22-30	37-45	37-45	
380-480 V	1,1-4,0	5,5-7,5	1,1-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90	75-90	
525-600 V		1,1-7,5	1,1-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90	75-90	
IP	20	21	21	55/66	21/ 55/66	21/ 55/66	20	20	21/ 55/66	21/ 55/66	20	20	
NEMA	Chassis NEMA 1	Chassis NEMA 1	NEMA 12	NEMA 12	NEMA 1/12	NEMA 1/12	Chassis	Chassis	NEMA 1/12	NEMA 1/12	Chassis	Chassis	
Höhe (mm)													
Gehäuse	A**	246	372	420	480	650	350	460	680	770	490	600	
... mit Abschirmblech	A2	374	-	-	-	-	419	595	-	-	630	800	
Rückwand	A1	268	375	420	480	650	399	520	680	770	550	660	
Abstand der Montagelöcher	a	257	350	402	454	624	380	495	648	739	521	631	
Breite (mm)													
Gehäuse	B	90	130	242	242	242	165	231	308	370	308	370	
mit einer C-Option	B	130	170	242	242	242	205	231	308	370	308	370	
Rückwand	B	90	130	242	242	242	165	231	308	370	308	370	
Abstand der Montagelöcher	b	70	110	215	210	210	140	200	272	334	270	330	
Tiefe (mm)													
Ohne Option A/B	C	205	205	200	260	260	248	242	310	335	333	333	
Mit Option A/B	C*	220	220	200	260	260	262	242	310	335	333	333	
Montagelöcher (mm)													
	c	8,0	8,0	8,2	12	12	8	-	12	12	-	-	
Durchmesser ø	d	11	11	12	19	19	12	-	19	19	-	-	
Durchmesser ø	e	5,5	5,5	6,5	9	9	6,8	8,5	9,0	9,0	8,5	8,5	
	f	9	9	9	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17	
Max. Gewicht (kg)		4,9	5,3	6,6	7,0	7,0	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.

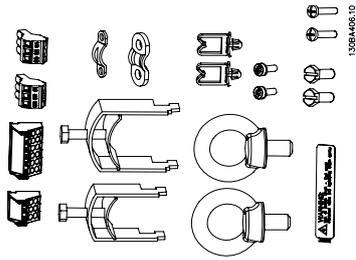
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00	F1/F3		130BA081.12	F2/F4		130BB082.10
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00		F1/F3			130BA081.12	F2/F4
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00	F1/F3			130BA081.12	F2/F4	
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00		F1/F3		130BA081.12		F2/F4
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00	F1/F3			130BA081.12	F2/F4	
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00		F1/F3		130BA081.12		F2/F4
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00	F1/F3			130BA081.12	F2/F4	
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00		F1/F3		130BA081.12		F2/F4
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00	F1/F3			130BA081.12	F2/F4	
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00		F1/F3		130BA081.12		F2/F4
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00	F1/F3			130BA081.12	F2/F4	
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00		F1/F3		130BA081.12		F2/F4
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00	F1/F3			130BA081.12	F2/F4	
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00		F1/F3		130BA081.12		F2/F4
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00	F1/F3			130BA081.12	F2/F4	
D1		IP21/54	D2		IP21/54	D3																	

Abmessungen										
	D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1	F2	F3	F4
Baugröße (kW)										
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
Transportmaße (mm):										
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
FCDrive-Abmessungen: (mm)										
Höhe										
Rückwand	A	1209	1589	1046	2000	1547	2281	2281	2281	2281
Breite										
Rückwand	B	420	420	408	600	585	1400	1800	2000	2400
Tiefe										
Rückwand	C	380	380	375	494	494	607	607	607	607
Abmessungen der Halterungen (mm)										
Mittelbohrung bis Kante	a	22/0,9	22/0,9	22/0,9	56/2,2	23/0,9				
Mittelbohrung bis Kante	b	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0				
Lochdurchmesser	c	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0				
	d	20/0,8	20/0,8	20/0,8	20/0,8	27/1,1				
	e	11/0,4	11/0,4	11/0,4	11/0,4	13/0,5				
	f	22/0,9	22/0,9	22/0,9						
	g	10/0,4	10/0,4	10/0,4						
	h	51/2,0	51/2,0	51/2,0						
	i	25/1,0	25/1,0	25/1,0						
	j	49/1,9	49/1,9	49/1,9						
Lochdurchmesser	k	11/0,4	11/0,4	11/0,4						
Max. Gewicht (kg)	104	151	91	138	313	277	1004	1246	1299	1541

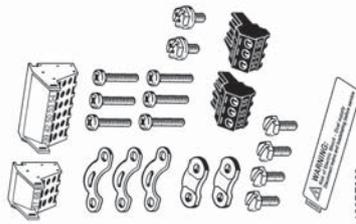
Weitere Informationen sowie CAD-Zeichnungen für Ihre Planungen erhalten Sie von Danfoss.

5.1.3 Montagezubehör

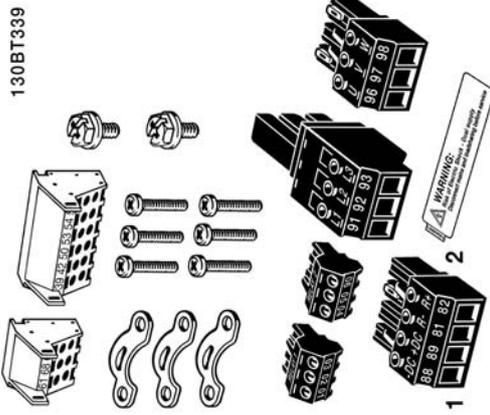
Montagezubehör: Der Frequenzrichter wird mit folgendem Montagezubehör geliefert:



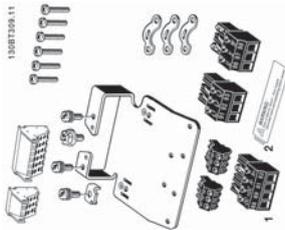
Baugrößen C1 und C2



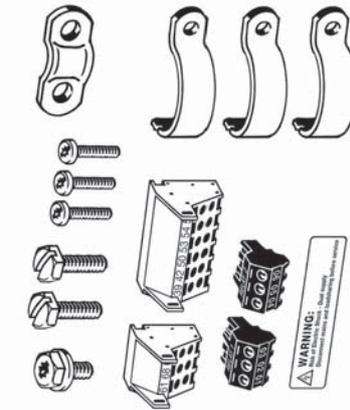
Baugrößen B1 und B2



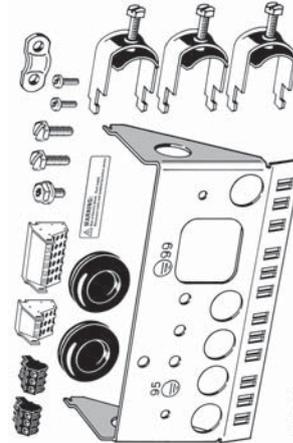
Baugröße A5



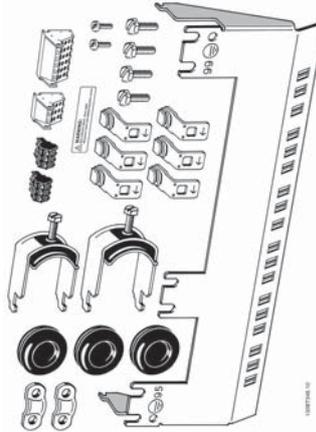
Baugrößen A1, A2 und A3



Baugröße B3



Baugröße B4



Baugröße C3



Baugröße C4

1 + 2 nur bei Geräten mit Bremschopper. Für die DC-Zwischenkreis-Kopplung kann Steckanschluss 1 separat bestellt werden (Bestellnummer 130B1064). Für den FC 102 ohne sicheren Stopp enthält das Montagezubehör einen achtpoligen Stecker.

5.1.4 Mechanische Installation

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

Ausnahme: Beim IP21-Gehäuse muss zwischen den Gehäusen ein Abstand eingehalten werden. Bei den Baugrößen A2, A3, B3, B4 und C3 ist der Mindestabstand 50 mm, bei C4 beträgt er 75 mm.

Für optimale Kühlbedingungen muss über und unter dem Frequenzrichter freier Luftdurchlass gewährleistet sein. Siehe nachstehende Tabelle.

Platz für Luftzirkulation bei verschiedenen Baugrößen

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

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

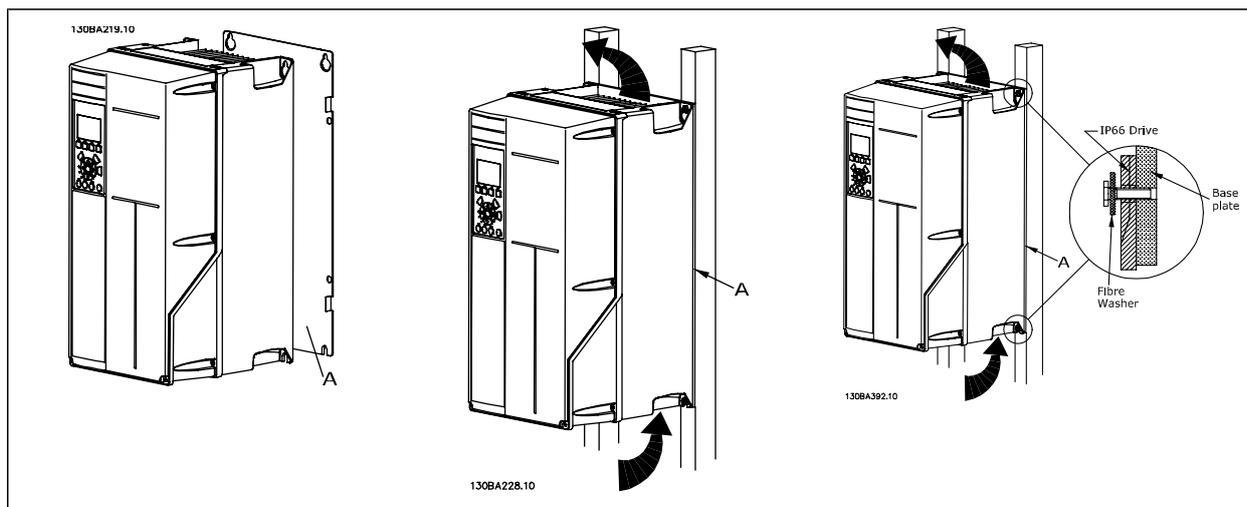


Tabelle 5.1: Bei der Montage von Baugrößen A5, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3 und C4 auf einer nicht stabilen Wand muss der Frequenzrichter wegen unzureichender Kühlluft über dem Kühlkörper mit einer Rückwand A versehen werden.

5.1.5 Heben

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

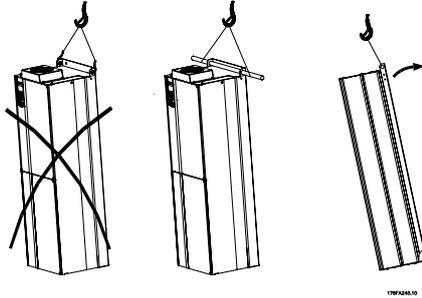


Abbildung 5.3: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugrößen D und E-.

5



ACHTUNG!

Die Hebetraverse muss für das Gewicht des Frequenzumrichters ausgelegt sein. Siehe *Abmessungen* für das Gewicht der jeweiligen Baugrößen. Der Maximaldurchmesser der Stange beträgt 2,5 cm. Der Winkel zwischen Oberseite des Frequenzumrichters und dem Hubseil muss mindestens 60° betragen.

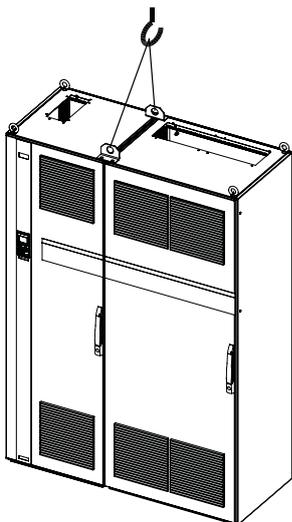


Abbildung 5.4: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F1

130BA832.11

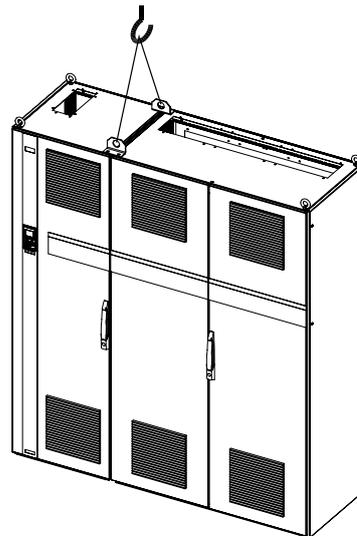
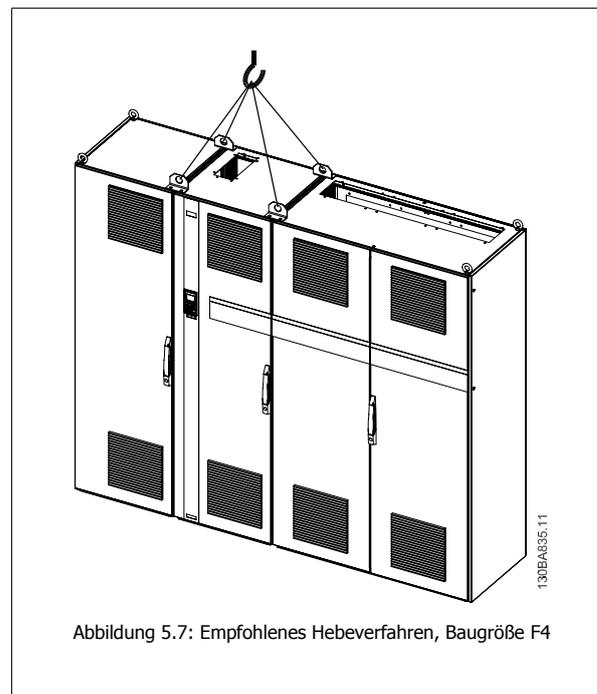


Abbildung 5.5: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F2

130BA834.11

130BA833.11

Abbildung 5.6: Empfohlenes Hebeverfahren, Baugröße F3



ACHTUNG!

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

5.1.6 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.

5.1.7 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 Elektrische Installation

5.2.1 Allgemeiner Hinweis zu Kabeln


ACHTUNG!

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


ACHTUNG!
Allgemeiner Hinweis zu Kabeln

Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Verwenden Sie nach Möglichkeit Kupferleiter (60/75 °C).

5

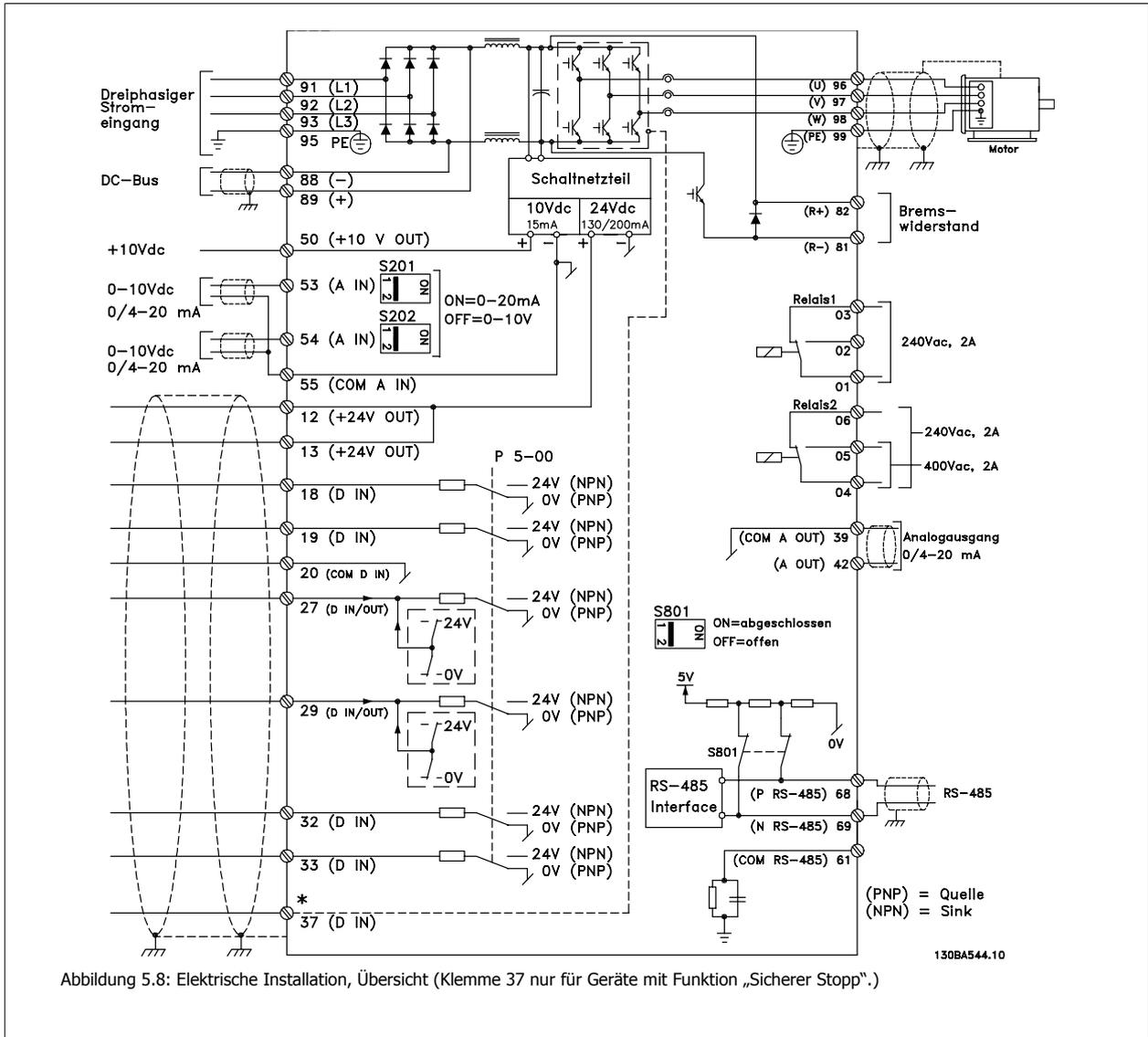
Anzugsmomente der Anschlussklemmen

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

Tabelle 5.2: Anzugsmomente für Klemmen

- 1) Für unterschiedliche Kabelabmessungen x/y, bei $x \leq 95 \text{ mm}^2$ und $y \geq 95 \text{ mm}^2$
- 2) Kabelabmessungen über $18,5 \text{ kW} \geq 35 \text{ mm}^2$ und unter $22 \text{ kW} \leq 10 \text{ mm}^2$
- 3) Zu den Daten der Serie F siehe bitte das VLT HVAC Drive Produkthandbuch High Power, MG.11.F1.02.

5.2.2 Elektrische Installation und Steuerkabel



Klemmennummer	Klemmenbeschreibung	Parameternummer	Werkseinstellung
1+2+3	Klemme 1+2+3-Relais1	5-40	Kein Betrieb
4+5+6	Klemme 4+5+6-Relais2	5-40	Kein Betrieb
12	Klemme 12 Stromversorgung	-	+24 V DC
13	Klemme 13 Stromversorgung	-	+24 V DC
18	Klemme 18 Digitaleingang	5-10	Start
19	Klemme 19 Digitaleingang	5-11	Kein Betrieb
20	Klemme 20	-	gemeinsamer Kontakt
27	Klemme 27 Digitaleingang/-ausgang	5-12/5-30	Motorfreilauf (inv.)
29	Klemme 29 Digitaleingang/-ausgang	5-13/5-31	Festdrehzahl JOG
32	Klemme 32 Digitaleingang	5-14	Kein Betrieb
33	Klemme 33 Digitaleingang	5-15	Kein Betrieb
37	Klemme 37 Digitaleingang	-	Sicherer Stopp
42	Klemme 42 Analogausgang	6-50	Drehzahl 0-max. Drehz.
53	Klemme 53 Analogeingang	3-15/6-1*/20-0*	Sollwert
54	Klemme 54 Analogeingang	3-15/6-2*/20-0*	Istwert

Tabelle 5.3: Klemmenverbindungen

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

**ACHTUNG!**

Die Digital- und Analogein- und -ausgänge sollten aufgeteilt nach Signalart an die Bezugspotentiale des Frequenzumrichters angeschlossen werden (Klemme 20, 39 und 55), um Fehlerströme auf dem Massepotential zu verhindern. Beispielsweise vermeidet es Schalten an Digitaleingängen, die das Analogeingangssignal stören.

**ACHTUNG!**

Steuerkabel müssen abgeschirmt werden.

5

5.2.3 Motorkabel

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

- 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 verzwirbelte Abschirmlitzen ("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 Baugröße F

Anforderungen bei F1/F3: Vielfache von 2, d. h. 2, 4, 6 oder 8 (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: Vielfache von 3, d. h. 3, 6, 9 oder 12 (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 und Dokumentation vom Hersteller erfragen oder die Schaltschrankstromschienenoption mit Einführung oben/unten verwenden.

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

Taktfrequenz

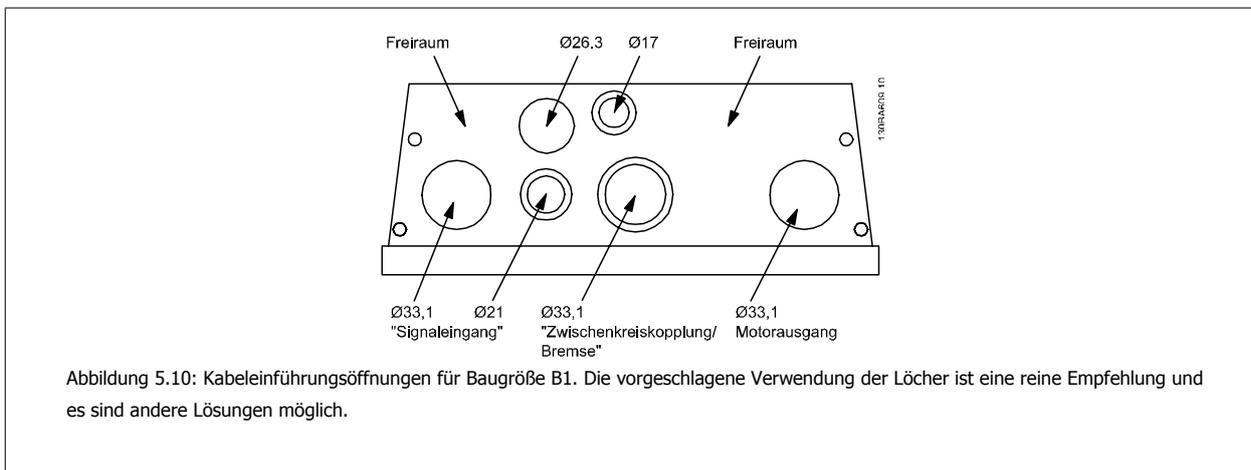
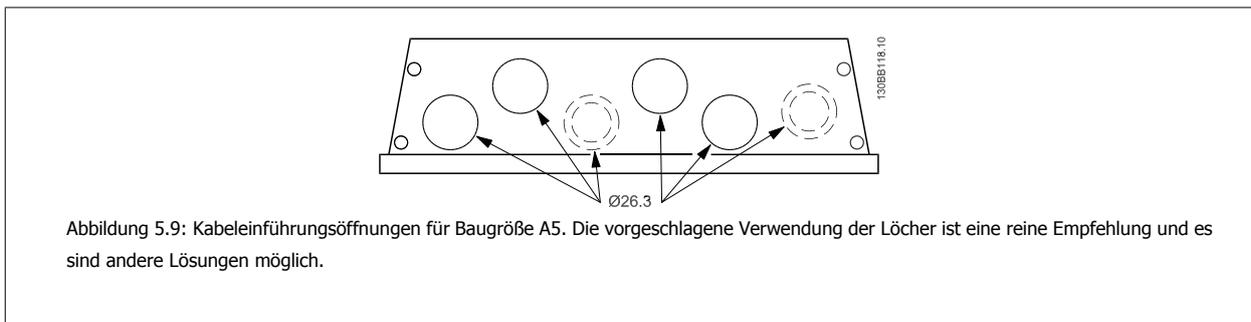
Wenn der Frequenzrichter zusammen mit einem Sinusfilter verwendet wird, um die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz in Par. 14-01 *Taktfrequenz* entsprechend der Angabe zu dem verwendeten Sinusfilter eingestellt werden.

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.

5.2.5 Gehäuseaussparungen



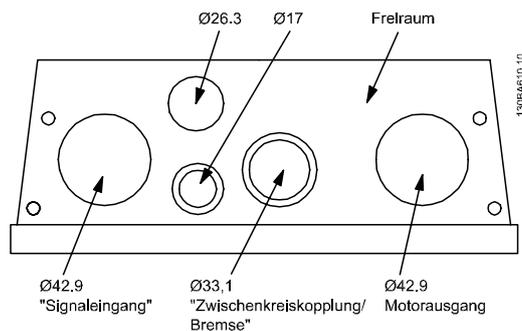


Abbildung 5.11: Kabeleinführungsöffnungen für Baugröße B2. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung und es sind andere Lösungen möglich.

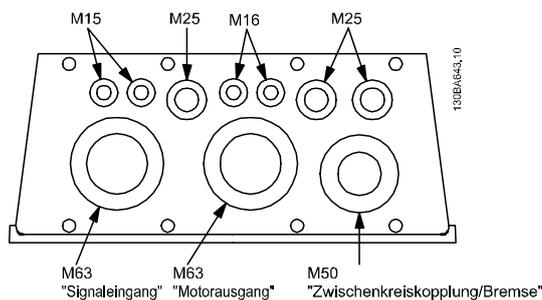


Abbildung 5.12: Kabeleinführungsöffnungen für Baugröße C1. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung und es sind andere Lösungen möglich.

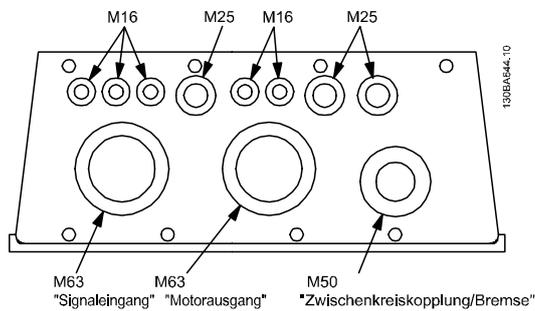


Abbildung 5.13: Kabeleinführungsöffnungen für Baugröße C2. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung und es sind andere Lösungen möglich.

5.2.6 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.

5.2.7 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.

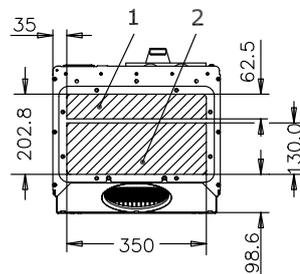


130BB073.10

Abbildung 5.14: Beispiel für richtige Befestigung des Bodenblechs.

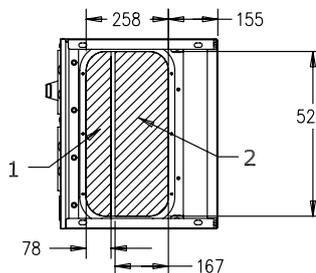
5

Baugröße D1 + D2



176FA289.11

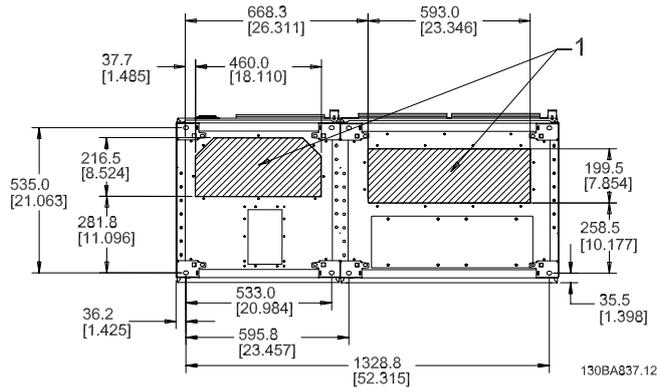
Baugröße E1



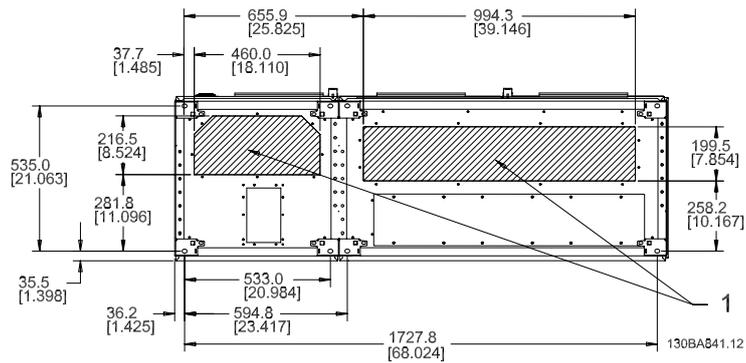
176FA290.11

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

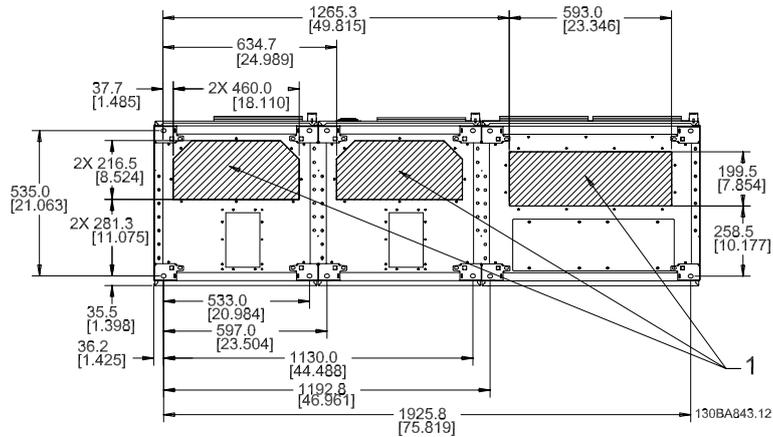
Baugröße F1



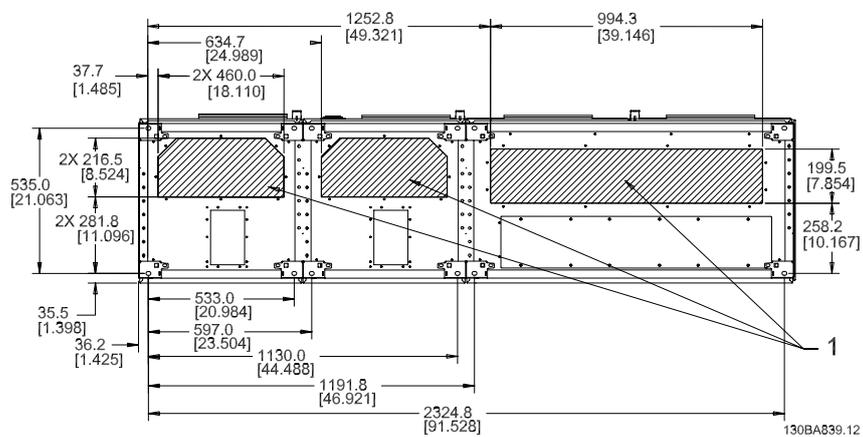
Baugröße F2



Baugröße F3



Baugröße F4



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

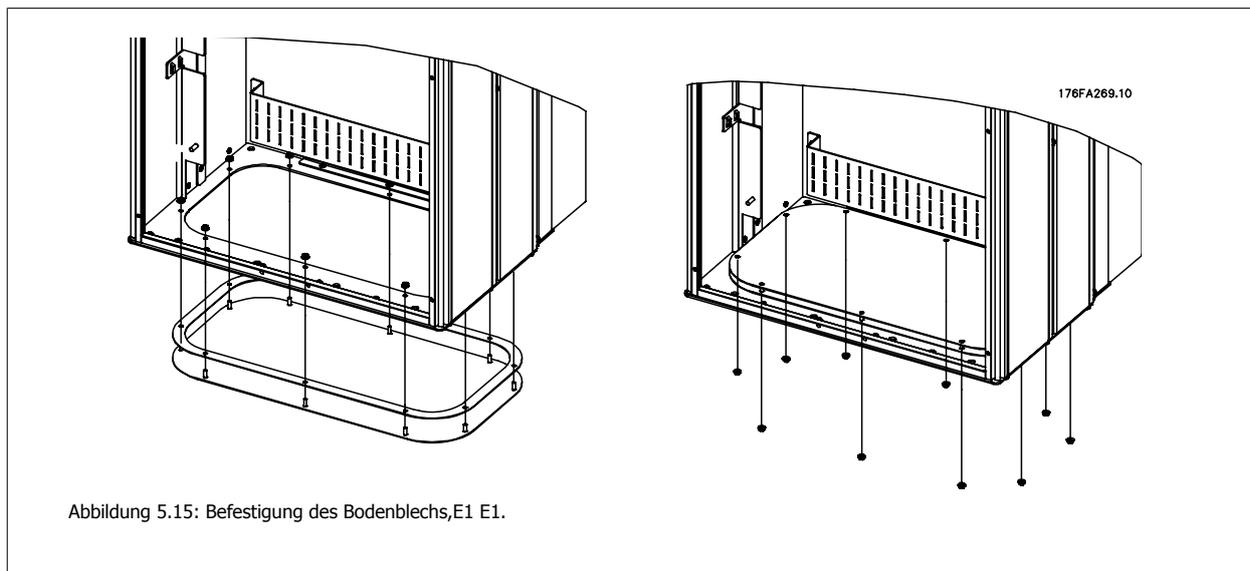


Abbildung 5.15: Befestigung des Bodenblechs, E1 E1.

Das eigentliche Bodenblech 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.

5.2.8 Sicherungen

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.



Kurzschluss-Schutz:

Der Frequenzumrichter muss gegen Kurzschluss abgesichert werden, um elektrische Gefahren und ein Brandrisiko zu vermeiden. Danfoss empfiehlt die unten aufgeführten Sicherungen, um das Bedienpersonal und die Installation im Fall einer internen Funktionsstörung im Frequenzumrichter zu schützen. Der Frequenzumrichter selbst gewährleistet einen vollständigen Kurzschluss-Schutz 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 *Stromgrenze* im VLT HVAC Drive *Programmierungshandbuch*. Das Schaltvermögen der Sicherungen muss passend zum speisenden Netz ausgelegt sein (z. B. 100.000 A_{rms} (symmetrisch) bei 500 V/600 V)

Überstromschutz

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

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

UL-Konformität

Sicherungen ohne UL-Konformität

Frequenz- umrichter	Max. Sicherungsgröße	Nennspannung	Typ
200-240 V - T2			
1K1-1K5	16 A ¹	200-240 V	Typ gG
2K2	25 A ¹	200-240 V	Typ gG
3K0	25 A ¹	200-240 V	Typ gG
3K7	35 A ¹	200-240 V	Typ gG
5K5	50 A ¹	200-240 V	Typ gG
7K5	63 A ¹	200-240 V	Typ gG
11K	63 A ¹	200-240 V	Typ gG
15K	80 A ¹	200-240 V	Typ gG
18K5	125 A ¹	200-240 V	Typ gG
22K	125 A ¹	200-240 V	Typ gG
30K	160 A ¹	200-240 V	Typ gG
37K	200 A ¹	200-240 V	Typ aR
45K	250 A ¹	200-240 V	Typ aR
380-480 V - T4			
1K1-1K5	10 A ¹	380-500 V	Typ gG
2K2-3K0	16 A ¹	380-500 V	Typ gG
4K0-5K5	25 A ¹	380-500 V	Typ gG
7K5	35 A ¹	380-500 V	Typ gG
11K-15K	63 A ¹	380-500 V	Typ gG
18K	63 A ¹	380-500 V	Typ gG
22K	63 A ¹	380-500 V	Typ gG
30K	80 A ¹	380-500 V	Typ gG
37K	100 A ¹	380-500 V	Typ gG
45K	125 A ¹	380-500 V	Typ gG
55K	160 A ¹	380-500 V	Typ gG
75K	250 A ¹	380-500 V	Typ aR
90K	250 A ¹	380-500 V	Typ aR
1) Max. Sicherungen – siehe nationale/internationale Vorschriften zur Auswahl einer geeigneten Sicherungsgröße.			

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

Wenn keine Übereinstimmung mit der UL/cUL-Zulassung bestehen muss, können folgende Sicherungen in Übereinstimmung mit EN 50178 gewählt werden:

Frequenzumrichter	Nennspannung	Typ
P110 - P250	380 - 480 V	Typ gG
P315 - P450	380 - 480 V	Typ gR

Tabelle 5.5: Übereinstimmung mit EN 50178

Sicherungen mit UL-Konformität

Frequenz-umrichter	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
200-240 V							
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 5.6: **UL-Sicherungen, 200-240 V**

Frequenz-umrichter	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littelfuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
380-480 V, 525-600 V							
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 5.7: **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 L25S-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.

380-480 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 JFHR2	LittelFuse E71611 JFHR2**	Ferraz-Shawmut E60314 JFHR2**	Bussmann E4274 H/JDDZ**	Bussmann E125085 JFHR2*	Interne Option Bussmann
P110	FWH-300	JJS-300	2061032.25	L50S-300	A50-P300	NOS-300	170M3017	170M3018
P132	FWH-350	JJS-350	2061032.315	L50S-350	A50-P350	NOS-350	170M3018	170M3018
P160	FWH-400	JJS-400	2061032.35	L50S-400	A50-P400	NOS-400	170M4012	170M4016
P200	FWH-500	JJS-500	2061032.35	L50S-500	A50-P500	NOS-500	170M4014	170M4016
P250	FWH-600	JJS-600	2061032.40	L50S-600	A50-P600	NOS-600	170M4016	170M4016

Tabelle 5.8: Baugröße D, Netzsicherungen, 380-480 V

Größe/Typ	Bussmann Teiln.r.*	Nennleistung	Ferraz	Siba
P315	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
P355	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900
P400	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900
P450	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabelle 5.9: Baugröße E, Netzsicherungen, 380-480 V

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

Tabelle 5.10: Baugröße F, Netzsicherungen, 380-480 V

Größe/Typ	Bussmann Teiln.r.*	Nennleistung	Siba
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M0	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabelle 5.11: Baugröße F, DC-Zwischenkreissicherungen für Wechselrichtermodul, 380-480 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 mindest 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
P45K	170M3013	125	2061032.125	6.6URD30D08A0125	170M3015
P55K	170M3014	160	2061032.16	6.6URD30D08A0160	170M3015
P75K	170M3015	200	2061032.2	6.6URD30D08A0200	170M3015
P90K	170M3015	200	2061032.2	6.6URD30D08A0200	170M3015
P110	170M3016	250	2061032.25	6.6URD30D08A0250	170M3018
P132	170M3017	315	2061032.315	6.6URD30D08A0315	170M3018
P160	170M3018	350	2061032.35	6.6URD30D08A0350	170M3018
P200	170M4011	350	2061032.35	6.6URD30D08A0350	170M5011
P250	170M4012	400	2061032.4	6.6URD30D08A0400	170M5011
P315	170M4014	500	2061032.5	6.6URD30D08A0500	170M5011
P400	170M5011	550	2062032.55	6.6URD32D08A550	170M5011

Tabelle 5.12: Baugröße D, 525-690 V

Größe/Typ	Bussmann Teilernr.*	Nennleistung	Ferraz	Siba
P450	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
P500	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
P560	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900
P630	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabelle 5.13: Baugröße E, 525-690 V

Größe/Typ	Bussmann Teilernr.*	Nennleistung	Siba	Interne Bussmann-Option
P710	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P800	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P900	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P1M0	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P1M2	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082

Tabelle 5.14: Baugröße F, Netzsicherungen, 525-690 V

Größe/Typ	Bussmann Teilernr.*	Nennleistung	Siba
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P1M0	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P1M2	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000

Tabelle 5.15: 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 Aeff (symmetrisch) bei maximal je 500/600/690 V liefern können.

Zusatzsicherungen

Baugröße	Bussmann Teilernr.*	Nennleistung
D, E und F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabelle 5.16: Schaltnetzteil-Sicherung

Größe/Typ	Bussmann Teilernr.*	Littelfuse	Nennleistung
P110-P315, 380-480 V	KTK-4		4 A, 600 V
P45K-P500, 525-690 V	KTK-4		4 A, 600 V
P355-P1M0, 380-480 V		KLK-15	15 A, 600 V
P560-P1M2, 525-690 V		KLK-15	15 A, 600 V

Tabelle 5.17: Lüftersicherungen

Größe/Typ	Bussmann Teilernr.*	Nennleistung	Alternative Sicherungen	
P500-P1M0, 380-480 V	2,5-4,0 A	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 6 A
P710-P1M2, 525-690 V		LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 10 A
P500-P1M0, 380-480 V	4,0-6,3 A	LPJ-10 SP oder SPI	10 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 10 A
P710-P1M2, 525-690 V		LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 15 A
P500-P1M0, 380-480 V	6,3 - 10 A	LPJ-15 SP oder SPI	15 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 15 A
P710-P1M2, 525-690 V		LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 20 A
P500-P1M0, 380-480 V	10 - 16 A	LPJ-25 SP oder SPI	25 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 25 A
P710-P1M2, 525-690 V		LPJ-20 SP oder SPI	20 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppelement, träge, 20 A

Tabelle 5.18: Sicherungen für manuelle Motorregler

Baugröße	Bussmann Teilern.*	Nennleistung	Alternative Sicherungen
F	LPJ-30 SP oder SPI	30 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppелеlement, träge, 30 A

Tabelle 5.19: 30 A-Sicherung für Leistungsklemmen mit Sicherungen

Baugröße	Bussmann Teilern.*	Nennleistung	Alternative Sicherungen
F	LPJ-6 SP oder SPI	6 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse J, Doppелеlement, träge, 6 A

Tabelle 5.20: Steuertrafosicherung

Baugröße	Bussmann Teilern.*	Nennleistung
F	GMC-800MA	800 mA, 250 V

Tabelle 5.21: NAMUR-Sicherung

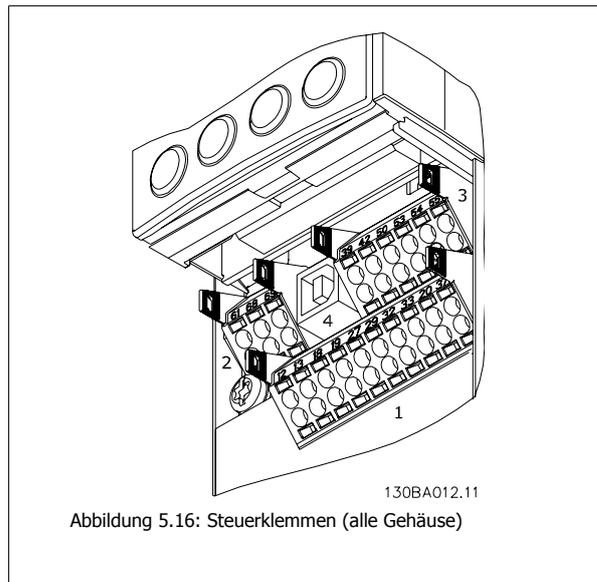
Baugröße	Bussmann Teilern.*	Nennleistung	Alternative Sicherungen
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Jede angegeben als Klasse CC, 6 A

Tabelle 5.22: Schutzrelaispulensicherung mit PILZ-Relais

5.2.9 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.

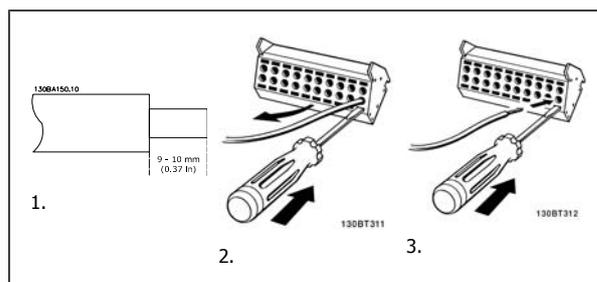


5

5.2.10 Klemmen für Steuerkabel

Das Kabel an der Klemme befestigen:

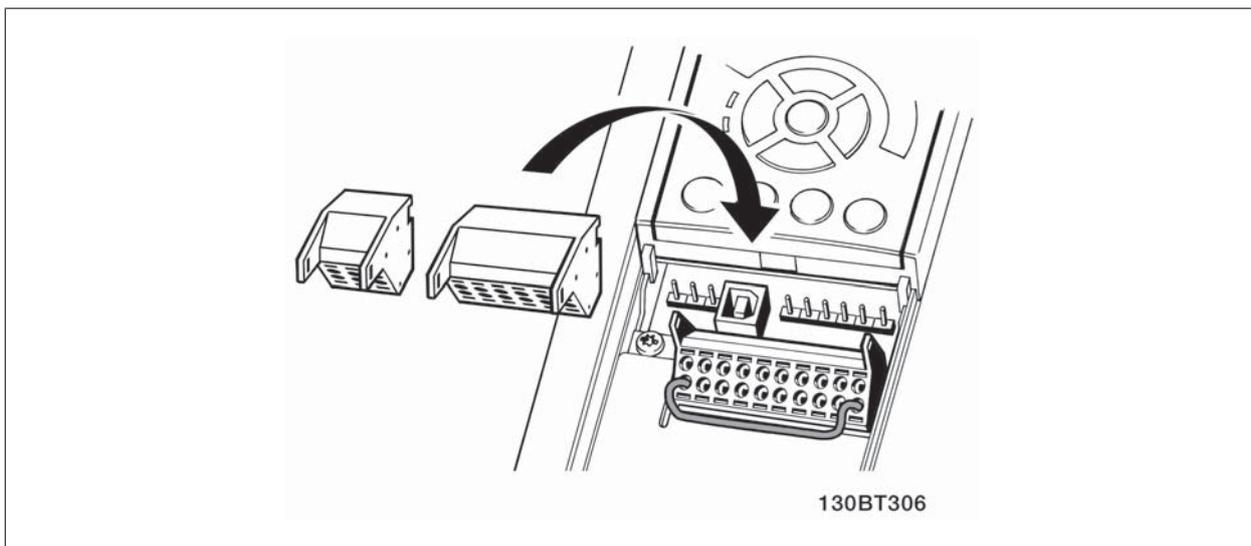
1. Kabel 9-10 mm abisolieren.
2. Führen Sie einen Schraubendreher¹⁾ in die rechteckige Öffnung ein.
3. Führen Sie das Kabel in die runde Klemmöffnung ein.
4. Schraubendreher herausziehen. Das Kabel ist nun an der Klemme befestigt.



Kabel aus der Klemme entfernen:

1. Führen Sie einen Schraubendreher¹⁾ in die rechteckige Öffnung ein.
2. Ziehen Sie das Kabel heraus.

¹⁾ Max. 0,4 x 2,5 mm



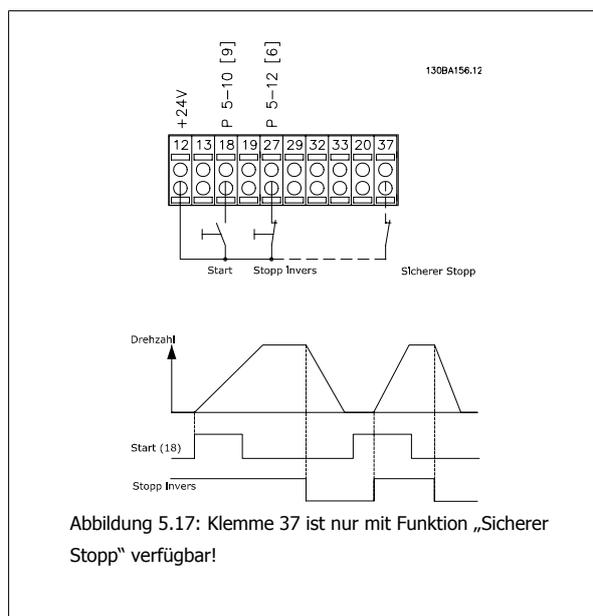
5.2.11 Einfaches Anschlussbeispiel

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).

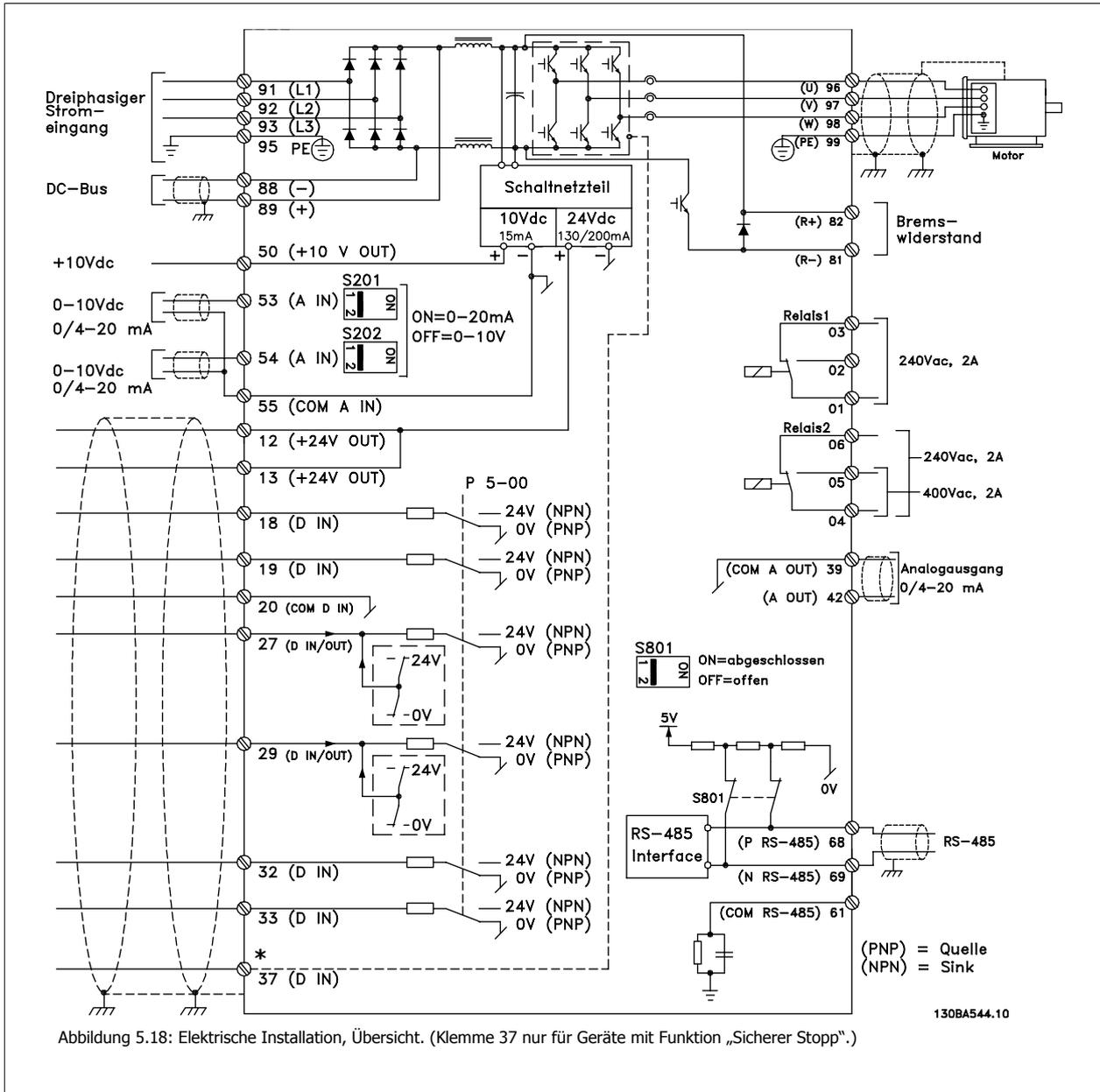
Werkseinstellungen:

18 = Puls-Start

27 = Stopp invers



5.2.12 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 Gleichtakteeingänge des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55, 39) angeschlossen werden, damit Erdströme von beiden Gruppen die anderen Gruppen nicht beeinträchtigen. Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

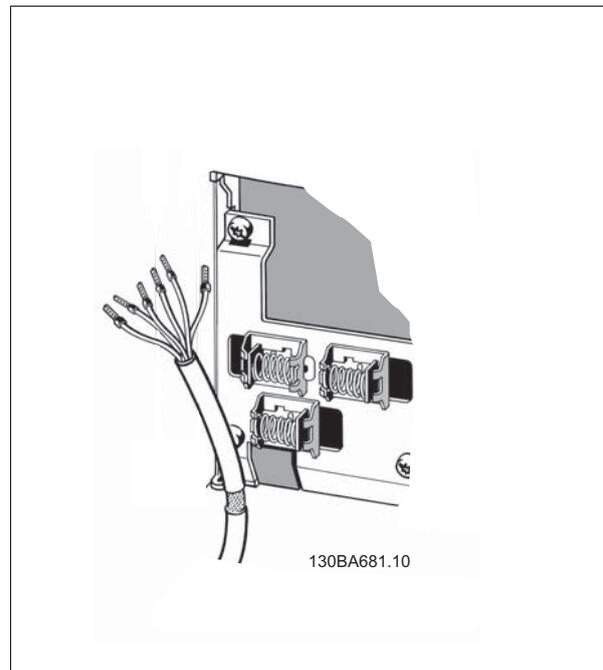


ACHTUNG!
Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

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

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

5



5.2.13 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:

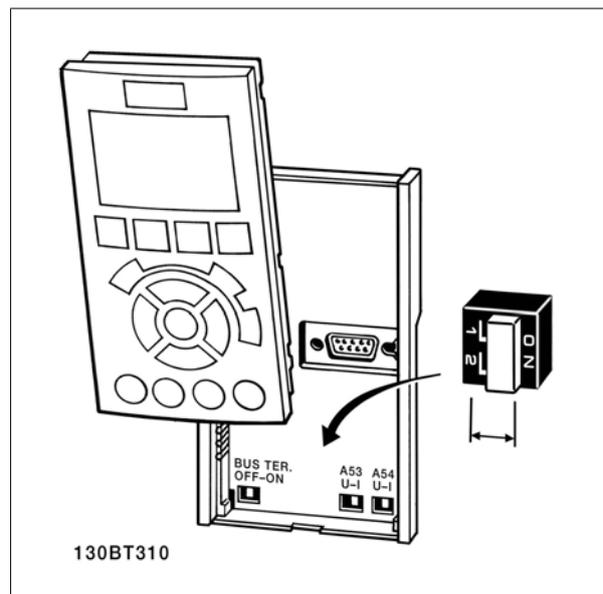
S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

S202 (A54) = AUS (Spannungseingang)

S801 (Busterminierung) = AUS

ACHTUNG!

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



5.3 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.

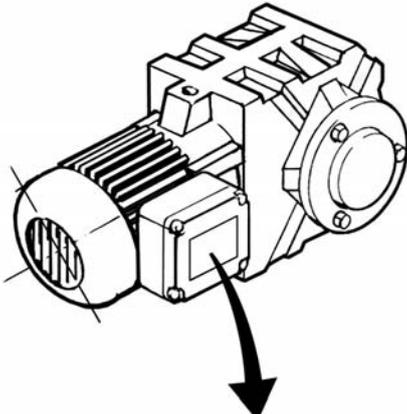


ACHTUNG!
Der Motor verfügt entweder über Sternschaltung (Y) oder Dreieckschaltung (Δ). Diese Informationen befinden sich auf dem Motor-Typenschild.

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 <i>Motornennleistung [kW]</i> Par. 1-21 <i>Motornennleistung [PS]</i>
2.	Motornennspannung	Par. 1-22 <i>Motornennspannung</i>
3.	Motornennfrequenz	Par. 1-23 <i>Motornennfrequenz</i>
4.	Motornennstrom	Par. 1-24 <i>Motornennstrom</i>
5.	Motornendrehzahl	Par. 1-25 <i>Motornendrehzahl</i>



BAUER D-73734 ESILINGEN			
3 ~ MOTOR NR. 1827421		2003	
S/E005A9			
		1,5	kW
n ₂	31,5	/min.	400 Y V
n ₁	1400	/min.	50 Hz
cos φ	0,80		3,6 A
1,7L			
B	IP 65	H1/1A	
130BT307			

5

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 und optimiert dadurch die interne Regelung.

1. Schließen Sie Klemme 27 an Klemme 12 an oder stellen Sie Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang* auf „Ohne Funktion“ (Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang* [0]) (eventuell nach Durchführung der Anpassung wieder zurückstellen.)
2. Aktivieren Sie die AMA Par. 1-29 *Autom. Motoranpassung*.
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 AMA 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 die Nummer und die Beschreibung des Alarms bei eventuellen Anrufen beim Danfoss-Service an.



ACHTUNG!

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

4. Schritt. Drehzahlgrenze und Rampenzeit einstellen

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

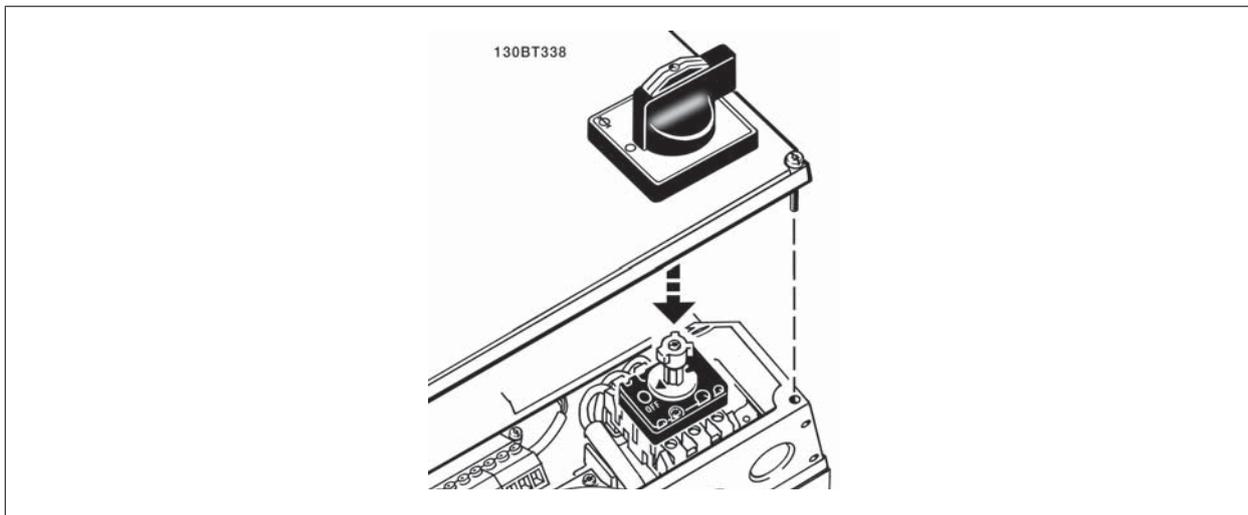
Minimaler Sollwert	Par. 3-02 <i>Minimaler Sollwert</i>
Max. Sollwert	Par. 3-03 <i>Max. Sollwert</i>
Min. Drehzahl	Par. 4-11 <i>Min. Drehzahl [UPM]</i> oder Par. 4-12 <i>Min. Frequenz [Hz]</i>
Max. Drehzahl	Par. 4-13 <i>Max. Drehzahl [UPM]</i> oder Par. 4-14 <i>Max Frequenz [Hz]</i>
Rampenzeit Auf 1 [s]	Par. 3-41 <i>Rampenzeit Auf 1</i>
Rampenzeit Ab 1 [s]	Par. 3-42 <i>Rampenzeit Ab 1</i>

5.4 Zusätzliche Verbindungen

5.4.1 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.



Baugröße:	Typ:	Klemmenverbindungen:
A5	Kraus&Naimer KG20A T303	
B1	Kraus&Naimer KG64 T303	
B2	Kraus&Naimer KG64 T303	
C1 37 kW	Kraus&Naimer KG100 T303	
C1 45-55 kW	Kraus&Naimer KG105 T303	
C2 75 kW	Kraus&Naimer KG160 T303	
C2 90 kW	Kraus&Naimer KG250 T303	

5.4.2 Netztrennschalter - Baugrößen D, E und F

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ
D1/D3	P110-P132 380-480 V & P110-P160 525-690 V	ABB OETL-NF200A
D2/D4	P160-P250 380-480 V & P200-P400 525-690 V	ABB OETL-NF400A
E1/E2	P315 380-480 V & P450-P630 525-690 V	ABB OETL-NF600A
E1/E2	P355-P450 380-480 V	ABB OETL-NF800A
F3	P500 380-480 V & P710-P800 525-690 V	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P560-P710 380-480 V & P900 525-690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP
F4	P800-P1M0 380-480 V & P1M0-P1M2 525-690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP

5.4.3 Hauptschalter für Baugröße F

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ
F3	P500 380-480 V und P710-P800 525-690 V	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP
F3	P630-P710 380-480 V und P900 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP
F4	P800 380-480 V und P1M0-P1M2 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP
F4	P1M0 380-480 V	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP

5.4.4 Netzschütze für Baugröße F

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ
F3	P500-P560 380-480 V und P710-P900 525-690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P630 380-480 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P710 380-480 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P1M0 525-690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P800-P1M0 380-480 V & P1M2 525-690 V	Eaton XTCEC14P22B

5.4.5 Temperaturschalter Bremswiderstand

Baugröße D-E-F

Drehmoment: 0,5-0,6 Nm

Schraubengröße: M3

Über diesen Eingang lässt sich die Temperatur eines extern angeschlossenen Bremswiderstands überwachen. Wenn der Eingang zwischen 104 und 106 hergestellt wird, schaltet der Frequenzumrichter mit Warnung/Alarm 27, „Bremse IGBT“, ab. Wenn der Anschluss zwischen 104 und 105 geschlossen wird, schaltet der Frequenzumrichter mit Warnung/Alarm 27, „Bremse IGBT“, ab.

Normalerweise geschlossen: 104-106 (werksseitig eingebaute Brücke)

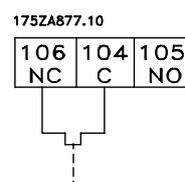
Normalerweise offen: 104-105

Klemmennummer	Funktion
106, 104, 105	Temperaturschalter Bremswiderstand



Wenn die Temperatur im Bremswiderstand zu hoch wird und der Thermo-Schalter trennt, bremsst der Frequenzumrichter nicht mehr. Anschließend läuft der Motor im Freilauf aus.

Ein KLIXON-Schalter muss installiert werden, der „normal geschlossen“ ist. Wenn die Funktion nicht benutzt wird, müssen 106 und 104 miteinander kurzgeschlossen werden.



5.4.6 Externe Lüfterversorgung

Baugröße D-E-F

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

5.4.7 Relaisausgang

Relais 1

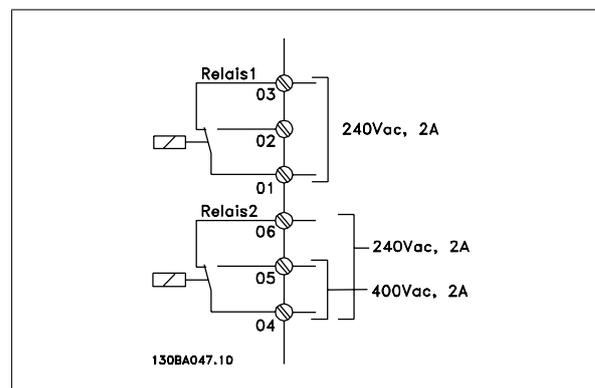
- Klemme 01: gemeinsamer Kontakt
- Klemme 02: 240 VAC (Schließer)
- Klemme 03: 240 VAC (Öffner)

Relais 1 und Relais 2 werden in Par. 5-40 *Relaisfunktion*, Par. 5-41 *Ein Verzög., Relais* und Par. 5-42 *Aus Verzög., Relais* programmiert.

Zusätzliche Relaisausgänge bietet Optionsmodul MCB 105.

Relay 2

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



5.4.8 Parallelschaltung von Motoren

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

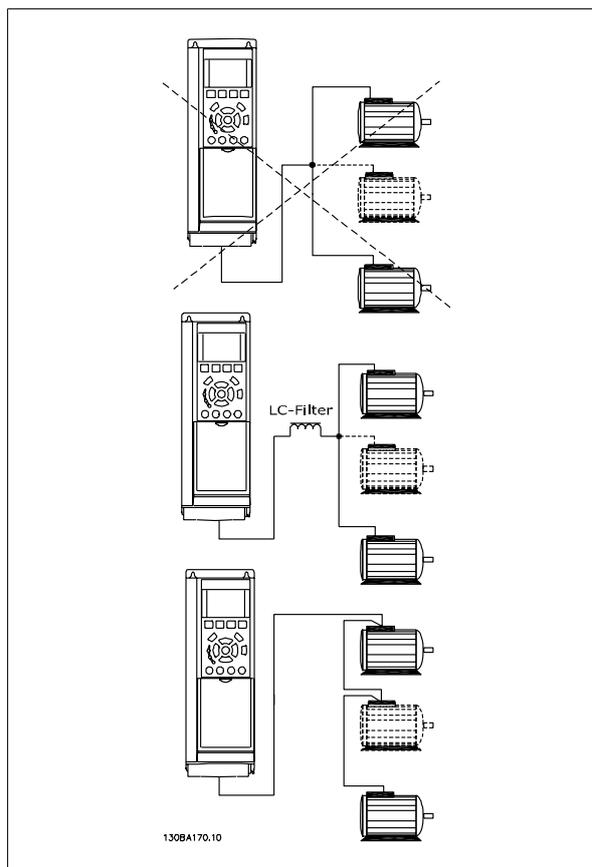


ACHTUNG!

Bei parallel geschalteten Motoren kann Par. 1-29 *Autom. Motoranpassung* 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).



5.4.9 Drehrichtung des Motors

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

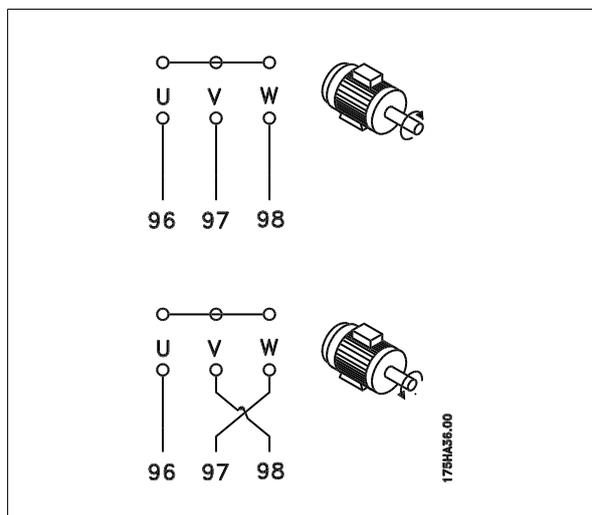
Klemme 96 an U-Phase

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 *Motordrehrichtungsprüfung* durchgeführt. Die jeweiligen Schritte im Display sind zu befolgen.



5.4.10 Thermischer Motorschutz

Das elektronisch thermische Relais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* auf ETR-Alarm und Par. 1-24 *Motornennstrom* auf Motornennstrom (siehe Motor-Typenschild) eingestellt ist.

5.4.11 Motorisolation

Bei Motorkabellängen \leq der maximalen Kabellänge laut Angabe in den Tabellen mit allgemeinen technischen Daten werden die folgenden Motorisolationen empfohlen, da die Spitzenspannung aufgrund von Übertragungsleitungswirkungen im Motorkabel bis zu maximal das Doppelte der DC-Zwischenkreisspannung, das 2,8-Fache der Netzspannung, betragen kann. Bei einem geringeren Isolationswert eines Motors wird die Verwendung eines dU/dt- oder Sinusfilters empfohlen.

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

5.4.12 Motorlagerströme

Bei allen mit Frequenzumrichtern mit 110 kW oder höheren Leistungen installierten Motoren müssen B-seitig (gegenantriebseitig) isolierte Lager eingebaut werden, um Lagerströme zu beseitigen. Um A-seitige (antriebsseitige) Lager- und Wellenströme auf ein Minimum zu beschränken, ist richtige Erdung von Frequenzumrichter, Motor, angetriebener Maschine und Motor zur angetriebenen Maschine erforderlich.

Standardstrategien zur Minimierung:

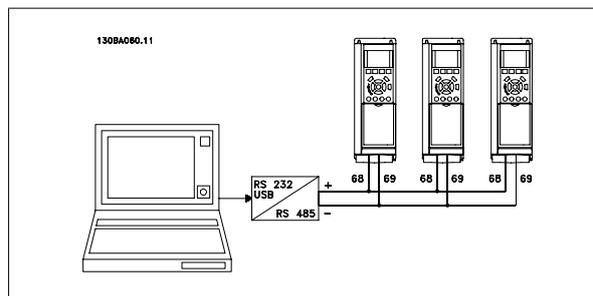
1. Isoliertes Lager verwenden.
2. Strenge Installationsverfahren anwenden.
 - Die EMV-Installationsrichtlinie streng befolgen
 - Eine gute hochfrequent wirksame Verbindung zwischen dem Motor und dem Frequenzumrichter herstellen, zum Beispiel über ein abgeschirmtes Kabel mit einer 360°-Verbindung im Motor und im Frequenzumrichter
 - Für einen Pfad niedriger Impedanz vom Frequenzumrichter zur Gebäudeerdung und vom Motor zur Gebäudeerdung sorgen; dies kann bei Pumpen schwierig sein
 - Eine direkte Erdverbindung zwischen Motor und Last herstellen
 - Den Schutzleiter (PE) verstärken, sodass die hochfrequent wirksame Impedanz im PE niedriger ist
 - Sicherstellen, dass Motor und Lastmotor aufeinander abgestimmt sind
3. IGBT-Taktfrequenz absenken.
4. Wechselrichtersignalform ändern, 60° AVM gegenüber SFAVM.
5. Ein Wellenerdungssystem installieren oder eine Trennkupplung zwischen Motor und Last verwenden.
6. Leitfähiges Schmierfett auftragen.
7. Wenn die Anwendung dies zulässt, Betrieb bei niedrigen Motordrehzahlen durch Verwendung der minimalen Drehzahleinstellungen des Frequenzumrichters vermeiden.
8. Sicherzustellen versuchen, dass die Netzspannung zur Erde symmetrisch ist. Dies kann bei IT-, TT-, TN-CS-Netzen oder Systemen mit geerdetem Zweig schwierig sein.
9. Ein dU/dt- oder Sinusfilter verwenden.

5.5 Installation sonstiger Verbindungen

5.5.1 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 *FC-Protokoll* auf FC/MC-Profil eingestellt werden.

5.5.2 Einen PC an den Frequenzumrichter anschließen

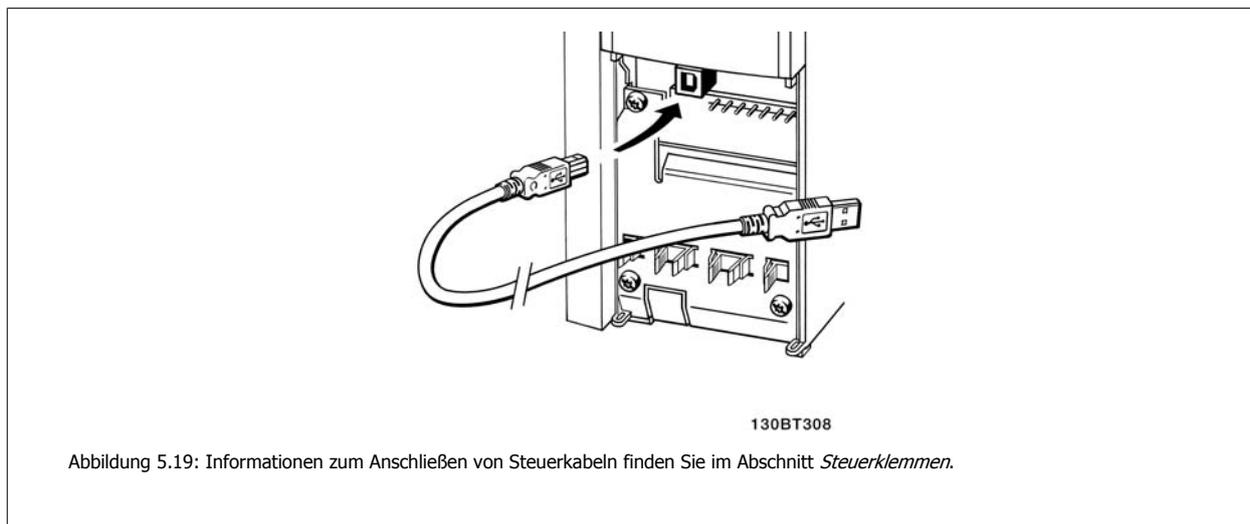
Um den Frequenzumrichter von einem PC aus zu steuern oder zu programmieren, installieren Sie das PC-basierte Konfigurationstool MCT 10.

Der Laptop kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS-485-Schnittstelle angeschlossen werden. Siehe hierzu im VLT HVAC Drive *Projektierungshandbuch das Kapitel Installieren > Installation sonstiger Verbindungen*.



ACHTUNG!

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



PC-basiertes Konfigurationstool MCT 10

Alle Frequenzumrichter verfügen über eine serielle Schnittstelle. Wir bieten ein PC-Tool für den Datenaustausch zwischen PC und Frequenzumrichter an, das PC-basierte Konfigurationstool MCT 10.

MCT 10 Software

MCT 10 wurde als anwendungsfreundliches interaktives Tool zur Konfiguration von Parametern in unseren Frequenzumrichtern entwickelt.

Funktionen des PC-basierten Konfigurationstools MCT 10:

- Offline-Planung eines Kommunikationsnetzwerks. MCT 10 enthält eine vollständige Frequenzumrichter-Datenbank
- Online-Inbetriebnahme von Frequenzumrichtern
- Speichern der Einstellungen aller Frequenzumrichter
- Austausch eines Frequenzumrichters in einem Netzwerk.
- Erweiterung bestehender Netzwerke
- Zukünftig entwickelte Frequenzumrichter werden unterstützt

Das PC-basierte Konfigurationstool MCT 10 unterstützt Profibus DP-V1 über einen Anschluss des Typs 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. Siehe *Produktbandbuch, MG.33.Cx.yy und MN.90.Ex.yy* für weitere Informationen zu den von den Profibus DP V1-Funktionen unterstützten Leistungsmerkmalen.

Datensicherung im PC:

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Öffnen Sie das PC-basierte Konfigurationstool MCT 10.
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.

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Öffnen Sie das PC-basierte Konfigurationstool MCT 10.
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.

Datenübertragung vom PC zum Frequenzumrichter:

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

Module des PC-basierten Konfigurationstools MCT 10

Folgende Module sind im Softwarepaket enthalten:

	MCT 10 Software Parameter einstellen Kopieren zu/von Frequenzumrichtern Dokumentation und Ausdruck von Parametereinstellungen einschl. Diagramme
	Erw. Benutzerschnittstelle Vorbeugendes Wartungsprogramm Uhreinstellungen Programmierung der Zeitablaufsteuerung Konfiguration des Smart Logic Controller

5

Bestellnummer:

Bestellen Sie Ihre CD mit dem PC-basierten Konfigurationstool MCT 10 unter der Bestellnummer 130B1000.

Das Tool steht auch auf der Website: <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/DDPC+Software+Program.htm> zum Download bereit.

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 Nicht-Danfoss-Frequenzumrichtern mit anderen zusätzlichen Geräten zur Oberwellenreduzierung, wie z. B. Danfoss AHF-Filter und 12-18-Pulsgleichrichter.

Bestellnummer:

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

Das Tool steht auch auf der Website: <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/DDPC+Software+Program.htm> zum Download bereit.

5.6 Sicherheit

5.6.1 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!

5.6.2 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 mm² betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

5.7 EMV-gerechte Installation

5.7.1 Elektrische Installation - EMV-Schutzmaßnahmen

Nachstehend sind Hinweise für eine EMV-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*.
- Verdrillte Abschirmlitzen (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

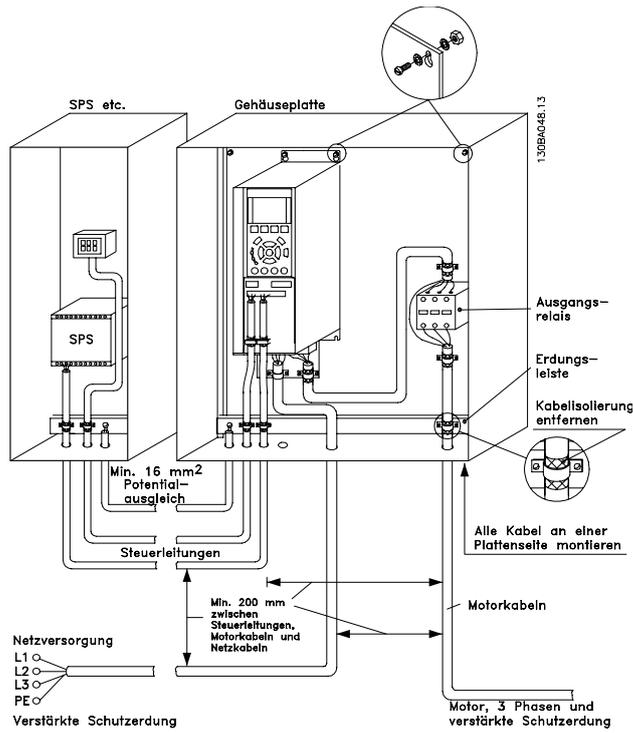


Abbildung 5.20: EMV-gerechte elektrische Installation eines Frequenzumrichters im Schaltschrank.

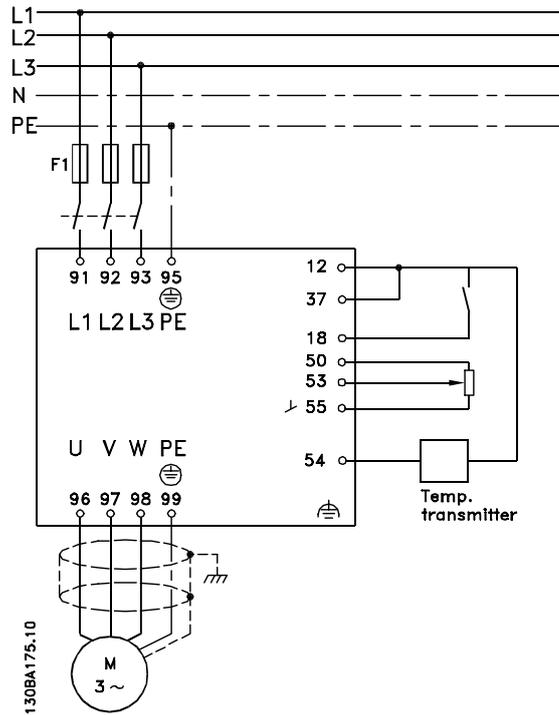


Abbildung 5.21: Elektrisches Anschlussdiagramm.

5.7.2 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.

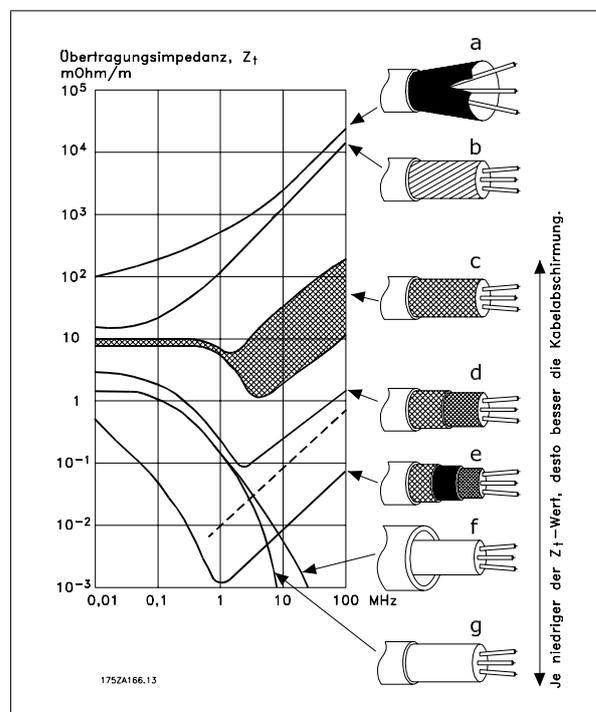
Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störgeräusche zu reduzieren, richtet sich nach der Übertragungsimpedanz (Z_T). Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störungen zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerem (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



5.7.3 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 dasselbe Erdpotential).

b. **Falsche Erdung**

Keine verdrehten Abschirmlitzen (Pigtails) verwenden. Sie erhöhen die Impedanz bei hohen Frequenzen.

c. **Potentialausgleich zwischen SPS und**

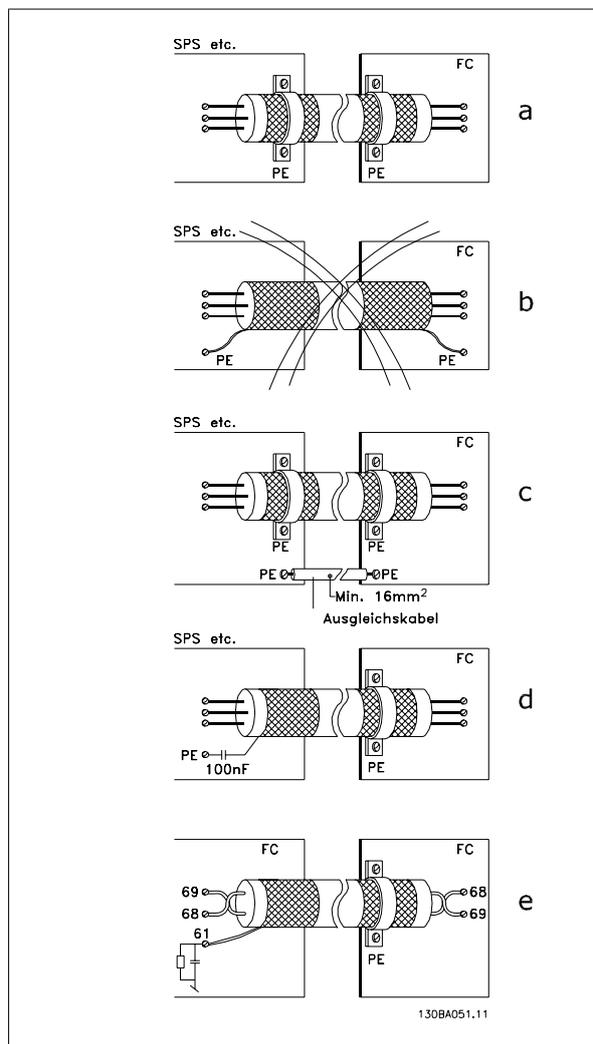
Besteht zwischen dem Frequenzrichter und der SPS (usw.) ein unterschiedliches Erdpotential, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Das Problem kann durch Anbringen eines Ausgleichskabels gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird. Mindestkabelquerschnitt: 16 mm².

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 Frequenzrichtern 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.



5.8.1 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 = Par. 5-10 *Klemme 18 Digitaleingang [8] Start*

Klemme 27 = Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang [0] Ohne Funktion*
(Standard: *Motorfreilauf (inv.)*)

Par. 5-10 *Klemme 18 Digitaleingang = Start* (Werkseinstellung)

Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang = Motorfreilauf (inv.)*
(Werkseinstellung)

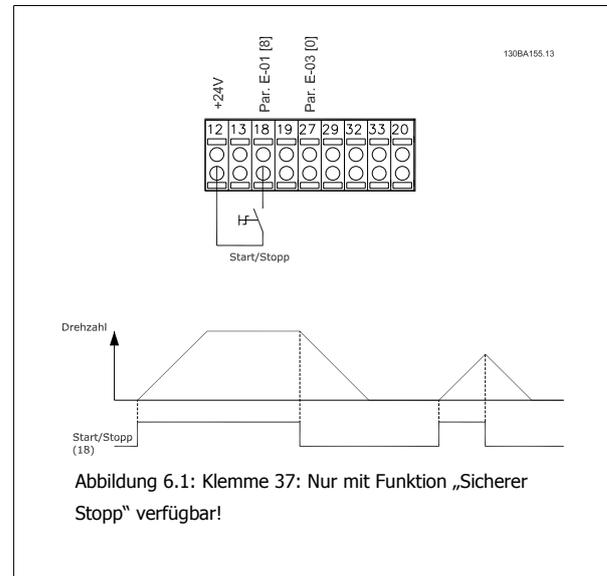


Abbildung 6.1: Klemme 37: Nur mit Funktion „Sicherer Stopp“ verfügbar!

6

6.1.2 Puls-Start/Stop

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

Klemme 27 = Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang [6] Stopp (invers)*

Par. 5-10 *Klemme 18 Digitaleingang = Puls-Start*

Par. 5-12 *Klemme 27 Digitaleingang = Stopp*

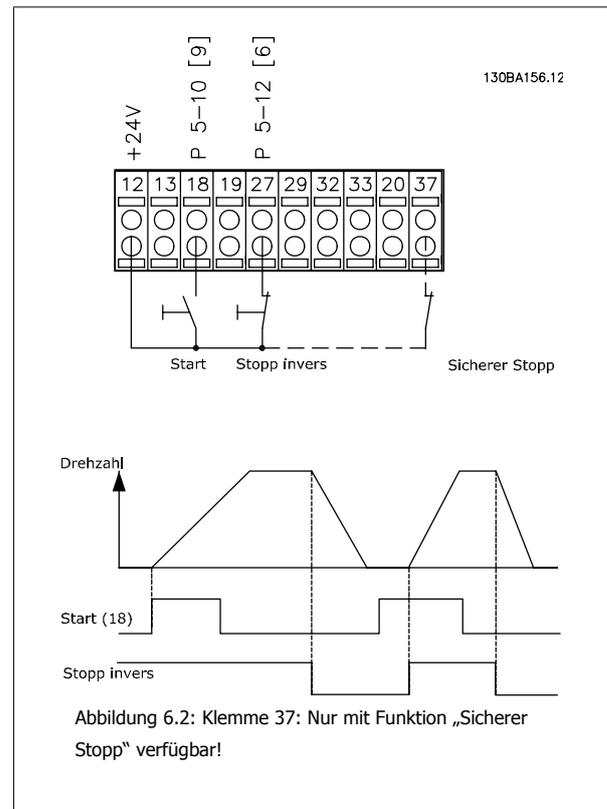


Abbildung 6.2: Klemme 37: Nur mit Funktion „Sicherer Stopp“ verfügbar!

6.1.3 Potentiometer-Sollwert

Spannungssollwert über ein Potentiometer.

Par. 3-15 *Variabler Sollwert 1* [1] = *Analogeingang 53*

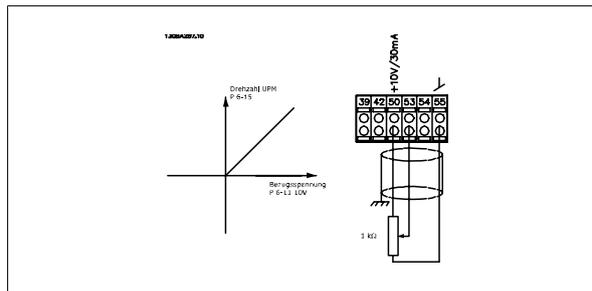
Par. 6-10 *Klemme 53 Skal. Min.Spannung* = 0 Volt

Par. 6-11 *Klemme 53 Skal. Max.Spannung* = 10 Volt

Par. 6-14 *Klemme 53 Skal. Min.-Soll/Istwert* = 0 UPM

Par. 6-15 *Klemme 53 Skal. Max.-Soll/Istwert* = 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. Dies bedeutet, dass die AMA an sich kein Drehmoment erzeugt.

AMA lässt sich vorteilhaft bei der Inbetriebnahme von Anlagen und bei der Optimierung der Anpassung des Frequenzumrichters an den benutzten Motor einsetzen. Diese Funktion wird insbesondere dann eingesetzt, wenn die Werkseinstellung nicht für den angeschlossenen Motor gilt.

Par. 1-29 *Autom. Motoranpassung* 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 *Motornennleistung [kW]* bis Par. 1-28 *Motordrehrichtungsprüfung* eingegeben werden.
- Zur besten Anpassung des Frequenzumrichters wird die AMA an einem kalten Motor durchgeführt. Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Statorwiderstands R_s bewirkt. 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.

6.1.5 Smart Logic Control

Smart Logic Control (SLC) ist eine neue praktische Funktion beim VLT HVAC Drive-Frequenzumrichter.

In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Sequenz generiert, kann der SLC von der Hauptsteuerung elementare Aufgaben übernehmen.

SLC ist ausgelegt, bei Ereignissen, die zum Frequenzumrichter gesendet oder in ihm generiert werden, Aktionen auszuführen. Der Frequenzumrichter führt anschließend die voreingestellte Aktion aus.

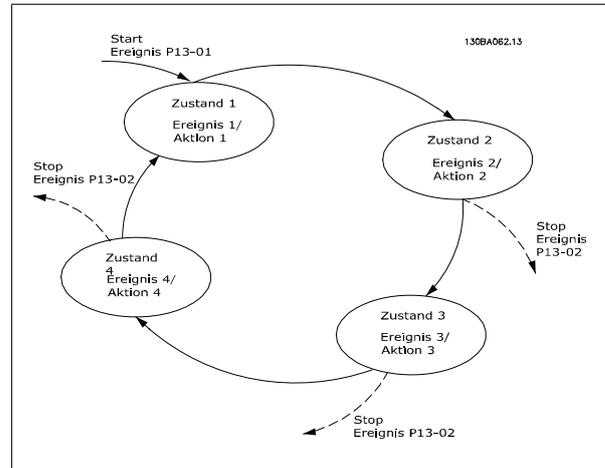
6.1.6 Programmierung des Smart Logic Controller

Smart Logic Control (SLC) ist im Wesentlichen eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe Par. 13-52 *SL-Controller Aktion [x]*), die vom SLC ausgeführt werden, wenn das zugehörige *Ereignis* (siehe Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis [x]*) 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.

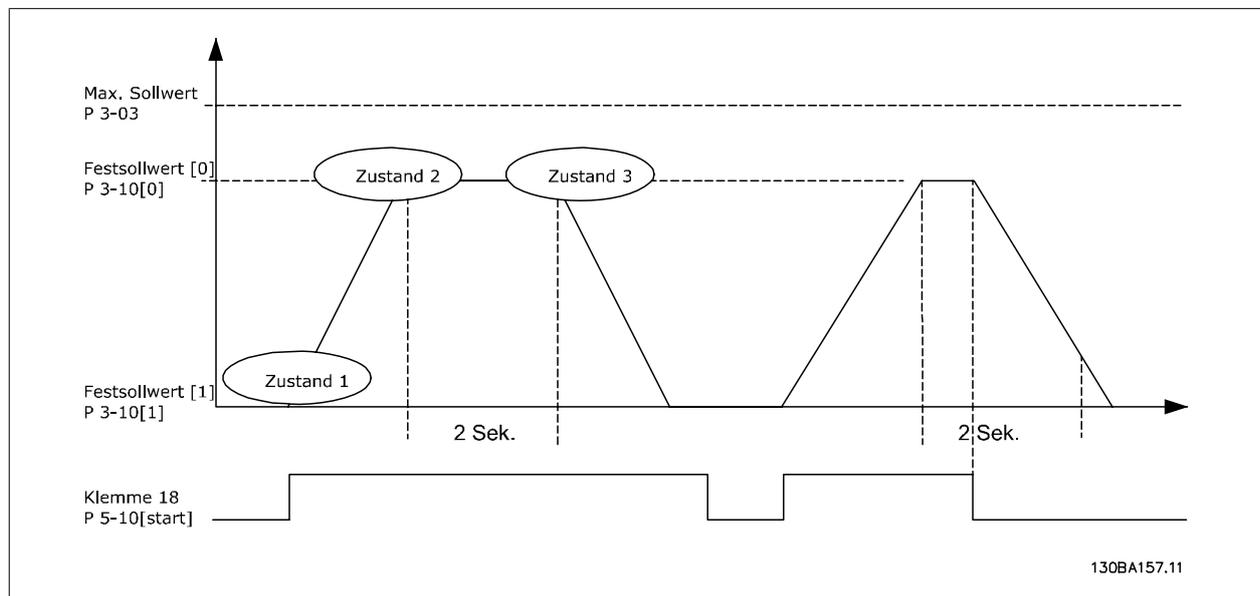
Es ist möglich, bis zu 20 *Ereignisse* und *Aktionen* (0 - 20) zu programmieren. Wenn das letzte *Ereignis* / die letzte *Aktion* ausgeführt worden ist, beginnt die Sequenz neu bei *Ereignis [1]* / *Aktion [1]*. Die Abbildung zeigt ein Beispiel mit drei *Ereignissen* / *Aktionen*:



6.1.7 SLC - Anwendungsbeispiel

Einfache Sequenz:

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



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

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

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

Festsollwert 0 auf gewünschte Sollwertdrehzahl (Par. 3-10 *Festsollwert* [0]) in Prozent von max. Sollwertdrehzahl (Par. 3-03 *Max. Sollwert*) einstellen.

Beispiel: 60 %

Festsollwert 1 auf zweite Festdrehzahl einstellen (Par. 3-10 *Festsollwert* [1] Beispiel: 0 % (Null)).

Timer 0 für konstante Drehzahl in Par. 13-20 *SL-Timer* [0] einstellen. Beispiel: 2 s.

Ereignis 1 in Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis* [1] auf *True* (Wahr) [1] einstellen.

Ereignis 2 in Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis* [2] auf *Ist=Sollwert* [4] einstellen.

Ereignis 3 in Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis* [3] auf *Timeout 0* [30] einstellen.

Ereignis 4 in Par. 13-51 *SL-Controller Ereignis* [1] auf *False* (Falsch) [0] einstellen.

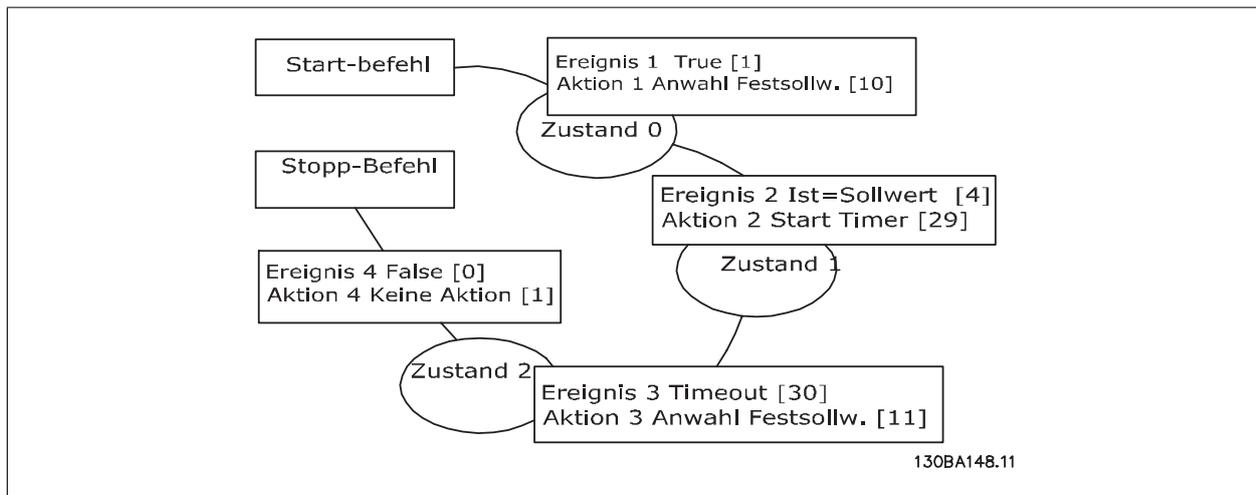
Aktion 1 in Par. 13-52 *SL-Controller Aktion* [1] auf *Anwahl Festsollw. 0* [10] einstellen.

Aktion 2 in Par. 13-52 *SL-Controller Aktion* [2] auf *Start Timer 0* [29] einstellen.

Aktion 3 in Par. 13-52 *SL-Controller Aktion* [3] auf *Anwahl Festsollw. 1* [11] einstellen.

Aktion 4 in Par. 13-52 *SL-Controller Aktion* [4] auf *Keine Aktion* [1] einstellen.

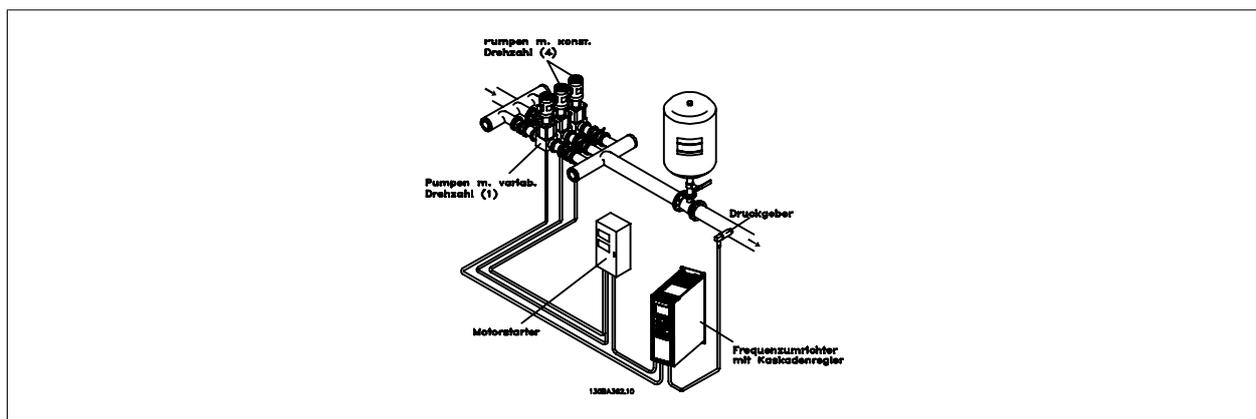
6



Smart Logic Control in Par. 13-00 *Smart Logic Controller* auf EIN stellen.

Start-/Stopp-Befehl wird auf Klemme 18 angewendet. Mit dem Stoppsignal wird die Rampe ab im Frequenzumrichter und der Leerlauf aktiviert.

6.1.8 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 nicht ideal, da ein geringer Pumpenwirkungsgrad und eine praktische Grenze von etwa 25 % der Nenndrehzahl bei Vollast für den Betrieb einer Pumpe vorliegt.

Beim einfachen Kaskadenregler regelt der Frequenzumrichter einen Motor mit variabler Drehzahl als die Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungspumpe) 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 zwei 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. Diese 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.

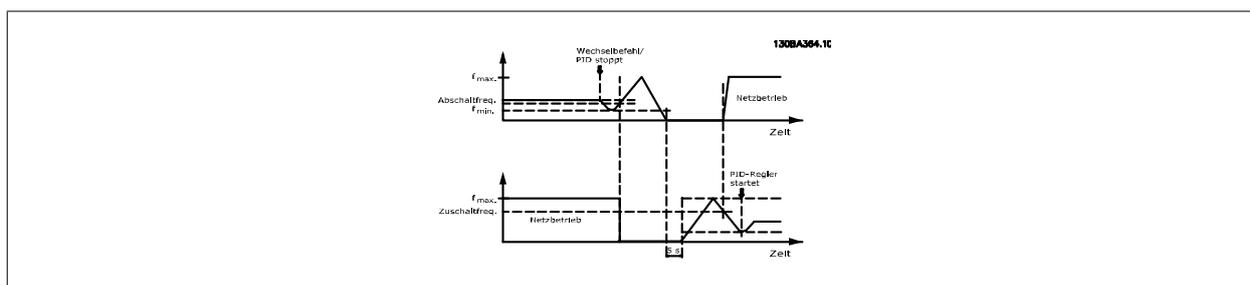
Ein getrennter Parameter begrenzt den Wechsel auf den Punkt, an dem die benötigte Gesamtkapazität > 50 % ist. Die Gesamtpumpenkapazität wird als Führungspumpe plus Kapazitäten der Pumpen mit konstanter Drehzahl bestimmt.

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

6.1.9 Pumpenzuschaltung mit Führungspumpen-Wechsel



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

6.1.10 Systemstatus und Betrieb

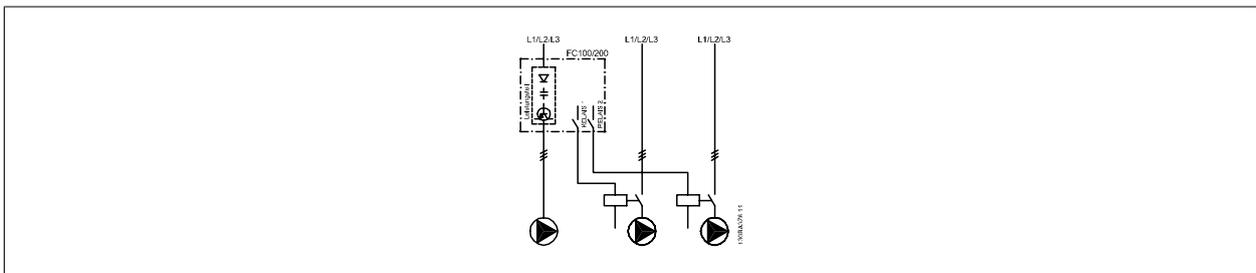
Wenn die Führungspumpe in den Energiesparmodus schaltet, wird die Funktion am LCP Bedienteil angezeigt. Es ist möglich, die Führungspumpe bei Vorliegen einer Energiesparmodus-Bedingung zu wechseln.

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

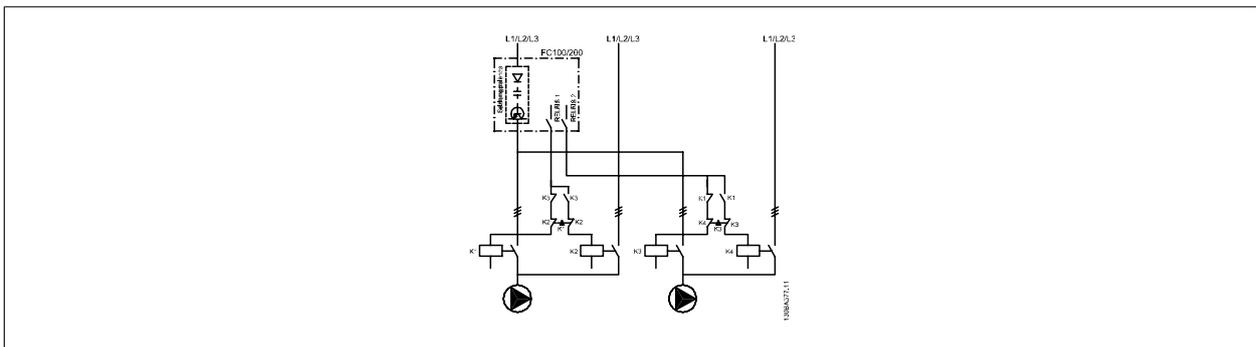
- Pumpenzustand, die Anzeige des Zustands für die jeder Pumpe zugeordneten Relais. Das Display zeigt Pumpen, die deaktiviert oder ausgeschaltet sind, am Frequenzumrichter laufen oder am Netz/Motorstarter laufen.
- Der Kaskadenzustand ist eine Anzeige des Zustands für den Kaskadenregler. Das Display zeigt, 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

6.1.11 Schaltbild Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl



6.1.12 Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel



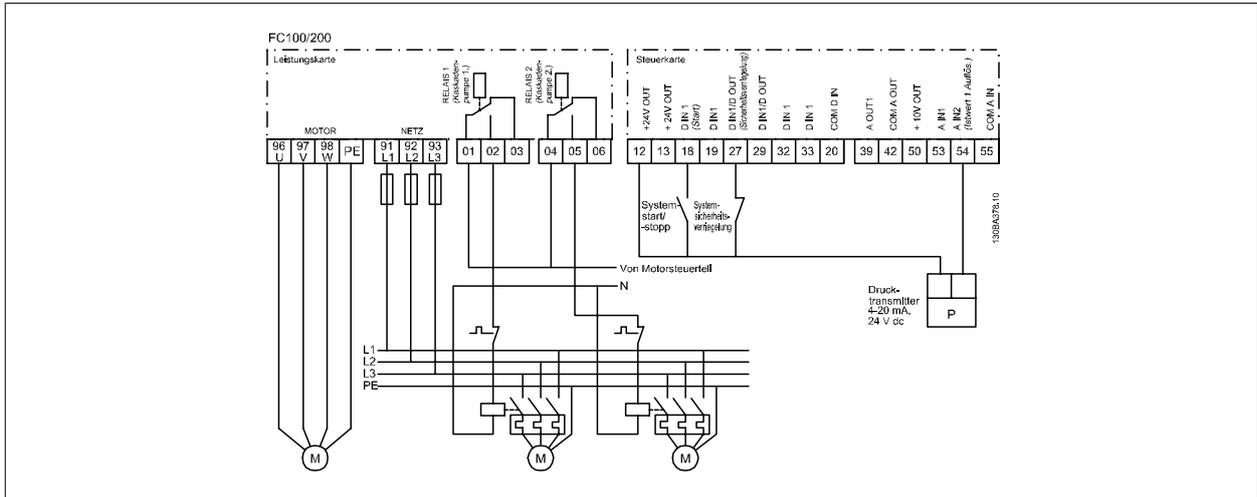
Jede Pumpe muss an zwei Schütze (K1/K2 und K3/K4) mit einer mechanischen Verriegelung angeschlossen sein. Thermische Relais oder andere Motor-Überlastschutzeinrichtungen müssen je nach örtlichen Vorschriften und/oder individuellen Anforderungen vorgesehen werden.

- 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 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.



6.1.14 Start/Stop-Bedingungen

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

	Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungspumpe)	Pumpen mit konstanter Drehzahl
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:

	Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungspumpe)	Pumpen mit konstanter Drehzahl
[Hand On]	Rampe auf (bei Stopp über normalen Stoppbefehl) oder bleibt in Betrieb, wenn bereits in Betrieb	Abschalten (bei Betrieb)
Anpassung aus	Rampe ab	Rampe ab
[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.

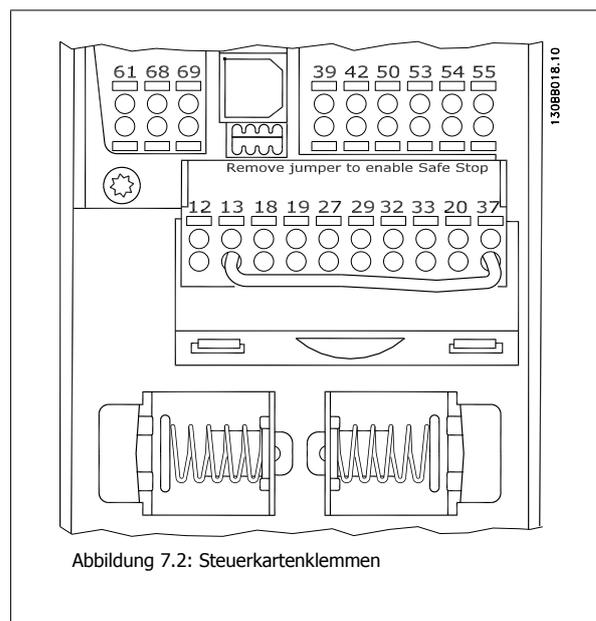
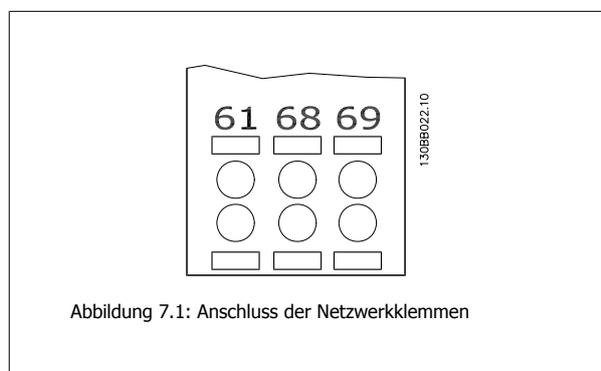
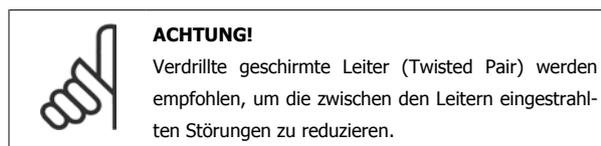
Um eine nicht übereinstimmende Impedanz zu verhindern, muss im gesamten Netzwerk immer der gleiche Kabeltyp verwendet werden. Beim Anschluss eines Motors an den Frequenzumrichter ist immer ein abgeschirmtes Motorkabel zu verwenden.

Kabel: Geschirmtes Twisted Pair (STP)
 Impedanz: 120 Ohm
 Kabellänge: Max. 1200 m (einschließlich Abzweigleitungen)
 Max. 500 m zwischen Stationen

7.1.2 Netzwerkanschluss

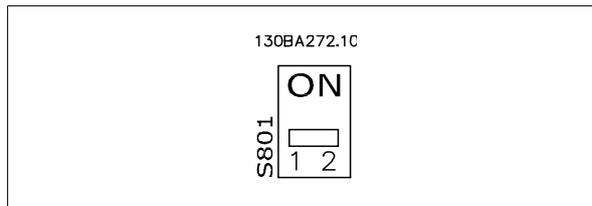
Der Anschluss des Frequenzumrichters an das RS-485-Netzwerk ist wie folgt auszuführen (siehe auch Abbildung):

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 Hardwareeinstellung des Frequenzumrichters

Zur Terminierung des RS-485-Busses den DIP-Schalter für den Abschlusswiderstand an der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters verwenden.



Werkseinstellung für Schalter für Abschlusswiderstand



ACHTUNG!

Die Werkseinstellung für den DIP-Schalter ist AUS.

7.1.4 Frequenzumrichter-Parametereinstellungen für Modbus- Kommunikation

7

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

Parameter-nummer	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 ab in Par. 8-30 <i>FC-Protokoll</i>
8-32	Baudrate	Dieser Parameter definiert die Baudrate des Frequenzumrichters an der FC Schnittstelle. Hinweis: Die Standardbaudrate hängt von der Protokollauswahl ab in Par. 8-30 <i>FC-Protokoll</i>
8-33	Parität/Stopbits	Dieser Parameter definiert die Parität der Schnittstelle und die Anzahl von Stopbits. Hinweis: Die Standardauswahl hängt von der Protokollauswahl ab in Par. 8-30 <i>FC-Protokoll</i>
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, um sicherzustellen, dass die Timeout-Übertragung unterbrochen wird.

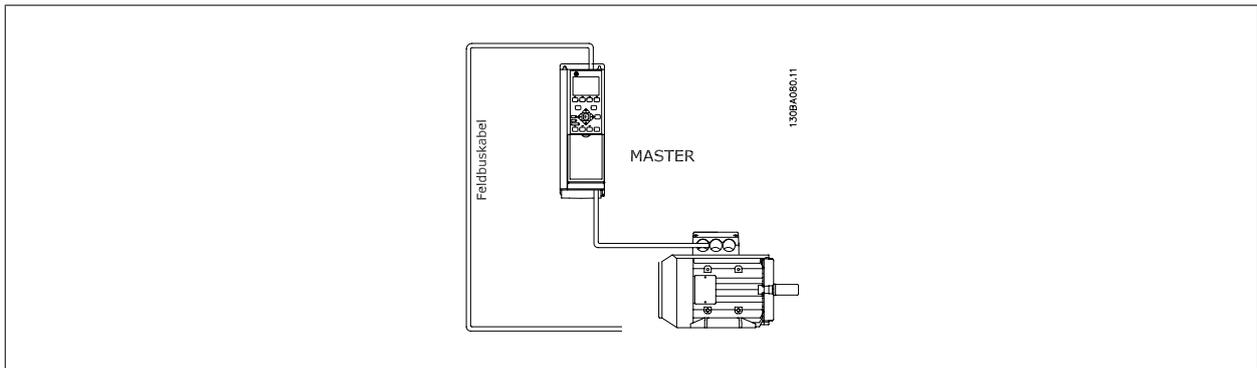
7.1.5 EMV-Schutzmaßnahmen

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

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 Frequenzrichter 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 FC mit Modbus RTU

Das FC-Protokoll bietet Zugriff auf das Steuerwort und den Bussollwert des Frequenzrichters.

Mit dem Steuerwort kann der Modbus-Master mehrere wichtige Funktionen des Frequenzrichters steuern.

- Start
- Stopp des Frequenzrichters auf verschiedene Weisen:
 - Freilaufstopp
 - Schnellstopp
 - DC-Bremsstopp
 - Normaler Stopp (Rampenstopp)
- Reset nach Fehlerabschaltung
- Betrieb mit einer Vielzahl von Festdrehzahlen
- Start mit Reversierung
- Änderung des aktiven Parametersatzes
- Steuerung der zwei Relais im Frequenzrichter

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

7.3 Netzwerkkonfiguration

7.3.1 Frequenzumrichter-Konfiguration

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

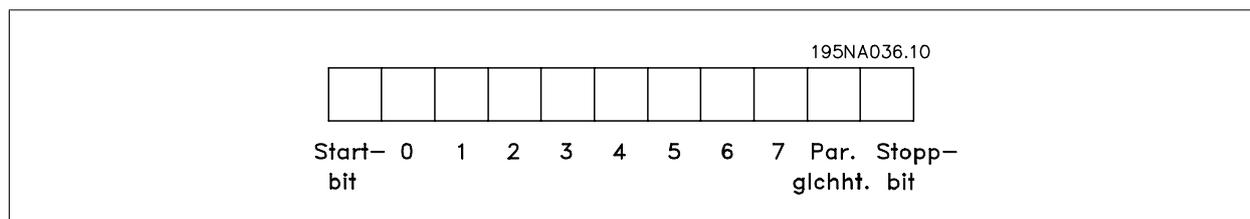
Parameternummer	Parametername	Einstellung
8-30	FC-Protokoll	FC
8-31	Adresse	1 - 126
8-32	Baudrate	2400 - 115200
8-33	Parität/Stopbits	Ungerade Parität, 1 Stoppbit (Werkseinstellung)

7

7.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll

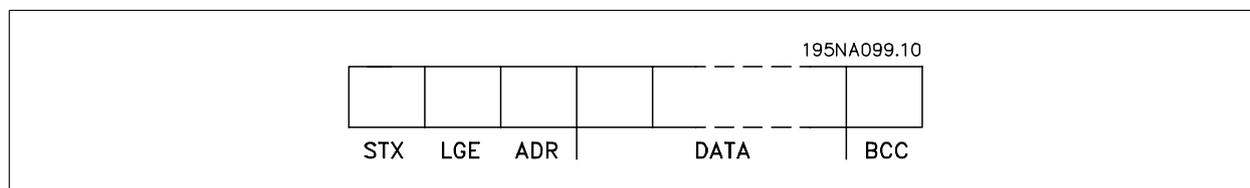
7.4.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)

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 ¹⁾ +n Byte

¹⁾ 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)

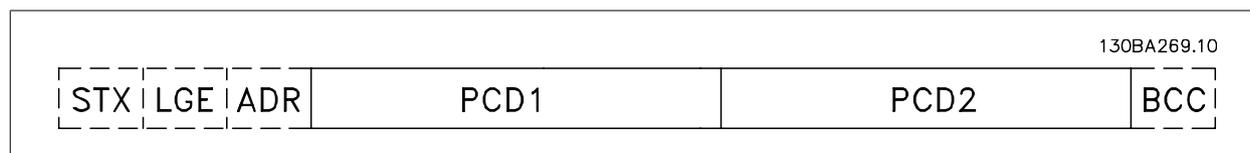
Die Prüfsumme wird als eine XOR-Funktion berechnet. Bevor das erste Byte im Telegramm empfangen wird, beträgt die errechnete Prüfsumme 0.

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.

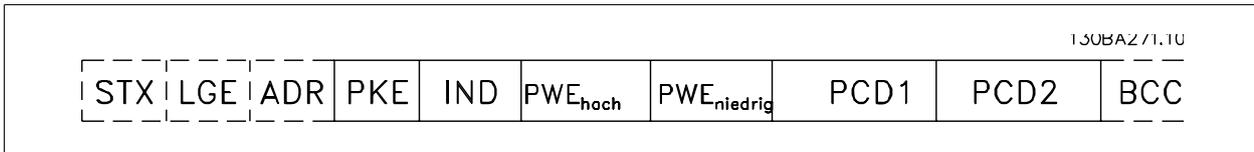
Die drei Telegrammarten sind:

- Prozessblock (PCD):
 Der Prozessdatenteil besteht aus vier Byte (2 Wörtern) und enthält:
- Steuerwort und Sollwert (Master -> Slave)
 - Zustandswort und aktuelle Ausgangsfrequenz (Slave -> Master)



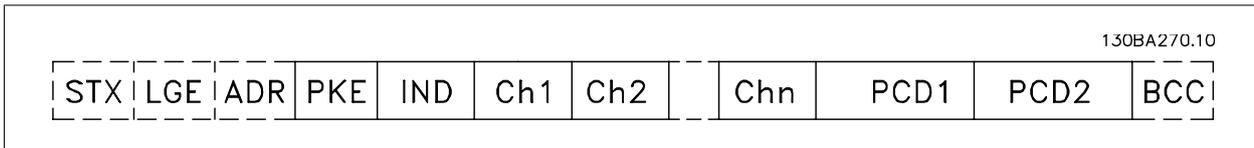
Parameterblock:

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:

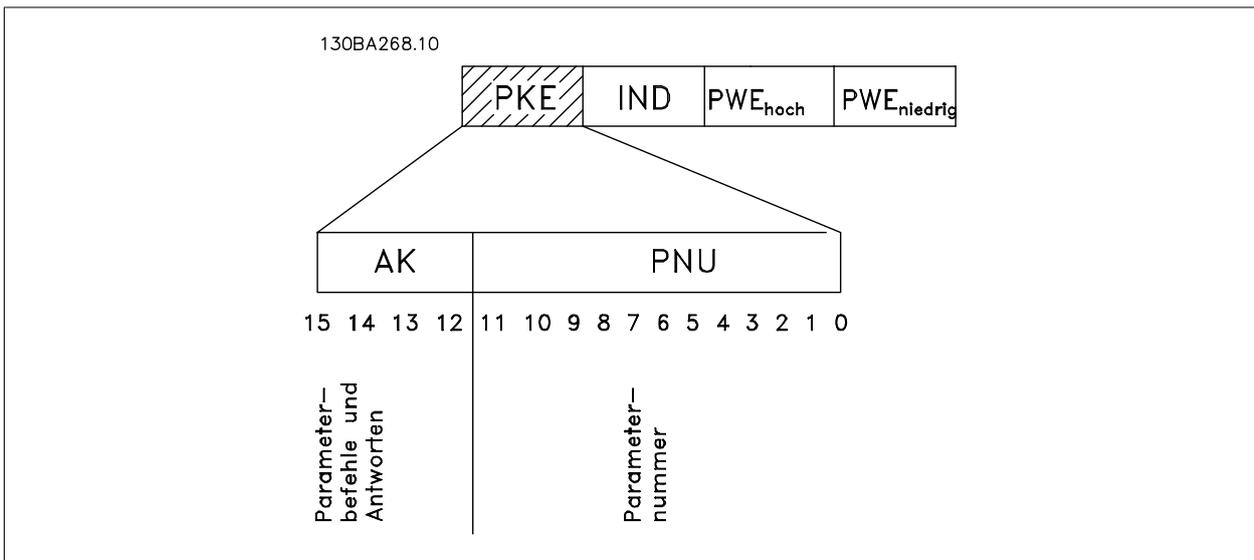
Der Textblock dient zum Lesen oder Schreiben von Texten über den Datenblock.



7

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.		Parameterbefehl		
15	14	13	12	
0	0	0	0	Kein Befehl
0	0	0	1	Parameterwert lesen
0	0	1	0	Parameterwert in RAM (Wort) schreiben
0	0	1	1	Parameterwert in RAM schreiben (Doppelwort)
1	1	0	1	Parameterwert in RAM und EEPROM schreiben (Doppelwort)
1	1	1	0	Parameterwert in RAM und EEPROM schreiben (Wort)
1	1	1	1	Text lesen/schreiben

Antwort Slave -> Master				
Bit Nr.				Antwort
15	14	13	12	
0	0	0	0	Keine Antwort
0	0	0	1	Parameterwert übertragen (Wort)
0	0	1	0	Parameterwert übertragen (Doppelwort)
0	1	1	1	Befehl kann nicht ausgeführt werden
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 *Fehlerpeicher: Fehlercode*. 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.

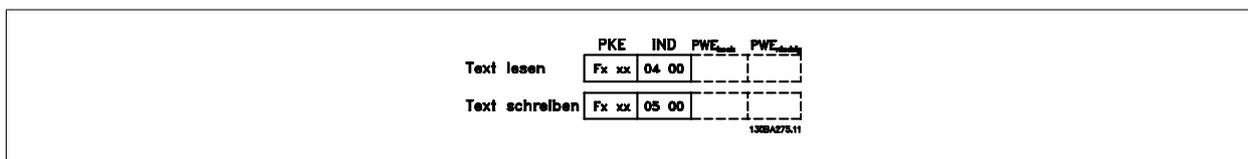
Antwortet der Slave auf eine Parameteranfrage (Lesebefehl), so wird der aktuelle Parameterwert im PWE an den Master übertragen. Wenn ein Parameter keinen numerischen Wert enthält, sondern mehrere Datenoptionen, z. B. Par. 0-01 *Sprache*, wobei [0] Englisch und [4] Dänisch entspricht, wird der Datenwert 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-Typ* bis Par. 15-53 *Leistungsteil Seriennummer* enthalten Datentyp 9.

Zum Beispiel kann in Par. 15-40 *FC-Typ* die Leistungsgröße und Netzspannung gelesen werden. Wird eine Textfolge übertragen (gelesen), so ist die Telegrammlänge variabel, da die Texte unterschiedliche Längen haben. Die Telegrammlänge ist im zweiten Byte (LGE) des Telegramms definiert. Bei Textübertragung zeigt das Indexzeichen an, ob es sich um einen Lese- oder Schreibbefehl handelt.

Um einen Text über den PWE 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

7.4.11 Vom Frequenzumrichter 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 *Min. Frequenz [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

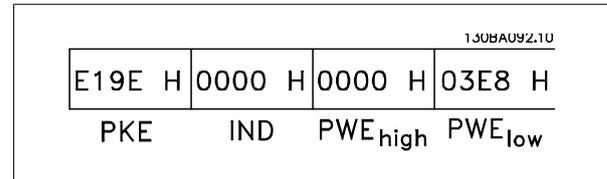
7.5 Beispiele

7.5.1 Schreiben eines Parameterwerts

Änderung von Par. 4-14 *Max Frequenz [Hz]* auf 100 Hz.
Daten in EEPROM schreiben.

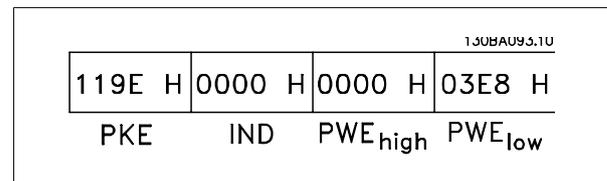
PKE = E19E Hex - Einzelwort schreiben in Par. 4-14 *Max Frequenz [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex - Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe Umrechnung.

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.

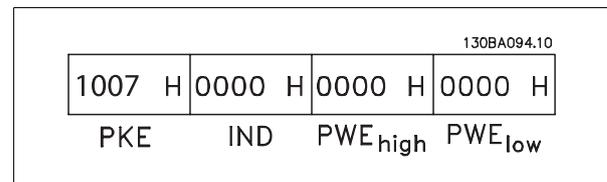
Die Antwort des Slave an den Master lautet:



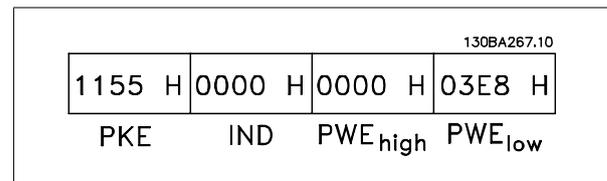
7.5.2 Lesen eines Parameterwertes

Lesen des Parameterwerts in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1*

PKE = 1155 Hex - Lesen des Parameterwerts in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 0000 Hex



Wenn der Wert in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* 10 s ist, ist die Antwort des Slave an den Master:



ACHTUNG!

3E8 Hex entspricht 1000 dezimal. Der Konvertierungsindex für Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* ist -2, d. h. 0,01.
Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* hat den 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.

7.6.4 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Der Frequenzumrichter kommuniziert über die integrierte RS-485-Schnittstelle im Modbus RTU-Format. Modbus RTU bietet Zugriff auf das Steuerwort und den Bussollwert des Frequenzumrichters.

Mit dem Steuerwort kann der Modbus-Master mehrere wichtige Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

- Start
- Stopp des Frequenzumrichters auf verschiedene Weisen:
 - Freilaufstopp
 - Schnellstopp
 - DC-Bremsstopp
 - Normaler Stopp (Rampenstopp)
- Reset nach Fehlerabschaltung
- Betrieb mit einer Vielzahl von Festschaltzahlen
- Start mit Reversierung
- Ändern des aktiven Parametersatzes
- Steuerung des integrierten Relais im Frequenzumrichter

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

7.7 Netzwerkkonfiguration

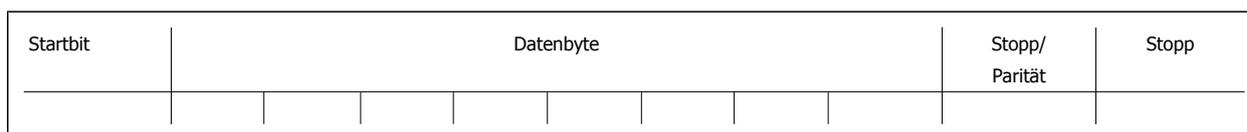
Die folgenden Parameter sind zu programmieren, um Modbus RTU beim Frequenzumrichter zu aktivieren:

Parameternummer	Parametername	Einstellung
8-30	FC-Protokoll	Modbus RTU
8-31	Adresse	1 - 247
8-32	Baudrate	2400 - 115200
8-33	Parität/Stopbits	Ungerade Parität, 1 Stopbit (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 Stopbit 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

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 Ausnahme-codes*.

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 Haltereigistern organisiert. Einzelregister enthalten ein einzelnes Bit, während Haltereigister 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. Haltereigister 40001 wird im Datenadressfeld des Telegramms als 0000 adressiert. Im Funktionscodefeld ist bereits eine „Haltereigister“-Operation spezifiziert. Daher ist die Referenz „4XXXX“ implizit. Haltereigister 40108 wird als Register 006B hexadezimal (107 dezimal) adressiert.

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

Spule	0	1
33	Regler nicht bereit	Steuer. bereit
34	Frequenzumrichter nicht betriebsbereit	Frequenzumrichter 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.
Zustandswort des Frequenzumrichters (FC-Profil)		

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

7.8.9 Frequenzumrichter 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 Modbus-Ausnahmecodes

Eine vollständige Erklärung des Aufbaus einer Ausnahmeantwort entnehmen Sie bitte dem Kapitel Aufbau eines Modbus RTU-Telegrammblocks, Funktionsfeld.

Modbus-Ausnahmecodes		
Code	Bezeichnung	Bedeutung
1	Unzulässige Funktion	Der von der Abfrage empfangene Funktionscode enthält eine nicht erlaubte Server (oder Slave)-Funktion. Ein möglicher Grund dafür ist, dass der Funktionscode nur auf neuere Geräte anwendbar ist und im ausgewählten Gerät nicht implementiert wurde. Möglicherweise befindet sich der Server (oder Slave) auch in einem Zustand, der die Verarbeitung einer solchen Abfrage nicht erlaubt. Dies kann der Fall sein, wenn der Server (Slave) nicht konfiguriert wurde und Registerwerte zurückgeben soll.
2	Unzulässige Datenadresse	Die von der Abfrage empfangene Datenadresse ist keine zulässige Adresse für den Server (oder Slave). Genauer gesagt ist die Kombination aus Sollwertnummer und Übertragungslänge ungültig. Bei einem Regler mit 100 Registern ist eine Abfrage mit Abweichung 96 und Länge 4 erfolgreich, eine Abfrage mit Abweichung 96 und Länge 5 erzeugt Ausnahme 02.
3	Unzulässiger Datenwert	Ein Wert im Abfragedatenfeld ist ein unzulässiger Wert für den Server (oder Slave). Das ist ein Anzeichen für einen Fehler im restlichen Aufbau einer komplexen Anfrage, wie beispielsweise eine ungültige Länge. Es bedeutet NICHT, dass ein in einem Register zu speicherndes Datenelement einen Wert außerhalb des von der Anwendung erwarteten Bereichs enthält, da das Modbus-Protokoll die Bedeutung der Werte in den jeweiligen Registern nicht erkennen kann.
4	Slave-Fehler	Beim Versuch des Servers (Slaves), die abgefragte Aktion auszuführen, ist ein nicht zu behebbender Fehler aufgetreten.

7.9 Zugriff auf Parameter

7.9.1 Parameterverarbeitung

Die PNU (Parameternummer) wird aus der Registeradresse übersetzt, die im Modbus-Lese- oder Schreibleitogramm 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

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 „Halteregeister lesen“ gelesen. Parameter werden über die Funktion 6HEX „Einzelregister voreinstellen“ für 1 Register (16 Bit) und die Funktion 10HEX „Mehrere Register voreinstellen“ für 2 Register (32 Bit) geschrieben. Lesbare Längen reichen von 1 Register (16 Bit) bis zu 10 Registern (20 Zeichen).

Nichtstandarddatentypen

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

7.10 Beispiele

Die folgenden Beispiele veranschaulichen die verschiedenen Modbus RTU-Befehle. Falls ein Fehler auftritt, beziehen Sie sich auf den Abschnitt Ausnahmecodes.

7.10.1 Spulenzustand lesen (01 HEX)

Beschreibung

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 höherwertigen 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)	-

7

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)	-

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)	-



7.10.6 Mehrere Register voreinstellen (10 HEX)

Beschreibung

Diese Funktion führt die Voreinstellung eines Wertes in mehreren aufeinanderfolgenden Halteregeistern 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. Hier ein Beispiel für die Anfrage, die Voreinstellung für zwei Register durchzuführen (Parameter 1-05 = 738 (7,38 A) setzen):

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	10
Startadresse HI	04
Startadresse LO	19
Anzahl Register HI	00
Anzahl Register LO	02
Bytezahl	04
Daten schreiben HI (Register 4: 1049)	00
Daten schreiben LO (Register 4: 1049)	00
Daten schreiben HI (Register 4: 1050)	02
Daten schreiben LO (Register 4: 1050)	E2
Fehlerprüfung (CRC)	-

Antwort

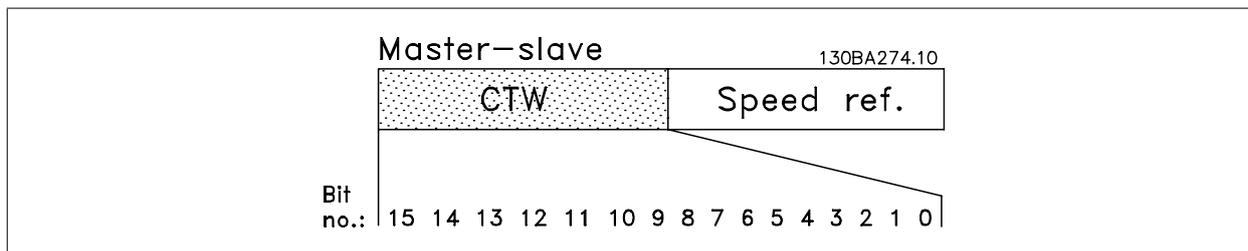
Die normale Antwort enthält die Slave-Adresse, den Funktionscode, die Startadresse und die Anzahl der Register, die voreingestellt werden sollen.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	10
Startadresse HI	04
Startadresse LO	19
Anzahl Register HI	00
Anzahl Register LO	02
Fehlerprüfung (CRC)	-



7.11 Danfoss FC-Steuerprofil

7.11.1 Steuerwort gemäß FC-Profil (Par. 8-10 Steuerprofil = 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

Bits 00/01

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

Programmierter Sollwert	Par.	Bit 01	Bit 00
1	Par. 3-10 <i>Festsollwert</i> [0]	0	0
2	Par. 3-10 <i>Festsollwert</i> [1]	0	1
3	Par. 3-10 <i>Festsollwert</i> [2]	1	0
4	Par. 3-10 <i>Festsollwert</i> [3]	1	1



ACHTUNG!

Die Auswahl in Par. 8-56 *Festsollwertanwahl* bestimmt, wie Bit 00/01 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 02, DC-Bremse:

Bit 02 = „0“ bewirkt DC-Bremse und Stopp. Bremsstrom und Dauer werden in Par. 2-01 *DC-Bremsstrom* und Par. 2-02 *DC-Bremszeit* eingestellt. 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 *Motorfreilauf* 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 *Rampenzeit Schnellstopp*).

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 *Klemme 18 Digitaleingang* bis Par. 5-15 *Klemme 33 Digitaleingang*), 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 *Klemme 18 Digitaleingang* bis Par. 5-15 *Klemme 33 Digitaleingang* programmiert auf *DC-Bremse*, *Freilaufstopp* oder *Reset* und *Freilaufstopp*.

7

Bit 06, Rampenstopp/-start:

Bit 06 = „0“: Bewirkt einen Stopp, indem die Motordrehzahl über den entsprechenden Parameter für Rampenzeit Ab über Rampe ab bis zum Stopp reduziert wird. Bit 06 = „1“: Ermöglicht es dem Frequenzumrichter, den Motor zu starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.



ACHTUNG!

Die Auswahl in Par. 8-53 *Start* 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 *Festdrehzahl Jog [UPM]* bestimmt.

Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2:

Bit 09 = „0“ Rampe 1 ist aktiv (Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* bis Par. 3-42 *Rampenzeit Ab 1*). Bei Bit 09 = „1“ ist Rampe 2 (Par. 3-51 *Rampenzeit Auf 2* bis Par. 3-52 *Rampenzeit Ab 2*) 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 *Relaisfunktion* wurde *Steuerwort Bit 11* gewählt.

Bit 12, Relais 04:

Bit 12 = „0“: Relais 04 ist nicht aktiviert. Bit 12 = „1“: Relais 04 ist aktiviert, vorausgesetzt in Par. 5-40 *Relaisfunktion* wurde *Steuerwort Bit 12* gewählt.

Bit 13/14, Parametersatzwahl:

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 *Aktiver Satz* gewählt ist.

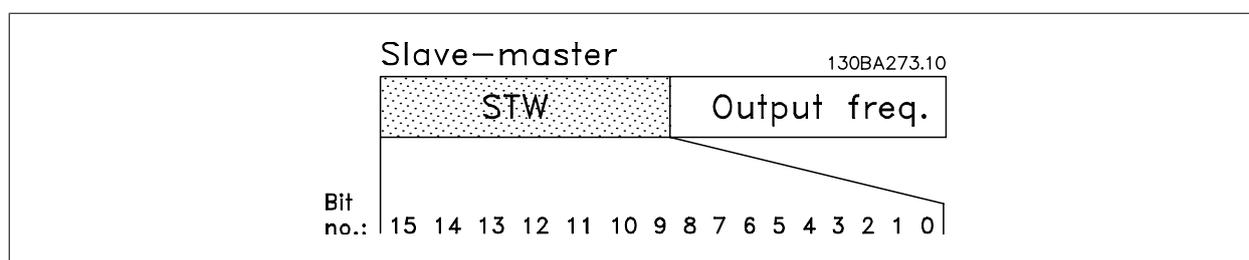


ACHTUNG!
Die Auswahl in Par. 8-55 *Satzanwahl* bestimmt, wie Bit 13/14 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 15 Reversierung:

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung. Bit 15 = „1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist Reversierung in Par. 8-54 *Reversierung* 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 *Steuerprofil* = FC-Profil)



Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Regler nicht bereit	Steuer. bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	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 *Sollwertvorgabe* 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 *Min. Drehzahl [UPM]* bzw. Par. 4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* 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 *Stromgrenze* gewählte Stromgrenze. Bit 14 = „1“: Die Momentgrenze in Par. 4-18 *Stromgrenze* 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 %.

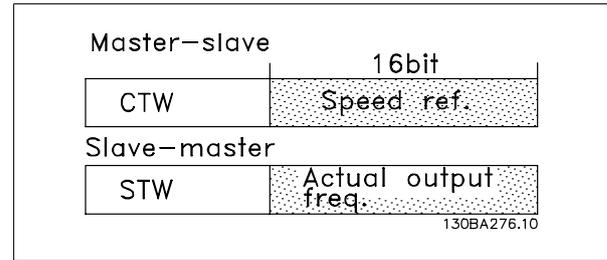


ACHTUNG!

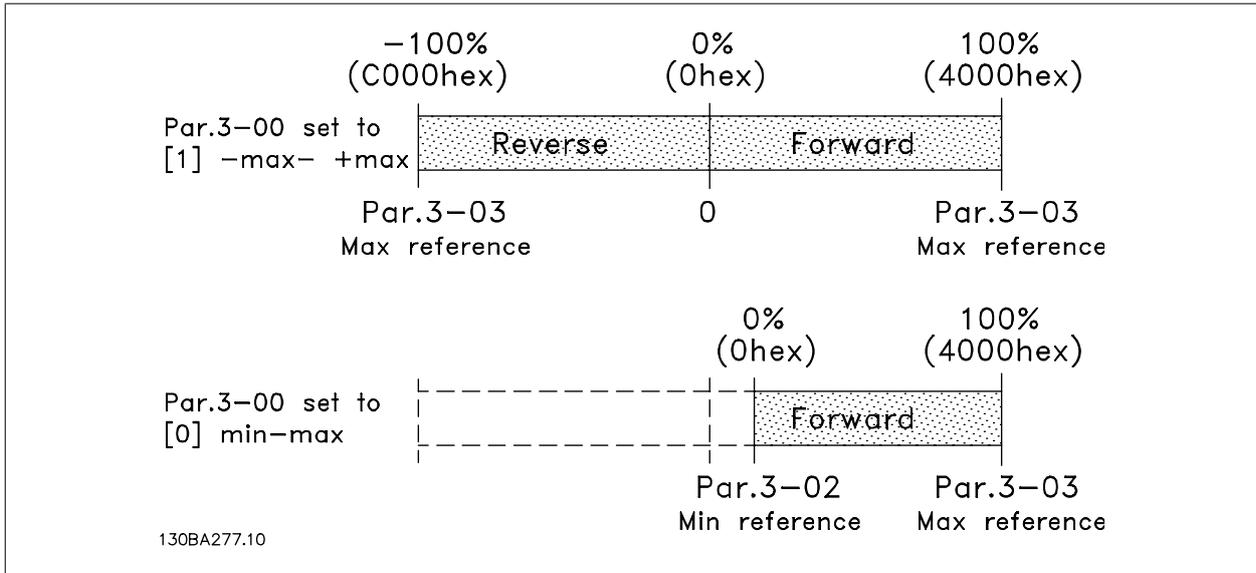
Alle Bit im ZSW werden auf „0“ gesetzt, wenn die Verbindung zwischen der Interbus-Option und dem Frequenzumrichter verloren geht oder ein internes Kommunikationsproblem auftritt.

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 Allgemeine technische Daten/Fehlersuche und -behebung

8.1 Allgemeine technische Daten

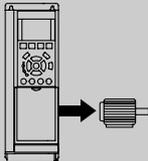
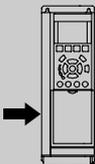
Netzversorgung 200 - 240 VAC - Normales Überlastmoment 110 % für 1 Minute						
Frequenzumrichter	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	
Typische Wellenleistung [kW]	1,1	1,5	2,2	3	3,7	
IP20/Chassis						
(A2+A3 können mithilfe eines Umbausatzes auf die Schutzart IP21 umgestellt werden. (Siehe bitte auch die Punkte <i>Mechanische Befestigung</i> im Produkthandbuch und <i>IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung</i> im Projektierungshandbuch.))	A2	A2	A2	A3	A3	
IP55/NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	
IP66/NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	
Typische Wellenleistung [PS] bei 208 V	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	
Ausgangsstrom						
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
	Überlast (3 x 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4
	Dauerbetrieb kVA (208 V AC) [kVA]	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
	Max. Kabelquerschnitt: (Netz, Motor, Bremse) [mm ² /AWG] ²⁾	4/10				
	Max. Eingangsstrom					
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
	Überlast (3 x 200-240 V) [A]	6,5	7,5	10,5	12,4	16,5
	Max. Vorsicherungen ¹⁾ [A]	20	20	20	32	32
	Umgebung					
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	63	82	116	155	185
	Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5
	Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	
Wirkungsgrad ³⁾	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	

Tabelle 8.1: Netzversorgung 200-240 VAC

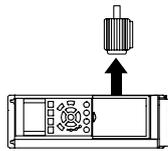
Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC - Normales Überlastmoment 110 % für 1 Minute

IP20/Chassis
Die Gehäuse B3+4 und C3+4 können mithilfe eines Umbausatzes auf die Schutzart IP21 umgestellt werden. (Siehe bitte auch die Punkte *Mechanische Befestigung* im Produkthandbuch und *IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung* im Projektierungshandbuch.)

	B3	B3	B3	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C2	C2
Frequenzrichter	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K
Typische Wellenleistung [kW]	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45
Typische Wellenleistung [PS] bei 208 V	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60

Ausgangsstrom

Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	88,0	115	143	170
Überlast (3 x 200-240 V) [A]	26,6	33,9	50,8	65,3	82,3	96,8	127	157	187
Dauerbetrieb kVA (208 V AC) [kVA]	8,7	11,1	16,6	21,4	26,9	31,7	41,4	51,5	61,2
Max. Kabelquerschnitt: (Netz, Motor, Brense) [mm ² /AWG] ²⁾	10/7	10/7	35/2	35/2	35/2	50/1/0 (B4=35/2)	95/4/0	120/250 MCM	185/ kcmil350



Mit eingeschlossenem Netz-trennschalter:

Max. Eingangsstrom

Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	22,0	28,0	42,0	54,0	68,0	80,0	104,0	130,0	154,0
Überlast (3 x 200-240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	88,0	114,0	143,0	169,0
Max. Vorsicherungen ¹⁾ [A]	63	63	63	80	125	125	160	200	250
Umgebung: Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636
Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	35	35	50	50
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
Wirkungsgrad ³⁾	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97

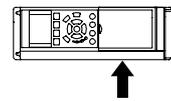


Tabelle 8.2: Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC

Netzversorgung 3 x 380 - 480 VAC - Normales Überlastmoment 110 % für 1 Minute									
Frequenzumrichter	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5		
Typische Wellenleistung [kW]	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5		
Typische Wellenleistung [PS] bei 460 V	1,5	2,0	2,9	4,0	5,0	7,5	10		
IP20/Chassis	A2								
(A2+A3 können mithilfe eines Umbausatzes auf die Schutzart IP21 umgestellt werden. (Siehe bitte auch die Punkte <i>Mechanische Befestigung</i> im Produkthandbuch und <i>IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung</i> im Projektierungshandbuch.))									
IP55/NEMA 12	A5								
IP66/NEMA 12	A5								
Ausgangsstrom									
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	3	4,1	5,6	7,2	10	13	16		
Überlast/60 s (3 x 380-440 V) [A]	3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3	17,6		
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5		
Überlast/60 s (3 x 441-480 V) [A]	3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4		
Dauerbetrieb kVA (400 V AC) [kVA]	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11,0		
Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6		
Max. Kabelquerschnitt: (Netz, Motor, Bremse) [mm ² / AWG] ²⁾	4/10								
Max. Eingangsstrom									
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4		
Überlast (3 x 380-440 V) [A]	3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9	15,8		
Dauerbetrieb (3 x 441-480 V) [A]	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13,0		
Überlast (3 x 441-480 V) [A]	3,0	3,4	4,7	6,3	8,1	10,9	14,3		
Max. Vorsicherungen ¹⁾ [A]	10	10	20	20	20	32	32		
Umgebung									
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾	58	62	88	116	124	187	255		
Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6		
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]									
Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2		
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2		
Wirkungsgrad ³⁾	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97		

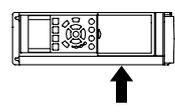
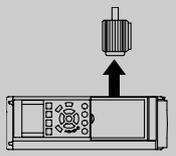


Tabelle 8.3: Netzversorgung 3 x 380-480 VAC





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

Frequenzrichter	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 460 V	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
IP20/Chassis	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
Die Gehäuse B3+4 und C3+4 können mithilfe eines Umbausatzes auf die Schutzart IP21 umgestellt werden (wenden Sie sich hierfür an Danfoss).										
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2

Ausgangsstrom

Dauerbetrieb (3 x 380-439 V) [A]	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177
Überlast/60 s (3 x 380-439 V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195
Dauerbetrieb (3 x 440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
Überlast/60 s (3 x 440-480 V) [A]	23,1	29,7	37,4	44	61,6	71,5	88	116	143	176
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



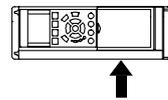
Max. Kabelquerschnitt:

(Stromnetz, Motor, Bremse) [mm²/AWG] ²⁾

Mit eingeschlossenem Netztrennschalter:

Max. Eingangsstrom

Dauerbetrieb (3 x 380-439 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
Überlast/60 s (3 x 380-439 V) [A]	24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177
Dauerbetrieb (3 x 440-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
Überlast/60 s (3 x 440-480 V) [A]	20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160
Max. Vorsicherungen ¹⁾ [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250



Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾

Gewicht des Gehäuses IP20 [kg]	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474
Gewicht des Gehäuses IP21 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50
Gewicht des Gehäuses IP55 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
Gewicht des Gehäuses IP66 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
Wirkungsgrad ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99

Tabelle 8.4: Netzversorgung 3 x 380-480 VAC

Netzversorgung 3 x 525 - 600 VAC Normales ÜberlastmomentLight duty (LD) 110 % für 1 Minute																			
Größe:	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K	
Typische Wellenleistung [kW]	1,1	1,5	2,2	3	3,7	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90	
IP20/Chassis	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4	
IP21/NEMA 1	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2	
IP55/NEMA 12	A5	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2								
IP66/NEMA 12	A5	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2								
Ausgangsstrom																			
Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	2,6	2,9	4,1	5,2	-	6,4	9,5	11,5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137	
Überlast (3 x 525-550 V) [A]	2,9	3,2	4,5	5,7	-	7,0	10,5	12,7	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151	
Dauerbetrieb (3 x 525-600 V) [A]	2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131	
Überlast (3 x 525-600 V) [A]	2,6	3,0	4,3	5,4	-	6,7	9,9	12,1	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144	
Dauerleistung kVA (525 V AC) [kVA]	2,5	2,8	3,9	5,0	-	6,1	9,0	11,0	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100	130,5	
Dauerleistung kVA (575 V AC) [kVA]	2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	17,9	21,9	26,9	33,9	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6	130,5	
Max. Kabelquerschnitt, IP21/55/66 (Netz, Motor, Bremse) [mm²]/[AWG] 2)						4/10				10/7			25/4		50/1/0		95/4/0	120/MCM250	
Max. Kabelquerschnitt, IP20 (Netz, Motor, Bremse) [mm²]/[AWG] 2)						4/10				16/6			35/2		50/1/0		95/4/0	150/MCM250 5)	
Mit eingeschlossenem Netztrennschalter:						4/10					16/6				35/2		70/3/0	185/kcmil350	
Max. Eingangsstrom																			
Dauerbetrieb (3 x 525-600 V) [A]	2,4	2,7	4,1	5,2	-	5,8	8,6	10,4	17,2	20,9	25,4	32,7	39	49	59	78,9	95,3	124,3	
Überlast (3 x 525-600 V) [A]	2,7	3,0	4,5	5,7	-	6,4	9,5	11,5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137	
Max. Vorsicherungen ¹⁾ [A]	10	10	20	20	-	20	32	32	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250	
Umgebung:																			
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4)	50	65	92	122	-	145	195	261	300	400	475	525	700	750	850	1100	1400	1500	
Gehäusegewicht IP20 [kg]	6,5	6,5	6,5	6,5	-	6,5	6,6	6,6	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50	
Gehäusegewicht IP21/55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65	
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,97	0,97	0,97	0,97	-	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	

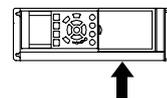
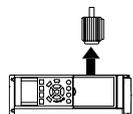


Tabelle 8.5: 5) Mit Bremse und Zwischenkreis Kopplung 95/ 4/0

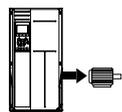
8.1.1 Netzversorgung High Power

Netzversorgung 3 x 380-480 VAC		P110	P132	P160	P200	P250
	Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	110	132	160	200	250
	Typische Wellenleistung bei 460 V [PS]	150	200	250	300	350
	Gehäuse IP21	D1	D1	D2	D2	D2
	Gehäuse IP54	D1	D1	D2	D2	D2
	Gehäuse IP00	D3	D3	D4	D4	D4
Ausgangsstrom						
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	212	260	315	395	480
	Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	233	286	347	435	528
	Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	190	240	302	361	443
	Überlast (60 s) (bei 460/480 V) [A]	209	264	332	397	487
	Dauerleistung KVA (bei 400 V) [KVA]	147	180	218	274	333
	Dauerleistung (bei 460 V) [KVA]	151	191	241	288	353
Max. Eingangsstrom						
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	204	251	304	381	463
	Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	183	231	291	348	427
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreis-kopplung [mm ² (AWG ²)]	2 x 70 (2 x 2/0)	2 x 70 (2 x 2/0)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 150 (2 x 300 MCM)
	Max. externe Vorsicherungen [A] 1	300	350	400	500	630
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾ , 400 V	3234	3782	4213	5119	5893
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾ , 460 V	2947	3665	4063	4652	5634
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	96	104	125	136	151
	Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	82	91	112	123	138
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98				
	Ausgangsfrequenz	0 - 800 Hz				
	Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	85 °C	90 °C	105 °C	105 °C	115 °C
	Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	60 °C				

Netzversorgung 3 x 380-480 VAC		P315	P355	P400	P450
	Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	315	355	400	450
	Typische Wellenleistung bei 460 V [PS]	450	500	600	600
	Gehäuse IP21	E1	E1	E1	E1
	Gehäuse IP54	E1	E1	E1	E1
	Gehäuse IP00	E2	E2	E2	E2
Ausgangsstrom					
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	600	658	745	800
	Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	660	724	820	880
	Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	540	590	678	730
	Überlast (60 s) (bei 460/480 V) [A]	594	649	746	803
	Dauerleistung KVA (bei 400 V) [KVA]	416	456	516	554
	Dauerleistung (bei 460 V) [KVA]	430	470	540	582
Max. Eingangsstrom					
	Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	590	647	733	787
	Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	531	580	667	718
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG ²)]	4 x 240 (4 x 500 MCM)			
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]	2 x 185 (2 x 350 MCM)			
	Max. externe Vorsicherungen [A] 1	700	900	900	900
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾ , 400 V	6790	7701	8879	9670
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴⁾ , 460 V	6082	6953	8089	8803
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	263	270	272	313
	Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	221	234	236	277
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98			
	Ausgangsfrequenz	0 - 600 Hz			
	Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	95 °C			
	Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	68 °C			

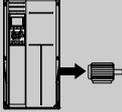
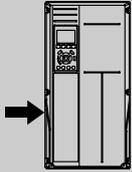
Netzversorgung 3 x 380-480 VAC

	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	500	560	630	710	800	1000
Typische Wellenleistung bei 460 V [PS]	650	750	900	1000	1200	1350
Gehäuse IP21, 54 mit/ohne Optionsschrank	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
Ausgangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	880	990	1120	1260	1460	1720
Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	968	1089	1232	1386	1606	1892
Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160	1380	1530
Überlast (60 s) (bei 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276	1518	1683
Dauerleistung KVA (bei 400 V) [KVA]	610	686	776	873	1012	1192
Dauerleistung (bei 460 V) [KVA]	621	709	837	924	1100	1219



Max. Eingangsstrom

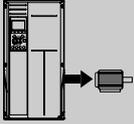
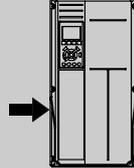
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	857	964	1090	1227	1422	1675
Dauerbetrieb (bei 460/480 V) [A]	759	867	1022	1129	1344	1490
Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm ² (AWG ²)]	8 x 150 (8 x 300 MCM)			12 x 150 (12 x 300 MCM)		
Max. Kabelquerschnitt, Netz [mm ² (AWG ²)]	8 x 240 (8 x 500 MCM)					
Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG ²)]	4 x 120 (4 x 250 MCM)					
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]	4 x 185 (4 x 350 MCM)			6 x 185 (6 x 350 MCM)		
Max. externe Versicherungen [A] 1	1600		2000		2500	
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴ , 400 V, F1 & F2	10647	12338	13201	15436	18084	20358
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] ⁴ , 460 V, F1 & F2	9414	11006	12353	14041	17137	17752
Max. addierte Verluste von A1 EMV, Hauptschalter oder Trennschalter & Schütz, F3 & F4	963	1054	1093	1230	2280	2541
Max. Schaltschrankoptionsverluste	400					
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	1004/ 1299	1004/ 1299	1004/ 1299	1004/ 1299	1246/ 1541	1246/ 1541
Gewicht Gleichrichtermodul [kg]	102	102	102	102	136	136
Gewicht Wechselrichtermodul [kg]	102	102	102	136	102	102
Wirkungsgrad ⁴)	0,98					
Ausgangsfrequenz	0-600 Hz					
Kühlkörper Über-temp. Abschalt.	95 °C					
Leistungsteil Umgebungtemp. Abschalt.	68 °C					

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC		P45K	P55K	P75K	P90K	P110
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	37	45	55	75	90
	Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	50	60	75	100	125
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	45	55	75	90	110
	Baugröße IP21	D1	D1	D1	D1	D1
	Baugröße IP54	D1	D1	D1	D1	D1
	Baugröße IP00	D2	D2	D2	D2	D2
Ausgangsstrom						
	Dauerbetrieb (bei 3 x 525-550 V) [A]	56	76	90	113	137
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	62	84	99	124	151
	Dauerbetrieb (bei 3 x 551-690 V) [A]	54	73	86	108	131
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	59	80	95	119	144
	Dauerleistung (bei 550 V) [KVA]	53	72	86	108	131
	Dauerleistung (bei 575 V) [KVA]	54	73	86	108	130
	Dauerleistung (bei 690 V) [KVA]	65	87	103	129	157
	Max. Eingangsstrom					
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	60	77	89	110	130
	Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	58	74	85	106	124
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	58	77	87	109	128
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor, Zwischenkreiskopplung und Bremse [mm ² (AWG)]	2x70 (2x2/0)				
	Max. externe Vorsicherungen [A] 1	125	160	200	200	250
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 600 V	1398	1645	1827	2157	2533
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 690 V	1458	1717	1913	2262	2662
	Gewicht, Baugröße IP21, IP54 [kg]	96				
	Gewicht, Baugröße IP00 [kg]	82				
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98
	Ausgangsfrequenz	0 - 600 Hz				
	Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	85 °C				
	Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	60 °C				

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC						
	P132	P160	P200	P250		
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	110	132	160	200		
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	150	200	250	300		
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	132	160	200	250		
Baugröße IP21	D1	D1	D2	D2		
Baugröße IP54	D1	D1	D2	D2		
Baugröße IP00	D3	D3	D4	D4		
Ausgangsstrom						
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	162	201	253	303	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	178	221	278	333	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	155	192	242	290	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	171	211	266	319	
	Dauerleistung (bei 550 V) [KVA]	154	191	241	289	
	Dauerleistung (bei 575 V) [KVA]	154	191	241	289	
	Dauerleistung (bei 690 V) [KVA]	185	229	289	347	
	Max. Eingangsstrom					
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	158	198	245	299
		Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	151	189	234	286
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		155	197	240	296	
Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor, Zwischenkreiskopplung und Bremse [mm ² (AWG)]		2 x 70 (2 x 2/0)	2 x 70 (2 x 2/0)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	
Max. externe Versicherungen [A] 1		315	350	350	400	
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 600 V		2963	3430	4051	4867	
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 690 V		3430	3612	4292	5156	
Gewicht, Baugröße IP21, IP54 [kg]		96	104	125	136	
Gewicht, Baugröße IP00 [kg]		82	91	112	123	
Wirkungsgrad ⁴⁾		0,98				
Ausgangsfrequenz	0 - 600 Hz					
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	85 °C	90 °C	110 °C	110 °C		
Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	60 °C					

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC					
		P315	P400	P450	
	Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	250	315	355	
	Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	350	400	450	
	Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	315	400	450	
	Gehäuse IP21	D2	D2	E1	
	Gehäuse IP54	D2	D2	E1	
	Gehäuse IP00	D4	D4	E2	
Ausgangsstrom					
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	360	418	470	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	396	460	517	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	344	400	450	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	378	440	495	
	Dauerleistung (bei 550 V) [KVA]	343	398	448	
	Dauerleistung (bei 575 V) [KVA]	343	398	448	
	Dauerleistung (bei 690 V) [KVA]	411	478	538	
	Max. Eingangsstrom				
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	355	408	453
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]		339	390	434	
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		352	400	434	
	Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm² (AWG)]	2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	4 x 240 (4 x 500 MCM)	
	Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm² (AWG)]	2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 150 (2 x 300 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	
	Max. externe Vorsicherungen [A] 1	500	550	700	
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 600 V	5493	5852	6132	
	Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 690 V	5821	6149	6440	
	Gewicht, Baugröße IP21, IP54 [kg]	151	165	263	
	Gewicht, Baugröße IP00 [kg]	138	151	221	
	Wirkungsgrad4)	0,98			
	Ausgangsfrequenz	0 - 600 Hz	0 - 500 Hz	0 - 500 Hz	
	Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C	110 °C	85 °C	
	Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.	60 °C	60 °C	68 °C	

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC					
	P500	P560	P630		
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	400	450	500		
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	500	600	650		
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	500	560	630		
Baugröße IP21	E1	E1	E1		
Baugröße IP54	E1	E1	E1		
Baugröße IP00	E2	E2	E2		
Ausgangsstrom					
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	523	596	630	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	575	656	693	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	500	570	630	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	550	627	693	
	Dauerleistung (bei 550 V) [KVA]	498	568	600	
	Dauerleistung (bei 575 V) [KVA]	498	568	627	
	Dauerleistung (bei 690 V) [KVA]	598	681	753	
	Max. Eingangsstrom				
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	504	574	607
		Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	482	549	607
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		482	549	607	
Max. Kabelquerschnitt, Netz, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm² (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 MCM)	4 x 240 (4 x 500 MCM)	4 x 240 (4 x 500 MCM)		
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)		
Max. externe Vorsicherungen [A] 1	700	900	900		
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 600 V	6903	8343	9244		
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 690 V	7249	8727	9673		
Gewicht, Baugröße IP21, IP54 [kg]	263	272	313		
Gewicht, Baugröße IP00 [kg]	221	236	277		
Wirkungsgrad ⁴⁾		0,98			
Ausgangsfrequenz		0 - 500 Hz			
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.		85 °C			
Leistungsteil Umgebungstemp. Abschalt.		68 °C			

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC							
	P710	P800	P900	P1M0	P1M2		
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	560	670	750	850	1000		
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	750	950	1050	1150	1350		
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	710	800	900	1000	1200		
Baugröße IP21, 54 ohne/mit Optionsschrank	F1/ F3	F1/ F3	F1/ F3	F2/ F4	F2/ F4		
Ausgangsstrom							
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	763	889	988	1108	1317	
	Überlast (60 s)(bei 550 V) [A]	839	978	1087	1219	1449	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	730	850	945	1060	1260	
	Überlast (60 s)(bei 575/690 V) [A]	803	935	1040	1166	1386	
	Dauerleistung (bei 550 V) [KVA]	727	847	941	1056	1255	
	Dauerleistung (bei 575 V) [KVA]	727	847	941	1056	1255	
	Dauerleistung (bei 690 V) [KVA]	872	1016	1129	1267	1506	
	Max. Eingangsstrom						
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	743	866	962	1079	1282
		Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	711	828	920	1032	1227
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		711	828	920	1032	1227	
Max. Kabelquerschnitt, Motor [mm ² (AWG ²)]		8 x 150 (8 x 300 MCM)			12 x 150 (12 x 300 MCM)		
Max. Kabelquerschnitt, Netz [mm ² (AWG ²)]		8 x 240 (8 x 500 MCM)					
Max. Kabelquerschnitt, Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG ²)]		4 x 120 (4 x 250 MCM)					
Max. Kabelquerschnitt, Bremse [mm ² (AWG ²)]		4 x 185 (4 x 350 MCM)			6 x 185 (6 x 350 MCM)		
Max. externe Sicherungen [A] 1)		1600				2000	
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 600 V, F1 & F2		10771	12272	13835	15592	18281	
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast [W] 4), 690 V, F1 & F2		11315	12903	14533	16375	19207	
Max. addierte Verluste von Hauptschalter oder Trennschalter & Schütz, F3 & F4	427	532	615	665	863		
Max. Schaltschrankoptionsverluste	400						
Gewicht, Baugröße IP21, IP54 [kg]	1004/ 1299	1004/ 1299	1004/ 1299	1246/ 1541	1246/ 1541		
Gewicht Gleichrichtermodul [kg]	102	102	102	136	136		
Gewicht Wechselrichtermodul [kg]	102	102	136	102	102		
Wirkungsgrad ⁴)	0,98						
Ausgangsfrequenz	0-500 Hz						
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	85 °C						
Leistungsteil Umgebungtemp. Abschalt.	68 °C						

1) Zur Sicherungsart siehe Abschnitt Sicherungen.

2) American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß.

3) Gemessen mit 5 m abgeschirmtem Motorkabel bei Nennlast und Nennfrequenz.

4) 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.

8.2 Allgemeine technische Daten

Netzversorgung (L1, L2, L3):

Versorgungsspannung	200-240 V ±10 % 380-480 V ±10 % 525-600 V ±10 % 525-690 V ±10 %
---------------------	---

Niedrige Netzspannung/Netzausfall:

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

Netzfrequenz	50/60 Hz ±5 %
Max. Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Leistungsfaktor ()	≥ 0,9 bei Nennlast
Verschiebungsleistungsfaktor (cos) nahe Eins	(> 0,98)
Schalten am Eingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) ≤ Gehäusotyp A	max. 2 x/min.
Schalten am Eingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) ≥ Gehäusotyp B, C	max. 1 x/min.
Schalten am Eingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) ≥ 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 Aeff (symmetrisch) bei maximal je 480/600 V liefern können.

Motorausgang (U, V, W):

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

* Je nach Leistungsgröße.

Drehmomentverhalten der Last

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

*Prozentwert auf Nenndrehmoment des Frequenzumrichters bezogen.

Kabellängen und -querschnitte:

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

* Weitere Informationen siehe Tabellen zur Netzversorgung!

Digitaleingänge:

Programmierbare Digitaleingänge	4 (6)
Klemmennummer	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32, 33,
Logik	PNP oder NPN
Spannungsbereich	0 - 24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP	< 5 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP	> 10 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ NPN	> 19 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN	< 14 V DC
Max. Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, Ri	ca. 4 kΩ

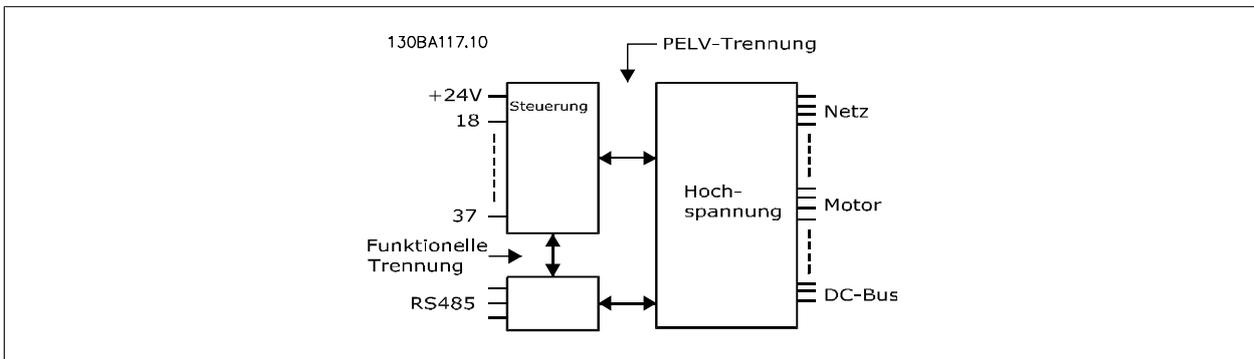
Alle Digitaleingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

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

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_i	ca. 10 k Ω
Max. Spannung	± 20 V
Einstellung für Strom	Schalter S201/Schalter S202 = EIN (I)
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, R_i	ca. 200 Ω
Max. Strom	30 mA
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Fehler 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	: 200 Hz

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



8

Puls-/Drehgebereingänge:

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_i	ca. 4 k Ω
Pulseingangsgenauigkeit (0,1-1 kHz)	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala

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.

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.

Digitalausgänge:

Programmierbare Digital-/Pulsausgänge	2
Klemmennummer	27, 29 ¹⁾
Spannungsbereich am Digital-/Pulsausgang	0 - 24 V
Max. Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA
Max. Last am Pulsausgang	1 kΩ
Max. kapazitive Last am Pulsausgang	10 nF
Min. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. 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.

Steuerkarte, 24 V DC -Ausgang:

Klemmennummer	12, 13
Max. Last	: 200 mA

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

Relaisausgänge:

Programmierbare Relaisausgänge	2
Klemmennummer Relais 01	1-3 (öffnen), 1-2 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ (induktive Last @ cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 1-2 (schließen), 1-3 (öffnen) (ohmsche Last)	60 V DC, 1 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Klemmennummer Relais 02	4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (ohmsche Last) ²⁾³⁾	400 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (induktive Last @ cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (induktive Last @ cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ 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.

2) Überspannungskategorie II

3) UL-Anwendungen 300 V AC 2 A

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:

Baugröße A	IP20/Chassis, Gehäuseabdeckung IP21/NEMA 12, IP55/NEMA 12, IP66/NEMA12
Baugröße B1/B2	IP21/NEMA 1, IP55/NEMA 12, IP66/12
Baugröße B3/B4	IP20/Chassis



Baugröße C1/C2	IP21/NEMA 1, IP55/NEMA 12, IP66/12
Baugröße C3/C4	IP20/Chassis
Baugröße D1/D2/E1	IP21/NEMA 1, IP54/NEMA 12
Baugröße D3/D4/E2	IP00/Chassis
Baugröße F1/F3	IP21, 54/NEMA 1, 12
Baugröße F2/F4	IP21, 54/NEMA 1, 12
Verfügbare zusätzliche Gehäuseabdeckung ≤ Baugröße D	IP21/NEMA 1/IP 4x an Gehäuseoberseite
Vibrationstest, Baugröße A, B, C	1,0 g
Vibrationstest Baugröße D, E, F	0,7 g
Relative Luftfeuchtigkeit	5 % - 95 % (IEC 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb)
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60068-2-43) H ₂ S-Test	Klasse Kd
Testverfahren nach IEC 60068-2-43 H ₂ S (10 Tage)	
Umgebungstemperatur (bei Schaltmodus 60° AVM)	
- mit Leistungsreduzierung	max. 55 ° C ¹⁾
- mit voller Ausgangsleistung von EFF2-Motoren (bis zu 90 % Ausgangsstrom)	max. 50 ° C ¹⁾
- bei vollem Dauer-Ausgangsstrom des FC	max. 45 ° C ¹⁾

¹⁾ Weitere Informationen zur Leistungsreduzierung finden Sie im Abschnitt zu besonderen Betriebsbedingungen im Projektierungshandbuch.

Minimale Umgebungstemperatur bei Volllast	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 Schnittstelle	
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 Frequenzumrichter.

Schutz und Funktionen:

- Elektronisch thermischer Motorschutz gegen Überlastung.
- Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, wenn eine Temperatur von 95 °C ± 5 °C erreicht wird. Eine Überlasttemperatur kann erst zurückgesetzt werden, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter 70 °C ± 5 °C gesunken ist (dies ist nur eine Richtlinie: Temperaturen können je nach Leistungsgröße, Gehäuse usw. verschieden sein). Der Frequenzumrichter hat eine Funktion zur automatischen Leistungsreduzierung, damit sein Kühlkörper 95 °C nicht erreicht.
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschluss 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.

8.3 Wirkungsgrad

8.3.1 Wirkungsgrad

Wirkungsgrad des Frequenzumrichters (η_{VLT})

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

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 (η_{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 Nenn Drehmoments 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.

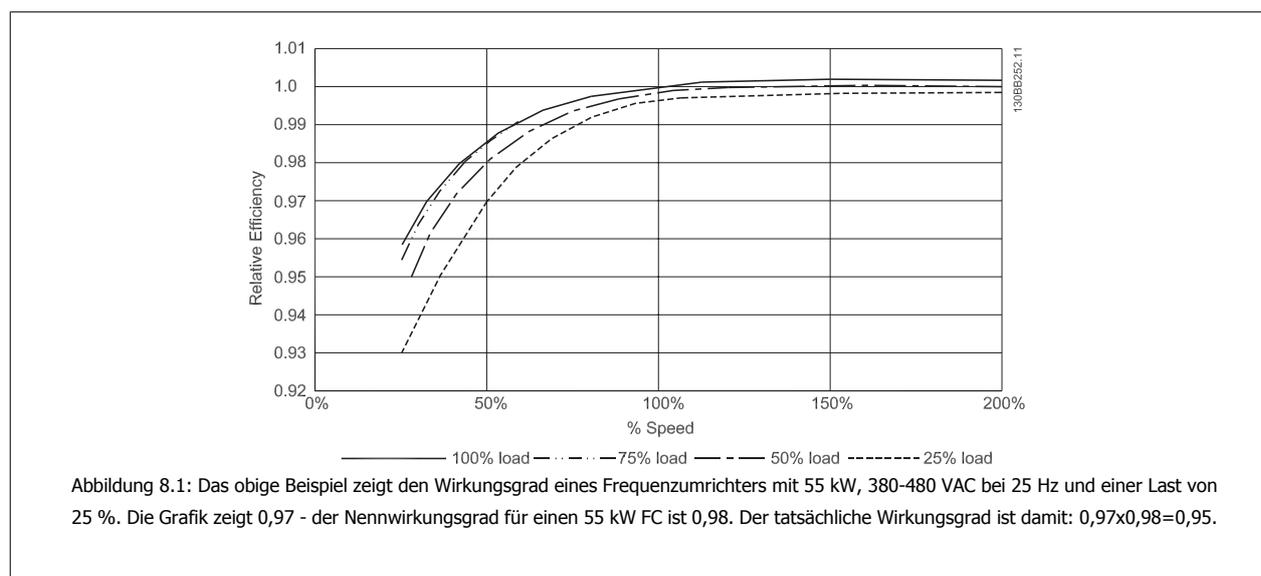
Wirkungsgrad des Systems (η_{SYSTEM})

Zur Berechnung des Systemwirkungsgrads wird der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters (η_{VLT}) mit dem Wirkungsgrad des Motors (η_{MOTOR}) multipliziert:

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

Das Beispiel zeigt typische Trends im Bereich 0-90 kW

Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Systems stets bei verschiedenen Belastungen (siehe Grafik unten). Der Faktor in dieser Grafik muss mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor aus den Tabellen mit technischen Daten multipliziert werden:



8.4 Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

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

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

Baugröße	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.

8

8.5 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 Überspringen 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.	$U_{SPITZE} = DC\text{-Zwischenkreisspannung} \times 1,9$ (DC-Zwischenkreisspannung = Netzspannung $\times 1,35$).
3.	$dU \Big dt = \frac{0,8 \times U_{PEAK}}{\text{Anstiegszeit}}$

Daten werden gemäß IEC 60034-17 gemessen.

Kabellängen werden in Metern angegeben.

Frequenzumrichter, P5K5, T2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,226	0,616	2,142
50	240	0,262	0,626	1,908
100	240	0,650	0,614	0,757
150	240	0,745	0,612	0,655

Frequenzumrichter, P7K5, T2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	230	0,13	0,510	3,090
50	230	0,23	0,590	2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

Frequenzumrichter, P11K, T2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,264	0,624	1,894
136	240	0,536	0,596	0,896
150	240	0,568	0,568	0,806

Frequenzumrichter, P15K, T2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,807
150	240	0,708	0,575	0,669

Frequenzumrichter, P18K, T2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Frequenzumrichter, P22K, T2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,560	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Frequenzumrichter, P30K, T2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,929
150	240	0,444	0,538	0,977

Frequenzumrichter, P37K, T2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Frequenzumrichter, P45K, T2

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Frequenzumrichter, P1K5, T4

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

Frequenzumrichter, P4K0, T4

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

Frequenzumrichter, P7K5, T4

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	1,040	4,548
150	500	0,6742	1,030	2,828

Frequenzumrichter, P11K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	400	0,408	0,718	1,402
100	400	0,364	1,050	2,376
150	400	0,400	0,980	2,000

Frequenzumrichter, P15K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [µs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,422	1,060	2,014
100	400	0,464	0,900	1,616
150	400	0,896	1,000	0,915

Frequenzumrichter, P18K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,344	1,040	2,442
100	400	1,000	1,190	0,950
150	400	1,400	1,040	0,596

Frequenzumrichter, P22K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,232	0,950	3,534
100	400	0,410	0,980	1,927
150	400	0,430	0,970	1,860

Frequenzumrichter, P30K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	400	0,271	1,000	3,100
100	400	0,440	1,000	1,818
150	400	0,520	0,990	1,510

Frequenzumrichter, P37K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0,270	1,276	3,781
50	480	0,435	1,184	2,177
100	480	0,840	1,188	1,131
150	480	0,940	1,212	1,031

Frequenzumrichter, P45K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,254	1,056	3,326
50	400	0,465	1,048	1,803
100	400	0,815	1,032	1,013
150	400	0,890	1,016	0,913

Frequenzumrichter, P55K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
10	400	0,350	0,932	2,130

Frequenzumrichter, P75K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0,371	1,170	2,466

Frequenzumrichter, P90K, T4

Kabel- länge [m]	Netz- spannung [V]	Anstiegszeit [μs]	VSpitze [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400	0,364	1,030	2,264

High Power-Bereich:

Frequenzumrichter, 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

Frequenzumrichter, 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

Frequenzumrichter, 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 ¹⁾	1,72	1,329	0,640
1) Mit Danfoss dU/dt-Filter				

Frequenzumrichter, 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 ¹⁾	1,13	1,629	1,150
1) Mit Danfoss dU/dt-Filter				

8.6 Besondere Betriebsbedingungen

8.6.1 Zweck der Leistungsreduzierung

Leistungsreduzierung muss berücksichtigt werden, wenn der Frequenzumrichter 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.

8.6.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

Der Frequenzumrichter kann bei Umgebungstemperaturen bis zu 50 °C 90 % des Ausgangsstroms liefern.

Bei EFF 2-Motoren mit Vollaststrom kann die volle Wellenausgangsleistung bis 50 °C aufrechterhalten werden.

Weitere technische Daten und/oder Informationen zur Leistungsreduzierung bei anderen Motoren oder Bedingungen erhalten Sie von Danfoss.

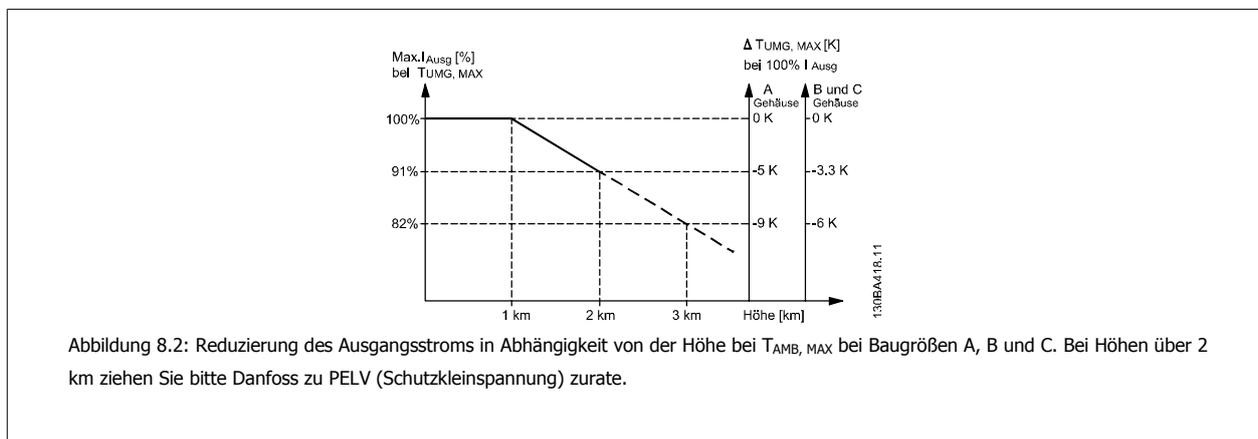
8.6.3 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung

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.

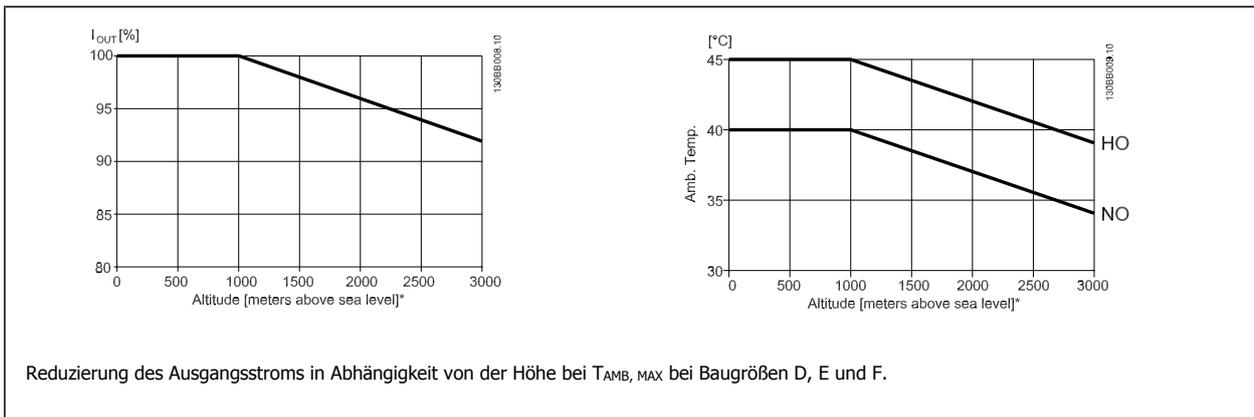
8.6.4 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

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



8.6.5 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

Wenn ein Motor an den Frequenzumrichter angeschlossen ist, muss für eine ausreichende Kühlung des Motors gesorgt sein. Die Wärmeentwicklung ist abhängig von der Motorlast sowie der Betriebsdrehzahl und der Betriebszeit.

Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)

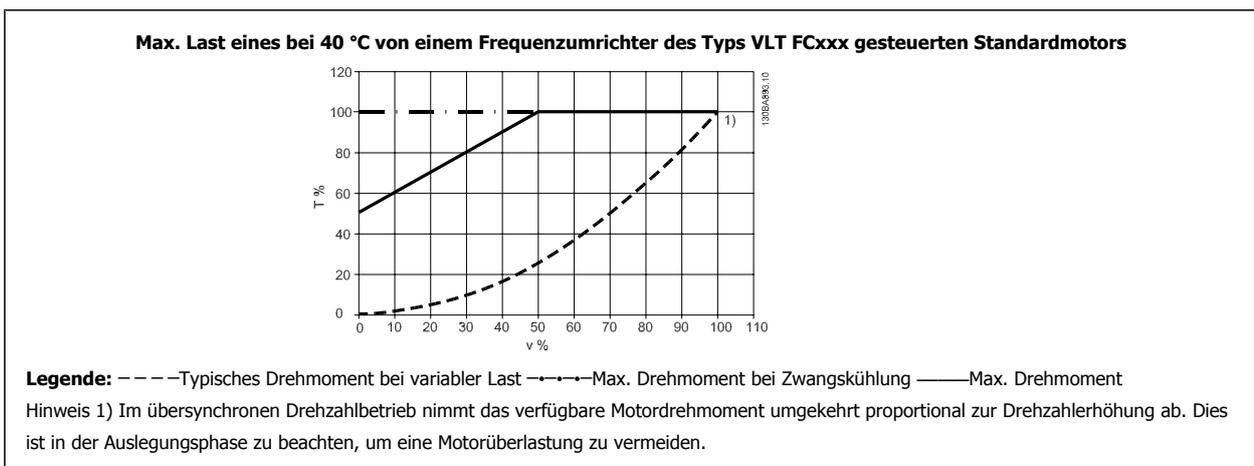
Bei Anwendungen mit konstantem Drehmoment können im niedrigen Drehzahlbereich Probleme auftreten. In Anwendungen mit konstantem Drehmoment kann es bei niedriger Drehzahl aufgrund einer geringeren Kühlleistung des Motorlüfters zu einer Überhitzung des Motors kommen. Soll der Motor kontinuierlich mit weniger 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.



8.7 Alarm- und Zustandsmeldungen

8.7.1 Alarm- und Warnmeldungen

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 HVAC Drive Drive. Siehe dazu Par. 14-20 *Quittierfunktion* im **Programmierungshandbuch FC 100**.



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!

8

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 *Quittierfunktion* 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 *Thermischer Motorschutz* 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	Moment.grenze	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	Umrichter Übertemperatur	X	X	X	
30	Motorphase U fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58
31	Motorphase V fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58
32	Motorphase W fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58
33	Inrush-Fehler		X	X	
34	Feldbus-Kommunikationsfehler	X	X		
35	Außerhalb Frequenzgrenze	X	X		
36	Netzausfall	X	X		
37	Phasenunsymmetrie	X	X		
38	Interner Fehler		X	X	
39	Kühlk.Sensor		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	(X)		1-86
50	AMA-Kalibrierungsfehler		X		
51	AMA-Motordaten überprüfen		X		
52	AMA Motornennstrom überprüfen		X		
53	AMA-Motor zu groß		X		
54	AMA-Motor zu klein		X		
55	AMA-Daten außerhalb des Bereichs		X		
56	AMA Abbruch		X		
57	AMA-Timeout		X		
58	AMA-Interner Fehler	X	X		
59	Stromgrenze	X			
60	Externe Verriegelung	X			
62	Ausgangsfrequenz Grenze	X			
64	Spannungsgrenze	X			
65	Steuerkarte Übertemperatur	X	X	X	

Tabelle 8.6: Alarm-/Warncodeliste

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/Abschaltung	Alarm/Abschaltblockierung	Zugehöriger Parameter
66	Temperatur zu niedrig	X			
67	Optionen neu		X		
68	Sicherer Stopp		X ¹⁾		
69	Leistungsteil Übertemp.		X	X	
70	Ungültige FC-Konfiguration			X	
71	PTC 1 Sicherer Stopp	X	X ¹⁾		
72	Gefährlicher Fehler			X ¹⁾	
73	Sicherer Stopp Autom. Wiederanlauf				
76	Leistungsteil Konfiguration	X			
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*
201	Notfallbetrieb				
202	Grenzw. Notfallbetrieb überschritten				
203	Fehlender Motor				
204	Rotor gesperrt				
243	Brems-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 8.7: Alarm-/Warnodelist

(X) Parameterabhängig

1) Kann nicht automatisch quittiert werden über Par. 14-20 *Quittierfunktion*

Bei einem Alarm folgt eine Abschaltung. Die Abschaltung führt zum Motorfreilauf und kann durch Drücken der Reset-Taste oder durch einen Reset über Digitaleingang (Parametergruppe 5-1* [1]) quittiert 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 quittiert werden.

<i>LED-Anzeige</i>	
Warnung	gelb
Alarm	blinkt rot
Abschaltblockierung	gelb und rot

Tabelle 8.8: LED-Anzeige

Alarmwort und erweitertes Zustandswort					
Bit	Hex	Dez	Alarmwort	Warnwort	Erweitertes Zustandswort
0	00000001	1	Bremswiderstand Test	Bremswiderstand Test	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.	Netzunsymm.	Außerh. Drehzahlber.
15	00008000	32768	AMA nicht OK	Kein Motor	Übersp. aktiv
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	Brems-IGBT	
21	00200000	2097152	Mot.Phase W	Drehzahlgrenze	
22	00400000	4194304	Feldbus-Fehler	Feldbus-Fehler	
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	Brems-IGBT	Spannungsgrenze	
28	10000000	268435456	Optionen neu	Reserviert	
29	20000000	536870912	Frequenzumrichter initi- alisiert	Reserviert	
30	40000000	1073741824	Sicherer Stopp	Reserviert	

Tabelle 8.9: 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 *Alarmwort*, Par. 16-92 *Warnwort* und Par. 16-94 *Erw. Zustandswort*.

8.7.2 Alarmwörter

Alarmwort, Par. 16-90 Alarmwort

Bit (Hex)	Alarmwort (Par. 16-90 Alarmwort)
00000001	Bremstest Fehler
00000002	Umrichter Übertemperatur
00000004	Erdschluss
00000008	Steuerkarte Übertemperatur
00000010	Steuerwort-Timeout
00000020	Überstrom
00000040	Moment.grenze
00000080	Motor Thermistor
00000100	Motor überlastet ETR
00000200	WR-Überlast
00000400	DC-Unterspannung
00000800	DC-Unterspannung
00001000	Kurzschluss
00002000	Inrush Fehler
00004000	Netzunsymmetrie
00008000	AMA nicht OK
00010000	Signalfehler
00020000	Interner Fehler
00040000	Bremswid.kW
00080000	Motorphase U fehlt
00100000	Motorphase V fehlt
00200000	Motorphase W fehlt
00400000	Feldbus-Fehler
00800000	Fehl. 24 V-Vers
01000000	Netzausfall
02000000	Fehler 1,8-V-Versorgung
04000000	Bremswiderstand Kurzschluss
08000000	Bremse IGBT-Fehler
10000000	Optionen neu
20000000	FU initialisiert
40000000	Sicherer Stopp
80000000	Unbenutzt

Alarmwort 2, Par. 16-91 Alarmwort 2

Bit (Hex)	Alarmwort 2 (Par. 16-91 Alarmwort 2)
00000001	Wartungsabschaltung, Lesen / Schreiben
00000002	Reserviert
00000004	Wartungsabschaltung, Typencode / Ersatzteil
00000008	Reserviert
00000010	Reserviert
00000020	K. Durchfluss
00000040	Trockenlauf
00000080	Kennlinienende
00000100	Riemenbruch
00000200	Unbenutzt
00000400	Unbenutzt
00000800	Reserviert
00001000	Reserviert
00002000	Reserviert
00004000	Reserviert
00008000	Reserviert
00010000	Reserviert
00020000	Unbenutzt
00040000	Lüfterfehler
00080000	ECB-Fehler
00100000	Reserviert
00200000	Reserviert
00400000	Reserviert
00800000	Reserviert
01000000	Reserviert
02000000	Reserviert
04000000	Reserviert
08000000	Reserviert
10000000	Reserviert
20000000	Reserviert
40000000	Reserviert
80000000	Reserviert

8.7.3 Warnwort

Warnwort, Par. 16-92 Warnwort

Bit (Hex)	Warnwort (Par. 16-92 Warnwort)
00000001	Bremstest Fehler
00000002	Umrichter Übertemperatur
00000004	Erdschluss
00000008	Steuerkarte Übertemperatur
00000010	Steuerwort-Timeout
00000020	Überstrom
00000040	Moment.grenze
00000080	Motor Thermistor
00000100	Motor überlastet ETR
00000200	WR-Überlast
00000400	DC-Unterspannung
00000800	DC-Unterspannung
00001000	DC-Spannung niedrig
00002000	DC-Spannung hoch
00004000	Netzunsymmetrie
00008000	Kein Motor
00010000	Signalfehler
00020000	10 V tief
00040000	Bremswiderstand Leistungsgrenze
00080000	Bremswiderstand Kurzschluss
00100000	Bremse IGBT-Fehler
00200000	Drehzahlgrenze
00400000	Feldbus-Fehler
00800000	Fehl. 24 V-Vers
01000000	Netzausfall
02000000	Stromgrenze
04000000	Temperatur niedrig
08000000	Motorspannung
10000000	Drehgeber-Fehler
20000000	Ausgangsfrequenz Grenze
40000000	Unbenutzt
80000000	Unbenutzt

Warnwort 2, Par. 16-93 Warnwort 2

Bit (Hex)	Warnwort 2 (Par. 16-93 Warnwort 2)
00000001	Startverzög.
00000002	Stoppverzög.
00000004	Uhrenfehler
00000008	Reserviert
00000010	Reserviert
00000020	K. Durchfluss
00000040	Trockenlauf
00000080	Kennlinienende
00000100	Riemenbruch
00000200	Unbenutzt
00000400	Reserviert
00000800	Reserviert
00001000	Reserviert
00002000	Reserviert
00004000	Reserviert
00008000	Reserviert
00010000	Reserviert
00020000	Unbenutzt
00040000	Lüfterwarnung
00080000	ECB-Warnung
00100000	Reserviert
00200000	Reserviert
00400000	Reserviert
00800000	Reserviert
01000000	Reserviert
02000000	Reserviert
04000000	Reserviert
08000000	Reserviert
10000000	Reserviert
20000000	Reserviert
40000000	Reserviert
80000000	Reserviert

8.7.4 Erweiterte Zustandswörter

erweitertes Zustandswort, Par. 16-94 *Erw. Zustandswort*

Bit (Hex)	Erweitertes Zustandswort (Par. 16-94 <i>Erw. Zustandswort</i>)
00000001	Rampe
00000002	AMA
00000004	Start Rechts-/Linkslauf
00000008	Unbenutzt
00000010	Unbenutzt
00000020	Istwert hoch
00000040	Istwert niedrig
00000080	Ausgangsstrom hoch
00000100	Ausgangsstrom niedrig
00000200	Ausgangsfrequenz hoch
00000400	Ausgangsfrequenz niedrig
00000800	Bremstest i.O.
00001000	Max. Bremsung
00002000	Bremsung
00004000	Außerh. Frequenzber.
00008000	Übersp.-Steuer. aktiv
00010000	AC-Bremse
00020000	Passwort-Zeitblockier.
00040000	Passwort-Schutz
00080000	Sollwert hoch
00100000	Sollwert niedrig
00200000	Ortsollwert/Fern-Sollwert
00400000	Reserviert
00800000	Reserviert
01000000	Reserviert
02000000	Reserviert
04000000	Reserviert
08000000	Reserviert
10000000	Reserviert
20000000	Reserviert
40000000	Reserviert
80000000	Reserviert

Erweitertes Zustandswort 2, Par. 16-95 *Erw. Zustandswort 2*

Bit (Hex)	Erweitertes Zustandswort 2 (Par. 16-95 <i>Erw. Zustandswort 2</i>)
00000001	Aus
00000002	Hand / Auto
00000004	Unbenutzt
00000008	Unbenutzt
00000010	Unbenutzt
00000020	Relais 123 aktiv
00000040	Start blockiert
00000080	Steuer. bereit
00000100	Bereit
00000200	Schnellstopp
00000400	DC-Bremse
00000800	Stopp
00001000	Standby
00002000	Speicheraufford.
00004000	Drehz. speich.
00008000	Jogaufford.
00010000	Festdrehzahl JOG
00020000	Startaufforderung
00040000	Start
00080000	Startbefehl angewendet
00100000	Startverzög.
00200000	ESM
00400000	ESM-Boost
00800000	Motor ein
01000000	Bypass
02000000	Notfallbetrieb
04000000	Reserviert
08000000	Reserviert
10000000	Reserviert
20000000	Reserviert
40000000	Reserviert
80000000	Reserviert

8.7.5 Fehlermeldungen

WARNUNG 1, 10 Volt niedrig

Die Spannung von Klemme 50 an der Steuerkarte ist unter 10 V.
Die 10-Volt-Versorgung ist überlastet. Verringern Sie die Last an Klemme 50. Max. 15 mA oder min. 590 Ω.

Diese Bedingung kann durch einen Kurzschluss an einem angeschlossenen Potentiometer oder falsche Verdrahtung des Potentiometers verursacht werden.

Fehlersuche und -behebung: Verdrahtung aus Klemme 50 entfernen. Wenn die Warnung verschwindet, liegt ein Problem bei der kundenseitigen Verdrahtung vor. Bleibt die Warnung bestehen, muss die Steuerkarte ausgetauscht werden.

WARNUNG/ALARM 2, Signalfehler

Diese Warnung oder dieser Alarm wird nur angezeigt, wenn dies vom Anwender in Par. 6-01 *Signalausfall Funktion* programmiert wurde. Das Signal an einem der Analogeingänge ist unter 50 % des für diesen Eingang programmierten Mindestwerts. Diese Bedingung kann von defekter Verdrahtung oder Senden des Signals durch ein defektes Gerät verursacht werden.

Fehlersuche und -behebung:

Verbindungen an allen Analogeingangsklemmen überprüfen. Steuerkartenklemmen 53 und 54 sind für Signale bestimmt, Klemme 55 ist das Bezugspotential. MCB 101OPCGPIO: Klemmen 11 und 12 sind für Signale bestimmt, Klemme 10 ist das Bezugspotential. MCB 109OPCAIO: Klemmen 1, 3, 5 sind für Signale bestimmt, Klemmen 2, 4, 6 sind das Bezugspotential).

Sicherstellen, dass die Frequenzrichterprogrammierung und Schaltereinstellungen dem Analogsignaltyp entsprechen.

Signaltest der Eingangsklemmen durchführen.

WARNUNG/ALARM 3, Kein Motor

Am Ausgang des Frequenzrichters ist kein Motor angeschlossen. Diese Warnung oder dieser Alarm wird nur angezeigt, wenn dies vom Anwender in Par. 1-80 *Funktion bei Stopp* programmiert wurde.

Fehlersuche und -behebung: Verbindung zwischen Frequenzrichter und Motor überprüfen.

WARNUNG/ALARM 4, Netzunsymmetrie

Versorgungsseitiger Phasenausfall oder zu hohes Ungleichgewicht in der Netzspannung. Diese Meldung wird auch bei einem Defekt im Eingangsgleichrichter des Frequenzrichters angezeigt. Optionen werden in Par. 14-12 *Netzphasen-Unsymmetrie* programmiert.

Fehlersuche und -behebung: Prüfen Sie Versorgungsspannung und -strom des Frequenzrichters.

WARNUNG 5, DC-Spannung hoch:

Die Zwischenkreisspannung (VDC) liegt oberhalb der Überspannungswarngrenze. Die Grenze hängt von der Nennspannung des Frequenzrichters ab. Der Frequenzrichter ist weiterhin aktiv.

WARNUNG 6, DC-Spannung niedrig

Die Zwischenkreisspannung (VDC) liegt unter dem Spannungsgrenzwert. Die Grenze hängt von der Nennspannung des Frequenzrichters ab. Der Frequenzrichter ist weiterhin aktiv.

WARNUNG/ALARM 7, DC-Überspannung

Überschreitet die Zwischenkreisspannung den Grenzwert, schaltet der Frequenzrichter nach einiger Zeit ab.

Fehlersuche und -behebung:

Bremswiderstand anschließen.

Rampenzeit verlängern.

Rampentyp ändern.

Funktionen aktivieren in Par. 2-10 *Bremsfunktion*

Erhöhen Sie Par. 14-26 *WR-Fehler Abschaltverzögerung*

WARNUNG/ALARM 8, DC-Unterspannung

Wenn die Zwischenkreisspannung (VDC) unter den unteren Spannungsgrenzwert sinkt, prüft der Frequenzrichter, ob eine externe 24 V-Versorgung angeschlossen ist. Wenn keine externe 24 V-Versorgung angeschlossen ist, schaltet der Frequenzrichter nach einer festgelegten Zeit ab (abhängig von der Gerätegröße).

Fehlersuche und -behebung:

Prüfen Sie, ob die Versorgungsspannung auf den Frequenzrichter ausgerichtet ist.

Eingangsspannungsprüfung durchführen

„Soft Charge“- und Gleichrichterschaltungsprüfung durchführen

WARNUNG/ALARM 9, Wechselrichterüberlast

Der Frequenzrichter schaltet aufgrund von Überlastung (zu hoher Strom über zu lange Zeit) ab. Der Zähler für elektronischen Wechselrichterschutz gibt bei 98 % eine Warnung aus und schaltet bei 100 % mit einem Alarm ab. Der Frequenzrichter *kann nicht* zurückgesetzt werden, bevor der Zählerwert unter 90 % fällt.

Der Motor ist zu lange Zeit mit mehr als 100 % belastet worden.

Fehlersuche und -behebung:

Den an der LCP-Tastatur gezeigten Ausgangsstrom mit dem Nennstrom des Frequenzrichters vergleichen.

Den an der LCP-Tastatur gezeigten Ausgangsstrom mit dem gemessenen Motorstrom vergleichen.

Die FU Überlast an der Tastatur anzeigen lassen und den Wert überwachen. Bei Betrieb über dem Nenndauerstrom des Frequenzrichters sollte sich der Zähler erhöhen. Bei Betrieb unter dem Nenndauerstrom des Frequenzrichters sollte sich der Zähler verringern.

Hinweis: Falls eine hohe Taktfrequenz erforderlich ist, siehe das Kapitel Leistungsreduzierung im Projektierungshandbuch.

WARNUNG/ALARM 10, Motortemperatur ETR

Der Motor ist laut der elektronisch thermischen Schutzfunktion (ETR) vermutlich überhitzt. In Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* kann gewählt werden, ob der Frequenzrichter eine Warnung oder einen Alarm ausgeben soll, wenn der Zähler 100 % erreicht. Der Motor ist zu lange Zeit mit mehr als 100 % belastet worden.

Fehlersuche und -behebung:

Überprüfen, ob Motor überhitzt.

Prüfen, ob der Motor mechanisch überlastet ist.

Prüfen Sie Last, Motor und Motorparameter Par. 1-24 *Motor-nennstrom*.

Motordaten in Parametern 1-20 bis 1-25 sind richtig eingestellt.

Einstellung in Par. 1-91 *Fremdbelüftung*.

AMA in Par. 1-29 *Autom. Motoranpassung* ausführen.

WARNUNG/ALARM 11, Motor Thermistor

Der Thermistor bzw. die Verbindung zum Thermistor ist unterbrochen. In Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* kann gewählt werden, ob der Frequenzumrichter eine Warnung oder einen Alarm ausgeben soll, wenn der Zähler 100 % erreicht.

Fehlersuche und -behebung:

Überprüfen, ob Motor überhitzt.

Prüfen, ob der Motor mechanisch überlastet ist.

Überprüfen Sie Last und Motor und prüfen Sie, ob der Thermistor korrekt zwischen Klemme 53 oder 54 (Analogspannungseingang) und Klemme 50 (+ 10 Volt-Versorgung) oder zwischen Klemme 18 oder 19 (nur Digitaleingang PNP) und Klemme 50 angeschlossen ist.

Wenn ein KTY-Sensor benutzt wird, prüfen Sie, ob der Anschluss zwischen Klemme 54 und 55 korrekt ist.

Wenn ein Temperaturschalter oder Thermistor verwendet wird, prüfen Sie, ob die Programmierung von Par. 1-93 *Thermistoranschluss* der Sensorverdrahtung entspricht.

Wenn ein KTY-Sensor benutzt wird, prüfen Sie, ob die Programmierung in Par. 1-95, 1-96 und 1-97 mit der Sensorverdrahtung übereinstimmt.

WARNUNG/ALARM 12, Drehmomentgrenze

Das Drehmoment ist höher als der Wert in Par. 4-16 *Momentengrenze motorisch* (bei motorischem Betrieb) bzw. in Par. 4-17 *Momentengrenze generatorisch* (bei generatorischem Betrieb). In Par. 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit* kann geändert werden, dass bei diesem Zustand nicht nur eine Warnung angezeigt wird, sondern eine Warnung gefolgt von einem Alarm.

WARNUNG/ALARM 13, Überstrom

Die Spitzenstromgrenze des Wechselrichters (ca. 200 % des Nennstroms) ist überschritten. Die Warnung dauert ca. 1,5 s, wonach der Frequenzumrichter abschaltet und einen Alarm ausgibt. Bei Auswahl der erweiterten mechanischen Bremssteuerung kann die Abschaltung extern zurückgesetzt werden.

Fehlersuche und -behebung:

Dieser Fehler kann durch Stoßbelastung oder schnelle Beschleunigung bei Lasten mit hohem Trägheitsmoment verursacht werden.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus. Überprüfen Sie, ob die Motorwelle gedreht werden kann.

Überprüfen Sie, ob die Motorgröße dem Frequenzumrichter entspricht.

Falsche Motordaten in Parameter 1-20 bis 1-25.

ALARM 14, Erdschluss

Es ist ein Erdschluss zwischen den Ausgangsphasen und Erde entweder im Kabel zwischen Frequenzumrichter und Motor oder im Motor vorhanden.

Fehlersuche und -behebung:

Frequenzumrichter abschalten und den Erdschluss beseitigen.

Den Widerstand der Motorkabel zu Erde und den Motor mit einem Megaohmmeter messen, um Erdschlüsse im Motor festzustellen.

Stromsensorprüfung ausführen.

ALARM 15, Inkompatible Hardware

Eine installierte Option wird von der Steuerkarte (Hardware oder Software) nicht unterstützt.

Den Wert der folgenden Parameter notieren und an den Danfoss-Service wenden:

Par. 15-40 *FC-Typ*

Par. 15-41 *Leistungsteil*

Par. 15-42 *Nennspannung*

Par. 15-43 *Softwareversion*

Par. 15-45 *Typencode (aktuell)*

Par. 15-49 *Steuerkarte SW-Version*

Par. 15-50 *Leistungsteil SW-Version*

Par. 15-60 *Option installiert*

Par. 15-61 *SW-Version Option*

ALARM 16, Kurzschluss

Es liegt ein Kurzschluss im Motorkabel, im Motor oder an den Motorklemmen vor.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus, und beheben Sie den Kurzschluss.

WARNUNG/ALARM 17, Steuerwort-Timeout

Es besteht keine Kommunikation mit dem Frequenzumrichter.

Die Warnung wird nur aktiv, wenn Par. 8-04 *Steuerwort Timeout-Funktion* nicht auf AUS eingestellt ist.

Wenn Par. 8-04 *Steuerwort Timeout-Funktion* auf *Stopp und Alarm* eingestellt ist, erscheint eine Warnung, und der Frequenzumrichter fährt herunter, bis er mit einem Alarm abschaltet.

Fehlersuche und -behebung:

Verbindungen am seriellen Schnittstellenkabel überprüfen.

Erhöhen Sie Par. 8-03 *Steuerwort Timeout-Zeit*

Prüfen Sie den Betrieb der Kommunikationsgeräte.

Überprüfen Sie vorschriftsmäßige Installation basierend auf EMV-Anforderungen.

WARNUNG 23, Interne Lüfter

Die Funktion ist ein zusätzlicher Schutz, mit der geprüft wird, ob Lüfter vorhanden sind und laufen. Die Warnung kann in Par. 14-53 *Lüfterüberwachung* deaktiviert [0] werden.

Bei den Frequenzumrichtern der Baugröße D, E und F wird die geregelte Spannung zu den Lüftern überwacht.

Fehlersuche und -behebung:

Lüfterwiderstand prüfen.

Soft-Charge-Sicherungen prüfen.

WARNUNG 24, Externe Lüfter

Die Funktion ist ein zusätzlicher Schutz, mit der geprüft wird, ob Lüfter vorhanden sind und laufen. Die Warnung kann in Par. 14-53 *Lüfterüberwachung* deaktiviert [0] werden.

Bei den Frequenzumrichtern der Baugröße D, E und F wird die geregelte Spannung zu den Lüftern überwacht.

Fehlersuche und -behebung:

Lüfterwiderstand prüfen.

Soft-Charge-Sicherungen prüfen.

WARNUNG 25, Bremswiderstand Kurzschluss

Der Bremswiderstand wird während des Betriebs überwacht. Bei einem Kurzschluss im Bremskreis wird die Bremslektronik nicht mehr angesteuert, und die Warnung wird angezeigt. Der Frequenzumrichter kann weiterhin betrieben werden, allerdings ohne Bremsfunktion. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus, und tauschen Sie den Bremswiderstand aus (siehe Par. 2-15 *Bremswiderstand Test*).

WARNUNG/ALARM 26, Bremswiderstand Leistungsgrenze

Die auf den Bremswiderstand übertragene Leistung wird als Mittelwert für die letzten 120 Sekunden anhand des Widerstandswerts des Bremswiderstands und der Zwischenkreisspannung in Prozent ermittelt. Die Warnung ist aktiv, wenn die übertragene Bremsleistung höher ist als 90 %. Ist *Alarm [2]* in Par. 2-13 *Bremswiderst. Leistungsüberwachung* gewählt, schaltet der Frequenzumrichter mit einem Alarm ab, wenn die Bremsleistung über 100 % liegt.

WARNUNG/ALARM 27, Bremse IGBT-Fehler

Während des Betriebs wird der Bremstransistor überwacht. Bei einem Kurzschluss wird die Bremsfunktion abgebrochen und die Warnung ausgegeben. Der Frequenzumrichter kann weiterhin betrieben werden, aufgrund des Kurzschlusses wird jedoch eine hohe Leistung an den Bremswiderstand abgegeben, auch wenn dieser nicht gebremst wird.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus. Überprüfen Sie den Bremswiderstand.

Dieser Alarm bzw. diese Warnung kann ebenfalls auftreten, wenn der Bremswiderstand überhitzt. Klemme 104 bis 106 sind als Bremswiderstand verfügbar. Zu Klixon-Eingängen siehe Abschnitt Temperaturschalter Bremswiderstand.

WARNUNG/ALARM 28, Bremstest Fehler

Bremswiderstand-Fehler: Der Bremswiderstand ist nicht angeschlossen oder funktioniert nicht.

Par. 2-15 *Bremswiderstand Test* prüfen.

ALARM 29, Kühlkörpertemp.

Die maximal zulässige Kühlkörpertemperatur wurde überschritten. Der Temperaturfehler kann erst dann quittiert werden, wenn die Kühlkörpertemperatur einen bestimmten Wert wieder unterschritten hat. Abhängig von der Leistungsgröße fallen Abschalt- und Rücksetzwert unterschiedlich aus.

Fehlersuche und -behebung:

- Umgebungstemperatur zu hoch.
- Zu langes Motorkabel.
- Falscher Abstand über und unter dem Frequenzumrichter.
- Schmutziger Kühlkörper.
- Blockierte Luftströmung rund um Frequenzumrichter.
- Kühllüfter beschädigt.

Bei den Frequenzumrichtern der Baugröße D, E und F basiert dieser Alarm auf der Temperatur, die vom Kühlkörpergeber in den IGBT-Modulen gemessen wird. Bei den Frequenzumrichtern der Baugröße F kann dieser Alarm auch vom Temperaturfühler im Gleichrichtermodul verursacht werden.

Fehlersuche und -behebung:

- Lüfterwiderstand prüfen.
- Soft-Charge-Sicherungen prüfen.
- IGBT-Temperaturfühler.

ALARM 30, Motorphase U fehlt

Motorphase U zwischen Frequenzumrichter und Motor fehlt. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und prüfen Sie Motorphase U.

ALARM 31, Motorphase V fehlt

Motorphase V zwischen Frequenzumrichter und Motor fehlt. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus, und prüfen Sie Motorphase V.

ALARM 32, Motorphase W fehlt

Motorphase W zwischen Frequenzumrichter und Motor fehlt. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus, und prüfen Sie Motorphase W.

ALARM 33, Inrush Fehler

Zu viele Einschaltungen haben innerhalb zu kurzer Zeit stattgefunden. Lassen Sie das Gerät auf Betriebstemperatur abkühlen.

WARNUNG/ALARM 34, Feldbus-Kommunikationsfehler:

Der Feldbus auf der Kommunikationsoptionskarte funktioniert nicht ordnungsgemäß.

WARNUNG/ALARM 35. Außerhalb Frequenzbereich

Die Warnung ist aktiv, wenn die Ausgangsfrequenz den unteren Grenzwert (eingestellt in Par. 4-53) bzw. den oberen Grenzwert (eingestellt in Par. 4-52) erreicht hat. Bei *PID-Regler* (Par. 1-00) wird die Warnung im Display angezeigt.

WARNUNG/ALARM 36, Netzausfall

Diese Warnung/dieser Alarm ist nur aktiv, wenn die Versorgungsspannung des Frequenzumrichters unterbrochen wurde und Par. 14-10 *Netzausfall-Funktion* nicht auf AUS steht. Prüfen Sie die Sicherungen zum Frequenzumrichter.

Alarm 38, interner Fehler

Wenden Sie sich an den Danfoss-Service. Einige typische Alarmmeldungen:

0	Serielle Kommunikationsschnittstelle kann nicht initialisiert werden. Schwerer Hardwarefehler
256-258	EEPROM-Leistungsdaten sind beschädigt oder veraltet
512	EEPROM-Daten der Steuerkarte sind beschädigt oder veraltet
513	Timeout beim Lesen von EEPROM-Daten
514	Timeout beim Lesen von EEPROM-Daten
515	AOC erkennt EEPROM-Daten nicht
516	Schreiben in EEPROM nicht möglich, da ein Schreibvorgang durchgeführt wird
517	Timeout für den Schreibvorgang
518	Fehler im EEPROM
519	Fehlende oder ungültige BarCode-Daten im EEPROM
783	Parameterwert außerhalb der min./max. Grenzwerte
1024-1279	Ein CAN-Telegramm kann nicht gesendet werden
1281	Timeout beim digitalen Signalprozessor
1282	Die Versionen der Power Micro-Software stimmen nicht überein
1283	Die Versionen der EEPROM-Leistungsdaten stimmen nicht überein
1284	Softwareversion des digitalen Signalprozessors kann nicht gelesen werden
1299	Options-Software in Steckplatz A ist zu alt
1300	Options-Software in Steckplatz B ist zu alt
1301	Options-Software in Steckplatz C0 ist zu alt
1302	Options-Software in Steckplatz C1 ist zu alt
1315	Options-Software in Steckplatz A nicht unterstützt (nicht zulässig)
1316	Options-Software in Steckplatz B nicht unterstützt (nicht zulässig)
1317	Options-Software in Steckplatz C0 nicht unterstützt (nicht zulässig)
1318	Options-Software in Steckplatz C1 nicht unterstützt (nicht zulässig)
1379	Keine Antwort von Option A bei Berechnung der Plattform-Version.

1380	Keine Antwort von Option B bei Berechnung der Plattform-Version.
1381	Keine Antwort von Option C0 bei Berechnung der Plattform-Version.
1382	Keine Antwort von Option C1 bei Berechnung der Plattform-Version.
1536	Es wurde eine AOC-Ausnahme festgestellt. Fehlerbehebungsinformationen in LCP
1792	DSP Watchdog ist aktiv. Behebung von Fehlern bei der Übertragung von MOC-Leistungsdaten
2049	Leistungsdaten neu gestartet
2064-2072	H081x: Option in Steckplatz x neu gestartet
2080-2088	H082x: Option in Steckplatz x hat Wartebefehl für Netz-Ein ausgegeben
2096-2104	H083x: Option in Steckplatz x hat rechtmäßigen Wartebefehl für Netz-Ein ausgegeben
2304	Lesen der Daten aus Antrieb-EEPROM nicht möglich
2305	Fehlende Software-Version von Antrieb
2314	Fehlende Antriebsdaten von Antrieb
2315	Fehlende Software-Version von Antrieb
2316	Fehlende io_statepage von Antrieb
2324	Leistungsteilkonfiguration bei Netz-Ein ist inkorrekt.
2330	Leistungsgrößeninformationen der einzelnen Leistungsteile stimmen nicht überein.
2561	Keine Kommunikation von DSP zu ATACD
2562	Keine Kommunikation von ATACD zu DSP (Zustand Betrieb)
2816	Stapelüberlauf an Steuerkartenmodul
2817	Planung langsame Aufgaben
2818	Schnelle Aufgaben
2819	Parameter-Thread
2820	LCP-Stapelüberlauf
2821	Überlauf an der seriellen Schnittstelle
2822	Überlauf an der USB-Schnittstelle
2836	cfListMempool zu klein
3072-5122	Parameterwert liegt nicht im zulässigen Grenzwertbereich
5123	Option in Steckplatz A: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel
5124	Option in Steckplatz B: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel
5125	Option in Steckplatz C0: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel
5126	Option in Steckplatz C1: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel
5376-6231	Unzureichender Speicher

ALARM 39, Kühlkörpergeber

Kein Istwert von Kühlkörpertemperaturgeber.

Das Signal vom IGBT-Temperaturfühler steht am Leistungsteil nicht zur Verfügung. Es kann ein Problem mit dem Leistungsteil, der Gate-Ansteuerkarte oder dem Flachbandkabel zwischen Leistungsteil und Gate-Ansteuerkarte vorliegen.

WARNUNG 40, Digitalausgang 27 ist überlastet

Überprüfen Sie die Last an Klemme 27, oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Par. 5-00 *Schaltlogik* und Par. 5-01 *Klemme 27 Funktion* prüfen.

WARNUNG 41, Digitalausgang 29 ist überlastet

Überprüfen Sie die Last an Klemme 29, oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Par. 5-00 *Schaltlogik* und Par. 5-02 *Klemme 29 Funktion* prüfen.

WARNUNG 42, Digitalausgang X30/6 ist überlastet oder Digitalausgang X30/7 ist überlastet

Überprüfen Sie bei X30/6 die Last an Klemme X30/6, oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Par. 5-32 *Klemme X30/6 Digitalausgang* kontrollieren.

Überprüfen Sie bei X30/7 die Last an Klemme X30/7, oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Par. 5-33 *Klemme X30/7 Digitalausgang* kontrollieren.

ALARM 46, Umrichter-Versorgung

Die Versorgung des Leistungsteils liegt außerhalb des Bereichs.

Das getaktete Schaltnetzteil erzeugt drei Spannungsversorgungen am Leistungsteil: 24 V, 5 V, +/- 18 V. Bei Betrieb mit 24 VDC bei der Option

MCB 107 werden nur die 24 V- und 5-V-Versorgungen überwacht. Bei Betrieb mit dreiphasiger Netzspannung werden alle drei Versorgungen überprüft.

WARNUNG 47, 24-V-Versorgung - Fehler

24 V DC werden an der Steuerkarte gemessen. Die externe 24-V-DC-Steuerversorgung ist möglicherweise überlastet. Wenden Sie sich andernfalls an Ihren Danfoss-Lieferanten.

WARNUNG 48, 1,8-V-Versorgung - Fehler

Die 1,8 V-DC-Versorgung an der Steuerkarte liegt außerhalb der zulässigen Grenzwerte. Die Stromversorgung wird an der Steuerkarte gemessen.

WARNUNG 49, Drehzahlgrenze

Wenn die aktuelle Motordrehzahl die Einstellungen in Par. 4-11 und 4-13 unter- oder überschreitet, gibt der Antrieb eine Warnung aus. Liegt die Drehzahl unter der festgelegten Grenze aus Par. 1-86 *Min. Abschalt Drehzahl [UPM]* (außer beim Starten und Stoppen), schaltet der Frequenzrichter ab.

ALARM 50, AMA-Kalibrierungsfehler

Wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

ALARM 51, AMA-Motordaten überprüfen

Die Einstellung von Motorspannung, Motorstrom und Motorleistung ist vermutlich falsch. Überprüfen Sie die Einstellungen.

ALARM 52, AMA Motornennstrom überprüfen

Die Einstellung des Motorstroms ist vermutlich zu niedrig. Überprüfen Sie die Einstellungen.

ALARM 53, AMA Motor zu groß

Der Motor ist zu groß, um AMA durchzuführen.

ALARM 54, AMA Motor zu klein

Der Motor ist zu groß, um AMA durchzuführen.

ALARM 55, AMA-Daten außerhalb des Bereichs

Die am Motor gefundenen Parameterwerte liegen außerhalb des zulässigen Bereichs.

ALARM 56, AMA Abbruch

AMA wurde durch den Benutzer abgebrochen.

ALARM 57, AMA Timeout

Versuchen Sie einen Neustart von AMA, bis die AMA ausgeführt wird. Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Widerstands Rs und Rr bewirkt. Im Regelfall ist dies jedoch nicht kritisch.

ALARM 58, AMA interner Fehler

Wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

WARNUNG 59, Stromgrenze

Der Ausgangsstrom hat den Grenzwert in Par. 4-18 *Stromgrenze* überschritten.

WARNUNG 60, Externe Verriegelung

Ext. Verriegelung wurde aktiviert. Um den Normalbetrieb wieder aufzunehmen, 24 V DC an der Klemme anlegen, die für externe Verriegelung programmiert ist und Frequenzrichter zurücksetzen (über serielle Kommunikation, digitale E/A oder durch Drücken der Taste [Reset] auf der Tastatur).

WARNUNG 61, Drehgeber-Fehler

Eine Abweichung wurde zwischen der berechneten Drehzahl und der Drehzahlmessung vom Istwertgeber erkannt. Die Funktion für Warnung/Alarm/Deaktivieren wird in Par. 4-30, *Drehgeberüberwachung Funktion*,

die Fehlereinstellung in Par. 4-31, *Drehgeber max. Fehlabweichung*, und die zulässige Zeit in Par. 4-32, *Drehgeber Timeout-Zeit*, eingestellt. Während eines Inbetriebnahmevorgangs kann die Funktion wirksam sein.

WARNUNG 62, Ausgangsfrequenz Grenze

Die Ausgangsfrequenz überschreitet den eingestellten Wert in Par. 4-19 *Max. Ausgangsfrequenz*

WARNUNG 64, Motorspannung Grenze

Die Last- und Drehzahlverhältnisse erfordern eine höhere Motorspannung als die aktuelle Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellen kann.

WARNUNG/ALARM/ABSCHALTUNG 65, Steuerkarte Übertemperatur

Es wurde eine Übertemperatur an der Steuerkarte festgestellt: Die Abschalttemperatur der Steuerkarte beträgt 80 °C.

WARNUNG 66, Temperatur zu niedrig

Diese Warnung basiert auf dem Temperaturfühler im IGBT-Modul.

Fehlersuche und -behebung:

Die Kühlkörpertemperatur wird als 0 °C gemessen. Möglicherweise ist der Temperaturfühler defekt. Die Lüfterdrehzahl wird auf das Maximum erhöht, um das Leistungsteil und die Steuerkarte in jedem Fall zu schützen. Falls der Sensordraht zwischen IGBT und Gate-Ansteuerungskarte unterbrochen ist, kann diese Warnung angezeigt werden. Ebenfalls den IGBT-Temperaturfühler prüfen.

ALARM 67, Optionen neu

Eine oder mehrere Optionen sind seit dem letzten Netz-Ein hinzugefügt oder entfernt worden.

ALARM 68, Sicherer Stopp

Der Sichere Stopp wurde aktiviert. Um den Betrieb wieder aufzunehmen, legen Sie 24 V DC an Klemme 37, und senden Sie ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder durch Drücken von [Reset]). Siehe Par. .

ALARM 69, Umrichter Übertemperatur

Der Temperaturfühler am Leistungsteil ist entweder zu heiß oder zu kalt.

Fehlersuche und -behebung:

Die Funktion der Türlüfter überprüfen.

Sicherstellen, dass die Filter für die Türlüfter nicht blockiert sind.

Richtige Installation des Bodenblechs bei Frequenzumrichtern mit IP21 und IP54 (NEMA 1 und NEMA 12) sicherstellen.

ALARM 70, Ungültige FC-Konfiguration:

Die aktuelle Kombination aus Steuerkarte und Leistungskarte ist ungültig.

WARNUNG/ALARM 71, PTC 1 Sicherer Stopp

Sicherer Stopp wurde von der MCB 112 PTC-Thermistorkarte aktiviert (Motor zu warm). Normaler Betrieb kann wieder aufgenommen werden, wenn die MCB 112 wieder 24 V DC an Kl. 37 anlegt (wenn die Motortemperatur einen akzeptablen Wert erreicht) und wenn der Digitaleingang von der MCB 112 deaktiviert wird. Wenn dies geschieht, muss ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder durch Drücken von [Reset] auf der Tastatur) gesendet werden. Achtung: Wenn automatischer Wiederanlauf aktiviert ist, kann der Motor nach Beheben des Fehlers unvermutet anlaufen.

ALARM 72, Gefährlicher Fehler

Sicherer Stopp mit Abschaltblockierung. Unerwartete Signalpegel bei sicherem Stopp und Digitaleingang von der MCB 112 PTC-Thermistorkarte.

Warnung 76, Leistungsteil Konfiguration

Die erforderliche Zahl von Leistungsteilen stimmt nicht mit der erfassten Zahl aktiver Leistungsteile überein.

Fehlersuche und -behebung:

Bei Austausch eines Moduls der Baugröße F tritt dies auf, wenn die leistungsspezifischen Daten in der Modulleistungskarte nicht mit dem Rest des Frequenzumrichters übereinstimmen. Bitte bestätigen sie, dass das Ersatzteil und seine Leistungskarte die richtige Bestellnummer haben.

WARNUNG 73, Sicherer Stopp, autom. Wiederanlauf

Sicherer Stopp aktiviert. Achtung: Wenn automatischer Wiederanlauf aktiviert ist, kann der Motor nach Beheben des Fehlers unvermutet anlaufen.

WARNUNG 77, Betrieb mit reduzierter Leistung:

Diese Warnung zeigt an, dass der Frequenzumrichter mit reduzierter Leistung läuft (d. h. nicht mit der zulässigen Mindestanzahl an Wechselrichterteilen). Diese Warnung wird beim Aus- und Einschalten erzeugt, wenn der Frequenzumrichter mit weniger Wechselrichtern weiterlaufen soll.

ALARM 79, Ungültige Leistungsteilkonfiguration

Die Skalierungskarte hat die falsche Teilenummer bzw. ist nicht installiert. Außerdem ist ggf. der Steckverbinder MK102 auf dem Leistungsteil nicht installiert.

ALARM 80, Frequenzumrichter Initialisiert

Die Parametereinstellungen wurden nach manuellem Reset mit der Standardeinstellung initialisiert.

ALARM 91, Falsche Einstellungen für Analogeingang 54

Schalter S202 steht in Position AUS (Spannungseingang), wenn ein KTY-Sensor an Analogeingang Kl. 54 angeschlossen ist.

ALARM 92, Kein Durchfluss

Im System wurde das Vorliegen einer Situation ohne Last erfasst. Siehe Parametergruppe 22-2.

ALARM 93, Trockenlauf

Kein Durchfluss und hohe Geschwindigkeiten sind ein Anzeichen dafür, dass die Pumpe trocken läuft. Siehe Parametergruppe 22-2.

ALARM 94, Kennlinienende

Der Istwert bleibt niedriger als der Sollwert. Dies kann auf Leckage im Rohrnetz hinweisen. Siehe Parametergruppe 22-5.

ALARM 95, Riemenbruch

Das Drehmoment liegt unter dem Drehmomentwert für keine Last. Dies weist auf einen Riemenbruch hin. Siehe Parametergruppe 22-6.

ALARM 96, Startverzögerung

Starten des Motors wurde verzögert, da Kurzzyklus-Schutz aktiv ist. Siehe Parametergruppe 22-7.

WARNUNG 97, Stoppverzögerung

Stoppen des Motors wurde verzögert, da Kurzzyklus-Schutz aktiv ist. Siehe Parametergruppe 22-7.

WARNUNG 98, Uhrfehler

Uhrfehler. Uhrzeit nicht eingestellt o. Fehler der RTC-Uhr (falls vorhanden). Siehe Parametergruppe 0-7.

WARNUNG 201, Notfallbetrieb war aktiv

Notfallbetrieb war aktiv.

WARNUNG 202, Grenzwerte Notfallbetrieb überschritten

Notfallbetrieb hat einen oder mehrere garantierelevante Alarme unterdrückt.

WARNUNG 203, Fehlender Motor

In Anwendung mit mehreren Motoren wurde ein Unterlastzustand erkannt. Ursache ist möglicherweise ein fehlender Motor.

WARNUNG 204, Rotor gesperrt

In Anwendung mit mehreren Motoren wurde ein Überlastzustand erkannt. Ursache ist möglicherweise ein gesperrter Rotor.

ALARM 243, Bremse IGBT

Dieser Alarm ist nur für Frequenzumrichter der Baugröße F bestimmt. Er entspricht Alarm 27. Der Berichtwert im Fehlerspeicher gibt an, welches Leistungsmodul den Alarm erzeugt hat:

- 1 = Wechselrichtermodul ganz links
- 2 = mittleres Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 2 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F1 oder F3.
- 3 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 5 = Gleichrichtermodul

ALARM 244, Kühlkörpertemperatur

Dieser Alarm ist nur für Frequenzumrichter der Baugröße F bestimmt. Er entspricht Alarm 29. Der Berichtwert im Fehlerspeicher gibt an, welches Leistungsmodul den Alarm erzeugt hat:

- 1 = Wechselrichtermodul ganz links
- 2 = mittleres Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 2 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F1 oder F3.
- 3 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 5 = Gleichrichtermodul

ALARM 245, Kühlkörpergeber

Dieser Alarm ist nur für Frequenzumrichter der Baugröße F bestimmt. Er entspricht Alarm 39. Der Berichtwert im Fehlerspeicher gibt an, welches Leistungsmodul den Alarm erzeugt hat:

- 1 = Wechselrichtermodul ganz links
- 2 = mittleres Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 2 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F1 oder F3.
- 3 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 5 = Gleichrichtermodul

ALARM 246, Umrichter-Versorgung

Dieser Alarm ist nur für Frequenzumrichter der Baugröße F bestimmt. Er entspricht Alarm 46. Der Berichtwert im Fehlerspeicher gibt an, welches Leistungsmodul den Alarm erzeugt hat:

- 1 = Wechselrichtermodul ganz links
- 2 = mittleres Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 2 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F1 oder F3.
- 3 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 5 = Gleichrichtermodul

ALARM 247, Umrichter Übertemperatur

Dieser Alarm ist nur für Frequenzumrichter der Baugröße F bestimmt. Er entspricht Alarm 69. Der Berichtwert im Fehlerspeicher gibt an, welches Leistungsmodul den Alarm erzeugt hat:

- 1 = Wechselrichtermodul ganz links
- 2 = mittleres Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 2 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F1 oder F3.
- 3 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 5 = Gleichrichtermodul

ALARM 248, Ungültige Leistungsteilkonfiguration

Dieser Alarm ist nur für Frequenzumrichter der Baugröße F bestimmt. Er entspricht Alarm 79. Der Berichtwert im Fehlerspeicher gibt an, welches Leistungsmodul den Alarm erzeugt hat:

- 1 = Wechselrichtermodul ganz links
- 2 = mittleres Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 2 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F1 oder F3.
- 3 = rechtes Wechselrichtermodul bei Frequenzumrichter F2 oder F4.
- 5 = Gleichrichtermodul

ALARM 250, Neues Ersatzteil

Die Leistungskarte oder Schaltnetzteilkarte wurde ausgetauscht. Der Typencode des Frequenzumrichters muss in EEPROM wiederhergestellt werden. Wählen Sie den richtigen Typencode in Par. 14-23 *Typencodeneinstellung* vom Typenschild des Geräts. Wählen Sie abschließend unbedingt „In EEPROM speichern“.

ALARM 251, Typencode neu:

Der Frequenzumrichter hat einen neuen Typencode.

Index

0

0 - 10 Vdc	57
0-20 Ma	57

2

24 V Dc-spannungsversorgung	60
-----------------------------	----

4

4-20 Ma	57
---------	----

A

Abgeschirmt	103
Abgeschirmt Werden	90
Abgesicherte 30 A-klemmen	60
Abgestrahlte Störaussendung	41
Abkürzungen	5
Abluftventilator	26
Abmessungen	81, 83
Abmessungen – High Power	82
Abschirmung Von Kabeln	91
Abzweigschutz	95
Aggressive Umgebungsbedingungen	14
Alarm- Und Warnmeldungen	183
Alarm- Und Zustandsmeldungen	183
Alarm-/warncodeliste	184
Alarmwort	187
Allgemeine Aspekte Von Emv-emissionen	39
Allgemeine Emissionsaspekte Von Oberwellenströmen	41
Allgemeine Technische Daten	171
Allgemeine Warnung	5
Aluminiumleiter	91
Ama	122
Amortisation	22
Analogausgänge	172
Analogausgänge - Klemme X30/5+8	53
Analoge Spannungseingänge - Klemme X30/10-12	53
Analog-e/a-auswahl	57
Analog-e/a-option Mcb 109	57
Analogeingänge	7, 172
Analogeingängen	7
Anstiegszeit	176
Anwendungen Mit Konstantem Drehmoment (ct-modus)	182
Anwendungen Mit Variablem (quadratischem) Drehmoment	182
Anwendungsbeispiele	25
Anzugsmomente Für Klemmen	88
Ausberechnen Von Zusätzlichen Öffnungen Für Kabeldurchführungen	92
Ausgänge Für Stellglieder	57
Ausgangsfilter	64
Ausgangsfrequenz Speichern	6, 152
Ausgangsleistung (u, V, W)	171
Ausgleichskabels	118
Automatische Anpassungen Zur Sicherstellung Der Leistung	181
Automatische Motoranpassung	122
Automatische Motoranpassung (ama)	105
Awg	157

B

Bacnet	70
Batteriepufferung Der Uhrfunktion	57
Begriffsdefinitionen	6
Beispiel Der Pid-regelung	37
Berechnung Von Bremswiderstandswerten	45

Bessere Regelung	23
Bestellnummern	65
Bestellnummern: Du/dt-filter, 380-480 Vac	76
Bestellnummern: Du/dt-filter, 525-600/690 Vac	77
Bestellnummern: High Power-optionssätze	71
Bestellnummern: Oberwellenfilter	72
Bestellnummern: Optionen Und Zubehör	69
Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 Vac	74
Bestellnummern: Sinusfilter, 525-600/690 Vac	75
Bremsfunktion	47
Bremsleistung	8, 47
Bremssteuerung	191
Bremswiderstand	45
Bremswiderstände	61, 77

C

Ce-kennzeichnung	13
Co2-sensor	27

D

Datensicherung Im Pc	113
Datenübertragung Vom Pc Zum Frequenzumrichter	113
Dc-bremse	151
Dc-spannung	190
Der Klare Vorteil: Energieeinsparung	20
Devicenet	70
Die Emv-richtlinie (89/336/ewg)	13
Die Maschinenrichtlinie (98/37/ewg)	13
Differenzdruck	31
Digitalausgang	173
Digitalausgänge - Klemme X30/5-7	53
Digitaleingänge - Klemme X30/1-4	53
Digitaleingänge:	171
Dralldrossel	26
Drehmomentverhalten Der Last	171
Drehrichtung Des Motors	110
Drehzahlgrenze Und Rampenzeit Einstellen	106
Drive-konfigurator	65
Drosselklappe	26
Drosselventil	29
Du/dt-filter	64
Durchflussmesser	30

E

E/as Für Sollwerteingänge	57
Echtzeituhr (rtc)	58
Einen Pc An Den Frequenzumrichter Anschließen	112
Einfaches Anschlussbeispiel	102
Elektrische Installation	89, 91, 103
Elektrische Installation - Emv-schutzmaßnahmen	115
Elektrische Klemmen	15
Emissionsanforderungen	40
Emissionsanforderungen Für Oberwellenströme	42
Emv-prüfergebnisse	41
Emv-richtlinie 89/336/ewg	14
Emv-schutzmaßnahmen	131
Energieeinsparungen	20, 22
Entsorgungshinweise	13
Erdableitstrom	44, 114
Erdung	118
Erdung Abgeschirmter Steuerkabel	118
Erfolgreiche Amaerfolgreiches Autotuning	106
Erste Inbetriebnahme Und Test	105
Erweitertes Zustandswort	189
Erweitertes Zustandswort 2	189
Etr	110

Externe 24 V Dc-versorgung	56
Externe 24 V-versorgungsoption Mcb 107 (option D)	56
Externe Lüfterversorgung	109
Externe Temperaturüberwachung	60
Extreme Betriebsbedingungen	47

F

Fc Mit Modbus Rtu	131
Fc-profil	151
Fehlermeldungen	190
Fehlerstromschutzschalter	44, 119
Fehlgeschlagene Amafehlgeschlagenes Autotuning	106
Festdrehzahl Jog	6
Fi-schutzschalter (fehlerstromschutzschalter)	59
Freilauf	6
Freilaufbefehl	153
Frequenzausblendung	28
Frequenzrichter Mit Modbus Rtu	138
Frequenzrichter Steuern	142
Frequenzrichter-konfiguration	132

G

Gebäudemanagementsystem	21, 57
Gebereingänge	57
Gefahren Durch Elektrischen Schlag	44
Gegenüberstellung Von Energieeinsparpotenzialen	21
Gehäuseausparungen	91
Generatorisch Erzeugte Überspannung	47
Geringe Verdampfungstemperatur	30

H

Halteregister Lesen (03 Hex)	148
Hand-steuerung (hand On) Und Fern-betrieb (auto On)	33
Hardwareeinstellung Des Frequenzrichters	130
Heben	86
Heizgeräte Und Thermostat	59
High Power	88
Hilfspumpen	31

I

Iec Not-aus Mit Pilz-sicherheitsrelais	59
Index (ind)	135
Installation Der Funktion Sicherer Stopp	19
Installation In Großen Höhenlagen	12
Ip21/nema 1-gehäuseabdeckung	62
Ip21/nema 1-gehäuseabdeckungen	62
Isolationsprüfung	114
Isolationswiderstand-überwachungsgerät	59

J

Jog	152
-----	-----

K

Kabelbügel	118
Kabellänge Und -querschnitt	91
Kabellängen Und -querschnitte	171
Klemmen Für Steuerkabel	101
Kommunikationsoption	192
Kondenswasserpumpen	29
Konstanter Volumenstrom	27
Korrektur Des Leistungsfaktors	23
Korrektur Des Leistungsfaktors Cos Φ	23
Kty-sensor	191
Kühlbedingungen	85

Kühlturmgebläse	28
Kühlung	182
Kurzschluss (motorphase – Phase)	47

L

Lcp	6, 8
Leistungsfaktor	10
Leistungsreduzierung Beim Betrieb Mit Niedriger Drehzahl	182
Leistungsreduzierung Wegen Erhöhter Umgebungstemperatur	181
Leistungsreduzierung Wegen Niedrigem Luftdruck	181
Leitungsgeführte Störaussendung.	41
Literatur	4
Losbrechmoment	7
Luftfeuchtigkeit	14

M

Manuelle Motorstarter	60
Manuelle Pid-einstellung	39
Mcb 105	54
Mct 10 Software	113
Mct 31	114
Mechanische Installation	85
Mehrere Pumpen	31
Mehrzonensteuerung	57
Modbus- Kommunikation	130
Modbus-ausnahmecodes	143
Montage Vor Ort	87
Montagezubehör	84
Motorausgang	171
Motordrehrichtung	110
Motorfreilauf	152
Motorkabel	90, 115
Motornendrehzahl	6
Motorparameter	122
Motorphasen	47
Motorspannung	176
Motor-typenschild	105
Motor-überlastschutz	110

N

Namur	59
Netzausfall	48
Netztrennschalter	107
Netzversorgung	10, 157, 161
Netzversorgung 3 X 525-690 Vac	165
Netzwerkanschluss	129
Ni1000-temperaturfühler	57
Nicht UI-konforme Sicherungen, 200 V Bis 480 V	96
Niederspannungsrichtlinie (73/23/ewg)	13

O

Oberwellenfilter	72
------------------	----

Ö

Öffentliche Versorgungsnetz	42
-----------------------------	----

O

Optimierung Des Pid-reglers	39
-----------------------------	----

Ö

Örtliche Drehzahlbestimmung	30
-----------------------------	----

P

Parallelschaltung Von Motoren	110
Parameternummer (pnu)	135
Parameterwerte	144
Pc-basierte Konfigurationstool Mct 10	113
Pc-software Tools	113
Pelv - Protective Extra Low Voltage (schutzkleinspannung)	43
Pid-regelung Mit Rückführung In Einer Lüftungsanlage	37
Potentiometer-sollwert	122
Primärpumpen	30
Prinzipschaltbild	57
Profibus	70
Profibus Dp-v1	113
Programmierbare Mindestfrequenz	28
Programmierreihenfolge	38
Programmierung Des Smart Logic Controller	122
Proportionalitätsgesetze	21
-	
-protokoll	131

P

Prüfergebnisse Für Oberwellenströme (emission)	42
Pt1000-temperaturfühler	57
Puls-/drehgebereingänge	172
Puls-start/stopp	121
Pumpenlaufgrad	29

R

Rcd	9, 44
Rechtsdrehendes Feld	110
Relaisausgang	109
Relaisausgänge	173
Relaisoption Mcb 105	54
Rs 485-busanschluss	112
Rs485	129

S

Schaltbild Für Den Führungspumpen-wechsel	126
Schalten Am Ausgang	47
Schalter S201, S202 Und S801	104
Schaltschrankoptionen Für Baugröße F	1
Schirmbügel	115
Schutz	14, 43
Schutz Und Funktionen	174
Schutzerdung	114
Serielle Kommunikation	118
Serielle Schnittstelle	7, 174
Sicherer Stopp	15
Sicherheitshinweis	11
Sicherheitshinweise Für Mechanische Installation	87
Sicherheitskategorie 3 (en 954-1)	19
Sicherheitsvorschriften	11
Sicherungen	95
Sicherungstabellen	98
Sinusfilter	64
Smart Logic Control	122
Softstarter	24
Software-version	3
Software-versionen	70
Sollwertverarbeitung	36
Spannungsbereich	171
Spitzenspannung Am Motor	176

Sps	118
Start/stopp	121
Start/stopp-bedingungen	127
Statische Überlast Im Vvcplus-modus	48
Stern-dreieckstarter	24
Steuerkabel	89, 90, 103, 115
Steuerkarte, 10 V Dc-ausgang	173
Steuerkarte, 24 V Dc-ausgang	173
Steuerkarte, Rs 485, Serielle Schnittstelle:	172
Steuerkarte, Usb Serielle Schnittstelle	174
Steuerkartenleistung	174
Steuerklemmen	101
Steuerungsaufbau Bei Regelung Ohne Rückführung	32
Steuerungsaufbau Mit Rückführung	33
Steuerungseigenschaften	173
Steuerungspotenzial	31
Steuerwort	151
Stoppkategorie 0 (en 60204-1)	19
Störfestigkeitsanforderungen	42
Störgeräusche	176
Stufenlose Regelung Des Durchflusses Oder Des Drucks	23
System Mit Konstantem Volumenstrom	27
Systeme Mit Variablem Luftvolumenstrom	26
Systemstatus Und Betrieb	126

T

Taktfrequenz	91
Telegrammlänge (lge)	133
Temperaturschalter Bremswiderstand	108
Thermischen Motorschutz	154
Thermischer Motorschutz	174
Thermischer Motorschutz	48, 110
Thermistor	9
Trägheitsmoment	47
Typencode Für Niedrige Und Mittlere Leistung	66
Typencode High Power	67
Typenschild	105
Typenschilddaten	105

Ü

Überstromschutz	95
-----------------	----

U

Ul-konformität	96
Ul-sicherungen, 200-240 V	97
Umgebung:	173
Und 3-sollwert-pid-regler	27
Urheberrechte, Haftungsbeschränkungen Und Änderungsvorbehalte	3
Usb-anschluss	101

V

Variabler Luftvolumenstrom (vvs)	26
Variierenden Durchfluss Über Ein Jahr	22
Verdampfer-strömungsgeschwindigkeit	30
Verkabelung Des Bremswiderstands	47
Verschraubung/kabeleinführung - Ip21 (nema 1) Und Ip54 (nema 12)	93
Verwendung Emv-gemäßer Kabel	117
Vibrationen	28
Vibrationen Und Erschütterungen	15
Vom Frequenzrichter Gesteuertes Lüftungssystem	25
Vom Frequenzrichter Unterstützte Datentypen	136
Von Modbus Rtu Unterstützte Funktionscodes	142
Vorsicht	12
Vvcplus	10

W

Warnung Vor Unerwartetem Anlauf	12
Warnwort	188
Warnwort 2	188
Was Ist Unter Dem Ce-zeichen Zu Verstehen?	13
Was Unter Die Richtlinien Fällt	13
Wirkungsgrad	175

Z

Zentrale Vvs-systeme	26
Zustandswort	153
Zwischenkreis	47, 176