MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Projektierungshandbuch

VLT® AutomationDrive FC 301/302

0,25-75 kW

www.danfoss.com/drives

VLT® THE REAL DRIVE

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung 8

1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs 8

1.2 Zusätzliche Materialien 8

1.3 Abkürzungen, Symbole und Konventionen 8

1.4 Definitionen 9

1.5 Dokument- und Softwareversion 10

1.6 Übereinstimmung mit Vorschriften 10

1.6.1 CE-Zeichen 10

1.6.1.1 Niederspannungsrichtlinie 10

1.6.1.2 EMV-Richtlinie 11

1.6.1.3 Maschinenrichtlinie 11

1.6.2 UL-Konformität 11

1.6.3 Konformität mit Richtlinien in der Schifffahrt 11

1.7 Entsorgungshinweise 11

1.8 Sicherheit 11

2 Sicherheit 13

2.1 Sicherheitssymbole 13

2.2 Qualifiziertes Personal 13

2.3 Sicherheitsmaßnahmen 13

3 Grundlegende Betriebsprinzipien 15

3.1 Allgemeines 15

3.2 Beschreibung des Betriebs 15

3.3 Funktionsbeschreibung 15

3.3.1 Gleichrichterteil 15

3.3.2 Zwischenkreisabschnitt 15

3.3.3 Wechselrichterabschnitt 15

3.3.4 Bremsoption 15

3.3.5 Zwischenkreiskopplung 16

3.4 Bedienschnittstellen zur Steuerung 16

3.5 Anschlussplan 17

3.6 PI-Regler 19

3.6.1 Steuerverfahren 19

3.6.2 FC 301 vs. FC 302 Steuerverfahren 20

3.6.3 Regelungsstruktur in VVC+ 21

3.6.4 Regelungsstruktur im Fluxvektor ohne Geber (nur FC 302) 22

3.6.5 Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber (nur FC 302) 23

3.6.6 PID 24

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

3.6.6.1 PID-Drehzahlregelung 24
3.6.6.2 Optimieren des PID-Drehzahlreglers 26
3.6.6.3 PID-Prozessregler 27
3.6.6.4 Erweiterte PID-Regelung 28
3.6.7 Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC+ 28
3.6.8 Handsteuerung (Hand On) und Fernsteuerung (Auto On) 28
3.7 Sollwertverarbeitung 30
3.7.1 Sollwerteinstellung 30
3.7.2 Sollwertgrenzen 32
3.7.3 Skalierung von Festsollwerten und Bussollwerten 32
3.7.4 Skalierung von Analog- und Pulssollwerten und Istwert 33
3.7.5 Totzone um Null 33

4 Produktfunktionen 38
4.1 Automatisierte Betriebsfunktionen 38
4.1.1 Kurzschluss-Schutz 38
4.1.2 Überspannungsschutz 38
4.1.3 Erkennung fehlender Motorphasen 39
4.1.4 Erkennung der Netzphasen-Asymmetrie 39
4.1.5 Schalten am Ausgang 39
4.1.6 Überlastschutz 39
4.1.7 Blockierter Rotorschutz 39
4.1.8 Automatische Leistungsreduzierung 39
4.1.9 Automatische Energieoptimierung 40
4.1.10 Automatische Taktfrequenzmodulation 40
4.1.11 Automatische Leistungsreduzierung bei hoher Trägerfrequenz 40
4.1.12 Spannungsschwankungen 40
4.1.13 Resonanzdämpfung 40
4.1.14 Temperaturgeregelte Lüfter 40
4.1.15 EMV-Konformität 40
4.1.16 Galvanische Trennung der Steuerklemmen 40
4.2 Kundenspezifische Anwendungsfunktionen 41
4.2.1 Automatische Motoranpassung 41
4.2.2 Thermischer Motorschutz 41
4.2.3 Netzausfall 42
4.2.4 Integrierter PID-Regler 42
4.2.5 Automatischer Wiederanlauf 42
4.2.6 Motorfangschaltung 42
4.2.7 Volles Drehmoment bei gesenkter Drehzahl 42
4.2.8 Frequenzausblendung 42
4.2.9 Motor-Vorheizung 43

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

4.2.10 4 programmierbare Parametersätze 43
4.2.11 Dynamische Bremse 43
4.2.12 Mechanische Bremssteuerung ohne Rückführung 43
4.2.13 Mechanische Bremssteuerung mit Rückführung/Mechanische Bremse bei Hubanwendungen 44
4.2.14 Smart Logic Control (SLC) 45
4.2.15 Safe Torque Off 46
4.3 Danfoss VLT® FlexConcept® 46

5 Systemintegration 48
5.1 Betriebsbedingungen 48
5.1.1 Luftfeuchtigkeit 48
5.1.2 Temperatur 48
5.1.3 Temperatur und Kühlung 48
5.1.4 Manuelle Leistungsreduzierung 49
5.1.4.1 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl 49
5.1.4.2 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck 49
5.1.5 Störgeräusche 50
5.1.6 Vibrationen und Erschütterungen 50
5.1.7 Aggressive Umgebungen 50
5.1.7.1 Gase 50
5.1.7.2 Staubbelastung 50
5.1.7.3 Explosionsgefährdete Bereiche 51
5.1.8 Instandhaltung 51
5.1.9 Lagerung 51
5.2 Allgemeine EMV-Aspekte 52
5.2.1 EMV-Prüfergebnisse 53
5.2.2 Emissionsanforderungen 54
5.2.3 Störfestigkeitsanforderungen 54
5.2.4 Motorisolation 55
5.2.5 Motorlagerströme 55
5.3 Netzversorgungsstörung/-rückwirkung 56
5.3.1 Einfluss von Oberschwingungen in einer Energieverteilungsanlage 56
5.3.2 Normen und Anforderungen zur Oberschwingungsbegrenzung 57
5.3.3 Reduzierung, Vermeidung oder Kompensation von Oberschwingungen 58
5.3.4 Oberschwingungsberechnung 58
5.4 Galvanische Trennung (PELV) 58
5.4.1 PELV (Schutzkleinspannung) – Protective Extra Low Voltage 58
5.5 Bremsfunktionen 59
5.5.1 Auswahl des Bremswiderstands 59

6 Produktspezifikationen 62
6.1 Elektrische Daten 62
6.1.1 Netzversorgung 200-240 V 62
6.1.2 Netzversorgung 380-500 V 64
6.1.3 Netzversorgung 525-600 V (nur FC 302) 67
6.1.4 Netzversorgung 525-690 V (nur FC 302) 70
6.2 Allgemeine technische Daten 72
6.2.1 Netzversorgung 72
6.2.2 Motorausgang und Motordaten 72
6.2.3 Umgebungsbedingungen 72
6.2.4 Kabelspezifikationen 73
6.2.5 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten 73
6.2.6 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur 77
6.2.6.1 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur, Bauform A 77
6.2.6.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur, Bauform B 77
6.2.6.3 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur, Bauform C 80
6.2.7 Gemessene Werte für dU/dt-Prüfung 82
6.2.8 Wirkungsgrad 85
6.2.9 Störgeräusche 85

7 Bestellen des Frequenzumrichters 86
7.1 Antriebskonfigurator 86
7.1.1 Typencode 86
7.1.2 Sprache 88
7.2 Bestellnummern 89
7.2.1 Optionen und Zubehör 89
7.2.2 Ersatzteile 91
7.2.3 Montagezubehör 91
7.2.4 VLT® AutomationDrive FC 301 92
7.2.5 Bremswiderstände für FC 302 96
7.2.6 Andere Flatpack-Bremswiderstände 103
7.2.7 Oberschwingungsfilter 105
7.2.8 Sinusfilter 107
7.2.9 du/dt-Filter 109

8 Mechanische Installation 111
8.1 Sicherheit 111
8.2 Abmessungen 112
8.2.1 Aufstellung 114
8.2.1.1 Abstand 114

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

8.2.1.2 Wandmontage 114

9 Elektrische Installation 116

9.1 Sicherheit 116

9.2 Kabel 117

9.2.1 Anzugsmoment 117

9.2.2 Einführungsöffnungen 118

9.2.3 Festziehen der Abdeckung, nachdem alle Anschlüsse vorgenommen wurden 122

9.3 Netzanschluss 122

9.3.1 Sicherungen und Trennschalter 126

9.3.1.1 Sicherungen 126

9.3.1.2 Empfehlungen 127

9.3.1.3 CE-Konformität 127

9.3.1.4 UL-Konformität 130

9.4 Motoranschluss 136

9.5 Schutz vor Erdableitstrom 138

9.6 Zusätzliche Anschlüsse 140

9.6.1 Relais 140

9.6.2 Trennschalter und Schütze 141

9.6.3 Zwischenkreiskopplung 142

9.6.4 Bremswiderstand 142

9.6.5 PC-Software 142

9.6.5.1 MCT 10 143

9.6.5.2 MCT 31 143

9.6.5.3 Harmonic Calculation Software (HCS) 143

9.7 Zusätzliche Motorinformationen 143

9.7.1 Motorkabel 143

9.7.2 Anschluss von mehreren Motoren 144

9.8 Sicherheit 146

9.8.1 Hochspannungsprüfung 146

9.8.2 EMV-Erdung 146

10 Anwendungsbeispiele 148

10.1 Häufig verwendete Anwendungen 148

10.1.1 Frequenzumrichtersystem mit Rückführung 153

10.1.2 Programmierung von Momentengrenze und Stopp 153

10.1.3 Programmieren der Drehzahlregelung 154

11 Optionen und Zubehör 156

11.1 Kommunikationsoptionen 156

11.2 I/O, Rückführungs- und Sicherheitsoptionen 156

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

11.2.1 VLT® Universal-E/A-Optionsmodul MCB 101 156
11.2.2 VLT® Drehgeber-Option MCB 102 157
11.2.3 VLT® Resolver-Option MCB 103 159
11.2.4 VLT® Relaiskarte MCB 105 161
11.2.5 VLT® Sichere SPS-Schnittstellenoption MCB 108 163
11.2.6 VLT® PTC-Thermistorkarte MCB 112 164
11.2.7 VLT® Erweiterte Relaiskarte MCB 113 166
11.2.8 VLT® Sensoreingangsoption MCB 114 167
11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x 168
11.2.10 VLT® Adapter der C-Option MCF 106 171
11.3 Motion Control-Optionen 171
11.4 Zubehör 173
11.4.1 Bremswiderstände 173
11.4.2 Sinusfilter 173
11.4.3 du/dt-Filter 174
11.4.4 Common Mode Filter 174
11.4.5 Oberschwingungsfilter 174
11.4.6 IP21/Typ 1-Gehäusesatz 174
11.4.7 Fern-Einbausatz für LCP 176
11.4.8 Befestigungskonsole für die Bauformen A5, B1, B2, C1 und C2 177

12 RS-485 Installation und Konfiguration 179
12.1 Installieren und einrichten 179
12.1.1 Übersicht 179
12.2 Netzwerkanschluss 180
12.3 -Busabschluss 180
12.4 RS-485 Installation und Konfiguration 180
12.5 Übersicht zum FC-Protokoll 181
12.6 Netzwerkkonfiguration 181
12.7 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll 181
12.7.1 Inhalt eines Zeichens (Byte) 181
12.7.2 Telegrammaufbau 181
12.7.3 Telegrammlänge (LGE) 181
12.7.4 Frequenzumrichteradresse (ADR) 181
12.7.5 Datensteuerbyte (BCC) 182
12.7.6 Das Datenfeld 182
12.7.7 Das PKE-Feld 183
12.7.8 Parameternummer (PNU) 183
12.7.9 Index (IND) 183
12.7.10 Parameterwert (PWE) 183

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

12.7.11 Unterstützte Datentypen 184
12.7.12 Umwandlung 184
12.7.13 Prozesswörter (PCD) 184
12.8 Beispiele 185
12.8.1 Schreiben eines Parameterwerts 185
12.8.2 Lesen eines Parameterwertes 185
12.9 Übersicht zu Modbus RTU 185
12.9.1 Voraussetzungen 185
12.9.2 Was der Benutzer bereits wissen sollte 185
12.9.3 Übersicht zu Modbus RTU 185
12.9.4 Frequenzumrichter mit Modbus-RTU 186
12.10 Netzwerkkonfiguration 186
12.11 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke 186
12.11.1 Frequenzumrichter mit Modbus-RTU 186
12.11.2 Modbus RTU-Meldungsaufbau 186
12.11.3 Start-/Stoppfeld 187
12.11.4 Adressfeld 187
12.11.5 Funktionsfeld 187
12.11.6 Datenfeld 187
12.11.7 CRC-Prüffeld 187
12.11.8 Adressieren von Einzelregistern 188
12.11.9 Steuern des Frequenzumrichters 189
12.11.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes 189
12.11.11 Modbus-Ausnahmecodes 189
12.12 Zugriff auf Parameter 190
12.12.1 Parameterverarbeitung 190
12.12.2 Datenspeicherung 190
12.12.3 IND (Index) 190
12.12.4 Textblöcke 190
12.12.5 Umrechnungsfaktor 190
12.12.6 Parameterwerte 190
12.13 Danfoss FC-Steuerprofil 191
12.13.1 Steuerwort gemäß FC-Profil (*8-10 Steuerprofil* = FC-Profil) 191
12.13.2 Zustandswort gemäß FC-Profil (STW) (*8-10 Steuerprofil* = FC-Profil) 192
12.13.3 Bus (Drehzahl) Sollwert 193
12.13.4 Steuerwort gemäß PROFIdrive-Profil (CTW) 194
12.13.5 Zustandswort gemäß PROFIdrive-Profil (STW) 195

Index 197

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

1

1 Einführung

1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs

Das Projektierungshandbuch enthält die notwendigen Informationen für die Integration des Frequenzumrichters in einer Vielzahl von Anwendungen.

VLT® ist eine eingetragene Marke.

1.2 Zusätzliche Materialien

Es stehen weitere Ressourcen zur Verfügung, die Ihnen helfen, erweiterten Betrieb sowie erweiterte Programmierungen und Konformität mit allen einschlägigen Normen für Frequenzumrichter zu verstehen.

- Das *Produkthandbuch* stellt Ihnen detaillierte Informationen zur Installation und Inbetriebnahme des Frequenzumrichters zur Verfügung.
- Das *Programmierhandbuch* enthält umfassende Informationen für die Arbeit mit Parametern sowie viele Anwendungsbeispiele.
- Das *VLT® Produkthandbuch Sicher abgeschaltetes Moment (Safe Torque Off)* enthält eine Beschreibung zur Verwendung von Danfoss Frequenzumrichtern in funktionalen Sicherheitsanwendungen.
- Zusätzliche Veröffentlichungen und Handbücher sind von Danfoss erhältlich. Siehe *danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm* für Auflistungen.
- Für die Frequenzumrichter stehen Optionsmodule zur Verfügung, die einige der in diesen Dokumenten enthaltenen Informationen ändern können. Bitte prüfen Sie die Anleitungen dieser Optionsmodule auf besondere Anforderungen.

Wenden Sie sich für weitere Informationen an einen Danfoss-Händler oder besuchen Sie *www.danfoss.com*.

1.3 Abkürzungen, Symbole und Konventionen

Konventionen
Nummerierte Listen enthalten Verfahren.
Aufzählungslisten enthalten andere Informationen und Beschreibungen von Abbildungen.
Kursiver Text enthält:

- Querverweise
- Links
- Fußnoten
- Parameternamen, Parametergruppennamen, Parameteroptionen

60° AVM	60° Asynchrone Vektormodulation
A	Ampere
AC	Wechselstrom
AD	Luftentladung
AI	Analogeingang
AMA	Automatische Motoranpassung
AWG	American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß
°C	Grad Celsius
CD	Konstante Entladung (Constant Discharge)
CM	Gleichtakt (Common Mode)
CT	Konstantes Drehmoment (Constant Torque)
DC	Gleichstrom
DI	Digitaleingänge
DM	Gegentakt (Differential Mode)
D-TYPE	Abhängig vom Frequenzumrichter
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ETR	Elektronisches Thermorelais
f_{JOG}	Motorfrequenz bei aktivierter JOG-Funktion
f_M	Motorfrequenz
f_{MAX}	Die maximale Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters gilt an seinem Ausgang.
f_{MIN}	Die minimale Motorfrequenz vom Frequenzumrichter.
$f_{M,N}$	Motornennfrequenz
FC	Frequenzumrichter
g	Gramm
Hiperface®	Hiperface® ist eine eingetragene Marke von Stegmann.
HP	Horsepower
HTL	HTL-Drehgeber (10-30 V) Pulse - Hochspannungs-Transistorlogik
Hz	Hertz
I_{INV}	Wechselrichter-Nennausgangsstrom
I_{LIM}	Stromgrenze
$I_{M,N}$	Motornennstrom
$I_{VLT,MAX}$	Der maximale Ausgangsstrom
$I_{VLT,N}$	Der vom Frequenzumrichter gelieferte Nennausgangsstrom
kHz	Kilohertz
LCP	LCP Bedieneinheit
lsb	Least Significant Bit (geringstwertiges Bit)
m	Meter
mA	Milliampere
MCM	Mille Circular Mil
MCT	Motion Control Tool
mH	Millihenry (Induktivität)
min	Minute

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

ms	Millisekunden
msb	Most Significant Bit (höchstwertiges Bit)
η_{VLT}	Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters wird als das Verhältnis zwischen Leistungsabgabe und Leistungsaufnahme definiert.
nF	Nanofarad
NLCP	Numerische LCP-Bedieneinheit
Nm	Newtonmeter
n_s	Synchrone Motordrehzahl
Online-/Offline-Parameter	Änderungen der Online-Parameter werden sofort nach Änderung des Datenwertes aktiviert.
$P_{br,cont.}$	Nennleistung des Bremswiderstands (Durchschnittsleistung beim kontinuierlichen Bremsen)
PCB	Leiterplatte
PCD	Prozessdaten
PELV	Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage
P_m	Nenn-Ausgangsleistung des Frequenzumrichters als HO
$P_{M,N}$	Motornennleistung
PM Motor	Permanentmagnet-Motor
PID-Prozess	Der PID-Regler sorgt dafür, dass Drehzahl, Druck, Temperatur usw. konstant gehalten werden.
$R_{br,nom}$	Der Nenn-Widerstandswert, mit dem an der Motorwelle für eine Dauer von 1 Minute eine Bremsleistung von 150/160 % gewährleistet wird.
RCD	Fehlerstromschutzschalter
rückspeisefähig	Generatorische Klemmen
R_{min}	Zulässiger Mindestwert des Frequenzumrichters für den Bremswiderstand
EFF	Effektivwert
U/min [UPM]	Umdrehungen pro Minute
R_{rec}	Widerstandswert und Widerstand des Bremswiderstands
s	Sekunde
SFAVM	Statorfluss-orientierte asynchrone Vektormodulation
STW (ZSW)	Zustandswort
SMPS	Schaltnetzteil
THD	Gesamtoberschwingungsgehalt – Total Harmonic Distortion
T_{LIM}	Drehmomentgrenze
TTL	Pulse des TTL-Drehgebers (5 V) - Transistor-Transistor-Logik
$U_{M,N}$	Motornennspannung
V	Volt
VT	Variables Drehmoment
VVC+	Spannungsvektorsteuerung – Voltage Vector Control

Tabelle 1.1 Abkürzungen

Folgende Symbole kommen in diesem Dokument zum Einsatz:

⚠WARNUNG

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

⚠VORSICHT

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

HINWEIS

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

1.4 Definitionen

Motorfreilauf
Die Motorwelle dreht im Leerlauf. Kein Drehmoment am Motor.

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; wird für Anwendungen wie Förderbänder, Verdrängungspumpen und Krane eingesetzt.

Initialisieren
Bei der Initialisierung (*14-22 Betriebsart*) werden die Werkseinstellungen des Frequenzumrichters wiederhergestellt.

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

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

1

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

Smart Logic Control (SLC)
Die SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die ausgeführt werden, wenn die zugeordneten benutzerdefinierten Ereignisse durch den Smart Logic Controller als „wahr" ermittelt werden. (Parametergruppe 13-** *Smart Logic*.

FC-Standardbus
Schließt RS485-Bus mit FC-Protokoll oder MC-Protokoll ein. Siehe *8-30 FC-Protokoll*.

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

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

Abschaltblockierung
Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, in denen der Frequenzumrichter aus Sicherheitsgründen abschaltet und ein manueller Eingriff erforderlich ist, z. B. bei einem Kurzschluss am Ausgang des Frequenzumrichters. Sie können eine Abschaltblockierung nur durch Unterbrechen der Netzversorgung, Beheben der Fehlerursache und erneuten Anschluss des Frequenzumrichters aufheben. Der Neustart wird verzögert, bis der Fehlerzustand über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. Sie dürfen Abschaltung nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwenden.

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

Leistungsfaktor
Der Wirkleistungsfaktor (Lambda) berücksichtigt alle Oberschwingungen und ist immer kleiner als der Leistungsfaktor (cosphi), der nur die 1. Oberschwingung von Strom und Spannung berücksichtigt.

$$\cos\varphi = \frac{P\,[\mathrm{kW}]}{P\,[\mathrm{kVA}]} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\varphi}{U\lambda \times I\lambda}$$

Cosphi wird auch als Verschiebungsleistungsfaktor bezeichnet.

Lambda und Cosphi sind für Danfoss VLT® Frequenzumrichter in *Kapitel 6.2.1 Netzversorgung* aufgeführt.

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

Darüber hinaus weist ein hoher Leistungsfaktor darauf hin, dass der Oberschwingungsstrom sehr niedrig ist.
Alle Danfoss Frequenzumrichter verfügen über eingebaute Zwischenkreisdrosseln, durch die ein hoher Leistungsfaktor erzielt und die gesamte Spannungsverzerrung THD der Netzversorgung deutlich reduziert wird.

1.5 Dokument- und Softwareversion

Dieses Handbuch wird regelmäßig geprüft und aktualisiert. Alle Verbesserungsvorschläge sind willkommen. *Tabelle 1.2* zeigt die Dokumentenversion und die entsprechende Softwareversion an.

Ausgabe	Anmerkungen	Softwareversion
MG33BFxx	Ersetzt MG33BExx	6,72

Tabelle 1.2 Dokument- und Softwareversion

1.6 Übereinstimmung mit Vorschriften

Frequenzumrichter werden in Übereinstimmung mit den in diesem Abschnitt beschriebenen Richtlinien konstruiert.

1.6.1 CE-Zeichen

Das CE-Zeichen (Communauté Européenne) zeigt an, dass der Hersteller des Produkts alle relevanten EU-Richtlinien einhält. Die 3 EU-Richtlinien, die für Auslegung und Konstruktion von Frequenzumrichtern sind die Niederspannungsrichtlinie, die EMV-Richtlinie und die Maschinenrichtlinie (für Geräte mit integrierter Sicherheitsfunktion).

Die CE-Kennzeichnung soll für einen freien Handel zwischen der EG und Mitgliedsstaaten der EFTA (Europäische Freihandelsassoziation) innerhalb der EWE technische Barrieren beseitigen. Über die Qualität eines Produkts sagt die CE-Kennzeichnung nichts aus. Auch gibt sie keinen Aufschluss zu technischen Spezifikationen.

1.6.1.1 Niederspannungsrichtlinie

Frequenzumrichter werden als elektronische Komponenten klassifiziert und müssen in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie die CE-Kennzeichnung tragen. Die Richtlinie gilt für alle elektrischen Geräte im Spannungsbereich von 50–1000 V AC und 75–1600 V DC.

Die Richtlinie schreibt vor, dass aufgrund der Konstruktion der Betriebsmittel gewährleistet ist, dass diese bei einer ordnungsmäßigen Installation und Wartung sowie einer bestimmungsmäßigen Verwendung die Sicherheit von Menschen und Nutztieren sowie die Erhaltung von

Sachwerten nicht gefährden. Danfoss CE-Kennzeichnungen sind mit der Niederspannungsrichtlinie konform und liefern auf Wunsch eine Konformitätserklärung.

1.6.1.2 EMV-Richtlinie

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bedeutet, dass elektromagnetische Störungen zwischen Geräten deren Leistung nicht beeinträchtigt. Die grundlegende Schutzanforderung der EMV-Richtlinie 2004/108/EG gibt vor, dass Betriebsmittel, die elektromagnetische Störungen verursachen oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann, bei einer ordnungsmäßigen Installation und Wartung sowie einer bestimmungsmäßigen Verwendung so ausgelegt sein müssen, dass ihre erreichten elektromagnetischen Störungen begrenzt sind und die Betriebsmittel eine bestimmte Störfestigkeit aufweisen.

Ein Frequenzumrichter kann als Stand-alone-Gerät oder als Teil einer komplexeren Anlage eingesetzt werden. Als Stand-alone-Einheiten oder als Teil einer Anlage verwendete Geräte müssen CE-Kennzeichnungen verwenden. Anlagen müssen nicht über eine CE-Kennzeichnung verfügen, jedoch den grundlegenden Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen.

1.6.1.3 Maschinenrichtlinie

Frequenzumrichter werden gemäß der Niederspannungsrichtlinie als elektronische Komponenten eingestuft, jedoch müssen Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion mit der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG konform sein. Frequenzumrichter ohne Sicherheitsfunktion fallen nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch in ein Maschinensystem integriert, so stellt Danfoss Informationen zu Sicherheitsaspekten des Motors zur Verfügung.

Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bezieht sich auf Maschinen, die aus einem Aggregat mehrerer zusammenwirkender Komponenten oder Betriebsmittel bestehen, von denen mindestens eine(s) mechanisch beweglich ist. Die Richtlinie schreibt vor, dass aufgrund der Konstruktion der Betriebsmittel gewährleistet ist, dass diese bei einer ordnungsmäßigen Installation und Wartung sowie einer bestimmungsmäßigen Verwendung die Sicherheit von Menschen und Nutztieren sowie die Erhaltung von Sachwerten nicht gefährden.

Wenn Frequenzumrichter in Maschinen mit mindestens einem beweglichen Teil eingesetzt werden, muss der Maschinenhersteller eine Erklärung zur Verfügung stellen, in der die Übereinstimmung mit allen relevanten gesetzlichen Bestimmungen und Sicherheitsrichtlinien bestätigt wird. Danfoss Die CE-Kennzeichnungen sind mit der Maschinenrichtlinie für Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion konform und liefern auf Wunsch eine Konformitätserklärung.

1.6.2 UL-Konformität

UL-gelistet

Abbildung 1.1 UL

HINWEIS

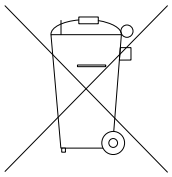
Frequenzumrichter der Bauform T7 (525-690 V) sind nicht nach UL-Anforderungen zertifiziert.

Der Frequenzumrichter erfüllt die Anforderungen der UL508C bezüglich des thermischen Gedächtnisses. Weitere Informationen können Sie dem Abschnitt *Thermischer Motorschutz* im *Projektierungshandbuch* entnehmen.

1.6.3 Konformität mit Richtlinien in der Schifffahrt

Für eine Übereinstimmung mit dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen (ADN) siehe *Kapitel 9.8.3 ADN-konforme Installation* .

1.7 Entsorgungshinweise



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

Tabelle 1.3 Entsorgungshinweise

1.8 Sicherheit

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

Weitere Informationen entnehmen Sie dem *Produkthandbuch*, das dem Gerät bei Lieferung beiliegt und online verfügbar ist unter:

- Entladungszeit und
- detaillierte Sicherheitshinweise und Warnungen.

1

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

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

2 Sicherheit

2.1 Sicherheitssymbole

Folgende Symbole kommen in diesem Dokument zum Einsatz:

⚠WARNUNG

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

⚠VORSICHT

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

HINWEIS

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

2.2 Qualifiziertes Personal

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Frequenzumrichters setzt voraus, dass Transport, Lagerung, Montage, Bedienung sowie Instandhaltung sachgemäß und zuverlässig erfolgen. Nur qualifiziertes Fachpersonal darf diese Geräte installieren oder bedienen.

Als qualifiziertes Personal werden geschulte Mitarbeiter bezeichnet, die autorisiert sind, Geräte, Systeme und Schaltkreise gemäß geltenden Gesetzen und Bestimmungen zu installieren, instand zu halten und zu warten. Ferner muss das Personal mit den Anweisungen und Sicherheitsmaßnahmen in diesem Dokument vertraut sein.

2.3 Sicherheitsmaßnahmen

⚠WARNUNG

HOCHSPANNUNG!

Bei Anschluss an die Netzspannung führen Frequenzumrichter Hochspannung. Erfolgen Installation, Inbetriebnahme und Wartung nicht durch qualifiziertes Personal, kann dies Tod oder schwere Verletzungen zur Folge haben.

- **Nur qualifiziertes Personal darf Installation, Inbetriebnahme und Wartung vornehmen.**

⚠WARNUNG

UNERWARTETER ANLAUF

Wenn der Frequenzumrichter an das Versorgungsnetz angeschlossen ist, kann der Motor jederzeit anlaufen, wodurch die Gefahr von schweren oder tödlichen Verletzungen sowie von Geräte- oder Sachschäden besteht. Der Motor kann über einen externen Schalter, einen seriellen Bus-Befehl, ein Eingangssollwertsignal vom LCP oder nach einem quittierten Fehlerzustand anlaufen.

1. **Ist ein unerwarteter Anlauf des Motors gemäß den Bestimmungen zur Personensicherheit unzulässig, trennen Sie den Frequenzumrichter vom Netz.**
2. **Drücken Sie vor der Programmierung von Parametern die Taste [Off] am LCP.**
3. **Frequenzumrichter, Motor und alle angetriebenen Geräte müssen bei Anschluss des Frequenzumrichters an das Versorgungsnetz betriebsbereit sein.**

⚠WARNUNG

ENTLADUNGSZEIT

Der Frequenzumrichter enthält Zwischenkreiskondensatoren, die auch bei abgeschaltetem Frequenzumrichter geladen sein können. Das Nichteinhalten der vorgesehenen Entladungszeit nach dem Trennen der Stromversorgung vor Wartungs- oder Reparaturarbeiten kann zu schweren oder tödlichen Verletzungen führen!

1. **Stoppen Sie den Motor.**
2. **Trennen Sie die Netzversorgung, die Permanentmagnet-Motoren und die externen DC-Zwischenkreisversorgungen, einschließlich externer Batterie, USV- und DC-Zwischenkreisverbindungen zu anderen Frequenzumrichtern.**
3. **Führen Sie Wartungs- oder Reparaturarbeiten erst nach vollständiger Entladung der Kondensatoren durch. Die entsprechende Wartezeit finden Sie in *Tabelle 2.1*.**

2

Spannung [V]	Mindestwartezeit (Minuten)		
	4	7	15
200-240	0,25-3,7 kW		5,5-37 kW
380-500	0,25-7,5 kW		11-75 kW
525-600	0,75-7,5 kW		11-75 kW
525-690		1,5-7,5 kW	11-75 kW
Auch wenn die Warn-LED nicht leuchten, kann Hochspannung vorliegen.			

Tabelle 2.1 Entladungszeit

⚠WARNUNG

GEFAHR VON ABLEITSTROM

Die Ableitströme überschreiten 3,5 mA. Eine nicht vorschriftsmäßige Erdung des Frequenzumrichters kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- **Stellen Sie die korrekte Erdung der Geräte durch einen zertifizierten Elektroinstallateur sicher.**

⚠WARNUNG

GEFAHR DURCH ANLAGENKOMPONENTEN!

Ein Kontakt mit drehenden Wellen und elektrischen Betriebsmitteln kann zu schweren Personenschäden oder sogar tödlichen Verletzungen führen.

- **Stellen Sie sicher, dass Installations-, Inbetriebnahme- und Wartungsarbeiten ausschließlich von geschultem und qualifiziertem Personal durchgeführt wird.**
- **Alle Elektroarbeiten müssen den VDE-Vorschriften und anderen lokal geltenden Elektroinstallationsvorschriften entsprechen.**
- **Befolgen Sie die Verfahren in diesem Handbuch.**

⚠VORSICHT

WINDMÜHLEN-EFFEKT

Bei einem unerwarteten Drehen von Permanentmagnet-Motoren besteht die Gefahr von Personen- und Sachschäden.

- **Stellen Sie sicher, dass die Permanentmagnet-Motoren blockiert sind, so dass sie unter keinen Umständen drehen können.**

⚠VORSICHT

POTENZIELLE GEFAHR IM FALLE EINES INTERNEN FEHLERS

Es besteht Verletzungsgefahr, wenn der Frequenzumrichter nicht ordnungsgemäß geschlossen wird.

- **Vor dem Einschalten des Stroms müssen Sie sicherstellen, dass alle Sicherheitsabdeckungen eingesetzt und sicher befestigt sind.**

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

3 Grundlegende Betriebsprinzipien

3.1 Allgemeines

Dieses Kapitel enthält eine Übersicht über die primären Baugruppen und Schaltkreise des Frequenzumrichters. Es dient zur Beschreibung der internen elektrischen und Signalverarbeitungsfunktionen. Eine Beschreibung der internen Regelungsstruktur ist ebenfalls enthalten.

Darüber hinaus enthält es Beschreibungen der verfügbaren automatisierten und optionalen Frequenzumrichterfunktionen zur Auslegung robuster Betriebssysteme mit einer hohen Leistung bei Steuerungs- und Statusprotokollierung.

3.2 Beschreibung des Betriebs

Der Frequenzumrichter liefert zur Regelung der Motordrehzahl eine geregelte Menge von Netzstrom an einen dreiphasigen Standard-Induktionsmotor. Der Frequenzumrichter liefert variable Frequenz und Spannung an den Motor.

Der Frequenzumrichter ist in vier Hauptmodule unterteilt.

- Gleichrichter
- Zwischenkreis
- Wechselrichter
- Steuerung und Regelung

In *Kapitel 3.3 Funktionsbeschreibung* werden diese Module detaillierter beschrieben. Darüber hinaus wird erklärt, wie Leistungs- und Steuersignale innerhalb des Frequenzumrichters übertragen werden.

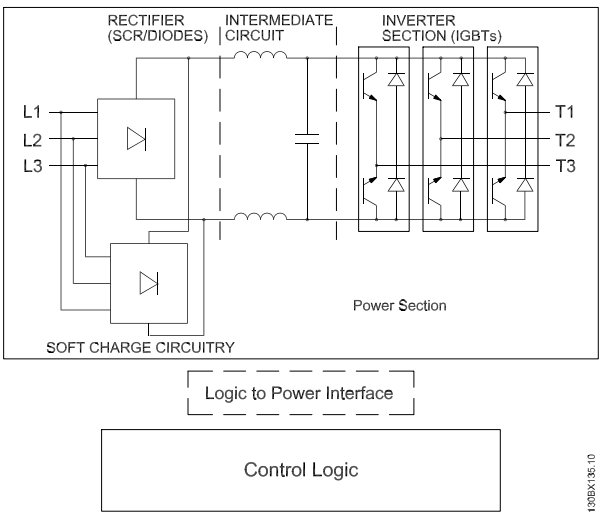


Abbildung 3.1 Interne Steuerlogik

3.3 Funktionsbeschreibung

3.3.1 Gleichrichterteil

Wenn der Strom zunächst am Frequenzumrichter angelegt wird, fließt er durch die Eingangsklemmen (L1, L2 und L3) und weiter zu der Schalter- bzw. EMV-Filteroption, je nach Gerätekonfiguration.

3.3.2 Zwischenkreisabschnitt

Hinter dem Gleichrichterabschnitt gelangt die Spannung zum Zwischenkreisabschnitt. Eine Sinusfilterschaltung, bestehend aus der DC-Busdrossel und der DC-Bus-Kondensatorbatterie, glättet diese gleichgerichtete Spannung.

Die DC-Busdrossel liefert eine Reihenimpedanz zur Änderung des Stroms. Hierdurch wird der Filterungsprozess bei gleichzeitiger Reduzierung der Oberschwingungsverzerrung, die in der Eingangswechselstromwellenform in Gleichrichterkreisen in der Regel vorhanden ist, unterstützt.

3.3.3 Wechselrichterabschnitt

Sobald Startbefehl und Drehzahlsollwert vorhanden sind, leiten die IGBTs im Wechselrichterabschnitt den Schaltvorgang zur Erzeugung des Ausgangssignals ein. Die Signalform, die vom Danfoss VVC+ PWM-Verfahren an der Steuerkarte erzeugt wird, ermöglicht optimale Leistung und minimale Verluste im Motor.

3.3.4 Bremsoption

Bei Frequenzumrichtern mit der dynamischen Bremsoption ist ein Brems-IGBT zusammen mit den Klemmen 81(R-) und 82(R+) zum Anschluss eines externen Bremswiderstands vorgesehen.

Die Funktion des Brems-IGBT ist die Begrenzung der Spannung im Zwischenkreis, wenn die maximal erlaubte Spannungsgrenze überschritten wird. Dazu schaltet er den externen Widerstand in den Zwischenkreis, um die übermäßige DC-Spannung der Zwischenkreiskondensatoren zu reduzieren. Übermäßige Zwischenkreisspannung entsteht in der Regel durch eine durchziehende Last, durch die generatorische Energie in den Zwischenkreis zurückgespeist wird. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn die Last den Motor antreibt, wodurch die Spannung an den DC-Buskreis zurückgeführt wird.

Eine externe Anbringung des Bremswiderstand bietet die Vorteile, dass der Widerstand basierend auf Anwendungsanforderungen ausgewählt wird, die Energie aus dem Schaltschrank heraus leitet und den Umrichter vor Überhitzung schützt, falls der Bremswiderstand überlastet.

3

Das IGBT-Gate-Signal des Brems-IGBTs wird von der Steuerkarte generiert und über Leistungskarte und IGBT-Ansteuerkarte an das Brems-IGBT übermittelt. Zusätzlich überwachen Leistungs- und Steuerkarte das Brems-IGBT und die Bremswiderstandsverbindung bzgl. Kurzschluss und Überlast.

3.3.5 Zwischenkreiskopplung

Geräte mit eingebauter Zwischenkreiskopplung enthalten die Klemmen (+) 89 DC und (-) 88 DC. Innerhalb des Frequenzumrichters werden diese Klemmen mit dem DC-Bus an der Eingangsseite der DC-Zwischenkreisdrossel und der Buskondensatoren verbunden.

Für die Verwendung der Zwischenkreiskopplungsklemmen stehen 2 Konfigurationen zur Verfügung.

Im ersten Verfahren werden die Klemmen verwendet, um die DC-Buskreise mehrerer Frequenzumrichter miteinander zu verbinden. Auf diese Weise kann ein im generatorischen Betrieb befindliches Gerät überschüssige Busspannung an ein anderes Gerät weitergeben, das den Motor antreibt. Durch diese Zwischenkreiskopplung wird der Bedarf an externen dynamischen Bremswiderständen reduziert und Energie gespart. Theoretisch ist die Anzahl der Geräte, die auf diese Weise miteinander verbunden werden können, unendlich. Jedoch müssen alle Geräte die gleiche Nennspannung aufweisen. Darüber hinaus kann es je nach Größe und Anzahl der Geräte erforderlich sein, DC-Zwischenkreisdrosseln und DC-Sicherungen am Zwischenkreis sowie AC-Drosseln am Netz zu installieren. Für eine solche Konfiguration sind spezifische Überlegungen erforderlich. Zur detaillierten Planung sollte vorab die Abteilung Anwendungskonstruktion von Danfoss kontaktiert werden.

Im zweiten Verfahren wird der Frequenzumrichter ausschließlich von einer DC-Quelle gespeist. Daher gestaltet sich die Konfiguration hier etwas komplizierter. Zunächst wird eine externe DC-Quelle benötigt. Zudem ist eine Vorrichtung zum Vorladen des DC-Bus bei der Netz-Einschaltung erforderlich. Schließlich ist eine Spannungsquelle erforderlich, die die Lüfter im Gerät versorgt. Auch für diese Konfiguration sollte zunächst vorab die Abteilung Anwendungskonstruktion von Danfoss kontaktiert werden.

3.4 Bedienschnittstellen zur Steuerung

3.4.1 Steuerverfahren

Der Frequenzumrichter empfängt Steuersignale von mehreren Quellen.

- LCP Bedieneinheit (Hand-Betrieb)
- Programmierbare Analog-, Digital- und Analog/Digital-Steuerklemmen (Betriebsart Auto)
- RS-485-, USB- oder serielle Kommunikationsschnittstellen (Betriebsart Auto)

Bei ordnungsgemäßer Verdrahtung und Programmierung liefern die Steuerklemmen Istwert, Sollwert und weitere Eingangssignale an den Frequenzumrichter; Ausgangsstatus und Fehlerbedingungen vom Frequenzumrichter, Relais zum Betrieb der Zusatzeinrichtungen und serielle Schnittstelle. Ein Bezugspotential von 24 V steht ebenfalls zur Verfügung. Die Steuerklemmen sind für verschiedene Funktionen programmierbar, indem Sie die Parameteroptionen bis zur Bedieneinheit (LCP) an der Vorderseite des Geräts oder an externen Quellen auswählen. Die meisten Steuerkabel stellt der Kunde bereit, alternativ können Sie sie aber auch ab Werk bestellen.

3.5 Anschlussplan

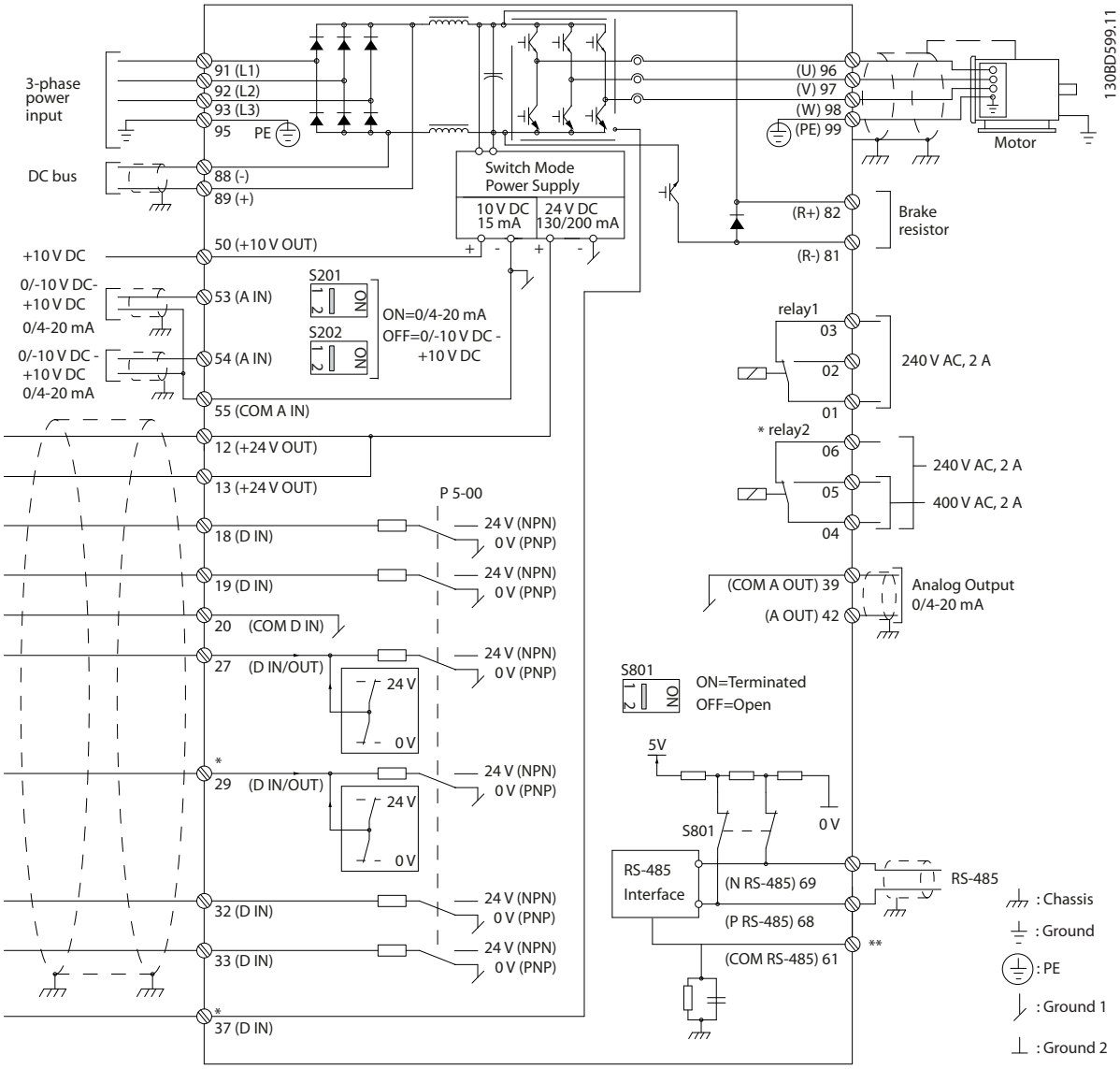
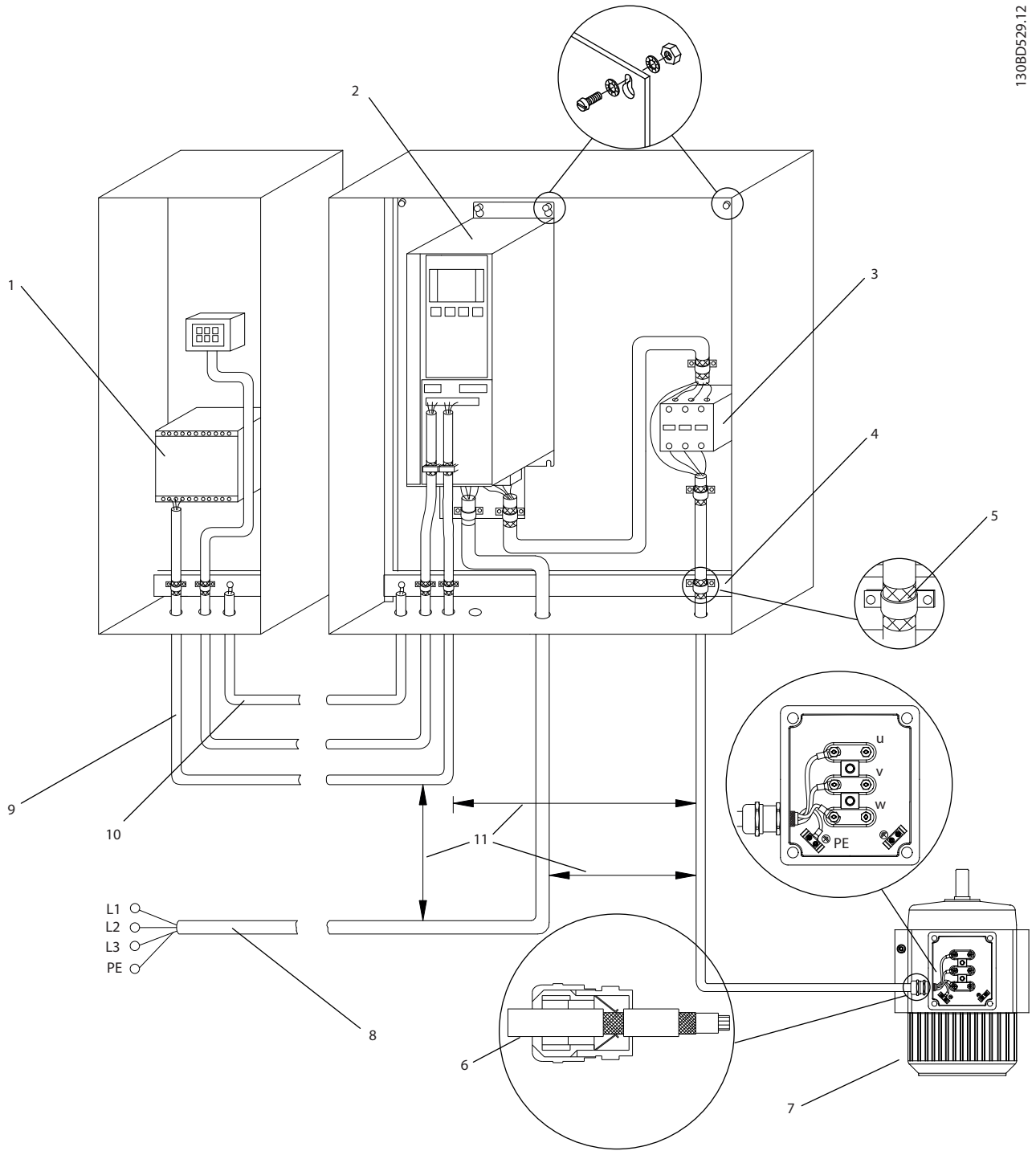


Abbildung 3.2 Anschlussplan des Grundgeräts

A=Analog, D=Digital

*Klemme 37 (optional) wird für Safe Torque Off (sicher abgeschaltetes Moment) verwendet. Installationsanweisungen für das sicher abgeschaltete Moment (Safe Torque Off) finden Sie im Produkthandbuch *Sicher abgeschaltetes Moment (Safe Torque Off) für Danfoss VLT® Frequenzumrichter*. Klemme 37 ist nicht Teil von FC 301 (außer Bauform A1). Relais 2 und Klemme 29 haben im FC 301 keine Funktion.

**Schließen Sie die Abschirmung nicht an.



1	Übergeordnete Steuerung (SPS)	5	Kabelisolierung (abisoliert)	9	Steuerkabel (abgeschirmt)
2	Frequenzumrichter	6	Kabelverschraubung	10	Potentialausgleich min. 16 mm^2
3	Ausgangsschütz	7	Motor, 3-Phasen und PE-Leiter (abgeschirmt)	11	Abstand zwischen Steuerkabel, Motorkabel und Netzkabel (min. 200 mm)
4	Kabelschelle	8	Netz, 3-Phasen und verstärkter PE-Leiter (nicht abgeschirmt)		

Abbildung 3.3 EMV-konformer elektrischer Anschluss

Weitere Informationen zu EMV finden Sie unter *Kapitel 4.1.15 EMV-Konformität*.

HINWEIS

EMV-STÖRUNGEN

Verwenden Sie für Motor- und Steuerleitungen abgeschirmte Kabel und verlegen Sie die Kabel für Netzversorgung, Motor- und Steuerleitungen getrennt. Die Nichtbeachtung dieser Vorgabe kann zu nicht vorgesehenem Verhalten oder reduzierter Leistung der Anlage führen. Ein Mindestabstand von 200 mm zwischen Leistungs- und Motorkabeln sowie Steuerleitungen ist erforderlich.

3.6 PI-Regler

3.6.1 Steuerverfahren

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

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

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

Drehzahlregelung

Es gibt zwei Arten der Drehzahlregelung:

- Drehzahlregelung ohne Istwertrückführung vom Motor (ohne Geber).
- Drehzahlregelung mit Istwertrückführung mit PID-Regelcharakteristik. Eine korrekt optimierte Drehzahlregelung mit Istwertrückführung arbeitet mit einer wesentlich höheren Genauigkeit als eine ohne Istwertrückführung.

Wählt, welcher Eingang zur Rückführung des PID-Drehzahlistwerts in *7-00 Drehgeberrückführung* verwendet werden soll.

Drehmomentregelung

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

- Regelung mit Rückführung im Fluxvektorbetrieb mit Geberrückführung bietet überlegene Leistung in allen vier Quadranten und bei allen Motordrehzahlen.
- VVC+-Betrieb ohne Rückführung. Die Funktion wird in mechanisch robusten Anwendungen verwendet, dabei ist jedoch die Genauigkeit begrenzt. Die Drehmomentfunktion ohne Rückführung funktioniert grundsätzlich nur in einer Drehrichtung. Das Drehmoment wird anhand der internen Strommessung des Frequenzumrichters berechnet.

Drehzahl-/Drehmomentsollwert

Der Sollwert für dieses Regelverhalten kann entweder ein einzelner Sollwert oder die Summe verschiedener Sollwerte einschließlich relativ skalierter Sollwerte sein. Die Sollwertverarbeitung wird ausführlich in *Kapitel 3.7 Sollwertverarbeitung* erklärt.

3

3.6.2 FC 301 vs. FC 302 Steuerverfahren

Der FC 301 ist ein Frequenzumrichter für Anwendungen mit einfachen bis mittleren Anforderungen an Dynamik und Genauigkeit. Das Steuerverfahren basiert auf VVC+ (Voltage Vector Control).
Der FC 301 kann zur Steuerung von Asynchron- sowie PM-Motoren verwendet werden.
Das Strommessprinzip im FC 301 wird mit einer Summenstrommessung im DC-Zwischenkreis oder in der Motorphase realisiert. Der Erdschlussschutz auf Motorseite wird durch eine Schutzbeschaltung an den IGBT gewährleistet.
Das Kurzschlussschutzverhalten beim FC 301 hängt von der Strommessung im positiven DC-Zwischenkreis und dem Entsättigungsschutz mit Rückführung von den 3 unteren IGBT und der Bremse ab.

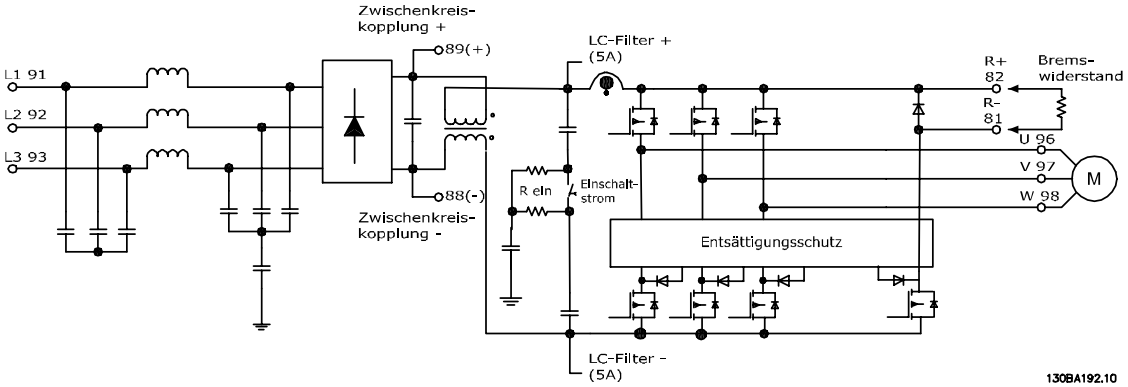


Abbildung 3.4 Steuerverfahren FC 301

Der FC 302 ist ein Hochleistungsfrequenzumrichter mit Servoeigenschaften für anspruchsvolle Anwendungen. Er verfügt über verschiedene Arten von Motorsteuerprinzipien, wie U/f-Sondermotor-Modus, VVC+ oder Fluxvektor-Motorregelung.
Der FC 302 ist in der Lage, permanent erregte Synchronmotoren (bürstenlose Servomotoren) sowie normale Käfigläufer-Asynchronmotoren zu steuern.
Der Kurzschlussschutz beim FC 302 wird von Stromwandlern in allen 3 Motorphasen und einem Entsättigungsschutz mit Rückführung von der Bremse sicher realisiert.

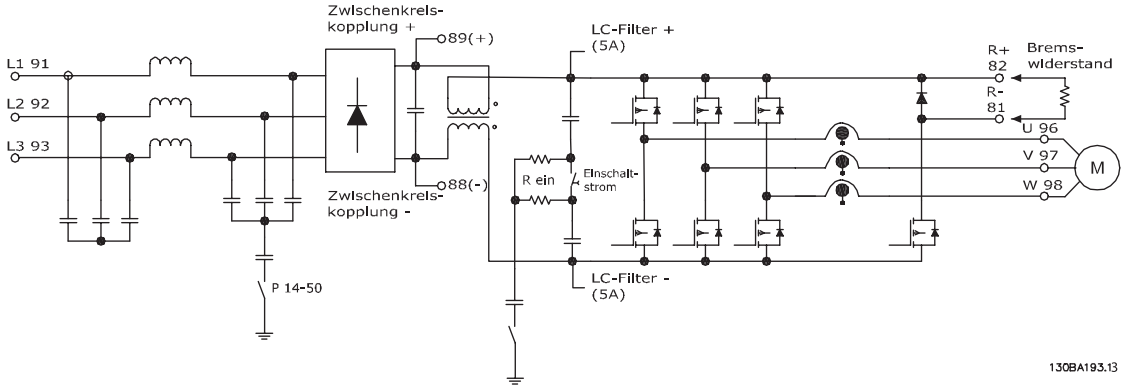


Abbildung 3.5 Steuerverfahren FC 302

3.6.3 Regelungsstruktur in VVC+

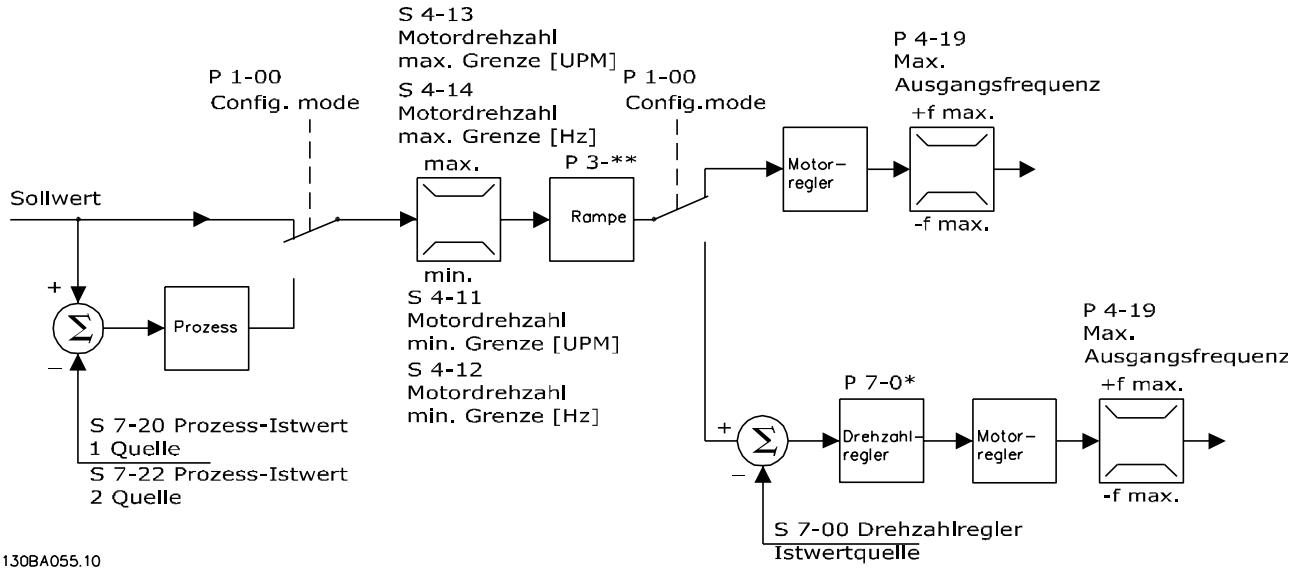


Abbildung 3.6 Regelungsstruktur bei VVC+-Konfigurationen mit und ohne Rückführung

Siehe *Aktive/Inaktive Parameter in verschiedenen Antriebssteuerungsmodi* im *Programmierhandbuch* für eine Übersicht der verfügbaren Steuerungskonfigurationen, je nach Verwendung eines AC-Motors oder Vollpol-PM-Motors. In der in *Abbildung 3.6* gezeigten Konfiguration ist *1-01 Steuerprinzip* auf *[1] VVC+* eingestellt und *1-00 Regelverfahren* auf *[0] Ohne Rückführung*. Der resultierende Sollwert aus dem Sollwertsystem wird in der Rampenbegrenzung und Drehzahlbegrenzung empfangen und durch sie geführt, bevor er an die Motorregelung übergeben wird. Der Ausgang der Motorregelung ist dann zusätzlich durch die maximale Frequenzgrenze beschränkt.

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

Wählen Sie *[3] PID-Prozess* in *1-00 Regelverfahren*, um die Prozess-PID-Regelung zur Regelung mit Rückführung z. B. bei einer Druck- oder Durchflussregelung zu verwenden. Die PID-Prozess-Parameter befinden sich in Parametergruppe *7-2* PID-Prozess Istw.* und *7-3* PID-Prozessregler*.

3

3.6.4 Regelungsstruktur im Fluxvektor ohne Geber (nur FC 302)

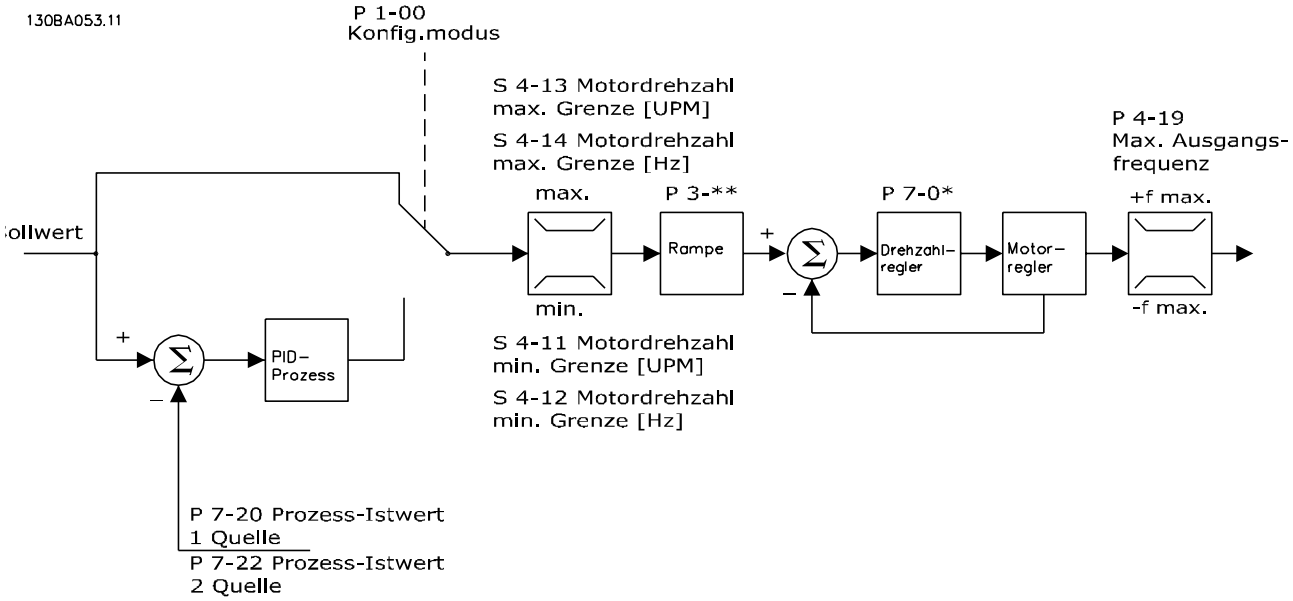


Abbildung 3.7 Regelungsstruktur bei Konfigurationen mit Fluxvektor mit und ohne Geber

Siehe *Aktive/Inaktive Parameter in verschiedenen Antriebssteuerungsmodi* im *Programmierhandbuch* für eine Übersicht der verfügbaren Steuerungskonfigurationen, je nach Verwendung eines AC-Motors oder Vollpol-PM-Motors. In der gezeigten Konfiguration ist *1-01 Steuerprinzip* auf *[2] Fluxvektor ohne Geber* eingestellt und *1-00 Regelverfahren* auf *[0] Ohne Rückführung*. Der resultierende Sollwert aus dem Sollwertsystem wird entsprechend der angegebenen Parametereinstellungen durch die Rampen- und Drehzahlbegrenzungen geführt.

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

Wählen Sie *[3] PID-Prozess* in *1-00 Regelverfahren*, um die Prozess-PID-Regelung zur Regelung mit Rückführung z. B. bei einer Druck- oder Durchflussregelung zu verwenden. Die Parameter für Prozess-PID-Regelung befinden sich in Parametergruppe *7-2* PID-Prozess Istw.* und *7-3* PID-Prozessregler*.

3.6.5 Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber (nur FC 302)

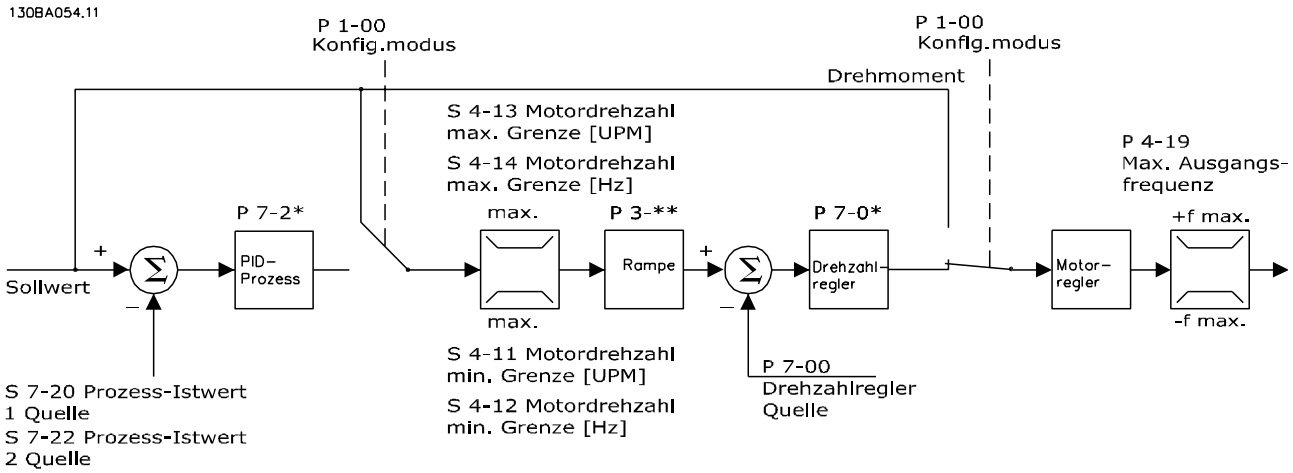


Abbildung 3.8 Regelungsstruktur bei Konfiguration mit Fluxvektor mit Geber (nur bei FC 302 verfügbar)

Siehe *Aktive/Inaktive Parameter in verschiedenen Antriebssteuerungsmodi* im *Programmierhandbuch* für eine Übersicht der verfügbaren Steuerungskonfigurationen, je nach Verwendung eines AC-Motors oder Vollpol-PM-Motors. In der gezeigten Konfiguration ist *1-01 Steuerprinzip* auf *[3] Fluxvektor mit Geber* und *1-00 Regelverfahren* auf *[1] Mit Drehgeber* eingestellt.

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

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

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

Wählen Sie *[3] PID-Prozess* in *1-00 Regelverfahren*, um die PID-Prozessregelung zur Regelung mit Rückführung z. B. bei einer Druck- oder Durchflussregelung zu verwenden.

3.6.6 PID

3.6.6.1 PID-Drehzahlregelung

3

Die PID-Drehzahlregelung erhält ungeachtet der sich ändernden Motorlast eine konstante Motordrehzahl aufrecht.

1-00 Regelverfahren	1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC+	Fluxvektor ohne Geber	Fluxvektor mit Geber
[0] Ohne Rückführung	AKTIV	AKTIV	AKTIV	N.v.
[1] Mit Drehgeber	N.v.	Nicht aktiv	N.v.	AKTIV
[2] Drehmomentregler	N.v.	N.v.	N.v.	Nicht aktiv
[3] PID-Prozess	Nicht aktiv	Nicht aktiv	Nicht aktiv	N.v.
[4] Drehmom. o. Rück.	N.v.	Nicht aktiv	N.v.	N.v.
[5] Wobbel	Nicht aktiv	Nicht aktiv	Nicht aktiv	Nicht aktiv
[6] Flächenwickler	Nicht aktiv	Nicht aktiv	Nicht aktiv	N.v.
[7] Erw.PID-Drehz.m.Rück.	Nicht aktiv	Nicht aktiv	Nicht aktiv	N.v.
[8] Erw.PID-Drehz.o.Rück.	N.v.	Nicht aktiv	N.v.	Nicht aktiv

Tabelle 3.1 Steuerkonfigurationen mit aktiver Drehzahlregelung

„N.v." bedeutet, dass der Modus nicht verfügbar ist. „Nicht aktiv" bedeutet, dass der Modus verfügbar ist, aber die Drehzahlregelung in diesem Modus nicht aktiv ist.

HINWEIS

Die PID-Drehzahlregelung funktioniert mit der Standard-Parametereinstellung (Werkseinstellungen), Sie sollten sie jedoch zur Optimierung der Motorsteuerung anpassen. Insbesondere das Potential der beiden Verfahren zur Flux-Motorsteuerung hängt stark von der richtigen Einstellung ab.

Tabelle 3.2 fasst alle Eigenschaften zusammen, die für die Drehzahlregelung konfiguriert werden können. Siehe *VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 Programmierhandbuch* für detaillierte Informationen zur Programmierung.

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Funktionsbeschreibung
7-00 Drehgeberrückführung	Legt den Eingang fest, von der der PID-Drehzahlregler den Istwert erhalten soll.
7-02 Drehzahlregler P-Verstärkung	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
7-03 Drehzahlregler I-Zeit	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
7-04 Drehzahlregler D-Zeit	Liefert Zuwachs proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.
7-05 Drehzahlregler D-Verstärk./ Grenze	Kommt es in einer Anwendung zu sehr schnellen Änderungen des Soll- oder Istwertes, so kann der Differentiator rasch zum Überschwingen neigen. Er reagiert auf Änderungen der Regelabweichung. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die Differentiationsverstärkung aus. Sie können die Differentiationszeit daher begrenzen, so dass sowohl eine angemessene Differentiationszeit bei langsamen Änderungen als auch eine angemessene Verstärkung bei schnellen Änderungen eingestellt werden kann.
7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit	Ein Tiefpassfilter, das Schwingungen auf dem Istwertsignal dämpft und die stationäre Leistung verbessert. Bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Drehzahlregelung ab. Einstellungen von Parameter 7-06 aus der Praxis anhand der Anzahl von Pulsen pro Umdrehung am Drehgeber (PPR):
	Drehgeber-PPR / **7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit** 512 / 10 ms 1024 / 5 ms 2048 / 2 ms 4096 / 1 ms
7-07 Drehzahlregler Getriebefaktor	Der Frequenzumrichter multipliziert den Drehzahlistwert mit diesem Verhältnis.
7-08 Drehzahlregler Vorsteuerung	Das Sollwertsignal umgeht den Drehzahlregler mit dem angegebenen Wert. Diese Funktion erhöht die dynamische Leistung der Drehzahlregelschleife.
7-09 Speed PID Error Correction w/ Ramp	Der Drehzahlfehler zwischen Rampe und aktueller Geschwindigkeit wird mit der Einstellung in diesem Parameter verglichen. Wenn der Drehzahlfehler diesen Parametereintrag übersteigt, wird er über einen Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsvorgang auf kontrollierte Weise korrigiert.

Tabelle 3.2 Relevante Parameter für die Drehzahlregelung

Nehmen Sie die Programmierung in der genannten Reihenfolge vor (siehe Erläuterung der Einstellungen im *Programmierhandbuch*)

In *Tabelle 3.3* wird davon ausgegangen, dass für alle anderen Parameter und Schalter die Werkseinstellung verwendet wird.

Funktion	Parameter	Einstellung
1) Stellen Sie sicher, dass der Motor einwandfrei läuft. Gehen Sie wie folgt vor:		
Stellen Sie die Motorparameter mit Hilfe der Daten vom Typenschild ein	1-2*	Siehe Motor-Typenschild
Führen Sie eine Automatische Motoranpassung durch	1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Aktivieren Sie die komplette AMA
2) Prüfen Sie, ob der Motor läuft und der Drehgeber ordnungsgemäß angeschlossen ist. Gehen Sie wie folgt vor:		
Drücken Sie die Taste [Hand On] am LCP. Prüfen Sie, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht (nachfolgend „positive Richtung" genannt).		Stellen Sie einen positiven Sollwert ein.
Gehen Sie zu *16-20 Rotor-Winkel*. Drehen Sie den Motor langsam in die positive Richtung. Das Drehen muss so langsam erfolgen (nur wenige U/min), dass Sie feststellen können, ob der Wert in *16-20 Rotor-Winkel* zu- oder abnimmt.	16-20 Rotor-Winkel	N.v. (Anzeigeparameter) Anmerkung: Ein ansteigender Wert läuft bei 65535 über und startet erneut bei 0.
Wenn *16-20 Rotor-Winkel* abnimmt, ändern Sie die Drehgeberrichtung in *5-71 Kl. 32/33 Drehgeber Richtung*.	5-71 Kl. 32/33 Drehgeber Richtung	[1] Linkslauf (wenn *16-20 Rotor-Winkel* ansteigt)

Funktion	Parameter	Einstellung
3) Stellen Sie sicher, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf sichere Werte eingestellt sind		
Stellen Sie zulässige Grenzwerte für die Sollwerte ein.	3-02 Minimaler Sollwert 3-03 Maximaler Sollwert	0 U/min (Werkseinstellung) 1500 U/min (Werkseinstellung)
Stellen Sie sicher, dass die Rampeneinstellungen innerhalb des Leistungsbereichs des Frequenzumrichters liegen und zulässigen Spezifikationen für den Anwendungsbetrieb entsprechen.	3-41 Rampenzeit Auf 1 3-42 Rampenzeit Ab 1	Werkseinstellung Werkseinstellung
Stellen Sie zulässige Grenzwerte für die Motordrehzahl und -frequenz ein.	4-11 Min. Drehzahl [UPM] 4-13 Max. Drehzahl [UPM] 4-19 Max. Ausgangsfrequenz	0 U/min (Werkseinstellung) 1500 U/min (Werkseinstellung) 60 Hz (Werkseinstellung 132 Hz)
4) Konfigurieren Sie die Drehzahlregelung und wählen Sie das Verfahren für die Motorsteuerung.		
Aktivierung der Drehzahlregelung	*1-00 Regelverfahren*	[1] Mit Drehgeber
Auswahl des Steuerprinzips	1-01 Steuerprinzip	[3] Fluxvektor mit Geber
5) Konfigurieren und skalieren Sie den Sollwert für den Drehzahlregler		
Stellen Sie Analogeingang 53 als variablen Sollwert ein	3-15 Variabler Sollwert 1	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
Skalieren Sie den Analogeingang 53 0 UPM (0 V) auf 1500 UPM (10 V)	6-1*	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
6) Konfigurieren Sie das Signal des 24V/HTL-Drehgebers als Istwert für die Motorsteuerung und die Drehzahlregelung		
Stellen Sie Digitaleingang 32 und 33 als HTL-Drehgebereingänge ein	5-14 Klemme 32 Digitaleingang 5-15 Klemme 33 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion (Werkseinstellung)
Wählen Sie Klemme 32/33 als Motor-Istwert	1-02 Drehgeber Anschluss	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
Wählen Sie Klemme 32/33 als Drehgeberrückführung	7-00 Drehgeberrückführung	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
7) Stellen Sie die Parameter für die PID-Drehzahlregelung ein		
Verwenden Sie ggf. die Einstellungsanweisungen oder stellen Sie manuell ein	7-0*	Siehe Anweisungen
8) Speichern Sie abschließend		
Speichern Sie die Parametereinstellung im LCP	0-50 LCP-Kopie	[1] Speichern in LCP

Tabelle 3.3 Programmierreihenfolge

3.6.6.2 Optimieren des PID-Drehzahlreglers

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

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

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

HINWEIS

***1-20 Motornennleistung [kW]* ist die Motorleistung in [kW] (d. h. für die Berechnung „4" kW anstatt „4000" W verwenden).**

Ein praktischer Wert für die Bandbreite ist 20 rad/s. Prüfen Sie das Ergebnis der Berechnung von *7-02 Drehzahlregler P-Verstärkung* mit der folgenden Formel (nicht erforderlich bei einem hochauflösenden Istwert wie z. B. einem SinCos-Istwert):

$$Par.\ 7-02 MAX = \frac{0.01\ x\ 4\ x\ Drehgeber\text{–}\ Auflösung\ x\ Par.\ 7-06}{2\ x\ \pi}\ x$$

Max. Drehmoment Rippel [%]

Ein empfohlener Ausgangswert für *7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit* ist 5 ms (eine niedrigere Drehgeberauf-

lösung erfordert einen höheren Filterwert). Normalerweise ist ein max. Drehmomentrippel von 3 % zulässig. Für Inkrementalgeber finden Sie die Drehgeberauflösung in *5-70 Kl. 32/33 Drehgeber Aufl. [Pulse/U]* (24V HTL bei Standard-Frequenzumrichter) oder *17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U]* (5 V TTL für Drehgeber-Option MCB 102).

Generell wird die passende Obergrenze von *7-02 Drehzahlregler P-Verstärkung* anhand der Drehgeberauflösung und der Istwert-Filterzeit ermittelt. Andere Faktoren in der Anwendung können den *7-02 Drehzahlregler P-Verstärkung* jedoch auf einen niedrigeren Wert begrenzen.

Zum Minimieren der Übersteuerung können Sie *7-03 Drehzahlregler I-Zeit* (je nach Anwendung) auf ca. 2,5 Sek. einstellen.

Stellen Sie *7-04 Drehzahlregler D-Zeit* auf 0 ein, bis alle anderen Einstellungen vorgenommen wurden. Sie können ggf. experimentieren und diese Einstellung in kleinen Schritten ändern.

3.6.6.3 PID-Prozessregler

Mit dem PID-Prozessregler können Sie Anwendungsparameter steuern, die mit einem Sensor messbar sind (d. h. Druck, Temperatur, Fluss) und vom angeschlossenen Motor über eine Pumpe, einen Lüfter oder ein anderes Gerät beeinflusst werden können.

Tabelle 3.4 zeigt die Konfigurationen, bei denen die Prozessregelung möglich ist. Wenn ein Verfahren der Flux-Vektorsteuerung verwendet wird, ist zu beachten, dass Sie auch die Parameter für den PID-Drehzahlregler einstellen müssen. Lesen Sie *Kapitel 3.6 PI-Regler*, um zu sehen, wo die Drehzahlregelung aktiviert ist.

1-00 Regelverfahren	**1-01 Steuerprinzip**			
	U/f	**VVC+**	**Fluxvektor ohne Geber**	**Fluxvektor mit Geber**
[3] PID-Prozess	Nicht aktiv	PID-Prozess	Prozess und Drehzahl	Prozess und Drehzahl

Tabelle 3.4 Steuerungskonfigurationen mit Prozessregelung

HINWEIS

Die PID-Prozessregelung funktioniert mit der Standard-Parametereinstellung, sollte jedoch zur Optimierung der Anwendungssteuerung angepasst werden. Insbesondere das Potential der beiden Verfahren zur Flux-Motorsteuerung hängt stark von der richtigen Einstellung der PID-Drehzahlregelung (vor dem Einstellen der PID-Prozessregelung) ab.

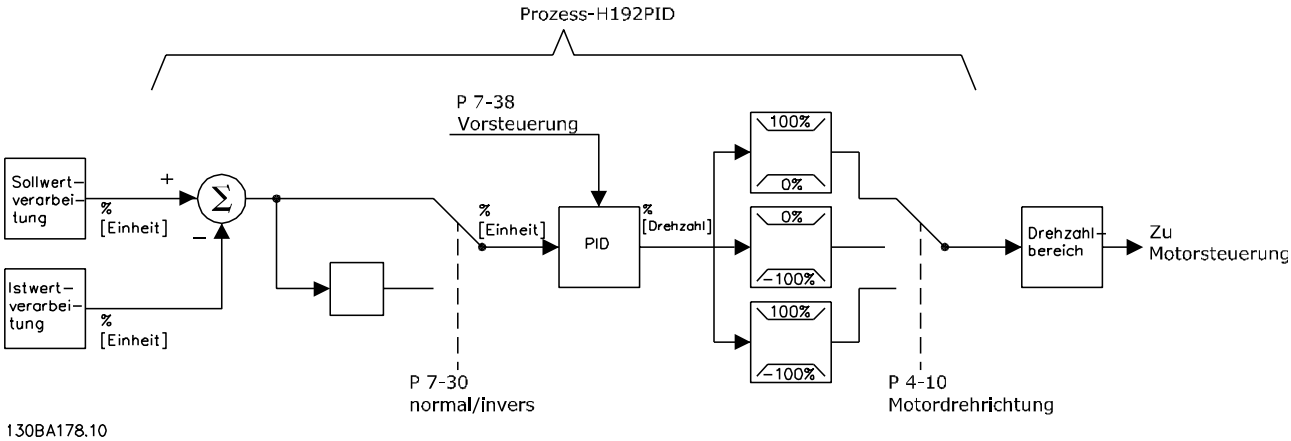


Abbildung 3.9 Diagramm für PID-Prozessregler

Tabelle 3.5 fasst alle Eigenschaften zusammen, die für die Prozessregelung konfiguriert werden können.

Parameter	**Funktionsbeschreibung**
7-20 PID-Prozess Istwert 1	Legt den Eingang (Analog oder Puls) fest, von dem die PID-Prozessregelung den Istwert erhalten soll.
7-22 PID-Prozess Istwert 2	Gegebenenfalls: Legt fest, ob (und von woher) die PID-Prozessregelung ein zusätzliches Istwertsignal erhält. Wenn ein weiterer Istwertanschluss ausgewählt wurde, werden die beiden Istwertsignale vor der Verwendung im PID-Prozessregler addiert.

Parameter	Funktionsbeschreibung
7-30 Auswahl Normal-/Invers-Regelung	Im Betriebsmodus *[0] Normal* reagiert die Prozessregelung mit einer Erhöhung der Motordrehzahl, wenn der Istwert den Sollwert unterschreitet. In der gleichen Situation, jedoch im Betriebsmodus *[1] Invers*, reagiert die Prozessregelung stattdessen mit einer abnehmenden Motordrehzahl.
7-31 PID-Prozess Anti-Windup	Die Anti-Windup-Funktion bewirkt, dass im Falle des Erreichens einer Frequenz- oder Drehmomentgrenze der Integrator auf eine Verstärkung eingestellt wird, die der aktuellen Frequenz entspricht. So vermeiden Sie, dass bei einer Abweichung, die mit einer Drehzahländerung ohnehin nicht auszugleichen wäre, weiter integriert wird. Sie können die Funktion durch Auswahl von *[0] Aus* deaktivieren.
7-32 PID-Prozess Reglerstart bei	In einigen Anwendungen kann das Erreichen der gewünschten Drehzahl bzw. des Sollwerts sehr lange dauern. Bei solchen Anwendungen kann es von Vorteil sein, eine Motorfrequenz festzulegen, auf die der Frequenzumrichter den Motor ungeregelt hochfahren soll, bevor die Prozessregelung aktiviert wird. Dies erfolgt durch Festlegen eines Werts für PID-Prozess Reglerstart in *7-32 PID-Prozess Reglerstart bei*.
7-33 PID-Prozess P-Verstärkung	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
7-34 PID-Prozess I-Zeit	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
7-35 PID-Prozess D-Zeit	Liefert Zuwachs proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.
7-36 PID-Prozess D-Verstärkung/Grenze	Kommt es in einer Anwendung zu sehr schnellen Änderungen des Soll- oder Istwertes, so kann der Differentiator rasch zum Überschwingen neigen. Er reagiert auf Änderungen der Regelabweichung. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die Differentiationsverstärkung aus. Sie können die D-Verstärkung daher begrenzen, um eine angemessene Differentiationszeit für langsame Änderungen einzustellen.
7-38 PID-Prozess Vorsteuerung	In Anwendungen mit einer ausgeglichenen (und in etwa linearen) Beziehung zwischen dem Sollwert und der dafür erforderlichen Motordrehzahl können Sie die Dynamik der Regelung gegebenenfalls mit Hilfe der Vorsteuerung steigern.
5-54 Pulseingang 29 Filterzeit (Pulseingang 29), 5-59 Pulseingang 33 Filterzeit (Pulseingang 33), 6-16 Klemme 53 Filterzeit (Analogeingang 53), 6-26 Klemme 54 Filterzeit (Analogeingang 54) 6-36 Klemme X30/11 Filterzeit 6-46 Klemme X30/12 Filterzeit 35-46 Term. X48/2 Filter Time Constant	Sofern beim Istwertsignal Rippelströme bzw. -spannungen auftreten, können diese mit Hilfe eines Tiefpassfilters gedämpft werden. Diese Zeitkonstante ist ein Ausdruck für eine Drehzahlgrenze der Rippel, die beim Istwertsignal auftreten. Beispiel: Ist das Tiefpassfilter auf 0,1 s eingestellt, so ist die Eckfrequenz 10 RAD/s, (Kehrwert von 0,1 s), was (10/(2 x π)) = 1,6 Hz entspricht. Dies führt dazu, dass alle Ströme/Spannungen, die um mehr als 1,6 Schwingungen pro Sekunde schwanken, herausgefiltert werden. Es wird also nur ein Istwertsignal geregelt, das mit einer Frequenz (Drehzahl) von unter 1,6 Hz schwankt. Das Tiefpassfilter verbessert die stationäre Leistung, bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung des PID-Prozessreglers ab.

Tabelle 3.5 Relevante Parameter für die Prozessregelung

3.6.6.4 Erweiterte PID-Regelung

Informationen zu erweiterten PID-Regelparametern finden Sie im *VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 Programmierhandbuch*

3.6.7 Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC+

Wenn der Motorstrom bzw. das Motordrehmoment die in *4-16 Momentengrenze motorisch*, *4-17 Momentengrenze generatorisch* und *4-18 Stromgrenze* festgelegten Drehmomentgrenzen überschreitet, wird die integrierte Stromgrenzenregler aktiviert.

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

3.6.8 Handsteuerung (Hand On) und Fernsteuerung (Auto On)

Der Frequenzumrichter kann vor Ort manuell über das LCP oder im Fernbetrieb über Analog- und Digitaleingänge oder die serielle Bus-Schnittstelle gesteuert werden. Falls in *0-40 [Hand On]-LCP Taste*, *0-41 [Off]-LCP Taste*, *0-42 [Auto*

On]-LCP Taste und *0-43 [Reset]-LCP Taste* gestattet, können Sie den Frequenzumrichter mit den LCP-Tasten [Hand On] und [Off] steuern. Sie können Alarme über die [Reset]-Taste quittieren. Nach Drücken der [Hand On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Hand-Betrieb und verwendet standardmäßig den Ortsollwert, den Sie mithilfe der Navigationstasten am LCP einstellen können.

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

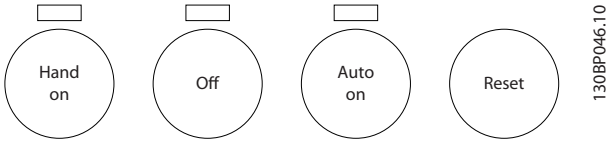


Abbildung 3.10 Bedientasten

Aktiver Sollwert und Regelverfahren

Der aktive Sollwert kann der Ortsollwert oder Fernsollwert sein.

In *3-13 Sollwertvorgabe* können Sie den Ortsollwert durch Auswahl von *[2] Ort* permanent auswählen.
Dies ist unabhängig davon, ob sich der Frequenzumrichter im Auto-Betrieb oder im Hand-Betrieb befindet. Durch Auswahl von *[0] Umschalt. Hand/Auto* (Werkseinstellung) hängt die Sollwertvorgabe von der aktiven Betriebsart ab (Hand-Betrieb oder Auto-Betrieb).

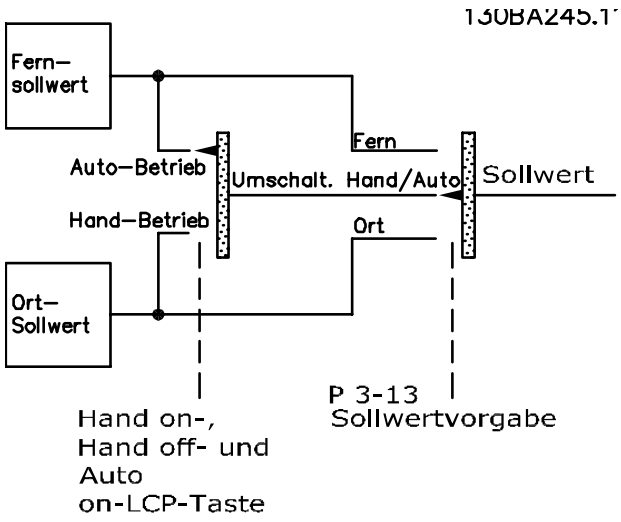


Abbildung 3.11 Aktiver Sollwert

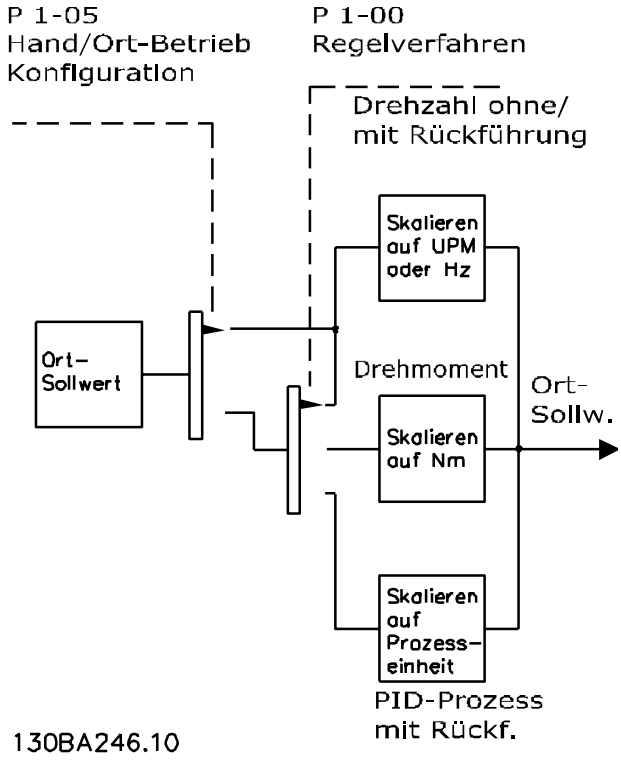


Abbildung 3.12 Regelverfahren

[Hand On] [Auto on]-Tasten	3-13 Sollwert-vorgabe	Aktiver Sollwert
Hand	Umschalt. Hand/ Auto	Ort
Hand ⇒ Off	Umschalt. Hand/ Auto	Ort
Auto	Umschalt. Hand/ Auto	Fern
Auto ⇒ Off	Umschalt. Hand/ Auto	Fern
Alle Tasten	Ort	Ort
Alle Tasten	Fern	Fern

Tabelle 3.6 Bedingungen für die Aktivierung von Ort-/Fernsollwerten

1-00 Regelverfahren definiert, welches Regelverfahren (d. h., Drehzahl, Drehmoment oder PID-Prozess) bei Fern-Betrieb angewendet werden soll. *1-05 Hand/Ort-Betrieb Konfiguration* definiert, welches Regelverfahren bei Hand (Ort)-Betrieb angewendet werden soll. Einer von beiden ist immer aktiv, es können jedoch nicht beide gleichzeitig aktiv sein.

3.7 Sollwertverarbeitung

3.7.1 Sollwerteinstellung

Analogsollwert
Ein an Eingang 53 oder 54 angelegtes Analogsignal. Das Signal kann entweder Spannung 0-10 V (FC 301 und FC 302) oder -10 to +10 V (FC 302), Stromsignal 0-20 mA oder 4-20 mA sein.

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

Festsollwert
Ein definierter Festsollwert, einstellbar zwischen -100 % und +100 % des Sollwertbereichs. Sie können bis zu 8 Festsollwerte über die Digitaleingänge auswählen.

Pulssollwert
Ein an Klemme 29 oder 33 angelegter Pulssollwert, ausgewählt durch *5-13 Klemme 29 Digitaleingang* oder *5-15 Klemme 33 Digitaleingang [32] Pulseingang*. Die Skalierung erfolgt in Parametergruppe *5-5* Pulseingänge*.

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

Ref_{MIN}
Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 0 % (normalerweise 0 V, 0 mA, 4 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in *3-02 Minimaler Sollwert* eingestellte minimale Sollwert.

Ortsollwert
Der Ortsollwert ist aktiv, wenn der Frequenzumrichter mit aktiver [Hand on]-Taste betrieben wird. Den Sollwert können Sie über die Navigationstasten [▲]/[▼] und [◄]/[►] einstellen.

Fernsollwert
Abbildung 3.13 zeigt das Sollwertsystem zur Berechnung des Fernsollwerts.

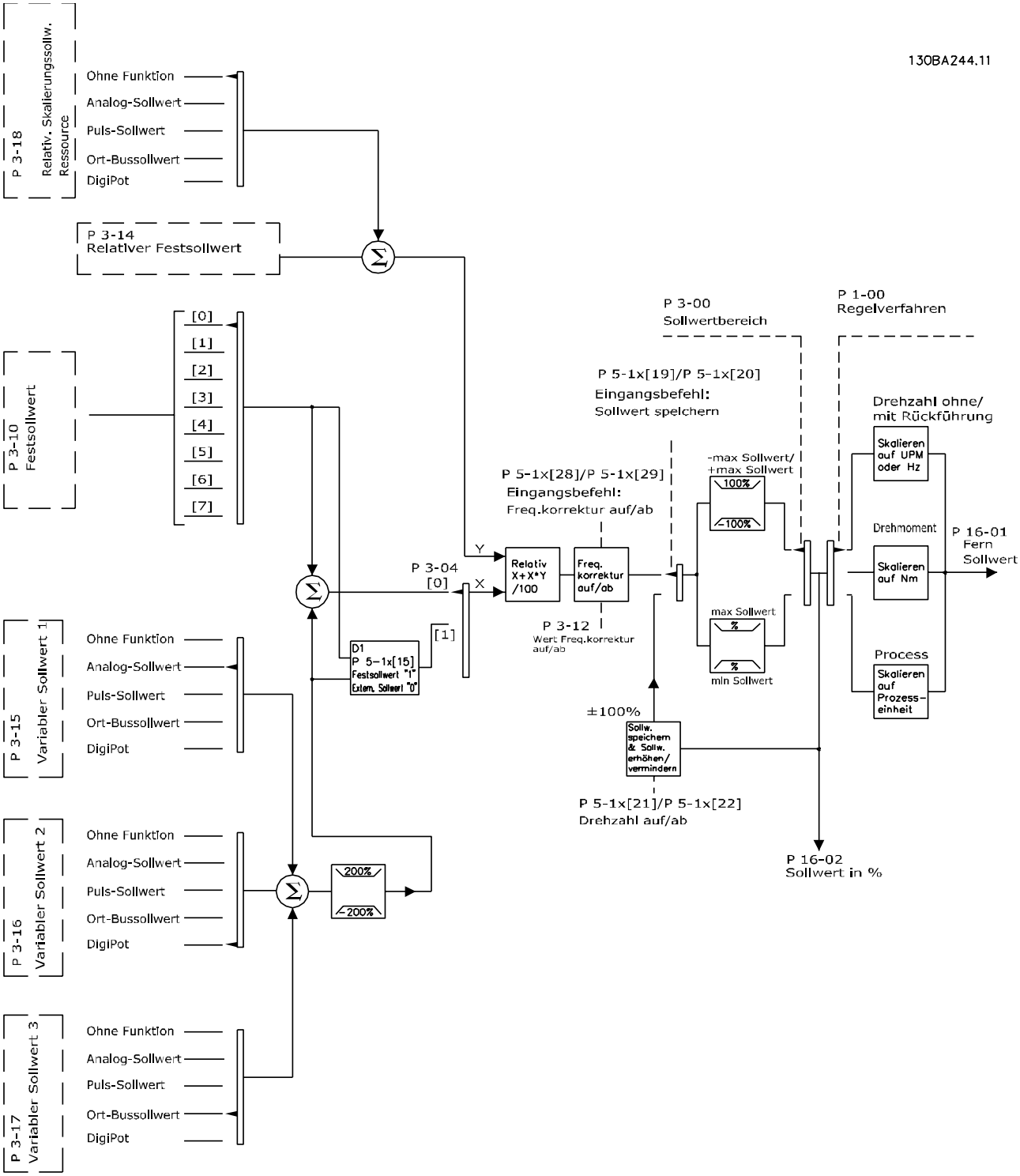


Abbildung 3.13 Fernsollwert

Der Fernsollwert wird bei jedem Abtastintervall berechnet und besteht anfänglich aus 2 Arten von Sollwerteingängen:

1. X (der aktuelle Sollwert): Eine Summe (siehe *3-04 Sollwertfunktion*) von bis zu vier extern ausgewählten Sollwerten, bestehend aus einer beliebigen Kombination (bestimmt durch die Einstellung von *3-15 Variabler Sollwert 1*, *3-16 Variabler Sollwert 2* und *3-17 Variabler Sollwert 3*) eines Festsollwerts (*3-10 Festsollwert*), variabler Analogsollwerte, variabler Digitalsollwerte und verschiedener serieller Bussollwerte in einer beliebigen Einheit, in welcher der

3

Frequenzumrichter gesteuert wird ([Hz], [UPM], [Nm] usw.).

2. Y (der relative Sollwert): Eine Summe eines Festsollwerts (*3-14 Relativer Festsollwert*) und eines variablen Analogsollwerts (*3-18 Relativ. Skalierungssollw. Ressource*) in [%].

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

3.7.2 Sollwertgrenzen

3-00 Sollwertbereich, *3-02 Minimaler Sollwert* und *3-03 Maximaler Sollwert* definieren zusammen den zulässigen Bereich der Summe aller Sollwerte. Die Summe aller Sollwerte wird bei Bedarf begrenzt. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (nach der Befestigung) und der Summe aller Sollwerte wird in *Abbildung 3.14* gezeigt.

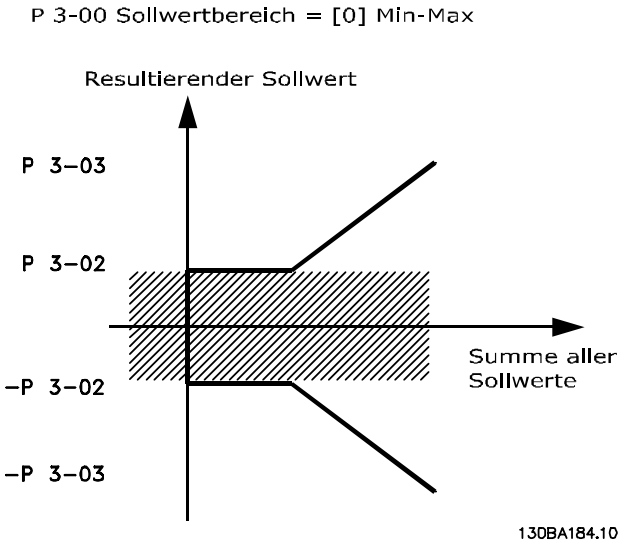


Abbildung 3.14 Beziehung zwischen resultierendem Sollwert und der Summe aller Sollwerte

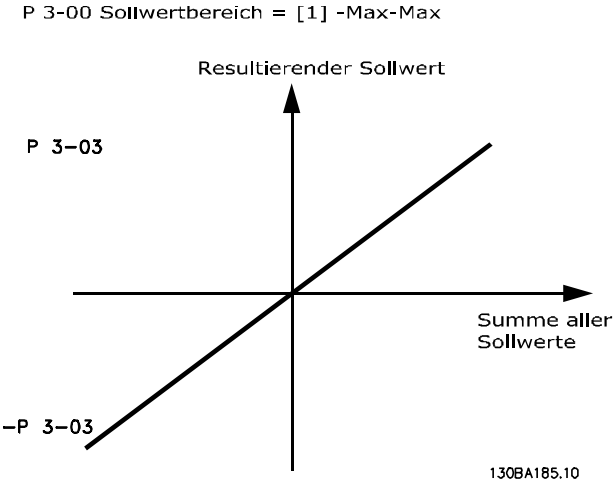


Abbildung 3.15 Resultierender Sollwert

Der Wert von *3-02 Minimaler Sollwert* kann nicht unter 0 eingestellt werden, sofern *1-00 Regelverfahren* nicht auf *[3] PID-Regler* eingestellt ist. In diesem Fall ergibt sich das Verhältnis zwischen dem resultierenden Sollwert (nach der Befestigung) und der Summe aller Sollwerte wie in *Abbildung 3.16* gezeigt.

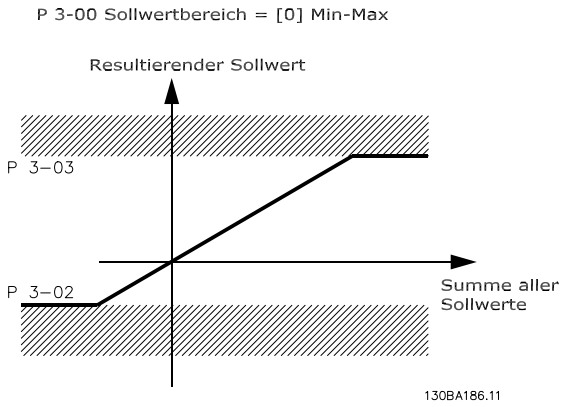


Abbildung 3.16 Summe aller Sollwerte bei Einstellung von *1-00 Regelverfahren* auf *[3] PID-Regler*

3.7.3 Skalierung von Festsollwerten und Bussollwerten

Festsollwerte werden gemäß den folgenden Regeln skaliert:

- Wenn *3-00 Sollwertbereich*: [0] Min. bis Max. ist, entspricht ein Sollwert von 0 % dem Wert 0 [Einheit], wobei eine beliebige Einheit (UPM, m/s, bar usw.) zulässig ist, und ein Sollwert von 100 % entspricht dem Maximum (abs. *3-03 Maximaler Sollwert*), abs (*3-02 Minimaler Sollwert*)).
- Wenn *3-00 Sollwertbereich*: [1] -Max. bis +Max. ist, entspricht der Sollwert 0 % dem Wert 0 [Einheit], der Sollwert -100 % entspricht dem Sollwert -

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

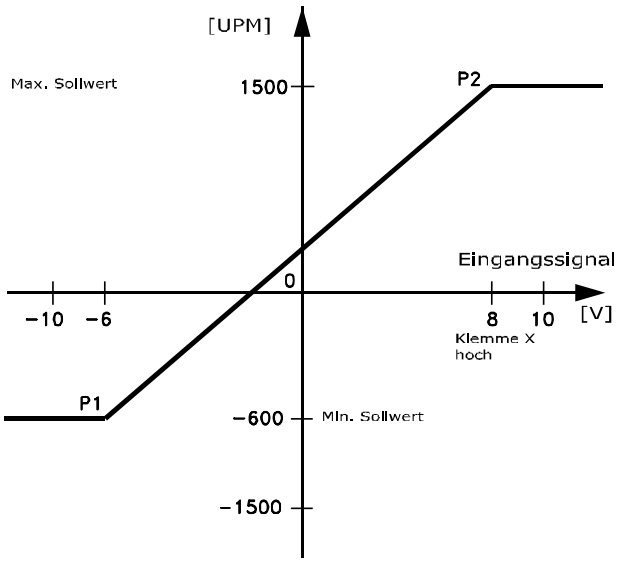
Max. und der Sollwert 100 % entspricht dem Sollwert Max.

Bussollwerte werden gemäß den folgenden Regeln skaliert:

- Wenn *3-00 Sollwertbereich*: [0] Min bis Max. eingestellt ist, gilt für eine maximale Auflösung des Bussollwerts folgende Busskalierung: der Sollwert 0 % entspricht dem min. Sollwert und der Sollwert 100 % entspricht dem max. Sollwert.
- Wenn *3-00 Sollwertbereich*: [1] -Max. bis +Max., entspricht der Sollwert -100 % dem Sollwert -Max. und der Sollwert 100 % entspricht dem Sollwert Max.

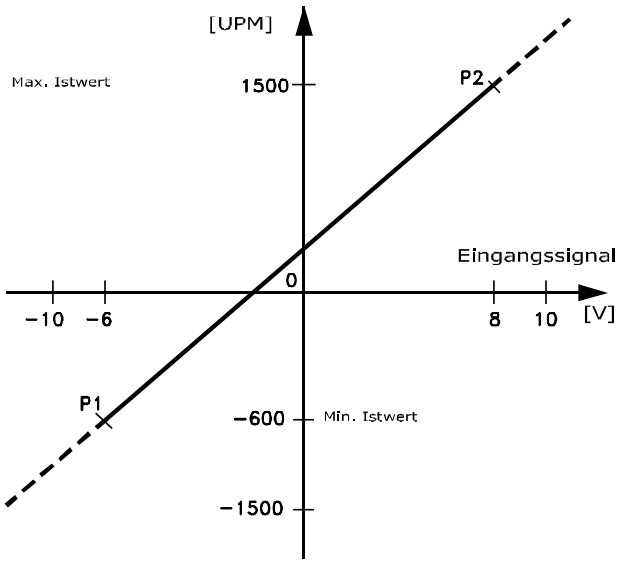
3.7.4 Skalierung von Analog- und Pulssollwerten und Istwert

Soll- und Istwerte werden auf gleiche Weise von Analog- und Pulseingängen skaliert. Einziger Unterschied ist, dass Sollwerte, die über oder unter den angegebenen „Endpunkten" liegen (P1 und P2 in *Abbildung 3.17*), eingegrenzt werden, während dies bei Istwerten nicht der Fall ist.



130BA181.10

Abbildung 3.17 Skalierung von Analog- und Pulssollwerten und Istwert



130BA182.10

Abbildung 3.18 Skalierung des Sollwertausgangs

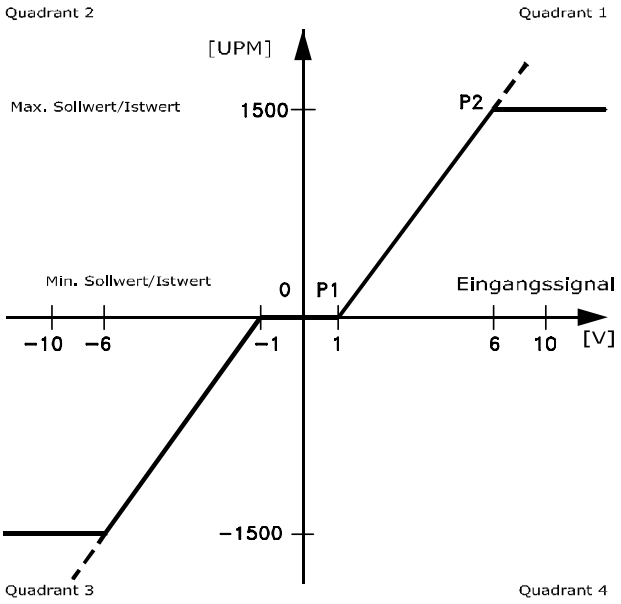
3.7.5 Totzone um Null

In einigen Fällen sollte der Sollwert (gelegentlich auch der Istwert) eine Totzone um Null haben. (Dies stellt sicher, dass die Maschine gestoppt wird, wenn der Sollwert „nahe Null" liegt.)

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

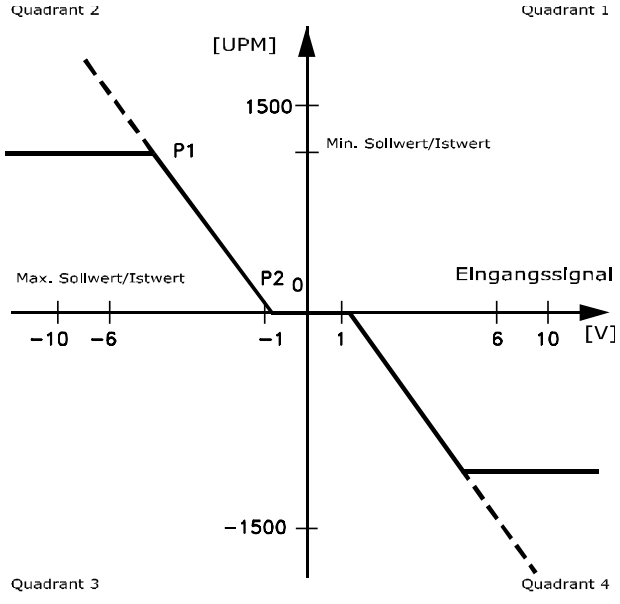
- Der minimale oder maximale Sollwert muss Null sein. Anders ausgedrückt: Entweder P1 oder P2 müssen an der X-Achse in *Abbildung 3.19* angetragen sein.
- Außerdem müssen sich beide Punkte im selben Quadranten befinden.

Die Größe der Totzone wird von P1 oder P2 definiert, wie dies in *Abbildung 3.19* gezeigt wird.



130BA179.10

Abbildung 3.19 Totzone



130BA180.10

Abbildung 3.20 Reversierte Totzone

Somit ergibt sich bei einem Sollwertendpunkt von P1 = (0 V, 0 UPM) keine Totzone. Ein Sollwertendpunkt von beispielsweise P1 = (1 V, 0 UPM) führt jedoch zu einer Totzone von -1 V bis +1 V, sofern Endpunkt P2 in Quadrant 1 oder Quadrant 4 gelegt wird.

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Abbildung 3.21 zeigt die Wirkung der Min.-Max.-Begrenzungen an einem Sollwerteingang.

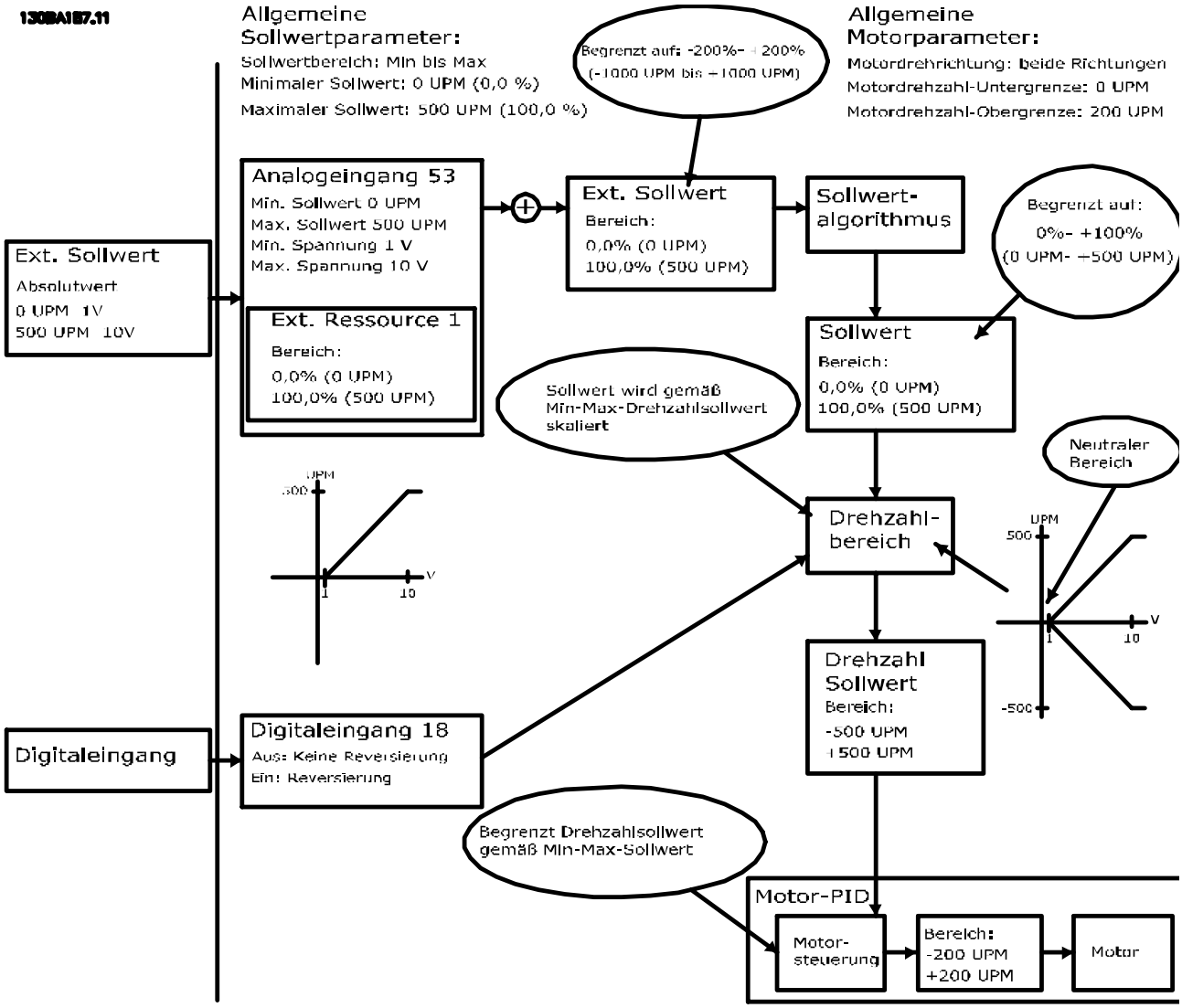


Abbildung 3.21 Positiver Sollwert mit Totzone, Digitaleingang zum Triggern der Reversierung

Abbildung 3.22 zeigt, wie der Sollwerteingang mit Werten, die außerhalb der Grenzen für -Max und +Max liegen, die Unter- und Obergrenzen der Eingänge begrenzt, bevor der externe Sollwert addiert wird. *Abbildung 3.22* zeigt auch, wie der externe Sollwert durch den Sollwertalgorithmus an -Max bis +Max begrenzt wird.

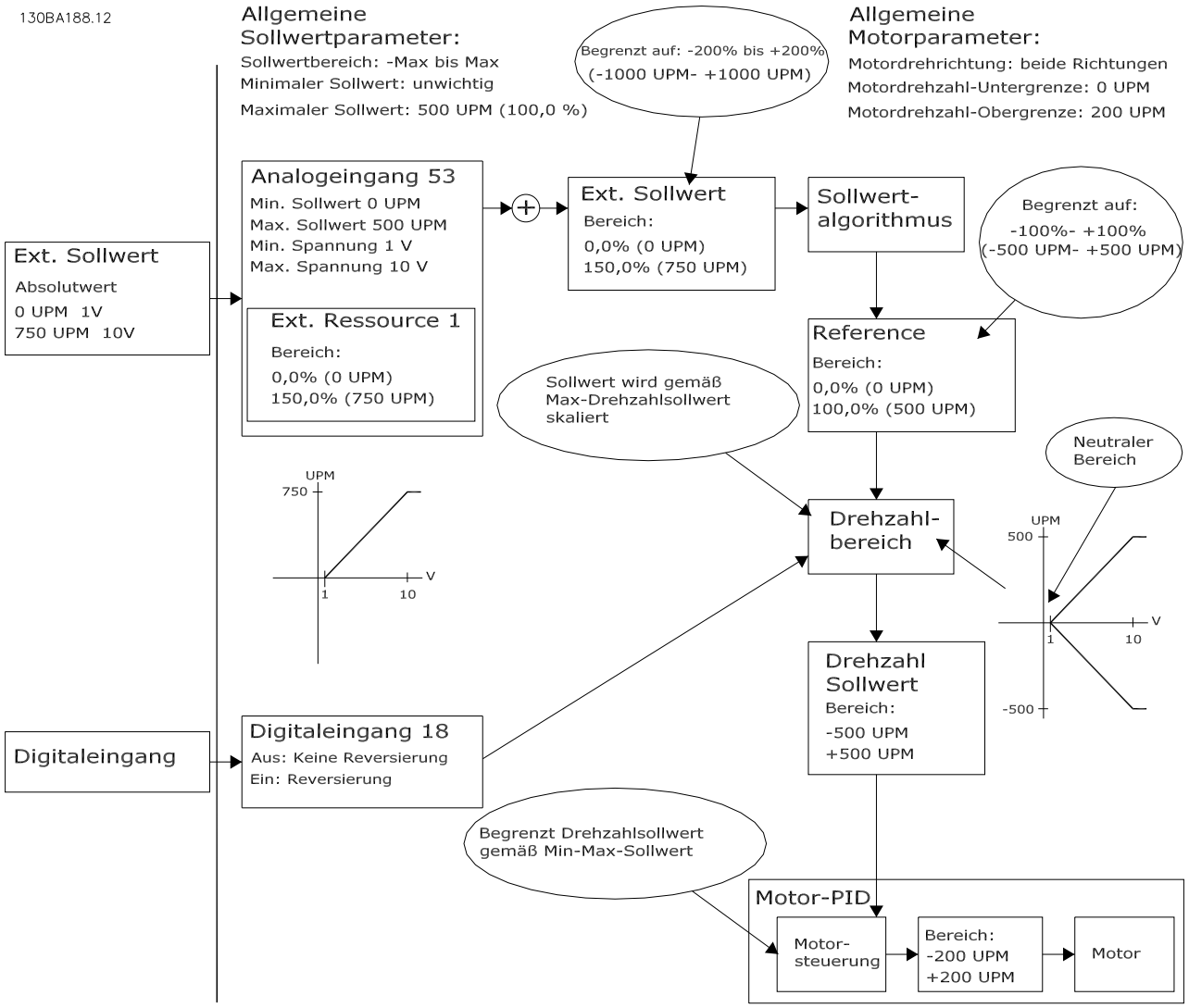


Abbildung 3.22 Positiver Sollwert mit Totzone, Digitaleingang zum Triggern der Reversierung. Begrenzungsregeln

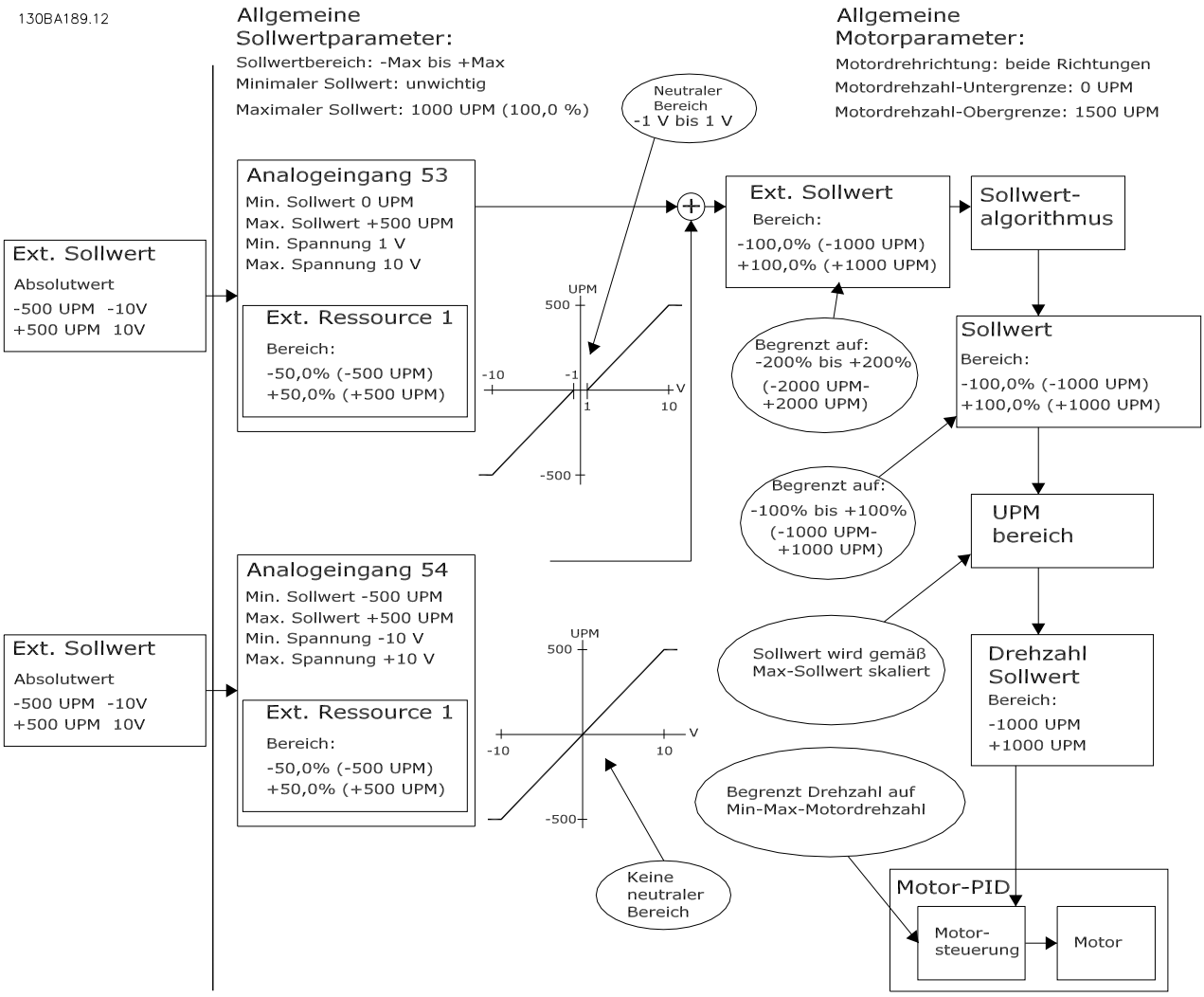


Abbildung 3.23 Bipolarer Sollwert mit Totzone. Vorzeichen bestimmt die Richtung, -Max. bis +Max

4 Produktfunktionen

4.1 Automatisierte Betriebsfunktionen

Diese Funktionen sind aktiv, sobald der Frequenzumrichter in Betrieb ist. Hierfür ist keine Programmierung oder Inbetriebnahme erforderlich. Durch ein Bewusstsein für die Existenz dieser Funktionen kann die Systemauslegung optimiert und ggf. die Integration redundanter Komponenten oder Funktionen vermieden werden.

Der Frequenzumrichter verfügt über eine Reihe von integrierten Schutzfunktionen zum Selbstschutz und zum Schutz des angetriebenen Motors.

4.1.1 Kurzschluss-Schutz

Motor (Phase-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 abgeschaltet, sobald sein Kurzschlussstrom den zulässigen Wert (Alarm 16 Abschaltblockierung) überschreitet.

Netzseite
Ein ordnungsgemäß arbeitender Frequenzumrichter begrenzt die Stromaufnahme vom Netz. Wir empfehlen, versorgungsseitig Sicherungen und/oder Trennschalter als Schutz für den Fall einer Bauteilstörung im Inneren des Frequenzumrichters zu verwenden (erster Fehler). Siehe *Kapitel 9.3 Netzanschluss* für weitere Informationen.

HINWEIS

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

Bremswiderstand
Der Frequenzumrichter ist vor Kurzschlüssen im Bremswiderstand geschützt.

Zwischenkreiskopplung
Installieren Sie zum Schutz des DC-Busses gegen Kurzschlüsse sowie des Frequenzumrichters gegen Überlast DC-Sicherungen in Reihe an den Zwischenkreiskopplungen aller angeschlossenen Geräte. Siehe *Kapitel 9.6.3 Zwischenkreiskopplung* für weitere Informationen.

4.1.2 Überspannungsschutz

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

- Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h., die Last „erzeugt" Energie.
- Während der Verzögerung („Rampe ab"), bei hohem Trägheitsmoment, niedriger Reibung und zu kurzer Rampenzeit, um die Energie als Verlust an Frequenzumrichter, Motor und der Installation weitergeben zu können.
- Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung hervorrufen.
- Gegen-EMK durch PM-Motorbetrieb. Bei Freilauf mit hoher Drehzahl kann die Gegen-EMK des PM-Motors möglicherweise die maximale Spannungstoleranz des Frequenzumrichters überschreiten und Schäden verursachen. Der Wert von *4-19 Max. Ausgangsfrequenz* wird automatisch basierend auf einer internen Berechnung anhand des Werts von *1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM*, *1-25 Motornenndrehzahl* und *1-39 Motorpolzahl* berechnet.

HINWEIS

Statten Sie den Frequenzumrichter zur Vermeidung einer Überdrehzahl des Motors (z. B. aufgrund eines übermäßigen Windmühleneffekts) mit einem Bremswiderstand aus.

Sie können die Überspannung mithilfe einer Bremsfunktion (*2-10 Bremsfunktion*) und/oder einer Überspannungssteuerung (*2-17 Überspannungssteuerung*) beseitigen.

Bremsfunktionen
Schließen Sie einen Bremswiderstand ist zur Ableitung der überschüssigen Bremsenergie an. Bei angeschlossenem Bremswiderstand ist beim Bremsen ein höheres Bremsmoment verfügbar.

Die AC-Bremse ist eine Alternative für ein verbessertes Bremsen ohne Verwendung eines Bremswiderstands. Diese Funktion regelt eine Übermagnetisierung des Motors im Generatorbetrieb. Diese Funktion kann die Überspannungssteuerung verbessern. Durch eine Erhöhung der elektronischen Verluste im Motor kann die OVC-Funktion das Bremsmoment erhöhen, ohne die Überspannungsgrenze zu überschreiten.

HINWEIS

Die AC-Bremse ist nicht so effektiv wie das dynamische Bremsen mit einem Widerstand.

Überspannungssteuerung (OVC)
Die Überspannungssteuerung reduziert die Gefahr einer Abschaltung des Frequenzumrichters aufgrund einer Überspannung im Zwischenkreis. Dies wird gewährleistet, indem die Rampe-Ab-Zeit automatisch verlängert wird.

HINWEIS

OVC kann für den PM-Motor mit allen Steuerungskernen, PM VVC+, Flux OL und Flux CL für PM-Motoren aktiviert werden.

HINWEIS

Aktivieren Sie die Überspannungssteuerung nicht bei Hubanwendungen.

4.1.3 Erkennung fehlender Motorphasen

Die Funktion Fehlende Motorphase (*4-58 Motorphasen Überwachung*) ist werkseitig aktiviert, um Beschädigungen des Motors im Falle einer fehlenden Motorphase zu verhindern. Die Werkseinstellung ist 1.000 ms, für eine schnellere Erkennung kann diese jedoch geändert werden.

4.1.4 Erkennung der Netzphasen-Asymmetrie

Ein Betrieb bei starker Netzphasen-Asymmetrie kann die Lebensdauer des Motors reduzieren. Die Bedingungen gelten als schwer, wenn der Motor bei nahezu nomineller Last kontinuierlich betrieben wird. Bei der Werkseinstellung wird der Frequenzumrichter bei einem Netzphasenfehler (*14-12 Netzphasen-Unsymmetrie*) abgeschaltet.

4.1.5 Schalten am Ausgang

Das Hinzufügen eines Schalters am Ausgang, zwischen Motor und Frequenzumrichter, ist zulässig. Es können Fehlermeldungen auftreten. Aktivieren Sie die Motorfangschaltung zum Abfangen eines drehenden Motors.

4.1.6 Überlastschutz

Drehmomentgrenze
Die Drehmomentgrenze schützt den Motor unabhängig von der Drehzahl vor Überlast. Die Drehmomentgrenze wird in *4-16 Momentengrenze motorisch* bzw. *4-17 Momentengrenze generatorisch* eingestellt, und die Verzögerungszeit zwischen Drehmomentgrenzen-Warnung und Abschaltung wird in *14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* definiert.

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

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

ETR
Bei ETR handelt es sich um eine elektronische Funktion, die anhand interner Messungen ein Bimetallrelais simuliert. Die Kennlinie wird in *Abbildung 4.1* gezeigt.

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

Übertemperatur
Der Frequenzumrichter verfügt über integrierte Temperatursensoren und reagiert aufgrund von fest programmierten Grenzen sofort auf kritische Werte.

4.1.7 Blockierter Rotorschutz

Es kann zu Situationen kommen, wenn der Rotor aufgrund von übermäßiger Last oder aufgrund anderer Faktoren blockiert ist (Lager oder Anwendung führt zu einer Situation mit blockiertem Rotor). Dies führt zu einem Überhitzen der Motorwicklung (die ungehinderte Bewegung des Rotors ist für eine ordnungsgemäß Kühlung erforderlich). Der Frequenzumrichter kann den blockierten Rotor per PM Flux-Regelung ohne Rückführung und PM VVC+-Regelung (*30-22 Locked Rotor Protection*) erkennen.

4.1.8 Automatische Leistungsreduzierung

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

- Kritisch hohe Temperatur an Steuerkarte oder Kühlkörper
- Hohe Motorbelastung
- Hohe DC-Zwischenkreisspannung
- Niedrige Motordrehzahl

Als Reaktion auf einen kritischen Wert passt der Frequenzumrichter die Taktfrequenz an. Bei kritisch hohen internen Temperaturen und niedriger Motordrehzahl kann der Frequenzumrichter ebenfalls den PWM-Schaltmodus auf SFAVM setzen.

HINWEIS

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

4.1.9 Automatische Energieoptimierung

Die Automatische Energieoptimierung (AEO) gibt dem Frequenzumrichter vor, die Motorlast kontinuierlich zu überwachen und die Ausgangsspannung für eine maximale Effizienz anzupassen. Bei geringer Last wird die Spannung reduziert, und der Motorstrom wird minimiert. Dies bietet die Vorteile einer erhöhten Effizienz, einer geringeren Erwärmung und eines ruhigeren Betriebs des Motors. Sie müssen keine V/Hz-Kurve wählen, da der Frequenzumrichter die Motorspannung automatisch anpasst.

4.1.10 Automatische Taktfrequenzmodulation

Der Frequenzumrichter erzeugt kurze elektrische Impulse zur Bildung einer AC-Sinuskurve. Die Trägerfrequenz ist die Rate dieser Impulse. Eine niedrige Trägerfrequenz (langsame Pulsrate) führt zu Störgeräuschen im Motor, weshalb vorzugsweise eine höhere Trägerfrequenz verwendet werden sollte. Eine hohe Trägerfrequenz erzeugt jedoch wiederum Wärme im Frequenzumrichter wodurch die verfügbare Strommenge zum Motor begrenzt werden kann. Durch die Verwendung von Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (Insulated Gate Bipolar Transistors, IGBT) wird ein sehr schnelles Schalten ermöglicht.

Die automatische Schaltfrequenzmodulation regelt diese Zustände automatisch, damit ohne Überhitzen des Frequenzumrichters die höchste Trägerfrequenz zur Verfügung steht. Durch die Lieferung einer geregelten hohen Trägerfrequenz werden die Betriebsgeräusche des Motors bei niedrigen Drehzahlen leiser, wenn eine Geräuschregelung wichtig ist, und eine volle Ausgangsleistung des Motors ist bei Bedarf möglich.

4.1.11 Automatische Leistungsreduzierung bei hoher Trägerfrequenz

Der Frequenzumrichter ist für den Dauerbetrieb bei Volllast bei Trägerfrequenzen zwischen 3,0 und 4,5 kHz ausgelegt. Durch eine Trägerfrequenz, die höher als 4,5 kHz liegt, wird eine erhöhte Wärmestrahlung im Frequenzumrichter erzeugt, sodass der Ausgangsstrom reduziert werden muss.

Der Frequenzumrichter umfasst eine automatische Funktion zur lastabhängigen Trägerfrequenzregelung. Mit dieser Funktion kann der Motor von einer der zulässigen Last entsprechend hohen Trägerfrequenz profitieren.

4.1.12 Spannungsschwankungen

Der Frequenzumrichter hält Netzschwankungen wie Transienten, vorübergehenden Ausfällen, Spannungsabfällen und Stoßspannungen stand. Der Frequenzumrichter kompensiert Schwankungen in der Eingangsspannung von ±10 % der Nennspannung automatisch, um die volle Motornennspannung und den vollen Drehmoment bereitstellen zu können. Wenn Sie den automatischen Wiederanlauf ausgewählt haben, läuft der Frequenzumrichter nach einer Überspannungsabschaltung automatisch wieder an. Und bei aktivierter Motorfangschaltung synchronisiert der Frequenzumrichter vor dem Start die Motordrehung.

4.1.13 Resonanzdämpfung

Hochfrequente Motorresonanzgeräusche können durch die Nutzung der Resonanzdämpfung unterbunden werden. Hierbei steht Ihnen die automatische oder manuelle Frequenzdämpfung zur Auswahl.

4.1.14 Temperaturgeregelte Lüfter

Die internen Kühllüfter werden durch Sensoren im Frequenzumrichter temperaturgeregelt. Der Kühllüfter läuft im Betrieb bei niedriger Last, im Energiesparmodus oder Standby häufig nicht. Dadurch wird der Geräuschpegel gesenkt, die Effizienz erhöht und die Nutzungsdauer des Lüfters verlängert.

4.1.15 EMV-Konformität

Elektromagnetische Störungen (EMI) oder Funkfrequenzstörungen (EMV, bei Funkfrequenzen) sind Interferenzen, die einen Stromkreis durch elektromagnetische Induktion oder Strahlung von einer externen Quelle beeinträchtigen. Der Frequenzumrichter ist so konzipiert, dass er die Anforderungen der EMV-Produktnorm für Frequenzumrichter, IEC 61800-3, sowie die Europäische Norm EN 55011, erfüllt. Damit der Frequenzumrichter die Emissionswerte der Norm EN 55011 einhält, müssen Sie das Motorkabel abschirmen und ordnungsgemäß abschließen. Weitere Informationen zur EMV-Leistung finden Sie unter *Kapitel 5.2.1 EMV-Prüfergebnisse*.

4.1.16 Galvanische Trennung der Steuerklemmen

Alle Steuerklemmen und Ausgangsrelaisklemmen sind galvanisch von der Netzversorgung getrennt. So ist der Reglerkreis vollständig vor dem Eingangsstrom geschützt. Die Ausgangsrelaisklemmen müssen separat geerdet werden. Diese Isolierung entspricht den strengen Anforderungen der PELV (Protective Extra Low Voltage)-Richtlinie.

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Die Komponenten, aus denen die galvanische Trennung besteht, umfassen

- Stromversorgung, einschließlich Signaltrennung
- Gatedriver zur Ansteuerung der IGBTs, Triggertransformatoren und Optokoppler
- Die Ausgangsstrom-Halleffektwandler

4.2 Kundenspezifische Anwendungsfunktionen

Hierbei handelt es sich um die gängigsten Funktionen, die Sie zur Verbesserung der Systemleistung in den Frequenzumrichter einprogrammieren können. Sie erfordern einen minimalen Programmierungs- oder Einrichtungsaufwand. Durch ein Verständnis der Verfügbarkeit dieser Funktionen kann die Systemauslegung optimiert und möglicherweise die Integration von redundanten Bauteilen oder Funktionen vermieden werden. Anweisungen zur Aktivierung dieser Funktionen finden Sie im produktspezifischen *Programmierhandbuch*.

4.2.1 Automatische Motoranpassung

Die automatische Motoranpassung (AMA) ist ein automatisierter Testalgorithmus zur Messung der elektrischen Motorparameter. Die AMA stellt ein genaues elektronisches Modell des Motors bereit. Mit dieser Funktion kann der Frequenzumrichter die Abstimmung mit dem Motor für optimale Leistung und Effizienz berechnen. Indem Sie das AMA-Verfahren durchführen, wird außerdem die Energieoptimierungsfunktion des Frequenzumrichters verbessert. Die AMA wird bei Motorstillstand und ohne die Last vom Motor abzukoppeln durchgeführt.

4.2.2 Thermischer Motorschutz

Für die Bereitstellung des thermischen Motorschutzes gibt es drei Möglichkeiten:

- Über die Temperaturerfassung in folgenden Bauteilen
  - mittels PTC- oder KTY-Sensor in den mit einem der Analog- oder Digitaleingänge verbundenen Motorwicklungen
  - mittels PT100 oder PT1000 in den mit der Sensoreingangskarte MCB 114 verbundenen Motorwicklungen und Motorlagern
  - mittels PTC-Thermistoreingang an der PTC-Thermistorkarte MCB 112 (mit ATEX-Zulassung)
- mittels des mechanischen Thermoschalters (Klixon-Schalter) an einem Digitaleingang
- mittels des integrierten elektronischen Thermorelais (ETR).

Die ETR-Funktion berechnet die Motortemperatur, indem es den Strom, die Frequenz und die Betriebszeit misst. Der Frequenzumrichter zeigt die thermische Belastung am Motor in Prozent an und kann bei einem programmierbaren Überlast-Sollwert eine Warnung ausgeben. Durch die programmierbaren Optionen bei einer Überlast kann der Frequenzumrichter den Motor stoppen, die Ausgangsleistung reduzieren oder den Zustand ignorieren. Sogar bei niedrigen Drehzahlen erfüllt der Frequenzumrichter die Normen der I2t Klasse 20 für elektronische Motorüberlastung.

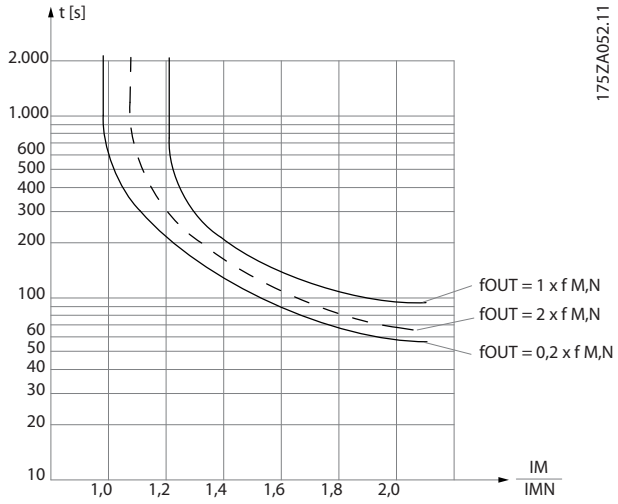


Abbildung 4.1 ETR-Eigenschaften

Die X-Achse zeigt das Verhältnis zwischen Motorstrom (I_{motor}) und Motornennstrom ($I_{motor, nom}$). Die Y-Achse zeigt die Zeit in Sekunden, bevor ETR eingreift und den Frequenzumrichter abschaltet. Die Kurven zeigen das Verhalten der Nenndrehzahl bei Nenndrehzahl x 2 und Nenndrehzahl x 0,2.
Bei geringerer Drehzahl schaltet das ETR aufgrund einer geringeren Kühlung des Motors schon bei geringerer Wärmeentwicklung ab. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt.
Die Funktion ETR berechnet die aktuelle Motortemperatur laufend auf Basis des aktuellen Motorstroms und der aktuellen Motordrehzahl. Die berechnete Motortemperatur kann in *16-18 Therm. Motorschutz* abgelesen werden.
Für Ex-e-Motoren in ATEX-Bereichen ist auch eine spezielle Ausführung des ETR verfügbar. Mit dieser Funktion können Sie eine spezifische Kurve zum Schutz des Ex-e-Motors eingeben. Im *Programmierhandbuch* wird der Anwender durch die Einrichtung geführt.

4.2.3 Netzausfall

Während eines Netzausfalls läuft der Frequenzumrichter weiter, bis die Spannung des Zwischenkreises unter den minimalen Stopppegel abfällt – normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters. Die Höhe der Netzspannung vor dem Ausfall und die aktuelle Motorbelastung bestimmen, wie lange der Frequenzumrichter im Freilauf ausläuft.

4

In (*14-10 Netzausfall-Funktion*) können Sie für den Frequenzumrichter unterschiedliche Verhaltensweisen für Netzausfälle konfigurieren, dazu gehören:

- Abschaltblockierung, sobald die Leistung des DC-Zwischenkreises verbraucht ist
- Motorfreilauf mit Motorfanschaltung, sobald die Netzversorgung zurückkehrt (*1-73 Motorfangschaltung*)
- Kinetisches Back-Up
- Ger. Ram.-Ab

Motorfangschaltung
Mit dieser Funktion kann der Frequenzumrichter einen Motor, der aufgrund eines Netzausfalls unkontrolliert läuft, „fangen“. Diese Option ist vor allem für Zentrifugen und Lüfter relevant.

Kinetisches Back-Up
Mit dieser Funktion wird sichergestellt, dass der Frequenzumrichter so lange weiterläuft, wie Energie im System vorhanden ist. Bei kurzen Netzausfällen wird der Betrieb wiederhergestellt, sobald das Netz zurückkehrt, ohne dabei die Anwendung anzuhalten oder die Kontrolle zu verlieren. Sie können mehrere Varianten des kinetischen Speichers auswählen.

Das Verhalten des Frequenzumrichters bei einem Netzausfall können Sie in *14-10 Netzausfall-Funktion* und *1-73 Motorfangschaltung* konfigurieren.

4.2.4 Integrierter PID-Regler

Ihnen steht der integrierte, proportionale, differentiale PID-Regler zur Verfügung, sodass die Notwendigkeit zusätzlicher Steuergeräte entfällt. Der PID-Regler sorgt für eine konstante Steuerung von Systemen mit Rückführung, bei denen eine Regelung von Druck, Durchfluss, Temperatur oder einer anderen Systemanforderung aufrecht erhalten werden muss. Der Frequenzumrichter stellt eine eigenständige Steuerung der Motordrehzahl als Reaktion auf die Istwertsignale von Fernsensoren bereit.

Der Frequenzumrichter kann zwei Istwertsignale von zwei verschiedenen Geräten verarbeiten. Mit dieser Funktion können Sie ein System mit unterschiedlichen Istwert-Anforderungen steuern. Der Frequenzumrichter ergreift Steuerungsmaßnahmen, indem er die beiden Signale zur Optimierung der Systemleistung vergleicht.

4.2.5 Automatischer Wiederanlauf

Sie können den Frequenzumrichter so programmieren, dass er den Motor nach einer nicht schwerwiegenden Abschaltung, wie einem vorübergehenden Leistungsverlust oder einer Schwankung, neu startet. Durch diese Funktion entfällt die Notwendigkeit eines manuellen Resets und der automatisierte Betrieb für ferngesteuerte Systeme wird verbessert. Die Anzahl der Neustartversuche und die Dauer zwischen den Versuchen kann begrenzt sein.

4.2.6 Motorfangschaltung

Die Motorfangschaltung ermöglicht dem Frequenzumrichter die Synchronisierung mit einem drehenden Motor bis zur vollen Drehzahl. Die Synchronisierung ist unabhängig von der Laufrichtung des Motors möglich. Hierdurch können Sie Abschaltungen aufgrund einer Überstromaufnahme verhindern. Mechanische Belastungen der Anlage werden minimiert, da beim Start des Frequenzumrichters keine abrupte Änderung der Motordrehzahl erfolgt.

4.2.7 Volles Drehmoment bei gesenkter Drehzahl

Der Frequenzumrichter folgt einer variablen V/Hz-Kurve, damit das volle Motordrehmoment sogar bei gesenkten Drehzahlen vorhanden ist. Das volle Ausgangsmoment kann mit der maximalen ausgelegten Betriebsdrehzahl des Motors übereinstimmen. Dies ist bei Umrichtern mit variablem Drehmoment nicht der Fall, die bei niedriger Drehzahl ein reduziertes Motordrehmoment liefern. Auch unterscheidet sich dies von Umrichtern mit konstantem Drehmoment, die unterhalb der vollen Drehzahl übermäßige Spannung, Wärme und Motorgeräusche verursachen.

4.2.8 Frequenzausblendung

In bestimmten Anwendungen kann die Anlage Betriebsdrehzahlen aufweisen, die eine mechanische Resonanz erzeugen. Dies kann zu übermäßiger Geräuschentwicklung führen und mechanische Komponenten in der Anlage beschädigen. Der Frequenzumrichter verfügt über 4 programmierbare Ausblendfrequenzbandbreiten. Anhand dieser kann der Motor Drehzahlen überspringen, die Resonanzen in der Anlage verursachen.

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

4.2.9 Motor-Vorheizung

Zum Vorheizen eines Motors in kalten oder feuchten Umgebungen kann ein kleiner, kontinuierlicher Gleichstrom am Motor angelegt werden, um diesen vor Kondensation und einem Kaltstart zu schützen. Diese Methode macht den Einsatz eines Heizgeräts überflüssig.

4.2.10 4 programmierbare Parametersätze

Der Frequenzumrichter verfügt über 4 voneinander unabhängig programmierbare Parametersätze. Über Externe Anwahl können Sie über Digitaleingänge oder die serielle Kommunikation zwischen mehreren unabhängig programmierten Funktionen umschalten. Es werden unabhängige Konfigurationen verwendet, zum Beispiel zur Änderung von Sollwerten, für einen Tages-/Nachtbetrieb bzw. einen Sommer-/Winterbetrieb oder zur Steuerung mehrerer Motoren. Der aktive Parametersatz wird am LCP angezeigt.

Sie können Konfigurationsdaten zwischen Frequenzumrichtern kopieren, indem Sie die Informationen vom abnehmbaren LCP herunterladen.

4.2.11 Dynamische Bremse

Dynamische Bremse durch:

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

4.2.12 Mechanische Bremssteuerung ohne Rückführung

Parameter zum Steuern des Betriebs eines elektromagnetischen (mechanischen) Bremse, wie sie in der Regel für Hubanwendungen benötigt wird.
Zum Steuern einer mechanische Bremse ist ein Relaisausgang (Relais 01 oder Relais 02) oder ein programmierter Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) erforderlich. In Situationen, in denen der Frequenzumrichter nicht in der Lage ist, den Motor „anzuhalten" (z. B. aufgrund einer übermäßigen Last), muss dieser Ausgang in der Regel geschlossen sein. Wählen Sie für Anwendungen mit einer elektromagnetischen Bremse unter *5-40 Relaisfunktion*, *5-30 Klemme 27 Digitalausgang* oder *5-31 Klemme 29 Digitalausgang* die Option *[32] Mechanische Bremse* aus. Bei Auswahl von *[32] Mechanische Bremse* ist die mechanische Bremse beim Anlaufen geschlossen, bis der Ausgangsstrom über dem unter *2-20 Bremse öffnen bei Motorstrom* ausgewählten Niveau liegt. Beim Stoppen wird die mechanische Bremse aktiviert, wenn die Drehzahl unter das unter *2-21 Bremse schliessen bei Motordrehzahl* festgelegte Niveau fällt. Tritt am Frequenzumrichter ein Alarmzustand, ein Überstrom oder eine Überspannung auf, so wird die mechanische Bremse sofort geschlossen. Dies gilt auch bei der Funktion Safe Torque Off (Sicher abgeschaltetes Moment).

HINWEIS

Die Schutzmodus- und Abschaltverzögerungsfunktionen (*14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* und *14-26 WR-Fehler Abschaltverzögerung*) können die Aktivierung der mechanischen Bremse in einem Alarmzustand möglicherweise verzögern. Bei Hubanwendungen müssen diese Funktionen daher deaktiviert werden.

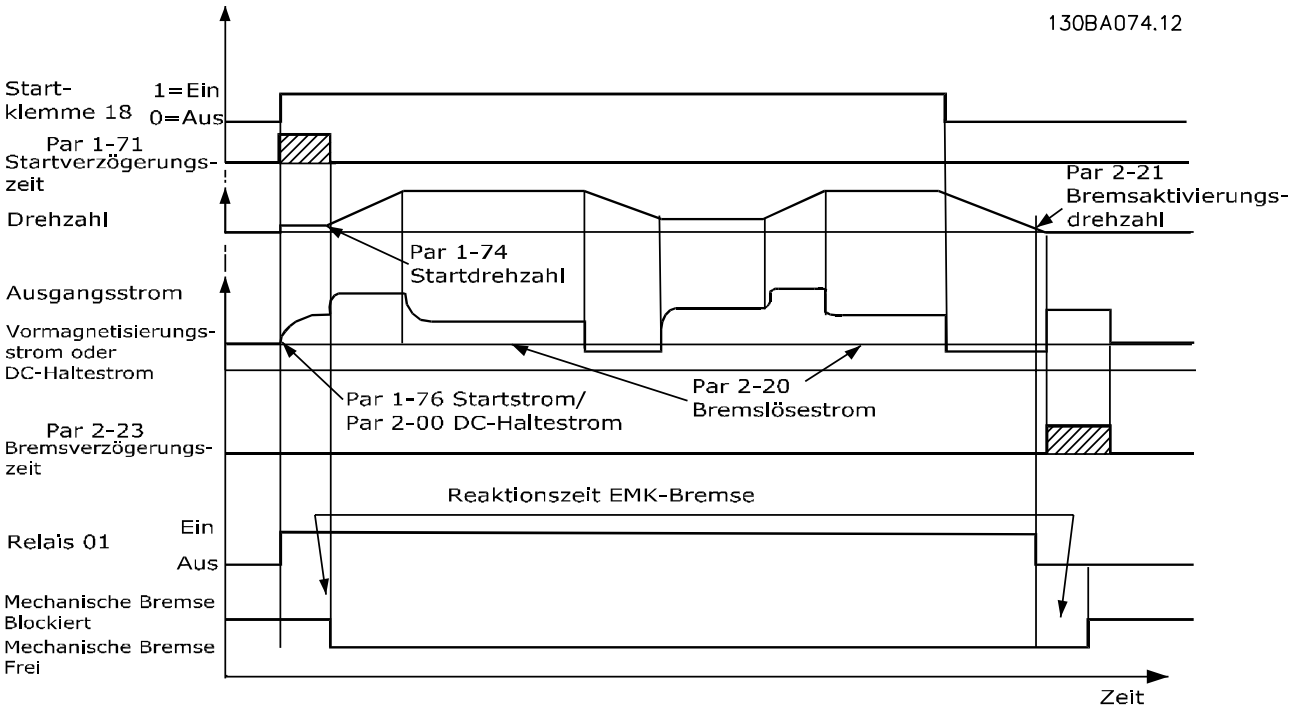


Abbildung 4.2 Mechanische Bremse

4.2.13 Mechanische Bremssteuerung mit Rückführung/Mechanische Bremse bei Hubanwendungen

Die Regelung der mechanischen Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen unterstützt die folgenden Funktionen:

- 2 Kanäle für den Istwert der mechanischen Bremse für einen zusätzlichen Schutz gegen unerwartetes Verhalten aufgrund eines Kabelbruchs.
- Überwachung der Rückführung der mechanischen Bremse über den gesamten Zyklus. Hiermit kann die mechanische Bremse geschützt werden - insbesondere, wenn mehrere Frequenzumrichter mit derselben Welle verbunden sind.
- Keine Rampe Auf, bis die Rückführung bestätigt, dass die mechanische Bremse geöffnet ist.
- Verbesserte Lastregelung beim Stopp. Wenn *2-23 Mech. Bremse Verzögerungszeit* zu kurz eingestellt ist, wird W22 aktiviert, und eine Rampe Ab des Drehmoments ist nicht zulässig.
- Sie können den Übergang bei der Übertragung der Last von der Bremse an den Motor konfigurieren. Zur Minimierung der Bewegung können Sie *2-28 Verstärkungsfaktor* erhöhen. Ändern Sie für einen reibungslosen Übergang während des Vorgangs die Einstellung von Drehzahlregelung zu Positionsregelung.
    - Stellen Sie *2-28 Verstärkungsfaktor* auf 0 ein, um die Positionssteuerung während *2-25 Bremse lüften Zeit* zu aktivieren. Hierdurch aktivieren Sie die PID-Parameter *2-30 Position P Start Proportional Gain* bis *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* für die Positionssteuerung.

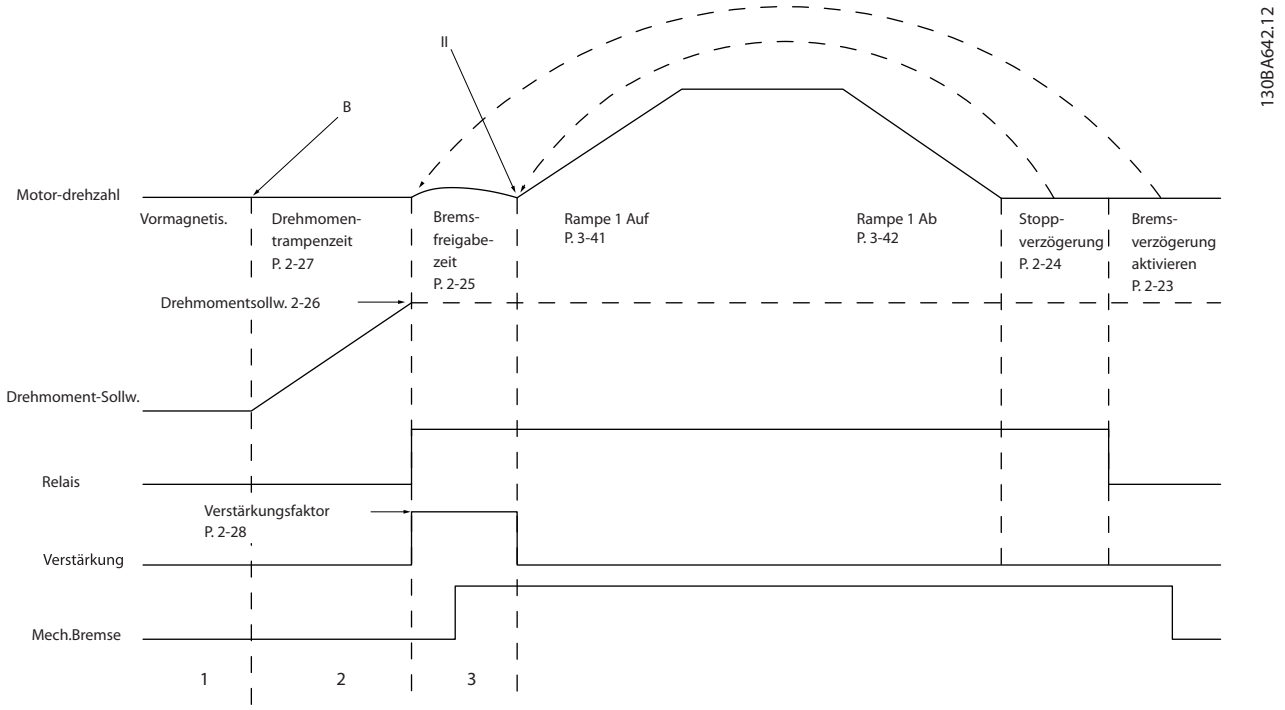


Abbildung 4.3 Lüften der Bremse für mechanische Bremssteuerung für Hubanwendungen Diese Bremsansteuerung ist nur bei FLUX mit Motor-Istwert für Asynchron- und Vollpol-PM-Motoren verfügbar.

2-26 Drehmomentsollw. bis *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* sind nur für die mechanische Bremssteuerung bei Hubanwendungen (FLUX mit Motor-Istwert) verfügbar. Sie können *2-30 Position P Start Proportional Gain* bis *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* für einen sehr sanften Übergang von der Drehzahlregelung zur Positionssteuerung während *2-25 Bremse lüften Zeit* - der Zeitraum, in der die Last von der mechanischen Bremse an den Frequenzumrichter übertragen wird.
2-30 Position P Start Proportional Gain bis *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* sind aktiviert, wenn *2-28 Verstärkungsfaktor* auf 0 eingestellt ist. Siehe *Abbildung 4.3* für weitere Informationen.

HINWEIS

Ein Beispiel der erweiterten mechanischen Bremssteuerung für Hub- und Vertikalförderanwendungen finden Sie unter *Kapitel 10 Anwendungsbeispiele*.

4.2.14 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe *13-52 SL-Controller Aktion* [x]), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige benutzerdefinierte Ereignis (siehe *13-51 SL-Controller Ereignis* [x]) durch den SLC als WAHR ermittelt wird.

Die Bedingung für ein Ereignis kann ein bestimmter Status sein oder wenn der Ausgang einer Logikregel oder eines Vergleicher-Funktion WAHR wird. Dies führt zu einer zugehörigen Aktion, wie in *Abbildung 4.4* gezeigt.

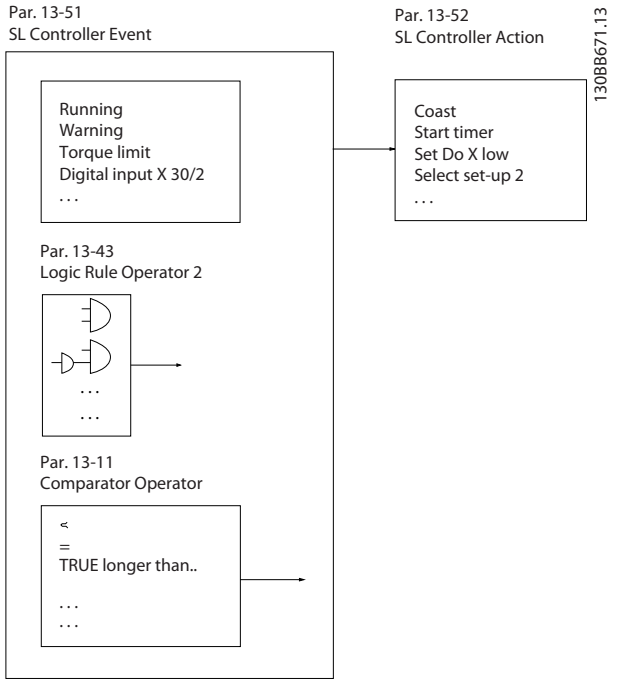


Abbildung 4.4 SCL-Ereignis und Aktion

Ereignisse und Aktionen sind jeweils nummeriert und paarweise verknüpft (Zustände). Wenn also *Ereignis* [0] erfüllt ist (d. h. WAHR ist), wird die *Aktion* [0] ausgeführt. Danach werden die Bedingungen von *Ereignis [1]* ausgewertet, und wenn WAHR, wird *Aktion [1]* ausgeführt usw. Es wird jeweils nur ein *Ereignis* ausgewertet. Ist das *Ereignis* FALSCH, wird während des aktuellen Abtastintervalls keine Aktion (im SLC) ausgeführt und es werden keine anderen *Ereignisse* ausgewertet. Dies bedeutet, dass der SLC, wenn er startet, *Ereignis* [0] (und nur *Ereignis* [0]) in jedem Abtastintervall auswertet. Nur wenn *Ereignis* [0] als WAHR bewertet wird, führt der SLC *Aktion* [0] aus und beginnt, *Ereignis* [1] auszuwerten. Sie können 1 bis 20 *Ereignisse* und *Aktionen* programmieren.
Wenn das letzte Ereignis/die letzte Aktion durchgeführt wurde, startet die Sequenz ausgehend von *Ereignis* [0]/ *Aktion* [0] erneut. *Abbildung 4.5* zeigt ein Beispiel mit 4 Ereignissen/Aktionen:

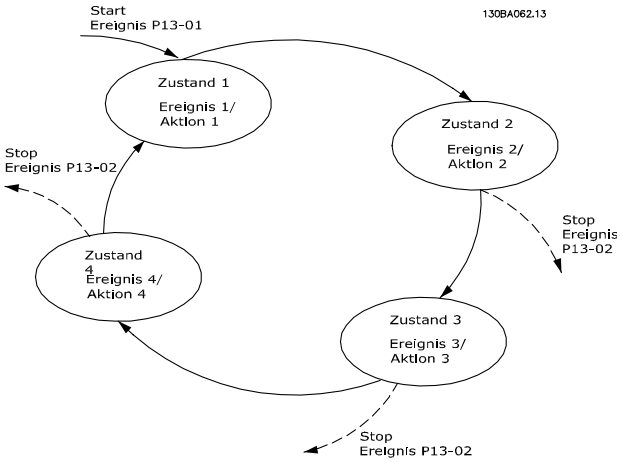


Abbildung 4.5 Ausführungsreihenfolge bei einer Programmierung von 4 Ereignissen/Aktionen

Vergleicher
Vergleicher dienen zum Vergleichen von stetigen Variablen (z. B. Ausgangsfrequenz, Ausgangsstrom, Analogeingang usw.) mit voreingestellten Festwerten.

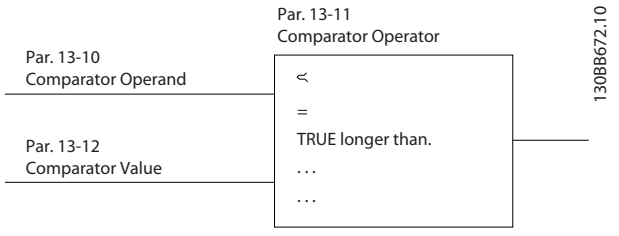


Abbildung 4.6 Vergleicher

Logikregeln
Parameter zur freien Definition von binären Verknüpfungen (bool´sch). Es ist möglich, 3 bool'sche Zustände in einer Logikregel über UND, ODER, NICHT miteinander zu verknüpfen. Das Ergebnis (WAHR/FALSCH) kann z. B. von einem Digitalausgang verwendet werden.

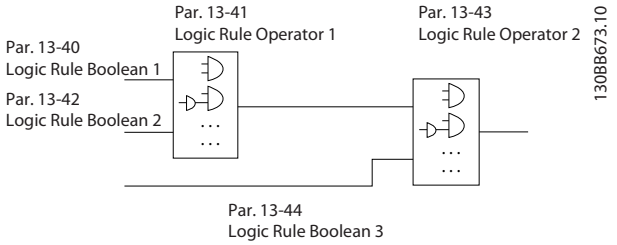


Abbildung 4.7 Logikregeln

4.2.15 Safe Torque Off

Informationen zur Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment" (Safe Torque Off, STO) finden Sie im Produkthandbuch *VLT® Frequenzumrichter – Sicher abgeschaltetes Moment*.

4.3 Danfoss VLT® FlexConcept®

Danfoss VLT® FlexConcept® ist eine flexible, energie- und kosteneffiziente Frequenzumrichterlösung, die hauptsächlich für Förderbänder entwickelt wurde. Das Konzept umfasst den VLT® OneGearDrive®, angetrieben vom VLT® AutomationDrive FC 302 oder VLT® Dezentralen Antrieb FCD 302.

OneGearDrive ist im Wesentlichen ein Permanentmagnet-Motor mit Kegelradgetriebe. Das Kegelradgetriebe ist mit verschiedenen Getriebeübersetzungen erhältlich.

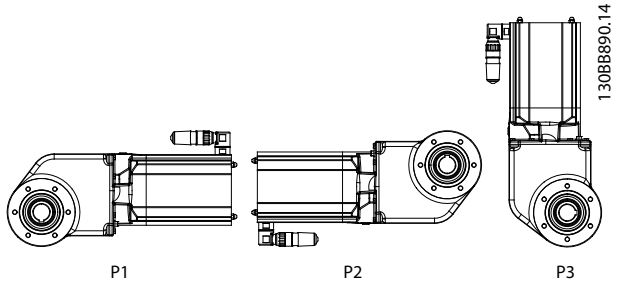


Abbildung 4.8 OneGearDrive

Der OneGearDrive kann je nach den Anforderungen der jeweiligen Anwendung von einem VLT® AutomationDrive FC 302 und VLT® Dezentralen Antrieb FCD 302 in den folgenden Leistungsgrößen angetrieben werden:

- 0,75 kW
- 1,1 kW
- 1,5 kW
- 2,2 kW
- 3,0 kW

Wenn Sie *[1] PM (Oberfl. mon.)* in für FC 302 oder FCD 302 ausgewählt haben, können Sie den OneGearDrive in *1-11 Motorhersteller* auswählen, und die empfohlenen Parameter werden automatisch festgelegt.

Weitere Informationen finden Sie im *VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 Programmierhandbuch*, in der *VLT® OneGearDrive Auswahlanleitung* und *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/VLTFlexConcept/*

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

5 Systemintegration

5.1 Betriebsbedingungen

5.1.1 Luftfeuchtigkeit

Obwohl der Frequenzumrichter bei hoher Feuchtigkeit (bis 95 % relativer Feuchte) ordnungsgemäß betrieben werden kann, müssen Sie Kondensation möglichst vermeiden. Insbesondere besteht die Gefahr von Kondensation, wenn der Frequenzumrichter kälter als feuchte Umgebungsluft ist. Luftfeuchtigkeit kann auch an den elektronischen Komponenten kondensieren und Kurzschlüsse verursachen. Kondensation tritt an stromlosen Geräten auf. Wenn aufgrund der Umgebungsbedingungen Kondensation möglich ist, wird die Installation einer Schaltschrankheizung empfohlen. Vermeiden Sie eine Installation in Bereichen, in denen Frost auftritt.

Alternativ kann die Gefahr von Kondensation durch den Standby-Betrieb des Frequenzumrichters (Gerät am Netz angeschlossen) reduziert werden. Stellen Sie jedoch sicher, dass der Leistungsverlust ausreichend ist, damit die Frequenzumrichterschaltung frei von Feuchtigkeit bleibt.

5.1.2 Temperatur

Für alle Frequenzumrichter sind Ober- und Untergrenzen für die Umgebungstemperatur festgelegt. Durch die Vermeidung extremer Umgebungstemperaturen wird die Lebensdauer der Betriebsmittel verlängert und die allgemeine Anlagenzuverlässigkeit optimiert. Befolgen Sie die Empfehlungen für die maximale Leistung und die Langlebigkeit der Geräte.

- Obwohl Umrichter bei Temperaturen bis -10 °C betrieben werden können, ist ein ordnungsgemäßer Betrieb bei Nennlast erst bei Temperaturen ab 0 ° oder höher garantiert.
- Überschreiten Sie nicht die Temperatur-Höchstgrenze.
- Die Lebensdauer der elektronischen Komponenten reduziert sich je 10 °C im Betrieb über der Auslegungstemperatur um 50 %.
- Auch Geräte der Schutzarten IP54, IP55 oder IP66 müssen den festgelegten Umgebungstemperaturbereichen entsprechen.
- Eine zusätzliche Klimatisierung des Schaltschranks oder des Installationsorts ist ggf. notwendig.

5.1.3 Temperatur und Kühlung

Die Frequenzumrichter verfügen über integrierte Lüfter für eine optimale Kühlung. Der Hauptlüfter führt den Luftstrom an den Kühlrippen des Kühlkörpers entlang und gewährleistet so eine Kühlung der Innenluft. Bei einigen Leistungsgrößen befindet sich ein kleiner Sekundärlüfter in der Nähe der Steuerkarte, damit die Innenluft zur Vermeidung lokaler Überhitzung zirkuliert wird. Der Hauptlüfter wird durch die Innentemperatur des Frequenzumrichters geregelt, und die Drehzahl erhöht sich zusammen mit der Temperatur schrittweise, wodurch die Geräusche und der Energieverbrauch bei geringem Bedarf reduziert werden können. Zudem wird hierdurch bei Bedarf eine maximale Kühlung gewährleistet. Sie können die Lüftersteuerung über *14-52 Lüftersteuerung* an jede beliebige Anwendung anpassen, auch zum Schutz vor negativen Effekten der Kühlung bei sehr kaltem Klima. Bei einer Übertemperatur im Frequenzumrichter werden Schaltfrequenz und Schaltmuster reduziert, siehe *Kapitel 5.1.4 Manuelle Leistungsreduzierung* für weitere Informationen.

Für alle Frequenzumrichter sind Ober- und Untergrenzen für die Umgebungstemperatur festgelegt. Durch die Vermeidung extremer Umgebungstemperaturen kann die Lebensdauer der Geräte verlängert und die Gesamt-Systemzuverlässigkeit maximiert werden. Befolgen Sie die Empfehlungen für die maximale Leistung und die Langlebigkeit der Geräte.

- Frequenzumrichter können zwar bei Temperaturen bis -10 °C eingesetzt werden, jedoch ist ein einwandfreier Betrieb bei Nennlast nur bei Temperaturen von 0 °C und höher gewährleistet.
- Überschreiten Sie nicht die Temperatur-Höchstgrenze.
- Überschreiten Sie nicht die maximale Tages-Durchschnittstemperatur.
  (Die Tages-Durchschnittstemperatur ist die max. Umgebungstemperatur minus 5 °C.
  Beispiel: die max. Temperatur beträgt 50 °C, die maximale Tages-Durchschnittstemperatur beträgt 45 °C).
- Beachten Sie die erforderlichen Mindestabstände ober- und unterhalb des Geräts (*Kapitel 8.2.1.1 Abstand*).
- Grundsätzlich gilt, dass sich die Lebensdauer der elektronischen Komponenten je 10 °C

Überschreitung der Auslegungstemperatur im Betrieb um 50 % reduziert.

- Selbst bei Geräten mit hohen Schutzklassen müssen Sie die angegebenen Umgebungstemperaturbereiche einhalten.
- Eine zusätzliche Klimatisierung des Schaltschranks oder des Installationsorts ist ggf. notwendig.

5.1.4 Manuelle Leistungsreduzierung

Ziehen Sie eine Leistungsreduzierung in Betracht, wenn eine der folgenden Bedingungen vorhanden ist.

- Betrieb über 1000 m (niedriger Luftdruck)
- Betrieb mit niedriger Drehzahl
- Lange Motorkabel
- Kabel mit großem Querschnitt
- Hohe Umgebungstemperatur

Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 6.2.6 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur*.

5.1.4.1 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

Wenn ein Motor an den Frequenzumrichter angeschlossen ist, muss für eine ausreichende Motorkühlung gesorgt sein. Der Grad der Erwärmung hängt von der Last am Motor sowie von der Betriebsdrehzahl und -dauer ab.

Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)

In Anwendungen mit konstantem Drehmoment kann im niedrigen Drehzahlbereich ein Problem auftreten. Bei 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 müssen Sie dem Motor zusätzliche Kühlluft zuführen (oder es ist ein für diese Betriebsart geeigneter Motor zu verwenden).

Alternativ können Sie auch die relative Belastung des Motors verringern, indem Sie einen größeren Motor einsetzen. was jedoch durch die Leistungsgröße des Frequenzumrichters eingeschränkt ist.

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

5.1.4.2 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

Unterhalb einer Höhe von 1000 m über NN ist keine Leistungsreduzierung erforderlich. Oberhalb einer Höhe von 1000 m muss die Umgebungstemperatur (T_{AMB}) oder der max. Ausgangsstrom (I_{out}) entsprechend *Abbildung 5.1* reduziert werden.

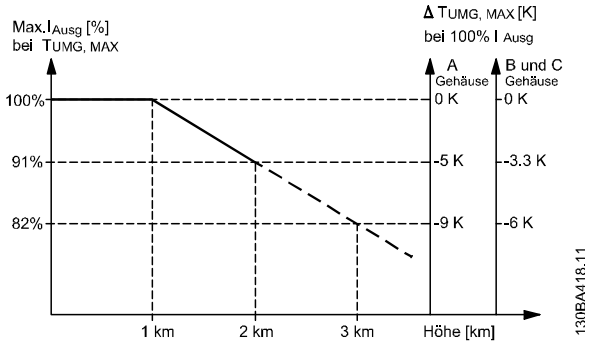


Abbildung 5.1 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei $T_{AMB, MAX}$ bei den Baugrößen A, B und C. Bei Höhen über 2 km ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

Eine Alternative ist die Reduzierung der Umgebungstemperatur bei großen Höhen und damit die Sicherstellung von 100 % Ausgangsstrom bei großen Höhen. Zur Veranschaulichung, wie sich die Grafik lesen lässt, wird die Situation bei 2.000 m Höhe für die Bauform B mit $T_{AMB, MAX}$ = 50° C dargestellt. Bei einer Temperatur von 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3,3 K) sind 91 % des Nennausgangsstroms verfügbar. Bei einer Temperatur von 41,7 °C sind 100 % des Nennausgangsstroms verfügbar.

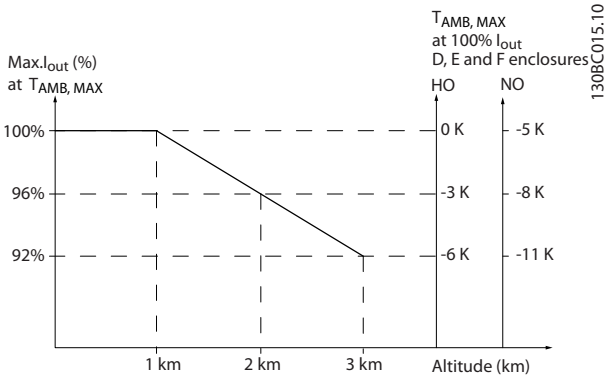


Abbildung 5.2 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei $T_{AMB, MAX}$ bei der Bauform D3h.

5.1.5 Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben 3 Ursachen

- Zwischenkreisdrosseln
- EMV-Filterdrossel
- Interne Lüfter

Siehe *Kapitel 6.2.9 Störgeräusche* für Spezifikationen zu den Störgeräuschen.

5.1.6 Vibrationen und Erschütterungen

Der Frequenzumrichter wurde gemäß den Normen IEC 68-2-6/34/35 und 36 geprüft. Im Rahmen dieser Prüfverfahren wird das Gerät im Bereich von 18 bis 1.000 Hz in 3 Richtungen für eine Dauer von 2 Stunden g-Kräften von 0,7 unterzogen. Alle Danfoss Frequenzumrichter erfüllen die bei diesen Bedingungen gegebenen Anforderungen, wenn das Gerät an der Wand oder auf dem Boden montiert ist und der Schaltschrank, in dem das Gerät montiert ist, an der Wand oder mit dem Boden verschraubt ist.

5

5.1.7 Aggressive Umgebungen

5.1.7.1 Gase

Aggressive Gase wie Schwefelwasserstoff, Chlor oder Ammoniak können die elektrischen und mechanischen Komponenten des Frequenzumrichters beschädigen. Eine Kontamination der Kühlluft kann zudem zu einer allmählichen Zersetzung von Leiterbahnen auf Platinen sowie Türdichtungen führen. Aggressive Stoffe finden sich häufig in Kläranlagen oder Schwimmbecken. Ein eindeutiges Anzeichen für eine aggressive Atmosphäre ist korrodiertes Kupfer.

In aggressiven Atmosphären werden nur bestimmte Schutzarten sowie schutzbeschichtete Platinen empfohlen. Siehe *Tabelle 5.1* für Werte der Schutzbeschichtung.

HINWEIS

Der Frequenzumrichter ist standardmäßig mit Schutzbeschichtungen der Klasse 3C2 ausgestattet. Auf Anfrage sind auch Beschichtungen der Klasse 3C3 erhältlich.

Gasart	Einheit	Klasse				
		3C1	3C2		3C3	
			Durchschnittswert	Max. Wert	Durchschnittswert	Max. Wert
Meersalz	k. A.	Keine	Salznebel		Salznebel	
Schwefeloxide	mg/m^3	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Schwefelwasserstoff	mg/m^3	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Chlor	mg/m^3	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Chlorwasserstoff	mg/m^3	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Fluorwasserstoff	mg/m^3	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Ammoniak	mg/m^3	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozon	mg/m^3	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Stickstoff	mg/m^3	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

Tabelle 5.1 Spezifikationen der Schutzbeschichtungsklassen

Die Höchstwerte sind transiente Spitzenwerte, die maximal 30 Minuten pro Tag erreicht werden dürfen.

5.1.7.2 Staubbelastung

Häufig kann die Installation von Frequenzumrichtern in Umgebungen mit hoher Staubbelastung nicht vermieden werden. Staub beeinträchtigt wand- oder rahmenmontierte Geräte mit der Schutzart IP55 oder IP66 sowie schrankmontierte Geräte der Schutzart IP21 oder IP20. Berücksichtigen Sie die 3 nachstehend beschrieben Aspekte, wenn Sie Frequenzumrichter in solchen Umgebungen installieren.

Reduzierte Kühlung
Staub führt zu Ablagerungen auf der Geräteoberfläche und im Inneren des Geräts auf den Leiterkarten und den elektronischen Komponenten. Diese Ablagerungen wirken wie isolierende Schichten und hindern die Wärmeableitung in die Umgebungsluft, wodurch die Kühlkapazität reduziert wird. Die Komponenten erwärmen sich. Dies führt zu einem schnelleren Verschleiß der elektronischen Komponenten und die Lebensdauer des Geräts wird reduziert. Staubablagerungen auf dem Kühlkörper an der Rückseite des Geräts reduzieren ebenfalls die Lebensdauer des Geräts.

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Kühllüfter
Die Luftzirkulation zur Kühlung des Geräts wird durch Kühllüfter generiert, die sich in der Regel an der Rückseite des Geräts befinden. Die Lüfterrotoren verfügen über kleine Lager, in die Staub eindringen und abrasiv wirken kann. Dies führt zu Beschädigungen der Lager und zu einem Ausfall der Lüfter.

Filter
Frequenzumrichter mit hoher Leistung verfügen über Kühllüfter, die heiße Luft aus dem Geräteinneren ausstoßen. Ab einer bestimmten Größe verfügen diese Lüfter über Filtermatten. Diese Filter können in stark staubbelasteten Umgebungen schnell verstopfen. Unter diesen Bedingungen sind vorbeugende Maßnahmen erforderlich.

Regelmäßige Wartung

Unter den oben beschriebenen Bedingungen wird empfohlen, dass Sie den Frequenzumrichter im Rahmen der regelmäßigen Wartung reinigen. Beseitigen Sie jeglichen Staub vom Kühlkörper und von den Lüftern und reinigen Sie die Filtermatten.

5.1.7.3 Explosionsgefährdete Bereiche

In explosionsgefährdeten Bereichen betriebene Anlagen müssen bestimmte Bedingungen erfüllen. Die EU-Richtlinie 94/9/EG beschreibt den Betrieb elektronischer Gerät in explosionsgefährdeten Bereichen.

Die Temperatur von durch Frequenzumrichter geregelte Motoren muss in explosionsgefährdeten Bereichen mithilfe eines PTC-Temperatursensors überwacht werden. Motoren der Zündschutzart d oder e sind für solche Umgebungen zugelassen.

- Die Zündschutzart e sieht die Vermeidung jeglicher Funkenbildung vor. Der FC 302 mit der Firmware-Version V6.3x oder höher ist mit einer „ATEX ETR Temperaturüberwachung"-Funktion zum Betrieb speziell zugelassener Ex-e-Motoren ausgestattet. In Kombination mit einer ATEX-zugelassenen PTC-Überwachungsvorrichtung wie der PTC-Thermistorkarte MCB 112 ist für die Installation keine separate Zulassung einer approbierten Organisation erforderlich, d. h. es müssen keine aufeinander abgestimmten Vorrichtungen verwendet werden.
- Die Zündschutzart e sieht vor, dass eine etwaige Funkenbildung ausschließlich in einem geschützten Bereich stattfindet. Hier ist keine Zulassung erforderlich, jedoch eine spezielle Verdrahtung und Eindämmung.
- Die Kombination d/e ist in explosionsgefährdeten Bereichen am häufigsten zu finden. Der Motor ist von der Zündschutzart e, während die Motorverkabelung und die Anschlussumgebung in Übereinstimmung mit der Klassifizierung e ist. Die nach dieser Klassifizierung bestehende Beschränkung in der Anschlussumgebung bezieht sich auf die zulässige Höchstspannung in diesem Bereich. Die Ausgangsspannung eines Frequenzumrichters ist in der Regel auf die Netzspannung begrenzt. Die Modulation der Ausgangsspannung kann zu einer Erzeugung von laut Klassifizierung e unzulässig hoher Spitzenspannungen führen. In der Praxis hat sich die Verwendung eines Sinusfilters am Frequenzumrichterausgang als effektive Methode zur Dämpfung der hohen Spitzenspannungen bewährt.

HINWEIS

Installieren Sie keine Frequenzumrichter in explosionsgefährdeten Bereichen. Installieren Sie den Frequenzumrichter in einem Schaltschrank außerhalb dieses Bereichs. Die Verwendung eines Sinusfilters am Frequenzumrichterausgang zur Dämpfung des dU/dt-Spannungsanstiegs und der Spitzenspannungen wird ebenfalls empfohlen. Halten Sie die Motorleitungen so kurz wie möglich.

HINWEIS

VLT® AutomationDrive-Geräte mit der Option MCB 112 verfügen über eine PTB-zertifizierte Überwachungsfunktion des Motorthermistorsensors in explosionsgefährdeten Bereichen. Abgeschirmte Motorkabel sind nicht erforderlich, wenn die Frequenzumrichter mit Sinusfiltern am Ausgang betrieben werden.

5.1.8 Instandhaltung

Danfoss Frequenzumrichtermodelle bis 90 kW sind wartungsfrei. Frequenzumrichter mit hoher Leistung (mit Nennleistungen von 110 kW oder höher) verfügen über integrierte Filtermatten, die je nach Staub- und Verschmutzungsbelastung vom Betreiber regelmäßig gereinigt werden müssen. Die Wartungsintervalle für die Kühllüfter (ca. 3 Jahre) und die Kondensatoren (ca. 5 Jahre) werden für die meisten Umgebungen empfohlen.

5.1.9 Lagerung

Wie alle elektronischen Betriebsmittel müssen Frequenzumrichter an einem trockenen Ort gelagert werden. Während der Lagerung ist ein regelmäßiges Formieren (Laden der Kondensatoren) nicht erforderlich.

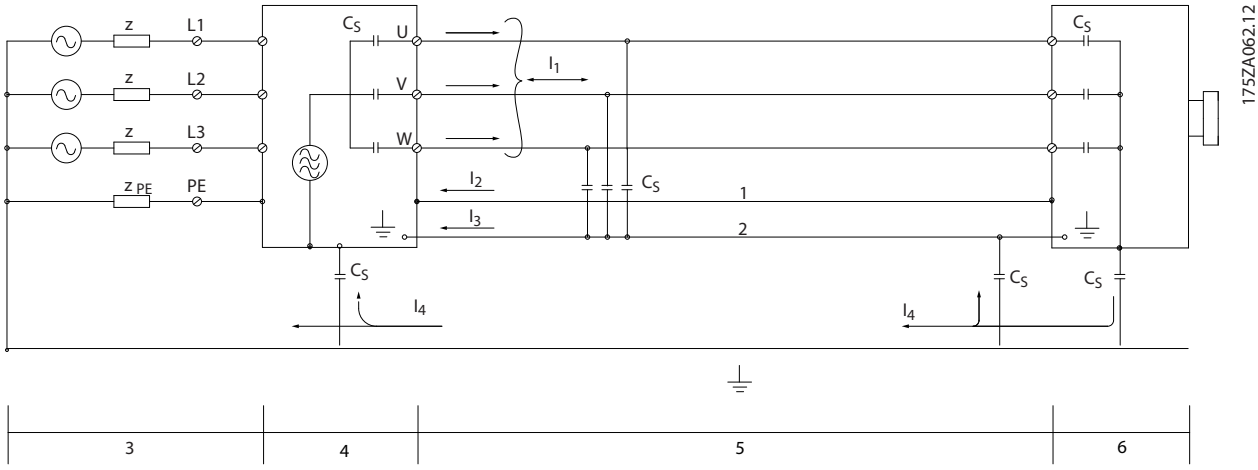
Es wird empfohlen, das Gerät bis zur Installation verschlossen in der Verpackung zu belassen.

5.2 Allgemeine EMV-Aspekte

Elektromagnetische Störungen sind leitungsgeführt im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz und als Luftstrahlung im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz zu betrachten. Feldgebundene Störungen des Frequenzumrichtersystems im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.
Wie in *Abbildung 5.3* gezeigt, werden durch die Kapazität des Motorkabels, in Verbindung mit hohem dU/dt der Motorspannung, Ableitströme erzeugt.
Die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels erhöht den Ableitstrom (siehe *Abbildung 5.3*), da abgeschirmte Kabel eine höhere Kapazität zu Erde haben als nicht abgeschirmte Kabel. Wird der Ableitstrom nicht gefiltert, verursacht dies in der Netzzuleitung größere Störungen im Funkfrequenzbereich unterhalb von etwa 5 MHz. Der Ableitstrom (I_1) kann über die Abschirmung (I_3) direkt zurück zum Gerät fließen. Es verbleibt dann gemäß *Abbildung 5.3* im Prinzip nur ein Ableitstrom (I_4), der vom abgeschirmten Motorkabel über die Erde zurückfließen muss.

5

Die Abschirmung verringert zwar die abgestrahlte Störung, erhöht jedoch die Niederfrequenzstörungen am Netz. Schließen Sie den Motorkabelschirm an die Gehäuse von Frequenzumrichter und Motor an. Dies geschieht am besten durch die Verwendung von integrierten Schirmbügeln, um verdrillte Abschirmungsenden (Pigtails) zu vermeiden. Die verdrillten Abschirmungsenden erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, wodurch der Abschirmungseffekt reduziert und der Ableitstrom (I_4) erhöht wird.
Verbinden Sie die Abschirmung an beiden Enden mit dem Gehäuse, wenn abgeschirmte Kabel für Relais, Steuerkabel, Signalschnittstelle und Bremse verwendet werden. In einigen Situationen ist zum Vermeiden von Stromschleifen jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung notwendig.



1	Massekabel	4	Frequenzumrichter
2	Abschirmung	5	Abgeschirmtes Motorkabel
3	Netzversorgung	6	Motor

Abbildung 5.3 Situationen, in denen Ableitströme erzeugt werden

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

Beim Einsatz ungeschirmter Leitungen werden einige Emissionsanforderungen nicht erfüllt. Die immunitätsbezogenen Anforderungen werden jedoch erfüllt.

Um das Störungsniveau des gesamten Systems (Frequenzwandler und Installation) so weit wie möglich zu reduzieren, ist es wichtig, dass Sie die Motor- und Bremskabel so kurz wie möglich halten. Steuer- und Buskabel dürfen nicht gemeinsam mit Motor- und Bremskabeln verlegt werden. Interferenzen von mehr als 50 MHz (in der Luft) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt.

5.2.1 EMV-Prüfergebnisse

Die folgenden Ergebnisse wurden unter Verwendung einer Anlage mit einem Frequenzumrichter, einem abgeschirmten Steuerkabel, einem Steuerkasten mit Potentiometer, einem einzelnen Motor sowie einem geschirmten Motorkabel (Ölflex Classic 100 CY) bei Nenn-Schaltfrequenz erzielt. In *Tabelle 5.2* sind die zulässigen maximalen Motorkabellängen aufgeführt.

HINWEIS

Die Bedingungen können sich bei anderen Parametersätzen wesentlich verändern.

HINWEIS

Siehe *Tabelle 9.19* für parallele Motorkabel.

EMV-Filtertyp		Leitungsgeführte Störaussendung			Feldgebundene Störaussendung		
		Kabellänge [m]					
Normen und Anforde-	EN 55011/CISPR 11	Klasse B	Klasse A Gruppe 1	Klasse A Gruppe 2	Klasse B	Klasse A Gruppe 1	Klasse A Gruppe 2
rungen	EN/IEC 61800-3	Kategorie C1	Kategorie C2	Kategorie C3	Kategorie C1	Kategorie C2	Kategorie C3
H1							
FC 301	0-37 kW 200-240 V	10	50	50	Nein	Ja	Ja
	0-75 kW 380-480 V	10	50	50	Nein	Ja	Ja
FC 302	0-37 kW 200-240 V	50	150	150	Nein	Ja	Ja
	0-75 kW 380-480 V	50	150	150	Nein	Ja	Ja
H2/H5							
FC 301	0-3,7 kW 200-240 V	Nein	Nein	5	Nein	Nein	Ja
FC 302	5,5-37 kW 200-240 V[2)]	Nein	Nein	25	Nein	Nein	Ja
	0-7,5 kW 380-500 V	Nein	Nein	5	Nein	Nein	Ja
	11-75 kW 380-500 V[2)]	Nein	Nein	25	Nein	Nein	Ja
	11-22 kW 525-690 V[2)]	Nein	Nein	25	Nein	Nein	Ja
	30-75 kW 525-690 V[2)]	Nein	Nein	25	Nein	Nein	Ja
H3							
FC 301	0-1,5 kW 200-240V	2,5	25	25	Nein	Ja	Ja
	0-1,5 kW 380-480V	2,5	25	25	Nein	Ja	Ja
H4							
FC 302	1,1-7,5 kW 525-690 V	Nein	100	100	Nein	Ja	Ja
	11-22 kW 525-690 V	Nein	100	100	Nein	Ja	Ja
	11-37 kW 525-690 V[3]	Nein	150	150	Nein	Ja	Ja
	30-75 kW 525-690 V	Nein	150	150	Nein	Ja	Ja
Hx[1)]							
FC 302	0,75-75 kW 525-600 V	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

Tabelle 5.2 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung) Maximale Motorkabellänge

1) Hx-Ausführungen können gemäß EN/IEC 61800-3 Kategorie C4 verwendet werden

2) T5, 22-45 kW und T7, 22-75 kW erfüllen Klasse A, Gruppe 1 mit 25 m langem Motorkabel. Bei der Installation sind einige Beschränkungen gegeben (kontaktieren Sie Danfoss für detaillierte Informationen).

Hx, H1, H2, H3, H4 oder H5 ist an Pos. 16-17 des Typencodes für EMV-Filter definiert, siehe Tabelle 7.1.

3) IP20

5

5.2.2 Emissionsanforderungen

Die EMV-Produktnorm für Frequenzumrichter definiert 4 Kategorien (C1, C2, C3 und C4) mit festgelegten Anforderungen für Störaussendung und Störfestigkeit. *Tabelle 5.3* enthält die Definitionen der 4 Kategorien und die entsprechende Klassifizierung aus EN 55011.

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

Tabelle 5.3 Zusammenhang zwischen IEC 61800-3 und EN 55011

Wenn die Fachgrundnorm (leitungsgeführte) Störungsaussendung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzumrichter die Grenzwerte in *Tabelle 5.4* einhalten.

Umgebung	Fachgrundnorm Störungsaussendung	Entsprechende Störaussendungsklasse in EN 55011
Erste Umgebung (Wohnung und Büro)	Fachgrundnorm EN/IEC 61000-6-3 für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe.	Klasse B
Zweite Umgebung (Industriebereich)	Fachgrundnorm EN/IEC 61000-6-4 für Industriebereiche.	Klasse A Gruppe 1

Tabelle 5.4 Zusammenhang zwischen der Fachgrundnorm Störungsaussendung und EN 55011

5.2.3 Störfestigkeitsanforderungen

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

Zur Dokumentation der Störfestigkeit gegenüber elektrischen Störungen wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest entsprechend den folgenden grundlegenden Normen durchgeführt:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrostatischer Entladungen von Personen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Elektromagnetisches Einstrahlfeld, amplitudenmodulierte Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie von mobilen Kommunikationsgeräten.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Schalttransienten: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Stoßspannungstransienten: 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 *Tabelle 5.5*.

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Fachgrundnorm	Impulskette IEC 61000-4-4	Stoßspannungstransienten 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**
Spannungsbereich: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
Leitung	4 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM (Common Mode)	—	—	10 Veff.
Motor	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω [1)]	—	—	10 Veff.
Bremse	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω [1)]	—	—	10 Veff.
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω [1)]	—	—	10 Veff.
Steuerkabel	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω [1)]	—	—	10 Veff.
Standardbus	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω [1)]	—	—	10 Veff.
Relaisleitungen	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω [1)]	—	—	10 Veff.
Anwendungs- und Feldbus-Optionen	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω [1)]	—	—	10 Veff.
LCP-Kabel	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω [1)]	—	—	10 Veff.
Externe 24 V DC	2 V CM (Common Mode)	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM (Common Mode)	—	—	10 Veff.
Gehäuse	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabelle 5.5 EMV-Immunitätstabelle

[1)] Einspritzung an Kabelschirm

5.2.4 Motorisolation

Motoren mit moderner Konstruktion, die für die Verwendung mit Frequenzumrichtern bestimmt sind, haben einen höheren Isolationsgrad, durch den sich die neue Generation der hocheffizienten IGBTs mit hohem dU/dt auszeichnet. Zur Nachrüstung in alten Motoren muss die Motorisolation überprüft oder eine Dämpfung mit einem dU/dt-Filter bzw. falls erforderlich mit einem Sinusfilter durchgeführt werden. dU/dt

Bei Motorkabellängen ≤ der in *Kapitel 6.2 Allgemeine technische Daten* aufgeführten maximalen Kabellänge werden die in *Tabelle 5.6* aufgeführten Motorisolations-nennwerte empfohlen. Bei einem geringeren Isolationswert eines Motors wird die Verwendung eines dU/dt- oder Sinusfilters empfohlen.

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

Tabelle 5.6 Motorisolation

5.2.5 Motorlagerströme

Erden Sie zur Minimierung der Lager- und Wellenströme die folgenden Komponenten mit der angetriebenen Maschine:

- Frequenzumrichter
- Motor
- angetriebene Maschine
- Motor

Vorbeugende Standardmaßnahmen

1. Verwenden Sie ein isoliertes Lager.
2. Wenden Sie strenge Installationsverfahren an.
   - 2a Stellen Sie sicher, dass Motor und Lastmotor aufeinander abgestimmt sind.
   - 2b Befolgen Sie die EMV-Installationsrichtlinie streng.
   - 2c Verstärken Sie den Schutzleiter (PE), sodass die hochfrequent wirksame Impedanz im PE niedriger als bei den Eingangsstromleitungen ist.
   - 2d Stellen Sie eine gute hochfrequent wirksame Verbindung zwischen dem Motor und dem Frequenzumrichter her, zum Beispiel über ein abgeschirmtes Kabel mit einer 360°-Verbindung im Motor und im Frequenzumrichter.
   - 2e Stellen Sie sicher, dass die Impedanz vom Frequenzumrichter zur Gebäudeerdung niedriger als die Erdungsimpedanz der Maschine ist. Dies kann bei Pumpen schwierig sein.
   - 2f Stellen Sie eine direkte Erdverbindung zwischen Motor und Last her.
3. Senken Sie die IGBT-Taktfrequenz.
4. Ändern Sie die Wechselrichtersignalform, 60° AVM oder SFAVM.
5. Installieren Sie ein Wellenerdungssystem oder verwenden Sie eine Trennkupplung.
6. Tragen Sie leitfähiges Schmierfett auf.
7. Verwenden Sie, sofern möglich, minimale Drehzahleinstellungen.
8. Versuchen Sie sicherzustellen, dass die Netzspannung zur Erde symmetrisch ist. Dies kann bei IT-, TT-, TN-CS-Netzen oder Systemen mit geerdetem Zweig schwierig sein.
9. Verwenden Sie ein dU/dt-Filter.

5.3 Netzversorgungsstörung/-rückwirkung

Ein Frequenzumrichter nimmt vom Netz einen nicht sinusförmigen Strom auf, der den Eingangsstrom I_{eff} erhöht. Nicht sinusförmige Ströme können mithilfe einer Fourier-Analyse in Sinusströme verschiedener Frequenz, d. h. in verschiedene Oberschwingungsströme I_n mit einer Grundfrequenz von 50 Hz, zerlegt werden:

Oberschwingungsströme	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabelle 5.7 Umgewandelter nicht sinusförmiger Strom

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

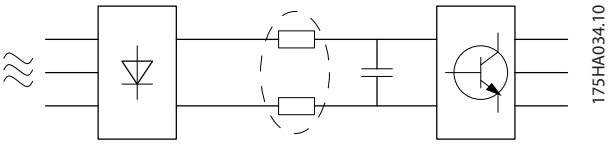


Abbildung 5.4 Zwischenkreisdrosseln

HINWEIS

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

	Eingangsstrom
I_{eff}	1,0
I_1	0,9
I_5	0,4
I_7	0,2
$I_{11\text{-}49}$	< 0,1

Tabelle 5.8 Oberschwingungsströme verglichen mit dem effektiven Eingangsstrom

Um Oberschwingungsströme gering zu halten, sind Frequenzumrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet. Zwischenkreisdrosseln verringern die gesamte Spannungsverzerrung THD um 40 %.

5.3.1 Einfluss von Oberschwingungen in einer Energieverteilungsanlage

In *Abbildung 5.5* ist ein Transformator auf der Primärseite mit einem Verknüpfungspunkt PCC1 an der Mittelspannungsversorgung verbunden. Der Transformator hat eine Impedanz Z_{xfr} und speist eine Reihe von Verbrauchern. Der Verknüpfungspunkt, an dem alle Verbraucher angeschaltet sind, ist PCC2. Jeder Verbraucher wird durch Kabel mit einer Impedanz Z_1, Z_2, Z_3 angeschlossen.

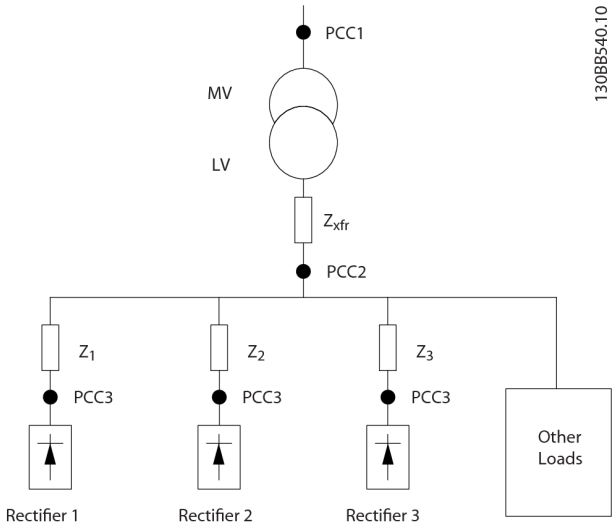


Abbildung 5.5 Kleine Verteilanlage

Von nicht linearen Lasten aufgenommene Oberschwingungsströme führen durch den Spannungsabfall an den Impedanzen des Verteilungssystems zu einer Spannungsverzerrung. Höhere Impedanzen ergeben höhere Grade an Spannungsverzerrung.

Die Stromverzerrung steht mit der Geräteleistung und der individuellen Last in Verbindung. Spannungsverzerrung steht mit der Systemleistung in Verbindung. Die Spannungsverzerrung im PCC kann nicht ermittelt werden, wenn nur die Oberschwingungsleistung der Last bekannt ist. Um die Verzerrung im PCC vorhersagen zu können, müssen die Konfiguration des Verteilungssystems und die entsprechenden Impedanzen bekannt sein.

Ein häufig verwendeter Begriff, um die Impedanz eines Stromnetzes zu beschreiben, ist das Kurzschlussverhältnis R_{sce}, definiert als das Verhältnis zwischen Kurzschluss-Scheinleistung der Versorgung am PCC (S_{sc}) und der Nennscheinleistung der Last (S_{equ}).

$$Rsce = \frac{Sce}{Sequ}$$

wobei $Ssc = \frac{U^2}{ZVersorgung}$ und $Sequ = U \times Iequ$

Die störende Wirkung von Oberschwingungen hat zwei Faktoren:

- Oberschwingungsströme tragen zu Systemverlusten bei (in Verkabelung, Transformator)
- Spannungsverzerrung durch Oberschwingungen führt zu Störungen anderer Lasten und erhöht Verluste in anderen Lasten

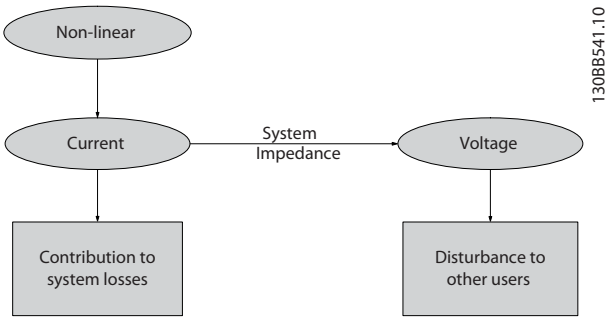


Abbildung 5.6 Störende Wirkungen von Oberschwingungen

5.3.2 Normen und Anforderungen zur Oberschwingungsbegrenzung

Die Anforderungen an die Oberschwingungsbegrenzungen können:

- anwendungsspezifische Anforderungen
- einzuhaltende Normen sein

Die anwendungsspezifischen Anforderungen beziehen sich auf eine konkrete Anlage, in der technische Gründe für die Begrenzung der Oberschwingungen vorliegen.

Beispiel
Ein 250-kVA-Transformator mit zwei angeschlossenen 110-kW-Motoren reicht aus, wenn einer der Motoren direkt an das Netz geschaltet und der andere über einen Frequenzumrichter gespeist wird. Der Transformator ist jedoch unterdimensioniert, wenn beide Motoren über Frequenzumrichter gespeist werden. Durch Verwendung zusätzlicher Maßnahmen zur Oberschwingungsreduzierung in der Anlage oder Wahl von Low Harmonic Drives ermöglichen den Betrieb beider Motoren mit Frequenzumrichtern.

Es gibt verschiedene Normen, Vorschriften und Empfehlungen zur Reduzierung von Oberschwingungen. Normen unterscheiden sich je nach Land und Industrie. Die folgenden Normen sind am häufigsten anwendbar:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Genaue Angaben zu jeder Norm enthält das *AHF-Projektierungshandbuch 005/010*.

In Europa beträgt die maximale THvD 8 %, wenn die Anlage über das öffentliche Netz versorgt wird. Wenn die Anlage über einen eigenen Transformator verfügt, ist die Grenze für die THvD 10 %. Der VLT® AutomationDrive kann einer THvD von 10 % standhalten.

5.3.3 Reduzierung, Vermeidung oder Kompensation von Oberschwingungen

In Fällen, in denen zusätzliche Oberschwingungsunterdrückung gefordert ist, bietet Danfoss eine Vielzahl von Geräten zur Reduzierung, Vermeidung oder Kompensation von Netzrückwirkungen. Diese sind:

- 12-pulsige Frequenzumrichter
- AHF-Filter
- Low Harmonic Drives
- Aktive Filter

Die Wahl der richtigen Lösung hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Das Stromnetz (Hintergrundverzerrung, Netzunsymmetrie, Resonanz und Art der Versorgung (Transformator/Generator)
- Anwendung (Lastprofil, Anzahl Lasten und Lastgröße)
- Örtliche/nationale Anforderungen/Vorschriften (IEEE519, IEC, G5/4 usw.)
- Total Cost of Ownership (Anschaffungskosten, Wirkungsgrad, Wartung usw.)

Ziehen Sie immer eine Reduzierung der Oberschwingungen in Betracht, wenn die Transformatorlast einen nicht linearen Anteil von 40 % oder mehr hat.

5.3.4 Oberschwingungsberechnung

Danfoss bietet Werkzeuge zur Berechnung der Oberschwingungen an, siehe *Kapitel 9.6.5 PC-Software*.

5.4 Galvanische Trennung (PELV)

5.4.1 PELV (Schutzkleinspannung) – Protective Extra Low Voltage

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

Alle Steuerklemmen und die Relaisklemmen 01-03/04-06 entsprechen PELV (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.

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

Die Bauteile, die die elektrische Trennung gemäß nachstehender Beschreibung bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen für höhere Isolierung und der entsprechenden Tests gemäß Beschreibung in EN 61800-5-1.
Die galvanische PELV-Trennung ist an 6 Punkten vorhanden (siehe *Abbildung 5.7*):

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

1. Stromversorgung (SMPS) einschl. Signalisolation des Zwischenkreises.
2. Gate-Treiber zur Ansteuerung der IGBTs (Triggertransformatoren/Optokoppler).
3. Stromwandler.
4. Bremselektronik (Optokoppler).
5. Einschaltstrombegrenzung, Funkfrequenzstörung und Temperaturmesskreise.
6. Ausgangsrelais.
7. Mechanische Bremse.

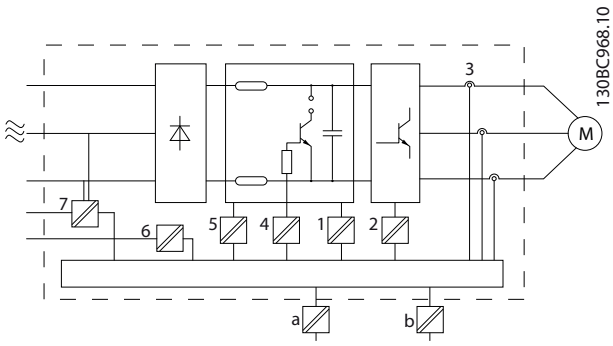


Abbildung 5.7 Galvanische Trennung

Eine funktionale galvanische Trennung (a und b auf der Zeichnung) ist für die optionale externe 24 V-Versorgung und für die RS485-Standardbusschnittstelle vorgesehen.

WARNUNG

Installation in großer Höhenlage:
Bei Höhen über 2 km kontaktieren Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung - Protective extra low voltage) zurate.

⚠WARNUNG

Das Berühren spannungsführender Teile – auch nach der Trennung vom Netz – ist lebensgefährlich.
Stellen Sie ebenfalls sicher, dass andere Spannungseingänge, wie DC-Zwischenkreiskopplung, sowie der Motoranschluss für kinetischen Speicher getrennt worden sind.
Lassen Sie vor dem Berühren elektrischer Bauteile mindestens die in *Tabelle 2.1* angegebene Zeit verstreichen.
Eine kürzere Wartezeit ist nur zulässig, wenn auf dem Typenschild für das jeweilige Gerät angegeben.

5.5 Bremsfunktionen

Die Bremsfunktion wird zum Bremsen der Last an der Motorwelle angewendet, entweder als dynamische oder mechanische Bremsung.

5.5.1 Auswahl des Bremswiderstands

Der Bremswiderstand gewährleistet, dass die Energie im Bremswiderstand und nicht im Frequenzumrichter absorbiert wird. Weitere Informationen finden Sie im *Bremswiderstand-Projektierungshandbuch*.

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 Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, für den der Widerstand ausgelegt ist. *Abbildung 5.8* zeigt einen typischen Bremszyklus.

HINWEIS

Der von den Motorlieferanten bei der Angabe der zulässigen Belastung häufig benutzte Betrieb S5 des Widerstands gibt den Aussetzbetrieb an.

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

Arbeitszyklus = t_b/T

T = Zykluszeit in s
t_b ist die Bremszeit in s (als Teil der gesamten Zykluszeit)

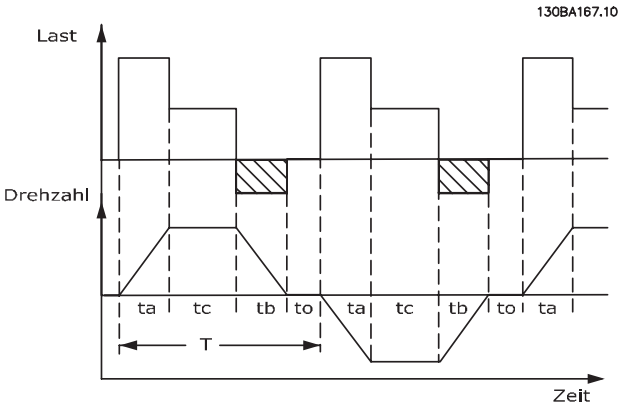


Abbildung 5.8 Typischer Bremszyklus

	Zykluszeit [s]	Bremsarbeitszyklus bei 100 % Drehmoment	Bremsarbeitszyklus bei Übermoment (150/160 %)
200-240 V			
PK25-P11K	120	Dauerlast	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
380-500 V			
PK37-P75K	120	Dauerlast	40%
P90K-P160	600	Dauerlast	10%
P200-P800	600	40%	10%
525-600 V			
PK75-P75K	120	Dauerlast	40%
525-690 V			
P37K-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40% [1]	10% [2]
P630-P1M0	600	40%	10%

Tabelle 5.9 Bremsung bei hohem Überlastmoment

1) 500 kW bei 86 % Bremsmoment/560 kW bei 76 % Bremsmoment
2) 500 kW bei 130 % Bremsmoment/560 kW bei 115 % Bremsmoment

Danfoss bietet Bremswiderstände mit Arbeitszyklen von 5 %, 10 % und 40 % an. Bei Anwendung eines Arbeitszyklus von 10 % können die Bremswiderstände die Bremsleistung über 10 % der Zykluszeit aufnehmen. Die übrigen 90 % der Zykluszeit werden zum Abführen überschüssiger Wärme genutzt.

HINWEIS

Stellen Sie sicher, dass der Bremswiderstand für die erforderliche Bremszeit ausgelegt ist.

Die maximal zulässige Last am Bremswiderstand wird als Spitzenleistung bei einem gegebenen Arbeitszyklus im Aussetzbetrieb ausgedrückt und wird berechnet als:

$$ED\,(Arbeitszyklus) = \frac{tb}{T\ Zyklus}$$

wobei tb die Bremszeit in Sekunden und der Zyklus T die gesamte Zykluszeit ist.

Der Bremswiderstand wird wie gezeigt berechnet:

$$Rbr\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{PSpitze}$$

wobei

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

5

Der Bremswiderstand hängt von der Zwischenkreisspannung (U_{DC}) ab.
Die Bremsfunktion von FC 301 und FC 302 ist in 4 Netzbereiche unterteilt.

Größe	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Abschaltung
FC 301/FC 302 200-240 V	390 V	405 V	410 V
FC 301 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 380-500 V	810 V	840 V	850 V
FC 302 525-600 V	943 V	965 V	975 V
FC 302 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabelle 5.10 Grenzwerte für Bremse [UDC]

HINWEIS

Prüfen Sie, ob Ihr Bremswiderstand für eine Spitzenspannung von 410 V, 820 V, 850 V, 975 V bzw. 1130 V zugelassen ist, wenn Sie keine Danfoss Bremswiderstände verwenden.

Danfoss empfiehlt folgende Bremswiderstände R_{rec}: Diese gewährleisten, dass der Frequenzumrichter mit dem maximal verfügbaren Bremsmoment ($M_{br(\%)}$) von 160 % bremst. Die Formel kann wie folgt geschrieben werden:

$$Rrec\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{PMotor \times Mbr\,(\%) \times \eta VLT \times \eta Motor}$$

η_{Motor} beträgt normalerweise 0,90
η_{VLT} beträgt normalerweise 0,98

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

$200\,V: Rrec = \frac{107780}{PMotor}\,[\Omega]$

$480\,V: Rrec = \frac{375300}{PMotor}\,[\Omega]$ 1)

$480\,V: Rrec = \frac{428914}{PMotor}\,[\Omega]$ 2)

$500\,V: Rrec = \frac{464923}{PMotor}\,[\Omega]$

$600\,V: Rrec = \frac{630137}{PMotor}\,[\Omega]$

$690\,V: Rrec = \frac{832664}{PMotor}\,[\Omega]$

1) Bei Frequenzumrichtern ≤ 7,5 kW Wellenleistung
2) Bei Frequenzumrichtern 11-75 kW Wellenleistung

HINWEIS

Der ohmsche Widerstand des gewählten Bremswiderstands darf nicht unter dem von Danfoss empfohlenen Wert liegen, da sonst der Frequenzumrichter beschädigt wird. Bei einem Bremswiderstand mit höherem Ohmwert wird hingegen nicht mehr das maximale Bremsmoment von 160 % erzielt, und der Frequenzumrichter schaltet während der Bremsung möglicherweise mit DC-Überspannung ab.

HINWEIS

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

⚠VORSICHT

Der Bremswiderstand erwärmt sich während und nach dem Bremsen.

- **Berühren Sie den Bremswiderstand nicht, um Verletzungen zu vermeiden.**
- **Zur Vermeidung jeglicher Brandgefahr müssen Sie den Bremswiderstand in einer sicheren Umgebung platzieren.**

⚠VORSICHT

Frequenzumrichter der Bauformen D-F enthalten mehr als einen Bremschopper. Daher müssen Sie bei diesen Bauformen einen Bremswiderstand pro Bremschopper verwenden.

5.5.2 Verdrahtung des Bremswiderstands

EMV (Twisted-Pair-Kabel/Abschirmung)
Verwenden Sie zur Erfüllung der angegebenen EMV-Leistung des Frequenzumrichters abgeschirmte Kabel/Adern. Bei der Verwendung ungeschirmter Kabel wird empfohlen, die Kabeladern zu verdrillen, um elektrische Störgeräusche zwischen Bremswiderstand und Frequenzumrichter zu verringern.

Verwenden Sie eine Metallabschirmung für verbesserte EMV-Leistung.

5.5.3 Steuerung mit Bremsfunktion

Die Bremse ist gegen einen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt. Der Bremstransistor wird auf eine Kurzschlussbedingung hin überwacht. Eine eventuell vorhandene thermische Überwachung (Klixon) des Bremswiderstands kann vom Frequenzumrichter ausgewertet werden.
Außerdem ermöglicht die Bremse ein Auslesen der aktuellen Leistung und der mittleren Leistung der letzten 120 s. Die Bremse kann ebenfalls die Bremsleistung überwachen und sicherstellen, dass sie die in *2-12 Bremswiderstand Leistung (kW)* gewählte Grenze nicht überschreitet. In *2-13 Bremswiderst. Leistungsüberwachung* legen Sie fest, welche Funktion ausgeführt wird, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung den in *2-12 Bremswiderstand Leistung (kW)* eingestellten Grenzwert überschreitet.

HINWEIS

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

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

HINWEIS

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

6 Produktspezifikationen

6.1 Elektrische Daten

6.1.1 Netzversorgung 200-240 V

Typenbezeichnung	PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Typische Wellenleistung [kW]	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7
Schutzart IP20 (nur FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-
Schutzart IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Schutzart IP55, IP66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Ausgangsstrom									
Dauerbetrieb (200-240 V) [A]	1,8	2,4	3,5	4,6	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
Aussetzbetrieb (200-240 V) [A]	2,9	3,8	5,6	7,4	10,6	12,0	17,0	20,0	26,7
Dauerbetrieb kVA (208 V) [kVA]	0,65	0,86	1,26	1,66	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
Max. Eingangsstrom									
Dauerbetrieb (200-240 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,1	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
Aussetzbetrieb (200-240 V) [A]	2,6	3,5	5,1	6,6	9,4	10,9	15,2	18,1	24,0
Zusätzliche technische Daten									
Max. Kabelquerschnitt [4] für Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2 (24))								
Max. Kabelquerschnitt [4] mit Trennschalter [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)								
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast (W) [3]	21	29	42	54	63	82	116	155	185
Wirkungsgrad [2]	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabelle 6.1 Netzversorgung 200-240 V, PK25-P3K7

Typenbezeichnung	P5K5		P7K5		P11K	
Hohe/Normale Überlast[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Schutzart IP20	B3		B3		B4	
Schutzart IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2	
Ausgangsstrom						
Dauerbetrieb (200-240 V) [A]	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (200-240 V) [A]	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
Dauerbetrieb kVA (208 V) [kVA]	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (200-240 V) [A]	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (200-240 V) [A]	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
Zusätzliche technische Daten						
IP20 max. Kabelquerschnitt [4)] für Netz, Bremse, Motor und Zwischenkreiskopplung) [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,-,- (2,-,-)	
IP21 max. Kabelquerschnitt [4)] für Netz, Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm^2] ([AWG])	16,10,16 (6,8,6)		16,10,16 (6,8,6)		35,-,- (2,-,-)	
IP21 max. Kabelquerschnitt [4)] für Motor [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,25,25 (2,4,4)	
Max. Kabelquerschnitt [4)] mit Trennschalter [mm^2]([AWG])	16,10,10 (6,8,8)					
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast (W) [3)]	239	310	371	514	463	602
Wirkungsgrad [2)]	0,96		0,96		0,96	

Tabelle 6.2 Netzversorgung 200-240 V, P5K5-P11K

Typenbezeichnung	P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
Hohe/Normale Überlast[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Schutzart IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Schutzart IP21, IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
Ausgangsstrom										
Dauerbetrieb (200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (200-240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
Dauerbetrieb kVA (208 V) [kVA]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (200-240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (200-240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169
Zusätzliche technische Daten										
IP20 max. Kabelquerschnitt für Netz, Bremse, Motor und Zwischenkreiskopplung [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquerschnitt für Netz und Motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquerschnitt für Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Max. Kabelquerschnitt [4)] mit Trennschalter [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast (W) [3)]	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Wirkungsgrad [2)]	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabelle 6.3 Netzversorgung 200-240 V, P15K-P37K

6.1.2 Netzversorgung 380-500 V

Typenbezeichnung	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Typische Wellenleistung [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Schutzart IP20 (nur FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	-	-
Schutzart IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Schutzart IP55, IP66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Ausgangsstrom Hohe Überlast 160 % für 1 Min.										
Wellenleistung [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Dauerbetrieb (380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3,0	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Aussetzbetrieb (380-440 V) [A]	2,1	2,9	3,8	4,8	6,6	9,0	11,5	16	20,8	25,6
Dauerbetrieb (441-500 V) [A]	1,2	1,6	2,1	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Aussetzbetrieb (441-500 V) [A]	1,9	2,6	3,4	4,3	5,4	7,7	10,1	13,1	17,6	23,2
Dauerbetrieb kVA (400 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11
Dauerbetrieb kVA (460 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Aussetzbetrieb (380-440 V) [A]	1,9	2,6	3,5	4,3	5,9	8,0	10,4	14,4	18,7	23
Dauerbetrieb (441-500 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13
Aussetzbetrieb (441-500 V) [A]	1,6	2,2	3,0	4,3	5,0	6,9	9,1	11,8	15,8	20,8
Zusätzliche technische Daten										
IP20, IP21 max. Kabelquerschnitt [4] (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm²]/([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2(24))									
IP55, IP66 max. Kabelquerschnitt [4] (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm²]/([AWG])	4,4,4 (12,12,12)									
Max. Kabelquerschnitt [4] mit Trennschalter [mm²]([AWG])	6,4,4 (10,12,12)									
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast (W) [3]	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Wirkungsgrad [2]	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabelle 6.4 Netzversorgung 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), PK37-P7K5

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Typenbezeichnung	P11K		P15K		P18K		P22K	
Hohe/Normale Überlast[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22,0	22,0	30,0
Schutzart IP20	B3		B3		B4		B4	
Schutzart IP21	B1		B1		B2		B2	
Schutzart IP55, IP66	B1		B1		B2		B2	
Ausgangsstrom								
Dauerbetrieb (380-440 V) [A]	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (380-440 V) [A]	38,4	35,2	51,2	41,3	60	48,4	70,4	67,1
Dauerbetrieb (441-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (441-500 V) [A]	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	57,2
Dauerbetrieb kVA (400 V) [kVA]	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
Dauerbetrieb kVA (460 V) [kVA]		21,5		27,1		31,9		41,4
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb (380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (380-440 V) [A]	35,2	31,9	46,4	37,4	54,4	44	64	60,5
Dauerbetrieb (441-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (441-500 V) [A]	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
Zusätzliche technische Daten								
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquerschnitt [4)] für Netz, Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm^2] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquerschnitt [4)] für Motor [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
IP20 max. Kabelquerschnitt [4)] für Netz, Bremse, Motor und Zwischenkreiskopplung) [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Max. Kabelquerschnitt [4)] mit Trennschalter [mm^2]([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)							
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast (W) [3)]	291	392	379	465	444	525	547	739
Wirkungsgrad [2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabelle 6.5 Netzversorgung 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P11K-P22K

Typenbezeichnung	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Hohe/Normale Überlast[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Schutzart IP21	C1		C1		C1		C2		C2	
Schutzart IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Schutzart IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
Ausgangsstrom										
Dauerbetrieb (380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (380-440 V) [A]	91,5	80,3	110	99	135	117	159	162	221	195
Dauerbetrieb (441-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (441-500 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
Dauerbetrieb kVA (400 V) [kVA]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
Dauerbetrieb kVA (460 V) [kVA]		51,8		63,7		83,7		104		128
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (380-440 V) [A]	82,5	72,6	99	90,2	123	106	144	146	200	177
Dauerbetrieb (441-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (441-500 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
Zusätzliche technische Daten										
IP20 max. Kabelquerschnitt für Netz und Motor [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP20 max. Kabelquerschnitt (Bremse und Zwischenkreis-kopplung) [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquer-schnitt für Netz und Motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquer-schnitt für Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Max. Kabelquerschnitt [4)] mit Trennschalter [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] [3)]	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Wirkungsgrad [2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

Tabelle 6.6 Netzversorgung 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P30K-P75K

6.1.3 Netzversorgung 525-600 V (nur FC 302)

Typenbezeichnung	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Typische Wellenleistung [kW]	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Schutzart IP20, IP21	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Schutzart IP55	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Ausgangsstrom								
Dauerbetrieb (525-550 V) [A]	1,8	2,6	2,9	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5
Aussetzbetrieb (525-550 V) [A]	2,9	4,2	4,6	6,6	8,3	10,2	15,2	18,4
Dauerbetrieb (551-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Aussetzbetrieb (551-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Dauerbetrieb kVA (525 V) [kVA]	1,7	2,5	2,8	3,9	5,0	6,1	9,0	11,0
Dauerbetrieb kVA (575 V) [kVA]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb (525-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	4,1	5,2	5,8	8,6	10,4
Aussetzbetrieb (525-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,6	8,3	9,3	13,8	16,6
Zusätzliche technische Daten								
Max. Kabelquerschnitt [4] (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2 (24))							
Max. Kabelquerschnitt [4] mit Trennschalter [mm^2]([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast (W) [3]	35	50	65	92	122	145	195	261
Wirkungsgrad [2]	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabelle 6.7 Netzversorgung 525-600 V (nur FC 302), PK75-P7K5

Typenbezeichnung	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Hohe/Normale Überlast[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Schutzart IP20	B3		B3		B4		B4		B4	
Schutzart IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2		B2		C1	
Ausgangsstrom										
Dauerbetrieb (525-550 V) [A]	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Aussetzbetrieb (525-550 V) [A]	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
Dauerbetrieb (551-600 V) [A]	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
Aussetzbetrieb (551-600 V) [A]	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
Dauerbetrieb kVA (550 V) [kVA]	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3	34,3	41,0	41,0	51,4
Dauerbetrieb kVA (575 V) [kVA]	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9	33,9	40,8	40,8	51,8
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb bei 550 V [A]	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Überlast (60 s) bei 550 V [A]	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Dauerbetrieb bei 575 V [A]	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Überlast (60 s) bei 575 V [A]	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Zusätzliche technische Daten										
IP20 max. Kabelquerschnitt [4)] für Netz, Bremse, Motor und Zwischenkreiskopplung) [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquerschnitt [4)] (Netz, Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)		16, 10, 10 (6, 8, 8)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		50,-,- (1,-,-)	
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquerschnitt [4)] für Motor [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		50,-,- (1,-,-)	
Max. Kabelquerschnitt [4)] mit Trennschalter [mm^2]([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)								50, 35, 35 (1, 2, 2)	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] [3)]	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Wirkungsgrad [2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabelle 6.8 Netzversorgung 525-600 V (nur FC 302), P11K-P30K

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Typenbezeichnung	P37K		P45K		P55K		P75K	
Hohe/Normale Überlast[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Schutzart IP20	C3	C3	C3		C4		C4	
Schutzart IP21, IP55, IP66	C1	C1	C1		C2		C2	
Ausgangsstrom								
Dauerbetrieb (525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Aussetzbetrieb (525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
Dauerbetrieb (551-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
Aussetzbetrieb (551-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
Dauerbetrieb kVA (550 V) [kVA]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100,0	100,0	130,5
Dauerbetrieb kVA (575 V) [kVA]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb bei 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Überlast (60 s) bei 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Dauerbetrieb bei 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Überlast (60 s) bei 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Zusätzliche technische Daten								
IP20 max. Kabelquerschnitt für Netz und Motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
IP20 max. Kabelquerschnitt (Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquerschnitt für Netz und Motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
IP21, IP55, IP66 max. Kabelquerschnitt für Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Max. Kabelquerschnitt [4)] mit Trennschalter [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast (W) [3)]	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Wirkungsgrad [2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabelle 6.9 Netzversorgung 525-600 V (nur FC 302), P37K-P75K

6.1.4 Netzversorgung 525-690 V (nur FC 302)

Typenbezeichnung	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Hohe/Normale Überlast[1)]	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO
Typische Wellenleistung (kW)	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Schutzart IP20	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Ausgangsstrom							
Dauerbetrieb (525-550 V) [A]	2,1	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Aussetzbetrieb (525-550V) [A]	3,4	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Dauerbetrieb (551-690 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,5	5,5	7,5	10,0
Aussetzbetrieb (551-690V) [A]	2,6	3,5	5,1	7,2	8,8	12,0	16,0
Dauerbetrieb KVA 525 V	1,9	2,5	3,5	4,5	5,5	8,2	10,0
Dauerbetrieb KVA 690 V	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9,0	12,0
Max. Eingangsstrom							
Dauerbetrieb (525-550 V) [A]	1,9	2,4	3,5	4,4	5,5	8,1	9,9
Aussetzbetrieb (525-550V) [A]	3,0	3,9	5,6	7,0	8,8	12,9	15,8
Dauerbetrieb (551-690 V) [A]	1,4	2,0	2,9	4,0	4,9	6,7	9,0
Aussetzbetrieb (551-690V) [A]	2,3	3,2	4,6	6,5	7,9	10,8	14,4
Zusätzliche technische Daten							
Max. Kabelquerschnitt [4)] (Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung) [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (min. 0,2 (24)						
Max. Kabelquerschnitt [4)] mit Trennschalter [mm^2] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast (W) [3)]	44	60	88	120	160	220	300
Wirkungsgrad [2)]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabelle 6.10 Baugröße A3, Netzversorgung 525-690 V IP20, P1K1-P7K5

Typenbezeichnung	P11K		P15K		P18K		P22K	
Hohe/Normale Überlast[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung 550 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
Schutzart IP20	B4		B4		B4		B4	
Schutzart IP21, IP55	B2		B2		B2		B2	
Ausgangsstrom								
Dauerbetrieb (525-550 V) [A]	14,0	19,0	19,0	23,0	23,0	28,0	28,0	36,0
Aussetzbetrieb (60 s Überlast)(525-550 V) [A]	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
Dauerbetrieb (551-690 V) [A]	13,0	18,0	18,0	22,0	22,0	27,0	27,0	34,0
Aussetzbetrieb (60 s Überlast)(551-690 V) [A]	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
Dauerbetrieb kVA (bei 550 V) [kVA]	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
Dauerbetrieb kVA (bei 690 V) [kVA]	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb (bei 550 V) (A)	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Dauerbetrieb (bei 690 V) (A)	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 690 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Zusätzliche technische Daten								
Max. Kabelquerschnitt [4)] für Netz/Motor, Zwischenkreiskopplung und Bremse [mm^2] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)							
Max. Kabelquerschnitt [4)] mit Trennschalter [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)							
Typische Verlustleistung bei max. Nennlast (W) [3)]	150	220	220	300	300	370	370	440
Wirkungsgrad [2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabelle 6.11 Bauform B2/B4, Netzversorgung 525-690 V IP20/IP21/IP55 (nur FC 302), P11K-P22K

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Typenbezeichnung	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Hohe/Normale Überlast[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 550 V (kW)	22	30	30	37	37	45	45	55	50	75
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Schutzart IP20	B4		C3		C3		D3h		D3h	
Schutzart IP21, IP55	C2		C2		C2		C2		C2	
Ausgangsstrom										
Dauerbetrieb (525-550 V) [A]	36,0	43,0	43,0	54,0	54,0	65,0	65,0	87,0	87,0	105
Aussetzbetrieb (60 s Überlast)(525-550 V) [A]	54,0	47,3	64,5	59,4	81,0	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
Dauerbetrieb (551-690 V) [A]	34,0	41,0	41,0	52,0	52,0	62,0	62,0	83,0	83,0	100
Aussetzbetrieb (60 s Überlast)(551-690 V) [A]	51,0	45,1	61,5	57,2	78,0	68,2	93,0	91,3	124,5	110
Dauerbetrieb kVA (bei 550 V) [kVA]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
Dauerbetrieb kVA (bei 690 V) [kVA]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 690 V) [A]	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
Zusätzliche technische Daten										
Max. Kabelquerschnitt für Netz und Motor [mm^2] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Max. Kabelquerschnitt für Zwischenkreis-kopplung und Bremse [mm^2] ([AWG])	95 (3/0)									
Max. Kabelquerschnitt [4)] mit Trennschalter [mm^2] ([AWG])	95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Nennlast [W] [3)]	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Wirkungsgrad [2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabelle 6.12 Bauformen B4, C2, C3, Netzversorgung 525-690 V IP20/IP21/IP55 (nur FC 302), P30K-P75K

Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 9.3.1 Sicherungen und Trennschalter.

[1)] Hohe Überlast = 150 % oder 160 % Drehmoment für 60 s. Normale Überlast=110 % Drehmoment für 60 s.

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

[3)] Die typische Verlustleistung gilt für Nennlastbedingungen und sollte innerhalb von ±15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf variierende Spannungs- und Kabelbedingungen).
Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkgrad2/Wirkgrad3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zum Leistungsverlust im Frequenzumrichter bei und umgekehrt.
Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen.
Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Anschlusslasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen. (Obwohl dies typischerweise nur zusätzliche 4 W bei einer vollbelasteten Steuerkarte oder bei Optionen für Steckplatz A bzw. Steckplatz B sind.)
Obwohl Messungen mit Geräten nach dem neuesten Stand der Technik erfolgen, müssen geringe Messungenauigkeiten (± 5%) berücksichtigt werden.

[4)] Die 3 Werte für den max. Kabelquerschnitt gelten für einadrige Kabel, flexible Kabel und flexible Kabel mit Aderendhülse.

6.2 Allgemeine technische Daten

6.2.1 Netzversorgung

Netzversorgung	
Versorgungsklemmen (6 Pulse)	L1, L2, L3
Versorgungsspannung	200-240 V ±10 %
Versorgungsspannung	FC 301: 380-480 V/FC 302: 380-500 V ±10 %
Versorgungsspannung	FC 302: 525-600 V ±10 %
Versorgungsspannung	FC 302: 525-690 V ±10 %

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

Netzfrequenz	50/60 Hz ±5 %
Max. kurzzeitiges Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor (λ)	≥ 0,9 bei Nennlast
Verschiebungs-Leistungsfaktor (cos ϕ)	nahe 1 (> 0,98)
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) ≤ 7,5 kW	max. 2x/Min.
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Netz-Ein) 11-75 kW	max. 1x/Min.
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Anzahl der Einschaltungen) ≥ 90 kW	max. 1 x /2 Min.
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

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

6.2.2 Motorausgang und Motordaten

Motorausgang (U, V, W)	
Ausgangsspannung	0-100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz	0-590 Hz[3)]
Ausgangsfrequenz bei Fluxvektorbetrieb	0-300 Hz
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	0,01-3600 s

Drehmomentkennlinie	
Startmoment (konstantes Drehmoment)	max. 160 % für 60 s[1)] einmal in 10 min.
Start-/Überlastmoment (variables Drehmoment)	max. 110 % bis zu 0,5 s[1)] einmal in 10 min.
Drehmomentanstiegzeit in FLUX (für 5 kHz fsw)	1 ms
Drehmomentanstiegzeit in VVC+ (unabhängig von fsw)	10 ms

1) Prozentwert bezieht sich auf das Nenndrehmoment.
2) Die Drehmomentantwortzeit hängt von der Anwendung und der Last ab, aber als allgemeine Regel gilt, dass der Drehmomentschritt von 0 bis zum Sollwert das Vier- bis Fünffache der Drehmomentanstiegzeit beträgt.
3) Spezielle Kundenausführungen mit Ausgangsfrequenzen von 0-1000 Hz sind erhältlich.

6.2.3 Umgebungsbedingungen

Umgebung	
Schutzart	IP20, IP21, IP55, IP66
Vibrationstest	1,0 g
Max. THvD	10%
Max. relative Feuchtigkeit	5 % - 93 % (IEC 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60068-2-43) H_2S-Test	Prüfung kD

Umgebungstemperatur	Max. 50 °C (durchschnittliches Maximum 24 Stunden 45 °C)
Min. Umgebungstemperatur bei Volllast	0 °C
Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	- 10 °C
Temperatur bei Lagerung/Transport	-25 bis +65/70 °C
Max. Höhe über dem Meeresspiegel ohne Leistungsreduzierung	1000 m
EMV-Normen, Störaussendung	EN 61800-3, EN 55011[1)]
EMV-Normen, Störfestigkeit	EN61800-3, EN 61000-6-1/2

1) Siehe Kapitel 5.2.1 EMV-Prüfergebnisse

6.2.4 Kabelspezifikationen

Kabellängen und Querschnitte für Steuerleitungen[1)]	
Max. Motorkabellänge, abgeschirmt	150 m
Max. Motorkabellänge, ungeschirmt	300 m
Maximaler Querschnitt zu Steuerklemmen, flexibler/starrer Draht ohne Aderendhülsen	1,5 mm^2
Maximaler Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel mit Aderendhülsen	1 mm^2
Maximaler Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel mit Aderendhülsen mit Bund	0,5 mm^2
Mindestquerschnitt für Steuerklemmen	0,25 mm^2

1) Für Leistungskabel siehe die elektrischen Tabellen in Kapitel 6.1 Elektrische Daten.

6.2.5 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten

6.2.5.1 Digitaleingänge

Digitaleingänge	
Programmierbare Digitaleingänge	FC 301: 4 (5)[1)]/FC 302: 4 (6)[1)]
Klemme Nr.	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
Logik	PNP oder NPN
Spannungsniveau	0-24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP	< 5 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP	> 10 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ NPN[2)]	> 19 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN[2)]	< 14 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Pulsfrequenzbereich	0-110 kHz
(Arbeitszyklus) Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangswiderstand, R_i	ca. 4 kΩ

Sichererer Stopp Klemme 37[3, 4)] (Klemme 37 hat festgelegte PNP-Logik)	
Spannungsniveau	0-24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP	< 4 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP	> 20 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Typischer Eingangsstrom bei 24 V	50 mA eff.
Typischer Eingangsstrom bei 20 V	60 mA eff.
Eingangskapazität	400 nF

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

1) Sie können die Klemmen 27 und 29 auch als Ausgang programmieren.

2) Mit Ausnahme des Eingangs für den Sicheren Stopp, Klemme 37.

3) Siehe VLT® Frequenzumrichter - Sicher abgeschaltetes Moment Produkthandbuch für weitere Informationen zu Klemme 37 und dem Sicheren Stopp.

4) Bei Verwendung eines Schützes mit integrierter DC-Spule in Kombination mit der Funktion „Sicherer Stopp“ ist es wichtig, dass Sie eine Rückleitung für den Abschaltstrom von der Spule anlegen. Dies können Sie durch eine Freilaufdiode (oder alternativ eine

30- oder 50-V-MOV für schnellere Antwortzeiten) an der Drossel umsetzen. Sie können typische Schütze zusammen mit dieser Diode erwerben.

Analogeingänge	
Anzahl Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54
Betriebsarten	Spannung oder Strom
Betriebsartwahl	Schalter S201 und Schalter S202
Einstellung Spannung	Schalter S201/Schalter S202 = AUS (U)
Spannungsniveau	-10 bis +10 V (skalierbar)
Eingangswiderstand, R_i	ca. 10 kΩ
Max. Spannung	± 20 V
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. Abweichung 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	100 Hz

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

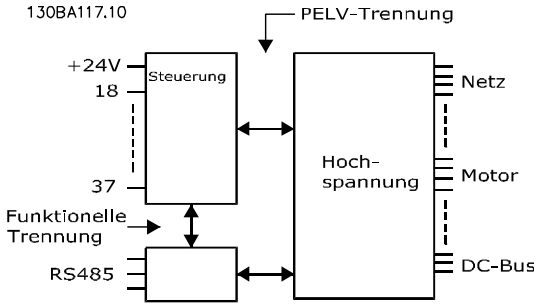


Abbildung 6.1 PELV-Isolierung

Puls-/Drehgeber-Eingänge	
Programmierbare Puls-/Drehgeber-Eingänge	2/1
Klemmennummer Puls-/Drehgeber	29[1], 33[2] / 32[3], 33[3]
Max. Frequenz an Klemme 29, 32, 33	110 kHz (Gegentakt)
Max. Frequenz an Klemme 29, 32, 33	5 kHz (offener Kollektor)
Min. Frequenz an Klemme 29, 32, 33	4 Hz
Spannungsniveau	siehe Abschnitt zu Digitaleingängen
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R_i	ca. 4 kΩ
Pulseingangsgenauigkeit (0,1-1 kHz)	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala
Genauigkeit des Drehgebereingangs (1-11 kHz)	Max. Abweichung: 0,05 % der Gesamtskala

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

1) FC 302 nur

2) Pulseingänge sind 29 und 33

3) Drehgebereingänge: 32 = A, und 33 = B

Digitalausgang	
Programmierbare Digital-/Pulsausgänge	2
Klemme Nr.	27, 29[1]
Spannungsniveau am Digital-/Pulsausgang	0-24 V
Max. Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Max. Last am Pulsausgang	1 kΩ
Max. kapazitive Last am Pulsausgang	10 nF
Min. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala
Auflösung der Pulsausgänge	12 Bit

1) Die Klemmen 27 und 29 können auch als Eingang programmiert werden.
Der Digitalausgang ist von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen galvanisch getrennt.

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

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

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

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

Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang	
Klemme Nr.	±50
Ausgangsspannung	10,5 V ±0,5 V
Max. Last	15 mA

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

Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle	
Klemme Nr.	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Klemme Nr. 61	Masse für Klemmen 68 und 69

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

Steuerkarte, serielle USB-Schnittstelle	
USB-Standard	1.1 (Full Speed)
USB-Buchse	USB-Buchse Typ B (Gerät)

Der Anschluss an einen PC erfolgt über ein standardmäßiges USB-Kabel.
Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV, Schutzkleinspannung) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.
Der USB-Erdanschluss ist nicht galvanisch von der Schutzerde getrennt. Benutzen Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter.

Relaisausgänge	
Programmierbare Relaisausgänge	FC 301 alle kW: 1/FC 302 alle kW: 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 bei 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
Relais 02 (nur FC 302) Klemmennummer	4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1)[1] an 4-5 (schließen) (ohmsche Last)[2][3] Überspannungs-Kat. II	400 V AC, 2 A

Max. Klemmenleistung (AC-15)[1)] an 4-5 (schließen) (induktive Last bei 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 bei 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 Teile 4 und 5

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

2) Überspannungskategorie II

3) UL-Anwendungen 300 V AC 2 A

6

Steuerkartenleistung	
Abtastintervall	1 ms

Steuerungseigenschaften	
Auflösung der Ausgangsfrequenz bei 0-590 Hz	±0,003 Hz
Wiederholgenauigkeit für Präz. Start/Stopp (Klemmen 18, 19)	≤±0,1 ms
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 ms
Drehzahlregelbereich (ohne Rückführung)	1:100 der Synchrondrehzahl
Drehzahlregelbereich (mit Rückführung)	1:1000 der Synchrondrehzahl
Drehzahlgenauigkeit (ohne Rückführung)	30-4000 UPM: Abweichung ±8 UPM
Drehzahlgenauigkeit (mit Rückführung), je nach Auflösung des Istwertgebers	0-6000 UPM: Abweichung ±0,15 UPM
Drehmomentregelgenauigkeit (Drehzahlrückführung)	max. Abweichung ±5 % der Gesamtskala

Alle Angaben zu Steuerungseigenschaften basieren auf einem 4-poligen Asynchronmotor

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

6.2.6 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

6.2.6.1 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur, Bauform A

60° AVM - Pulsbreitenmodulation

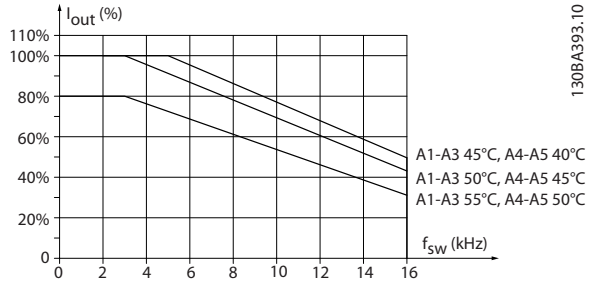


Abbildung 6.2 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für Bauform A, bei 60° AVM

SFAVM - Asynchrone Vektormodulation der Statorfrequenz (Stator Frequency Asyncron Vector Modulation)

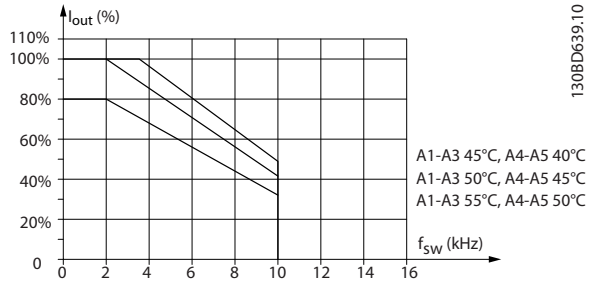


Abbildung 6.3 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für Bauform A, mit SFAVM

Wenn Sie bei der Bauform A ausschließlich Motorkabel mit einer Länge von 10 m oder weniger verwenden, ist eine geringere Leistungsreduzierung erforderlich. Dies liegt daran, dass die Länge der Motorkabel einen relativ hohen Einfluss auf die empfohlene Leistungsreduzierung hat.

60° AVM

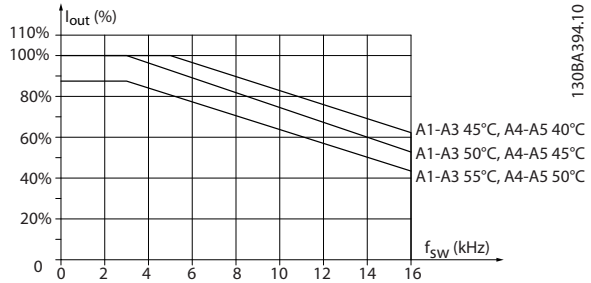


Abbildung 6.4 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für Bauform A, mittels 60° AVM und max. 10-m-Motorkabel

SFAVM

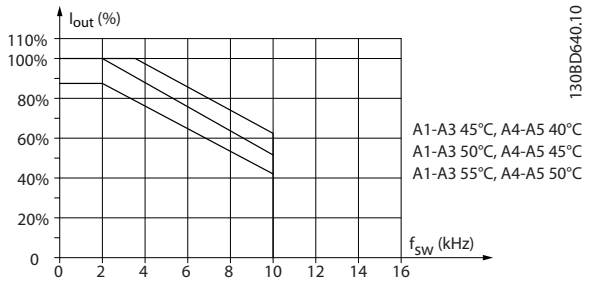


Abbildung 6.5 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für Bauform A, mittels SFAVM und max. 10-m-Motorkabel

6.2.6.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur, Bauform B

Bauformen B, T2, T4 und T5

Bei den Bauformen B und C ist die Leistungsreduzierung auch vom in *1-04 Überlastmodus* ausgewählten Überlastmodus abhängig. ausgewählten Überlastmodus abhängig.

60° AVM - Pulsbreitenmodulation

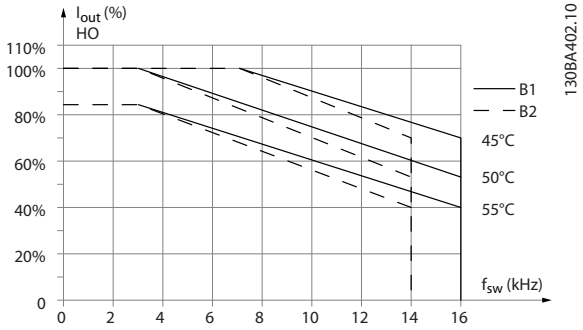


Abbildung 6.6 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für Bauformen B1 und B2, mittels 60° AVM im Modus „Hohe Überlast" (160 % Übermoment)

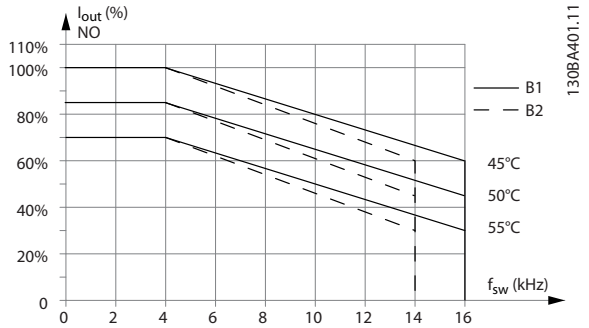


Abbildung 6.7 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für Bauformen B1 und B2, mittels 60° AVM im Modus „Normale Überlast" (110 % Übermoment)

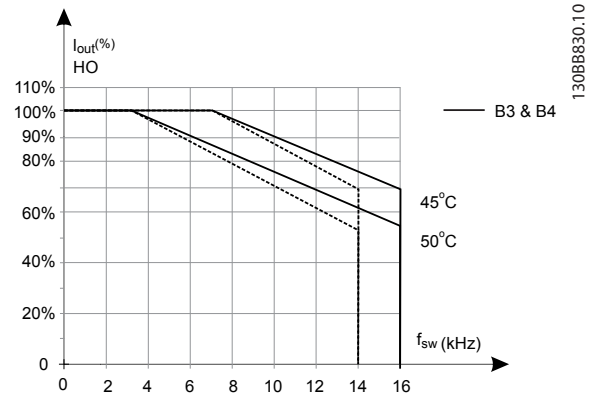


Abbildung 6.8 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für Bauformen B3 und B4, mittels 60° AVM im Modus „Hohe Überlast" (160 % Übermoment)

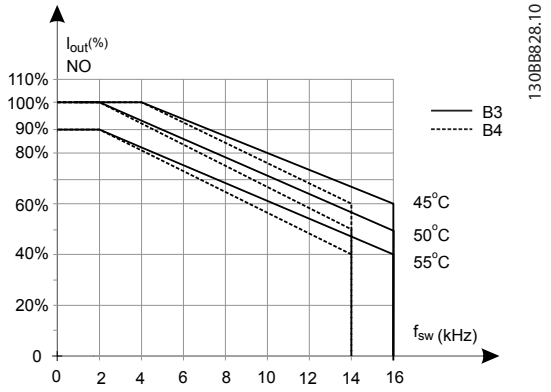


Abbildung 6.9 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen B3 und B4, mittels 60° AVM im Modus „Normale Überlast" (110 % Übermoment)

SFAVM - Asynchrone Vektormodulation der Statorfrequenz (Stator Frequency Asyncron Vector Modulation)

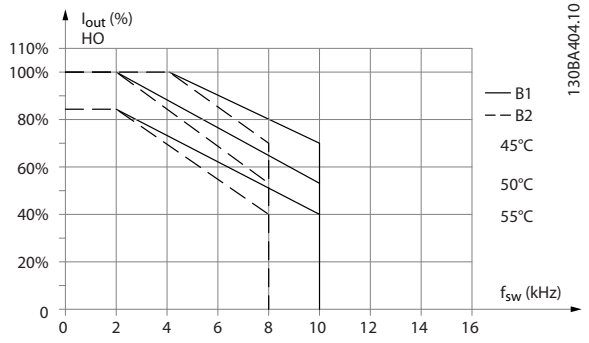


Abbildung 6.10 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen B1 und B2, mittels SFAVM im Modus „Hohe Überlast" (160 % Übermoment)

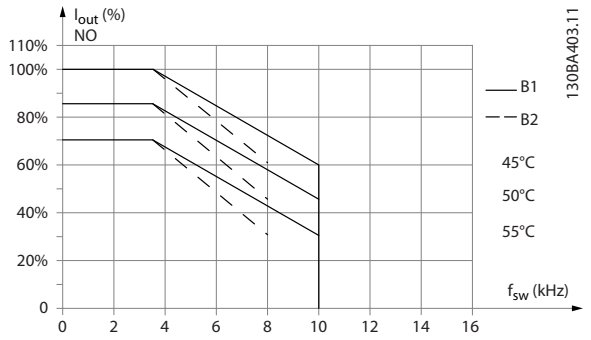


Abbildung 6.11 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen B1 und B2, mittels SFAVM im Modus „Normale Überlast" (110 % Übermoment)

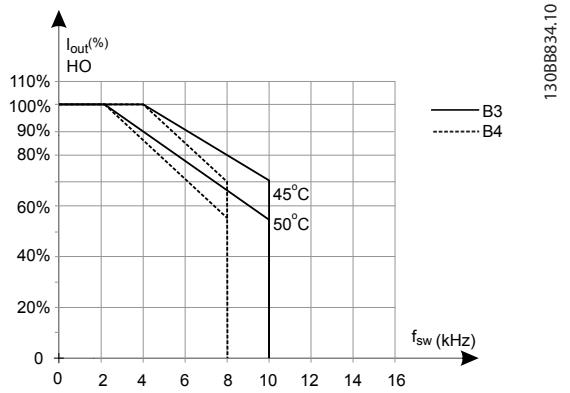


Abbildung 6.12 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen B3 und B4, mittels SFAVM im Modus „Hohe Überlast" (160 % Übermoment)

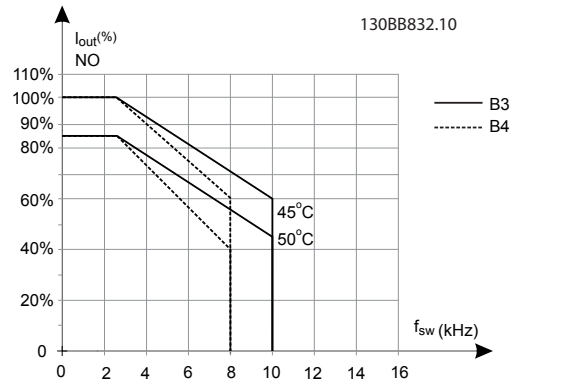


Abbildung 6.13 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen B3 und B4, mittels SFAVM im Modus „Normale Überlast" (110 % Übermoment)

Bauformen B, T6
60° AVM - Pulsbreitenmodulation

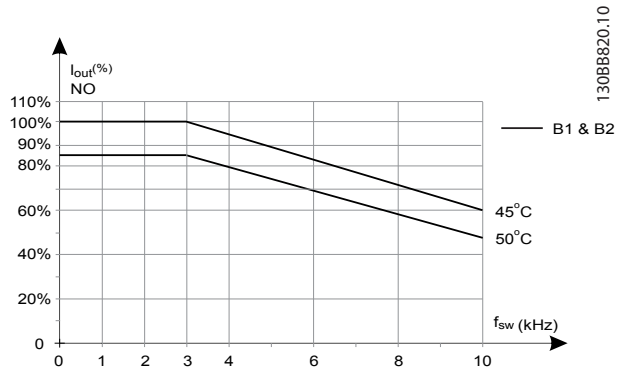


Abbildung 6.14 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für 600-V-Frequenzumrichter, Baugröße B, 60 AVM, normale Überlast

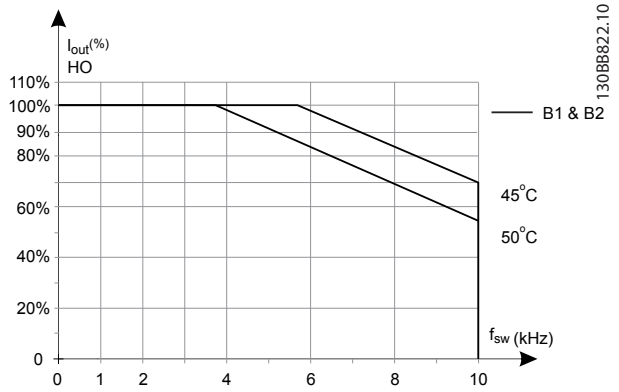


Abbildung 6.15 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für 600-V-Frequenzumrichter, Baugröße B, 60 AVM, hohe Überlast

SFAVM - Asynchrone Vektormodulation der Statorfrequenz (Stator Frequency Asyncron Vector Modulation)

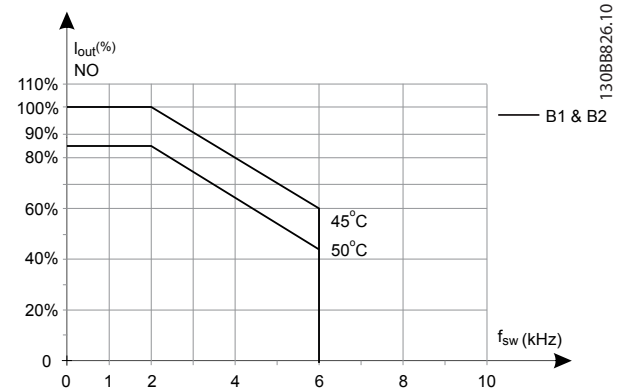


Abbildung 6.16 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für 600-V-Frequenzumrichter, Baugröße B; SFAVM, Normale Überlast

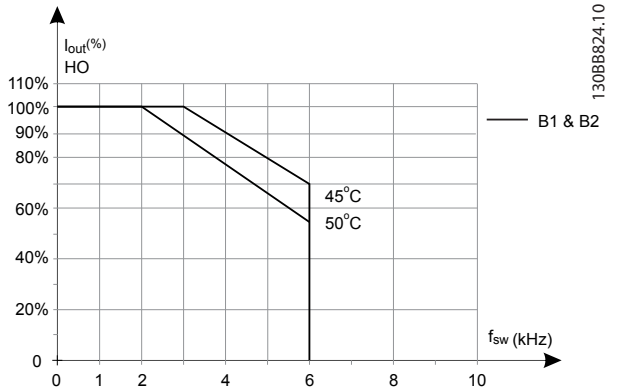


Abbildung 6.17 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für 600-V-Frequenzumrichter, Baugröße B; SFAVM, Hohe Überlast

6

Bauformen B, T7
Bauformen B2 und B4, 525-690 V
60° AVM - Pulsbreitenmodulation

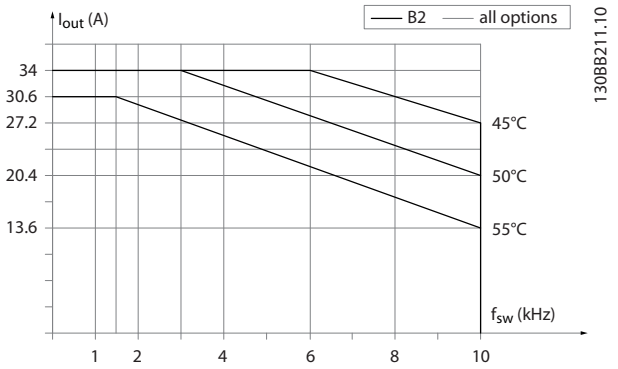


Abbildung 6.18 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für Baugröße B2 und B4, 60° AVM. Bemerkung: Die Kurve wird mit dem Strom als Absolutwert gezeichnet und gilt sowohl für hohe als auch normale Überlast.

SFAVM - Asynchrone Vektormodulation der Statorfrequenz (Stator Frequency Asyncron Vector Modulation)

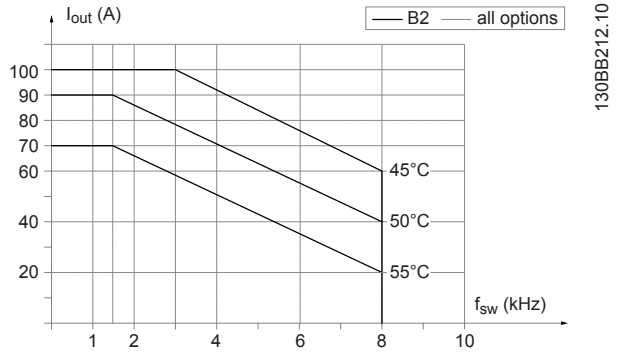


Abbildung 6.19 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für die Baugrößen B2 und B4, SFAVM. Bemerkung: Die Kurve wird mit dem Strom als Absolutwert gezeichnet und gilt sowohl für hohe als auch normale Überlast.

6.2.6.3 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur, Bauform C

Bauformen C, T2, T4 und T5
60° AVM - Pulsbreitenmodulation

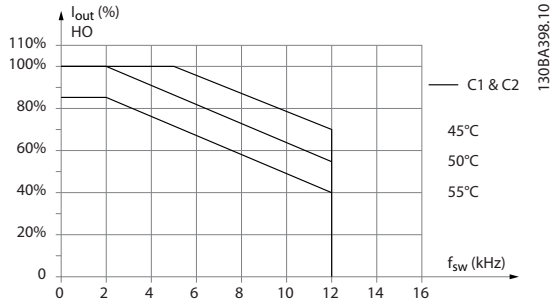


Abbildung 6.20 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen C1 und C2, mittels 60° AVM im Modus „Hohe Überlast" (160 % Übermoment)

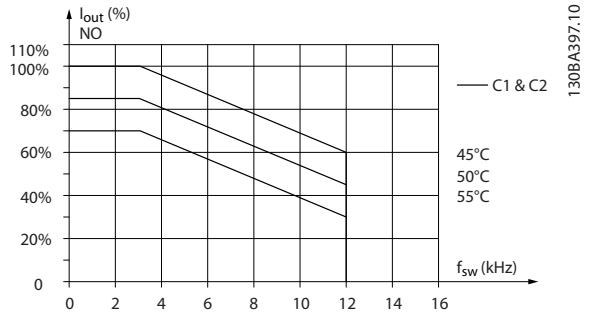


Abbildung 6.21 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen C1 und C2, mittels 60° AVM im Modus „Normale Überlast" (110 % Übermoment)

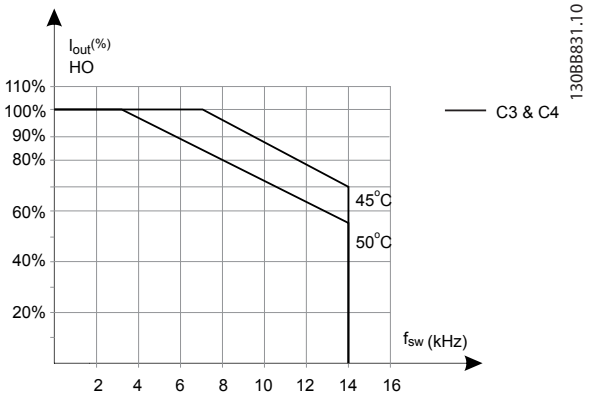


Abbildung 6.22 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen C3 und C4, mittels 60° AVM im Modus „Hohe Überlast" (160 % Übermoment)

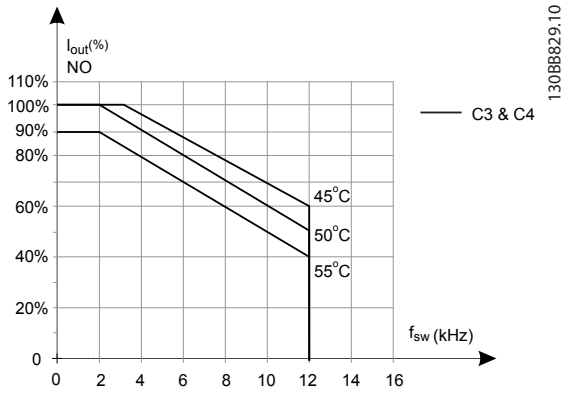


Abbildung 6.23 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen C3 und C4, mittels 60° AVM im Modus „Normale Überlast" (110 % Übermoment)

SFAVM - Asynchrone Vektormodulation der Statorfrequenz (Stator Frequency Asyncron Vector Modulation)

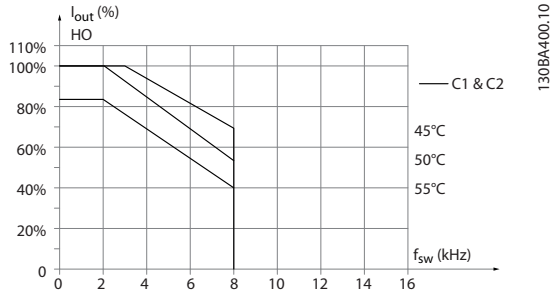


Abbildung 6.24 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen C1 und C2, mittels SFAVM im Modus „Hohe Überlast" (160 % Übermoment)

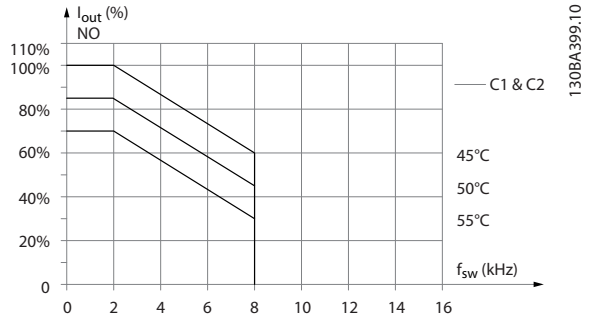


Abbildung 6.25 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen C1 und C2, mittels SFAVM im Modus „Normale Überlast" (110 % Übermoment)

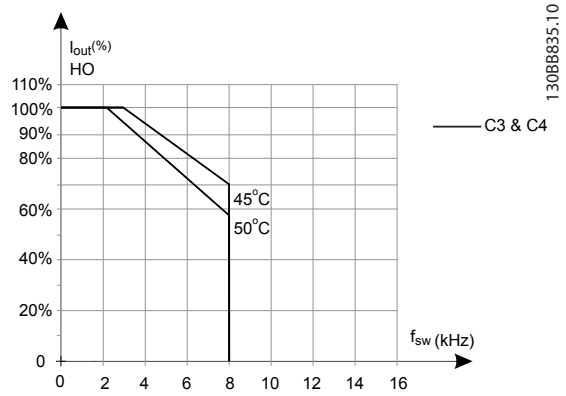


Abbildung 6.26 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen C3 und C4, mittels SFAVM im Modus „Hohe Überlast" (160 % Übermoment)

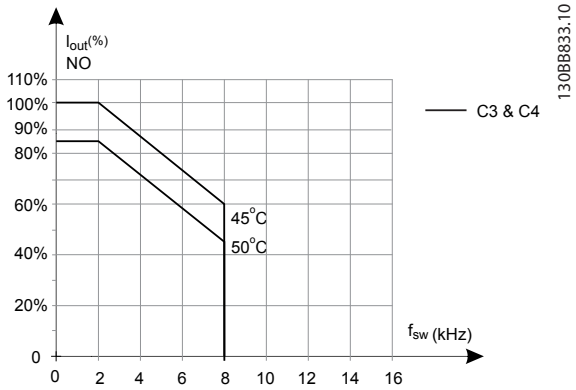


Abbildung 6.27 Leistungsreduzierung von I_{out} für abweichende $T_{AMB, MAX}$ für die Bauformen C3 und C4, mittels SFAVM im Modus „Normale Überlast" (110 % Übermoment)

Bauformen C, T6
60° AVM - Pulsbreitenmodulation

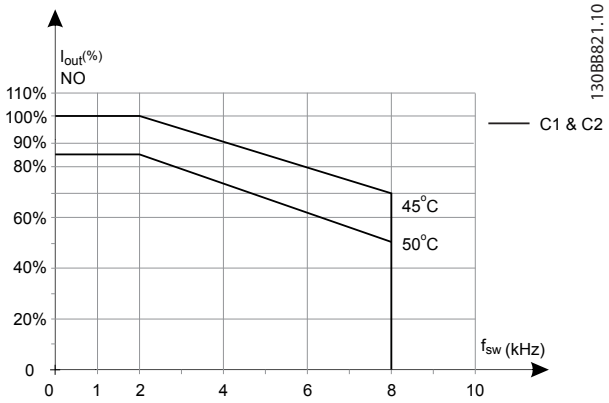


Abbildung 6.28 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für 600-V-Frequenzumrichter, Baugröße C, 60 AVM, normale Überlast

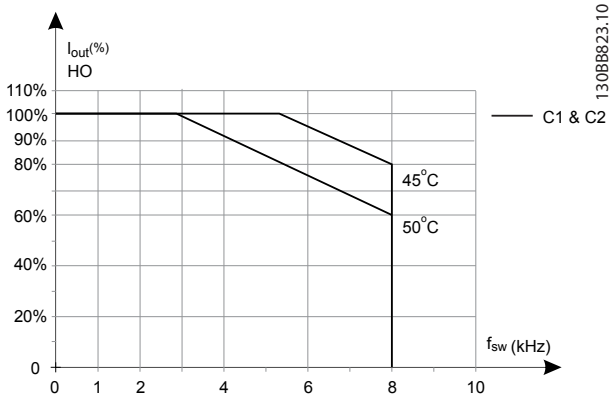


Abbildung 6.29 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für 600-V-Frequenzumrichter, Baugröße C, 60 AVM, hohe Überlast

SFAVM - Asynchrone Vektormodulation der Statorfrequenz (Stator Frequency Asyncron Vector Modulation)

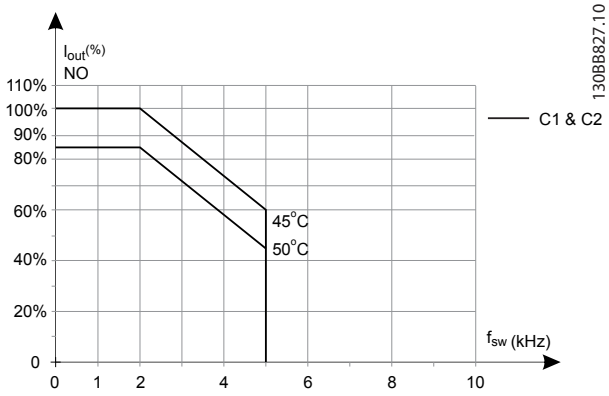


Abbildung 6.30 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für 600-V-Frequenzumrichter, Baugröße C; SFAVM, Normale Überlast

6

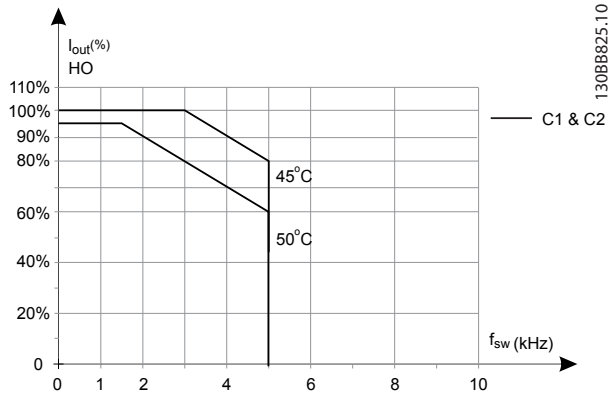


Abbildung 6.31 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für 600-V-Frequenzumrichter, Baugröße C; SFAVM, Hohe Überlast

6

Baugröße C, T7
60° AVM - Pulsbreitenmodulation

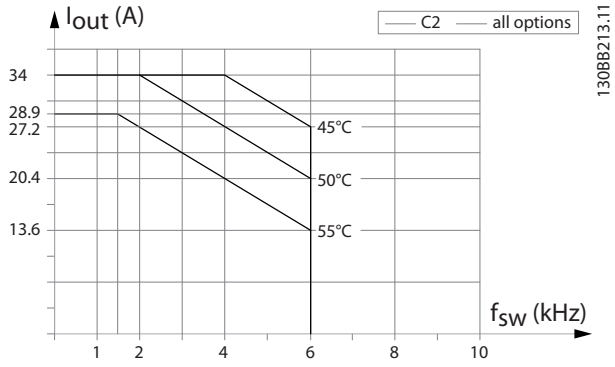


Abbildung 6.32 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für Baugröße C2, 60° AVM. Bemerkung: Die Kurve wird mit dem Strom als Absolutwert gezeichnet und gilt sowohl für hohe als auch normale Überlast.

SFAVM - Asynchrone Vektormodulation der Statorfrequenz (Stator Frequency Asyncron Vector Modulation)

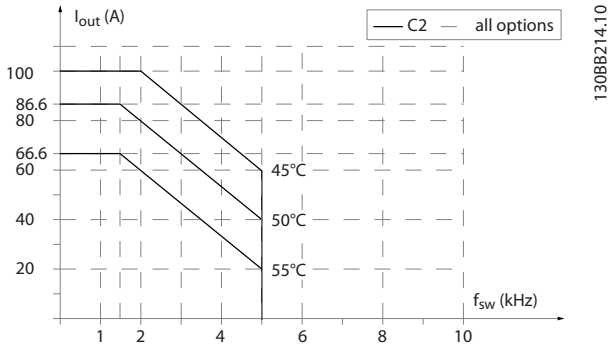


Abbildung 6.33 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für Baugröße C2, SFAVM. Bemerkung: Die Kurve wird mit dem Strom als Absolutwert gezeichnet und gilt sowohl für hohe als auch normale Überlast.

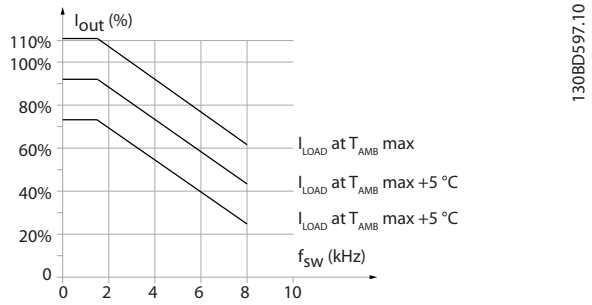


Abbildung 6.34 Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms mit einer Schaltfrequenz und Umgebungstemperatur für Baugröße C3

6.2.7 Gemessene Werte für dU/dt-Prüfung

Zur Vermeidung von Beschädigungen von Motoren ohne Phasentrennpapier oder einer anderen Isolationsverstärkung für den Betrieb des Frequenzumrichters wird unbedingt empfohlen, dass Sie ein dU/dt-Filter oder LC-Filter am Ausgang des Frequenzumrichters installieren.

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

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

Die Selbstinduktivität verursacht ein Übersteuern der Spannungsspitze in der Motorspannung, bevor sie sich stabilisiert. Der Pegel wird durch die Spannung im Zwischenkreis bestimmt.

Spitzenspannung an den Motorklemmen wird durch das Schalten der IGBT-Transistoren verursacht. Die Lebensdauer des Motors wird sowohl durch die Anstiegzeit als auch die

Spitzenspannung beeinflusst. Eine zu hohe Spitzenspannung schädigt vor allem Motoren ohne Phasentrennungspapier in den Wicklungen.

Bei kurzen Motorkabeln (wenige Meter) sind Anstiegzeit und Spitzenspannung niedriger. Die Motorkabellänge (100 m) führt zu einer längeren Anstiegzeit und einer höheren Spitzenspannung.

Der Frequenzumrichter erfüllt hinsichtlich der Motorkonstruktion IEC 60034-25 und IEC 60034-17.

200-240 V (T2)

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	240	0,13	0,510	3,090
50	240	0,23		2,034
100	240	0,54	0,580	0,865
150	240	0,66	0,560	0,674

Tabelle 6.13 P5K5T2

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,264	0,624	1,890
136	240	0,536	0,596	0,889
150	240	0,568	0,568	0,800

Tabelle 6.14 P7K5T2

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,802
150	240	0,708	0,587	0,663

Tabelle 6.15 P11KT2

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabelle 6.16 P15KT2

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabelle 6.17 P18KT2

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,822
150	240	0,488	0,538	0,882

Tabelle 6.18 P22KT2

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabelle 6.19 P30KT2

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabelle 6.20 P37KT2

380-500 V (T4)

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,640	0,690	0,862
50	480	0,470	0,985	0,985
150	480	0,760	1,045	0,947

Tabelle 6.21 P1K5T4

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,172	0,890	4,156
50	480	0,310		2,564
150	480	0,370	1,190	1,770

Tabelle 6.22 P4K0T4

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,04755	0,739	8,035
50	480	0,207		4,548
150	480	0,6742	1,030	2,828

Tabelle 6.23 P7K5T4

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabelle 6.24 P11KT4

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabelle 6.25 P15KT4

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,312		2,846
100	480	0,556	1,250	1,798
150	480	0,608	1,230	1,618

Tabelle 6.26 P18KT4

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,288		3,083
100	480	0,492	1,230	2,000
150	480	0,468	1,190	2,034

Tabelle 6.27 P22KT4

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabelle 6.28 P30KT4

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabelle 6.29 P37KT4

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,256	1,230	3,847
50	480	0,328	1,200	2,957
100	480	0,456	1,200	2,127
150	480	0,960	1,150	1,052

Tabelle 6.30 P45KT4

380-500 V (T5)

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabelle 6.31 P55KT5

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabelle 6.32 P75KT5

600 V (T6)

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,304	1,560	4,105
50	600	0,300	1,550	4,133
100	600	0,536	1,640	2,448
150	600	0,576	1,640	2,278

Tabelle 6.33 P15KT6

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,084	1,560	7,962
50	600	0,120	1,540	5,467
100	600	0,165	1,472	3,976
150	600	0,190	1,530	3,432

Tabelle 6.34 P30KT6

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tabelle 6.35 P75KT6

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

525-690 V (T7)

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
80	690	0,58	1,728	2369
130	690	0,93	1,824	1569
180	690	0,925	1,818	1570

Tabelle 6.36 P7K5T7

Kabellänge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
6	690	0,238	1416	4739
50	690	0,358	1764	3922
150	690	0,465	1872	3252

Tabelle 6.37 P45KT7

6.2.8 Wirkungsgrad

Wirkungsgrad des Frequenzumrichters
Die Last am Frequenzumrichter hat kaum Auswirkung auf seinen Wirkungsgrad.

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

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

Berechnung des Wirkungsgrads
Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Frequenzumrichters bei unterschiedlichen Lasten auf Grundlage von *Abbildung 6.35*. Multiplizieren Sie den Faktor in dieser Abbildung mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor, der in *Kapitel 6.2 Allgemeine technische Daten* zu finden ist.

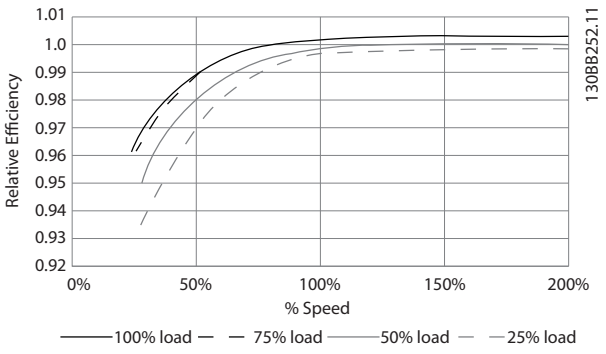


Abbildung 6.35 Typische Wirkungsgradkurven

Beispiel: Nehmen wir als Beispiel einen Frequenzumrichter mit 55 kW und 380–480 V AC bei 25 % Last bei 50 % Drehzahl. Das Diagramm zeigt 0,97 an. Die Nenn-Effizienz für einen 55-kW-Frequenzumrichter beträgt 0,98. Der tatsächliche Wirkungsgrad ist gleich: 0,97 x 0,98=0,95.

Motorwirkungsgrade
Der Wirkungsgrad eines an den Frequenzumrichter angeschlossenen Motors hängt von der Magnetisierungsstufe ab. Der Motorwirkungsgrad ist außerdem vom Motortyp abhängig.

- Im Nenndrehmomentbereich von 75–100 % ist der Motorwirkungsgrad praktisch konstant, sowohl wenn dieser vom Frequenzumrichter geregelt als auch wenn er direkt am Netz betrieben wird.
- Die U/f-Kennlinien haben nur einen minimalen Einfluss auf den Wirkungsgrad. Allerdings ergeben sich beachtliche Effizienzvorteile bei Motoren mit mindestens 11 kW.
- Die Taktfrequenz hat keinen Einfluss auf den Wirkungsgrad von kleinen Motoren. Die Effizienz von Motoren ab 11 kW wird um 1 bis 2 % verbessert. Dies liegt daran, dass die Form der Sinuskurve des Motorstroms bei hoher Taktfrequenz fast perfekt ist.

Systemwirkungsgrad
Zur Berechnung des Systemwirkungsgrads wird der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters mit dem Motorwirkungsgrad multipliziert.

6.2.9 Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben 3 Ursachen

- Zwischenkreisdrosseln
- EMV-Filterdrossel
- Interne Lüfter

Siehe *Tabelle 6.38* für Spezifikationen zu den Störgeräuschen.

Gehäusetyp	50 % Lüfterdrehzahl [dBA]	Volle Lüfterdrehzahl [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

Tabelle 6.38 Nennwerte der Störgeräusche

Alle Werte werden im Abstand von 1 m zum Gerät gemessen.

7 Bestellen des Frequenzumrichters

7.1 Antriebskonfigurator

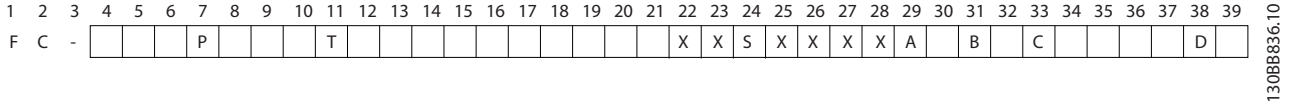


Abbildung 7.1 Beispiel für Typencode

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

Der Antriebskonfigurator ist auf der globalen Internetseite zu finden: *www.danfoss.com/drives*.

7.1.1 Typencode

Ein Beispiel für den Typencode:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Die Bedeutung der Zeichen in dieser Zeichenfolge sind in *Tabelle 7.1* und *Tabelle 7.2* definiert. Im obigen Typencode sind z. B. die Optionen Profibus DP V1 und die externe 24 V-Versorgung enthalten.

Beschreibung	Pos.	Mögliche Optionen
Produktgruppe	1-3	FC 30x
Frequenzumrichter-Serie	4-6	301: FC 301 302: FC 302
Nennleistung	8-10	0,25-75 kW
Phasen	11	Drei Phasen (T)
Netzspannung	11-12	T2: 200-240 V T4: 380-480 V T5: 380-500 V T6: 525-600 V T7: 525-690 V
Baugröße	13-15	E20: IP20 E55: IP 55 P20: IP20 (mit Rückwand) P21: IP21 (mit Rückwand) P55: IP55 (mit Rückwand) Z20: IP20[1)] E66: IP66

Beschreibung	Pos.	Mögliche Optionen
EMV-Filter	16-17	Hx: Keine EMV-Filter im Frequenzumrichter integriert (nur 600-V-Geräte) H1: Integriertes EMV-Filter. Erfüllt EN 55011 Klasse A1/B und EN/IEC 61800-3 Kategorie 1/2 H2: Kein zusätzliches EMV-Filter. Erfüllt EN 55011 Klasse A2 und EN/IEC 61800-3 Kategorie 3 H3: H3 – Integriertes EMV-Filter. Erfüllt EN 55011 Klasse A1/B und EN/IEC 61800-3 Kategorie 1/2 (baugröße A1)[1)]nur H4: Integriertes EMV-Filter. Erfüllt EN 55011 Klasse A1 und EN/IEC 61800-3 Kategorie 2 H5: Ausführungen für Schiffsanwendungen. Entspricht denselben Emissionswerten wie H2-Versionen
Bremse	18	B: Bremschopper integriert X: Kein Bremschopper integriert T: Sicherer Stopp Keine Bremse[1)] U: Sicherer Stopp Bremschopper[1)]
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil N: Numerisches LCP-Bedienteil X: Ohne LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine R: Widerstandsfähiger X: Keine beschichtete Platine
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 1: Netztrennschalter 3: Netztrennschalter und Sicherung[2)] 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung[2, 3)] 7: Sicherung[2)] 8: Netztrennschalter und Zwischenkreiskopplung[3)] A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung [2, 3)] D: Zwischenkreiskopplung [3)]

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Beschreibung	Pos.	Mögliche Optionen
Anpassung	22	X: Standard-Kabeleinführungen O: Europäisches metrisches Gewinde in Kabeleinführungen (nur A4, A5, B1, B2, C1, C2) S: Kabeleinführungen nach dem britischen Maßsystem (nur A5, B1, B2, C1 und C2)
Anpassung	23	X: Keine Anpassung
Software-version	24-27	SXXX: Aktuelle Version - Standard-Software
Software-Sprache	28	X: Unbenutzt

1): FC 301/nur Baugröße A1
2) Nur US-Markt
3): Die Baugrößen A und B3 verfügen werkseitig über eine integrierte Zwischenkreiskopplung

Tabelle 7.1 Bestell-Typencode Baugrößen A, B und C

Beschreibung	Pos.	Mögliche Optionen
A-Optionen	29-30	AX: Keine A-Option A0: MCA 101 Profibus DP V1 (Standard) A4: MCA 104 DeviceNet (Standard) A6: MCA 105 CANOpen (Standard) AN: MCA 121 EtherNet/IP AL: MCA 120 ProfiNet AQ: MCA 122 Modbus TCP AT: MCA 113 Profibus-Umrichter VLT 3000 AU: MCA 114 Profibus-Umrichter VLT 5000 AY: MCA 123 Powerlink A8: MCA 124 EtherCAT
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Allgemeine I/O-Option BR: MCB 102 Drehgeber-Option BU: MCB 103 Resolver-Option BP: MCB 105 Relaisoption BZ: MCB 108 Sicherheits-SPS-Schnitt-stelle B2: MCB 112 PTC-Thermistorkarte B4: MCB 114 VLT Sensoreingang B6: MCB 150 Safe Option TTL B7: MCB 151 Safe Option HTL
C0 Optionen	33-34	CX: Keine Option C4: MCO 305, programmierbarer Bewegungsregler
C1 Optionen	35	X: Keine Option R: MCB 113 Ext. Relaiskarte Z: MCA 140 Modbus RTU OEM-Option
Software für die C-Option/E1-Optionen	36-37	XX: Standardregler 10: MCO 350 Synchronisierungsregler 11: MCO 351 Positioning Control
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: MCB 107 Externe Spannungsver-sorgung mit 24 V DC

Tabelle 7.2 Bestell-Typencode, Optionen

HINWEIS

Für Leistungsgrößen über 75 kW siehe das *VLT® AutomationDrive FC 300 90-1400 kW Projektierungs-handbuch*.

7

7.1.2 Sprache

Frequenzumrichter werden automatisch mit einem Sprachpaket geliefert, das für die Region, in der sie bestellt werden, relevant ist. 4 regionale Sprachpakete decken die folgenden Sprachen ab:

Sprachpaket 1	Sprachpaket 2	Sprachpaket 3	Sprachpaket 4
English	English	English	English
Deutsch	Deutsch	Deutsch	Deutsch
Französisch	Chinesisch	Slowenisch	Spanisch
Dänisch	Koreanisch	Bulgarisch	English US
Niederländisch	Japanisch	Serbisch	Griechisch
Spanisch	Thai	Rumänisch	Brasilianisches Portugiesisch
Schwedisch	Traditionelles Chinesisch	Ungarisch	Türkisch
Italienisch	Bahasa (Indonesisch)	Tschechisch	Polnisch
Finnisch		Russisch	

Tabelle 7.3 Sprachpakete

7

Wenn Sie Frequenzumrichter mit einem anderen Sprachpaket bestellen möchten, wenden Sie sich an Ihren lokalen Händler.

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

7.2 Bestellnummern

7.2.1 Optionen und Zubehör

Beschreibung	Bestellnummer	
	Unbeschichtet	Beschichtet
Diverse Ausrüstung		
VLT® Bedienteilsatz Baugröße A5	130B1028	
VLT® Bedienteilsatz Baugröße B1	130B1046	
VLT® Bedienteilsatz Baugröße B2	130B1047	
VLT® Bedienteilsatz Baugröße C1	130B1048	
VLT® Bedienteilsatz Baugröße C2	130B1049	
VLT® Befestigungskonsolen für Baugröße A5	130B1080	
VLT® Befestigungskonsolen für Baugröße B1	130B1081	
VLT® Befestigungskonsolen für Baugröße B2	130B1082	
VLT® Befestigungskonsolen für Baugröße C1	130B1083	
VLT® Befestigungskonsolen für Baugröße C2	130B1084	
VLT® IP21-Satz, Baugröße A1	130B1121	
VLT® IP21-Satz, Baugröße A2	130B1122	
VLT® IP21-Satz, Baugröße A3	130B1123	
VLT® Oberer IP21-Satz, Baugröße A2	130B1132	
VLT® Oberer IP21-Satz, Baugröße A3	130B1133	
VLT® Rückwand IP55, Baugröße A5	130B1098	
VLT® Rückwand IP21, IP55, Baugröße B1	130B3383	
VLT® Rückwand IP21, IP55, Baugröße B2	130B3397	
VLT® Rückwand IP20, Baugröße B4	130B4172	
VLT® Rückwand IP21, IP55, Baugröße C1	130B3910	
VLT® Rückwand IP21, IP55, Baugröße C2	130B3911	
VLT® Rückwand IP20, Baugröße C3	130B4170	
VLT® Rückwand IP20, Baugröße C4	130B4171	
VLT® Rückwand IP66, Baugröße A5	130B3242	
VLT® Edelstahl-Rückwand IP66, Baugröße B1	130B3434	
VLT® Edelstahl-Rückwand IP66, Baugröße B2	130B3465	
VLT® Edelstahl-Rückwand IP66, Baugröße C1	130B3468	
VLT® Edelstahl-Rückwand IP66, Baugröße C2	130B3491	
VLT® Profibus-Adapter Sub-D9-Stecker	130B1112	
Profibus-Abschirmungsplattensatz für IP20, Baugrößen A1, A2 und A3	130B0524	
Klemmenblock für DC-Zwischenkreisverbindung bei Baugröße A2/A3	130B1064	
VLT® Schraubanschlussklemmen	130B1116	
VLT® USB-Verlängerung, 350-mm-Kabel	130B1155	
VLT® USB-Verlängerung, 650-mm-Kabel	130B1156	
VLT® Halterahmen A2 für 1 Bremswiderstand	175U0085	
VLT® Halterahmen A3 für 1 Bremswiderstand	175U0088	
VLT® Halterahmen A2 für 2 Bremswiderstände	175U0087	
VLT® Halterahmen A3 für 2 Bremswiderstände	175U0086	
LCP Bedieneinheit		
VLT® LCP 101 Numerische Bedieneinheit	130B1124	
VLT® LCP 102 Grafisches LCP-Bedienteil	130B1107	
VLT® Kabel für LCP 2, 3 m	175Z0929	
VLT® Einbausatz für alle LCP-Bedienteile	130B1170	
VLT® Einbausatz, grafisches LCP	130B1113	

Beschreibung	Bestellnummer	
	Unbeschichtet	Beschichtet
VLT® Einbausatz, numerisches LCP	130B1114	
VLT® LCP-Einbausatz, ohne LCP	130B1117	
VLT® LCP-Einbausatz Blindabdeckung IP55/66, 8 m	130B1129	
VLT® Bedieneinheit LCP 102, grafisch	130B1078	
VLT® Blindabdeckung, mit Danfoss-Logo, IP55/66	130B1077	
Optionen für Steckplatz A		
VLT® Profibus DP V1 MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CAN Open MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS-Umrichter MCA 113	130B1245	
VLT® PROFIBUS-Umrichter MCA 114		130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
POWERLINK	130B1489	130B1490
EtherCAT	130B5546	130B5646
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
Optionen für Steckplatz B		
VLT® Universal I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Drehgebereingang MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® Resolver-Eingang MCB 103	130B1127	130B1227
VLT® Relaisoption MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC-Thermistorkarte MCB 112		130B1137
VLT® Safe Option MCB 140	130B6443	
VLT® Safe Option MCB 141	130B6447	
VLT® Safe Option MCB 150		130B3280
VLT® Safe Option MCB 151		130B3290
Einbausätze für C-Optionen		
VLT® Einbausatz für C-Option, 40 mm, Baugrößen A2/A3	130B7530	
VLT® Einbausatz für C-Option, 60 mm, Baugrößen A2/A3	130B7531	
VLT® Einbausatz für C-Option, Baugröße A5	130B7532	
VLT® Einbausatz für C-Option, Baugrößen B/C/D/E/F (außer B3)	130B7533	
VLT® Einbausatz für C-Option, 40 mm, Baugrößen B3	130B1413	
VLT® Einbausatz für C-Option, 60 mm, Baugröße B3	130B1414	
Optionen für Steckplatz C		
VLT® Motion Control MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synchronregler MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Positionsregler MCO 351	130B1153	120B1253
Regler des Zentrumswicklers	130B1165	130B1166
VLT® Erweiterte Relaiskarte MCB 113	130B1164	130B1264
VLT® Adapter der C-Option MCF 106		130B1230
Option für Steckplatz D		
VLT® 24 V DC-Versorgung MCB 107	130B1108	130B1208
VLT® EtherNet/IP MCA 121	175N2584	
VLT® Ableitstrom-Überwachungssatz, Baugrößen A2/A3	130B5645	
VLT® Ableitstrom-Überwachungssatz, Baugröße B3	130B5764	
VLT® Ableitstrom-Überwachungssatz, Baugröße B4	130B5765	
VLT® Ableitstrom-Überwachungssatz, Baugröße C3	130B6226	

Beschreibung	Bestellnummer	
	Unbeschichtet	Beschichtet
VLT® Ableitstrom-Überwachungssatz, Baugröße C4	130B5647	
PC-Software		
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 1 Lizenz	130B1000	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 5 Lizenzen	130B1001	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 10 Lizenzen	130B1002	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 25 Lizenzen	130B1003	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 50 Lizenzen	130B1004	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 100 Lizenzen	130B1005	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, >100 Lizenzen	130B1006	
Sie können die Optionen bereits als werkseitig montiert bestellen, siehe Bestellinformationen, *Kapitel 7.1 Antriebskonfigurator*.		

Tabelle 7.4 Bestellnummern für Optionen und Zubehör

7.2.2 Ersatzteile

Die verfügbaren Ersatzteile für Ihre Spezifikation finden Sie im VLT Shop oder mithilfe des Konfigurators. *VLTShop.danfoss.com*.

7.2.3 Montagezubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnummer
Montagezubehör		
Montagezubehör A1	Montagezubehör, Baugröße A1	130B1021
Montagezubehör A2/A3	Montagezubehör, Baugröße A2/A3	130B1022
Montagezubehör A5	Montagezubehör, Baugröße A5	130B1023
Montagezubehör A1-A5	Montagezubehör, Baugröße A1-A5 Stecker für Bremse und Zwischenkreis-kopplung	130B0633
Montagezubehör B1	Montagezubehör, Baugröße B1	130B2060
Montagezubehör B2	Montagezubehör, Baugröße B2	130B2061
Montagezubehör B3	Montagezubehör, Baugröße B3	130B0980
Montagezubehör B4	Montagezubehör, Baugröße B4, 18,5-22 kW	130B1300
Montagezubehör B4	Montagezubehör, Baugröße B4, 30 kW	130B1301
Montagezubehör C1	Montagezubehör, Baugröße C1	130B0046
Montagezubehör C2	Montagezubehör, Baugröße C2	130B0047
Montagezubehör C3	Montagezubehör, Baugröße C3	130B0981
Montagezubehör C4	Montagezubehör, Baugröße C4, 55 kW	130B0982
Montagezubehör C4	Montagezubehör, Baugröße C4, 75 kW	130B0983

Tabelle 7.5 Bestellnummern für Montagezubehör

7.2.4 VLT® AutomationDrive FC 301

T2, Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus

FC 301				Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrau-banschluss sklemme IP21	Schrau-banschluss sklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelqu-erschnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	166	188,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	121	138,4	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	29,1	32,3	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	25,9	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabelle 7.6 T2, Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

FC 301				Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrauban-schlussklemme IP21	Schrauban-schlussklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelquerschnitt [mm^2]	Thermorelais [A]
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	166	188,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	121	138,4	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	29,1	32,3	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	25,9	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabelle 7.7 T2, Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

FC 301				Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrau-banschluss sklemme IP21	Schrau-banschluss sklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelqu-erschnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,55	620	749,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,75	485	547,6	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,1	329	365,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T4	1,5	240	263,0	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T4	2,2	161	176,5	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T4	3	117	127,9	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T4	4	86,9	94,6	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T4	5,5	62,5	68,2	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T4	7,5	45,3	49,6	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T4	11	34,9	38,0	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T4	15	25,3	27,7	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T4	22	16,9	18,7	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T4	30	13,2	14,5	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T4	37	10,6	11,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T4	45	8,7	9,6	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	55	6,6	7,8	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	75	4,2	5,7	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabelle 7.8 T4, Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

FC 301				Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrauban-schlussklemme IP21	Schrauban-schlussklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelquerschnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,55	620	749,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T4	0,75	485	547,6	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T4	1,1	329	365,3	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T4	1,5	240	263,0	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T4	2,2	161	176,5	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T4	3	117	127,9	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T4	4	86,9	94,6	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T4	5,5	62,5	68,2	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T4	7,5	45,3	49,6	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T4	11	34,9	38,0	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T4	15	25,3	27,7	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	22	16,9	18,7	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	30	13,2	14,5	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	37	10,6	11,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	45	8,7	9,6	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	55	6,6	7,8	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	75	4,2	5,7	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabelle 7.9 T4, Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

7.2.5 Bremswiderstände für FC 302

FC 302				Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrau-banschluss sklemme IP21	Schrau-banschluss sklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelquer-schnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	188	215,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	130	158,1	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	31,5	37,0	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	29,7	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9,0	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	14,7
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabelle 7.10 T2, Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

FC 302				Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrau-banschluss sklemme IP21	Schrau-banschluss sklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelqu-erschnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	188	215,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	130	158,1	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	31,5	37,0	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	29,7	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9,0	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabelle 7.11 T2, Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

FC 302				Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrau-banschluss sklemme IP21	Schrau-banschluss sklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelqu-erschnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T5	0,55	620	928,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,75	558	678,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T5	1,1	382	452,5	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T5	1,5	260	325,9	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T5	2,2	189	218,6	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T5	3	135	158,5	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T5	4	99,0	117,2	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T5	5,5	72,0	84,4	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T5	7,5	50,0	61,4	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T5	11	36,0	41,2	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T5	15	27,0	30,0	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T5	22	18,0	20,3	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T5	30	13,4	15,8	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T5	37	10,8	12,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T5	45	8,8	10,4	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T5	55	6,5	8,5	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T5	75	4,2	6,2	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabelle 7.12 T5, Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

FC 302				Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrau-banschluss sklemme IP21	Schrau-banschluss sklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelqu-erschnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,55	620	928,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T5	0,75	558	678,3	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T5	1,1	382	452,5	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T5	1,5	260	325,9	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T5	2,2	189	218,6	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T5	3	135	158,5	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T5	4	99,0	117,2	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T5	5,5	72,0	84,4	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T5	7,5	50,0	61,4	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T5	11	36,0	41,2	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T5	15	27,0	30,0	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T5	22	18,0	20,3	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T5	30	13,4	15,8	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T5	37	10,8	12,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T5	45	8,8	10,4	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T5	55	6,5	8,5	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T5	75	4,2	6,2	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabelle 7.13 T5, Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

FC 302				Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrau-banschluss sklemme IP21	Schrau-banschluss sklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelqu-erschnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,1	550	611,3	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,5	380	441,9	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T6	2,2	260	296,4	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T6	3	189	214,8	200	0,300	175u3342	-	-	-	1,5	1,1
T6	4	135	159,2	145	0,450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T6	5,5	99,0	114,5	100	0,570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1,5	2,3
T6	7,5	69,0	83,2	72	0,680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1,5	2,9
T6	11	48,6	56,1	52	1,130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1,5	4,4
T6	15	35,1	40,8	38	1,400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1,5	5,7
T6	18,5	27,0	32,9	31	1,700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1,5	7
T6	22	22,5	27,6	27	2,200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1,5	8,5
T6	30	17,1	21,4	19	2,800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2,5	11,4
T6	37	13,5	17,3	14	3,200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2,5	14,2
T6	45	10,8	14,2	13,5	4,200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	55	8,8	11,6	11	5,500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	75	6,6	8,4	7,0	7,000	-	-	-	175u3245	10	32

Tabelle 7.14 T6, Horizontales Bremsen 10 % Arbeitszyklus

FC 302				Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrau-banschluss sklemme IP21	Schrau-banschluss sklemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelqu-erschnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1,5	0,6
T6	1,1	550	611,3	570	0,450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1,5	0,9
T6	1,5	380	441,9	415	0,570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1,5	1,1
T6	2,2	260	296,4	270	0,960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1,5	1,8
T6	3	189	214,8	200	1,130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1,5	2,3
T6	4	135	159,2	145	1,700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1,5	3,3
T6	5,5	99,0	114,5	100	2,200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1,5	4,4
T6	7,5	69,0	83,2	72	3,200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1,5	6,3
T6	11	48,6	56,1	52	5,500	-	175u3148	175u3149	-	1,5	9,7
T6	15	35,1	40,8	38	6,000	-	-	-	175u3239	2,5	12,6
T6	18,5	27,0	32,9	31	8,000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	22	22,5	27,6	27	10,000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	30	17,1	21,4	19	14,000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	37	13,5	17,3	14	17,000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	45	10,8	14,2	13,5	21,000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	55	8,8	11,6	11	26,000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	75	6,6	8,4	7,0	30,000	-	-	-	175u3241	35	66

Tabelle 7.15 T6, Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

FC 302				Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus							
Frequenzumrichterdaten				Bremswiderstandsdaten						Installation	
						Danfoss Teilenummer					
Netz-typ	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Kabel IP54	Schrau-banschluss klemme IP21	Schrau-banschluss klemme IP65	Bolt connection IP20	Kabelqu-erschnitt [mm²]	Thermo-relais [A]
T7	1,1	620	830	630	0,360	-	175u3108	175u3109	-	1,5	0,8
T7	1,5	513	600	570	0,570	-	175u3110	175u3111	-	1,5	1
T7	2,2	340	403	415	0,790	-	175u3112	175u3113	-	1,5	1,3
T7	3	243	292	270	1,130	-	175u3118	175u3119	-	1,5	2
T7	4	180	216	200	1,700	-	175u3122	175u3123	-	1,5	2,8
T7	5,5	130	156	145	2,200	-	175u3106	175u3107	-	1,5	3,7
T7	7,5	94	113	105	3,200	-	175u3132	175u3133	-	1,5	5,2
T7	11	69,7	76,2	72	4,200	-	175u3142	175u3143	-	1,5	7,2
T7	15	46,8	55,5	52	6,000	-	-	-	175u3242	2,5	10,8
T7	18,5	36,0	44,7	42	8,000	-	-	-	175u3243	2,5	13,9
T7	22	29,0	37,5	31	10,000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	30	22,5	29,1	27	14,000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	37	18,0	23,5	22	17,000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	45	13,5	19,3	15,5	21,000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	55	13,5	15,7	13,5	26,000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	75	8,8	11,5	11	36,000	-	-	-	175u3212	25	57

Tabelle 7.16 T7, Vertikales Bremsen 40 % Arbeitszyklus

Horizontales Bremsen: Arbeitszyklus 10 % und maximal 120 s Wiederholungsraten gemäß dem Sollwert-Bremsenprofil. Die durchschnittliche Leistung entspricht 6 %.

Vertikales Bremsen: Arbeitszyklus 40 % und maximal 120 s Wiederholungsraten gemäß dem Sollwert-Bremsenprofil. Die durchschnittliche Leistung entspricht 27 %.

Kabelquerschnitt: Empfohlener Mindestwert basierend auf PVC-isoliertem Kupferkabel, 30 °C Umgebungstemperatur mit normaler Wärmeabgabe. Befolgen Sie stets die nationalen und lokalen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur.

Thermorelais: Bremsstromeinstellung des externen Thermorelais. Alle Widerstände verfügen über einen integrierten Thermorelaisschalter (Öffner).

Die Modelle in Schutzart IP54 verfügen über ein festes, ungeschirmtes 1.000-mm-Kabel. Vertikale und horizontale Montage. Leistungsreduzierung bei horizontalem Einbau erforderlich.

Die Modelle in Schutzart IP21 und IP65 verfügen über Schraubanschlussklemmen zum Kabelabschluss. Vertikale und horizontale Montage. Leistungsreduzierung bei horizontalem Einbau erforderlich.

Die Modelle in Schutzart IP20 verfügen über einen Schraubenanschluss zum Kabelabschluss. Bodenmontage.

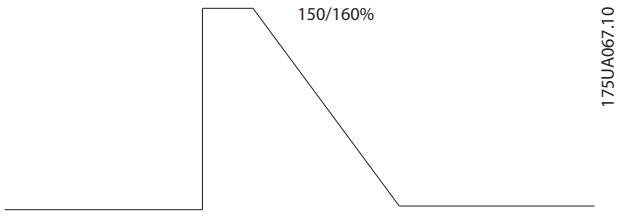


Abbildung 7.2 Horizontale Lasten

Abbildung 7.3 Vertikale Lasten

7.2.6 Andere Flatpack-Bremswiderstände

				Flatpack IP65 für Horizontalförderer		
FC 301	P_m	R_{min}	Rbr, nom.	R_{rec} pro Element	Arbeitszyklus	Bestellnummer
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω//W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	368	416	430/100	40	1002
PK37	0,37	248	281	330/100 oder 310/200	27 oder 55	1003 oder 0984
PK55	0,55	166	189	220/100 oder 210/200	20 oder 37	1004 oder 0987
PK75	0,75	121	138	150/100 oder 150/200	14 oder 27	1005 oder 0989
P1K1	1,1	81,0	92	100/100 oder 100/200	10 oder 19	1006 oder 0991
P1K5	1,5	58,5	66,5	72/200	14	0992
P2K2	2,2	40,2	44,6	50/200	10	0993
P3K0	3	29,1	32,3	35/200 oder 72/200	7 14	0994 oder 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	25,9	60/200	11	2 x 0996

Tabelle 7.17 Andere Flatpacks für Frequenzumrichter mit Netzversorgung
FC 301 Netz: 200-240 V (T2)

				Flatpack IP65 für Horizontalförderer		
FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	R_{rec} pro Element	Arbeitszyklus	Bestellnummer
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	380	475	430/100	40	1002
PK37	0,37	275	321	330/100 oder 310/200	27 oder 55	1003 oder 0984
PK55	0,55	188	216	220/100 oder 210/200	20 oder 37	1004 oder 0987
PK75	0,75	130	158	150/100 oder 150/200	14 oder 27	1005 oder 0989
P1K1	1,1	81,0	105,1	100/100 oder 100/200	10 oder 19	1006 oder 0991
P1K5	1,5	58,5	76,0	72/200	14	0992
P2K2	2,2	45,0	51,0	50/200	10	0993
P3K0	3	31,5	37,0	35/200 oder 72/200	7 oder 14	0994 oder 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	29,7	60/200	11	2 x 0996

Tabelle 7.18 Andere Flatpacks für Frequenzumrichter mit Netzversorgung
FC 302 Netz: 200-240 V (T2)

				Flatpack IP65 für Horizontalförderer		
FC 301	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	R_{rec} pro Element	Arbeitszyklus	Bestellnummer
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1121	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	750	830/100	20	1000
PK75	0,75	485	548	620/100 oder 620/200	14 oder 27	1001 oder 0982
P1K1	1,1	329	365	430/100 oder 430/200	10 oder 20	1002 oder 0983
P1K5	1,5	240,0	263,0	310/200	14	0984
P2K2	2,2	161,0	176,5	210/200	10	0987
P3K0	3	117,0	127,9	150/200 oder 300/200	7 oder 14	0989 oder 2 x 0985
P4K0	4	87	95	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	63	68	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	45	50	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	34,9	38,0	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	25,3	27,7	72/240	4	2 x 0091

Tabelle 7.19 Andere Flatpacks für Frequenzumrichter mit Netzversorgung
FC 301 Netz: 380-480 V (T4)

FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	Flatpack IP65 für Horizontalförderer		
				R_{rec} pro Element	Arbeitszyklus	Bestellnummer
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1389	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	929	830/100	20	1000
PK75	0,75	558	678	620/100 oder 620/200	14 oder 27	1001 oder 0982
P1K1	1,1	382	453	430/100 oder 430/200	10 oder 20	1002 oder 0983
P1K5	1,5	260,0	325,9	310/200	14	0984
P2K2	2,2	189,0	218,6	210/200	10	0987
P3K0	3	135,0	158,5	150/200 oder 300/200	7 oder 14	0989 oder 2 x 0985
P4K0	4	99	117	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	72	84	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	50	61	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	36,0	41,2	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	27,0	30,0	72/240	4	2 x 0091

Tabelle 7.20 Andere Flatpacks für Frequenzumrichter mit Netzversorgung FC 302 Netz: 380-500 V (T5)

IP65 ist vom Typ Flatpack mit festem Kabel.

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

7.2.7 Oberschwingungsfilter

Oberschwingungsfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberschwingungen.

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

Kühlung und Belüftung
IP20: Gekühlt per natürlicher Konvektionskühlung oder über die integrierten Lüfter. IP00: Eine zusätzliche Fremdkühlung ist erforderlich. Stellen Sie während der Installation sicher, dass die Luftzirkulation durch den Filter ausreichend ist, um ein Überhitzen des Filters zu vermeiden. Eine Luftzirkulation von mindestens 2 m/s durch das Filter ist erforderlich.

Leistungs- und Stromdaten		Typischer Motor	Filternennstrom 50 Hz	Bestellnummer AHF005		Bestellnummer AHF010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
P11K	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
P15K	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
P18K	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
P22K	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
P30K	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
P37K	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
P45K	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
P55K	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
P75K	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207

Tabelle 7.21 Oberschwingungsfilter für 380-415 V, 50 Hz

Leistungs- und Stromdaten		Typischer Motor	Filternennstrom 60 Hz	Bestellnummer AHF005		Bestellnummer AHF010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
P11K	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
P15K	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
P18K	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
P22K	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
P30K	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
P37K	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
P45K	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
P55K	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
P75K	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498

Tabelle 7.22 Oberschwingungsfilter für 380-415 V, 60 Hz

Leistungs- und Stromdaten		Typischer Motor	Filternennstrom 60 Hz	Bestellnummer AHF005		Bestellnummer AHF010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1-7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
P5K5-P7K5	9,9+13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
P11K	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
P15K	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
P18K	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
P22K	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
P30K	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
P37K	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
P45K	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
P55K	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
P75K	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494

Tabelle 7.23 Oberschwingungsfilter für 440-480 V, 60 Hz

Leistungs- und Stromdaten		Typischer Motor	Filternennstrom 60 Hz	Bestellnummer AHF005		Bestellnummer AHF010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
P15K	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
P18K	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P22K	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P30K	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
P37K	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
P45K	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
P55K	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
P75K	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220

Tabelle 7.24 Oberschwingungsfilter für 600 V, 60 Hz

Leistungs- und Stromdaten 500-550 V		Typischer Motor	Leistungs- und Stromdaten 551-690 V		Typischer Motor	Filter-nennstrom 50 Hz	Bestellnummer AHF005		Bestellnummer AHF010	
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
P15K	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
P18K	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
P22K	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
P30K	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
P37K	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
P45K	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
P55K	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
P75K	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288

Tabelle 7.25 Oberschwingungsfilter für 500-690 V, 50 Hz

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

7.2.8 Sinusfilter

Leistungs- und Stromdaten des Frequenzumrichters						Filternennstrom			Taktfrequenz	Bestellnummer	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0,37	1,3	0,37	1,1	2,5	2,5	2	5	130B2404	130B2439
0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6						
0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1						
		1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4						
0,75	4,6	2,2	5,6	2,2	4,8	8	7,5	5,5	5	130B2408	130B2443
1,1	6,6	3	7,2	3	6,3						
1,5	7,5	-	-	-	-						
-	-	4	10	4	8,2	10	9,5	7,5	5	130B2409	130B2444
2,2	10,6	5,5	13	5,5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12,5	7,5	16	7,5	14,5						
3,7	16,7	-	-	-	-						
5,5	24,2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7,5	30,8	15	32	15	27	38	36	28,5	4	130B2413	130B2448
		18,5	37,5	18,5	34						
11	46,2	22	44	22	40	48	45,5	36	4	130B2281	130B2307
15	59,4	30	61	30	52	62	59	46,5	3	130B2282	130B2308
18,5	74,8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130	180	170	135	3	130B3182	130B3183*
45	170	90	177								

Tabelle 7.26 Sinusfilter für Frequenzumrichter mit 380-500 V

*1) Mit * gekennzeichnete Bestellnummern beziehen sich auf IP23.*

Leistungs- und Stromdaten des Frequenzumrichters						Filternennstrom			Taktfrequenz	Bestellnummer	
525-600 V		690 V		525-550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0,75	1,7	1,1	1,6	-	-	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,1	2,4	1,5	2,2								
1,5	2,7	2,2	3,2								
2,2	3,9	3,0	4,5								
3	4,9	4,0	5,5	-	-	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5								
5,5	9	7,5	10								
7,5	11	11	13	7,5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18,5	22	15	23						
18,5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tabelle 7.27 Sinusfilter für Frequenzumrichter mit 525-690 V

*1) Mit * gekennzeichnete Bestellnummern beziehen sich auf IP23.*

Parameter	Einstellung
14-00 Schaltmuster	[1] SFAVM
14-01 Taktfrequenz	Stellen Sie die einzelnen Filter entsprechend ein. Die Listen hierzu finden Sie auf dem Etikett am Filter oder im Handbuch des Ausgangsfilters. Sinusfilter ermöglichen keine niedrigere Schaltfrequenz als auf dem einzelnen Filter angegeben.
14-55 Ausgangsfilter	[2] Sinusfilter fixiert
14-56 Kapazität Ausgangsfilter	Stellen Sie den Parameter entsprechend dem einzelnen Filter ein. Die Listen hierzu finden Sie auf dem Etikett am Filter oder im Handbuch des Ausgangsfilters (nur bei FLUX-Betrieb erforderlich).
14-57 Induktivität Ausgangsfilter	Stellen Sie den Parameter entsprechend dem einzelnen Filter ein. Die Listen hierzu finden Sie auf dem Etikett am Filter oder im Handbuch des Ausgangsfilters (nur bei FLUX-Betrieb erforderlich).

Tabelle 7.28 Parametereinstellungen für Sinusfilterbetrieb

7.2.9 du/dt-Filter

Frequenzumrichterspezifikationen [V]										Filternennspannung [V]				Bestellnummer		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380 bei 60 Hz 200-400/ 440 bei 50 Hz	460/480 bei 60 Hz 500/525 bei 50 Hz	575/600 bei 60 Hz	690 bei 50 Hz	IP00	IP20*	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12,5	5,5	13	5,5	11	5,5	9,5	1,1	1,6	17	15	13	10	k. A.	130B7367*	k. A.
3,7	16	7,5	16	7,5	14,5	7,5	11,5	1,5	2,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	3,2							
								3	4,5							
								4	5,5							
								5,5	7,5							
								7,5	10							
5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836	130B2837
7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18							
-	-	18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22							
-	-	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839	130B2840
15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	-	-	-	-	-	-	-	-							
-	-	55	106	75	105	55	87	55	62	106	105	94	86	103B2841	103B2842	103B2843
-	-							75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845	130B2846
37	143	90	177	-	-	90	137	-	-							
45	170	-	-	-	-	-	-	-	-							

* Die spezielle Bauform A3 ermöglicht die Montage auf engem Raum sowie eine Bookstyle-Montage. Fester ungeschirmter Kabelanschluss zum Frequenzumrichter.

Tabelle 7.29 du/dt-Filter für 200-690 V

Parameter	Einstellung
14-01 Taktfrequenz	Es wird nicht empfohlen, die auf dem einzelnen Filter angegebene Betriebsschaltfrequenz zu überschreiten.
14-55 Ausgangsfilter	[0] Kein Filter
14-56 Kapazität Ausgangsfilter	Unbenutzt
14-57 Induktivität Ausgangsfilter	Unbenutzt

Tabelle 7.30 Parametereinstellungen für dU/dt-Filterbetrieb

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

8 Mechanische Installation

8.1 Sicherheit

Allgemeine Sicherheitshinweise finden Sie unter *Kapitel 2 Sicherheit*.

⚠WARNUNG

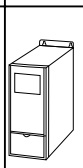
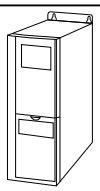
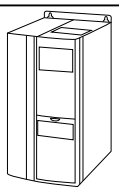
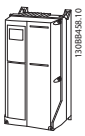
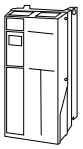
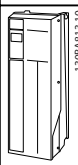
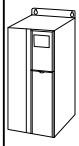
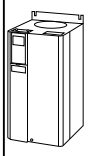
Beachten Sie die für den Bausatz für Integration und Vor-Ort-Montage geltenden Anforderungen. Um schwere Verletzungen oder Geräteschäden zu vermeiden, beachten Sie insbesondere bei der Aufstellung großer Geräte die aufgeführten Informationen.

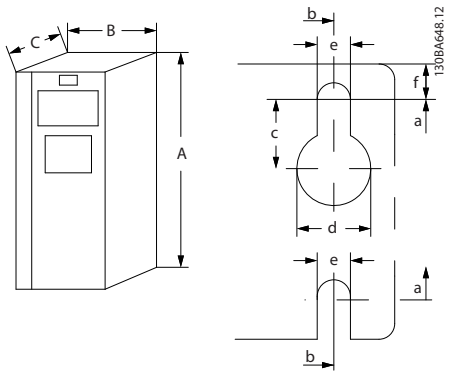
HINWEIS

Der Frequenzumrichter ist luftgekühlt.
Um das Gerät vor Überhitzung zu schützen, achten Sie darauf, dass die Umgebungstemperatur die maximale Nenntemperatur und die Tages-Durchschnittstemperatur nicht überschreitet. Die maximale Nenntemperatur finden Sie in *Kapitel 6.2.3 Umgebungsbedingungen*. Die 24-Stunden-Durchschnittstemperatur liegt 5 °C unterhalb der Höchsttemperatur.

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

8.2 Abmessungen

Baugröße		A1	A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4
Power [kW]	200-240 V	0,25–1,5	0.25-2.2		3-3,7		0.25-2.2	0.25-3.7	5.5-7.5	11	5.5-7.5	11-15
	380-480/500 V	0.37-1.5	0.37-4.0		5.5-7.5		0,37-4	0.37-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-600 V				0.75-7.5			0.75-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-690 V				1.1-7.5					11-22		11-30
Abbildungen												
IP		20	20	21	20	21	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA		Gehäuse	Gehäuse		Gehäuse						Gehäuse	Gehäuse
Höhe [mm]												
Höhe der Rückwand	A	200	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520
Höhe mit Abschirmblech für Feldbuskabel	A	316	374	-	374	-	-	-	-	-	420	595
Abstand zwischen Bohrungen	a	190	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495
Breite [mm]												
Breite der Rückwand	B	75	90	90	130	130	200	242	242	242	165	230
Breite der Rückwand mit einer C-Option	B	-	130	130	170	170	-	242	242	242	205	230
Breite der Rückwand mit C-Optionen	B	-	150	150	190	190	-	242	242	242	225	230
Abstand zwischen Bohrungen	b	60	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200
Tiefe [mm]												
Tiefe ohne Option A/B	C	207	205	207	205	207	175	200	260	260	249	242
Mit Option A/B	C	222	220	222	220	222	175	200	260	260	262	242
Schraubenbohrungen [mm]												
	c	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,25	8,25	12	12	8	-
	d	ø8	ø11	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12	-
	e	ø5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø6,5	ø9	ø9	6,8	8,5
	f	5	9	9	6,5	6,5	6	9	9	9	7,9	15
Max. Gewicht [kg]		2,7	4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	13.5/14.2	23	27	12	23,5
Anzugsdrehmoment der vorderen Abdeckung [Nm]												
Kunststoffdeckel (geringe IP)		Klicken	Klicken		Klicken		-	-	Klicken	Klicken	Klicken	Klicken
Metallabdeckung (IP55/66)		-	-		-		1,5	1,5	2,2	2,2	-	-



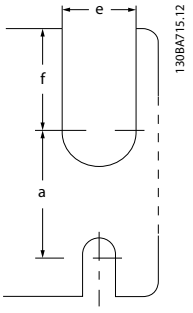
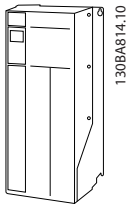
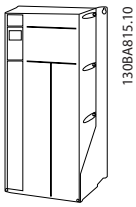
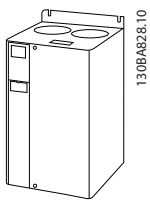
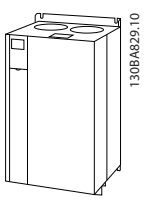
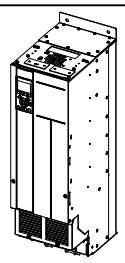


Abbildung 8.1 Obere und untere Befestigungsbohrungen (nur B4, C3 und C4)

Tabelle 8.1 Abmessungen, Baugrößen A und B

Baugröße			C1	C2	C3	C4	D3h
Power [kW]	200-240 V		15-22	30-37	18,5-22	30-37	-
	380-480/500 V		30-45	55-75	37-45	55-75	-
	525-600 V		30-45	55-90	37-45	55-90	-
	525-690 V			30-75	37-45		55-75
Abbildungen							
IP			21/55/66	21/55/66	20	20	20
NEMA					Gehäuse	Gehäuse	Gehäuse
Höhe [mm]							
Höhe der Rückwand		A	680	770	550	660	909
Höhe mit Abschirmblech für Feldbuskabel		A	-	-	630	800	-
Abstand zwischen Bohrungen		a	648	739	521	631	-
Breite [mm]							
Breite der Rückwand		B	308	370	308	370	250
Breite der Rückwand mit einer C-Option		B	308	370	308	370	-
Breite der Rückwand mit C-Optionen		B	308	370	308	370	-
Abstand zwischen Bohrungen		b	272	334	270	330	-
Tiefe [mm]							
Tiefe ohne Option A/B		C	310	335	333	333	275
Mit Option A/B		C	310	335	333	333	275
Schraubenbohrungen [mm]							
		c	12,5	12,5	-	-	-
		d	ø19	ø19	-	-	-
		e	ø9	ø9	8,5	8,5	-
		f	9,8	9,8	17	17	-
Max. Gewicht [kg]			45	65	35	50	62
Anzugsdrehmoment der vorderen Abdeckung [Nm]							
Kunststoffdeckel (geringe IP)			Klicken	Klicken	2,0	2,0	-
Metallabdeckung (IP55/66)			2,2	2,2	2,0	2,0	-

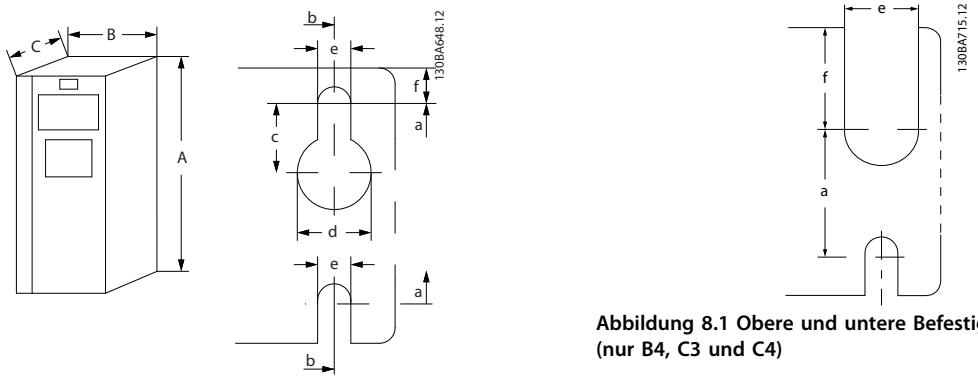


Abbildung 8.1 Obere und untere Befestigungsbohrungen (nur B4, C3 und C4)

Tabelle 8.2 Abmessungen, Baugrößen C und D

HINWEIS

Mehrere Beutel mit Montagezubehör, die die erforderlichen Halterungen, Schrauben und Anschlüsse enthalten, sind im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthalten.

8.2.1 Aufstellung

8.2.1.1 Abstand

Alle Bauformen ermöglichen eine Seite-an-Seite-Installation, außer wenn ein Gehäuse der Schutzart IP21/IP4X/TYP 1 verwendet wird (siehe *Kapitel 11 Optionen und Zubehör*).

Seite-an-Seite-Installation
Die Bauformen mit der Schutzart IP20 A und B können ohne Abstand nebeneinander montiert werden, die Montagereihenfolge ist jedoch wichtig. *Abbildung 8.1* zeigt, wie die Geräte korrekt montiert werden.

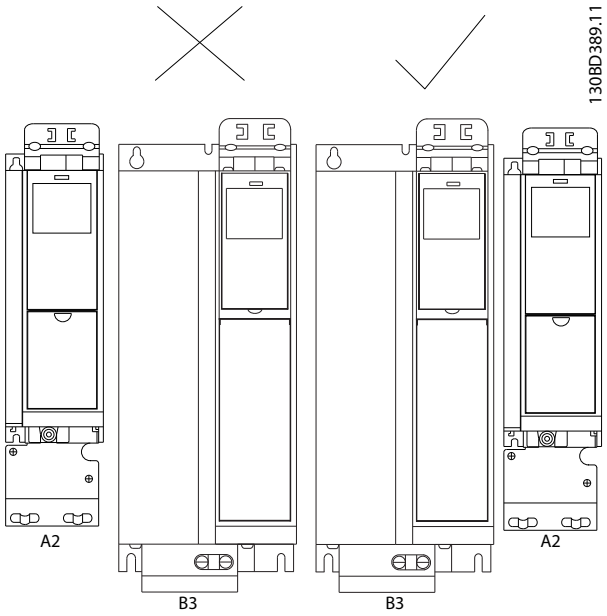


Abbildung 8.1 Korrekte Seite-an-Seite-Installation

Wenn Sie ein Gehäuse der Schutzart IP21 bei den Baugrößen A1, A2 oder A3 verwenden, muss der Abstand zwischen den Frequenzumrichtern mindestens 50 mm betragen.

Halten Sie für optimale Kühlbedingungen über und unter dem Frequenzumrichter einen Abstand für eine ausreichende Luftzirkulation ein. Siehe *Tabelle 8.3*.

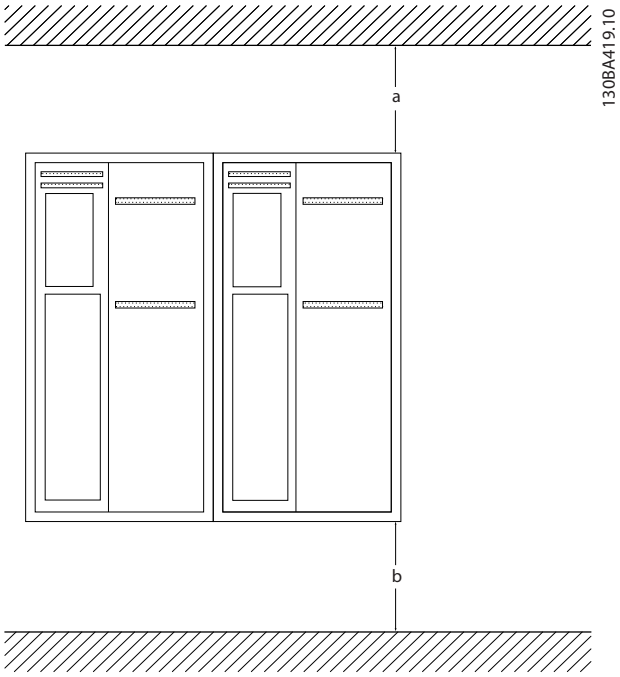


Abbildung 8.2 Abstand

Baugröße	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

Tabelle 8.3 Abstand für Luftzirkulation für verschiedene Baugrößen

8.2.1.2 Wandmontage

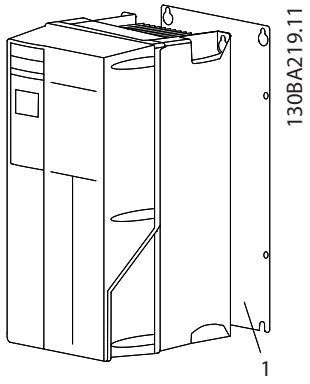
Die Montage an einer soliden Rückwand ist relativ unkompliziert.

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

Bei der Installation des Frequenzumrichters an einer nicht soliden Rückseite muss dieser aufgrund der unzureichenden Kühlluft über dem Kühlkörper mit einer Rückwand „1“ ausgestattet werden.

HINWEIS

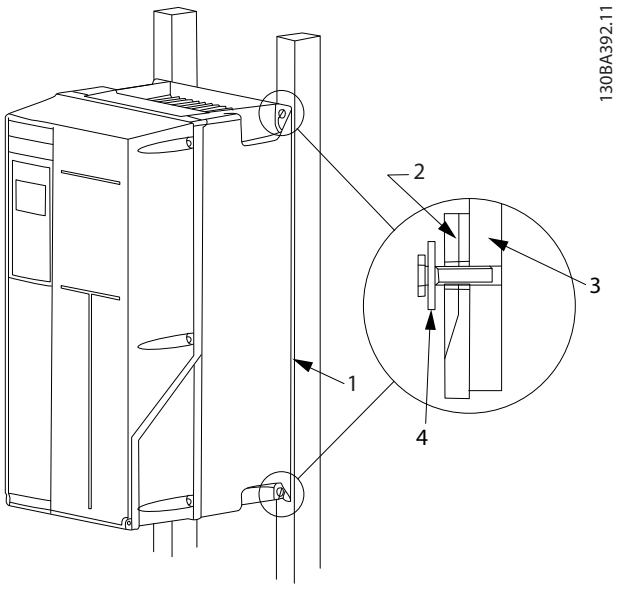
Die Rückwand ist nur für die Bauformen A4, A5, B1, B2, C1 und C2 relevant.



1	Rückwand

Abbildung 8.3 Bei Installation an einer nicht soliden Rückseite ist eine Rückwand erforderlich

Achten Sie bei Frequenzumrichtern mit der Schutzart IP66 besonders darauf, dass die korrosionsbeständige Oberfläche erhalten bleibt. Zum Schutz der Epoxidbeschichtung können Sie Unterlegscheiben aus Faserstoff oder Nylon verwenden.



1	Rückwand
2	IP66 Frequenzumrichter
3	Bodenplatte
4	Unterlegscheibe aus Faserstoff

Abbildung 8.4 Montage an einer nicht soliden Rückseite

9 Elektrische Installation

9.1 Sicherheit

Allgemeine Sicherheitshinweise finden Sie unter *Kapitel 2 Sicherheit*.

⚠WARNUNG

INDUZIERTE SPANNUNG!

Induzierte Spannung durch nebeneinander verlegte Motorkabel kann Gerätekondensatoren auch dann aufladen, wenn die Geräte freigeschaltet sind. Die Nichtbeachtung der Empfehlung zum separaten Verlegen von Motorkabeln oder zur Verwendung von abgeschirmten Kabeln kann schwere Personenschäden oder sogar tödliche Verletzungen zur Folge haben.

- **Verlegen Sie Motorkabel getrennt oder**
- **verwenden Sie abgeschirmte Kabel**

⚠VORSICHT

GEFAHR EINES STROMSCHLAGS

Der Frequenzumrichter kann einen Gleichstrom im Schutzleiter verursachen.

- **Wird zum Schutz gegen elektrischen Schlag ein Fehlerstromschutzschalter (Residual Current Device, RCD) verwendet, darf nur der Typ B auf der Versorgungsseite des Produkts eingesetzt werden.**

Eine Nichtbeachtung dieser Empfehlung kann dazu führen, dass der Fehlerstromschutzschalter nicht den gewünschten Schutz bietet.

⚠WARNUNG

GEFAHR VON ERDABLEITSTROM

Die Erdableitströme überschreiten 3,5 mA. Eine nicht vorschriftsmäßige Erdung des Frequenzumrichters kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- **Lassen Sie die ordnungsgemäße Erdung der Geräte durch einen zertifizierten Elektroinstallateur überprüfen.**

Für elektrische Sicherheit

- Erden Sie den Frequenzumrichter gemäß den geltenden Normen und Richtlinien.
- Verwenden Sie für Netzversorgung, Motorkabel und Steuerleitungen einen speziellen Schutzleiter.
- Erden Sie Frequenzumrichter nicht in Reihe hintereinander.
- Halten Sie die Erdungskabel so kurz wie möglich.
- Befolgen Sie die Anforderungen des Motorherstellers an die Motorkabel.
- Mindestkabelquerschnitt: 10 mm^2 (oder 2 getrennt abgeschlossene, entsprechend bemessene Erdungskabel).

Für eine EMV-gerechte Installation

- Stellen Sie einen elektrischen Kontakt zwischen Kabelschirm und Frequenzumrichtergehäuse her, indem Sie Kabelverschraubungen aus Metall oder die mit den Geräten mitgelieferten Schellen verwenden (siehe *Kapitel 9.4 Motoranschluss*).
- Verwenden Sie Kabel mit hoher Litzenzahl, um elektrische Störgeräusche zu vermindern.
- Verwenden Sie keine verdrillte Abschirmungsenden.

HINWEIS

POTENTIALAUSGLEICH

Es besteht die Gefahr elektrischer Störungen, wenn das Massepotential zwischen Frequenzumrichter und System abweicht. Installieren Sie Ausgleichskabel zwischen den Systemkomponenten. Empfohlener Kabelquerschnitt: 16 mm^2.

⚠WARNUNG

GEFAHR VON ABLEITSTROM

Die Ableitströme überschreiten 3,5 mA. Eine nicht vorschriftsmäßige Erdung des Frequenzumrichters kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- **Stellen Sie die korrekte Erdung der Geräte durch einen zertifizierten Elektroinstallateur sicher.**

9.2 Kabel

HINWEIS

Allgemeine Hinweise zu Kabeln
Befolgen Sie stets die nationalen und lokalen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Verwenden Sie nach Möglichkeit Kupferleiter (75 °C).

9.2.1 Anzugsmoment

Baugröße	200-240 V [kW]	380-500 V [kW]	525–690 V [kW]	Kabel für	Anzugsdrehmoment [Nm]
A1	0.25-1.5	0.37-1.5	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	0.5-0.6
A2	0.25-2.2	0,37-4	-		
A3	3-3,7	5.5-7.5	1.1-7.5		
A4	0.25-2.2	0,37-4			
A5	3-3,7	5.5-7.5	-		
B1	5.5-7.5	11-15	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	1,8
				Relais	0.5-0.6
				Masse	2-3
B2	11	18,5-22	11-22	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplungskabel	4,5
				Motorkabel	4,5
				Relais	0.5-0.6
				Masse	2-3
B3	5.5-7.5	11-15	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	1,8
				Relais	0.5-0.6
				Masse	2-3
B4	11-15	18,5-30	11-30	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	4,5
				Relais	0.5-0.6
				Masse	2-3
C1	15-22	30-45	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplungskabel	10
				Motorkabel	10
				Relais	0.5-0.6
				Masse	2-3
C2	30-37	55-75	30-75	Netz, Motorkabel	14 (bis 95 mm^2) 24 (über 95 mm^2)
				Zwischenkreiskopplung, Anschlusskabel für Bremse	14
				Relais	0.5-0.6
				Masse	2-3
C3	18,5-22	30-37	37-45	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	10
				Relais	0.5-0.6
				Masse	2-3
C4	37-45	55-75	-	Netz, Motorkabel	14 (bis 95 mm^2) 24 (über 95 mm^2)
				Zwischenkreiskopplung, Anschlusskabel für Bremse	14
				Relais	0.5-0.6
				Masse	2-3

Tabelle 9.1 Anzugsmoment für Kabel

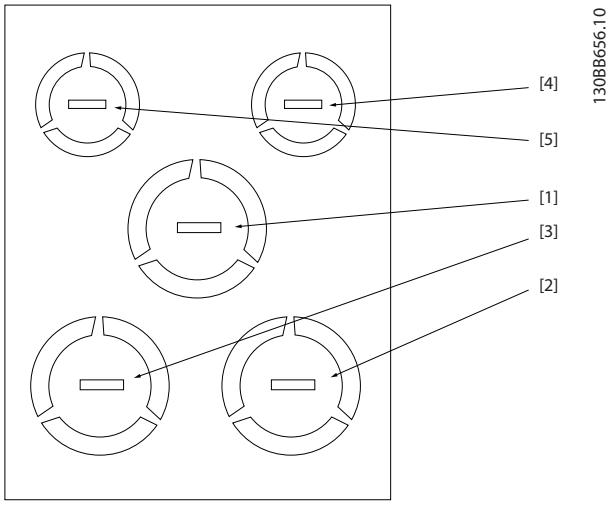
Aluminiumleiter
Die Klemmen können zwar Aluminiumleiter aufnehmen, aber die Leiteroberfläche muss sauber sein, und Oxidation muss zuvor entfernt und durch neutrales, säurefreies Vaselinefett zukünftig verhindert werden.
Außerdem muss die Klemmenschraube wegen der Weichheit des Aluminiums nach zwei Tagen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

9

9.2.2 Einführungsöffnungen

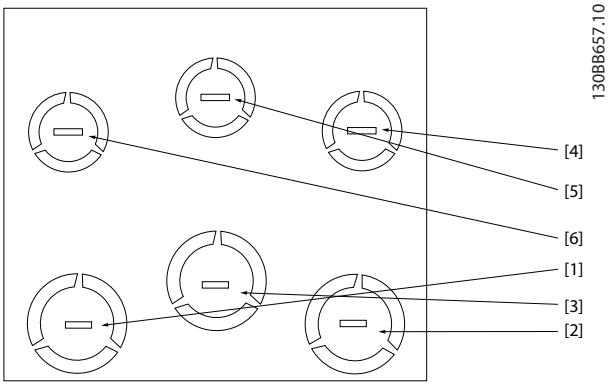
1. Entfernen Sie die Kabeleinführung vom Frequenzumrichter (es dürfen beim Öffnen der Aussparungen keine Fremdkörper in den Frequenzumrichter gelangen).
2. Die Kabeleinführung muss rund um die zu öffnende Aussparung abgestützt werden.
3. Die Aussparung kann nun mit einem starken Dorn und Hammer ausgeschlagen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

Bei der empfohlenen Verwendung der Bohrungen handelt es sich lediglich um Empfehlungen. Daher sind auch andere Lösungen möglich. Nicht verwendete Kabeleinführungsöffnungen können mit Gummitüllen (für IP21) abgedichtet werden.



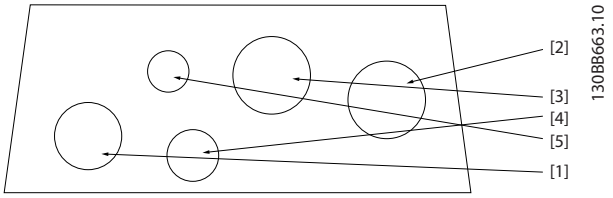
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	3/4	28,4	M25
4) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
1) Toleranz ± 0,2 mm			

Abbildung 9.1 A2 - IP21



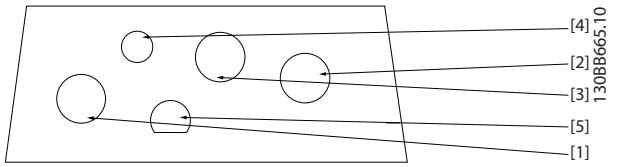
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	3/4	28,4	M25
4) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
6) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
1) Toleranz ± 0,2 mm			

Abbildung 9.2 A3 - IP21



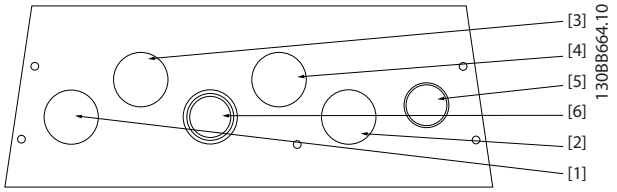
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/ Zwischenkreiskopplung	3/4	28,4	M25
4) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Entfernt	-	-	-
1) Toleranz ± 0,2 mm			

Abbildung 9.3 A4 - IP55



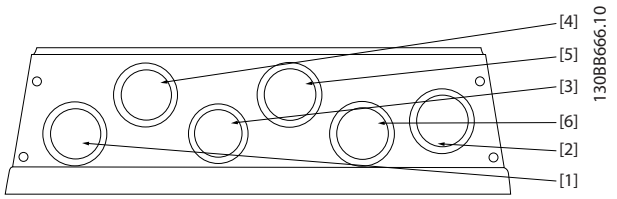
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Nächste metrische
1) Netz	M25
2) Motor	M25
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	M25
4) Steuerkabel	M16
5) Steuerkabel	M20

Abbildung 9.4 A4 - IP55 Geschraubte Kabeleinführungsöffnungen



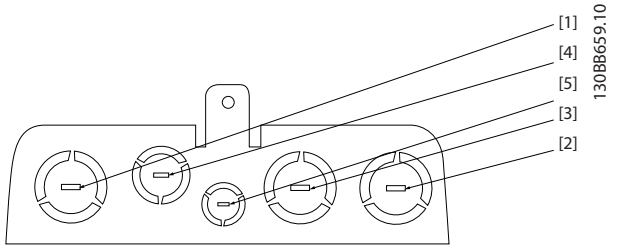
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/ Zwischenkreiskopplung	3/4	28,4	M25
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel[2]	3/4	28,4	M25
6) Steuerkabel[2]	3/4	28,4	M25
1) Toleranz ± 0,2 mm 2) Aussparung			

Abbildung 9.5 A5 - IP55



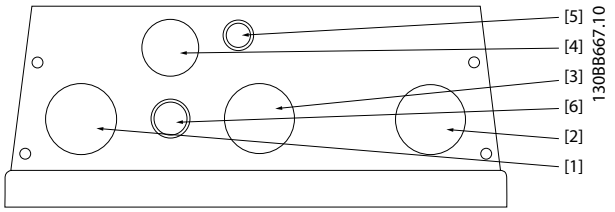
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Nächste metrische
1) Netz	M25
2) Motor	M25
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	28,4 mm[1]
4) Steuerkabel	M25
5) Steuerkabel	M25
6) Steuerkabel	M25
1) Aussparung	

Abbildung 9.6 A5- IP55 Geschraubte Kabeleinführungsöffnungen



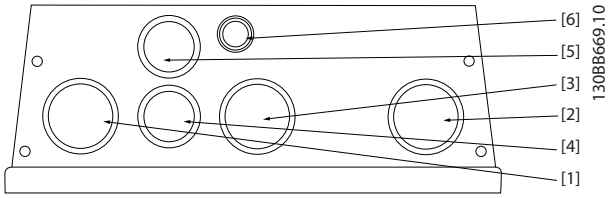
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Bremse/ Zwischenkreiskopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	1	34,7	M32
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
1) Toleranz ± 0,2 mm			

Abbildung 9.7 B1 - IP21



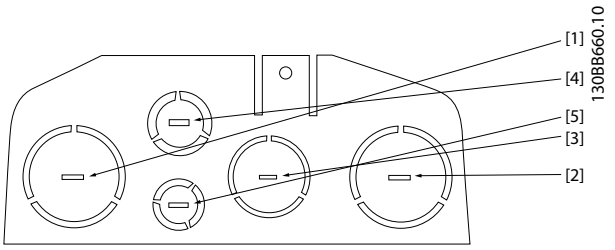
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Bremse/ Zwischenkreis-kopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Steuerkabel[2]	1/2	22,5	M20
1) Toleranz ± 0,2 mm 2) Aussparung			

Abbildung 9.8 B1 - IP55



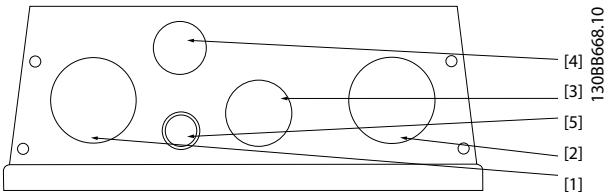
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Nächste metrische
1) Netz	M32
2) Motor	M32
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	M32
4) Steuerkabel	M25
5) Steuerkabel	M25
6) Steuerkabel	22,5 mm [1]
1) Aussparung	

Abbildung 9.9 B1 - IP55 Geschraubte Kabeleinführungsöffnungen



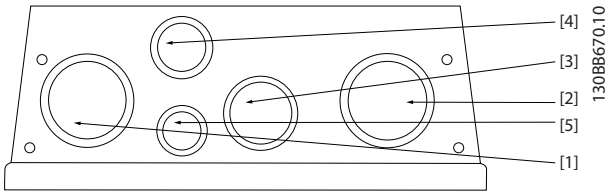
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Bremse/ Zwischenkreis-kopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
1) Toleranz ± 0,2 mm			

Abbildung 9.10 B2 - IP21



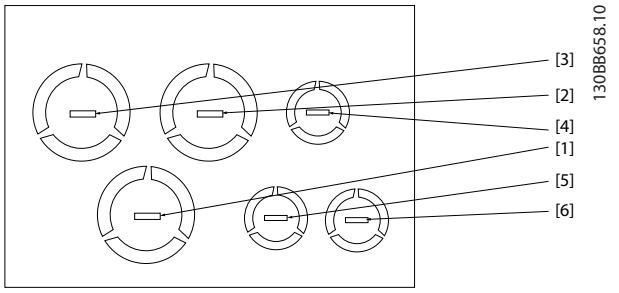
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Bremse/ Zwischenkreis-kopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel[2]	1/2	22,5	M20
1) Toleranz ± 0,2 mm 2) Aussparung			

Abbildung 9.11 B2 - IP55



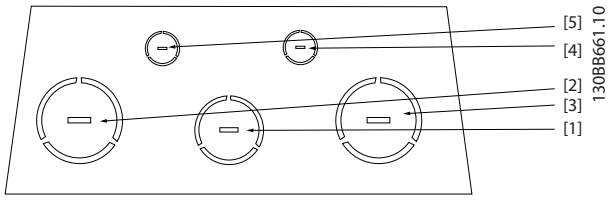
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Nächste metrische
1) Netz	M40
2) Motor	M40
3) Bremse/Zwischenkreiskopplung	M32
4) Steuerkabel	M25
5) Steuerkabel	M20

Abbildung 9.12 B2 - IP55 Geschraubte Kabeleinführungsöffnungen



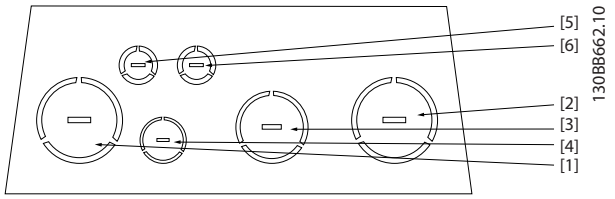
Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Bremse/ Zwischenkreiskopplung	1	34,7	M32
4) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
6) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
1) Toleranz ± 0,2 mm			

Abbildung 9.13 B3 - IP21



Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Bremse/ Zwischenkreiskopplung	1 1/2	50,2	M50
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
1) Toleranz ± 0,2 mm			

Abbildung 9.14 C1 - IP21



Bohrungsanzahl und empfohlene Verwendung	Abmessungen[1]		Nächste metrische
	UL [in]	[mm]	
1) Netz	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Bremse/ Zwischenkreiskopplung	1 1/2	50,2	M50
4) Steuerkabel	3/4	28,4	M25
5) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
6) Steuerkabel	1/2	22,5	M20
1) Toleranz ±0,2 mm			

Abbildung 9.15 C2 - IP21

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

9.2.3 Festziehen der Abdeckung, nachdem alle Anschlüsse vorgenommen wurden

Baugröße	IP20	IP21	IP55	IP66
A1	*	-	-	-
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2,2	2,2
B2	-	*	2,2	2,2
B3	*	-	-	-
B4	*	-	-	-
C1	-	*	2,2	2,2
C2	-	*	2,2	2,2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-
* = Keine anzuziehenden Schrauben - = Nicht vorhanden				

Tabelle 9.2 Festziehen der Abdeckung (Nm)

9.3 Netzanschluss

Es ist obligatorisch, den Netzanschluss über Klemme 95 des Frequenzumrichters ordnungsgemäß zu erden, siehe *Kapitel 9.1.1 Erdung*.

Der Querschnitt des Erdungskabels muss mindestens 10 mm^2 betragen, oder es müssen zwei getrennt verlegte und gemäß EN 50178 angeschlossene Erdleitungen verwendet werden.
Verwenden Sie ungeschirmte Kabel.

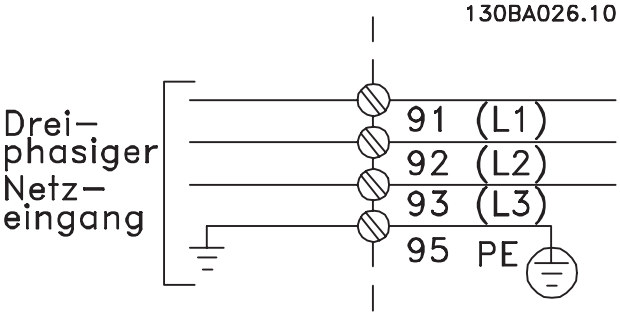


Abbildung 9.16 Netzanschluss

HINWEIS

Die Verwendung von Sicherungen bzw. Trennschaltern bei der Stromversorgung ist zwingend erforderlich in Übereinstimmung mit IEC 60364 für CE oder NEC 2009 für UL. Siehe *Kapitel 9.3.1.4 UL-Konformität*.

HINWEIS

Überschreitet 480 V_{eff}

GEFAHR VON BESCHÄDIGUNGEN DES FREQUENZUMRICHTERS BEI INSTALLIERTEM EMV-FILTER

Bei Anschluss an ein per Dreieckschaltung geerdetes Netz oder ein IT-Netz (einschließlich Erdschlussfehler) darf die Netzeingangsspannung im Bereich von 380-500 V (T4,T5) zwischen Netz und Erde nicht 480 V_{eff} überschreiten.

Bei einigen Baugrößen unterscheidet sich die Montage, wenn der Frequenzumrichter werkseitig mit einem Netzschalter ausgestattet ist. Die verschiedenen Szenarien sind nachfolgend abgebildet.

Netzanschluss für Baugrößen A1, A2 und A3:

HINWEIS

Sie können den Netzanschlussstecker für Frequenzumrichter bis 7,5 kW verwenden.

1. Befestigen Sie die beiden Schrauben am Montageblech, schieben Sie dieses auf, und ziehen Sie die Schrauben fest.
2. Stellen Sie sicher, dass der Frequenzumrichter ordnungsgemäß geerdet ist. Schließen Sie ihn an den Erdanschluss an (Klemme 95). Verwenden Sie hierzu die mitgelieferte Schraube.
3. Stecken Sie den Netzanschlussstecker 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3) aus dem Montagezubehör auf die Klemmen mit der Bezeichnung MAINS unten am Frequenzumrichter.
4. Schließen Sie die Netzphasen an den mitgelieferten Netzanschlussstecker an.
5. Befestigen Sie das Kabel mit den beiliegenden Befestigungsschellen.

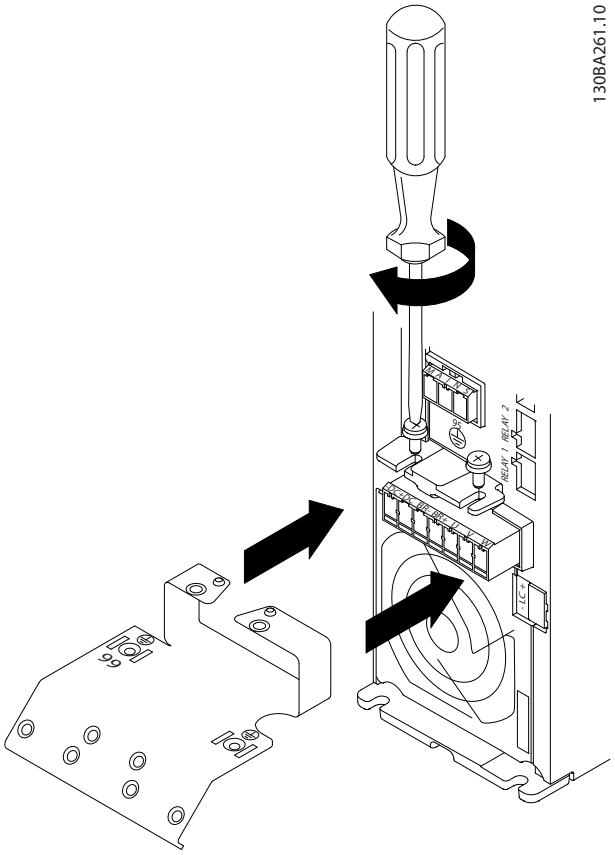


Abbildung 9.17 Stützblech

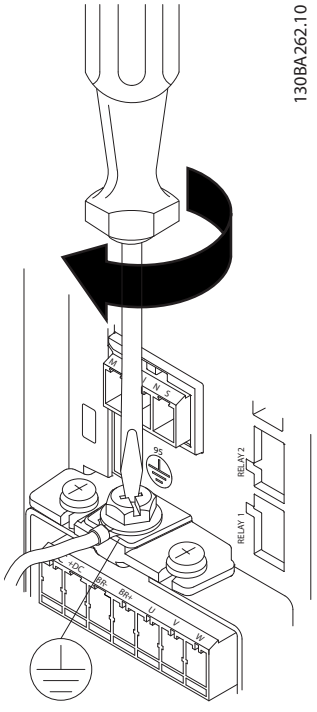


Abbildung 9.18 Ziehen Sie das Erdungskabel fest

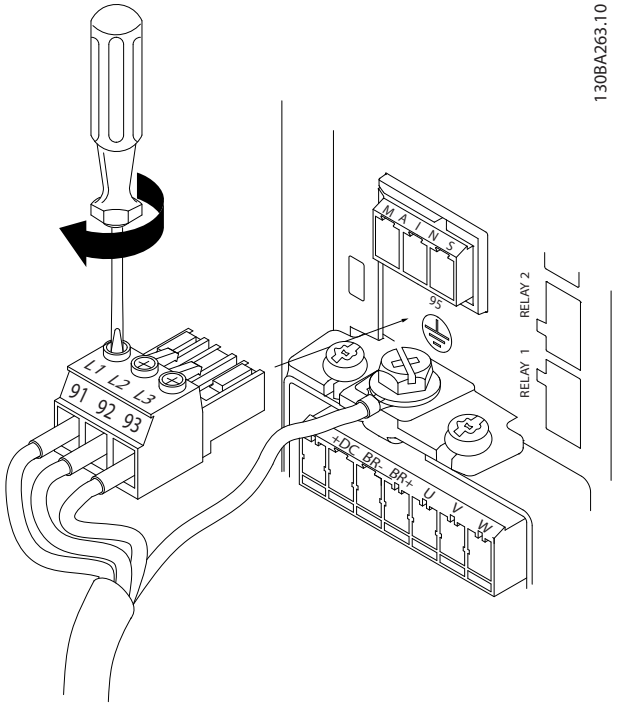


Abbildung 9.19 Montieren Sie den Netzstecker und ziehen Sie die Kabel fest.

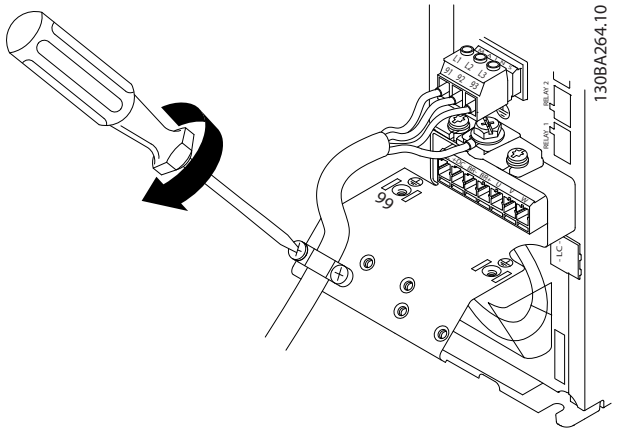


Abbildung 9.20 Ziehen Sie die Zugentlastung fest

9

Netzanschluss Baugrößen A4/A5

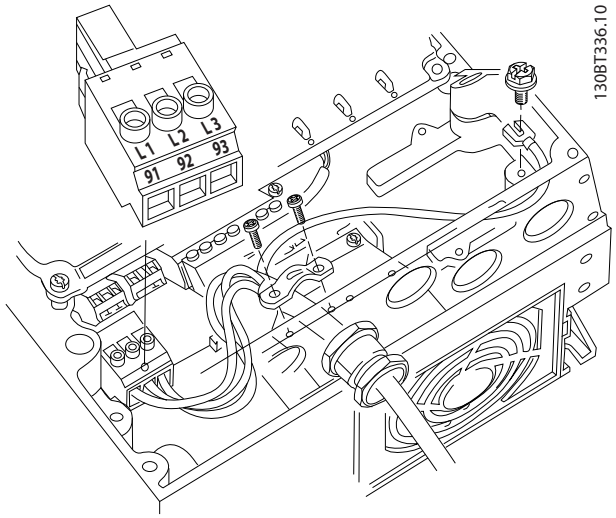


Abbildung 9.21 Netz- und Erdungsanschluss ohne Trennschalter

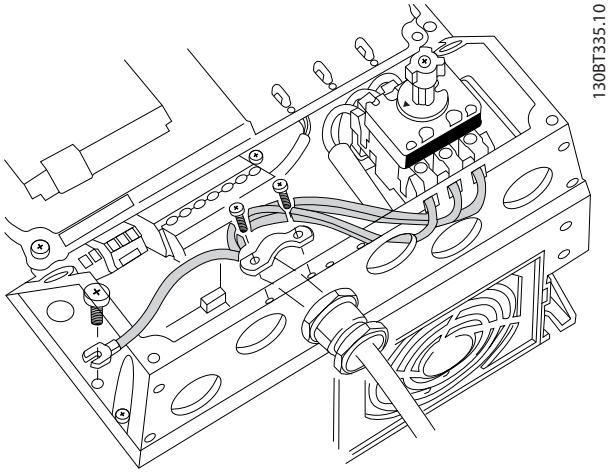


Abbildung 9.22 Netz- und Erdungsanschluss mit Trennschalter

Installieren Sie den Schutzleiter bei Verwendung eines Trennschalters (Baugrößen A4/A5) an der linken Seite des Frequenzumrichters.

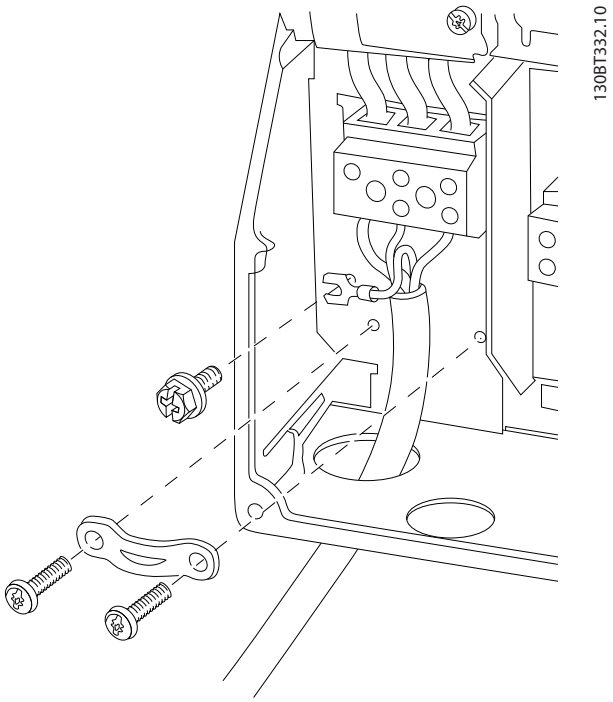


Abbildung 9.23 Netzanschluss Baugrößen B1 und B2

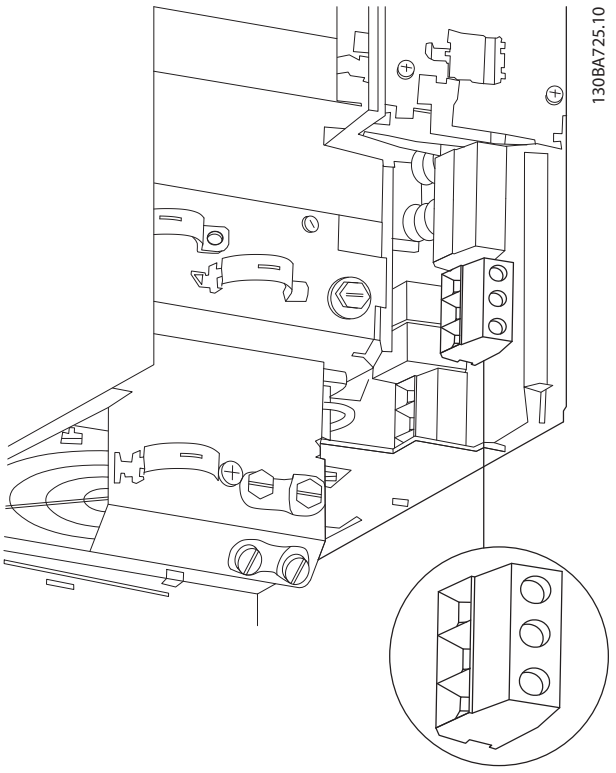


Abbildung 9.24 Netzanschluss Baugröße B3

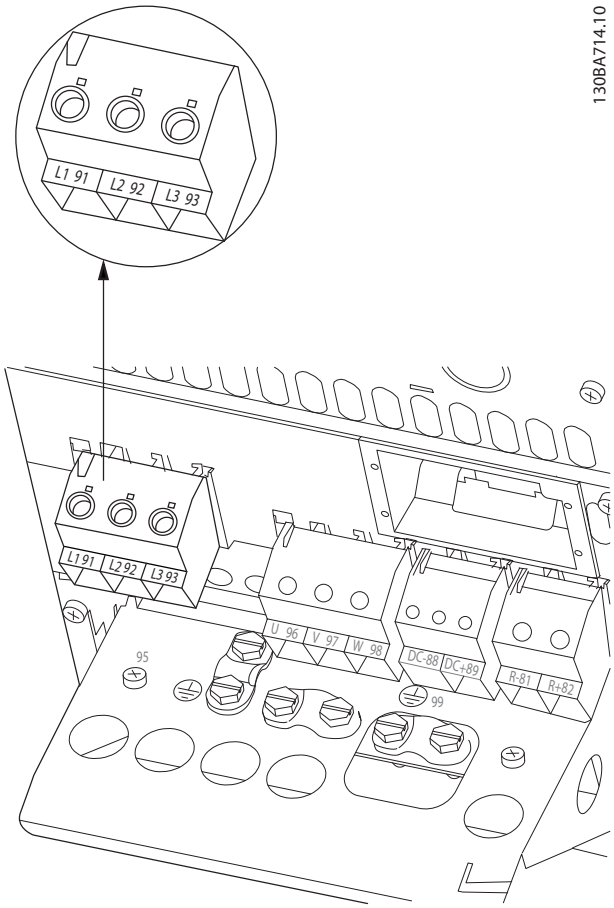


Abbildung 9.25 Netzanschluss Baugröße B4

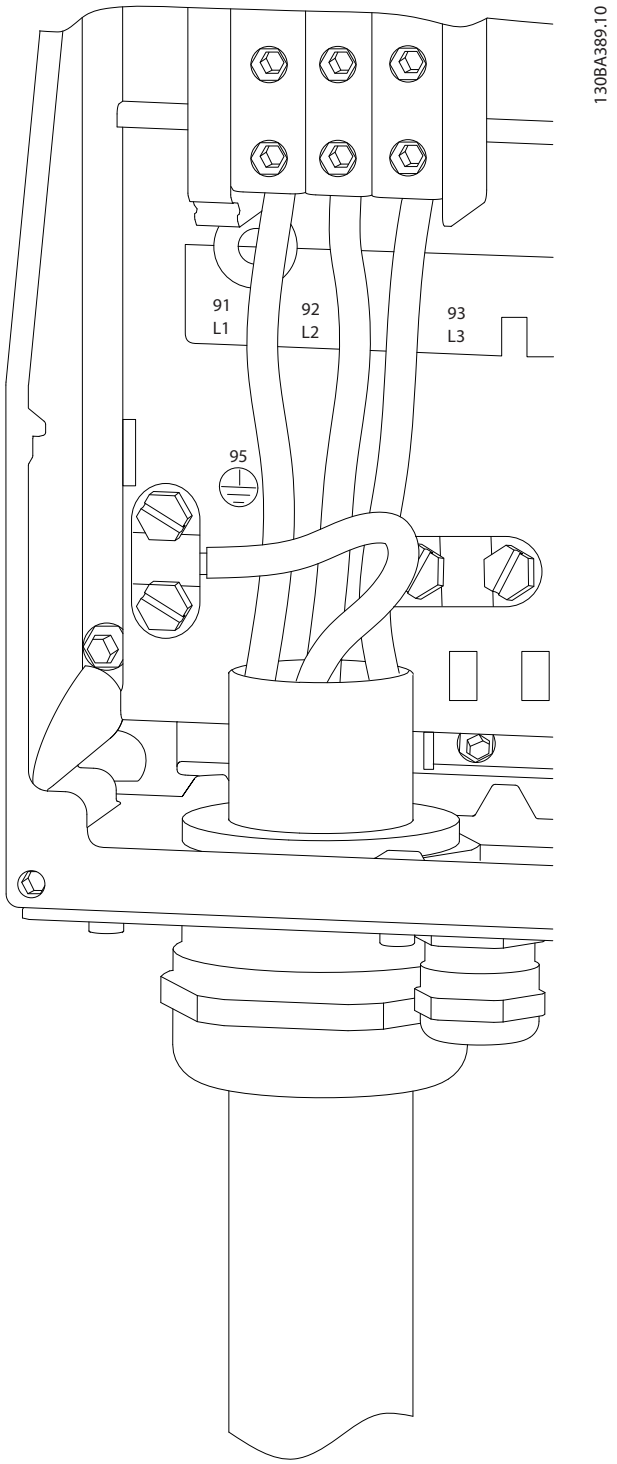


Abbildung 9.26 Netzanschluss Baugrößen C1 und C2 (IP21 und IP55/66).

9

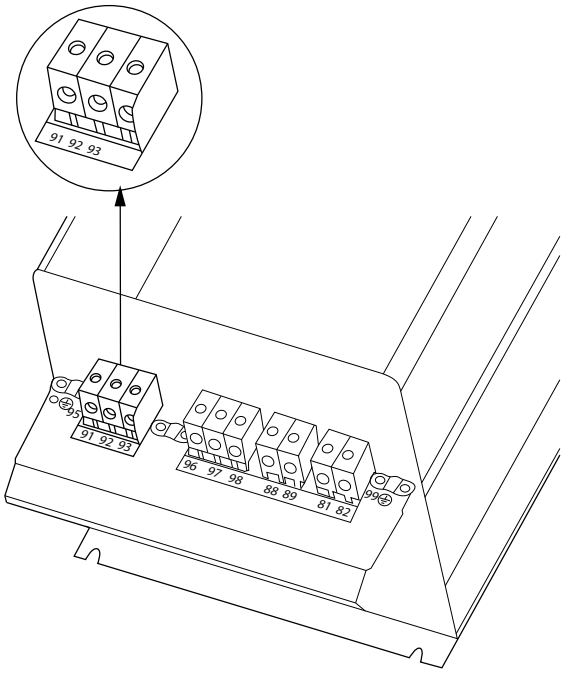


Abbildung 9.27 Netzanschluss Baugröße C3 (IP20).

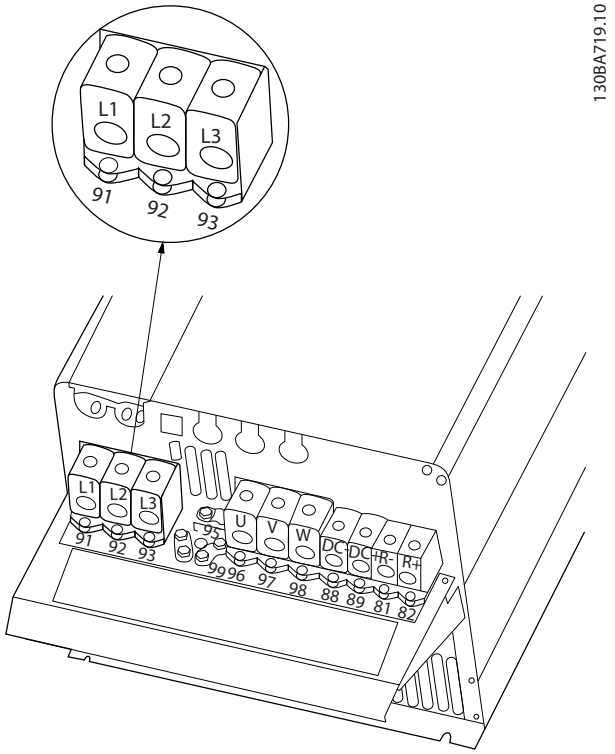


Abbildung 9.28 Netzanschluss Baugröße C4 (IP20).

9

9.3.1 Sicherungen und Trennschalter

9.3.1.1 Sicherungen

Wir empfehlen, versorgungsseitig Sicherungen und/oder Trennschalter als Schutz für den Fall einer Bauteilstörung im Inneren des Frequenzumrichters zu verwenden (erster Fehler).

HINWEIS

Die Verwendung von Sicherungen bzw. Trennschaltern bei der Stromversorgung ist zwingend erforderlich in Übereinstimmung mit IEC 60364 für CE oder NEC 2009 für UL.

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

HINWEIS

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

Kurzschlussschutz
Danfoss empfiehlt die Verwendung der unten aufgeführten Sicherungen/Trennschalter zum Schutz von Wartungs-

personal und Gegenständen im Falle einer Bauteilstörung im Frequenzumrichter.

9.3.1.2 Empfehlungen

Die Tabellen in *Kapitel 9.3.1 Sicherungen und Trennschalter* listen die empfohlenen Nennströme auf. Empfohlene Sicherungen sind gG für kleine bis mittlere Leistungsgrößen. Bei größeren Leistungen werden aR-Sicherungen empfohlen. Für Trennschalter werden Moeller-Sicherungen empfohlen. Andere Arten von Trennschaltern können unter der Voraussetzung verwendet werden, dass sie die dem Frequenzumrichter zugeführte Energie auf ein Niveau begrenzen, das dem der Moeller-Sicherungen entspricht oder niedriger ist.

Wenn Sie Sicherungen/Trennschalter gemäß den Empfehlungen verwenden, werden mögliche Schäden am Frequenzumrichter hauptsächlich auf Schäden innerhalb der Einheit beschränkt.

Weitere Informationen finden Sie im *Anwendungshinweis Sicherungen und Trennschalter*, *MN90T*.

9.3.1.3 CE-Konformität

Sicherungen und Trennschalter müssen zwingend der IEC 60364 entsprechen. Danfoss empfiehlt die Auswahl eines der folgenden Elemente.

Die Sicherungen unten sind für einen Kurzschlussstrom von max. 100.000 A_{eff}. (symmetrisch) bei 240 V, 500 V, 600 V oder 690 V, abhängig von der Nennspannung des Frequenzumrichters, geeignet. Mit der korrekten Sicherung liegt der Kurzschluss-Nennstrom des Frequenzumrichters bei 100.000 A_{eff}.

Die folgenden UL-approbierten Sicherungen sind geeignet:

- Sicherungen UL248-4 Klasse CC
- Sicherungen UL248-8 Klasse J
- Sicherungen UL248-12 Klasse R (RK1)
- Sicherungen UL248-15 Klasse T

Die folgende max. Sicherungsgröße und Sicherungsart wurden geprüft:

Gehäuse	Leistung [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung	Empfohlener Trennschalter Moeller	Max. Abschaltwert [A]
A1	0.25-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5-7.5	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	11	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5,5	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	7,5-15	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	15-22	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	18,5-22	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

Tabelle 9.3 200-240 V, Bauformen A, B und C

Gehäuse	Leistung [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung	Empfohlener Trennschalter Moeller	Max. Abschaltwert [A]
A1	0.37-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.37-4.0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0,37-4	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.37-7.5	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-15	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	18,5-22	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	30-45	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabelle 9.4 380-500 V, Bauformen A, B und C

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Gehäuse	Leistung [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung	Empfohlener Trennschalter Moeller	Max. Abschaltwert [A]
A2	0-75-4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.75-7.5	gG-10 (0,75-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabelle 9.5 525-600 V, Bauformen A, B und C

Gehäuse	Leistung [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung	Empfohlener Trennschalter Moeller	Max. Abschaltwert [A]
A3	1,1 1,5 2,2 3 4 5,5 7,5	gG-6 gG-6 gG-6 gG-10 gG-10 gG-16 gG-16	gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25	PKZM0-16	16
B2/B4	11 15 18 22	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-32 (18) gG-40 (22)	gG-63	-	-
B4/C2	30	gG-63 (30)	gG-80 (30)	-	-
C2/C3	37 45	gG-63 (37) gG-80 (45)	gG-100 (37) gG-125 (45)		
C2	55 75	gG-100 (55) gG-125 (75)	gG-160 (55-75)		

Tabelle 9.6 525-690 V, Bauformen A, B und C

9.3.1.4 UL-Konformität

Die Sicherungen unten sind für einen Kurzschlussstrom von max. 100.000 A_{eff} (symmetrisch) bei 240 V, 500 V oder 600 V geeignet, abhängig von der Nennspannung des Frequenzumrichters. Mit der korrekten Sicherung liegt der Kurzschluss-Nennstrom des Frequenzumrichters bei 100.000 A_{eff}.

Sicherungen und Trennschalter müssen zwingend der NEC 2009 entsprechen. Danfoss empfiehlt die Auswahl eines der folgenden Elemente:

	Empfohlene max. Sicherung					
Leistung [kW]	**Bussmann Typ RK1[1)]**	**Bussmann Typ J**	**Bussmann Typ T**	**Bussmann Typ CC**	**Bussmann Typ CC**	**Bussmann Typ CC**
0.25-0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55-1.1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7,5	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15-18,5	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
22	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
30	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
37	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

Tabelle 9.7 200-240 V, Bauformen A, B und C

	Empfohlene max. Sicherung			
Leistung [kW]	**SIBA Typ RK1**	**Littelfuse Typ RK1**	**Ferraz-Shawmut Typ CC**	**Ferraz-Shawmut Typ RK1[3)]**
0.25-0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R
0.55-1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
7,5	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
11	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
15-18,5	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
22	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
30	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
37	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

Tabelle 9.8 200-240 V, Bauformen A, B und C

	Empfohlene max. Sicherung			
Leistung [kW]	Bussmann Typ JFHR2[2)]	Littelfuse JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2[4)]	Ferraz-Shawmut J
0.25-0.37	FWX-5	-	-	HSJ-6
0.55-1.1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5.5	FWX-50	-	-	HSJ-50
7,5	FWX-60	-	-	HSJ-60
11	FWX-80	-	-	HSJ-80
15-18,5	FWX-125	-	-	HSJ-125
22	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
30	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
37	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabelle 9.9 200-240 V, Bauformen A, B und C

[1)] KTS-Sicherungen von Bussmann können KTN bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

[2)] FWH-Sicherungen von Bussmann können FWX bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

[3)] A6KR-Sicherungen von FERRAZ SHAWMUT können A2KR bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

[4)] A50X-Sicherungen von FERRAZ SHAWMUT können A25X bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

9

	Empfohlene max. Sicherung					
Leistung [kW]	Bussmann Typ RK1	Bussmann Typ J	Bussmann Typ T	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC
0,37-1,1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
45	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
55	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
75	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabelle 9.10 380-500 V, Bauformen A, B und C

	Empfohlene max. Sicherung			
Leistung [kW]	SIBA Typ RK1	Littelfuse Typ RK1	Ferraz-Shawmut Typ CC	Ferraz-Shawmut Typ RK1
0,37-1,1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
18	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
22	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
30	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
37	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
45	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
55	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
75	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

Tabelle 9.11 380-500 V, Bauformen A, B und C

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

	Empfohlene max. Sicherung			
Leistung [kW]	Bussmann JFHR2	Ferraz-Shawmut J	Ferraz-Shawmut JFHR2[1)]	Littelfuse JFHR2
0,37-1,1	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.5-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	FWH-50	HSJ-50	-	-
18	FWH-60	HSJ-60	-	-
22	FWH-80	HSJ-80	-	-
30	FWH-100	HSJ-100	-	-
37	FWH-125	HSJ-125	-	-
45	FWH-150	HSJ-150	-	-
55	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
75	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabelle 9.12 380-500 V, Bauformen A, B und C

[1)] A50QS-Sicherungen von Ferraz-Shawmut können A50P-Sicherungen ersetzen.

	Empfohlene max. Sicherung					
Leistung [kW]	Bussmann Typ RK1	Bussmann Typ J	Bussmann Typ T	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC
0.75-1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabelle 9.13 525-600 V, Bauformen A, B und C

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

	Empfohlene max. Sicherung			
Leistung [kW]	SIBA Typ RK1	Littelfuse Typ RK1	Ferraz-Shawmut Typ RK1	Ferraz-Shawmut J
0.75-1.1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
15	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
18	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
22	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
30	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
37	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
45	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
55	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
75	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabelle 9.14 525-600 V, Bauformen A, B und C

9

	Empfohlene max. Sicherung					
Leistung [kW]	Bussmann Typ RK1	Bussmann Typ J	Bussmann Typ T	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC
[kW]						
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabelle 9.15 525-690 V, Bauformen A, B und C

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

	Empfohlene max. Sicherung							
Leistung [kW]	Max. Vorsicherung	Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	LittelFuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E2137 J/HSJ
11	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
15-18,5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
22	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
30	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
37	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
45	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
55	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
75	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tabelle 9.16 525-690 V, Baugrößen B und C

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

9.4 Motoranschluss

⚠WARNUNG

INDUZIERTE SPANNUNG!

Induzierte Spannung durch nebeneinander verlegte Motorkabel kann Gerätekondensatoren auch dann aufladen, wenn die Geräte freigeschaltet sind. Die Nichtbeachtung der Empfehlung zum separaten Verlegen von Motorkabeln oder zur Verwendung von abgeschirmten Kabeln kann schwere Personenschäden oder sogar tödliche Verletzungen zur Folge haben.

- **Verlegen Sie Motorkabel getrennt oder**
- **verwenden Sie abgeschirmte Kabel**

Motoranschluss

HINWEIS

Verwenden Sie zur Einhaltung der Spezifikationen für EMV-Emissionen abgeschirmte Kabel. Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 5.2.1 EMV-Prüfergebnisse* und *Abbildung 3.3*.

9

Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe *Kapitel 6.2 Allgemeine technische Daten*.

Klemmen-Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1)]	Motorspannung 0–100 % der Netzspannung. 3 Leiter vom Motor
	U1	V1	W1	PE[1)]	Dreieckschaltung
	W2	U2	V2		6 Leiter vom Motor
	U1	V1	W1	PE[1)]	Sternschaltung (U2, V2, W2) U2, V2, W2 sind miteinander zu verbinden.

Tabelle 9.17 Klemmenbeschreibungen

1) Schutzleiteranschluss

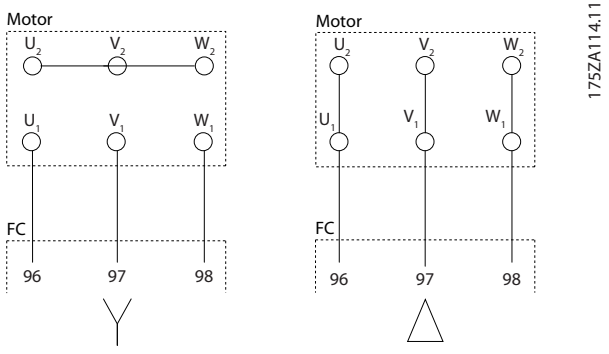


Abbildung 9.29 Stern- und Dreieckschaltung

HINWEIS

Bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder eine andere geeignete Isolationsverstärkung für den Betrieb mit Spannungsversorgung (wie ein Frequenzumrichter) verbinden Sie ein Sinusfilter mit dem Ausgang des Frequenzumrichters.

Abschirmung von Kabeln

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

HINWEIS

Isolieren Sie ein Stück des Motorkabels ab, um das Schirmgeflecht hinter der Kabelschelle freizulegen, UND verbinden Sie den Erdanschluss mit Klemme 99.

Schließen Sie den Motorkabelschirm am Abschirmblech des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Motors an.
Stellen Sie die Schirmverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Kabelschellen) her. Dies kann unter Verwendung des im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthaltenen Zubehörs erfolgen.
Wenn Sie den Kabelschirm unterbrechen müssen (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), müssen Sie die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortführen.

Kabellänge und -querschnitt

Der Frequenzumrichter ist mit einer bestimmten Kabellänge und einem bestimmten Kabelquerschnitt getestet worden. Wird der Kabelquerschnitt erhöht, so erhöht sich auch der kapazitive Widerstand des Kabels - und damit der Ableitstrom - sodass die Kabellänge dann entsprechend verringert werden muss. Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.

Taktfrequenz

Wenn der Frequenzumrichter in Kombination mit einem Sinusfilter verwendet wird, um die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz entsprechend den Anweisungen zu dem verwendeten Sinusfilter unter *14-01 Taktfrequenz* eingestellt werden.

1. Montieren Sie das Abschirmblech unten am Frequenzumrichter mit den Schrauben und Unterlegscheiben aus dem Montagezubehör.
2. Schließen Sie die drei Phasen des Motorkabels an den Klemmen 96 (U), 97 (V), 98 (W) an.

3. Schließen Sie den Erdanschluss mit den passenden Schrauben aus dem Montagezubehör an Klemme 99 auf dem Abschirmblech an.
4. Schieben Sie die Anschlussstecker 96 (U), 97 (V), 98 (W) (bis 7,5 kW) und das Motorkabel auf die Klemmen mit der Bezeichnung MOTOR.
5. Befestigen Sie das abgeschirmte Kabel mit Schrauben und Unterlegscheiben aus dem Montagezubehör am Abschirmblech.

Sie können alle 3-phasigen Standard-Asynchronmotoren an einen Frequenzumrichter anschließen. Normalerweise wird für kleine Motoren Sternschaltung verwendet (230/400 V, Y), für große Motoren Dreieckschaltung (400/690 V, Δ). Schaltungsart (Stern/Dreieck) und Anschlussspannung sind auf dem Motortypenschild angegeben.

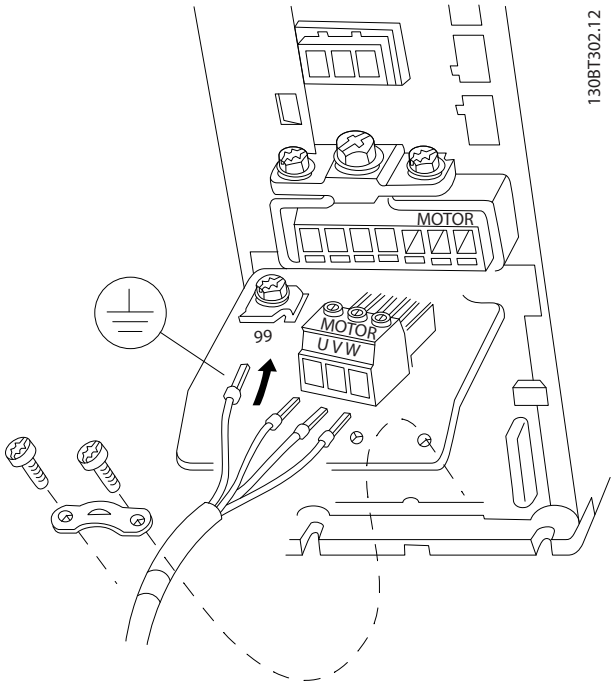


Abbildung 9.30 Motoranschluss für Baugrößen A1, A2 und A3

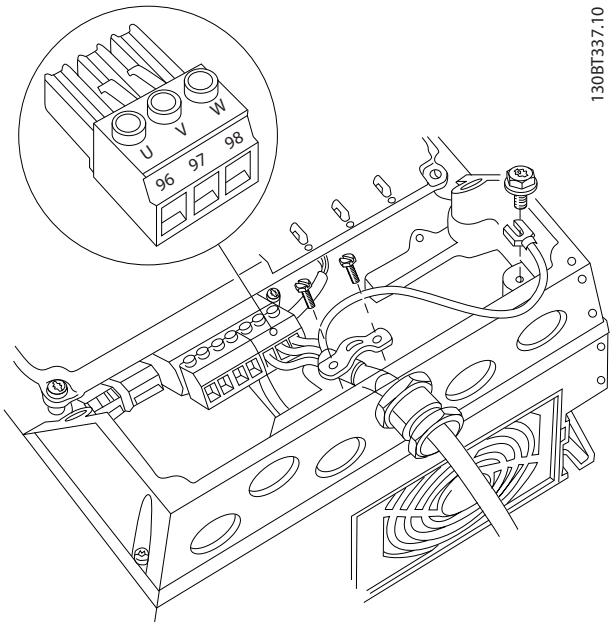


Abbildung 9.31 Motoranschluss für Baugrößen A4/A5

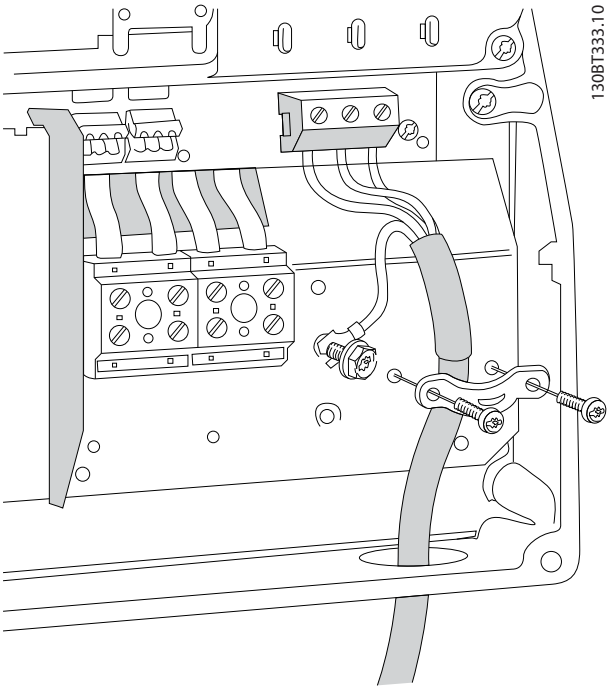


Abbildung 9.32 Motoranschluss für Baugrößen B1 und B2

9

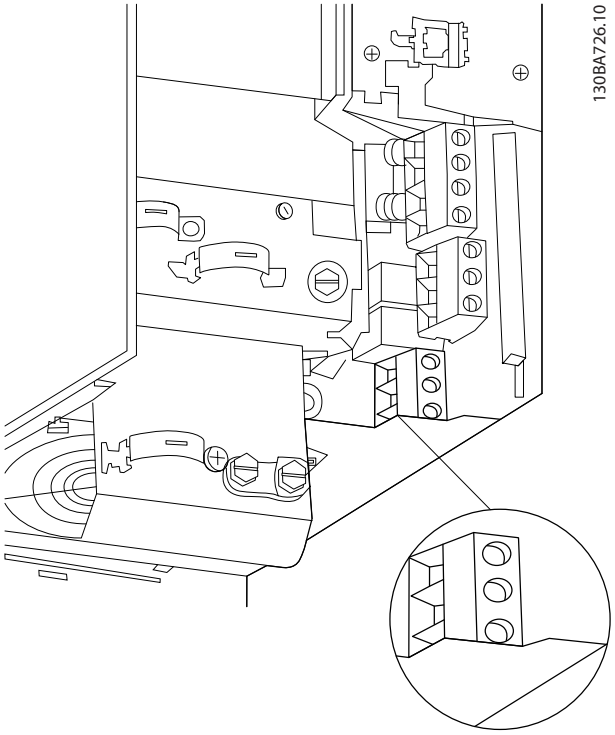


Abbildung 9.33 Motoranschluss für Baugröße B3

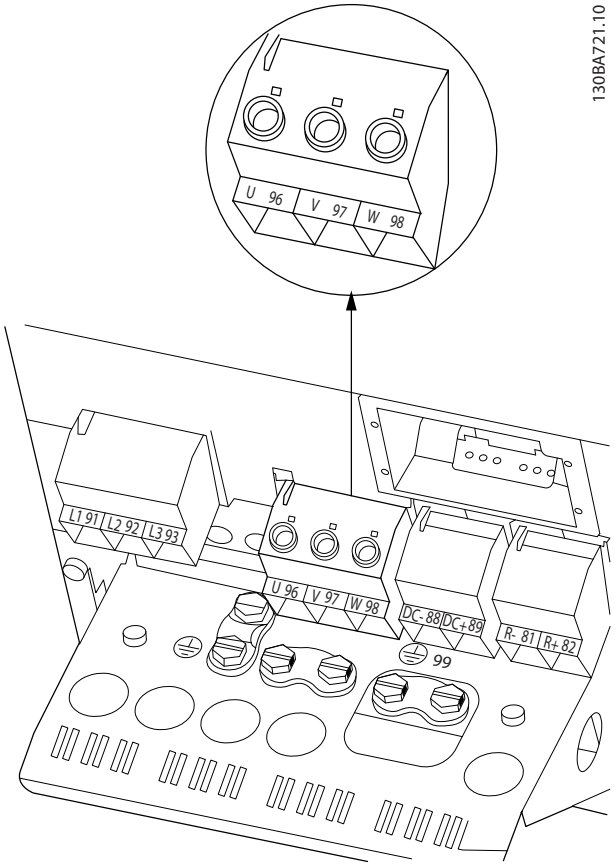


Abbildung 9.34 Motoranschluss für Baugröße B4

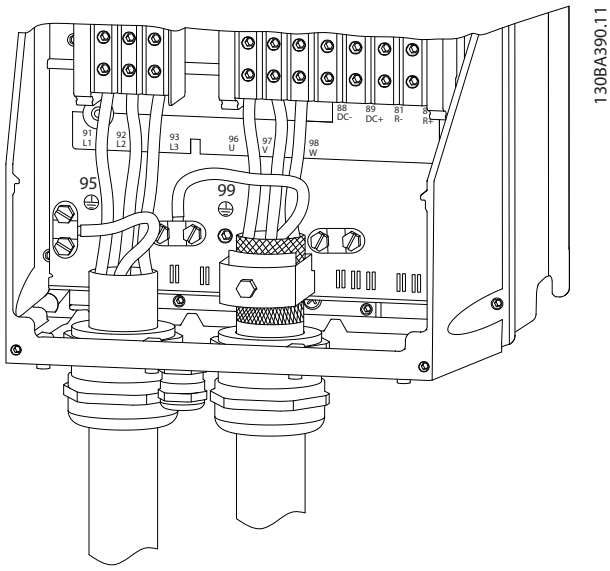


Abbildung 9.35 Motoranschluss für Baugrößen C1 und C2 (IP21 und IP55/66)

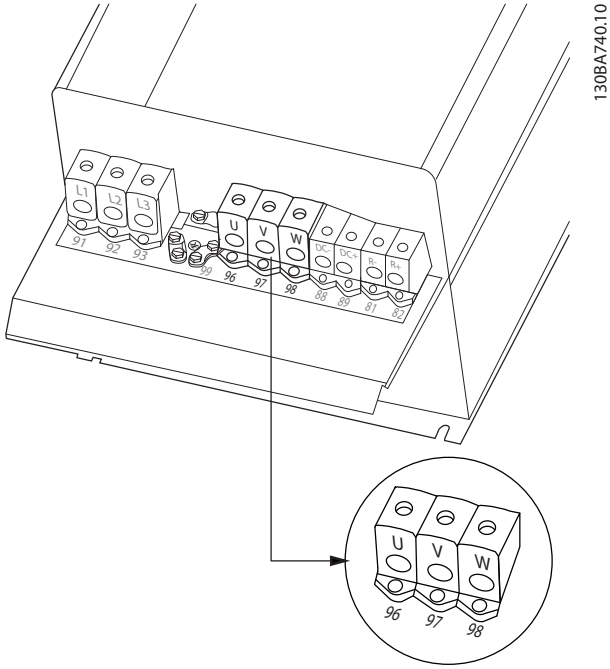


Abbildung 9.36 Motoranschluss für Baugrößen C3 und C4

9.5 Schutz vor Erdableitstrom

Befolgen Sie im Hinblick auf die Schutzerdung von Geräten mit einem Ableitstrom gegen Erde von mehr als 3,5 mA alle nationalen und lokalen Vorschriften.
Der Querschnitt des Erdungskabels muss mindestens 10 mm^2 betragen, oder es müssen zwei getrennt verlegte Kabel mit demselben Querschnitt wie die Phasenkabel vorhanden sein. Die Frequenzumrichtertechnik nutzt hohe Schaltfrequenzen bei gleichzeitig hoher Leistung. Dies erzeugt einen Ableitstrom in der Erdverbindung.

Der Ableitstrom gegen Erde setzt sich aus verschiedenen Faktoren zusammen und hängt von verschiedenen Systemkonfigurationen ab, wie EMV-Filter, Motorkabellänge, Motorkabelschirm und Leistung des Frequenzumrichters.

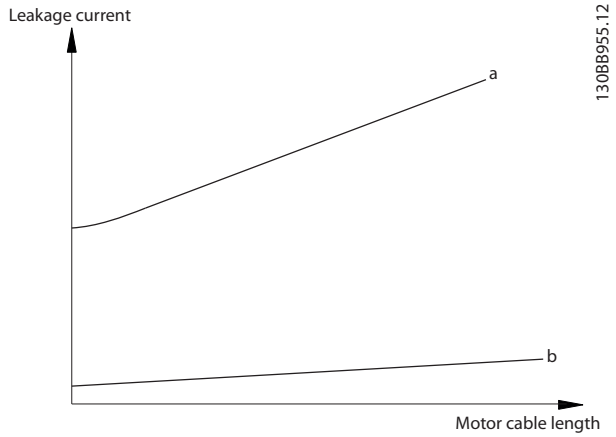


Abbildung 9.37 Einfluss von Motorkabellänge und Leistungsgröße auf den Ableitstrom. Leistungsgröße a > Leistungsgröße b

Der Ableitstrom hängt ebenfalls von der Netzverzerrung ab.

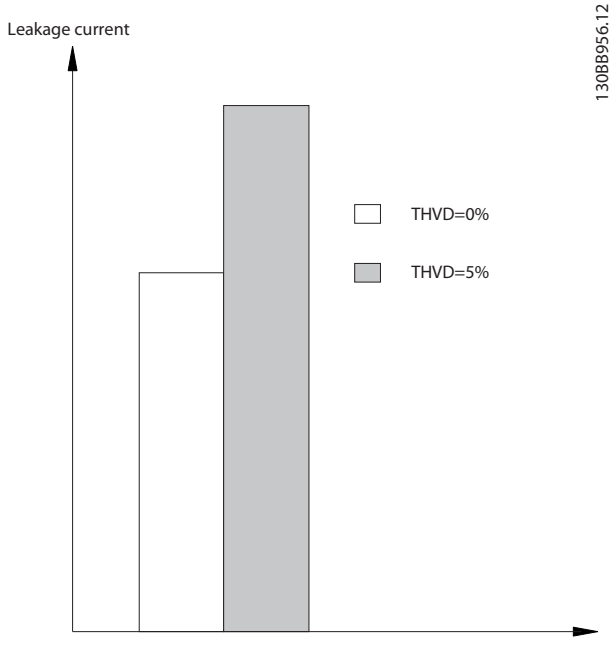


Abbildung 9.38 Die Netzverzerrung beeinflusst den Ableitstrom

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

- Erdverbindung (Klemme 95) mit einem Leitungsquerschnitt von mindestens 10 mm^2
- 2 getrennt verlegte Erdungskabel, die die vorgeschriebenen Maße einhalten

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

Fehlerstromschutzschalter

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

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

Der Ableitstrom enthält mehrere Frequenzen, die ihren Ursprung in der Netzfrequenz und in der Schaltfrequenz haben. Der Typ der verwendeten Fehlerstromschutzeinrichtung beeinflusst, ob die Schaltfrequenz erkannt wird.

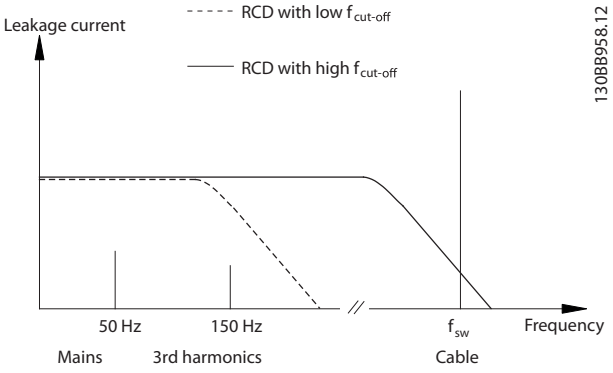


Abbildung 9.39 Hauptbeiträge zum Ableitstrom

Die Menge des von der Fehlerstromschutzeinrichtung erkannten Ableitstroms hängt von der Trennfrequenz des Fehlerstromschutzschalters ab.

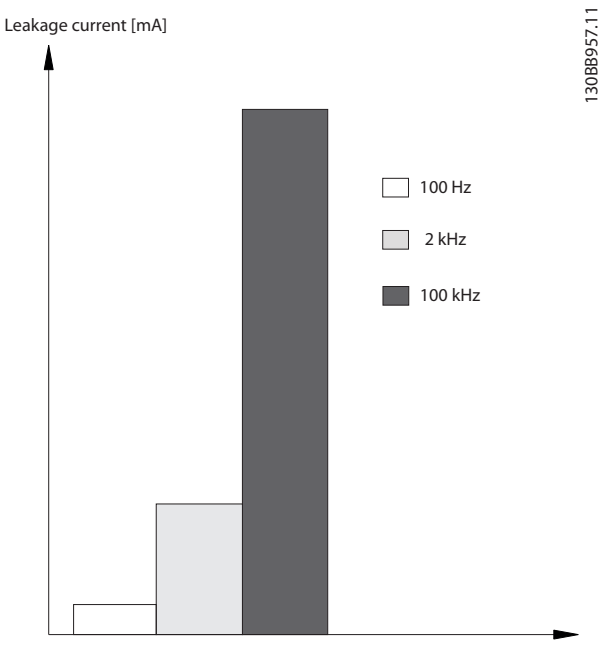


Abbildung 9.40 Einfluss der Trennfrequenz des Fehlerstrom-schutzschalters auf das, auf was reagiert wird/was gemessen wird

9.6 Zusätzliche Anschlüsse

9.6.1 Relais

Relais 1

- Klemme 01: Bezugspotential
- Klemme 02: Schließer 240 V
- Klemme 03: Öffner 240 V

Relais 2 (Nicht FC 301)

- Klemme 04: Bezugspotential
- Klemme 05: Schließer 400 V
- Klemme 06: Öffner 240 V

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

Zusätzliche Relaisausgänge bietet Relais-Optionsmodul MCB 105.

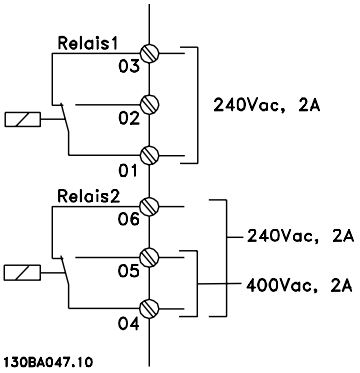


Abbildung 9.41 Relaisausgänge 1 und 2

Um den Relaisausgang einzustellen, siehe Parametergruppe *5-4* Relais*.

Nr.	01-02	Schließer (normal offen)
	01-03	Öffner (normal geschlossen)
	04-05	Schließer (normal offen)
	04-06	Öffner (normal geschlossen)

Tabelle 9.18 Beschreibung der Relais

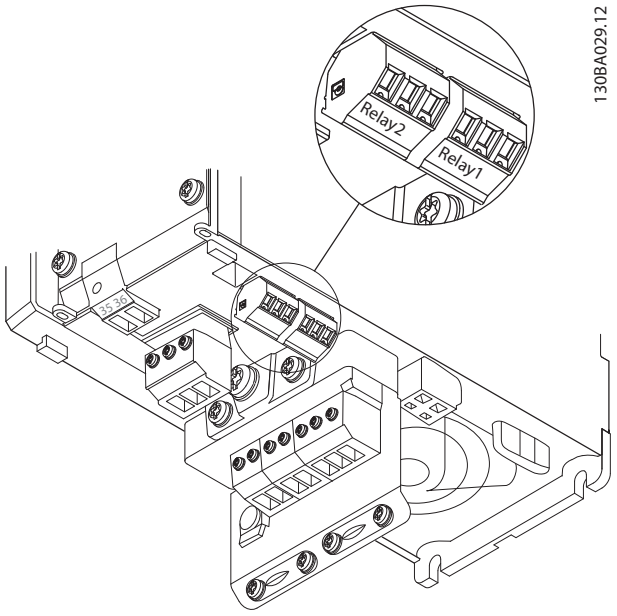


Abbildung 9.42 Klemmen für Relaisanschluss (Baugrößen A1, A2 und A3).

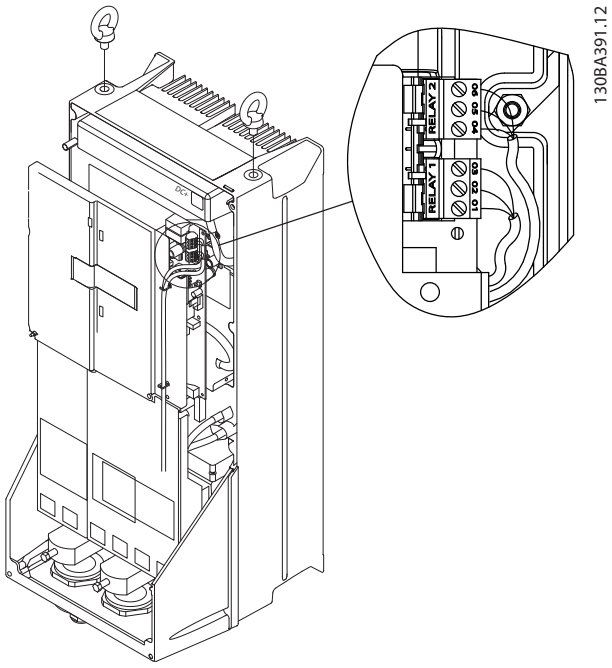


Abbildung 9.43 Klemmen für Relaisanschluss (Baugrößen C1 und C2).

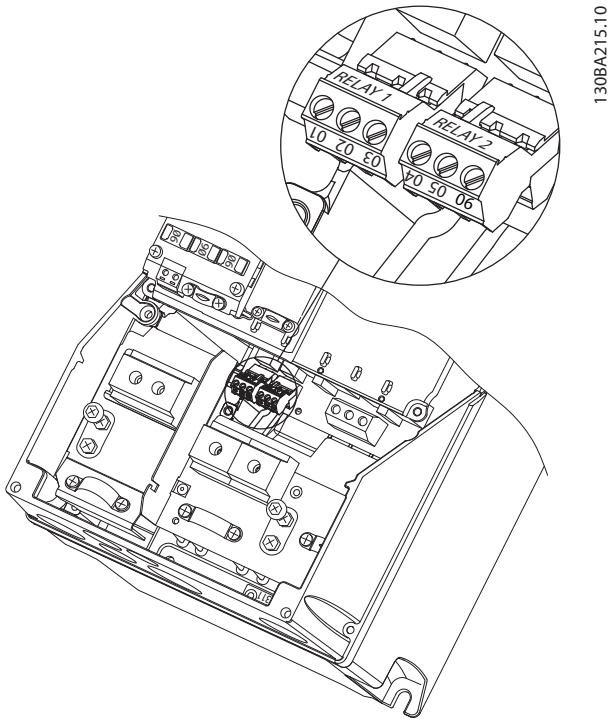


Abbildung 9.44 Klemmen für Relaisanschluss (Baugrößen A5, B1 und B2).

9

9.6.2 Trennschalter und Schütze

Montage von IP55 (Baugröße A5) mit Netztrennschalter.

Der Netzschalter wird an der linken Seite der Baugrößen B1, B2, C1 und C2 platziert. Der Netzschalter wird bei der Baugröße A5 an der rechten Seite platziert.

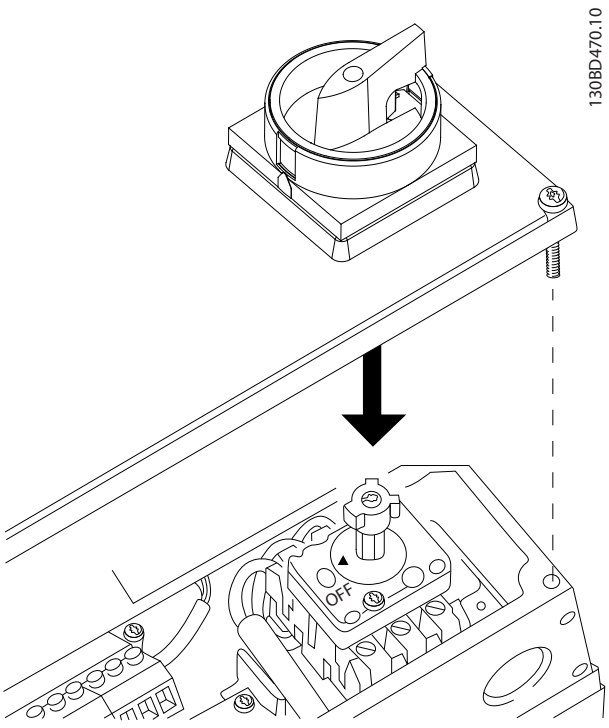
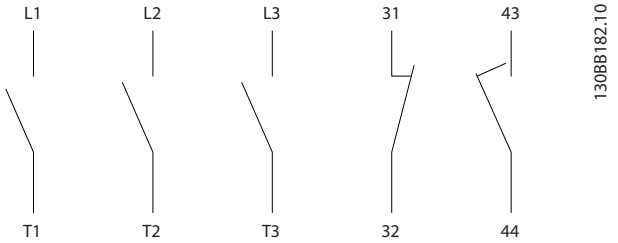
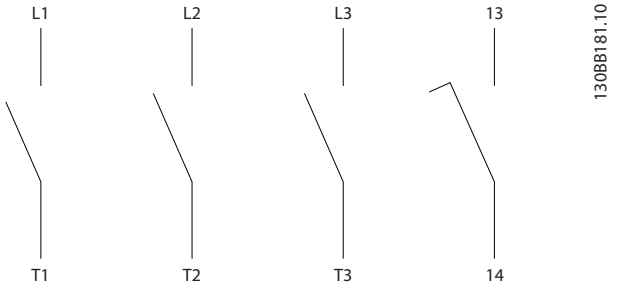


Abbildung 9.45 Lage des Netzschalters



Bauform	Typ
A4/A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303

Abbildung 9.46 Klemmenanschlüsse für A4, A5, B1, B2



Bauform	Typ
C1	Kraus&Naimer KG100 T303
C1	Kraus&Naimer KG105 T303
C2	Kraus&Naimer KG160 T303

Abbildung 9.47 Klemmenanschlüsse für C1, C2

9.6.3 Zwischenkreiskopplung

Die DC-Bus-Zwischenkreisklemme dient zum Anschluss einer externen DC-Spannungsversorgung, wobei der Zwischenkreis aus einer externen Quelle versorgt wird. Hierfür werden die Klemmen 88 und 89 verwendet.

Das Verbindungskabel muss abgeschirmt sein; die Kabellänge zwischen Frequenzumrichter und der DC-Schiene ist auf maximal 25 m begrenzt.
Bei der Zwischenkreiskopplung werden die DC-Zwischenkreise mehrerer Frequenzumrichter zusammengeschaltet.

⚠VORSICHT

Beachten Sie, dass an den Klemmen Spannungen von bis zu 1099 V DC auftreten können.
Bei Zwischenkreiskopplungen sind zusätzliche Geräte und Sicherheitserwägungen erforderlich.

⚠VORSICHT

Beachten Sie, dass der Frequenzumrichter aufgrund des Zwischenkreisanschlusses möglicherweise durch ein Trennen vom Netz nicht isoliert wird.

9.6.4 Bremswiderstand

Das Verbindungskabel zum Bremswiderstand muss abgeschirmt sein; die Kabellänge zwischen Frequenzumrichter und der DC-Schiene ist auf maximal 25 m begrenzt.

1. Schließen Sie die Abschirmung mithilfe der Kabelschellen an der leitfähigen Rückwand des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Bremswiderstands an.
2. Wählen Sie den Querschnitt des Bremskabels passend zum Bremsmoment.

Die Klemmen 81 und 82 sind Bremswiderstandsklemmen.

HINWEIS

Bei einem Kurzschluss im Brems-IGBT können Sie einen eventuellen Leistungsverlust im Bremswiderstand durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindern. Nur der Frequenzumrichter sollte das Schütz regeln.

⚠VORSICHT

Beachten Sie, dass je nach Versorgungsspannung an den Klemmen Spannungen von bis zu 1099 V DC auftreten können.

9.6.5 PC-Software

Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

USB ist eine serielle Schnittstelle, die 4 abgeschirmte Signalleitungen mit geerdetem Stecker 4 zur Abschirmung des USB-Anschlusses am PC verwendet. Wenn der PC per USB-Kabel an den Frequenzumrichter angeschlossen wird, besteht die Gefahr einer Beschädigung des USB-Hostcontrollers des PCs. Alle Standard-PCs werden ohne galvanische Trennung an der USB-Schnittstelle hergestellt.
Jede Differenz des Erdungspotentials, die sich daraus ergibt, dass Sie die im *Produkthandbuch* unter *Versorgungsnetzanschluss* beschriebenen Erdungsempfehlungen nicht einhalten, kann zu einer Beschädigung des USB-Hostcontrollers durch die Abschirmung des USB-Kabels führen.
Es wird empfohlen, dass Sie einen USB-Reparaturschalter mit galvanischer Trennung verwenden, um den PC USB-Hostcontroller beim Anschluss des PCs an einen Frequenzumrichter per USB-Kabel vor Erdpotentialdifferenzen zu schützen.

Es wird empfohlen, kein PC-Leistungskabel mit geerdetem Stecker zu verwenden, wenn der PC per USB-Kabel an den Frequenzumrichter angeschlossen ist. Dies verringert die Masse-Potentialdifferenz, beseitigt aber aufgrund der Erdung und Abschirmung, die an der USB-Schnittstelle des PCs angeschlossen sind, nicht alle Potentialdifferenzen.

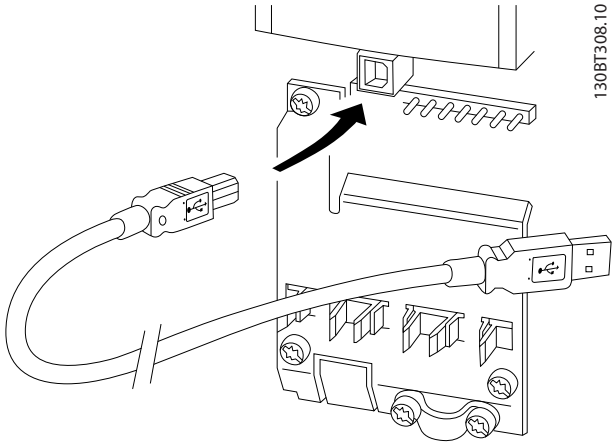


Abbildung 9.48 USB-Anschluss

9.6.5.1 MCT 10

Um den Frequenzumrichter von einem PC aus zu steuern, installieren Sie die MCT 10 Konfigurationssoftware.

Datenspeicherung im LCP per MCT 10 Konfigurationssoftware

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Öffnen Sie MCT 10 Konfigurationssoftware.
3. Wählen Sie im Abschnitt *Netzwerk* den USB-Anschluss.
4. Wählen Sie *Kopieren*.
5. Wählen Sie die Auswahl *Projekt*.
6. Wählen Sie *Einfügen*.
7. Wählen Sie *Speichern unter*.

Alle Parameter sind nun gespeichert.

Datenübertragung vom PCP zum Frequenzumrichter über MCT 10 Konfigurationssoftware

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Öffnen Sie MCT 10 Konfigurationssoftware.
3. Wählen Sie *Öffnen* – alle gespeicherten Dateien werden angezeigt.
4. Öffnen Sie die gewünschte Datei.
5. Wählen Sie *Zum Frequenzumrichter schreiben*.

Alle Parameter werden nun auf den Frequenzumrichter übertragen.

Für die MCT 10 Konfigurationssoftware ist ein gesondertes Handbuch erhältlich. Laden Sie dieses hier herunter: *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/*.

9.6.5.2 MCT 31

Das MCT 31 PC-Tool zur Oberschwingungsberechnung ermöglicht leichtes Einschätzen der Oberschwingungsverzerrung in einer bestimmten Anwendung. Berechnetwerden können sowohl die Oberschwingungsverzerrung von Danfoss-Frequenzumrichtern als auch von Frequenzumrichtern von Fremdherstellern mit anderen zusätzlichen Geräten zur Oberschwingungsreduzierung, wie z. B. Danfoss AHF-Filter und 12-18-Pulsgleichrichter.

MCT 31 steht auch zum Download zur Verfügung unter *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/*.

9.6.5.3 Harmonic Calculation Software (HCS)

HCS ist eine erweiterte Version des Harmonic Calculation Tool. Die errechneten Ergebnisse werden mit den entsprechenden Normwerten verglichen und können anschließend gedruckt werden.

Siehe *www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

9.7 Zusätzliche Motorinformationen

9.7.1 Motorkabel

Sie können alle Arten dreiphasiger Standard-Asynchronmotoren mit einem Frequenzumrichter verwenden. Die Werkseinstellung ist Rechtslauf, wobei der Frequenzumrichterausgang wie folgt angeschlossen ist:

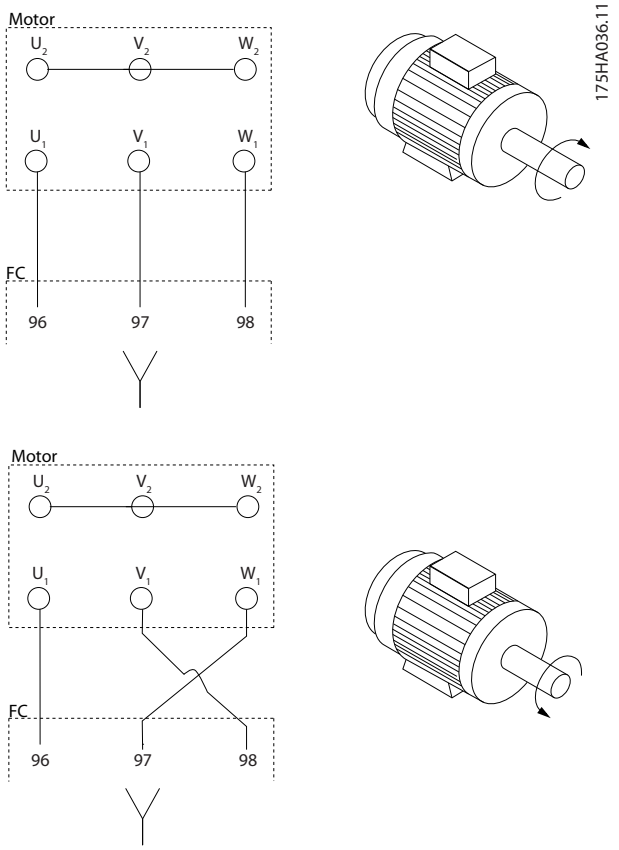


Abbildung 9.49 Klemmenanschluss für Rechts- und Linkslauf

Sie können die Drehrichtung durch Vertauschen von zwei Phasen im Motorkabel oder durch Ändern der Einstellung von *4-10 Motor Drehrichtung* und Reversierung ändern.

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

9.7.2 Anschluss von mehreren Motoren

HINWEIS

Wenn sich die Motorgrößen stark unterscheiden, können beim Hochfahren und bei niedrigen Drehzahlen Probleme auftreten, da der relativ hohe Ohm-Widerstand der kleinen Motoren im Stator in solchen Situationen eine höhere Spannung erfordert.

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern/regeln. Bei parallelem Motoranschluss müssen Sie die folgenden Punkte beachten:

- VVC+-Modus kann in einigen Anwendungen verwendet werden.
- Der Gesamtstrom der Motoren darf den maximalen Ausgangsnennstrom I_{INV} des Frequenzumrichters nicht übersteigen.
- Verwenden Sie bei langen Kabeln keine gemeinsame Anschlussverbindung, siehe *Abbildung 9.51*.
- Die in *Tabelle 5.2* angegebene gesamte Motorkabellänge gilt nur, so lange die parallelen Kabel kurz gehalten werden (jeweils kürzer als 10 m). Siehe *Abbildung 9.53* und *Abbildung 9.54*.
- Berücksichtigen Sie den Spannungsabfall an den Motorleitungen, siehe *Abbildung 9.54*.
- Verwenden Sie bei langen parallelen Kabel verwenden Sie ein LC-Filter, siehe *Abbildung 9.54*.
- Für lange Kabel ohne parallelen Anschluss, siehe *Abbildung 9.55*.

HINWEIS

Bei parallel geschalteten Motoren können Sie *1-02 Drehgeber Anschluss* nicht verwenden, und *1-01 Steuerprinzip* muss auf *[0] U/f* eingestellt sein.

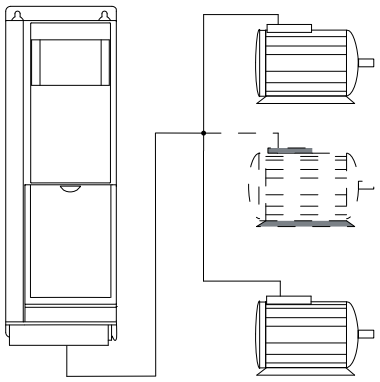


Abbildung 9.50 Gemeinsame Anschlussverbindung bei kurzen Kabeln

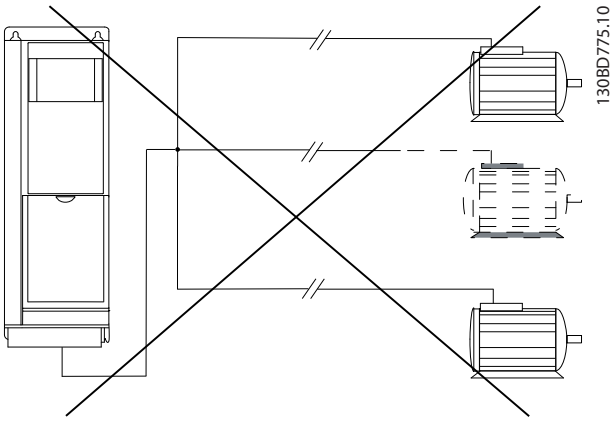


Abbildung 9.51 Gemeinsame Anschlussverbindung bei langen Kabeln

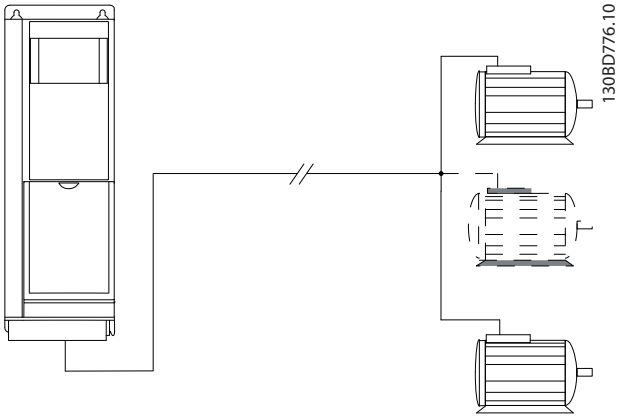


Abbildung 9.52 Parallele Kabel ohne Last

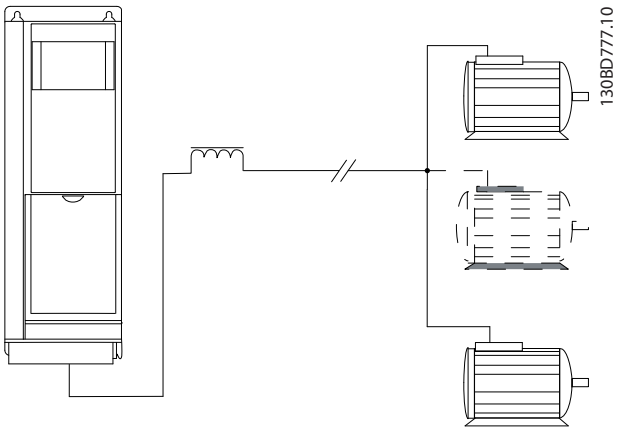


Abbildung 9.53 Parallele Kabel mit Last

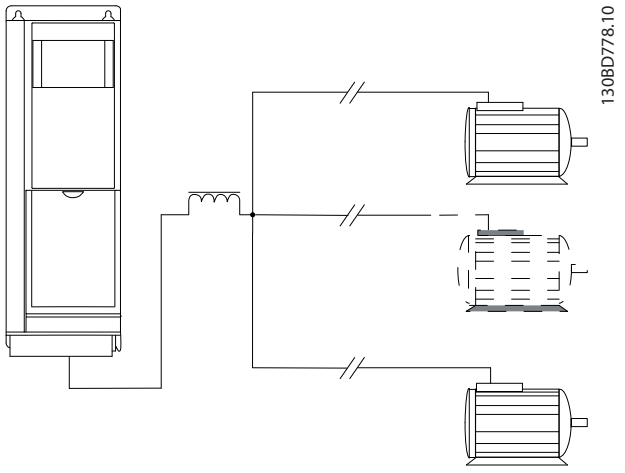


Abbildung 9.54 LC-Filter für lange parallele Kabel

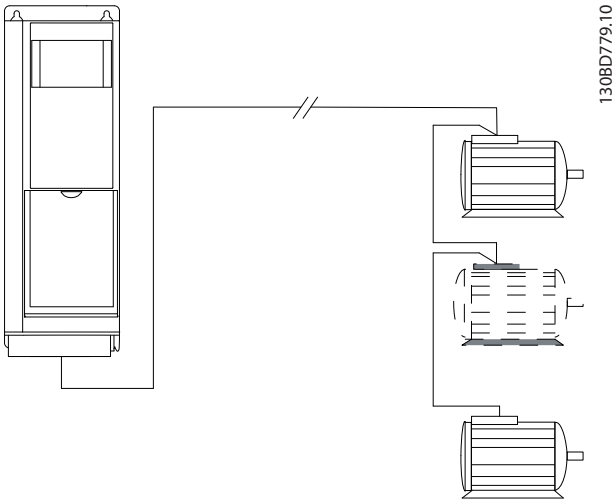


Abbildung 9.55 Lange Kabel in Reihenschaltung

Baugrößen	Leistungsgröße [kW]	Spannung [V]	1 Kabel [m]	2 Kabel [m]	3 Kabel [m]	4 Kabel [m]
A1, A2, A4, A5	0.37-0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1-7.5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

Tabelle 9.19 Max. Kabellänge für einzelne Parallelkabel

9.8 Sicherheit

9.8.1 Hochspannungsprüfung

Eine Hochspannungsprüfung darf nur nach Kurzschließen der Anschlüsse U, V, W, L_1, L_2 und L_3 Legen Sie eine Sekunde lang eine Spannung von max. 2,15 kV DC bei Frequenzumrichtern mit 380-500 V bzw. max. 2,525 kV bei Frequenzumrichtern mit 525-690 V zwischen dieser Verbindung und dem Chassis an.

⚠WARNUNG

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

9.8.2 EMV-Erdung

Vorgehen zur ordnungsgemäßen EMV-Erdung

- Achten Sie bei der Erdung stets auf Sicherheit.
- Die beste EMV-Leistung erhalten Sie, indem Sie den Erdanschluss so kurz wie möglich halten.
- Kabel mit größerem Querschnitt haben eine geringere Impedanz und ermöglichen eine bessere EMV-Erdung.
- Werden mehrere Geräte mit Metallgehäusen eingesetzt, so installieren Sie diese zur Verbesserung der EMV-Leistung auf einer gemeinsamen Montageplatte aus Metall.

HINWEIS

Verwenden Sie bei Bedarf Unterlegscheiben für Befestigungsschrauben, z. B. an lackierten Teilen.

⚠VORSICHT

POTENZIELLE GEFAHR IM FALLE EINES INTERNEN FEHLERS

Es besteht Verletzungsgefahr, wenn der Frequenzumrichter nicht ordnungsgemäß geschlossen wird.

- **Vor dem Einschalten des Stroms müssen Sie sicherstellen, dass alle Sicherheitsabdeckungen eingesetzt und sicher befestigt sind.**

Einheiten mit Schutzart IP55 oder höher verhindern Funkenbildung und sind gemäß dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen (ADN) als elektrische Geräte mit begrenzter Explosionsgefahr eingestuft.

Bei Einheiten mit Schutzart IP20, IP21 oder IP54 verhindern Sie die Gefahr von Funkenbildung wie folgt:

- Installieren Sie keinen Netzschalter.
- Stellen Sie sicher, dass *14-50 EMV-Filter* auf *[1] Ein* eingestellt ist.
- Entfernen Sie alle Relaisstecker mit der Aufschrift „RELAIS“. Siehe *Abbildung 9.56*.
- Prüfen Sie, welche Relaisoptionen installiert sind, wenn überhaupt. Die einzige zulässige Relaisoption ist die erweiterte Relais-Optionskarte MCB 113.

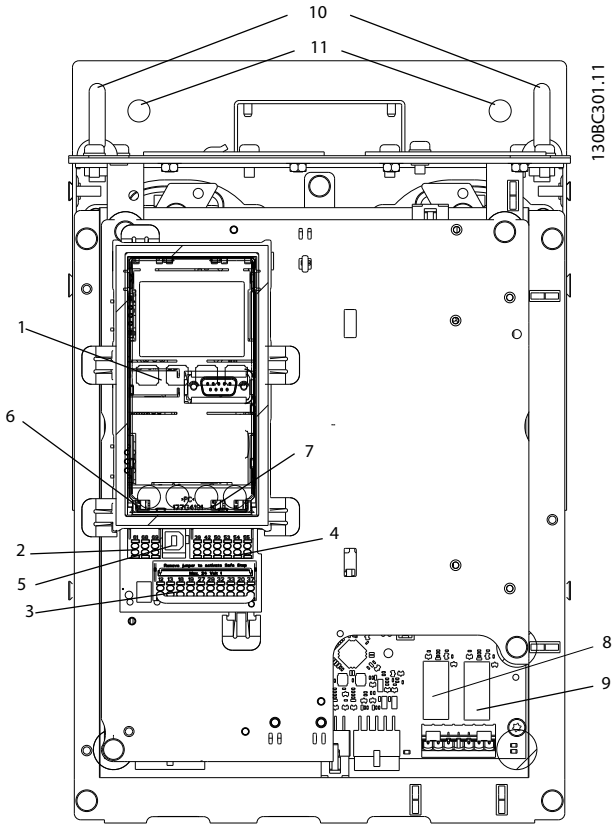


Abbildung 9.56 Lage der Relaisstecker, Pos. 8 und 9

Eine Herstellererklärung ist auf Anfrage erhältlich.

10 Anwendungsbeispiele

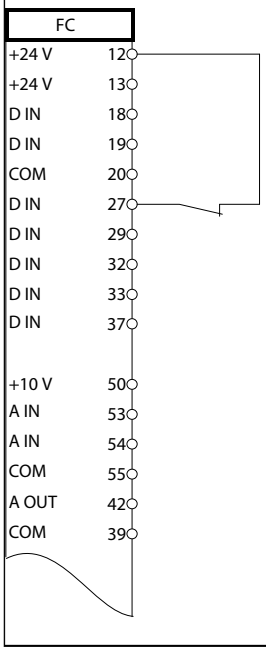
10.1 Häufig verwendete Anwendungen

Die Beispiele in diesem Abschnitt sollen als Schnellreferenz für häufige Anwendungen dienen.

- Parametereinstellungen sind die regionalen Werkseinstellungen, sofern nicht anders angegeben (in *0-03 Ländereinstellungen* ausgewählt).
- Neben den Zeichnungen sind die Parameter für die Klemmen und ihre Einstellungen aufgeführt.
- Wenn Schaltereinstellungen für die analogen Klemmen A53 und A54 erforderlich sind, werden diese ebenfalls dargestellt

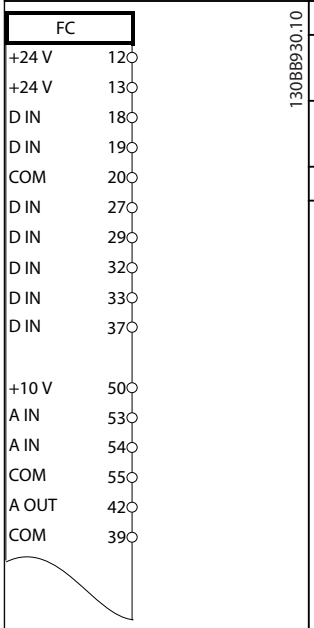
VORSICHT

Thermistoren müssen verstärkt oder zweifach isoliert werden, um die PELV-Anforderungen zu erfüllen.



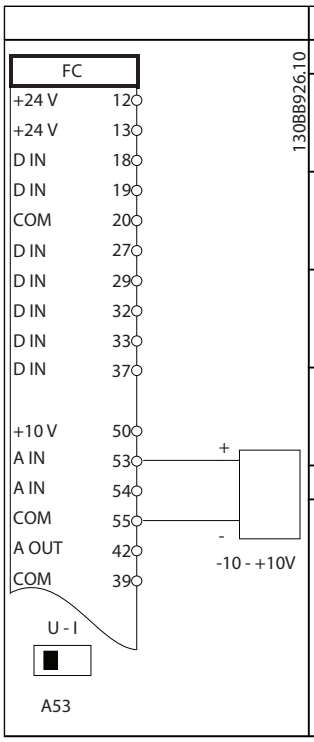
	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Komplette AMA
	5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[2]* Motorfreilauf (inv.)
*=Werkseinstellung		
Hinweise/Anmerkungen: Sie müssen Parametergruppe *1-2* Motordaten* entsprechend dem Motor einstellen		

Tabelle 10.1 AMA mit angeschlossener Kl. 27



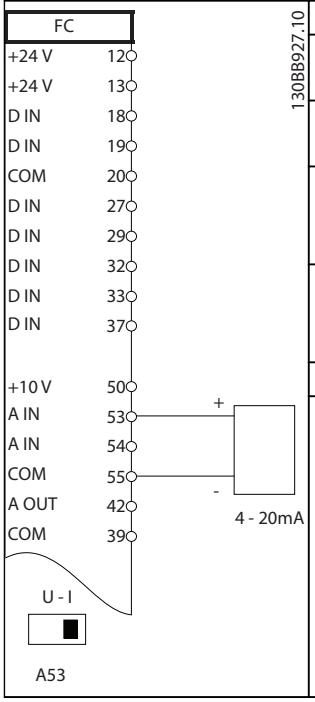
	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Komplette AMA
	5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion
*=Werkseinstellung		
Hinweise/Anmerkungen: Sie müssen Parametergruppe *1-2* Motordaten* entsprechend dem Motor einstellen		

Tabelle 10.2 AMA ohne angeschlossene Kl. 27



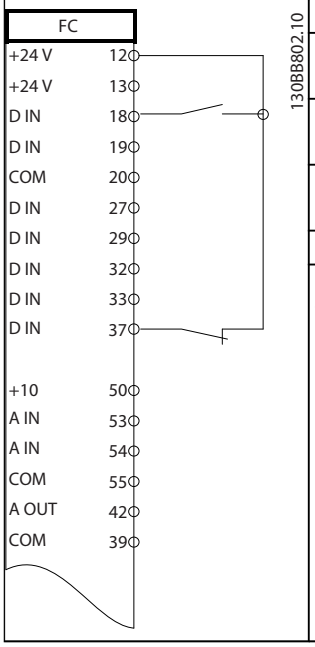
	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung	0,07 V*
	6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung	10 V*
	6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/ Istwert	0 U/min
	6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/ Istwert	1.500 U/min
*=Werkseinstellung		
Hinweise/Anmerkungen:		

Tabelle 10.3 Analoger Drehzahlsollwert (Spannung)



	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	6-12 Klemme 53 Skal. Min.Strom	4 mA*
	6-13 Klemme 53 Skal. Max.Strom	20 mA*
	6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/ Istwert	0 U/min
	6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/ Istwert	1.500 U/min
*=Werkseinstellung		
Hinweise/Anmerkungen:		

Tabelle 10.4 Analoger Drehzahlsollwert (Strom)



	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	5-10 Klemme 18 Digitaleingang	[8] Start*
	5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion
	5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp	[1] S.Stopp/ Alarm
*=Werkseinstellung		
Hinweise/Anmerkungen: Wenn *5-12 Klemme 27 Digitaleingang* auf *[0] Ohne Funktion* programmiert ist, wird keine Drahtbrücke zu Klemme 27 benötigt.		

Tabelle 10.5 Start-/Stopp-Befehl mit sicher abgeschaltetem Moment

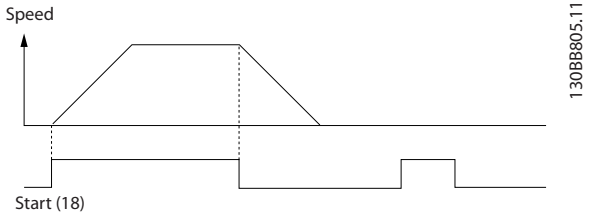
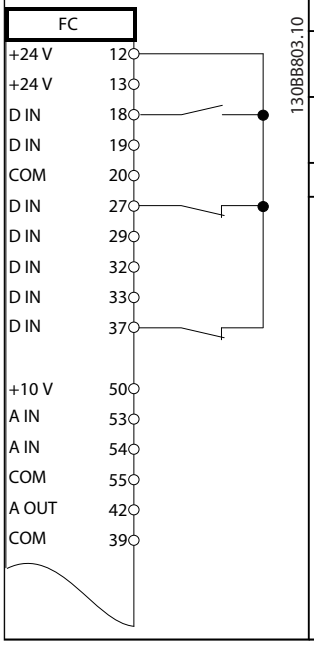


Abbildung 10.1 Start/Stopp mit Sicher abgeschaltetem Moment



	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	5-10 Klemme 18 Digitaleingang	[9] Puls-Start
	5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[6] Stopp (invers)
*=Werkseinstellung		
Hinweise/Anmerkungen: Wenn *5-12 Klemme 27 Digitaleingang* auf *[0] Ohne Funktion* programmiert ist, wird keine Drahtbrücke zu Klemme 27 benötigt.		

Tabelle 10.6 Puls-Start/Stopp

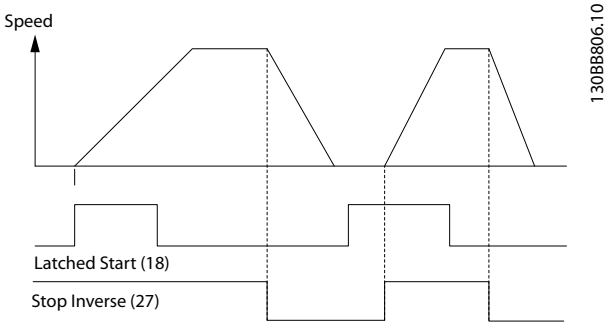
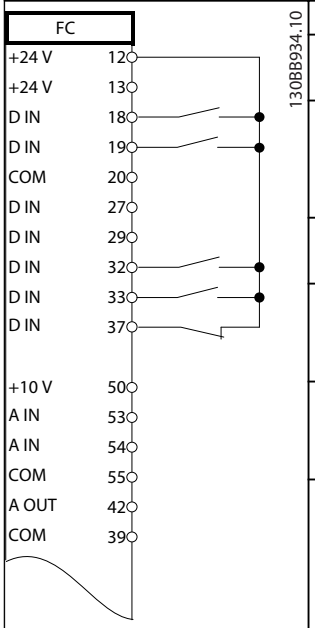


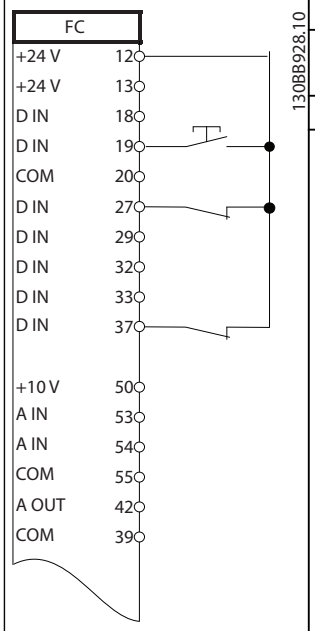
Abbildung 10.2 Puls-Start/Stopp invers

10



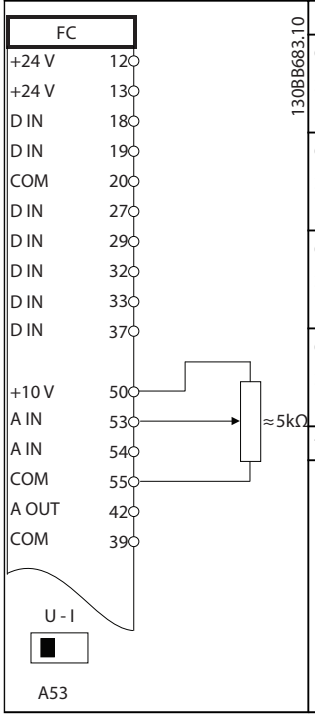
Parameter	
Funktion	**Einstellung**
5-10 Klemme 18 Digitaleingang	[8] Start
5-11 Klemme 19 Digitaleingang	[10] Reversierung*
5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion
5-14 Klemme 32 Digitaleingang	[16] Festsollwert Bit 0
5-15 Klemme 33 Digitaleingang	[17] Festsollwert Bit 1
3-10 Festsollwert	
Festsollwert 0	25%
Festsollwert 1	50%
Festsollwert 2	75%
Festsollwert 3	100%
*=Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 10.7 Start/Stopp mit Reversierung und 4 Festdrehzahlen



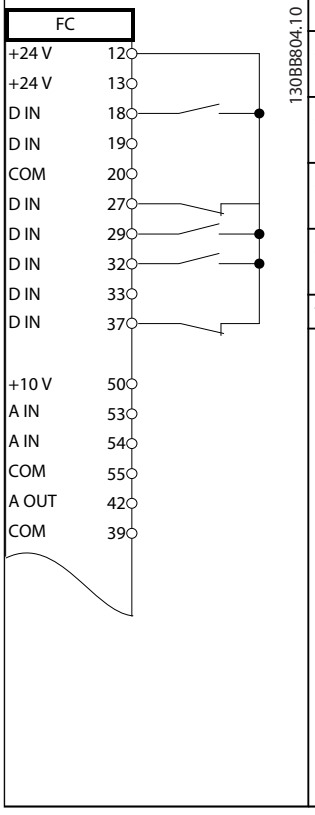
Parameter	
Funktion	**Einstellung**
5-11 Klemme 19 Digitaleingang	[1] Reset
*=Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 10.8 Externe Alarmquittierung



Parameter	
Funktion	**Einstellung**
6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung	0,07 V*
6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung	10 V*
6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/ Istwert	0 U/min
6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/ Istwert	1.500 U/min
*=Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 10.9 Drehzahlsollwert (über ein manuelles Potentiometer)



Parameter	
Funktion	**Einstellung**
5-10 Klemme 18 Digitaleingang	[8] Start*
5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[19] Sollw. speich.
5-13 Klemme 29 Digitaleingang	[21] Drehzahl auf
5-14 Klemme 32 Digitaleingang	[22] Drehzahl ab
*=Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 10.10 Drehzahlkorrektur auf/ab

10

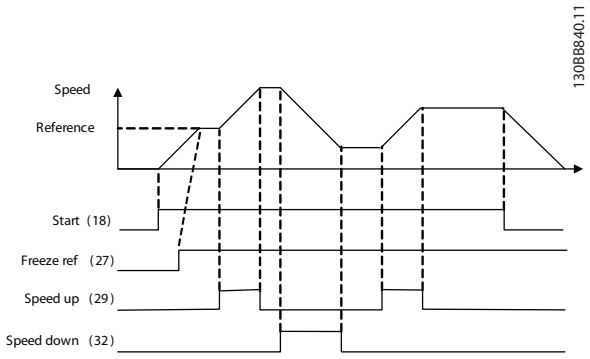
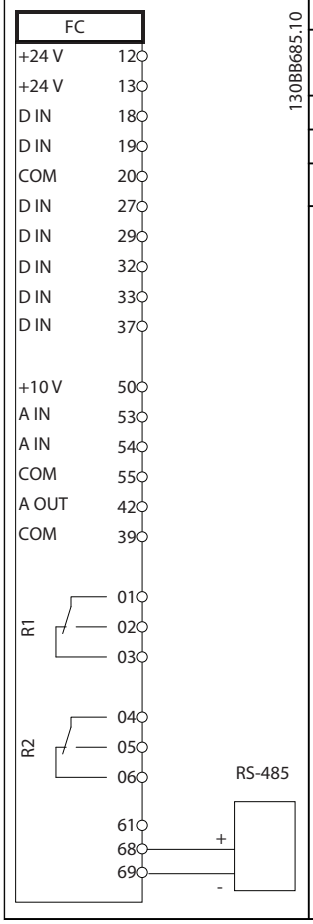
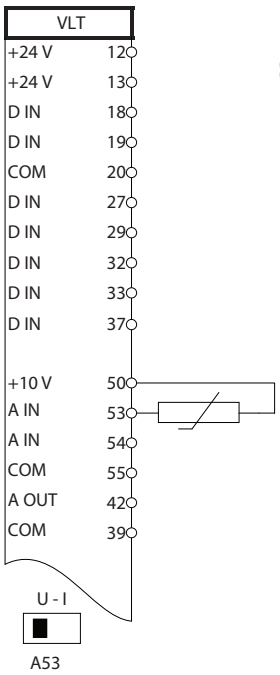


Abbildung 10.3 Drehzahlkorrektur auf/ab



	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	8-30 FC-Protokoll	FC*
	8-31 Adresse	1*
	8-32 Baudrate	9,600*
	*=Werkseinstellung	
	Hinweise/Anmerkungen: Wählen Sie in den oben genannten Parametern Protokoll, Adresse und Baudrate.	

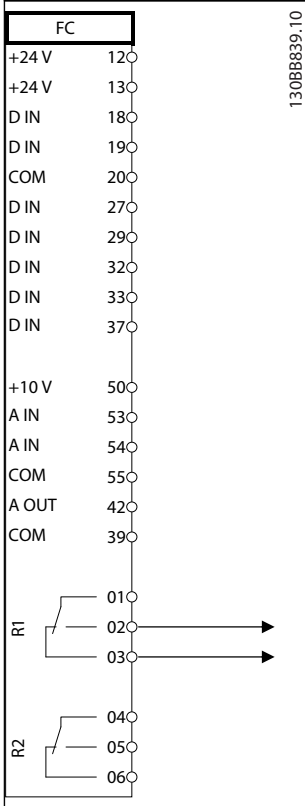
Tabelle 10.11 RS-485-Netzwerkverbindung



	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	1-90 Thermischer Motorschutz	[2] Thermistor-Abschalt.
	1-93 Thermistor-anschluss	[1] Analog-eingang 53
	*=Werkseinstellung	
	Hinweise/Anmerkungen: Wenn nur eine Warnung gewünscht wird, müssen Sie *1-90 Thermischer Motorschutz* auf *[1] Thermistor Warnung* programmieren.	

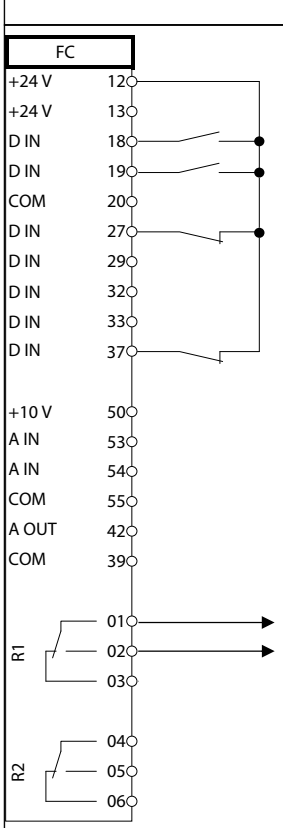
Tabelle 10.12 Motorthermistor

10



	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	4-30 Drehgeber-überwachung Funktion	[1] Warnung
	4-31 Drehgeber max. Fehlab-weichung	100 U/min
	4-32 Drehgeber Timeout-Zeit	5 s
	7-00 Drehgeber-rückführung	[2] MCB 102
	17-11 Inkrement al Auflösung [Pulse/U]	1024*
	13-00 Smart Logic Controller	[1] Ein
	13-01 SL-Controller Start	[19] Warnung
	13-02 SL-Controller Stopp	[44] [Reset]-Taste
	13-10 Vergleiche r-Operand	[21] Nr. der Warnung
	13-11 Vergleiche r-Funktion	[1] ≈*
	13-12 Vergleiche r-Wert	90
	13-51 SL-Controller Ereignis	[22] Vergleicher 0
	13-52 SL-Controller Aktion	[32] Digital-ausgang A-AUS
	5-40 Relais-funktion	[80] SL-Digitalausgan g A
	*=Werkseinstellung	
	Hinweise/Anmerkungen: Wenn der Grenzwert der Drehgeberüberwachung überschritten wird, gibt der Frequenzumrichter Warnung 90 aus. Der SLC überwacht Warnung 90, und wenn Warnung 90 WAHR wird, löst dies Relais 1 aus. Externe Geräte können anzeigen, dass eine Wartung erforderlich ist. Wenn der Istwertfehler innerhalb von 5 s wieder unter diese Grenze fällt, läuft der Frequenzumrichter weiter, und die Warnung wird ausgeblendet. Relais 1 bleibt hingegen ausgelöst, bis Sie [Reset] auf dem LCP drücken.	

Tabelle 10.13 Verwendung des SLC zur Einstellung eines Relais



	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	1-00 Regelver-fahren	[0] Ohne Rückführung
	1-01 Steuer-prinzip	[1] VVC+
	5-40 Relais-funktion	[32] Mech. Bremse
	5-10 Klemme 18 Digitaleingang	[8] Start*
	5-11 Klemme 19 Digitaleingang	[11] Start + Reversierung
	1-71 Startverzög.	0,2
	1-72 Startfunktio n	[5] VVC+/ FLUX Clockwise
	1-76 Startstrom	$I_{m,n}$
	2-20 Bremse öffnen bei Motorstrom	Anw.-abhängig
	2-21 Bremse schliessen bei Motordrehzahl	Hälfte des Nennschlupfs des Motors
	*=Werkseinstellung	
	Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 10.14 Mechanische Bremssteuerung (ohne Rückführung)

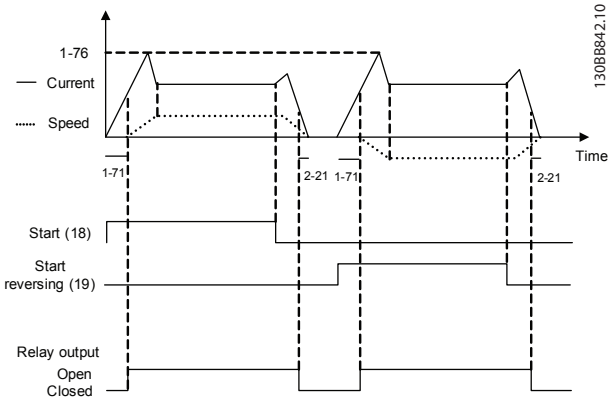


Abbildung 10.4 Mechanische Bremssteuerung (ohne Rückführung)

10.1.1 Frequenzumrichtersystem mit Rückführung

Ein Frequenzumrichtersystem besteht in der Regel aus mehreren Elementen wie

- Motor
- Getriebe
- Mechanische Bremse
- Frequenzumrichter
- Drehgeber als Rückführung
- Bremswiderstand für dynamisches Bremsen
- Kupplungen
- Last

Anwendungen mit mechanischer Bremsansteuerung erfordern häufig auch einen Bremswiderstand für generatorisches Bremsen.

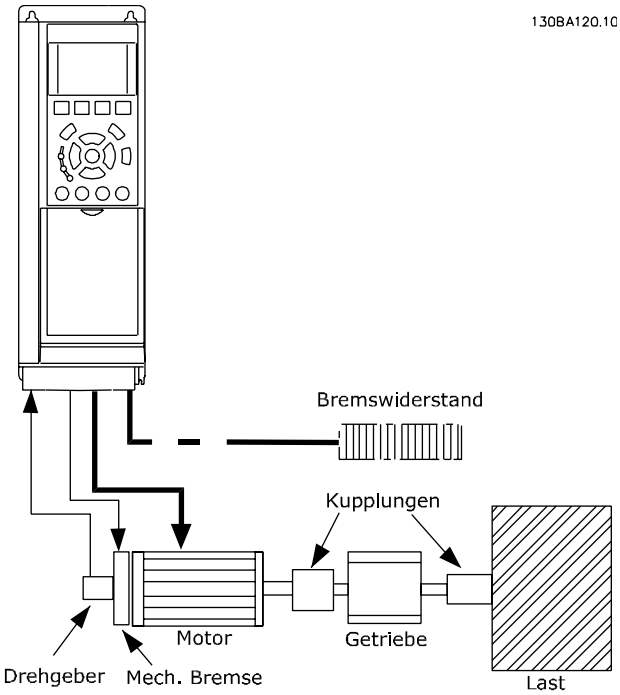


Abbildung 10.5 Beispiel einer FC 302 Drehzahlregelung mit Rückführung

10.1.2 Programmierung von Momentengrenze und Stopp

Bei Anwendungen mit elektromechanischer Bremse, z. B. Hub- und Vertikalförderanwendungen, besteht die Möglichkeit, beim Überschreiten der Drehmomentgrenzen z. B. während einer Stopp-Rampe, die elektromechanische Bremse verzögerungsfrei zu aktivieren.
Das Beispiel unten zeigt, wie Sie die Klemmen für diese Funktion programmieren müssen.

Sie können die externe Bremse an Relais 1 oder 2 anschließen. Programmieren Sie Klemme 27 auf *[2] Motorfreilauf (inv.)* oder *[3] Mot.freil./Res. inv.*, Klemme 29 Funktion auf *[1] Ausgang* und *Klemme 29 Digitalausgang* auf *[27] Mom.grenze u. Stopp*.

Beschreibung
Ist ein Stoppbefehl über Klemme 18 aktiv, ohne dass sich der Frequenzumrichter in der Momentengrenze befindet, so fährt der Frequenzumrichter den Motor über die Rampenfunktion auf 0 Hz herunter.
Befindet sich der Frequenzumrichter an der Drehmomentgrenze und es wird ein Stoppbefehl aktiviert, so wird Klemme 29 Digitalausgang (auf *[27] Mom.grenze u. Stopp* programmiert) aktiv. Das Signal an Klemme 27 wechselt von „Logisch 1“ zu „Logisch 0“, und der Motor geht in den Freilauf bei gleichzeitiger Aktivierung der mechanischen Bremse. Dies stellt sicher, dass die Hubanwendung auch dann stoppt, wenn der Frequenzumrichter selbst das notwendige Drehmoment nicht handhaben kann (d. h. durch zu große Überlast).

- Start/Stopp über Klemme 18
  5-10 Klemme 18 Digitaleingang, [8] Start
- Schnellstopp über Klemme 27
  5-12 Klemme 27 Digitaleingang, [2] Motorfreilauf (inv.)
- Klemme 29 Ausgang
  5-02 Klemme 29 Funktion, *[1] Klemme 29 Funktion/ Ausgang*
  5-31 Klemme 29 Digitalausgang, *[27] Mom.grenze u. Stopp*
- Relaisausgang [0] (Relais 1)
  5-40 Relaisfunktion, [32] Mechanische Bremse

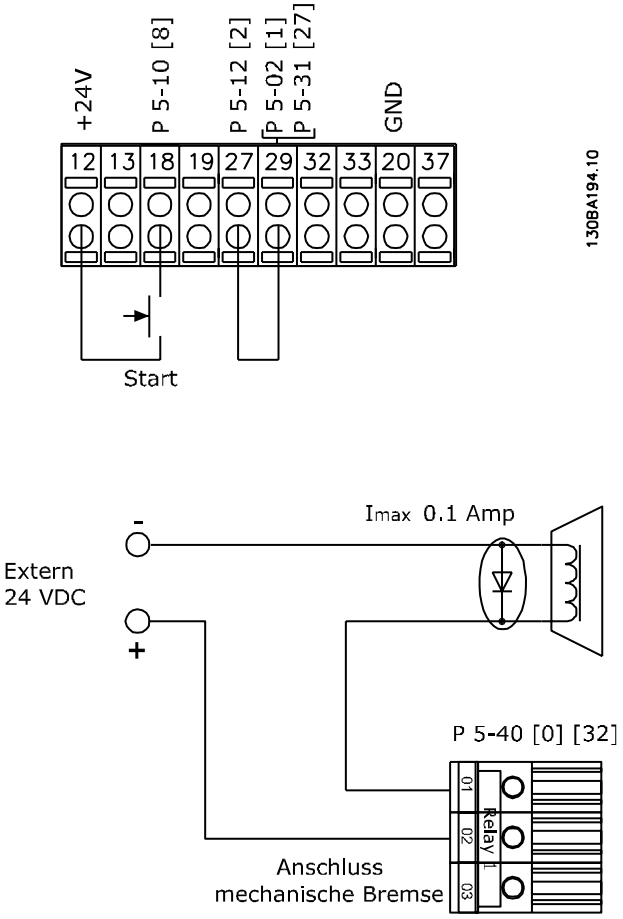


Abbildung 10.6 Externe elektromechanische Bremse

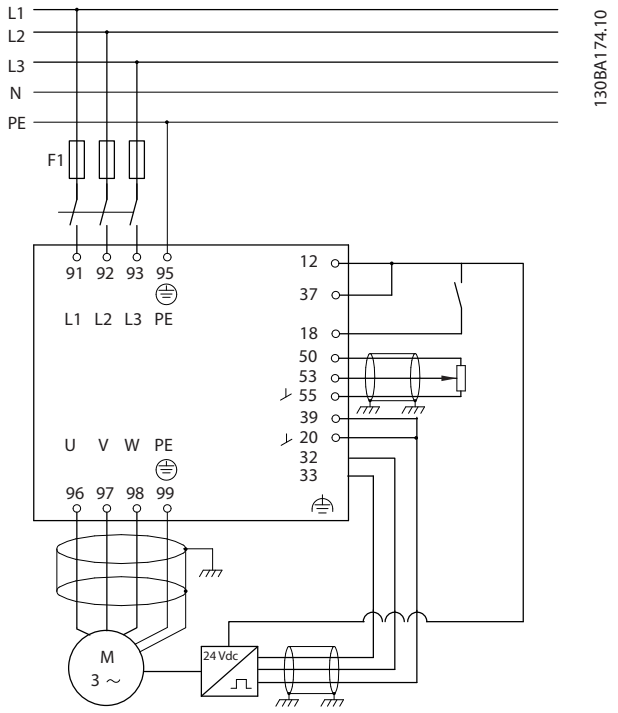


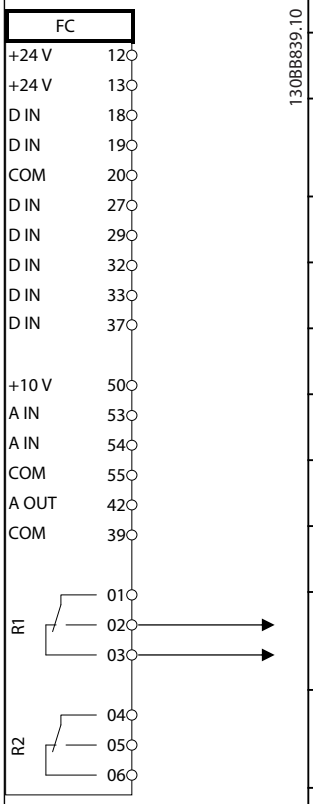
Abbildung 10.7 Beispiel - Anschlüsse für die Drehzahlregelung

10

10.1.3 Programmieren der Drehzahlregelung

Die erforderliche Motordrehzahl wird über ein Potentiometer eingestellt, das mit Klemme 53 verbunden ist. Der Drehzahlbereich liegt zwischen 0 und 1500 UPM, was 0 bis 10 V über das Potentiometer entspricht. Start und Stopp werden durch einen mit Klemme 18 verbundenen Schalter geregelt. Der PID-Drehzahlregler überwacht die aktuelle Drehzahl des Motors mit Hilfe eines 24 V/HTL-Inkrementalgebers als Istwertgeber. Der Istwertgeber (1024 Impulse pro Umdrehung) ist mit den Klemmen 32 und 33 verbunden.

Anwendungsbeispiel



	Parameter	
	Funktion	**Einstellung**
	7-00 Drehgeber-rückführung	[2] MCB 102
	17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U]	1024*
	13-00 Smart Logic Controller	[1] Ein
	13-01 SL-Controller Start	[19] Warnung
	13-02 SL-Controller Stopp	[44] [Reset]-Taste
	13-10 Vergleicher-Operand	[21] Nr. der Warnung
	13-11 Vergleicher-Funktion	[1] ≈*
	13-12 Vergleicher-Wert	90
	13-51 SL-Controller Ereignis	[22] Vergleicher 0
	13-52 SL-Controller Aktion	[32] Digitalausgang A-AUS
	5-40 Relaisfunktion	[80] SL-Digitalausgang A
	* = Werkseinstellung	
	Hinweise/Anmerkungen: Warnung 90 wird ausgegeben, wenn das Istwertsignal vom Drehgeber nicht mit dem Sollwert übereinstimmt. Der SLC überwacht Warnung 90, und wenn Warnung 90 WAHR wird, löst dies Relais 1 aus. Externe Geräte können dann anzeigen, dass ggf. eine Wartung erforderlich ist.	

Tabelle 10.15 Verwendung des SLC zur Einstellung eines Relais

11 Optionen und Zubehör

11.1 Kommunikationsoptionen

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® CAN Open MCA 105
- VLT® EtherCAT MCA 124
- VLT® PROFIBUS-Umrichter MCA 114
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122
- VLT® POWERLINK MCA 122
- VLT® DeviceNet-Umrichter MCA 194

11.2 I/O, Rückführungs- und Sicherheitsoptionen

11.2.1 VLT® Universal-E/A-Optionsmodul MCB 101

Das Universal-E/A-Optionsmodul MCB 101 wird verwendet, um die Anzahl der digitalen und analogen Ein- und Ausgänge von FC 301 und FC 302 zu erhöhen.

Schieben Sie die MCB 101-Optionskarte in Steckplatz B von VLT® AutomationDrive.

Inhalt:

- MCB 101-Optionsmodul
- Erweiterte Befestigung des LCP
- Klemmenabdeckung

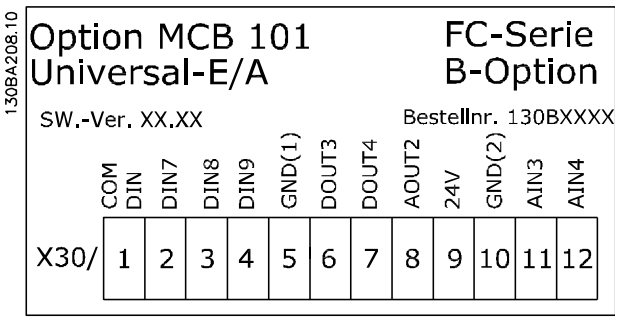


Abbildung 11.1 MCB 101-Option

11.2.1.1 Galvanische Trennung im MCB 101

Digital-/Analogeingänge sind von anderen Ein-/Ausgängen am MCB 101 und in der Steuerkarte des Frequenzumrichters galvanisch getrennt. Digitale und analoge Ausgänge sind von anderen Ein-/Ausgängen am MCB 101 galvanisch getrennt, nicht aber von denen auf der Steuerkarte des Frequenzumrichters.

Wenn die Digitaleingänge 7, 8 oder 9 durch die interne 24-V-Spannungsversorgung (Klemme 9) angesteuert werden sollen, müssen Sie die Verbindung zwischen Klemme 1 und 5 wie in *Abbildung 11.2* abgebildet herstellen.

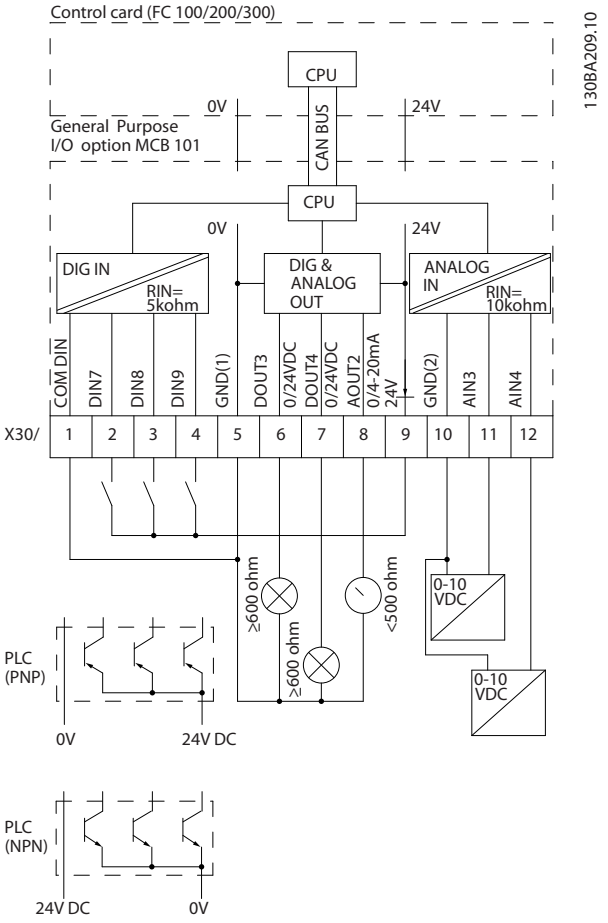


Abbildung 11.2 Prinzipschema

Digitaleingang - Klemme X30/1-4	
Anzahl Digitaleingänge	3
Klemme Nr.	X30.2, X30.3, X30.4
Logik	PNP oder NPN
Spannungsniveau	0-24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP (GND = 0 V)	< 5 V DC

Spannungsniveau, logisch „1“ PNP (GND = 0 V)	> 10 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ NPN (GND = 24 V)	< 14 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN (GND = 24 V)	> 19 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V Dauerlast
Pulsfrequenzbereich	0-110 kHz
Arbeitszyklus, Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangsimpedanz	> 2 kΩ

Analogeingang - Klemme X30/11, 12	
Anzahl Analogeingänge	2
Klemme Nr.	X30.11, X30.12
Betriebsarten	Spannung
Spannungsniveau	0-10 V
Eingangsimpedanz	> 10 kΩ
Max. Spannung	20 V
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Abweichung 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	FC 301: 20 Hz/ FC 302: 100 Hz

Digitalausgänge – Klemme X30/6, 7	
Anzahl Digitalausgänge	2
Klemme Nr.	X30.6, X30.7
Spannungsniveau am Digital-/Pulsausgang	0-24 V
Max. Ausgangsstrom	40 mA
Max. Last	≥ 600 Ω
Max. kapazitive Last	< 10 nF
Min. Ausgangsfrequenz	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz	≤ 32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala

Analogausgang – Klemme X30/8	
Anzahl Analogausgänge	1
Klemme Nr.	X30.8
Strombereich am Analogausgang	0-20 mA
Max. Last GND – Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Abweichung: 0,5 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

11.2.2 VLT® Drehgeber-Option MCB 102

Das Drehgebermodul wird zur Anschaltung einer Drehzahllistwertrückführung (*1-02 Drehgeber Anschluss* oder *7-00 Drehgeberrückführung*) verwendet. Konfigurieren Sie die Drehgeber-Option in Parametergruppe *17-** Drehgeber Opt*.

Dient zur

- VVC+ mit Rückführung
- Flux-Vektor Drehzahlregelung
- Flux-Vektor Drehmomentregelung
- Permanentmagnet-Motor

Unterstützte Drehgebertypen:
Inkrementalgeber: 5 V TTL-Typ, RS422, max. Frequenz: 410 kHz
Inkrementalgeber: 1 Vpp, Sinus/Cosinus
Hiperface®-Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Stegmann/SICK)
EnDat-Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Heidenhain), unterstützt Version 2.1
SSI-Drehgeber: Absolut

HINWEIS

Inkrementalgeber werden aufgrund der Gefahr einer fehlerhaften Polarität nicht zur Verwendung mit PM-Motoren empfohlen.

HINWEIS

Es wird dringend empfohlen, die Spannungsversorgung des Drehgebers immer über die MCB 102-Option vorzunehmen. Vermeiden Sie die Verwendung einer externen Spannungsversorgung für den Drehgeber.

Drehgeberüberwachung:
Die 4 Drehgeberkanäle (A, B, Z und D) werden auf Kurzschluss und offenen Stromkreis überwacht. Jeder Kanal besitzt eine grüne LED-Leuchte, die aufleuchtet, wenn der Kanal in Ordnung ist.

HINWEIS

Die LED sind nur bei entferntem LCP zu sehen. Die Reaktion im Falle eines Drehgeberfehlers kann in *17-61 Drehgeber Überwachung* gewählt werden: *[0] Deaktiviert*, *[1] Warnung* oder *[2] Alarm*.

Wenn das Drehgeber-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

- Drehgeber-Option MCB 102
- Erweiterte LCP-Befestigung und vergrößerte Klemmenabdeckung

Die Drehgeber-Option unterstützt nicht FC 302-Frequenzumrichter, die vor Woche 50/2004 hergestellt wurden. Min. Software-Version: 2,03 (*15-43 Softwareversion*)

Connector Designation X31	Inkrementalgeber (siehe *Abbildung 11.3*)	SinCos-Drehgeber Hiperface® (siehe *Abbildung 11.4*)	EnDat-Drehgeber	SSI-Drehgeber	Beschreibung
1	NC			24 V*	24 V-Ausgang (21-25 V, I_{max}: 125 mA)
2	NC	8 VCC			8-V-Ausgang (7-12V, I_{max}: 200mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V*	5-V-Ausgang (5 V ± 5%, I_{max}: 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Eingang A	+COS	+COS		Eingang A
6	Eingang A inv.	REFCOS	REFCOS		Eingang A inv.
7	Eingang B	+SIN	+SIN		Eingang B
8	Eingang B inv.	REFSIN	REFSIN		Eingang B inv.
9	Eingang Z	+Daten RS-485	Taktausgang	Taktausgang	Eingang Z ODER +Daten RS-485
10	Eingang Z inv.	-Daten RS-485	Taktausgang inv.	Taktausgang inv.	Eingang Z ODER -Daten RS-485
11	NC	NC	Dateneingang	Dateneingang	Künftiger Gebrauch
12	NC	NC	Dateneingang inv.	Dateneingang inv.	Künftiger Gebrauch
Max. 5 V an X31.5-12					

Tabelle 11.1 Drehgeberanschlüsse

** Versorgung für Drehgeber: siehe Daten an Drehgeber*

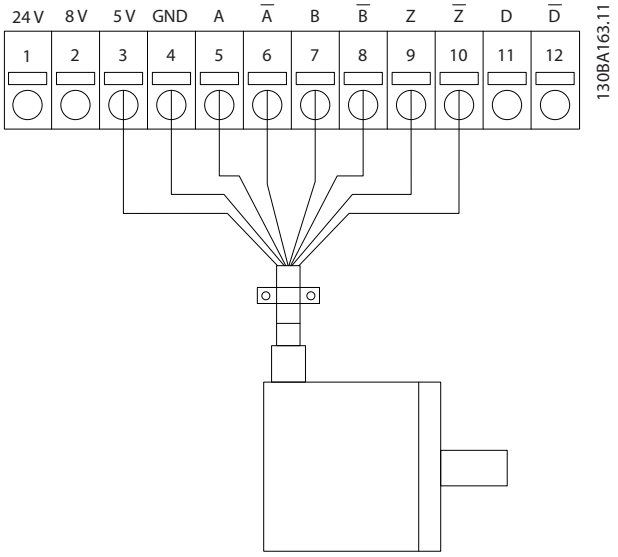


Abbildung 11.3 Inkrementalgeber

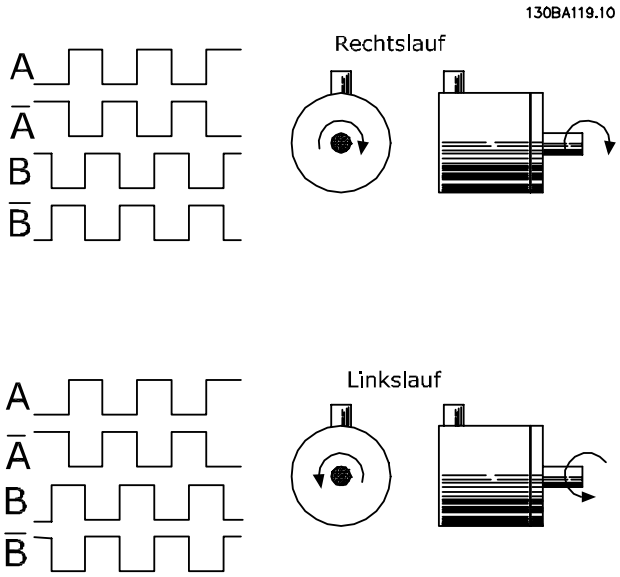


Abbildung 11.5 Drehrichtung

HINWEIS

Max. Kabellänge 150 m.

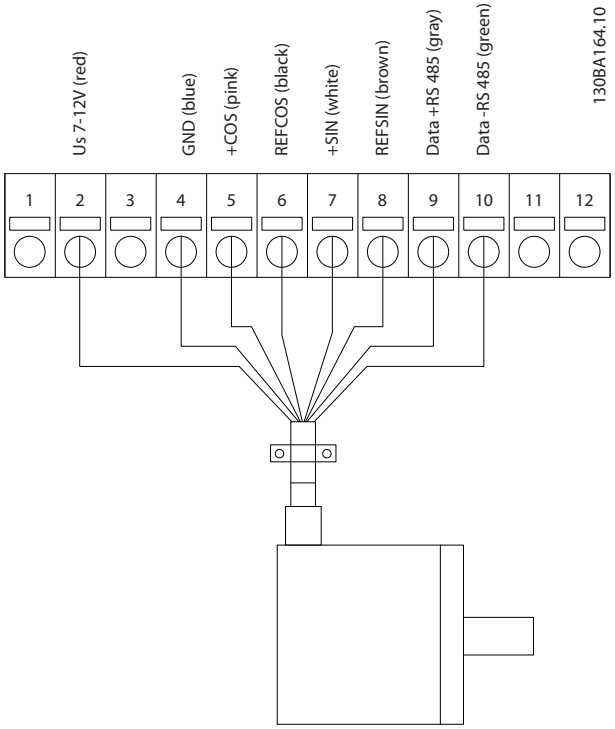


Abbildung 11.4 SinCos-Drehgeber Hiperface

11.2.3 VLT® Resolver-Option MCB 103

Die Resolver-Option MCB 103 dient zur Rückführung eines Resolveristwertsignals vom Motor zum VLT® AutomationDrive. Resolver werden im Wesentlichen als Motor-Istwertgeber für bürstenlose Permanentmagnet-Synchronmotoren verwendet.

Wenn das Resolver-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

- Resolver-Option MCB 103
- Erweiterte LCP-Befestigung und vergrößerte Klemmenabdeckung

Parameterauswahl: *17-5* Resolver-Schnittstelle*.

Resolver-Option MCB 103 unterstützt eine Vielzahl verschiedener Resolverarten.

Resolver Pole	17-50 Resolver Pole: 2 *2
Resolver Eingangs-spannung	17-51 Resolver Eingangsspannung: 2,0–8,0 V_{eff} *7,0 V_{eff}
Resolver Eingangs-frequenz	17-52 Resolver Eingangsfrequenz: 2-15 kHz 10,0 kHz
Übersetzungsver-hältnis	17-53 Übersetzungsverhältnis: 0,1–1,1 *0,5
Sekundäre Eingangsspannung	Max. 4 V_{eff}
Sekundäre Last	Ca. 10 kΩ

Tabelle 11.2 Technische Spezifikationen für Resolver

11

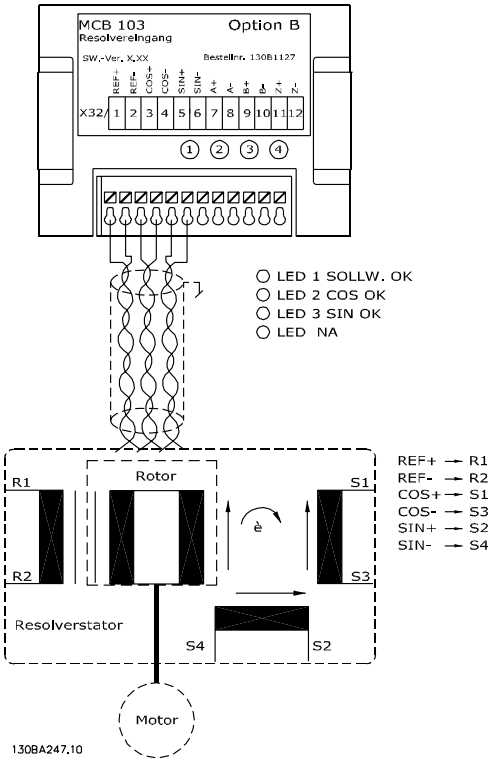


Abbildung 11.6 Resolver-Eingang MCB 103

LED-Anzeigen

LED 1 leuchtet, wenn das Sollwertsignal zum Resolver i. O. ist.

LED 2 leuchtet, wenn das Cosinus-Signal vom Resolver i. O. ist.

LED 3 leuchtet, wenn das Sinus-Signal vom Resolver i. O. ist.

Die LED sind aktiv, wenn *17-61 Drehgeber Überwachung* auf *[1] Warnung* oder *[2] Alarm* programmiert ist.

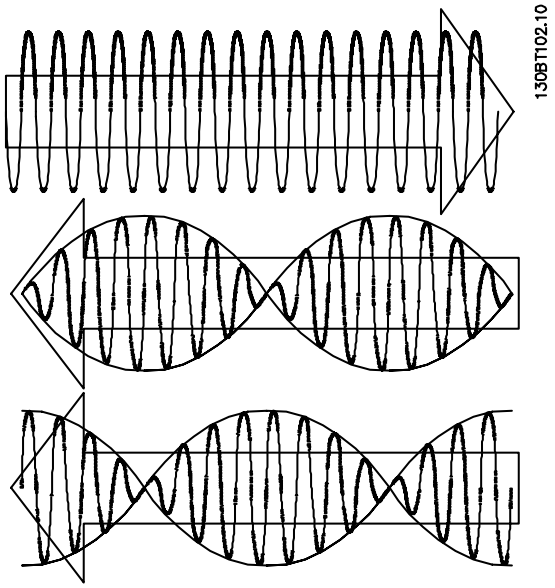


Abbildung 11.7 Permanentmagnet-Motor (PM) mit Resolver als Drehzahlrückführung

Konfigurationsbeispiel

In diesem Beispiel wird ein Permanentmagnet-Motor (PM) mit Resolver als Drehzahlrückführung verwendet. Ein PM-Motor muss normalerweise im Fluxvektorbetrieb betrieben werden.

Verdrahtung

Die max. Kabellänge ist 150 m bei Verwendung eines Kabels mit verdrillten Leitern.

HINWEIS

Resolver-Kabel müssen abgeschirmt sein und sollten von den Motorkabeln getrennt verlegt werden.

HINWEIS

Die Abschirmung des Resolver-Kabels muss richtig am Abschirmblech aufgelegt und auf der Motorseite mit dem Gehäuse (Erde) verbunden werden.

HINWEIS

Verwenden Sie immer abgeschirmte Motor- und Bremschopperkabel.

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

1-00 Regelverfahren	[1] Mit Drehgeber
1-01 Steuerprinzip	[3] Fluxvektor mit Geber
1-10 Motorart	[1] PM, Vollpol
1-24 Motornennstrom	Typenschild
1-25 Motornenndrehzahl	Typenschild
1-26 Dauer-Nenndrehmoment	Typenschild
AMA ist bei PM-Motoren nicht möglich	
1-30 Statorwiderstand (Rs)	Motordatenblatt
30-80 D-Achsen-Induktivität (Ld)	Motordatenblatt (mH)
1-39 Motorpolzahl	Motordatenblatt
1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM	Motordatenblatt
1-41 Geber-Offset	Motordatenblatt (gewöhnlich Null)
17-50 Resolver Pole	Resolver-Datenblatt
17-51 Resolver Eingangsspannung	Resolver-Datenblatt
17-52 Resolver Eingangsfrequenz	Resolver-Datenblatt
17-53 Übersetzungsverhältnis	Resolver-Datenblatt
17-59 Resolver aktivieren	[1] Aktiviert

Tabelle 11.3 Anzupassende Parameter

11.2.4 VLT® Relaiskarte MCB 105

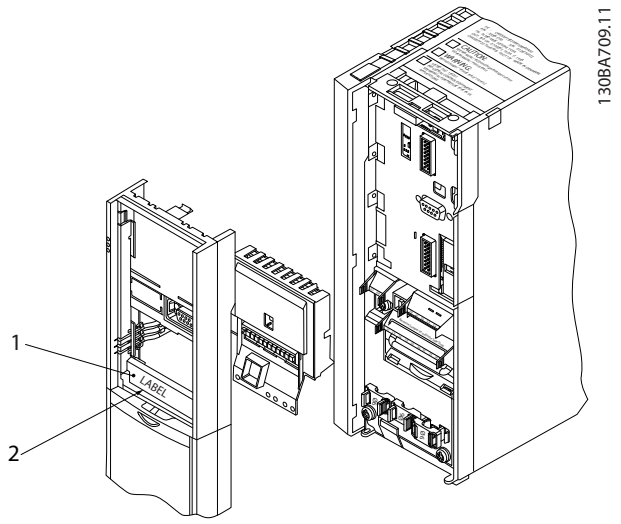
Die Relaisoption MCB 150 umfasst 3 Wechslerkontakte und muss in Optionssteckplatz B geschoben werden.

Elektrische Daten	
Max. Belastungsstrom der Klemme (AC-1)[1)] (ohmsche Last)	240 V AC 2 A
Max. Belastungsstrom der Klemme (AC-15)[1)] (induktive Last @ cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Belastungsstrom der Klemme (DC-1)[1)] (ohmsche Last)	24 V DC 1 A
Max. Belastungsstrom der Klemme (DC-13)[1)] (induktive Last)	24 V DC 0,1 A
Min. Belastungsstrom der Klemme (DC)	5 V 10 mA
Max. Schaltfrequenz bei Nennlast/Min.-Last	6 min^{-1}/20 s^{-1}

1) IEC 947 Teil 4 und 5

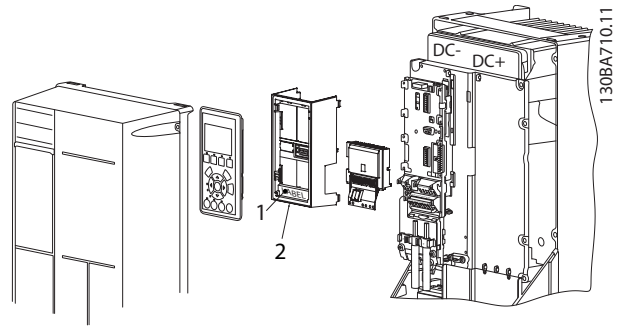
Wenn das Relais-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

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



1	**WICHTIG!** Das Etikett MUSS wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung des LCP angebracht werden, um die Kriterien der UL-Zulassung zu erfüllen.
2	Relaiskarte

Abbildung 11.8 Baugrößen A2-A3-B3



1	**WICHTIG!** Das Etikett MUSS wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung des LCP angebracht werden, um die Kriterien der UL-Zulassung zu erfüllen.
2	Relaiskarte

Abbildung 11.9 Baugrößen A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

⚠WARNUNG

Vorsicht! Doppelte Stromversorgung

Hinzufügen der MCB 105 Relaiskarten-Option:

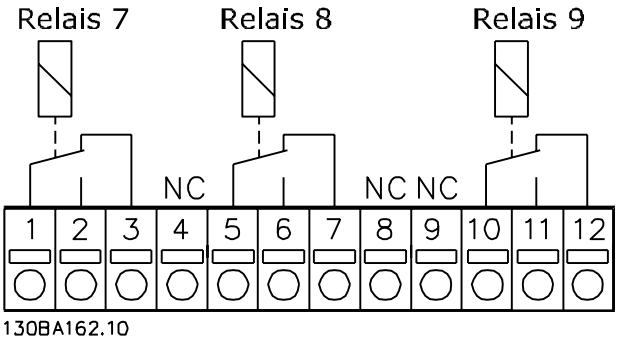
1. Trennen Sie die Stromversorgung zum Frequenzumrichter.
2. Trennen Sie die spannungsführenden Anschlüsse an den Relaisklemmen von der Stromversorgung.
3. Entfernen Sie das LCP, die Klemmenabdeckung und die LCP-Befestigung vom Frequenzumrichter.
4. Schieben Sie die MCB 105-Option in Steckplatz B.
5. Schließen Sie die Steuerkabel an und befestigen Sie sie mit den beigefügten Kabelbindern.
6. Achten Sie darauf, das Kabel auf der richtigen Länge abzuisolieren (siehe *Abbildung 11.11*)..
7. Verbinden Sie nie spannungsführende Teile (Hochspannung) mit Steuersignalen (PELV).
8. Setzen Sie die erweiterte LCP-Befestigung und die vergrößerte Klemmenabdeckung auf.
9. Ersetzen Sie das LCP.
10. Schließen Sie die Netzversorgung wieder am Frequenzumrichter an.
11. Wählen Sie die Relaisfunktionen unter *5-40 Relaisfunktion* [6-8], *5-41 Ein Verzög., Relais* [6-8] und *5-42 Aus Verzög., Relais* [6-8].

HINWEIS

Array [6] ist Relais 7, Array [7] ist Relais 8 und Array [8] ist Relais 9.

HINWEIS

Entfernen Sie die Relaiskarte für einen Zugang zum RS-485 Terminierungsschalter S801 oder zu den Strom/Spannungsschaltern S201/S202 (siehe *Abbildung 11.8* und *Abbildung 11.9*, Position 2).



NC = Öffner

Abbildung 11.10 Relais

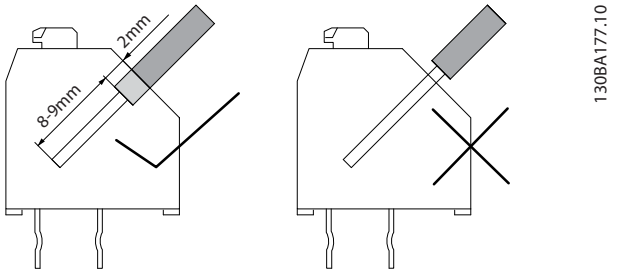
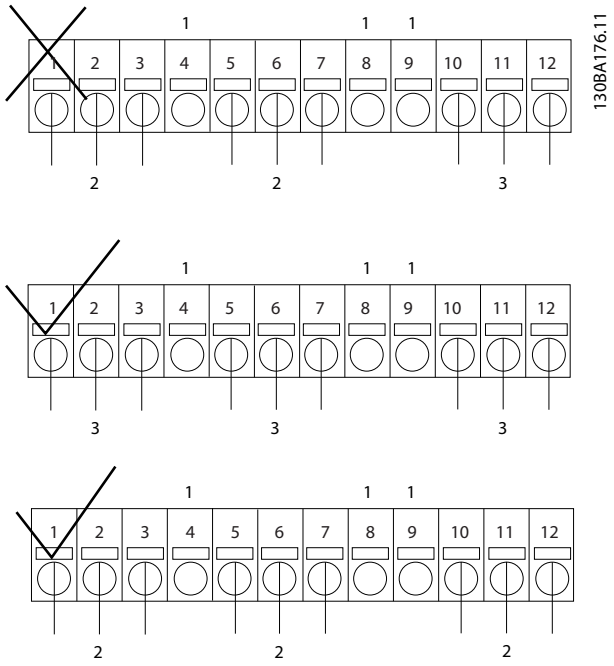


Abbildung 11.11 Korrekte Kabeleinführung



1	NC
2	Spannungsführendes Teil
3	PELV

Abbildung 11.12 Korrekte Verkabelung des Relais

HINWEIS

Kombinieren Sie 24/48-V-Systeme nicht mit Hochspannungssystemen.

11.2.5 VLT® Sichere SPS-Schnittstellenoption MCB 108

Die Sichere SPS-Schnittstellenoption MCB 108 ist für einen Einbau zwischen dem zweipoligen Sicherheitsanschluss (plus/minus) an der Safe SPS-Schnittstelle und dem Eingang des Sicheren Stopps am FC 302 ausgelegt. Die Schnittstelle Safe PLC erlaubt es dem Safe PLC, die Testimpulse an den Plus-/Minus-Ausgängen beizubehalten, ohne dass das Sensorsignal an Kl. 37 des Sicheren Stopps beeinträchtigt wird.
Sie kann in Kombination mit Sicherheitsvorrichtungen verwendet werden, um die Anforderung von IEC61800-5-2 SIL 2, ISO13849-1 Kat. 3 für die Funktion Sicher abgeschaltetes Moment (Safe Torque Off, STO) zu erfüllen.

Das Optionsmodul MCB 108 ist über einen internen DC/DC-Umrichter galvanisch getrennt und kann in Optionssteckplatz B eingesteckt werden.

Eingangsspannung (DC)	18-28 V DC
Typischer Eingangsstrom (DC)	60 mA
Max. Eingangsstrom (DC)	110 mA DC

Max. Einschaltstrom (DC)	500 mA DC
Ausgangsspannung (DC)	20 V DC@Vin = 24 V
Einschaltverzögerung	1 ms
Ausschaltverzögerung	3 ms

Ergreifen Sie die folgenden Vorsichtsmaßnahmen

- Der FC 302 mit MCB 108 (einschließlich der Verbindungen zwischen X31/9 und Klemme 37) muss in ein IP54-Gehäuse gesetzt werden.
- Aktivieren der Funktion „Sicherer Stopp" (d. h. Wegschalten des 24 V-Signals an Klemme 37 durch Trennung der Spannung am zweipoligen Eingang des MCB 108) schafft keine elektrische Sicherheit.
- Die Sicherheitsvorrichtung, die an den zweipoligen Eingang der MCB 108 angeschlossen ist, muss die Anforderungen von Kat. 3 / PL d gemäß ISO 13849-1 erfüllen, um Spannung/Strom zur MCB 108 zu unterbrechen. Dies gilt auch für die Verbindungen zwischen der MCB 108 und der Sicherheitsvorrichtung.
- Lesen und beachten Sie die Anweisungen für die Sicherheitsvorrichtung, um sie richtig an der MCB 108 anzuschließen.

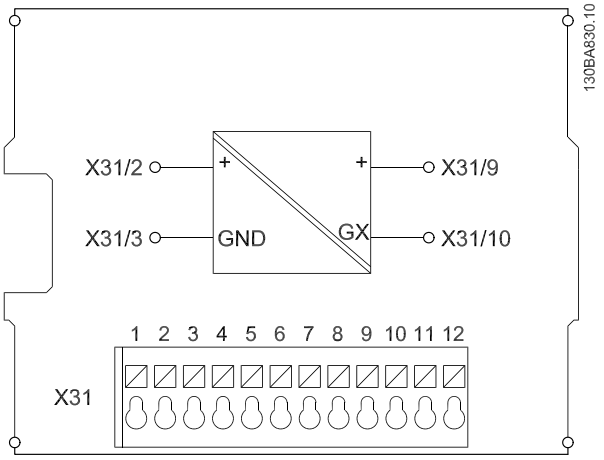


Abbildung 11.13 Optionsmodul Safe PLC-Schnittstelle MCB 108

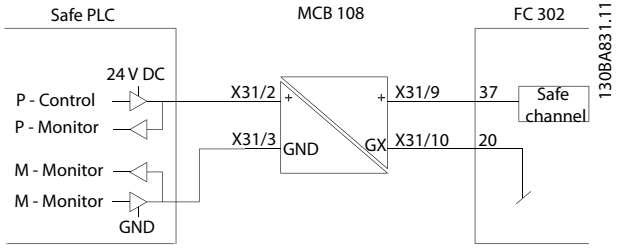


Abbildung 11.14 Safe PLC-Schnittstelle Anschluss MCB 108

11.2.6 VLT® PTC-Thermistorkarte MCB 112

Mit der Komponente MCB 112 können Sie die Temperatur eines Elektromotors über einen galvanisch getrennten PTC-Thermistoreingang überwachen. Bei dieser handelt es sich um eine B-Option für Frequenzumrichter mit der Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment".

Angaben zu anderen Anwendungsmöglichkeiten finden Sie unter *Kapitel 10 Anwendungsbeispiele*.

X44/1 und X44/2 sind die Thermistor-Eingänge. X44/12 aktiviert für den Frequenzumrichter die Funktion „Sicher abgeschaltetes Moment" (STO, Klemme 37), wenn die Thermistorwerte dies erforderlich machen, während X44/10 den Frequenzumrichter informiert, dass eine STO-Anforderung von MCB 112 eingegangen ist, um eine angemessene Alarmhandhabung zu gewährleisten. Einer der Parameter der Digitaleingänge (oder ein Digitaleingang einer montierten Option) muss für *[80] PTC-Karte 1* konfiguriert sein, damit die Informationen von X44/10 verarbeitet werden können. Konfigurieren Sie *5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* auf die gewünschte Funktion „Sicher abgeschaltetem Moment" (die Werkseinstellung ist S.Stopp/ Alarm).

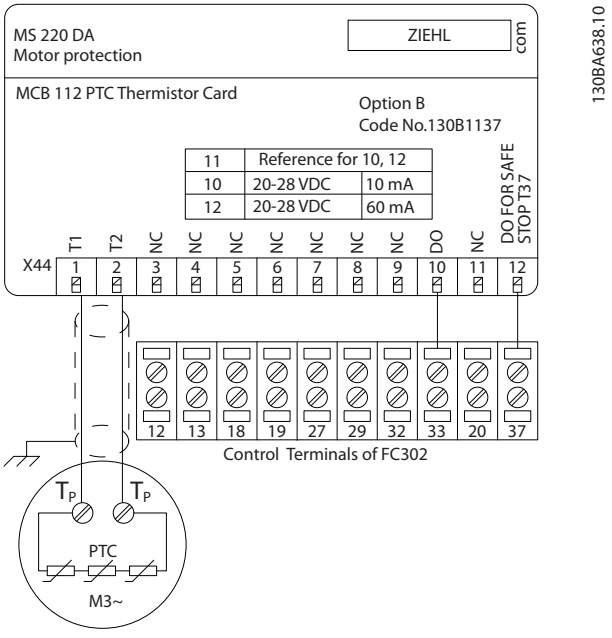


Abbildung 11.15 Installation der Option MCB 112

ATEX-Zertifizierung mit FC 102, FC 202 und FC 302
MCB 112 ist ATEX-zertifiziert. Dies bedeutet, dass der Frequenzumrichter zusammen mit Komponente MCB 112 nun in Motoren eingesetzt werden kann, die in einer explosionsgefährdeten Umgebung betrieben werden. Siehe das *VLT® PTC-Thermistorkarte MCB 112 Produkthandbuch* für weitere Informationen.

Abbildung 11.16 ATmosphère EXplosive (ATEX)

Elektrische Daten

Anschluss des Widerstands	
PTC in Übereinstimmung mit DIN 44081 und DIN 44082	
Nummer	1,6 Widerstände in Serie
Absperrwert	3,3 Ω .... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Rücksetzungswert	1,7 Ω .... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Trigger-Toleranz	± 6 °C
Gesamtwiderstand der Sensorschleife	< 1,65 Ω
Spannung an der Klemme	≤ 2,5 V für R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V für R = ∞
Sensorstrom	≤ 1 mA
Kurzschluss	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Leistungsaufnahme	60 mA

Testbedingungen	
EN 60 947-8	
Messung des Stoßspannungswiderstands	6000 V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Gemessene Isolationsspannung Vbis	690 V
Galvanische Trennung zuverlässig bis Vi	500 V
Dauerh. Umgebungstemperatur	-20 °C bis +60 °C
	EN 60068-2-1 Trockene Hitze
Feuchtigkeit	5-95 %, keine Kondensation zulässig
Vibrationswiderstand	10 bis 1000 Hz 1,14 g
Erschütterungsfestigkeit	50 g

Schutzsystemwerte	
EN 61508 für Tu = 75 °C dauerhaft	
SIL	2 bei Wartungszyklus von 2 Jahren
	1 bei Wartungszyklus von 3 Jahren
HFT	0
PFD (für jährlichen Funktionstest)	4,10 $*10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_S + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
Bestellnummer 130B1137	

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

11.2.7 VLT® Erweiterte Relaiskarte MCB 113

Der MCB 113 erweitert die standardmäßigen Ein- und Ausgänge des Frequenzumrichters um 7 Digitaleingänge, 2 Analogausgänge und 4 einpolige Lastrelais; dies sorgt für mehr Flexibilität und sorgt für Übereinstimmung mit den deutschen Empfehlungen NAMUR NE37.
Die Option MCB 113 ist als Standardoption C1 für den VLT® AutomationDrive konstruiert und wird nach der Installation automatisch erkannt.

Abbildung 11.17 Elektrische Anschlüsse des MCB 113

MCB 113 kann an Klemme X58/ an eine externe 24-V-Versorgung angeschlossen werden, um die galvanische Trennung zwischen dem VLT® AutomationDrive und der Optionskarte sicherzustellen. Wenn ein galvanische Trennung nicht erforderlich ist, kann die Optionskarte an die interne 24-V-Versorgung des Frequenzumrichters angeschlossen werden.

HINWEIS

Es ist zulässig, 24-V-Signale mit Hochspannungssignalen in den Relais zu kombinieren, solange ein nicht verwendetes Relais dazwischen vorhanden ist.

Die Konfiguration von MCB 113 nehmen Sie in den Parametergruppen *5-1* Digitaleingänge*, *6-7* Analogausgang 3*, *6-8* Analogausgang 4*, *14-8* Optionen*, *5-4* Relais* und *16-6* Anzeig. Ein-/Ausg.* vor.

HINWEIS

In Parametergruppe *5-4* Relais*, ist Array [2] Relais 3, Array [3] ist Relais 4, Array [4] ist Relais 5, und Array [5] ist Relais 6.

Elektrische Daten

Relais	
Anzahl	4 einpolige Lastrelais (Wechslerkontakte)
Last bei 250 V AC/30 V DC	8 A
Last bei 250 V AC/30 V DC mit cos = 0,4	3,5 A
Überspannungskategorie (Kontakt-Erde)	III
Überspannungskategorie (Kontakt-Kontakt)	II
Kombination aus 250-V- und 24-V-Signalen	Zulässig mit einem ungenützten Relais dazwischen
Maximale Durchsatzverzögerung	10 ms
Von Masse/ Chassis isoliert für den Einsatz in Systemen des IT-Netzes	
Digitaleingänge	
Anzahl	7
Bereich	0/24 V
Modus	PNP/ NPN
Eingangsimpedanz	4 kW
Niedriger Auslösepegel	6,4 V
Hoher Auslösepegel	17 V
Maximale Durchsatzverzögerung	10 ms
Analogausgänge	
Anzahl	2
Bereich	0/4 -20 mA
Auflösung	11 Bit
Linearität	<0,2%

11.2.8 VLT® Sensoreingangsoption MCB 114

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

- Sensoreingang für Temperaturgeber PT100 und PT1000 zur Überwachung der Lagertemperaturen
- Als allgemeine Erweiterung der Analogeingänge mit einem zusätzlichen Eingang zur Mehrzonensteuerung oder Differenzdruckmessung
- Unterstützung erweiterter PID-Regler mit I/O-Schnittstellen für Sollwerteingänge, Geber-/Sensoreingänge

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

Die Option kann einen Alarm erzeugen, wenn die gemessene Temperatur unterhalb der benutzerdefinierten Untergrenze oder oberhalb der benutzerdefinierten Obergrenze liegt. Die an den einzelnen Sensoren gemessenen Temperaturen können auf dem Display angezeigt oder durch Anzeigeparameter ausgelesen werden. Wenn ein Alarm auftritt, können Sie programmieren, dass die Relais oder Digitalausgänge aktiv sind, indem Sie *[21] Übertemperaturwarnung* in Parametergruppe *5-** Digit. Ein-/Ausgänge* auswählen.

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

11.2.8.1 Elektrische und mechanische Spezifikationen

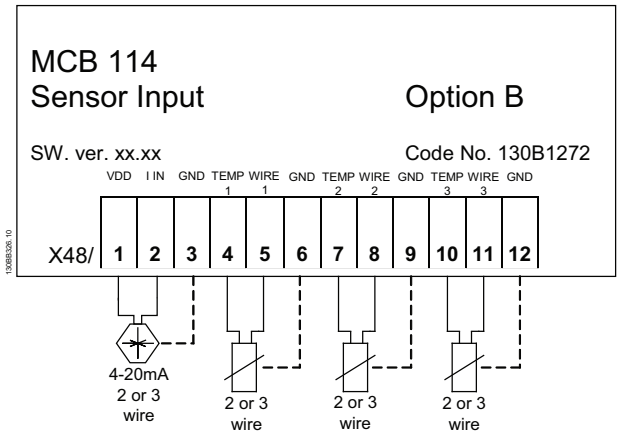
Analogeingang	
Anzahl Analogeingänge	1
Format	0–20 mA oder 4–20 mA
Adern	2
Eingangsimpedanz	<200 Ω
Abtastrate	1 kHz
Filter 3. Ordnung	100 Hz bei 3 dB
Die Option kann den Analogsensor mit einer Spannung von 24 V DC (Klemme 1) versorgen.	

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

Galvanische Trennung	
Sie müssen die anzuschließenden Sensoren vom Netzspannungsniveau galvanisch trennen	IEC 61800-5-1 und UL508C

Verkablung	
Maximale Länge des Signalkabels	500 m

11.2.8.2 Elektrische Verdrahtung



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

Abbildung 11.18 MCB 114

11

11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x

HINWEIS

Weitere Informationen zum Optionsmodul MCB 15x finden Sie im *Produkthandbuch für Sicherheitsoption MCB 15x*.

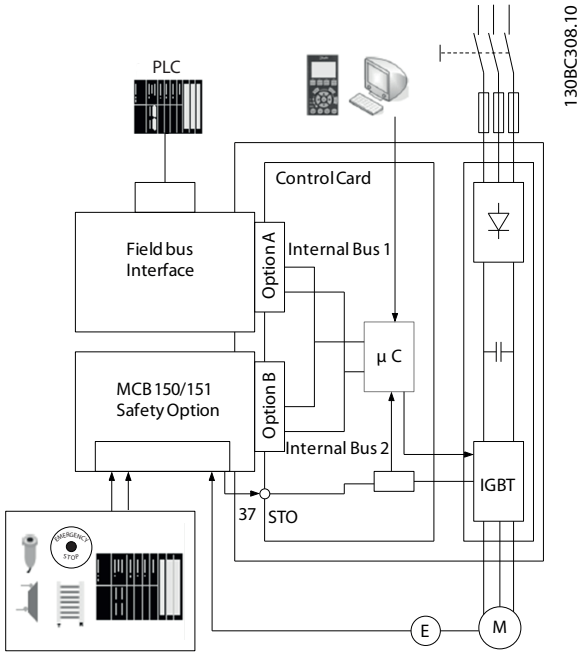


Abbildung 11.19 Sicheres Antriebssystem

Die MCB 15x führt Sicherheitsfunktionen nach EN IEC 61800-5-2 durch. Sie überwacht sichere Bewegungsabläufe an Frequenzumrichtern, die sicher zum Stillstand gebracht und im Falle eines Fehlers abgeschaltet werden.
Die MCB 15x ist in einem VLT® AutomationDrive FC 302 eingebaut und benötigt ein Signal von einer Sensoreinheit. Ein sicheres Antriebssystem von Danfoss ist folgendermaßen zusammengesetzt:

- Frequenzumrichter, VLT® AutomationDrive FC 302
- In den Frequenzumrichter eingebaute MCB 15x

Die MCB 15x:

- aktiviert Sicherheitsfunktionen
- überwacht sichere Bewegungsabläufe
- meldet den Status der Sicherheitsfunktionen über optional angeschlossenen Profibus-Feldbus an das sicherheitsbezogene Steuerungssystem
- aktiviert die gewählte Fehlerreaktion „Sicher abgeschaltetes Moment“ oder „Sicherer Stopp 1“ im Falle eines Fehlers

Es gibt 2 Varianten der MCB 15x, eine mit HTL-Drehgeberschnittstelle (MCB 151) und eine mit TTL-Drehgeberschnittstelle (MCB 150).

Die Sicherheitsoption MCB 15x ist als Standardoption für den VLT® AutomationDrive FC 302 konstruiert und wird nach der Installation automatisch erkannt.

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Die MCB 15x kann verwendet werden, um das Stoppen, Starten oder die Geschwindigkeit/Drehzahl eines drehenden oder sich seitwärts bewegenden Geräts zu überwachen. Zur Drehzahlüberwachung wird die Option oft in Kombination mit festen Schutzeinrichtungen, Zugangstüren und Schutztüren mit Magnetverschluss-Sicherheitsschaltern verwendet. Wenn die Geschwindigkeit des überwachten Geräts unter den eingestellten Sollwert sinkt (die Geschwindigkeit nicht mehr als gefährlich eingestuft wird), deaktiviert die MCB 15x den Ausgang S37 sofort. So kann der Bediener das Schutztor öffnen. Bei Drehzahlüberwachungsanwendungen ist der Sicherheitsausgang S37 während des Betriebs aktiv (wenn die Motordrehzahl des überwachten Geräts unter dem eingestellten Schaltpunkt liegt). Wenn die Drehzahl den eingestellten Wert überschreitet, was eine zu hohe (gefährliche) Drehzahl anzeigt, ist der Sicherheitsausgang inaktiv.

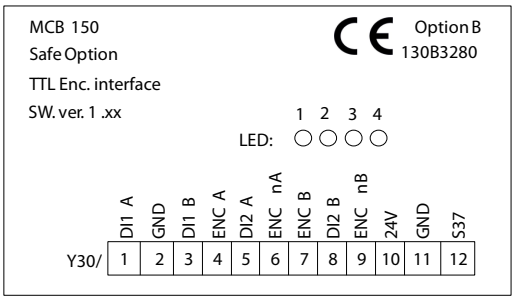
Der Frequenzumrichter:

- unterbricht die Stromversorgung zum Motor,
- schaltet den Motor drehmomentfrei, wenn „Sicher abgeschaltete Moment" aktiviert ist

Das sicherheitsbezogene Steuerungssystem:

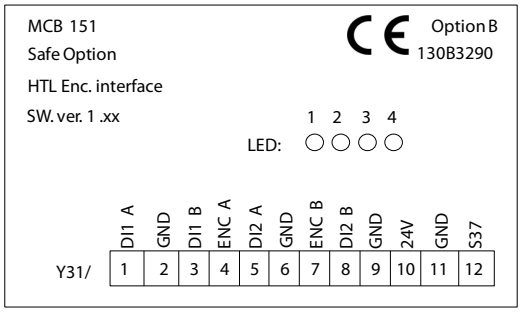
- aktiviert die Sicherheitsfunktionen über die Eingänge an der MCB 15x
- wertet Signale von Sicherheitsvorrichtungen aus, wie beispielsweise:
  - Not-Aus-Taster
  - berührungslose Magnetschalter
  - Verriegelungsschalter
  - Lichtvorhänge
- verarbeitet die MCB 15x Zustandsfunktion
- stellt eine sichere Verbindung zwischen der MCB 15x und dem sicherheitsbezogenen Steuerungssystem bereit
- bietet eine Fehlererkennung bei der Aktivierung von Sicherheitsfunktionen (Querschluss an den Kontakten, Kurzschluss) bei einem Signal zwischen dem sicherheitsbezogenen Steuerungssystem und der MCB 15x

Vorderansicht



130BC306.10

Abbildung 11.20 MCB 150



130BC307.10

Abbildung 11.21 MCB 151

Technische Daten

MCB 150/MCB 151	
Leistungsaufnahme	2 W (äquivalente Leistungsaufnahme bezogen auf VDD)
Stromverbrauch VCC (5 V)	< 200 mA
Stromverbrauch VDD (24 V)	< 30 mA (< 25 mA bei MCB 150)

Digitaleingänge	
Anzahl Digitaleingänge	4 (2 x digitaler 2-Kanal-Sicherheitseingang)
Eingangsspannungsbereich	0 bis 24 V DC
Eingangsspannung, Logik „0"	< 5 V DC
Eingangsspannung, Logik „1"	> 12 V DC
Eingangsspannung (max)	28 V DC
Eingangsstrom (min)	6 mA bei Vin=24 V (Einschaltstrom 12 mA Spitze)
Eingangswiderstand	ca. 4 kΩ
Galvanische Trennung	Nein

Kurzschlussfest	Ja
Eingangspuls-Erkennungszeit (min)	3 ms
Diskrepanzzeit (min)	9 ms
Kabellänge	< 30 m (abgeschirmtes oder ungeschirmtes Kabel) > 30 m (abgeschirmtes Kabel)

Digitalausgang (sicherer Ausgang)	
Anzahl Ausgänge	1
Ausgangsspannung niedrig	< 2 V DC
Ausgangsspannung hoch	> 19,5 V DC
Ausgangspannung (max)	24,5 V DC
Nennausgangsstrom (bei 24 V)	< 100 mA
Nennausgangsstrom (bei 0 V)	< 0,5 mA
Galvanische Trennung	Nein
Diagnosetestimpuls	300 us
Kurzschlussfest	Ja
Kabellänge	< 30 m (abgeschirmtes Kabel)

TTL-Drehgebereingang (MCB 150)	
Anzahl Drehgebereingänge	4 (2 x Differenzeingänge A/A, B/B)
Drehgebertypen	TTL, RS422/RS485 Inkrementalgeber
Differenzieller Eingangsspannungsbereich	-7 bis +12 V DC
Gleichtakt-Eingangsspannung	-12 bis +12 V DC
Eingangsspannung, Logik „0“ (diff)	< -200 mV DC
Eingangsspannung, Logik „1“ (diff)	> +200 mV DC
Eingangswiderstand	ca. 120 Ω
Maximale Frequenz	410 kHz
Kurzschlussfest	Ja
Kabellänge	< 150 m (getestet mit abgeschirmtem Kabel - Heidenhain AWM-Ausführung 20963 80 °C 30V E63216, 100 m abgeschirmtes Motorkabel, keine Last am Motor)

HTL-Drehgebereingang (MCB 151)	
Anzahl Drehgebereingänge	2 (2 x einseitige Eingänge A; B)
Drehgebertypen	HTL-Inkrementalgeber; HTL-Näherungssensor
Logikeingang	PNP
Eingangsspannungsbereich	0 bis 24 V DC
Eingangsspannung, Logik „0“	< 5 V DC
Eingangsspannung, Logik „1“	> 12 V DC
Eingangsspannung (max)	28 V DC
Eingangswiderstand	ca. 4 Ω
Maximale Frequenz	110 kHz
Kurzschlussfest	Ja
Kabellänge	< 100 m (getestet mit abgeschirmtem Kabel - Heidenhain AWM-Ausführung 20963 80 °C 30V E63216, 100 m abgeschirmtes Motorkabel, keine Last am Motor)

24 V-Stromversorgung	
Versorgungsspannung	24 V DC (Spannungstoleranz: +0,5 V DC bis -4,5 V DC)
Maximaler Ausgangsstrom	150 mA
Kurzschlussfest	Ja
Kabellänge	< 30 m (abgeschirmtes oder ungeschirmtes Kabel) > 30 m (abgeschirmtes Kabel)

Masse E/A-Teil	
Kabellänge	< 30 m (abgeschirmtes oder ungeschirmtes Kabel) > 30 m (abgeschirmtes Kabel)

Kabelquerschnitte	
Versorgungsspannung Digitaleingänge/-ausgänge	0,75 mm^2/AWG 18, AEH ohne Kunststoffkragen nach DIN 46228/1

Reset-Eigenschaften	
	≤ 5 ms (MCB 15x)
	≤ 5 ms (Frequenzumrichter)
Manuelle Quittierzeit	≤ 10 ms (Feldbus)
Manuelle Reset-Impulszeit	10 µs (MCB 15x und Frequenzumrichter)
Automatische Quittierzeit	≤ 4 ms
Quittierzeit bei Start	≤ 5 s (*42-90 Restart Safe Option*)

Antwortzeit	
Antwortzeit Eingang zu Ausgang	≤ 2 ms
Not-Aus bis Beginn von SS1/SLS	≤ 7 ms
Querschluss-Erkennungszeit	≤ 3 ms (@aktivierter Ausgang)

11.2.10 VLT® Adapter der C-Option MCF 106

Der Adapter der C-Option MCF 106 ermöglicht die Erweiterung des Frequenzumrichters um eine weitere B-Option. In den Standardsteckplätzen A und B der Steuerkarte können eine A- und eine B-Option installiert werden. Im Adapter der C-Option können bis zu 2 B-Optionen installiert werden.

Weitere Informationen finden Sie in der *Installationsanleitung VLT® AutomationDrive FC 300, Adapter der C-Option MCF 106*.

11.3 Motion Control-Optionen

Bestellung
Motion Control-Optionen (MCO) sind als Optionskarten zur Feldinstallation oder als integrierte Optionen erhältlich. Bestellen Sie zur Nachrüstung einen Einbausatz. Für jedes Gehäuse ist ein eigener Einbausatz erhältlich. MCO 3xx muss in Steckplatz C0 eingesteckt werden, kann jedoch auch mit einer weiteren Option in Steckplatz C1 kombiniert werden.

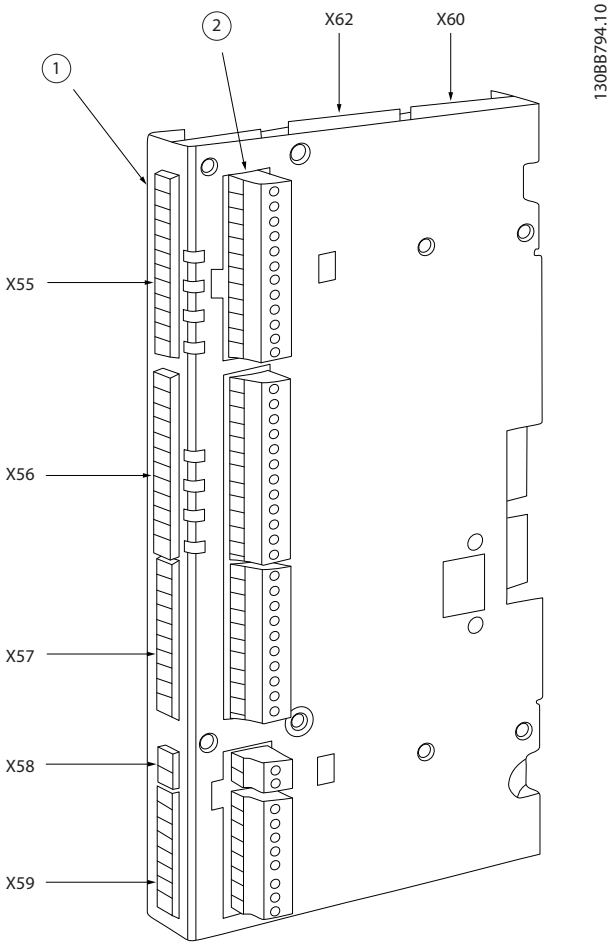
Spezielle Einbausätze für bestimmte Bauformen	Bestellnr.
Bookstyle	
A2 und A3 (40 mm für eine C-Option)	130B7530
A2 und A3 (60 mm für C0- und C1-Option)	130B7531
B3 (40 mm für eine C-Option)	130B1413
B3 (60 mm für C0- und C1-Option)	130B1414
Geringer Platzbedarf	
A5	130B7532
B, C, D, E und F (außer B3)	130B7533

Tabelle 11.4 Einbausatz-Bestellnummern

Technische Daten
Bei den Gehäusen A5, B1 und B2 befinden sich alle MCO 3xx-Klemmen neben der Steuerkarte. Entfernen Sie für einen Zugang die vordere Abdeckung.

Die MCO-Steuerklemmen sind Anschlussstecker mit Schraubanschlussklemmen. Die Klemmen X55, X56, X57, X58 und X59 werden dupliziert, damit sie sowohl für Buchformat- als auch für kompakte Gehäuse verwendet werden können.

11



1	Klemmenblock für Bookstyle-Bauformen
2	Klemmenblock für kompakte Bauformen
X55	Drehgeber 2
X56	Drehgeber 1
X57	Digitaleingänge
X58	24 V DC-Versorgung
X59	Digitalausgänge
X62	MCO CAN Bus
X60	Debug-Anschlüsse (RS-485)

Abbildung 11.22 Position der Klemmenleisten

11

Anschlussübersicht

Klemme Nr.	Beschreibender Name Drehgeber 2 (Istwert)
1	+24-V-Versorgung
2	+8-V-Versorgung
3	+5-V-Versorgung
4	GND
5	A
6	A nicht
7	B
8	B nicht
9	Z/Uhr
10	Z nicht/Uhr nicht
11	DATEN
12	DATEN nicht

Tabelle 11.5 Klemmenleiste X55

Klemme Nr.	Beschreibender Name Drehgeber 1 (Master)
1	+24-V-Versorgung
2	k. A.
3	+5-V-Versorgung
4	GND
5	A
6	A nicht
7	B
8	B nicht
9	Z/Uhr
10	Z nicht/Uhr nicht
11	DATEN
12	DATEN nicht

Tabelle 11.6 Klemmenleiste X56

Klemme Nr.	Beschreibender Name Digitaleingänge
1	Digitaleingänge
2	Digitaleingänge
3	Digitaleingänge
4	Digitaleingänge
5	Digitaleingänge
6	Digitaleingänge
7	Digitaleingänge
8	Digitaleingänge
9	Digitaleingänge
10	Digitaleingänge

Tabelle 11.7 Klemmenleiste X57

Klemme Nr.	Beschreibender Name Netzversorgung
1	+24-V-Versorgung
2	GND

Tabelle 11.8 Klemmenleiste X58

Klemme Nr.	Beschreibender Name Digitalausgänge
1	Digitalausgang/-eingang
2	Digitalausgang/-eingang
3	Digitalausgang
4	Digitalausgang
5	Digitalausgang
6	Digitalausgang
7	Digitalausgang
8	Digitalausgang

Tabelle 11.9 Klemmenleiste X59

Klemme Nr.	MCO Debug (RS-485)
[1]CS	Steuerungsauswahl
62	RxD/TxD - P
63	RxD/TxD - N
66	0 V
67	+5 V

Tabelle 11.10 Klemmenleiste X60

Klemme Nr.	MCO CAN Bus
1	k. A.
2	CAN - L
3	DRAIN
4	CAN - H
5	k. A.

Tabelle 11.11 Klemmenleiste X62

11.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

Der MCO 305 ist ein integrierter, frei programmierbarer Bewegungsregler für FC 301 und FC 302. Weitere Informationen siehe *Kapitel 11.3.1 Motion Control-Optionen*.

11.3.2 VLT® Synchronisierungsregler MCO 350

HINWEIS

Klemmenleiste X59 hat bei MCO 350 eine feste Funktion.

HINWEIS

Klemmenleiste X62 wird nicht für MCO 350 unterstützt.

HINWEIS

Klemmenleiste X60 wird nicht für MCO 350 verwendet.

Weitere Informationen, siehe *Kapitel 11.3.1 Motion Control-Optionen*.

11.3.3 VLT® Positionsregler MCO 351

HINWEIS

Klemmenleiste X59 hat bei MCO 351 eine feste Funktion.

HINWEIS

Klemmenleiste X62 wird nicht für MCO 351 unterstützt.

HINWEIS

Klemmenleiste X60 wird nicht für MCO 351 verwendet.

Weitere Informationen, siehe *Kapitel 11.3.1 Motion Control-Optionen*.

11.4 Zubehör

11.4.1 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 Frequenzumrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse kann diese Erhöhung zur Abschaltung des Frequenzumrichters aufgrund von Überlast führen. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der Energie des DC-Zwischenkreises im Frequenzumrichter. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Widerstands, seines Leistungsverlusts und seiner Größe. Danfoss bietet eine große Auswahl an unterschiedlichen Bremswiderständen, die speziell auf unsere Frequenzumrichter abgestimmt sind. Informationen zur Dimensionierung der Bremswiderstände finden Sie im Abschnitt *Kapitel 5.5.3 Steuerung mit Bremsfunktion*. Bestellnummern finden Sie in *Kapitel 7 Bestellen des Frequenzumrichters*.

11.4.2 Sinusfilter

Wenn ein Motor durch einen Frequenzumrichter gesteuert wird, sind aus dem Motor Resonanzgeräusche zu hören. Die Geräusche, die durch die Konstruktionsweise des Motors verursacht werden, treten immer dann auf, wenn einer der Wechselrichterschalter des Frequenzumrichters aktiviert wird. Die Frequenz der Resonanzgeräusche entspricht somit der Schaltfrequenz des Frequenzumrichters.

Für den FC 300 bietet Danfoss ein Sinusfilter zur Dämpfung der akustischen Motorgeräusche an.

Das Filter verringert die Rampe-Auf Zeit der Spannung, die Spitzenlastspannung U_{PEAK} und den Rippel-Strom ΔI zum Motor. Das heißt, dass Strom und Spannung beinahe

sinusförmig werden. Folglich werden die akustischen Motorgeräusche auf ein Minimum reduziert.

Auch der Rippel-Strom in den Spulen des Sinusfilters verursacht Geräusche. Dieses Problem können Sie durch Einbau des Filters in einen Schaltschrank oder ein ähnliches Gehäuse beseitigen.

11.4.3 du/dt-Filter

du/dt-Filter sind Gegentakt-Gleichpassfilter, die Spannungsspitzen an den Motorklemmen verringern und die Spannungsanstiegsgeschwindigkeit bis auf ein Niveau senken, auf dem die Belastung der Motorwicklungsisolierung reduziert wird. Dies ist besonders bei kurzen Motorkabeln von Bedeutung.

Im Vergleich zu Sinusfiltern (siehe *Kapitel 11.4.2 Sinusfilter*) haben die dU/dt-Filter eine Trennfrequenz über der Schaltfrequenz.

11.4.4 Common Mode Filter

Hochfrequenz-Gleichtaktkerne verringern elektromagnetische Störungen und eliminieren Lagerschäden durch elektrische Entladungen. Bei diesen handelt es sich um nanokristalline Magnetkerne, die im Vergleich zu normalen Ferritkernen höhere Filterleistungen aufweisen. Sie verhalten sich wie eine Gleichstromdrossel (zwischen Phasen und Erde).

Bei Installation um die drei Motorphasen (U, V, W) reduzieren die Gleichtaktfilter hochfrequente Gleichtaktströme. Als Ergebnis werden hochfrequente elektromagnetische Störungen vom Motorkabel verringert.

11.4.5 Oberschwingungsfilter

Die Danfoss AHF 005 und AHF 010 sind erweiterte Oberschwingungsfilter (Advanced Harmonic Filter - AHF), die nicht mit herkömmlichen Oberschwingungsfiltern zu verwechseln sind. Die Danfoss Oberschwingungsfilter sind speziell an die Danfoss Frequenzumrichter angepasst.

Bei Anschluss der Danfoss Oberschwingungsfilter AHF 005 oder AHF 010 vor einem Frequenzumrichter reduzieren diese die ins Netz zurückgespeiste Gesamt-Oberschwingungsstromverzerrung auf 5 bzw. 10 %.

11.4.6 IP21/Typ 1-Gehäusesatz

IP20/IP4X (obere Abdeckung)/TYP 1 ist ein optionales, für IP20-Einheiten verfügbares Gehäuseelement.

Wenn der Gehäusesatz verwendet wird, wird die IP20-Einheit aufgerüstet, um der Schutzart IP21/4X (obere Abdeckung)/TYP 1 zu entsprechen.

Der Bausatz IP4X (obere Abdeckung) kann bei allen FC 30X Standardvarianten mit der Schutzart IP20 verwendet werden.

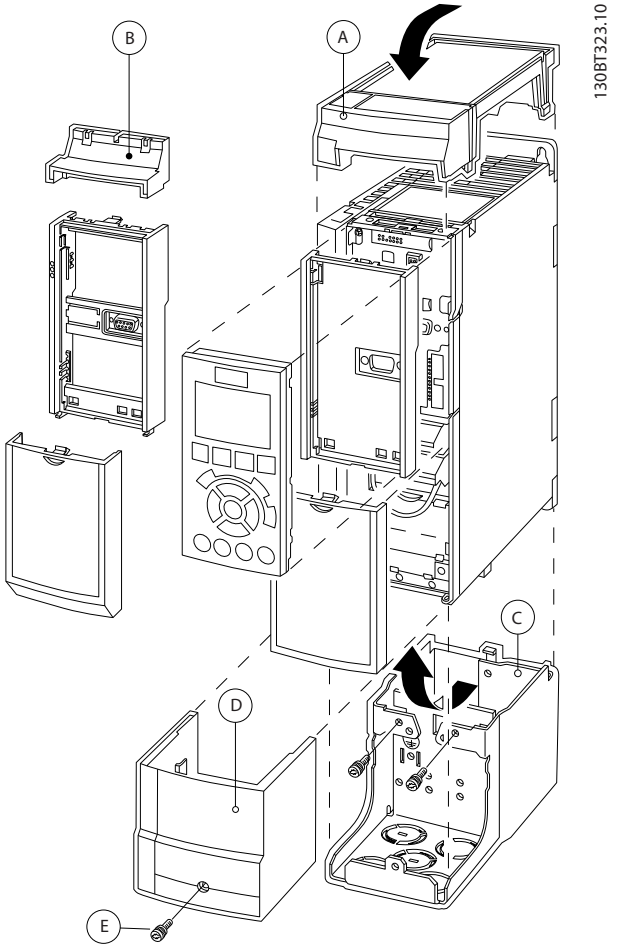


Abbildung 11.23 Baugröße A2

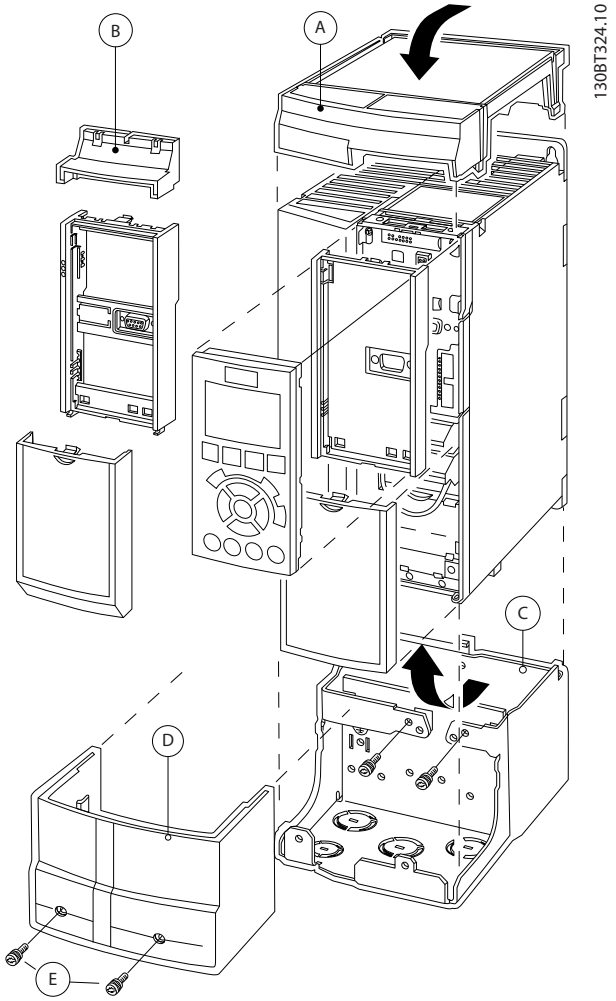


Abbildung 11.24 Baugröße A3

A	Abdeckplatte
B	Obere Blende
C	Sockelteil
D	Untere Abdeckung
E	Schraube(n)

Tabelle 11.12 Legende zu *Abbildung 11.23* und *Abbildung 11.24*

Positionieren Sie die obere Abdeckung wie abgebildet. Bei Verwendung einer A- oder B-Option muss die obere Blende zum Verdecken des oberen Einlasses angebracht werden. Platzieren Sie den Sockelteil C an der Unterseite des Frequenzumrichters und verwenden Sie die Schellen aus dem Montagezubehör zum ordnungsgemäßen Befestigen der Kabel

Öffnungen für Kabelverschraubungen:

- Größe A2: 2x M25 und 3x M32
- Größe A3: 3x M25 und 3x M32

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

Tabelle 11.13 Abmessungen

** Wenn Option A/B verwendet wird, vergrößert sich die Tiefe (siehe Kapitel 8.2.1 Abmessungen für detaillierte Informationen)*

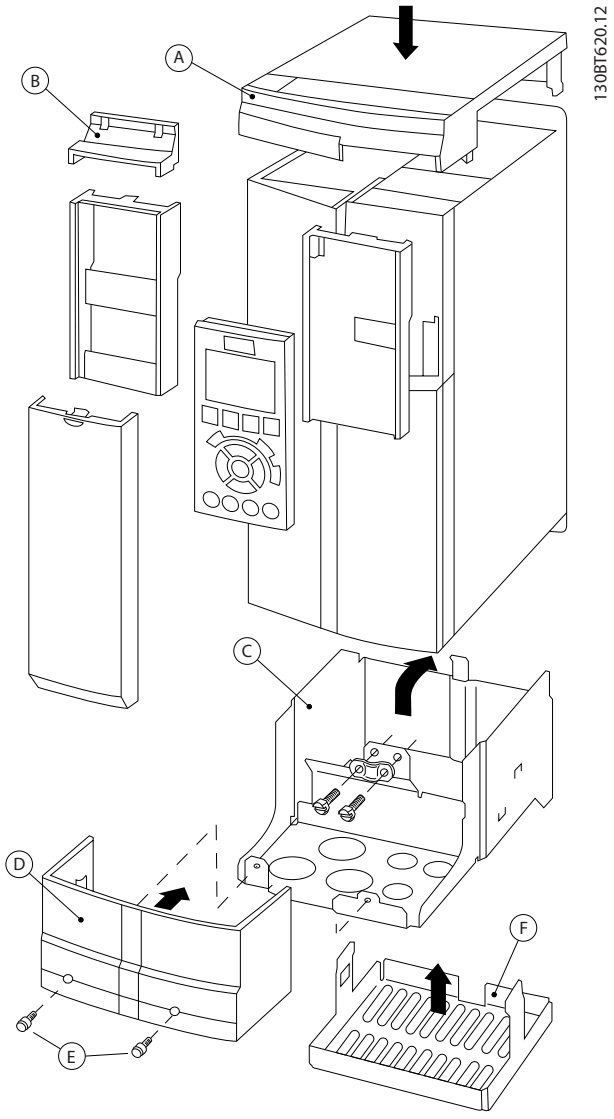


Abbildung 11.25 Gehäusetyp B3

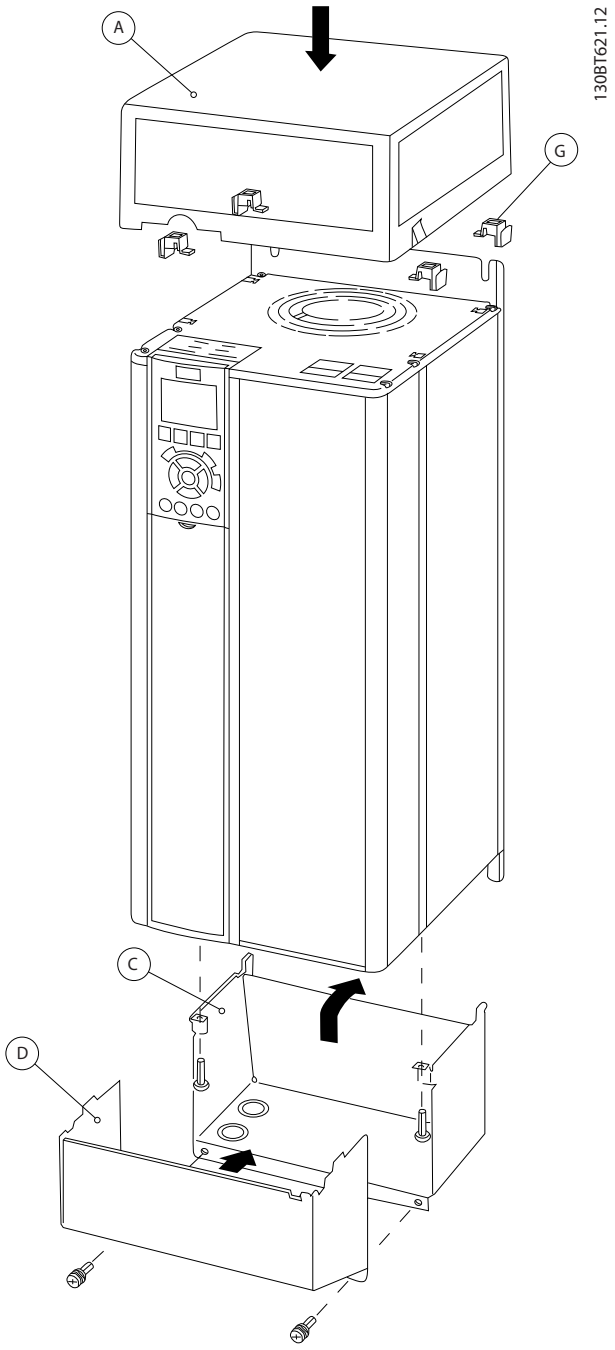


Abbildung 11.26 Gehäusetypen B4 - C3 - C4

A	Abdeckplatte
B	Obere Blende
C	Sockelteil
D	Untere Abdeckung
E	Schraube(n)
F	Lüfterabdeckung
G	Obere Klammer

Tabelle 11.14 Legende zu *Abbildung 11.25* und *Abbildung 11.25*

Wenn Optionsmodul A und/oder Optionsmodul B verwendet wird/werden, müssen Sie die obere Blende (B) an der Abdeckplatte (A) befestigen.

HINWEIS

Eine Seite-an-Seite-Aufstellung ist bei Verwendung des Gehäusesatzes *IP21/IP4X/TYP 1* nicht möglich.

11.4.7 Fern-Einbausatz für LCP

Sie können die LCP Bedieneinheit durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite eines Schaltschranks integrieren. Die Schutzart ist IP66. Sie dürfen die Befestigungsschrauben mit max. 1 Nm anziehen.

Das LCP-Gehäuse hat die Schutzart IP66

Gehäuse	Vorderseite IP66
Max. Kabellänge zwischen und Gerät	3 m
Kommunikationsstandard	RS-485

Tabelle 11.15 Technische Daten

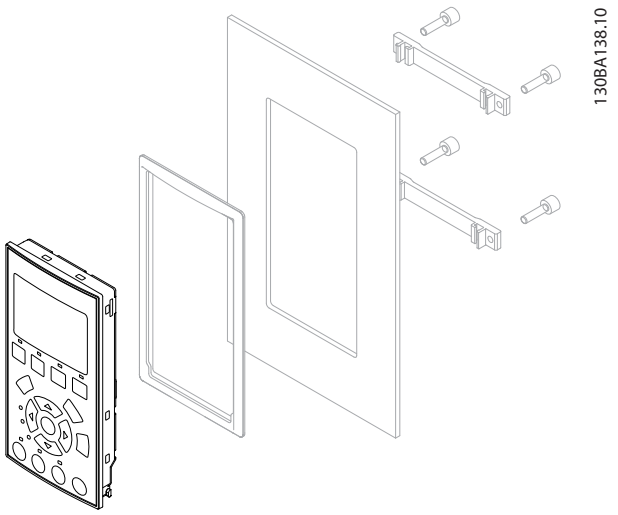


Abbildung 11.27 ein LCP-Einbausatz mit grafischer LCP-Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung
Bestellnummer 130B1113

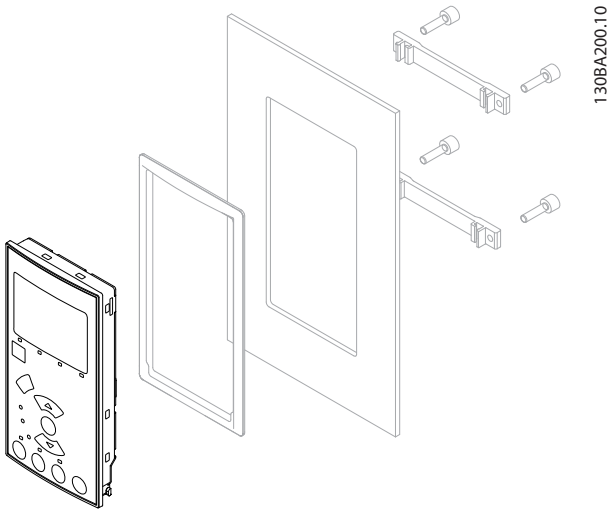


Abbildung 11.28 LCP-Einbausatz mit numerischer LCP-Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung Bestellnummer 130B1114

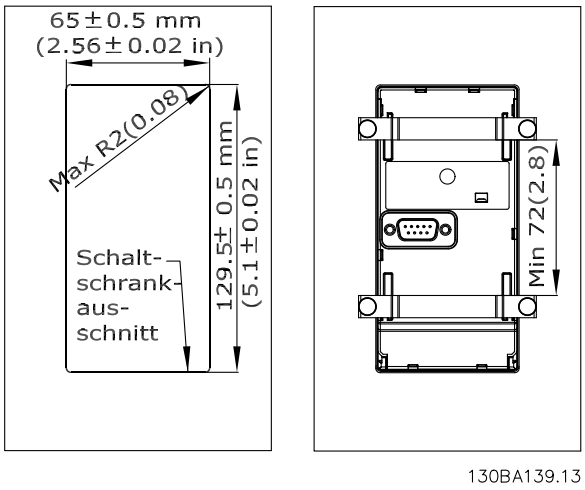


Abbildung 11.29 Abmessungen

11.4.8 Befestigungskonsole für die Bauformen A5, B1, B2, C1 und C2

Schritt 1

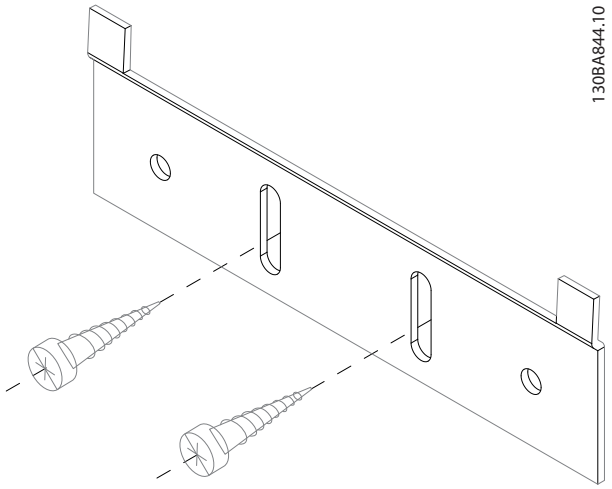


Abbildung 11.30 Untere Halterung

Bringen Sie die untere Halterung in Position und befestigen Sie diese mit den Schrauben. Ziehen Sie die Schrauben nicht vollständig fest, da der Frequenzumrichter dann schwierig zu montieren ist.

Schritt 2

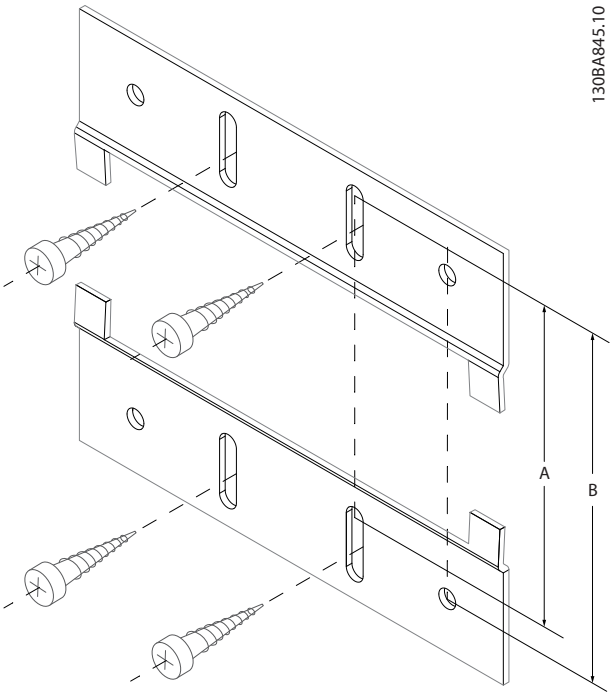


Abbildung 11.31 Obere Halterung

Messen Sie den Abstand A oder B und bringen Sie die obere Halterung in Position, befestigen Sie diese jedoch nicht. Siehe Abmessungen in *Tabelle 11.16*.

Gehäuse	IP	A [mm]	B [mm]	Bestellnummer
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

Tabelle 11.16 Details

Schritt 3

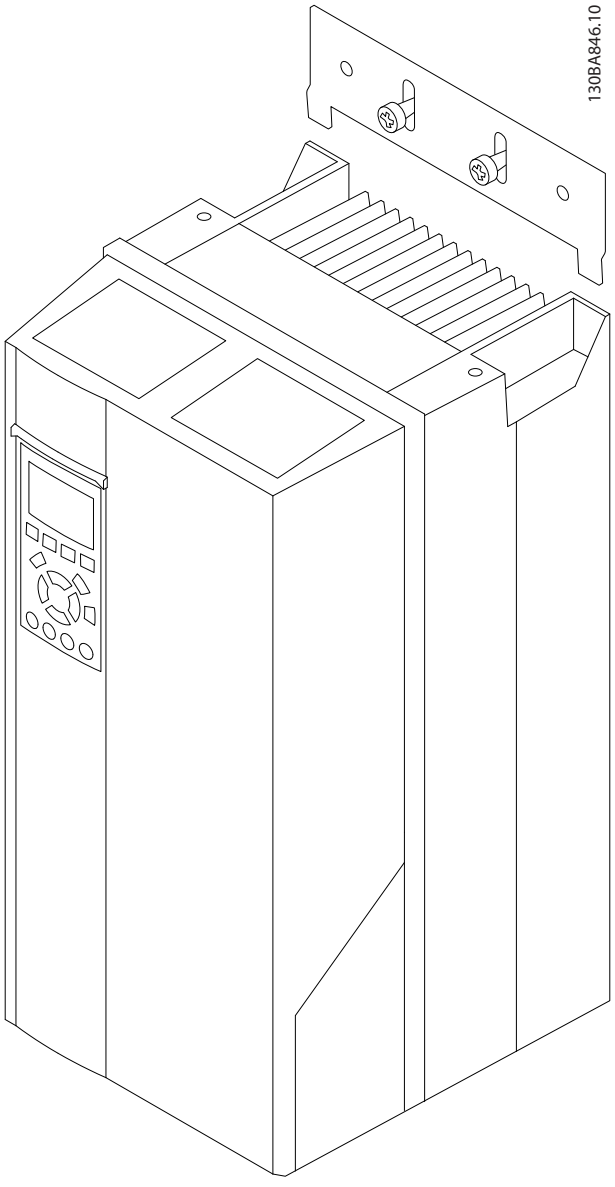


Abbildung 11.32 Positionieren

Platzieren Sie den Frequenzumrichter in der unteren Halterung und heben Sie die obere Halterung hierbei an. Wenn sich der Frequenzumrichter in der korrekten Position befindet, senken Sie die obere Halterung ab.

Schritt 4

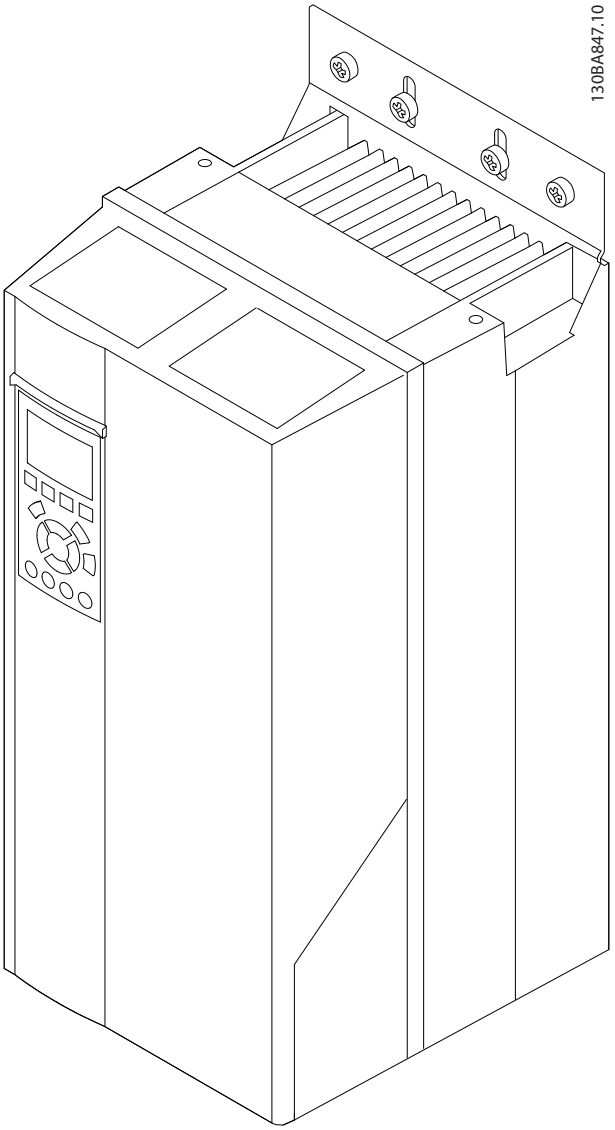


Abbildung 11.33 Festziehen der Schrauben

Ziehen Sie jetzt die Schrauben fest. Bohren Sie für zusätzliche Sicherheit alle Löcher und installieren Sie in allen Löchern Schrauben.

11

12 RS-485 Installation und Konfiguration

12.1 Installieren und einrichten

12.1.1 Übersicht

RS-485 ist eine zweiadrige Busschnittstelle, die mit einer Multidrop-Netzwerktopologie kompatibel ist, d. h. Teilnehmer können als Bus oder über Abzweigkabel von einer gemeinsamen Hauptleitung aus verbunden werden. Es können insgesamt 32 Teilnehmer (Knoten) an ein Netzwerksegment angeschlossen werden.
Netzwerksegmente sind durch Busverstärker (Repeater) unterteilt, siehe *Abbildung 12.1*.

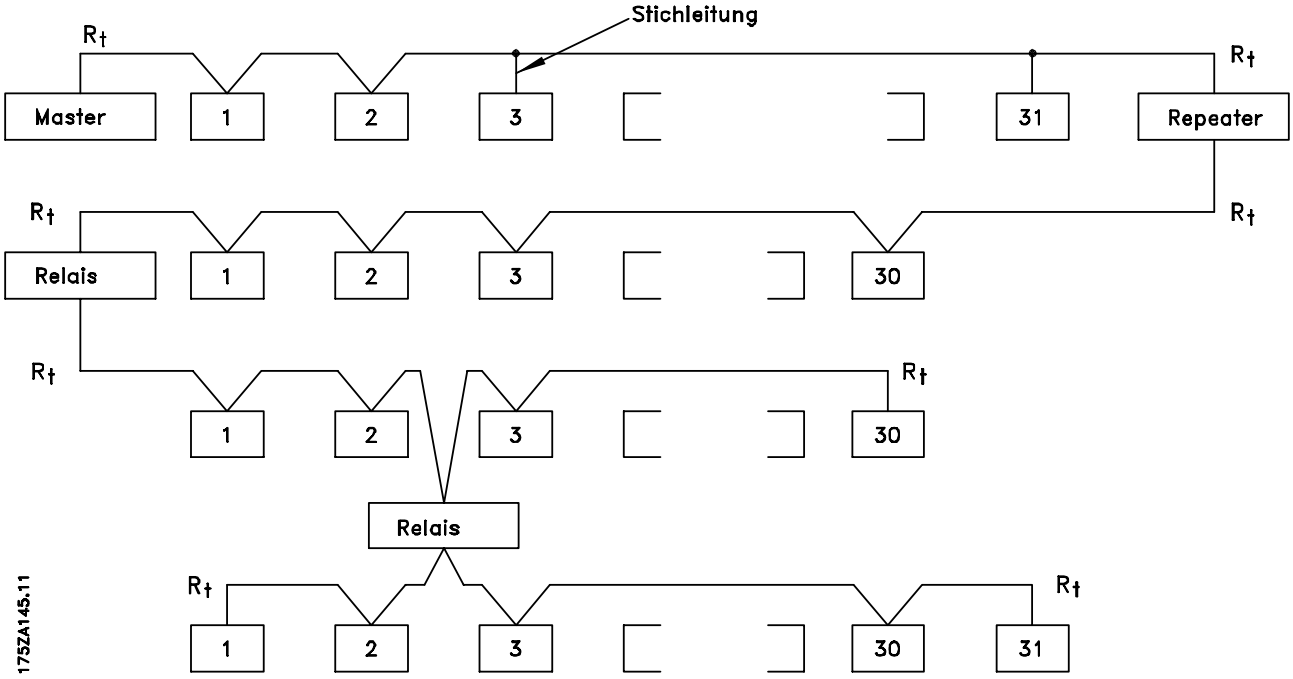


Abbildung 12.1 RS-485-Busschnittstelle

HINWEIS

Jeder Repeater fungiert in dem Segment, in dem er installiert ist, als Teilnehmer. Jeder mit einem Netzwerk verbundene Teilnehmer muss über alle Segmente hinweg eine einheitliche Teilnehmeradresse aufweisen.

Schließen Sie die Segmente an beiden Endpunkten ab – entweder mit Hilfe des Terminierungsschalters (S801) des Frequenzumrichters oder mit einem polarisierten Widerstandsnetzwerk. Verwenden Sie stets ein STP-Kabel (Screened Twisted Pair) für die Busverdrahtung, und beachten Sie die bewährten Installationsverfahren.

Eine Erdung der Abschirmung mit geringer Impedanz an allen Knoten ist wichtig, auch bei hohen Frequenzen. Schließen Sie daher die Abschirmung großflächig an Masse an, z. B. mit einer Kabelschelle oder einer leitfähigen Kabelverschraubung. Möglicherweise müssen Sie Potentialausgleichskabel verwenden, um im Netzwerk das gleiche Erdungspotential zu erhalten – vor allem bei Installationen mit langen Kabeln.
Um eine nicht übereinstimmende Impedanz zu verhindern, müssen Sie im gesamten Netzwerk immer den gleichen Kabeltyp verwenden. Beim Anschluss eines Motors an den Frequenzumrichter ist immer ein abgeschirmtes Motorkabel zu verwenden.

Kabel	**Screened Twisted Pair (STP - verdrillte Zweitdrahtleitung)**
Impedanz [Ω]	120
Kabellänge [m]	Max. 1200 (einschließlich Abzweigleitungen) Max. 500 von Station zu Station

Tabelle 12.1 Kabelspezifikationen

12

12.2 Netzwerkanschluss

Mittels der RS485-Standardschnittstelle können Sie einen oder mehrere Frequenzumrichter an einen Regler (oder Master) anschließen. Klemme 68 ist an das P-Signal (TX+, RX+) und Klemme 69 an das N-Signal (TX-, RX-) anzuschließen. Siehe Zeichnungen in *Kapitel 3.5 Anschlussplan*.

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

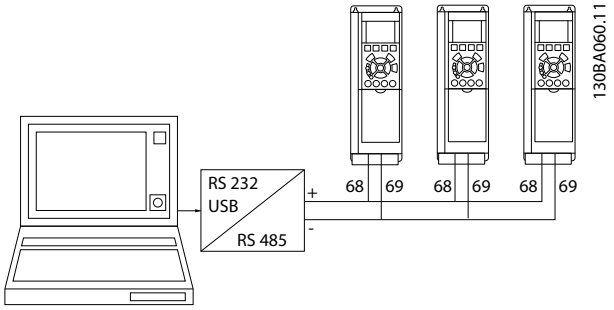


Abbildung 12.2 Parallele Verdrahtung

Zur Vermeidung von Potentialausgleichsströmen über die Abschirmung können Sie den Kabelschirm über Klemme 61 einseitig erden (Klemme 61 ist intern über ein RC-Glied mit dem Gehäuse verbunden).

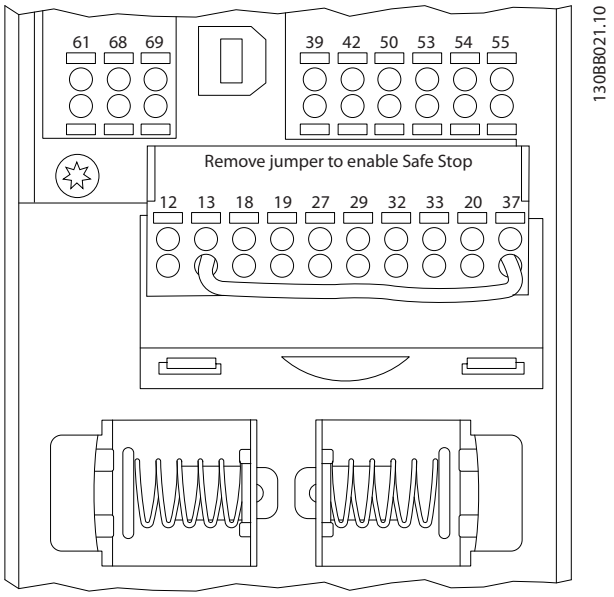


Abbildung 12.3 Steuerkartenklemmen

12.3 -Busabschluss

Sie müssen den RS485-Bus pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abschließen. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON" zu stellen.

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

12.4 RS-485 Installation und Konfiguration

12.4.1 EMV-Schutzmaßnahmen

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

Beachten Sie die einschlägigen nationalen und lokalen Vorschriften und Gesetze, zum Beispiel im Hinblick auf die Schutzerdung. Das RS485-Kommunikationskabel muss von Motor- und Bremswiderstandskabeln ferngehalten werden, um das Einkoppeln von Hochfrequenzstörungen von einem Kabel zum anderen zu vermeiden. Normalerweise genügt ein Abstand von 200 mm, aber halten Sie den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln ein, insbesondere wenn diese über weite Strecken parallel laufen. Lässt sich das Kreuzen der Kabel nicht vermeiden, müssen Sie das RS-485-Kabel in einem Winkel von 90° über Motor- und Bremswiderstandskabel führen.

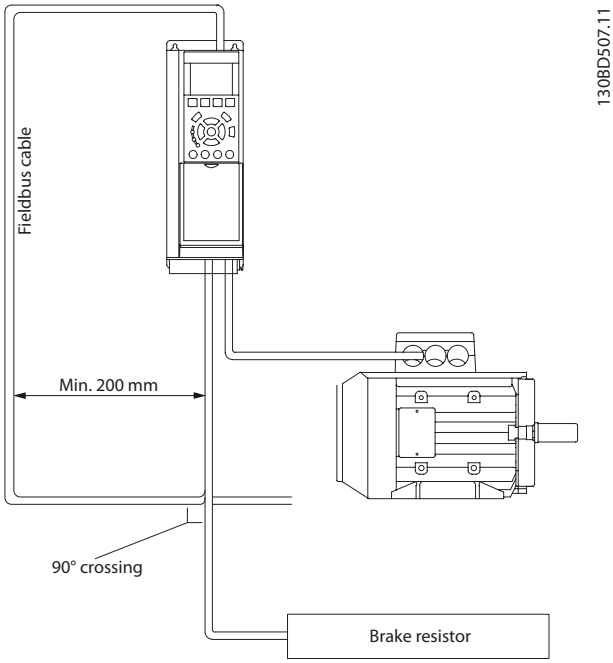


Abbildung 12.4 Kabelführung

12.5 Übersicht zum FC-Protokoll

Das FC-Protokoll, das auch als FC-Bus oder Standardbus bezeichnet wird, ist der Standardfeldbus von Danfoss. Es definiert ein Zugriffsverfahren nach dem Master-Follower-Prinzip für die Kommunikation über eine serielle Schnittstelle.
Es können maximal 126 Follower und ein Master an die Schnittstelle angeschlossen werden. Die einzelnen Follower werden vom Master über ein Adresszeichen im Telegramm angewählt. Nur wenn ein Follower eine fehlerfreie, an ihn adressierte Meldung empfangen hat, sendet er eine Antwortmeldung. Die direkte Nachrichtenübertragung unter Followern ist nicht möglich. Die Datenübertragung findet im Halbduplex-Betrieb statt.
Die Master-Funktion kann nicht auf einen anderen Teilnehmer übertragen werden (Ein-Master-System).

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

- Ein kurzes Format mit 8 Bytes für Prozessdaten
- Ein langes Format von 16 Bytes, das außerdem einen Parameterkanal enthält
- Ein Format für Text

12.6 Netzwerkkonfiguration

12.6.1 Konfiguration des Frequenzumrichters

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

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

Tabelle 12.2 Parameter des FC-Protokolls

12.7 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll

12.7.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)

Jedes übertragene Zeichen beginnt mit einem Startbit. Danach werden 8 Datenbits übertragen, was einem Byte entspricht. Jedes Zeichen wird über ein Paritätsbit abgesichert, das auf „1“ gesetzt wird, wenn Parität gegeben ist (d. h. eine gleiche Anzahl binärer Einsen in den 8 Datenbits und dem Paritätsbit zusammen). Ein Zeichen endet mit einem Stoppbit und besteht somit aus insgesamt 11 Bits.

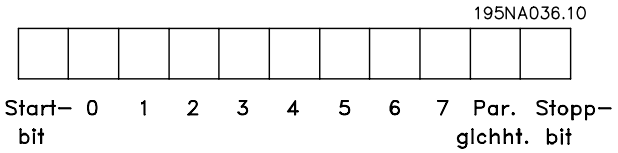


Abbildung 12.5 Inhalt eines Zeichens

12.7.2 Telegrammaufbau

Jedes Telegramm ist folgendermaßen aufgebaut:

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

Danach folgen verschiedene Nutzdaten (variabel, abhängig vom Telegrammtyp).

Das Telegramm schließt mit einem Datensteuerbyte (BCC).

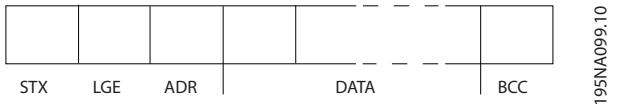


Abbildung 12.6 Telegrammaufbau

12.7.3 Telegrammlänge (LGE)

Die Telegrammlänge ist die Anzahl der Datenbytes plus Adressbyte ADR und Datensteuerbyte BCC.

4 Datenbyte	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 Byte
12 Datenbyte	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 Byte
Text enthaltende Telegramme	10[1)]+n Byte

Tabelle 12.3 Länge von Telegrammen

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

12.7.4 Frequenzumrichteradresse (ADR)

Es wird mit 2 verschiedenen Adressformaten gearbeitet. Der Adressbereich des Frequenzumrichters beträgt entweder 1–31 oder 1–126.

1. Adressformat 1-31:

Bit 7 = 0 (Adressformat 1-31 aktiv)

Bit 6 wird nicht verwendet

Bit 5 = 1: Broadcast, Adressbits (0-4) werden nicht benutzt

Bit 5 = 0: Kein Broadcast

Bit 0-4 = Frequenzumrichteradresse 1-31

2. Adressformat 1-126:

Bit 7 = 1 (Adressformat 1-126 aktiv)

Bit 0-6 = Frequenzumrichteradresse 1-126

Bit 0-6 = 0 Broadcast

Der Follower gibt das Adressbyte im Antworttelegramm unverändert an den Master zurück.

12.7.5 Datensteuerbyte (BCC)

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

12.7.6 Das Datenfeld

Die Struktur der Nutzdaten hängt vom Telegrammtyp ab. Es gibt drei Telegrammtypen, die sowohl für Steuertelegramme (Master⇒Follower) als auch Antworttelegramme (Follower⇒Master) gelten.

Die drei Telegrammarten sind:

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

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

Abbildung 12.7 Prozessblock

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

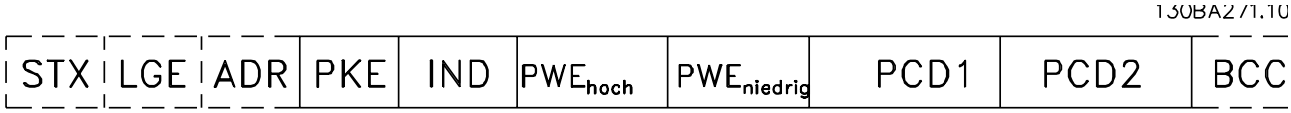


Abbildung 12.8 Parameterblock

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

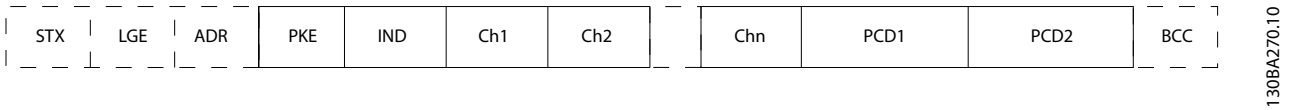


Abbildung 12.9 Textblock

12.7.7 Das PKE-Feld

Das PKE-Feld enthält 2 untergeordnete Felder: Parameterbefehle und Antworten (AK) sowie Parameternummer (PNU):

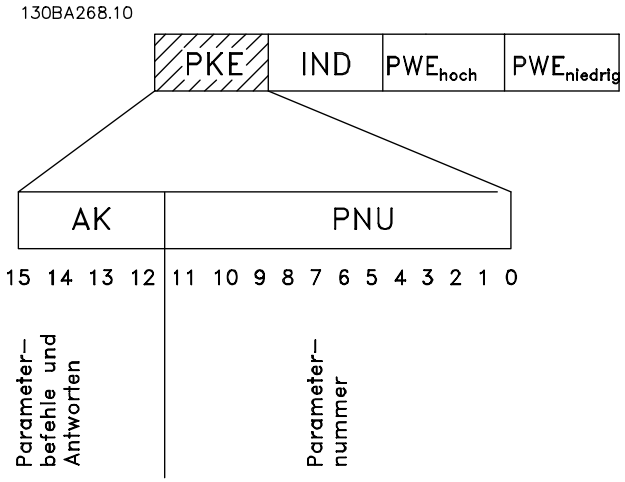


Abbildung 12.10 PKE-Feld

Die Bits Nr. 12–15 übertragen Parameterbefehle vom Master zum Follower und senden bearbeitete Follower-Antworten an den Master zurück.

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

Tabelle 12.4 Parameterbefehle Master ⇒ Follower

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

Tabelle 12.5 Antwort Follower⇒ Master

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

0111 Befehl kann nicht ausgeführt werden
und gibt folgende Fehlermeldung im Parameterwert (PWE) aus:

PWE niedrig (Hex)	Fehlermeldung
0	Angewandte Parameternummer nicht vorhanden
1	Auf den definierten Parameter besteht kein Schreibzugriff
2	Datenwert überschreitet die Parametergrenzen
3	Angewandtes Unterverzeichnis (Subindex) nicht vorhanden
4	Parameter nicht vom Typ Array
5	Datentyp passt nicht zum definierten Parameter
11	Der Datenaustausch im definierten Parameter ist im aktuellen Modus des Frequenzumrichters nicht möglich. Bestimmte Parameter können nur geändert werden, wenn der Motor ausgeschaltet ist.
82	Kein Buszugriff auf definierten Parameter
83	Datenänderungen sind nicht möglich, da die Werkseinstellung gewählt ist

Tabelle 12.6 Parameterwert Fehlermeldung

12.7.8 Parameternummer (PNU)

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

12.7.9 Index (IND)

Der Index wird zusammen mit der Parameternummer zum Lesen/Schreiben von Zugriffsparametern mit einem Index verwendet, z. B. *15-30 Fehlerspeicher: Fehlercode*. Der Index besteht aus 2 Bytes, einem Lowbyte und einem Highbyte.

Nur das Low Byte wird als Index verwendet.

12.7.10 Parameterwert (PWE)

Der Parameterwertblock besteht aus zwei Wörtern (4 Bytes); der Wert hängt vom definierten Befehl (AK) ab. Verlangt der Master einen Parameterwert, so enthält der PWE-Block keinen Wert. Um einen Parameterwert zu ändern (schreiben), wird der neue Wert in den PWE-Block geschrieben und vom Master zum Follower gesendet.

Antwortet der Follower auf eine Parameteranfrage (Lesebefehl), so wird der aktuelle Parameterwert im PWE-Block an den Master übertragen. Wenn ein Parameter keinen numerischen Wert enthält, sondern mehrere Datenoptionen, z. B. *0-01 Sprache* [0] Englisch und [4]

Dänisch, wird der Datenwert durch Eingabe des Werts in den PWE-Block gewählt. Siehe Beispiel – Auswahl eines Datenwerts. Über die serielle Kommunikationsschnittstelle können nur Parameter des Datentyps 9 (Textblock) gelesen werden.

15-40 FC-Typ bis *15-53 Leistungsteil Seriennummer* enthalten Datentyp 9.
Zum Beispiel kann in *15-40 FC-Typ* die Leistungsgröße und Netzspannung gelesen werden. Wird eine Textfolge übertragen (gelesen), so ist die Telegrammlänge variabel, da die Texte unterschiedliche Längen haben. Die Telegrammlänge ist im zweiten Byte (LGE) des Telegramms definiert. Bei Textübertragung zeigt das Indexzeichen an, ob es sich um einen Lese- oder Schreibbefehl handelt.

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

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

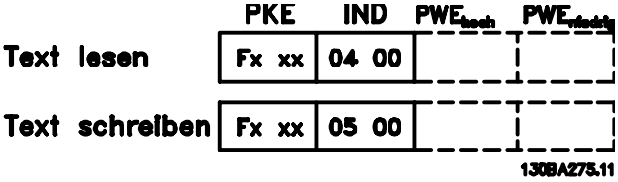


Abbildung 12.11 Text über PWE-Block

12

12.7.11 Unterstützte Datentypen

„Ohne Vorzeichen" bedeutet, dass das Telegramm kein Vorzeichen enthält.

Datentypen	Beschreibung
3	Ganzzahl 16 Bit
4	Ganzzahl 32 Bit
5	Ohne Vorzeichen 8 Bit
6	Ohne Vorzeichen 16 Bit
7	Ohne Vorzeichen 32 Bit
9	Textblock
10	Bytestring
13	Zeitdifferenz
33	Reserviert
35	Bitsequenz

Tabelle 12.7 Unterstützte Datentypen

12.7.12 Umwandlung

Die verschiedenen Attribute jedes Parameters sind in den Werkseinstellungen aufgeführt. Parameterwerte werden nur als ganze Zahlen übertragen. Aus diesem Grund werden Umrechnungsfaktoren zur Übertragung von Dezimalwerten verwendet.

4-12 Min. Frequenz [Hz] hat einen Umrechnungsfaktor von 0,1. Soll die Mindestfrequenz auf 10 Hz eingestellt werden, übertragen Sie den Wert 100. Der Umrechnungsfaktor 0,1 bedeutet, dass der übertragene Wert mit 0,1 multipliziert wird. Der Wert 100 wird somit als 10,0 gelesen.

Beispiele:
0 s ⇒ Umwandlungsindex 0
0,00 s ⇒ Umwandlungsindex -2
0 ms ⇒ Umwandlungsindex -3
0,00 ms ⇒ Umwandlungsindex -5

Umrechnungsindex	Umrechnungsfaktor
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabelle 12.8 Umrechnungstabelle

12.7.13 Prozesswörter (PCD)

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

PCD 1	PCD 2
Steuertelegramm (Steuerwort Master⇒Follower)	Sollwert
Steuertelegramm (Zustandswort Follower⇒Master)	Aktuelle Ausgabe-frequenz

Tabelle 12.9 Prozesswörter (PCD)

12.8 Beispiele

12.8.1 Schreiben eines Parameterwerts

Ändern Sie *4-14 Max Frequenz [Hz]* zu 100 Hz.
Schreiben Sie die Daten in EEPROM.

PKE = E19E Hex – Schreiben eines Einzelworts in *4-14 Max Frequenz [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex – Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe *Kapitel 12.7.12 Umwandlung*.

Das Telegramm sieht wie folgt aus:

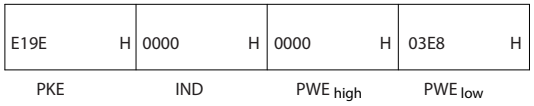


Abbildung 12.12 Schreiben von Daten in EEPROM

HINWEIS

***4-14 Max Frequenz [Hz]* ist ein einzelnes Wort, und der in EEPROM zu schreibende Parameter lautet „E". Parameternummer 4-14 ist 19E in hexadezimaler Schreibweise.**

Die Antwort des Followers an den Master lautet:

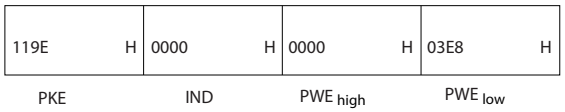


Abbildung 12.13 Antwort des Followers

12.8.2 Lesen eines Parameterwertes

Den Wert in *3-41 Rampenzeit Auf 1* lesen

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

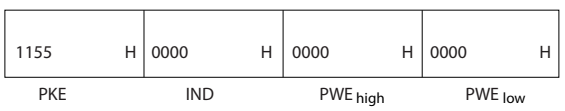


Abbildung 12.14 Parameterwert

Lautet der Wert in *3-41 Rampenzeit Auf 1* 10 s, lautet die Antwort des Followers an den Master

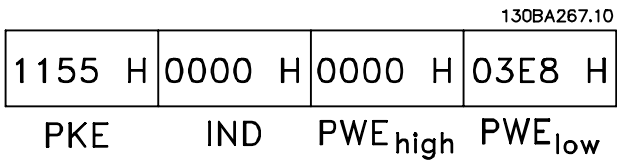


Abbildung 12.15 Antwort des Followers

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

12.9 Übersicht zu Modbus RTU

12.9.1 Voraussetzungen

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

12.9.2 Was der Benutzer bereits wissen sollte

Das integrierte 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.

12.9.3 Übersicht zu Modbus RTU

Ungeachtet der Art des physischen Kommunikationsnetzwerks wird in der Übersicht zum Modbus RTU der Vorgang beschrieben, den ein Regler beim Anfordern von Zugriff auf ein anderes Gerät verwendet. Dieser Vorgang umfasst auch die Art und Weise, wie die Modbus RTU auf Anforderungen von einem anderen Gerät antwortet und wie Fehler erkannt und gemeldet werden. Zudem etabliert er ein allgemeines Format für das Layout und die Inhalte der Meldungsfelder.
Während der Kommunikation über ein Modbus RTU-Netzwerk legt das Protokoll Folgendes fest:

- Wie jeder Regler seine Geräteadresse lernt,
- eine an ihn adressierte Meldung erkennt,
- die Art der auszuführenden Aktion bestimmt und
- Daten oder andere Informationen aus der Meldung ausliest.

Wenn eine Antwort erforderlich ist, erstellt der Regler die Antwortmeldung und sendet sie.
Regler kommunizieren mithilfe einer Master-Follower-Technik, bei der nur der Master Transaktionen (so genannte Abfragen) einleiten kann. Follower antworten,

indem sie den Master mit den angeforderten Daten versorgen oder die in der Abfrage angeforderte Maßnahme ergreifen.
Der Master kann einzelne Follower direkt ansprechen oder eine Broadcast-Meldung an alle Follower einleiten.
Follower senden eine Antwort auf Abfragen zurück, die einzeln an sie adressiert wurden. Bei Broadcast-Anfragen vom Master werden keine Antworten zurückgesendet. Das Modbus RTU-Protokoll etabliert das Format für die Anfragen vom Master, indem es darin die Geräte- (oder Broadcast-)Adresse, einen Funktionscode, der die angeforderte Maßnahme definiert, jegliche zu sendenden Daten und ein Feld für die Fehlerprüfung aufnimmt. Die Antwortmeldung des Followers wird ebenfalls über das Modbus-Protokoll erstellt. Sie enthält Felder für die Bestätigung der ergriffenen Maßnahme, jegliche zurückzusendenden Daten und ein Feld zur Fehlerprüfung. Wenn beim Empfang der Meldung ein Fehler auftritt oder der Follower die angeforderte Maßnahme nicht durchführen kann, erstellt der Follower eine Fehlermeldung und sendet diese als Antwort oder ein Timeout tritt auf.

12.9.4 Frequenzumrichter mit Modbus-RTU

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

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

- Start
- Stoppen des Frequenzumrichters auf unterschiedliche Arten:
  - Freilaufstopp
  - Schnellstopp
  - DC-Bremsstopp
  - Normal (Rampe) Stopp
- Reset nach Fehlerabschaltung
- Betrieb mit einer Vielzahl von Festdrehzahlen
- Start mit Reversierung
- Änderung des aktiven Parametersatzes
- Steuern des integrierten Relais des Frequenzumrichters

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

12.10 Netzwerkkonfiguration

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

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

Tabelle 12.10 Modbus RTU-Parameter

12.11 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke

12.11.1 Frequenzumrichter mit Modbus-RTU

Die Regler sind für die Kommunikation über RTU-Modus (Remote Terminal Unit) am Modbus-Netz eingerichtet, wobei jedes Byte einer Meldung zwei hexadezimale 4-Bit-Zeichen enthält. Das Format für jedes Byte ist in *Tabelle 12.11* dargestellt.

Startbit	Datenbyte								Stopp/ Parität	Stopp

Tabelle 12.11 Format jedes Byte

Codiersystem	8 Bit binär, hexadezimal 0-9, A-F. 2 hexadezimale Zeichen in jedem 8-Bit-Feld des Telegramms.
Bit pro Byte	1 Startbit 8 Datenbits, Bit mit der niedrigsten Wertigkeit wird zuerst gesendet 1 Bit für gerade/ungerade Parität; kein Bit ohne Parität 1 Stoppbit, wenn Parität verwendet wird; 2 Bit ohne Parität
Fehlerprüffeld	Zyklische Redundanz-Prüfung (CRC)

12.11.2 Modbus RTU-Meldungsaufbau

Eine Modbus RTU-Meldung wird vom sendenden Gerät in einen Block gepackt, der einen bekannten Anfangs- und Endpunkt besitzt. Dadurch ist es dem empfangenden Gerät möglich, am Anfang 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 Meldungen werden ermittelt und als Konsequenz Fehler gesetzt. Die für alle Felder zulässigen Zeichen sind im Hexadezimalformat 00 bis FF.

Der Frequenzumrichter überwacht kontinuierlich den Netzwerkbus, auch während des „Silent"-Intervalls. Wenn das erste Feld (das Adressfeld) empfangen wird, wird es von jedem Frequenzumrichter oder jedem einzelnen Gerät entschlüsselt, um zu ermitteln, welches Gerät adressiert ist. Modbus RTU-Meldungen mit Adresse 0 sind Broadcast-Meldungen. Auf Broadcast-Meldungen ist keine Antwort erlaubt. Ein typischer Telegrammblock wird in *Tabelle 12.12* gezeigt.

Start	Adresse	Funktion	Daten	CRC-Prüfung	Ende
T1-T2-T3-T4	8 Bit	8 Bit	N x 8 Bit	16 Bit	T1-T2-T3-T4

Tabelle 12.12 Typischer Modbus RTU-Meldungsaufbau

12.11.3 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 der Meldung. Nach diesem Intervall kann eine neue Meldung beginnen. Der gesamte Meldungsblock muss als kontinuierlicher Datenstrom übertragen werden. Falls eine Sendepause von mehr als 1,5 Zeichen pro Zeiteinheit vor dem Abschluss des Blocks auftritt, löscht das empfangende Gerät die Daten und nimmt an, dass es sich beim nächsten Byte um das Adressfeld einer neuen Meldung handelt. Beginnt 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 Follower), da der Wert im letzten CRC-Feld für die kombinierten Telegramme nicht gültig ist.

12.11.4 Adressfeld

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

12.11.5 Funktionsfeld

Das Feld für den Funktionscode eines Meldungsblocks enthält acht Bits. Gültige Codes liegen im Bereich von 1 bis FF. Funktionsfelder dienen zum Senden von Meldungen zwischen Master und Follower. Wenn eine Meldung vom Master zu einem Follower-Gerät übertragen wird, teilt das Funktionscodefeld dem Follower mit, welche Aktion durchzuführen ist. Wenn der Follower dem Master antwortet, nutzt er das Funktionscodefeld, um entweder eine normale (fehlerfreie) Antwort anzuzeigen oder um anzuzeigen, dass ein Fehler aufgetreten ist (Ausnahmeantwort). Im Fall einer normalen Antwort wiederholt der Follower den ursprünglichen Funktionscode. Im Fall einer Ausnahmeantwort sendet der Follower einen Code, der dem ursprünglichen Funktionscode entspricht, dessen wichtigstes Bit allerdings auf eine logische 1 gesetzt wurde. Neben der Modifizierung des Funktionscodes zur Erzeugung einer Ausnahmeantwort stellt der Follower einen individuellen Code in das Datenfeld der Antwortmeldung. Dadurch wird der Master über die Art des Fehlers oder den Grund der Ausnahme informiert. Siehe auch *Kapitel 12.11.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes* und *Kapitel 12.11.11 Modbus-Ausnahmecodes*

12.11.6 Datenfeld

Das Datenfeld setzt sich aus Sätzen von je 2 hexadezimalen Zeichen im Bereich von 00 bis FF (hexadezimal) zusammen. Diese bestehen aus einem RTU-Zeichen. Das Datenfeld des von einem Master zu Follower-Geräten gesendeten Telegramms enthält zusätzliche Informationen, die der Follower 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.

12.11.7 CRC-Prüffeld

Meldungen enthalten ein Fehlerprüffeld, das auf der zyklischen Redundanzprüfung (CRC) basiert. Das CRC-Feld prüft den Inhalt der gesamten Meldung. Die Prüfung wird in jedem Fall durchgeführt, unabhängig vom Paritätsprüfverfahren für die einzelnen Zeichen der Meldung. Der CRC-Ergebnis wird vom sendenden Gerät errechnet, das den CRC-Wert an das Telegramm anhängt. Das empfangende Gerät führt während des Erhalts der Meldung eine Neuberechnung der CRC durch und vergleicht den errechneten Wert mit dem tatsächlichen Wert im CRC-Feld. Sind die beiden Werte nicht identisch, erfolgt ein Bus-Timeout. Das CRC-Feld enthält einen binären 16-Bit-Wert, der in Form von zwei 8-Bit-Bytes implementiert wird. Wenn dieser Schritt abgeschlossen ist, wird das niederwertige Byte im Feld zuerst angehängt und anschließend das höherwertige Byte. Das höherwertige CRC-Byte ist das letzte im Rahmen der Meldung übertragene Byte.

12.11.8 Adressieren von Einzelregistern

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

Spulennr.	Beschreibung	Signalrichtung
1-16	Steuerwort des Frequenzumrichters	Master an Follower
17-32	Drehzahl- oder Sollwert des Frequenzumrichters Bereich 0x0 – 0xFFFF (-200 % ... ~200 %)	Master an Follower
33-48	Zustandswort des Frequenzumrichters (siehe *Tabelle 12.15*)	Follower an Master
49-64	Regelung ohne Rückführung: Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters mit Rückführung: Istwertsignal des Frequenzumrichters	Follower an Master
65	Parameterschreibsteuerung (Master → Follower)	Master an Follower
	0 = Parameteränderungen werden zum RAM des Frequenzumrichters geschrieben.	
	1 = Parameteränderungen werden zum RAM und EEPROM des Frequenzumrichters geschrieben.	
66-65536	Reserviert	

Tabelle 12.13 Spulenbeschreibungen

Spule	0	1
01	Festsollwertanwahl LSB	
02	Festsollwertanwahl MSB	
03	DC-Bremse	Keine DC-Bremse
04	Freilaufstopp	Kein Freilaufstopp
05	Schnellstopp	Kein Schnellstopp
06	Freq. speichern	Freq. nicht speichern
07	Rampenstopp	Start
08	Kein Reset	Reset
09	Keine Festdrehzahl JOG	Festdrz. JOG
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Daten nicht gültig	Daten gültig
12	Relais 1 Aus	Relais 1 Ein
13	Relais 2 Aus	Relais 2 Ein
14	Parametersatzwahl LSB	
15	Parametersatzwahl MSB	
16	Keine Reversierung	Reversierung

Tabelle 12.14 Frequenzumrichter-Steuerwort (FC-Profil)

Spule	0	1
33	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
34	Frequenzumrichter nicht bereit	Frequenzumrichter bereit
35	Motorfreilaufstopp	Sicherheitsverriegelung
36	Kein Alarm	Alarm
37	Unbenutzt	Unbenutzt
38	Unbenutzt	Unbenutzt
39	Unbenutzt	Unbenutzt
40	Keine Warnung	Warnung
41	Istwert≠Sollwert	Ist=Sollwert
42	Hand-Betrieb	Betriebsart Auto
43	Außerh. Freq.-Ber.	In Freq.-Bereich
44	Gestoppt	In Betrieb
45	Unbenutzt	Unbenutzt
46	Keine Spannungswarnung	Spannungswarnung
47	Nicht in Stromgrenze	Stromgrenze
48	Keine Temperaturwarnung	Warnung Übertemp.

Tabelle 12.15 Frequenzumrichter-Zustandswort (FC-Profil)

Registernummer	Beschreibung
00001-00006	Reserviert
00007	Letzter Fehlercode von einer Frequenzumrichter-Datenobjektschnittstelle
00008	Reserviert
00009	Parameterindex*
00010-00990	Parametergruppe 000 (Parameter 001 bis 099)
01000-01990	Parametergruppe 100 (Parameter 100 bis 199)
02000-02990	Parametergruppe 200 (Parameter 200 bis 299)
03000-03990	Parametergruppe 300 (Parameter 300 bis 399)
04000-04990	Parametergruppe 400 (Parameter 400 bis 499)
...	...
49000-49990	Parametergruppe 4900 (Parameter 4900 bis 4999)
50000	Eingangsdaten: FU-Steuerwortregister (STW)
50010	Eingangsdaten: Bussollwertregister (REF)
...	...
50200	Ausgangsdaten: FU-Zustandswortregister (ZSW)
50210	Ausgangsdaten: FU-Hauptistwertregister (HIW)

Tabelle 12.16 Halteregister

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

12.11.9 Steuern des Frequenzumrichters

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

12.11.10 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes

Modbus RTU unterstützt die aufgeführten Funktionscodes im Funktionsfeld eines Telegramms.

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

Tabelle 12.17 Funktionscodes

Funktion	Funktionscode	Subfunktionscode	Subfunktion
Diagnose	8	1	Kommunikation neu starten (Restart communication)
		2	Diagnoseregister angeben (Return diagnostic register)
		10	Zähler und Diagnoseregister löschen (Clear counters and diagnostic register)
		11	Zahl Busmeldungen angeben (Return bus message count)
		12	Buskommunikations-Fehlernummer ausgeben (Return bus communication error count)
		13	Follower-Fehlernummer ausgeben (Return follower error count)
		14	Zahl Followermeldungen angeben (Return follower message count)

Tabelle 12.18 Funktionscodes

12.11.11 Modbus-Ausnahmecodes

Eine umfassende Erläuterung des Aufbaus einer Ausnahmecode-Antwort finden Sie unter *Kapitel 12.11.5 Funktionsfeld*.

Code	Bezeichnung	Bedeutung
1	Unzulässige Funktion	Der in der Anfrage empfangene Funktionscode ist keine zulässige Aktion für den Server (oder Follower). Es kann sein, dass der Funktionscode nur für neuere Geräte gilt und im ausgewählten Gerät nicht implementiert wurde. Es könnte auch anzeigen, dass der Server (oder Follower) im falschen Zustand ist, um eine Anforderung dieser Art zu verarbeiten, z. B. weil er nicht konfiguriert ist und aufgefordert wird, Registerwerte zu senden.

Code	Bezeichnung	Bedeutung
2	Unzulässige Datenadresse	Die in der Anfrage empfangene Datenadresse ist keine zulässige Adresse für den Server (oder Follower). Genauer gesagt ist die Kombination aus Referenznummer und Transferlänge ungültig. Bei einem Regler mit 100 Registern wäre eine Anfrage mit Offset 96 und Länge 4 erfolgreich, eine Anfrage mit Offset 96 und Länge 5 erzeugt jedoch Ausnahmefehler 02.
3	Unzulässiger Datenwert	Ein im Anfragedatenfeld enthaltener Wert ist kein zulässiger Wert für den Server (oder Follower). Dies zeigt einen Fehler in der Struktur des Rests einer komplexen Anforderung an, z. B. dass die implizierte Länge falsch ist. Es bedeutet jedoch genau NICHT, dass ein zur Speicherung in einem Register gesendetes Datenelement einen Wert hat, der außerhalb der Erwartung des Anwendungsprogramms liegt, da das Modbus-Protokoll die Bedeutung eines bestimmten Werts eines bestimmten Registers nicht kennt.
4	Follower-Gerätefehler	Ein nicht behebbarer Fehler trat auf, während der Server (oder Follower) versuchte, die angeforderte Aktion auszuführen.

Tabelle 12.19 Modbus-Ausnahmecodes

12.12 Zugriff auf Parameter

12.12.1 Parameterverarbeitung

Die PNU (Parameternummer) wird aus der Registeradresse übersetzt, die in der Modbus-Lese- oder Schreibmeldung enthalten ist. Die Parameternummer wird als (10 x Parameternummer) DEZIMAL für Modbus übersetzt. Beispiel: Messwert *3-12 Frequenzkorrektur Auf/Ab* (16bit): Das Halteregister 3120 enthält den Wert der Parameter. Ein Wert von1352 (Dezimal) bedeutet, dass der Parameter auf 12,52 % eingestellt ist.

Messwert *3-14 Relativer Festsollwert* (32bit): Die Halteregister 3410 und 3411 enthalten die Parameterwerte. Ein Wert von11300 (Dezimal) bedeutet, dass der Parameter auf 1113,00 eingestellt ist.

Weitere Informationen zu den Parametern, zur Größe und zum Umrechnungsindex finden Sie im Programmierhandbuch des jeweiligen Produkts.

12.12.2 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.

12.12.3 IND (Index)

Einige Parameter im Frequenzumrichter sind Arrayparameter, z. B. *3-10 Festsollwert*. Da der Modbus keine Arrays in Halteregistern unterstützt, hat der Frequenzumrichter das Halteregister 9 als Zeiger zum Array reserviert. Stellen Sie das Halteregister 9 ein, bevor ein Arrayparameter ausgelesen oder geschrieben wird. Wenn Sie das Halteregister auf den Wert 2 einstellen, werden alle Lese-/Schreibevorgänge zu Arrayparametern mit 2 indiziert.

12.12.4 Textblöcke

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

12.12.5 Umrechnungsfaktor

Die verschiedenen Attribute jedes Parameters sind im Abschnitt Werkseinstellungen aufgeführt. Da ein Parameterwert nur als ganze Zahl übertragen werden kann, muss zur Übertragung von Dezimalzahlen ein Umrechnungsfaktor benutzt werden.

12.12.6 Parameterwerte

Standarddatentypen
Standarddatentypen sind int 16, int 32, uint 8, uint 16 und uint 32. Sie werden als 4x-Register gespeichert (40001–4FFFF). Die Parameter werden über die Funktion 03hex „Halteregister lesen“ gelesen. Parameter werden über die Funktion 6hex „Einzelregister voreinstellen“ für 1 Register (16 Bit) und die Funktion 10hex „Mehrere Register voreinstellen“ für 2 Register (32 Bit) geschrieben. Lesbare Längen reichen von 1 Register (16 Bit) bis zu 10 Registern (20 Zeichen).

Nicht-standardmäßige Datentypen
Nichtstandarddatentypen sind Textblöcke und werden als 4x-Register gespeichert (40001–4FFFF). Die Parameter werden über Funktion 03hex „Halteregister 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).

12.13 Danfoss FC-Steuerprofil

12.13.1 Steuerwort gemäß FC-Profil (*8-10 Steuerprofil* = FC-Profil)

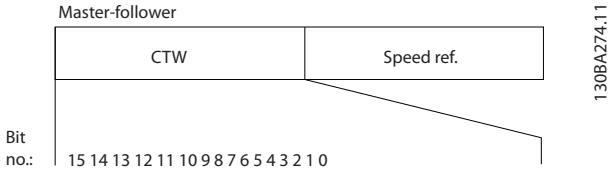


Abbildung 12.16 Steuerwort

Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	Externe Anwahl lsb
01	Sollwert	Externe Anwahl msb
02	DC-Bremse	Rampe
03	Motorfreilauf	Kein Motorfreilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Ausgangsfrequenz halten	Rampe verwenden
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Reset
08	Ohne Funktion	Festdrz. JOG
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Relais 01 aktiv
12	Ohne Funktion	Relais 02 aktiv
13	Parametersatzanwahl	(lsb)
14	Parametersatzanwahl	(msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

Tabelle 12.20 Steuerwort-Bits

Erklärung der Steuerbits

Bits 00/01
Bit 00 und 01 werden benutzt, um zwischen den vier Sollwerten zu wählen, deren Vorprogrammierung Sie unter *3-10 Festsollwert* gemäß *Tabelle 12.21* finden.

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

Tabelle 12.21 Sollwerte

HINWEIS

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

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

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

In *8-50 Motorfreilauf* definieren Sie, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion an einem digitalen Eingang verknüpft ist.

Bit 04, Schnellstopp
Bit 04 = „0“: Lässt die Motordrehzahl bis zum Stopp absinken (eingestellt in *3-81 Rampenzeit Schnellstopp*).

Bit 05, Frequenzausgang halten
Bit 05 = „0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz (in Hz) wird gespeichert. Sie können die gespeicherte Drehzahl dann nur an den Digitaleingängen (*5-10 Klemme 18 Digitaleingang* bis *5-15 Klemme 33 Digitaleingang*), programmiert für *Drehzahl auf* und *Drehzahl ab*, ändern.

HINWEIS

Ist Ausgangsfrequenz speichern aktiv, kann der Frequenzumrichter nur gestoppt werden durch Auswahl von:

- **Bit 03, Motorfreilauf stopp**
- **Bit 02, DC-Bremsung**
- **Digitaleingang (*5-10 Klemme 18 Digitaleingang* bis *5-15 Klemme 33 Digitaleingang*) auf *DC-Bremse*, *Freilaufstopp* oder *Reset* und *Freilaufstopp* programmiert.**

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

In *8-53 Start* definieren Sie, wie Bit 06 Rampenstart/-stopp mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 07, Reset
Bit 07 = „0“: Kein Reset. Bit 07 = „1“: Reset einer Abschaltung. Reset wird auf der ansteigenden Signalflanke aktiviert, d. h., beim Übergang von logisch „0“ zu logisch „1“.

Bit 08, Jog
Bit 08 = „1“: Die Ausgangsfrequenz wird durch *3-19 Festdrehzahl Jog [UPM]* bestimmt.

Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2
Bit 09 = „0“: Rampe 1 ist aktiv (*3-41 Rampenzeit Auf 1* bis *3-42 Rampenzeit Ab 1*). Bit 09 = „1“: Rampe 2 (*3-51 Rampenzeit Auf 2* bis *3-52 Rampenzeit Ab 2*) ist aktiv.

Bit 10, Daten nicht gültig/Daten gültig
Teilt dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort benutzt oder ignoriert wird.
Bit 10 = „0“: Das Steuerwort wird ignoriert. Bit 10 = „1“: Das Steuerwort wird verwendet. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Deaktivieren des Steuerworts, wenn dieses beim Aktualisieren oder Lesen von Parametern nicht verwendet werden soll.

Bit 11, Relais 01
Bit 11 = „0“: Relais nicht aktiviert.
Bit 11 = „1“: Relais 01 ist aktiviert, vorausgesetzt in *5-40 Relaisfunktion* wurde *Steuerwort Bit 11* gewählt.

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

Bit 13/14, Parametersatzanwahl
Mit Bit 13 und 14 können Sie unter den in *Tabelle 12.22* aufgeführten vier Parametersätzen auswählen.

Parametersatz	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabelle 12.22 4 Menüparametersätze

Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in *0-10 Aktiver Satz* gewählt ist.

In *8-55 Satzanwahl* definieren Sie, wie Bit 13/14 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 15 Reversierung
Bit 15 = „0“: Keine Reversierung.
Bit 15 = „1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist Reversierung in *8-54 Reversierung* auf Digital eingestellt. Bit 15 löst nur dann eine Reversierung aus, wenn eine serielle Schnittstelle, Bus ODER Klemme oder Bus UND Klemme gewählt ist.

12.13.2 Zustandswort gemäß FC-Profil (STW) (*8-10 Steuerprofil* = FC-Profil)

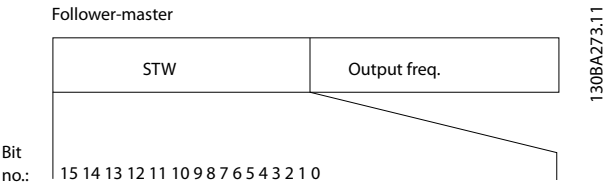


Abbildung 12.17 Zustandswort

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
01	FU nicht bereit	Bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	Kein Fehler	Fehler (keine Abschaltung)
05	Reserviert	-
06	Kein Fehler	Abschaltblockierung
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Ohne Funktion	In Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, Auto Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

Tabelle 12.23 Zustandswort-Bits

Erläuterung der Zustandsbits

Bit 00, Steuerung nicht bereit/bereit
Bit 00 = „0“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet.
Bit 00 = „1“: Der Frequenzumrichterregler ist bereit, es liegt jedoch möglicherweise keine Stromversorgung zum Leistungsteil vor (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

Bit 01, Frequenzumrichter bereit
Bit 01 = „1“: Der Frequenzumrichter ist betriebsbereit, aber der Freilaufbefehl ist über die Digitaleingänge oder über serielle Kommunikation aktiv.

Bit 02, Motorfreilaufstopp
Bit 02 = „0“: Der Frequenzumrichter gibt den Motor frei.
Bit 02 = „1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor mit einem Startbefehl.

Bit 03, Kein Fehler/keine Abschaltung
Bit 03 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Um den Fehler zurückzusetzen, muss ein [Reset] ausgeführt werden.

Bit 04, Kein Fehler/Fehler (keine Abschaltung)
Bit 04 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 04 = „1“: Der Frequenzumrichter meldet einen Fehler, aber schaltet nicht ab.

Bit 05, Nicht verwendet
Bit 05 wird im Zustandswort nicht benutzt.

Bit 06, Kein Fehler/Abschaltsperre
Bit 06 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 06 = „1“: Der Frequenzumrichter ist abgeschaltet und blockiert.

Bit 07, Keine Warnung/Warnung
Bit 07 = „0“: Es liegen keine Warnungen vor. Bit 07 = „1“: Eine Warnung liegt vor.

Bit 08, Drehzahl ≠ Sollwert/Drehzahl = Sollwert
Bit 08 = „0“: Der Motor läuft, die aktuelle Drehzahl entspricht aber nicht dem voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. bei der Rampe auf/ab der Fall sein.
Bit 08 = „1“: Die Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ort-Betrieb/Bussteuerung
Bit 09 = „0“: Es wurde die [STOP/RESET]-Taste am LCP betätigt oder in *3-13 Sollwertvorgabe* auf *Ort-Steuerung* umgestellt. Die Steuerung über eine serielle Schnittstelle ist nicht möglich.
Bit 09 = „1“: Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle oder Klemmen gesteuert werden.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten
Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den Wert in *4-11 Min. Drehzahl [UPM]* oder *4-13 Max. Drehzahl [UPM]* erreicht.
Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz ist innerhalb der festgelegten Grenzen.

Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb
Bit 11 = „0“: Der Motor läuft nicht.
Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal, oder die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

Bit 12, FU OK/gestoppt, autom. Start
Bit 12 = „0“: Es liegt keine vorübergehende Übertemperatur des Wechselrichters vor.
Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter wird aufgrund einer Übertemperatur angehalten, aber die Einheit wird nicht abgeschaltet und nimmt nach Beseitigung der Übertemperatur den Betrieb wieder auf.

Bit 13, Spannung OK/Grenze überschritten
Bit 13 = „0“: Es liegen keine Spannungswarnungen vor.
Bit 13 = „1“: Die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters ist zu hoch bzw. zu niedrig.

Bit 14, Drehmoment OK/Grenze überschritten
Bit 14 = „0“: Der Motorstrom liegt unter der in *4-18 Stromgrenze* gewählten Drehmomentgrenze.
Bit 14 = „1“: Die Drehmomentgrenze in *4-18 Stromgrenze* ist überschritten.

Bit 15, Timer OK/Grenze überschritten
Bit 15 = „0“: Die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz des Frequenzumrichters überschreiten nicht 100 %.
Bit 15 = „1“: Einer der Timer überschreitet 100 %.

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

12.13.3 Bus (Drehzahl) Sollwert

Der Sollwert für die Drehzahl wird an den Frequenzumrichter als relativer Wert in % übermittelt. Der Wert wird in Form eines 16-Bit-Wortes übermittelt. In Ganzzahlen (0-32767) entspricht der Wert 16384 (4000 Hex) 100 %. Negative Werte werden über Zweier-Komplement formatiert. Die aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW) wird auf gleiche Weise wie der Bussollwert skaliert.

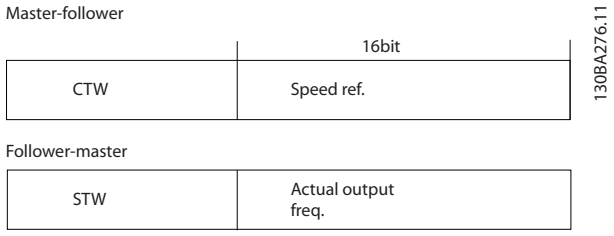


Abbildung 12.18 Aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW)

Der Sollwert und HIW werden wie folgt skaliert:

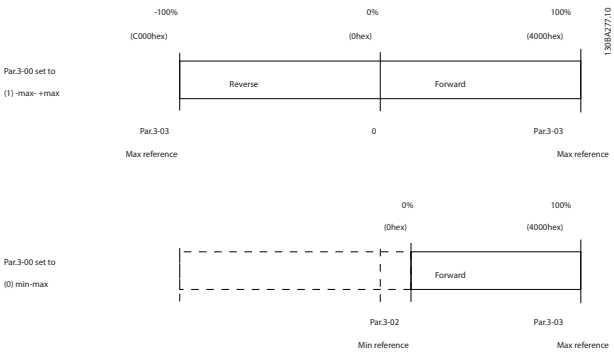


Abbildung 12.19 Sollwert und HIW

12

12.13.4 Steuerwort gemäß PROFIdrive-Profil (CTW)

Das Steuerwort dient zum Senden von Befehlen vom Master (z. B. einem PC) an einen Follower.

Bit	Bit=0	Bit = 1
00	AUS 1	EIN 1
01	AUS 2	EIN 2
02	AUS 3	EIN 3
03	Motorfreilauf	Kein Motorfreilauf
04	Schnellstopp	Ramp
05	Pulsausgang halten	Rampe verwenden
06	Rampe stoppen	Start
07	Ohne Funktion	Reset
08	Festdrehzahl JOG 1 AUS	Festdrehzahl JOG 1 EIN
09	Festdrehzahl JOG 2 AUS	Festdrehzahl JOG 2 EIN
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Frequenzkorrektur Ab
12	Ohne Funktion	Frequenzkorrektur Auf
13	Parametersatzanwahl	(lsb)
14	Parametersatzanwahl	(msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

Tabelle 12.24 Steuerwort-Bits

Erläuterung der Steuerbits

Bit 00, AUS 1/EIN 1
Normale Rampenstopps mit den Rampenzeiten der tatsächlich ausgewählten Rampe.
Bit 00=„0“ führt zum Stopp und zur Aktivierung des Ausgangs Relais 1 oder 2, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz beträgt und wenn [Relais 123] in *5-40 Relaisfunktion* ausgewählt wurde.
Wenn Bit 0=„1“, befindet sich der Frequenzumrichter in Zustand 1: „Einschalten gesperrt“.

Bit 01, AUS 2/EIN 2
Motorfreilaufstopp
Wenn Bit 01=„0“, werden Motorfreilaufstopp und die Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2 durchgeführt, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz beträgt und wenn [Relay 123] in *5-40 Relaisfunktion* ausgewählt wurde.

Bit 02, AUS 3/EIN 3
Schnellstopp unter Verwendung der Rampenzeit von *3-81 Rampenzeit Schnellstopp*. Wenn Bit 02=„0“, werden ein Schnellstopp und die Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2 durchgeführt, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz beträgt und wenn [Relais 123] in *5-40 Relaisfunktion* ausgewählt wurde.
Wenn Bit 02=„1“, befindet sich der Frequenzumrichter in Zustand 1: „Einschalten gesperrt“.

Bit 03, Motorfreilauf/Kein Motorfreilauf
Freilaufstopp Bit 03=„0“ führt zu einem Stopp.
Wenn Bit 03=„1“ ist, kann der Frequenzumrichter starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

HINWEIS

Die Auswahl in *8-50 Motorfreilauf* legt fest, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

Bit 04, Schnellstopp/Rampe
Schnellstopp unter Verwendung der Rampenzeit von *3-81 Rampenzeit Schnellstopp*.
Wenn Bit 04=„0“ ist, wird ein Schnellstopp durchgeführt.
Wenn Bit 04=„1“ ist, kann der Frequenzumrichter starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

HINWEIS

Die Auswahl in *8-51 Schnellstopp* legt fest, wie Bit 04 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

Bit 05, Pulsausgang halten/Rampe verwenden
Wenn Bit 05=„0“ ist, wird die aktuelle Ausgangsfrequenz beibehalten, auch wenn der Sollwert geändert wird.
Wenn Bit 05=„1“ ist, kann der Frequenzumrichter wieder seine Regulierungsfunktion übernehmen; der Betrieb wird gemäß dem entsprechenden Sollwert ausgeführt.

Bit 06, Rampe Stopp/Start
Normaler Rampenstopp unter Verwendung der Rampenzeiten der tatsächlichen Rampe (wie gewählt). Zudem wird Ausgangsrelais 01 oder 04 aktiviert, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz beträgt und wenn Relais 123 in *5-40 Relaisfunktion* ausgewählt wurde. Bit 06=„0“ führt zu einem Stopp. Wenn Bit 06=„1“ ist, kann der Frequenzumrichter starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

HINWEIS

Die Auswahl in *8-53 Start* legt fest, wie Bit 06 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

Bit 07, Keine Funktion/Reset
Reset nach einem Abschalten.
Bestätigt das Ereignis im Fehlerpuffer.
Wenn Bit 07=„0“ ist, wird ein Schnellstopp durchgeführt.
Bei einer Änderung des Neigungswinkels von Bit 07 auf „1“ wird nach dem Ausschalten ein Reset durchgeführt.

Bit 08, Festdrehzahl JOG 1 AUS/EIN
Aktivierung der vorprogrammierten Drehzahl in *8-90 Bus-Festdrehzahl 1*. JOG 1 ist nur möglich, wenn Bit 04=„0“ und Bit 00-03=„1“.

Bit 09, Festdrehzahl JOG 2 AUS/EIN
Aktivierung der vorprogrammierten Drehzahl in *8-91 Bus-Festdrehzahl 2*. JOG 2 ist nur möglich, wenn Bit 04=„0“ und Bit 00-03=„1“.

Bit 10, Daten nicht gültig/Daten gültig
Teilt dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort benutzt oder ignoriert wird.
Bit 10=„0“ führt dazu, dass das Steuerwort ignoriert wird.
Bit 10=„1“ führt dazu, dass das Steuerwort verwendet wird.
Diese Funktion ist relevant, da das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Sie können also das Steuerwort deaktivieren, wenn es nicht in Verbindung mit der Aktualisierung oder dem Lesen von Parametern benutzt werden soll.

Bit 11, Keine Funktion/Frequenzkorrektur ab
Reduziert den Drehzahlsollwert um den in *3-12 Frequenzkorrektur Auf/Ab* angegebenen Wert. Wenn Bit 11=„0“, wird keine Änderung des Sollwerts durchgeführt. Wenn Bitt 11=„1“, wird der Sollwert herabgesetzt.

Bit 12, Keine Funktion/Frequenzkorrektur Auf
Erhöht den Drehzahlsollwert um den in *3-12 Frequenzkorrektur Auf/Ab* angegebenen Wert.
Wenn Bit 12=„0“, wird keine Änderung des Sollwerts durchgeführt.
Wenn Bit 12=„1“, wird der Sollwert erhöht.
Wenn sowohl Verlangsamen als auch Beschleunigen aktiviert sind (Bit 11 und 12=„1“), hat das Verlangsamen Priorität. Dies bedeutet, dass der Drehzahlsollwert verringert wird.

Bits 13/14, Satzanwahl
Mit Bit 13 und 14 können die vier Parametersätze entsprechend *Tabelle 12.25* gewählt werden:

Die Funktion ist nur dann möglich, wenn *[9] Externe Anwahl* in *0-10 Aktiver Satz* ausgewählt ist. Die Auswahl in *8-55 Satzanwahl* legt fest, wie Bit 13 und 14 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft sind. Ein Umschalten zwischen den Parametersätzen bei laufendem Motor ist nur möglich, wenn diese in *0-12 Satz verknüpfen mit* verknüpft wurden.

Parametersatz	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabelle 12.25 Konfigurationsauswahl

Bit 15, Keine Funktion/Reversierung
Wenn Bit 15=„0“, wird keine Reversierung ausgelöst.
Bit 15=„1“ verursacht Reversierung.
Bemerkung: n der Werkseinstellung ist Reversierung in *8-54 Reversierung* auf *digital* eingestellt.

HINWEIS

Bit 15 löst nur dann eine Reversierung aus, wenn eine *serielle Schnittstelle*, *Bus ODER Klemme* oder *Bus UND Klemme* gewählt ist.

12.13.5 Zustandswort gemäß PROFIdrive-Profil (STW)

Das Zustandswort wird verwendet, um den Master (zum Beispiel einen PC) über den Betriebsmodus des Follower zu informieren.

Bit	Bit=0	Bit = 1
00	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
01	FU nicht bereit	Bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	AUS 2	EIN 2
05	AUS 3	EIN 3
06	Start möglich	Start nicht möglich
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Ohne Funktion	In Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, Autom.Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

Tabelle 12.26 Zustandswort-Bits

Erläuterung der Zustandsbits

Bit 00, Steuerung nicht bereit/bereit
Wenn Bit 00=„0“, ist Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3) – andernfalls wird der Frequenzumrichter ausgeschaltet (Abschaltung).
Wenn Bit 00=„1“, ist die Frequenzumrichtersteuerung bereit, es gibt jedoch möglicherweise keine Spannungsversorgung für die vorhandene Einheit (im Fall einer externen 24-V-Versorgung des Steuerungssystems).

Bit 01, VLT nicht bereit/bereit
Gleiche Bedeutung wie Bit 00, es liegt jedoch eine Stromversorgung der Leistungseinheit vor. Der Frequenzumrichter ist bereit, wenn er die erforderlichen Startsignale empfängt.

Bit 02, Motorfreilauf/aktivieren
Wenn Bit 02=„0“, ist Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3; oder Motorfreilauf) – andernfalls wird der Frequenzumrichter ausgeschaltet (Abschaltung).
Wenn Bit 02=„1“, sind Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts gleich „1“; der Frequenzumrichter wird nicht abgeschaltet.

Bit 03, Kein Fehler/Keine Abschaltung
Wenn Bit 03=„0“, liegt keine Fehlerbedingung für den Frequenzumrichter vor.
Wenn Bit 03=„1“, wurde der Frequenzumrichter abgeschaltet und kann erst nach einem Resetsignal wieder starten.

Bit 04, EIN 2/AUS 2
Wenn Bit 01 des Steuerworts gleich „0“ ist, dann ist Bit 04=„0“.
Wenn Bit 01 des Steuerworts gleich „1“ ist, dann ist Bit 04=„1“.

Bit 05, EIN 3/AUS 3
Wenn Bit 02 des Steuerworts gleich „0“ ist, dann ist Bit 05=„0“.
Wenn Bit 02 des Steuerworts gleich „1“ ist, dann ist Bit 05=„1“.

Bit 06, Start möglich/Start nicht möglich
Wenn PROFIdrive in *8-10 Steuerwortprofil* ausgewählt wurde, ist Bit 06 „1“ nach einer Abschaltungsbestätigung, nach der Aktivierung von AUS2 oder AUS3, und nach dem Anschalten der Netzspannung. Start nicht möglich wird zurückgesetzt, wenn Bit 00 des Steuerworts auf „0“ gesetzt wird und Bit 01, 02 und 10 „1“ gesetzt werden.

Bit 07, Keine Warnung/Warnung
Bit 07=„0“ bedeutet, dass keine Warnungen vorliegen.
Bit 07=„1“ bedeutet, dass eine Warnungen vorliegt.

Bit 08, Drehzahl≠ Sollwert/Drehzahl = Sollwert
Wenn Bit 08=„0“, weicht die aktuelle Motordrehzahl vom eingerichteten Drehzahlsollwert ab. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn die Drehzahl beim Starten/Stoppen durch Rampe auf/ab geändert wird.
Wenn Bit 08=„1“, entspricht die aktuelle Motordrehzahl dem eingerichteten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ort-Betrieb/Bussteuerung
Bit 09=„0“ zeigt an, dass der Frequenzumrichter mit der [Stop]-Taste am LCP gestoppt wurde oder dass [Umschalt. Hand/Auto] oder [Ort] in *3-13 Sollwertvorgabe* ausgewählt wurden.
Wenn Bit 09=„1“, kann der Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle gesteuert werden.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten/Frequenzgrenze OK
Wenn Bit 10=„0“, befindet sich die Ausgangsfrequenz außerhalb der in *4-52 Warnung Drehz. niedrig* und *4-53 Warnung Drehz. hoch* festgelegten Grenzen.
Wenn Bit 10=„1“, liegt die Ausgangsfrequenz innerhalb der angegebenen Grenzwerte.

Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb
Wenn Bit 11=„0“, dreht sich der Motor nicht.
Wenn Bit 11=„1“, so hat der Frequenzumrichter ein Startsignal, oder die Ausgangsfrequenz liegt über 0 Hz.

Bit 12, FU OK/gestoppt, autom.Start
Wenn Bit 12=„0“, ist derzeit keine Überlast im Wechselrichter vorhanden.
Wenn Bit 12=„1“, wurde der Wechselrichter aufgrund von Überlastung gestoppt. Allerdings wurde der Frequenzumrichter nicht ausgeschaltet (Alarm) und startet erneut, sobald die Überlastung beendet ist.

Bit 13, Spannung OK/Spannung überschritten
Wenn Bit 13=„0“, liegt die Spannung des Frequenzumrichters innerhalb der festgelegten Grenzwerte.
Wenn Bit 13=„1“, ist die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters zu hoch oder zu niedrig.

Bit 14, Drehmoment OK/Drehmoment überschritten
Wenn Bit 14=„0“, liegt das Motordrehmoment unterhalb des in *4-16 Momentengrenze motorisch* oder *4-17 Momentengrenze generatorisch* gewählten Grenzwerts.
Wenn Bit 14=„1“, ist der in *4-16 Momentengrenze motorisch* oder *4-17 Momentengrenze generatorisch* gewählten Grenzwert überschritten.

Bit 15, Timer OK/Timer überschritten
Wenn Bit 15=„0“, haben die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz des Frequenzumrichters 100 % nicht überschritten.
Wenn Bit 15=„1“, so hat einer der Timer 100 % überschritten.

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Index

A

Abgeschirmt... 136
Abgeschirmtes Kabel... 19
Abkürzungen... 8
Ableitstrom... 14, 116, 117, 139
Abmessungen... 112
Abschirmblech... 136
Allgemeine Schutzmaßnahmen... 11
AMA mit angeschlossener Kl. 27... 148
AMA ohne angeschlossene Kl. 27... 148
Analogausgang... 75, 157
Analogeingänge... 74, 157
Analoger Drehzahlsollwert... 149
Anschlussplan... 17
Anstiegzeit... 83
Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)... 49
Anwendungen mit variablem (quadratischem) Drehmoment (VT)... 49
Anzugsmoment für vordere Abdeckung... 112, 113
Applikationsbeispiele... 148
Aufstellung... 114
Ausgang, 24 V DC... 75
Ausgangsleistung (U, V, W)... 72
Aussparungen... 118
Automatische Leistungsreduzierung... 39

B

Bestellnummern... 86, 91, 109
Bestellnummern, Oberschwingungsfilter... 105
Bestellnummern, Sinusfilter... 107
Bestellung per Typencode... 86
Bremsfunktion... 61
Brems-IGBT... 15
Bremsleistung... 9, 61
Bremswiderstand... 15, 59, 173
Bremszeit... 60

C

CE-Zeichen... 10

D

DC-Bremse... 191
DC-Busanschluss... 142
Definitionen... 9
DeviceNet... 90
Digitalausgang... 74, 157
Digitaleingänge... 73, 156
Drehmoment, Anziehen der vorderen Abdeckung... 112, 113
Drehmomentkennlinie... 72
Drehmomentregelung... 19
Drehzahl-Sollwert... 148, 150

E

Effizienz... 85
Eingangsstrom... 19, 116
Elektrische Störungen... 116
Elektromechanische Bremse... 153
EMV-Emissionen... 52
EMV-Filter... 50, 85
EMV-Prüfergebnisse... 53
EMV-Richtlinie... 10
EMV-Schutzmaßnahmen... 180
EMV-Störungen... 19
Entladungszeit... 13
Entsorgungshinweise... 11
Erschütterungen... 50
Externe Alarmquittierung... 150
Extreme Betriebszustände... 38

F

Feldgebundene Störaussendung... 53
Festdrehzahl JOG... 192
Festdrehzahlen... 150
Filter... 51
Flux... 22, 23
Frequenzkorrektur Auf/Ab... 32
Funktionscode... 189

G

Galvanische Trennung... 167
Gleichrichter... 15

H

Harmonic Calculation Software (HCS)... 143
HCS... 143
Hochspannung... 13
Hochspannungsprüfung... 146
Höchsttemperatur... 48
HTL-Drehgeber... 169

Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

I

Instandhaltung ... 51
IP21/Typ 1-Gehäusesatz ... 174

K

Kabel, abgeschirmt ... 136
Kabel, Längen und Querschnitte ... 73
Kabel, Motor ... 143
Kabel, Spezifikationen ... 73
Klemme X30/11, 12 ... 157
Klemme X30/1-4 ... 156
Klemme X30/6, 7 ... 157
Klemme X30/8 ... 157
Kondensation ... 48
Konventionen ... 8
Kühlung ... 49, 50
Kühlungsbedingungen ... 114
Kurzschluss (Motorphase – Phase) ... 38
Kurzschlussverhältnis ... 57

L

LCP ... 29, 176
Leistung ... 76
Leistungsreduzierung, Betrieb mit niedriger Drehzahl ... 49
Leistungsreduzierung, manuell ... 49
Leistungsreduzierung, niedriger Luftdruck ... 49
Leitungsgeführte Störaussendung ... 53
Luftfeuchtigkeit ... 48
Luftzirkulation ... 51

M

Maschinenrichtlinie ... 10
Massekabel ... 116
MCT 10 ... 143
MCT 31 ... 143
Mechanische Bremse ... 43
Mechanische Bremssteuerung ... 152
Modbus RTU ... 186
Modbus-Ausnahmecode ... 189
Montagezubehörtagezubehör A1 ... 91
Motoranschluss ... 136
Motorausgang ... 72
Motorfreilauf ... 9, 191, 192
Motor-Istwert ... 23
Motorkabel ... 19, 116, 136, 143
Motorkaltleiter ... 151
Motorleistung ... 116
Motorphasen ... 38
Motorspannung ... 82

N

Netzausfall ... 42
Netztrennschalter ... 141
Netzversorgung ... 10, 56, 67, 68, 69, 72
Netzwerkverbindung ... 180
Niederspannungsrichtlinie ... 10

O

Oberschwingungsfilter ... 105
Optionale Geräte ... 8
Optionen und Zubehör ... 91

P

PELV ... 148
PID ... 19, 21, 24, 167
PID-Drehzahl ... 19, 21, 24
PID-Prozessregler ... 27
Potentialausgleich ... 116
Potentiometer ... 150
Profibus ... 90
Programmierung von Momentengrenze und Stopp ... 153
Protokollübersicht ... 181
Puls-/Drehgeber-Eingänge ... 74
Pulsbreitenmodulation ... 15
Puls-Start/Stopp ... 149
Puls-Start/Stopp invers ... 149

Q

Qualifiziertes Personal ... 13

R

Referenz ... 148
Relaisanschluss ... 140
Relaisausgänge ... 75
Reversierung ... 150
RS-485 ... 151, 179
RS-485 Installation und Konfiguration ... 179
RS-485 Serielle Schnittstelle ... 75

S

Safe Stop 1 ... 168

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

Safe Torque Off..... 149, 168
Schalten am Ausgang..... 39
Schaltschrankheizung..... 48
Schutz..... 58
Schutz von Nebenstromkreisen..... 126
Seite-an-Seite-Installation..... 114
Sensor..... 167, 169
Sensorstrom..... 15
Serielle Kommunikation..... 75
Serielle USB-Schnittstelle..... 75
Sicherheitsanforderungen..... 111
Sicherheitsbezogenes Steuerungssystem..... 169
Sicherung..... 126
Signal..... 168, 169
Sinusfilter..... 15, 107, 136, 173
Skalierung..... 32
Software-Versionen..... 91
Sollwert speichern..... 32
Sollwertgrenzen..... 32
Spannungsniveau..... 73
Start-/Stopp-Befehl..... 149
Staub..... 50
Steuerkabel..... 19, 116
Steuerkarte..... 75, 76
Steuerlogik..... 15
Steuerungseigenschaften..... 76
Steuerwort..... 191, 194
Störaussendungsanforderungen..... 54
Störfestigkeitsanforderungen..... 54
Störgeräusche..... 50, 85

T

Telegrammlänge (LGE)..... 181
Temperatur..... 48
Temperatursensor..... 167
Thermischer Motorschutz..... 193
Thermischer Schutz..... 11
Thermistor..... 10, 148
Thermosensor..... 15
Totzone..... 33
Trägheitsmoment..... 38
Trennschalter..... 122, 126, 127
TTL-Drehgeber..... 169

U

U/f..... 20, 85

Ü

Übersicht zu Modbus RTU..... 185

U

Umgebung..... 72
Umgebungsbedingungen..... 72
Umgebungstemperatur..... 48
Unerwarteter Anlauf..... 13

V

Verdrahtung des Bremswiderstands..... 60
Verknüpfungspunkt..... 56
Vibrationen..... 50
Vom Motor erzeugte Überspannung..... 38
VVC+..... 9, 15, 21

W

Wechselrichter..... 15
Windmühlen-Effekt..... 14

Z

Zustandswort..... 192, 195
Zwischenkreis..... 15, 20, 38, 58, 82
Zwischenkreiskopplung..... 16

 Danfoss A/S © 09/2014 Alle Rechte vorbehalten.

www.danfoss.com/drives

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen der angemessenen und zumutbaren Änderungen an seinen Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
www.danfoss.com/drives