ENGINEERING TOMORROW

Projektierungshandbuch
VLT® HVAC Basic Drive FC 101

www.danfoss.de/vlt

Inhaltsverzeichnis

1 Lesen des Projektierungshandbuchs 6
1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs 6
1.2 Document and Software Version 6
1.3 Safety Symbols 6
1.4 Abkürzungen 7
1.5 Zusätzliche Materialien 7
1.6 Definitions 7
1.7 Power Factor 10
1.8 Übereinstimmung mit Vorschriften 10
1.8.1 CE-Zeichen 10
1.8.2 UL-Konformität 11
1.8.3 Zeichen für RCM-Konformität 11
1.8.4 EAC 11
1.8.5 UkrSEPRO 11
2 Sicherheit 12
2.1 Qualifiziertes Personal 12
2.2 Sicherheitsmaßnahmen 12
3 Einführung in VLT® HVAC Drive 14
3.1 Vorteile 14
3.1.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Regelung von Lüftern und Pumpen 14
3.1.2 Der klare Vorteil: Energieeinsparung 14
3.1.3 Beispiele für Energieeinsparungen 14
3.1.4 Vergleich der Energieeinsparungen 15
3.1.5 Beispiel mit variablem Durchfluss über 1 Jahr 16
3.1.6 Bessere Regelung 17
3.1.7 Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter nicht erforderlich 17
3.1.8 Das Verwenden eines Frequenzumrichters spart Geld 17
3.1.9 Ohne einen Frequenzumrichter 18
3.1.10 Mit einem Frequenzumrichter 19
3.1.11 Anwendungsbeispiele 20
3.1.12 Variabler Luftvolumenstrom 20
3.1.13 Die VLT®-Lösung 20
3.1.14 Konstanter Luftvolumenstrom 21
3.1.15 Die VLT®-Lösung 21
3.1.16 Kühlturmgebläse 22
3.1.17 Die VLT®-Lösung 22
3.1.18 Kondenswasserpumpen 23

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.1.19 Die VLT®-Lösung 23
3.1.20 Primärpumpen 24
3.1.21 Die VLT®-Lösung 24
3.1.22 Hilfspumpen 26
3.1.23 Die VLT®-Lösung 26
3.2 Steuerungsaufbau 27
3.2.1 Regelungsstruktur ohne Rückführung 27
3.2.2 PM/EC+ Motorsteuerung 27
3.2.3 Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On) 27
3.2.4 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung) 28
3.2.5 Istwertumwandlung 28
3.2.6 Sollwertverarbeitung 29
3.2.7 Optimierung des PID-Reglers 30
3.2.8 Manuelle PI-Anpassung 30
3.3 Betriebsbedingungen 30
3.4 Allgemeine EMV-Aspekte 36
3.4.1 Übersicht über EMV-Emissionen 36
3.4.2 Emissionsanforderungen 38
3.4.3 Prüfergebnisse EMV-Emission 39
3.4.4 Übersicht über Oberschwingungsemission 40
3.4.5 Oberschwingungsemissionsanforderungen 40
3.4.6 Prüfergebnisse für Oberschwingungsströme (Emission) 40
3.4.7 Störfestigkeitsanforderungen 42
3.5 Galvanische Trennung (PELV) 43
3.6 Erdableitstrom 43
3.7 Extreme Betriebszustände 44
3.7.1 Thermischer Motorschutz (ETR) 44
3.7.2 Thermistoreingänge 45

4 Auswahl und Bestellung 47
4.1 Typencode 47
4.2 Optionen und Zubehör 48
4.2.1 Bedieneinheit (LCP) 48
4.2.2 LCP-Montage an der Vorderseite des Bedienteils 48
4.2.3 Gehäuseabdeckung IP21/NEMA Typ 1 49
4.2.4 Abschirmblech 51
4.3 Bestellnummern 52
4.3.1 Optionen und Zubehör 52
4.3.2 Oberschwingungsfilter 53
4.3.3 Externer EMV-Filter 54

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

5 Installation 55
5.1 Elektrische Installation 55
5.1.1 Netz- und Motoranschluss 57
5.1.2 EMV-gerechte elektrische Installation 62
5.1.3 Steuerklemmen 64

6 Programmieren 65
6.1 Einführung 65
6.2 LCP Bedienteil 65
6.3 Menüs 66
6.3.1 Statusmenü 66
6.3.2 Quick Menu 66
6.3.3 Main Menu 80
6.4 Schnelle Übertragung von Parametereinstellungen zwischen mehreren Frequenzumrichtern 81
6.5 Anzeigen und Programmieren von indizierten Parametern 81
6.6 Initialisierung auf Werkseinstellungen 81

7 RS485 Installation und Konfiguration 83
7.1 RS485 83
7.1.1 Übersicht 83
7.1.2 Netzwerkverbindung 83
7.1.3 Hardware-Konfiguration des Frequenzumrichters 83
7.1.4 Parametereinstellungen für Modbus-Kommunikation 84
7.1.5 EMV-Schutzmaßnahmen 84
7.2 FC-Protokoll 85
7.2.1 Übersicht 85
7.2.2 Frequenzumrichter mit Modbus RTU 85
7.3 Parametereinstellungen zum Aktivieren des Protokolls 85
7.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll 85
7.4.1 Inhalt eines Zeichens (Byte) 85
7.4.2 Telegrammaufbau 85
7.4.3 Telegrammlänge (LGE) 86
7.4.4 Frequenzumrichteradresse (ADR) 86
7.4.5 Datensteuerbyte (BCC) 86
7.4.6 Das Datenfeld 86
7.4.7 Das PKE-Feld 86
7.4.8 Parameternummer (PNU) 87
7.4.9 Index (IND) 87
7.4.10 Parameterwert (PWE) 87
7.4.11 Vom Frequenzumrichter unterstützte Datentypen 88

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.4.12 Umwandlung 88
7.4.13 Prozesswörter (PCD) 88
7.5 Beispiele 88
7.5.1 Schreiben eines Parameterwerts 88
7.5.2 Lesen eines Parameterwertes 89
7.6 Übersicht zu Modbus RTU 89
7.6.1 Einführung 89
7.6.2 Übersicht 89
7.6.3 Frequenzumrichter mit Modbus RTU 90
7.7 Netzwerkkonfiguration 90
7.8 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke 90
7.8.1 Einführung 90
7.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau 90
7.8.3 Start-/Stoppfeld 90
7.8.4 Adressfeld 91
7.8.5 Funktionsfeld 91
7.8.6 Datenfeld 91
7.8.7 CRC-Prüffeld 91
7.8.8 Adressieren von Einzelregistern 91
7.8.9 Zugriff über PCD Schreiben/Lesen 93
7.8.10 Steuern des Frequenzumrichters 94
7.8.11 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes 94
7.8.12 Modbus-Ausnahmecodes 95
7.9 Zugriff auf Parameter 95
7.9.1 Parameterverarbeitung 95
7.9.2 Datenspeicherung 95
7.9.3 IND (Index) 95
7.9.4 Textblöcke 95
7.9.5 Umrechnungsfaktor 95
7.9.6 Parameterwerte 96
7.10 Beispiele 96
7.10.1 Spulenzustand lesen (01 Hex) 96
7.10.2 Einzelne Spule erzwingen/schreiben (05 Hex) 96
7.10.3 Mehrere Spulen zwangsetzen/schreiben (0F Hex) 97
7.10.4 Halteregister lesen (03 Hex) 97
7.10.5 Voreingestelltes, einzelnes Register (06 Hex) 98
7.10.6 Voreingestellte multiple Register (10 Hex) 98
7.10.7 Lesen/Schreiben Multiple Register (17 Hex) 98
7.11 Danfoss Frequenzumrichter-Steuerprofil 99
7.11.1 Steuerwort gemäß Frequenzumrichter-Profil (8-10 Protokoll = FC-Profil) 99

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.11.2 Zustandswort gemäß FC-Profil (STW) 101
7.11.3 Bus-Drehzahlsollwert 103

8 Allgemeine technische Daten 104
8.1 Mechanische Abmessungen 104
8.1.1 Seite-an-Seite-Installation 104
8.1.2 Frequenzumrichter-Abmessungen 105
8.1.3 Transportmaße 108
8.1.4 Montage vor Ort 109
8.2 Netzversorgung - Spezifikationen 109
8.2.1 3 x 200–240 V AC 109
8.2.2 3 x 380–480 V AC 110
8.2.3 3 x 525–600 V AC 114
8.3 Sicherungen und Trennschalter 115
8.4 Allgemeine technische Daten 117
8.4.1 Netzversorgung (L1, L2, L3) 117
8.4.2 Motorausgang (U, V, W) 117
8.4.3 Kabellänge und -querschnitt 117
8.4.4 Digitaleingänge 117
8.4.5 Analogeingänge 118
8.4.6 Analogausgang 118
8.4.7 Digitalausgang 118
8.4.8 Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle 119
8.4.9 Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang 119
8.4.10 Relaisausgang 119
8.4.11 Steuerkarte, 10-V-DC-Ausgang 120
8.4.12 Umgebungsbedingungen 120
8.5 DU/Dt 120

Index 123

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

1

1 Lesen des Projektierungshandbuchs

1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs

Dieses Projektierungshandbuch ist für Projektingenieure und Anlagenbauer, Planungsberater sowie Anwendungs- und Produktspezialisten bestimmt. Es enthält technische Informationen zu den Möglichkeiten und Funktionen des Frequenzumrichters zur Integration in Steuerungs- und Überwachungssysteme für Motoren. Detaillierte Informationen bezüglich Betrieb, Anforderungen und Empfehlungen für die Systemintegration sind ebenfalls enthalten. Zudem enthält das Handbuch Informationen zu Netzanschlussbedingung, dem Ausgang für die Motorsteuerung und Betriebsumgebungsbedingungen für den Frequenzumrichter.

Ebenfalls enthalten sind:

- Sicherheitsmerkmale.
- Überwachung der Fehlerbedingung.
- Berichtsfunktionen zur Betriebsbereitschaft.
- Serielle Kommunikationsfunktionen.
- Programmierbare Optionen und Merkmale.

Ebenfalls enthalten sind Konstruktionsdetails wie:

- Systemanforderungen.
- Kabel.
- Sicherungen.
- Steuerleitungen.
- Gerätegrößen und Gewichte.
- Weitere wichtige Informationen, die für die Planung der Systemintegration erforderlich sind.

Die Verfügbarkeit aller detaillierten Produktinformationen in der Projektierungsphase ist für die Entwicklung einer ausgereiften Anlage mit optimaler Funktionalität und Effizienz sehr hilfreich.

VLT® ist eine eingetragene Marke.

1.2 Document and Software Version

Dieses Handbuch wird regelmäßig geprüft und aktualisiert. Verbesserungsvorschläge sind jederzeit willkommen.

Ausgabe	Anmerkungen	Software-version
MG18C8xx	Update auf eine neue Software- und Hardwareversion.	4.2x

Tabelle 1.1 Dokument- und Softwareversion

Ab Softwareversion 4.0x (Produktionswoche 33 2017 und später) ist die Lüfterfunktion für den Kühlkörper mit variabler Drehzahl in Frequenzumrichter bis Leistungsgröße 22 kW (30 hp) 400 V IP20 und 18,5 kW (25 hp) 400 V IP54 integriert. Für diese Funktion sind Software- und Hardware-Updates erforderlich, daraus ergeben sich Einschränkungen hinsichtlich der Abwärtskompatibilität für die Gehäusegrößen H1–H5 und I2–I4. Informationen zu den Einschränkungen finden Sie in *Tabelle 1.2*.

Software-Kompatibilität	Alte Steuerkarte (Produktionswoche 33 2017 oder früher)	Neue Steuerkarte (Produktionswoche 34 2017 oder später)
Alte Software (OSS-Dateiversion 3.xx und niedriger)	Ja	Nein
Neue Software (OSS-Dateiversion 4.xx oder höher)	Nein	Ja
Hardware-Kompatibilität	**Alte Steuerkarte (Produktionswoche 33 2017 oder früher)**	**Neue Steuerkarte (Produktionswoche 34 2017 oder später)**
Alte Leistungskarte (Produktionswoche 33 2017 oder früher)	Ja (nur Software-version 3.xx oder niedriger)	Ja (Software-Update auf Version 4.xx oder höher)
Neue Leistungskarte (Produktionswoche 34 2017 oder später)	Ja (Software-Update auf 3.xx oder niedriger erforderlich, der Lüfter läuft kontinuierlich bei voller Drehzahl)	Ja (nur Software-version 4.xx oder höher)

Tabelle 1.2 Software- und Hardware-Kompatibilität

1.3 Safety Symbols

Folgende Symbole kommen in diesem Handbuch zum Einsatz:

⚠WARNUNG

Weist auf eine potenziell gefährliche Situation hin, die zu schweren Verletzungen oder sogar zum Tod führen kann!

⚠VORSICHT

Weist auf eine potenziell gefährliche Situation hin, die zu leichten oder mittelschweren Verletzungen führen kann. Die Kennzeichnung kann ebenfalls als Warnung vor unsicheren Verfahren dienen.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

HINWEIS

Weist auf eine wichtige Information hin, z. B. eine Situation, die zu Geräte- oder sonstigen Sachschäden führen kann.

1.4 Abkürzungen

°C	Grad Celsius
°F	Grad Fahrenheit
A	Ampere
AC	Wechselstrom
AMA	Automatische Motoranpassung
AWG	American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß
DC	Gleichstrom
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ETR	Elektronisches Thermorelais
FC	Frequenzumrichter
$f_{M,N}$	Motornennfrequenz
kg	Kilogramm
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 Ausgangsnennstrom
kHz	Kilohertz
LCP	Local Control Panel (LCP-Bedieneinheit)
m	Meter
mA	Milliampere
MCT	Motion Control Tool
mH	Millihenry (Induktivität)
min	Minute
ms	Millisekunden
nF	Nanofarad
Nm	Newtonmeter
n_s	Synchrone Motordrehzahl
$P_{M,N}$	Motornennleistung
PCB	Leiterplatte
PELV	PELV (Schutzkleinspannung - Protective Extra Low Voltage)
rückspeisefähig	Generatorische Klemmen
UPM	Umdrehungen pro Minute
s	Sekunde
T_{LIM}	Drehmomentgrenze
$U_{M,N}$	Motornennspannung
V	Volt

Tabelle 1.3 Abkürzungen

1.5 Zusätzliche Materialien

- Die *VLT® HVAC Basic Drive FC101-Kurzanleitung* enthält Basisinformation zu mechanischen Abmessungen, Installation und Programmierung.
- Das *VLT® HVAC Basic Drive FC101-Programmierhandbuch* enthält Informationen über die Programmierung und vollständige Parameterbeschreibungen.
- Danfoss VLT® Energy Box-Software. Wählen Sie *PC-Software Download* unter *www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/vlt-energy-box/*. Die VLT® Energy Box-Software ermöglicht den Vergleich des Energieverbrauchs von mit Danfoss-Frequenzumrichtern angetriebenen HLK-Lüftern und -Pumpen sowie alternativen Verfahren zur Durchflussregelung. Das Tool können Sie zu einer möglichst genauen Projektierung von Kosten, Einsparungen und Amortisierungszeit bei der Nutzung von Danfoss-Frequenzumrichtern für HLK-Lüfter, -Pumpen und -Kühltürme verwenden.

Die technische Dokumentation von Danfoss ist in elektronischer Form auf der im Lieferumfang enthaltenen Dokumentations-CD oder in ausgedruckter Form bei Ihrer Danfoss-Vertriebsniederlassung vor Ort verfügbar.

MCT 10 Konfigurationssoftware-Support

Laden Sie die Software herunter *www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/vlt-motion-control-tool-mct-10/*.

Geben Sie während des Software-Installationsvorgangs den Zugangscode 81463800 ein, um die Funktion FC101 zu aktivieren. Zur Nutzung der Funktion FC101 ist kein Lizenzschlüssel erforderlich.

Die aktuellste Software enthält nicht immer die neuesten Frequenzumrichter-Aktualisierungen. Wenden Sie sich an Ihre Vertriebsniederlassung vor Ort, um die neuesten Frequenzumrichter-Aktualisierungen (Dateityp *.upd) zu erhalten, oder laden Sie diese herunter: *www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/vlt-motion-control-tool-mct-10/#Overview*.

1.6 Definitions

Frequenzumrichter

$I_{VLT, MAX}$

Der maximale Ausgangsstrom des Frequenzumrichters.

$I_{VLT,N}$

Der vom Frequenzumrichter gelieferte Ausgangsnennstrom.

$U_{VLT, MAX}$

Die maximale Ausgangsspannung des Frequenzumrichters.

Eingang

Sie können den angeschlossenen Motor über das LCP und die Digitaleingänge starten und stoppen. Die Funktionen sind in zwei Gruppen unterteilt, wie in *Tabelle 1.4*

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

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

Gruppe 1	Reset, Freilaufstopp, Reset und Freilaufstopp, Schnellstopp, DC-Bremse, Stopp und [Off].
Gruppe 2	Start, Puls-Start, Reversierung, Start Rücklauf, Festdrehzahl JOG und Ausgangsfrequenz speichern.

Tabelle 1.4 Steuerbefehle

Motor

f_{JOG}
Die Motorfrequenz (Festfrequenz „Jog“), wählbar über Digitaleingang oder Bus, wenn die Funktion Festdrehzahl JOG aktiviert ist.

f_M
Die Motorfrequenz.

f_{MAX}
Die maximale Motorfrequenz.

f_{MIN}
Die minimale Motorfrequenz.

$f_{M,N}$
Die Motornennfrequenz (Typenschilddaten).

I_M
Der Motorstrom.

$I_{M,N}$
Der Motornennstrom (Typenschilddaten).

$n_{M,N}$
Die Motornenndrehzahl (Typenschilddaten).

$P_{M,N}$
Die Motornennleistung (Typenschilddaten).

U_M
Die momentane Motorspannung.

$U_{M,N}$
Die Motornennspannung (Typenschilddaten).

Losbrechmoment

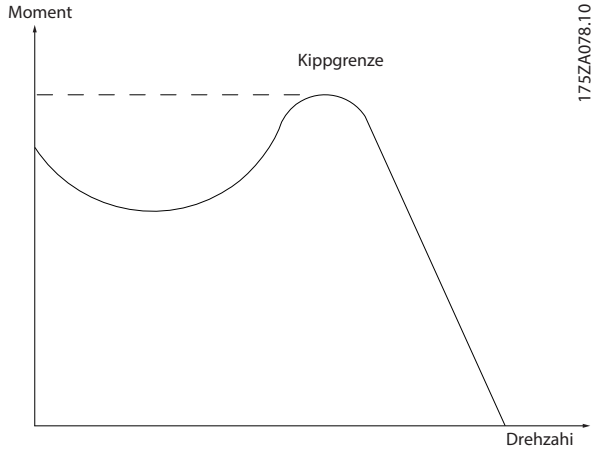


Abbildung 1.1 Losbrechmoment

η_{VLT}
Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ist definiert als das Verhältnis zwischen Leistungsabgabe und Leistungsaufnahme.

Einschaltsperrbefehl
Ein Stoppbefehl, der zur Gruppe 1 der Steuerbefehle gehört – siehe *Tabelle 1.4*.

Stoppbefehl
Siehe *Tabelle 1.4*.

Analogsollwert
Ein Sollwertsignal an den Analogeingängen 53 oder 54. Es kann sich um Spannung oder Strom handeln.

- Eingangsstrom: 0–20 mA und 4–20 mA
- Spannungseingang: 0–10 V DC

Bussollwert
Ein an die serielle Kommunikationsschnittstelle (FC-Schnittstelle) übertragenes Signal.

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

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 *Parameter 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 minimale Sollwert wird in *Parameter 3-02 Minimaler Sollwert* eingestellt.

Analogeingänge
Die Analogeingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.
Es gibt zwei Arten von Analogeingängen:

- Eingangsstrom: 0–20 mA und 4–20 mA
- Spannungseingang: 0–10 V DC

Analogausgang
Die Analogausgänge können ein Signal von 0–20 mA, 4–20 mA oder ein Digitalsignal ausgeben.

Automatische Motoranpassung, AMA
Der AMA-Algorithmus bestimmt die elektrischen Parameter für den angeschlossenen Motor bei Stillstand und gleicht basierend auf der Länge des Motorkabels den Widerstand aus.

Digitaleingänge
Die Digitaleingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

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

Relaisausgang
Der Frequenzumrichter verfügt über 2 programmierbare Relaisausgänge.

ETR
Das elektronische Thermorelais ist eine Berechnung der thermischen Belastung auf Grundlage der aktuellen Belastung und Zeit. Damit lässt sich die Motortemperatur schätzen und ein Überhitzen des Motors vermeiden.

Initialisierung
Die Initialisierung (*Parameter 14-22 Betriebsart*) stellt die Parameter des Frequenzumrichters auf Werkseinstellungen zurück.
Parameter 14-22 Betriebsart initialisiert nicht die Kommunikationsparameter, den Fehlerspeicher oder den Notfallbetriebsspeicher.

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

LCP
Das LCP ist ein Bedienteil mit kompletter Benutzeroberfläche zum Steuern und Programmieren des Frequenzumrichters. Die Bedieneinheit ist an IP20-Einheiten abnehmbar und an IP54-Einheiten fest. Sie können es mithilfe des optionalen Einbausatzes bis zu 3 m (9,8 ft) entfernt vom Frequenzumrichter montieren (z. B. an einer Schaltschranktür).

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

MCM
Steht für Mille Circular Mil; eine amerikanische Maßeinheit für den Leitungsquerschnitt. 1 MCM = 0,5067 mm^2.

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

Online-/Offline-Parameter
Änderungen der Online-Parameter werden sofort nach Änderung des Datenwertes aktiviert. Drücken Sie [OK], um die Offline-Parameter zu aktivieren.

PI-Regler
Der PI-Regler sorgt durch Anpassung der Ausgangsfrequenz an wechselnde Belastungen für die Aufrechterhaltung der gewünschten Prozessleistung (Druck, Temperatur usw.).

Fehlerstromschutzschalter
Fehlerstromschutzschalter.

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

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

Smart Logic Control (SLC)
SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die der Frequenzumrichter ausführt, wenn die SLC die zugehörigen benutzerdefinierten Ereignisse als TRUE (WAHR) auswertet.

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, den Prozess oder den Mechanismus schützt. Der Neustart wird verzögert, bis der Fehler nicht mehr ansteht und der Alarmzustand über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. Manchmal erfolgt die Aufhebung automatisch (durch vorherige Programmierung). Sie dürfen die Abschaltung nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwenden.

Abschaltblockierung
Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, wenn sich der Frequenzumrichter selbst schützt und ein 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. In einigen Fällen erfolgt die Aufhebung automatisch (durch vorherige Programmierung). Sie dürfen die Abschaltblockierung nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwenden.

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

VVC^+
Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet die Spannungsvektorsteuerung (VVC^+) eine verbesserte Dynamik und Stabilität, sowohl bei Änderung des Drehzahlsollwerts als auch in Bezug auf das Last-Drehmoment.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

1.7 Power Factor

Der Leistungsfaktor gibt an, wie stark ein Frequenzumrichter die Netzversorgung belastet. Der Leistungsfaktor ist das Verhältnis zwischen I_1 und I_{eff}, wobei I_1 der Grundstrom und I_{RMS} der gesamte Effektivstrom einschließlich Oberschwingungsströme ist. Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der I_{eff} bei gleicher kW-Leistung.

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

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

$$Leistungs– faktor = \frac{I_1 \times cos\phi 1}{I_{EFF}} = \frac{I_1}{I_{EFF}} \; da \; cos\phi 1 = 1$$

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

Ein hoher Leistungsfaktor weist darauf hin, dass der Oberschwingungsstrom sehr niedrig ist.
Durch die im Frequenzumrichter standardmäßig eingebauten DC-Spulen wird ein hoher Leistungsfaktor erreicht und die Netzbelastung durch Oberschwingungen somit deutlich reduziert.

1.8 Übereinstimmung mit Vorschriften

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

1.8.1 CE-Zeichen

Das CE-Zeichen (Communauté Européenne) zeigt an, dass der Hersteller des Produkts alle einschlägigen EU-Richtlinien einhält. Die geltenden EU-Richtlinien zu Ausführung und Konstruktion des Frequenzumrichters sind in *Tabelle 1.5* aufgeführt.

HINWEIS

Über die Qualität eines Produkts sagt die CE-Kennzeichnung nichts aus. Auch gibt sie keinen Aufschluss zu technischen Spezifikationen.

HINWEIS

Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion müssen mit der Maschinenrichtlinie konform sein.

EU-Richtlinie	Version
Niederspannungsrichtlinie	2014/35/EU
EMV-Richtlinie	2014/30/EU
EU-Ökodesignrichtlinie	

Tabelle 1.5 Frequenzumrichter betreffende EU-Richtlinien

Konformitätserklärungen sind auf Anfrage erhältlich.

1.8.1.1 Niederspannungsrichtlinie

Die Niederspannungsrichtlinie gilt für alle elektrischen Geräte im Spannungsbereich von 50–1000 V AC und 75–1600 V DC.

Der Zweck der Richtlinie ist die Gewährleistung der Personensicherheit und die Vermeidung von Beschädigungen der Anlage und Geräte, wenn die elektrischen Betriebsmittel bei ordnungsgemäßer Installation und Wartung bestimmungsgemäß verwendet werden.

1.8.1.2 EMV-Richtlinie

Der Zweck der EMV-Richtlinie (elektromagnetische Verträglichkeit) ist die Reduzierung elektromagnetischer Störungen und die Steigerung der Störfestigkeit der elektrischen Geräte und Installationen. Die grundlegende Schutzanforderung der EMV-Richtlinie 2014/30/EU gibt vor, dass Betriebsmittel, die elektromagnetische Störungen verursachen oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann, bei einer ordnungsgemäßen Installation und Wartung sowie einer bestimmungsgemäßen Verwendung so ausgelegt sein müssen, dass ihre erreichten elektromagnetischen Störungen begrenzt sind und die Betriebsmittel eine bestimmte Störfestigkeit aufweisen.

Elektrische Geräte, die alleine oder als Teil einer Anlage verwendet werden, müssen eine CE-Kennzeichnung tragen. Anlagen müssen nicht über eine CE-Kennzeichnung verfügen, jedoch den grundlegenden Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen.

1.8.1.3 EU-Ökodesignrichtlinie

Die Ökodesignrichtlinie ist die europäische Richtlinie zur umweltgerechten Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte. Die Richtlinie legt die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte einschließlich Frequenzumrichtern fest. Die Richtlinie hat eine verbesserte Energieeffizienz und allgemeine Umweltverträglichkeit von Elektrogeräten bei gleichzeitiger Erhöhung der Sicherheit der Energieversorgung zum Ziel. Die Einflüsse der energieverbrauchsrelevanten Produkte auf die Umwelt umfassen den Energieverbrauch über die gesamte Produktlebensdauer.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

1.8.2 UL-Konformität

UL-gelistet

Abbildung 1.2 UL

HINWEIS

IP54-Einheiten sind nicht nach UL-Anforderungen zertifiziert.

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

1.8.3 Zeichen für RCM-Konformität

Abbildung 1.3 RCM-Kennzeichnung

Die RCM-Kennzeichnung zeigt eine Übereinstimmung mit den einschlägigen technischen Standards zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) an. Eine RCM-Konformität ist für die Markteinführung elektrischer und elektronischer Geräte auf dem Markt in Australien und Neuseeland erforderlich. Die RCM-Richtlinien befassen sich mit leitungsgeführter und abgestrahlter Störaussendung. Wenden Sie für Frequenzumrichter die in EN/IEC 61800-3 angegebenen Störaussendungsbeschränkungen an. Eine Konformitätserklärung ist auf Anfrage erhältlich.

1.8.4 EAC

Abbildung 1.4 EAC-Markierung

Die EurAsian Conformity (EAC)-Kennzeichnung zeigt an, dass das Produkt mit allen Anforderungen und technischen Vorschriften konform ist, die für das Produkt gelten laut der eurasischen Zollunion, die sich aus den Mitgliedstaaten der eurasischen Wirtschaftsunion zusammensetzt.

Das EAC-Logo muss sich sowohl auf dem Typenschild als auch auf der Verpackung befinden. Alle innerhalb des EAC-Bereichs verwendeten Produkte sind bei Danfoss zu kaufen.

1.8.5 UkrSEPRO

089

Abbildung 1.5 UkrSEPRO

Das UKrSEPRO-Zertifikat gewährleistet die Qualität und Sicherheit von Produkten und Dienstleistungen sowie Fertigungsstabilität nach den ukrainischen Regulierungsstandards. Das UkrSepro-Zertifikat ist ein erforderliches Dokument für die Zollabfertigung sämtlicher Produkte, die in die Ukraine ein- oder aus ihr ausgeführt werden.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

2 Sicherheit

2

2.1 Qualifiziertes Personal

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Frequenzumrichters setzt fachgerechten und zuverlässigen Transport voraus. Lagerung, Installation, Bedienung und Instandhaltung müssen diese Anforderungen ebenfalls erfüllen. Nur qualifiziertes Personal darf dieses Gerät installieren oder bedienen.

Qualifiziertes Fachpersonal sind per Definition geschulte Mitarbeiter, die gemäß den einschlägigen Gesetzen und Vorschriften zur Installation, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Betriebsmitteln, Systemen und Schaltungen berechtigt sind. Ferner muss das Personal mit den in dieser Anleitung enthaltenen Anweisungen und Sicherheitsmaßnahmen vertraut sein.

2.2 Sicherheitsmaßnahmen

⚠WARNUNG

HOCHSPANNUNG

Bei Anschluss an Versorgungsnetz, DC-Versorgung oder Zwischenkreiskopplung führen Frequenzumrichter Hochspannung. Erfolgen Installation, Inbetriebnahme und Wartung nicht durch qualifiziertes Personal, kann dies zu schweren Verletzungen oder sogar zum Tod führen!

- **Installation, Inbetriebnahme und Wartung dürfen ausschließlich von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.**
- **Verwenden Sie vor der Durchführung von Wartungs- oder Reparaturarbeiten ein geeignetes Spannungsmessgerät, um sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter keine Spannung mehr führt.**

⚠WARNUNG

UNERWARTETER ANLAUF

Bei Anschluss des Frequenzumrichters an Versorgungsnetz, DC-Versorgung oder Zwischenkreiskopplung kann der angeschlossene Motor jederzeit unerwartet anlaufen. Ein unerwarteter Anlauf im Rahmen von Programmierungs-, Service- oder Reparaturarbeiten kann zum Tod, zu schweren Verletzungen oder zu Sachschäden führen! Der Motor kann über einen externen Schalter, einen Feldbus-Befehl, ein Sollwerteingangssignal, über ein LCP oder LOP, eine Fernbedienung per MCT 10 Konfigurationssoftware oder nach einem quittierten Fehlerzustand anlaufen.

So verhindern Sie ein unerwartetes Starten des Motors:

- **Drücken Sie [Off/Reset] am LCP, bevor Sie Parameter programmieren.**
- **Trennen Sie den Frequenzumrichter von der Netzversorgung.**
- **Verkabeln und montieren Sie Frequenzumrichter, Motor und alle angetriebenen Geräte vollständig, bevor Sie den Frequenzumrichter an Netzversorgung, DC-Versorgung oder Zwischenkreiskopplung anschließen.**

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

⚠WARNUNG

ENTLADEZEIT

Der Frequenzumrichter enthält Zwischenkreiskondensatoren, die auch bei abgeschaltetem Frequenzumrichter geladen sein können. Auch wenn die Warn-LED nicht leuchten, kann Hochspannung anliegen. Das Nichteinhalten der angegebenen Wartezeit nach dem Trennen der Stromversorgung vor Wartungs- oder Reparaturarbeiten kann zu schweren Verletzungen oder sogar zum Tod führen!

- **Stoppen Sie den Motor.**
- **Trennen Sie die Netzversorgung und alle externen Zwischenkreisversorgungen, einschließlich externer Batterie-, USV- und Zwischenkreisverbindungen mit anderen Frequenzumrichtern.**
- **Trennen oder verriegeln Sie den PM-Motor.**
- **Warten Sie, damit die Kondensatoren vollständig entladen können. Die minimale Wartezeit finden Sie in *Tabelle 2.1*.**
- **Verwenden Sie vor der Durchführung von Wartungs- oder Reparaturarbeiten ein geeignetes Spannungsmessgerät, um sicherzustellen, dass die Kondensatoren vollständig entladen sind.**

Spannung [V]	Leistungsbereich [kW (HP)]	Mindestwartezeit (Minuten)
3x200	0,25–3,7 (0,33–5)	4
3x200	5,5–11 (7–15)	15
3x400	0,37–7,5 (0,5–10)	4
3x400	11–90 (15–125)	15
3x600	2,2–7,5 (3–10)	4
3x600	11–90 (15–125)	15

Tabelle 2.1 Entladezeit

⚠WARNUNG

GEFAHR DURCH ABLEITSTRÖME

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

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

⚠WARNUNG

GEFAHR DURCH ANLAGENKOMPONENTEN!

Ein Kontakt mit drehenden Wellen und elektrischen Betriebsmitteln kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

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

⚠VORSICHT

GEFAHR BEI EINEM INTERNEN FEHLER

Ein interner Fehler im Frequenzumrichter kann zu schweren Verletzungen führen, wenn der Frequenzumrichter nicht ordnungsgemäß geschlossen wird.

- **Stellen Sie vor dem Anlegen von Netzspannung sicher, dass alle Sicherheitsabdeckungen angebracht und ordnungsgemäß befestigt sind.**

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3 Einführung in VLT® HVAC Drive

3

3.1 Vorteile

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

Der Frequenzumrichter nutzt die Tatsache , dass Zentrifugallüfter und Kreiselpumpen den Proportionalitätsgesetzen für Strömungsgeräte folgen. Nähere Informationen finden Sie im Abschnitt *Kapitel 3.1.3 Beispiele für Energieeinsparungen*.

3.1.2 Der klare Vorteil: Energieeinsparung

Der klare Vorteil beim Einsatz eines Frequenzumrichters zur Drehzahlregelung von Lüftern oder Pumpen sind die erreichbaren Einsparungen im Hinblick auf den Energieverbrauch.
Im Vergleich zu alternativen Regelsystemen bietet ein Frequenzumrichter die höchste Energieeffizienz zur Regelung von Lüftungs- und Pumpenanlagen.

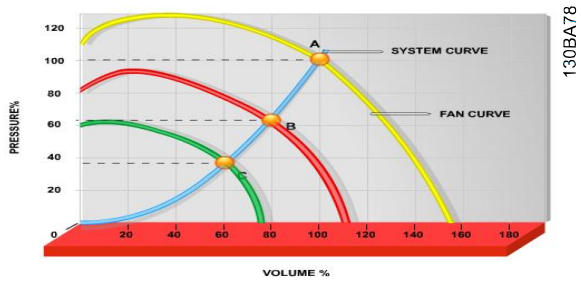


Abbildung 3.1 Lüfterkurven (A, B und C) für reduzierte Lüftervolumen

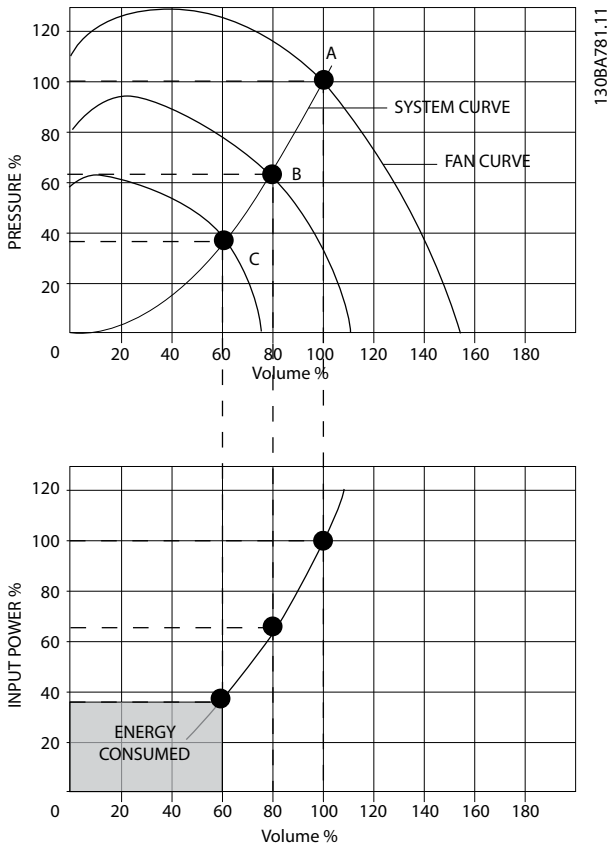


Abbildung 3.2 Energieeinsparungen mit der Frequenzumrichter-Lösung

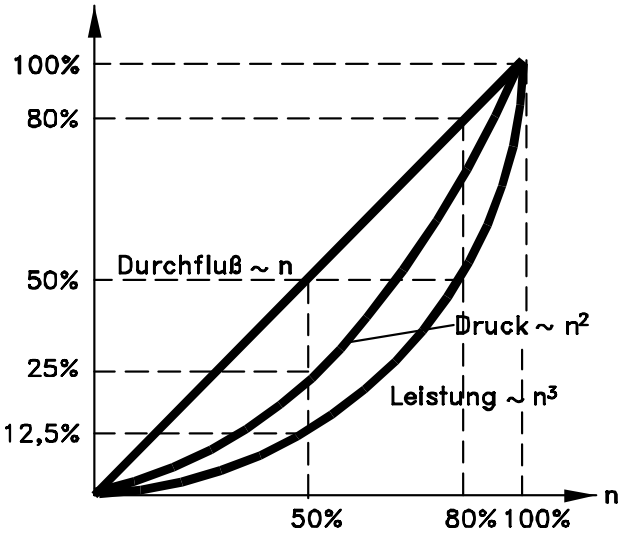
Wenn die Lüfterkapazität mit einem Frequenzumrichter auf 60 % reduziert wird, können in Standardanwendungen Energieeinsparungen von mehr als 50 % erzielt werden.

3.1.3 Beispiele für Energieeinsparungen

Wie in *Abbildung 3.3* dargestellt, wird der Durchfluss durch Änderung der Drehzahl geregelt. Durch Reduzierung der Drehzahl um nur 20 % gegenüber der Nenndrehzahl wird auch der Durchfluss um 20 % reduziert, da der Durchfluss direkt proportional zur Drehzahl ist. Der Stromverbrauch wird dagegen um 50 % reduziert.
Wenn das fragliche System einen Durchfluss liefern muss, der nur an einigen Tagen im Jahr 100 % entspricht, während der Durchschnitt für den Rest des Jahres unter 80 % des Nenndurchflusses liegt, beträgt die gesparte Energie mehr als 50 %.

Abbildung 3.3 beschreibt die Abhängigkeit von Durchfluss, Druck und Leistungsaufnahme von der Drehzahl.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.



175HA208.10
Abbildung 3.3 Proportionalitätsgesetze

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

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

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

Q = Durchfluss	P = Leistung
Q_1 = Nenndurchfluss	P_1 = Nennleistung
Q_2 = Gesenkter Durchfluss	P_2 = Gesenkte Leistung
H = Druck	n = Drehzahlregelung
H_1 = Nenndruck	n_1 = Nenndrehzahl
H_2 = Gesenkter Druck	n_2 = Gesenkte Drehzahl

Tabelle 3.1 Die Proportionalitätsgesetze

3.1.4 Vergleich der Energieeinsparungen

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

Abbildung 3.3 zeigt die typischen Energieeinsparungen, die mit drei bewährten Lösungen bei einer Reduzierung des Lüftervolumens auf 60 % möglich sind.
Wie im Diagramm dargestellt, können in typischen Anwendungen mehr als 50 % Energie eingespart werden.

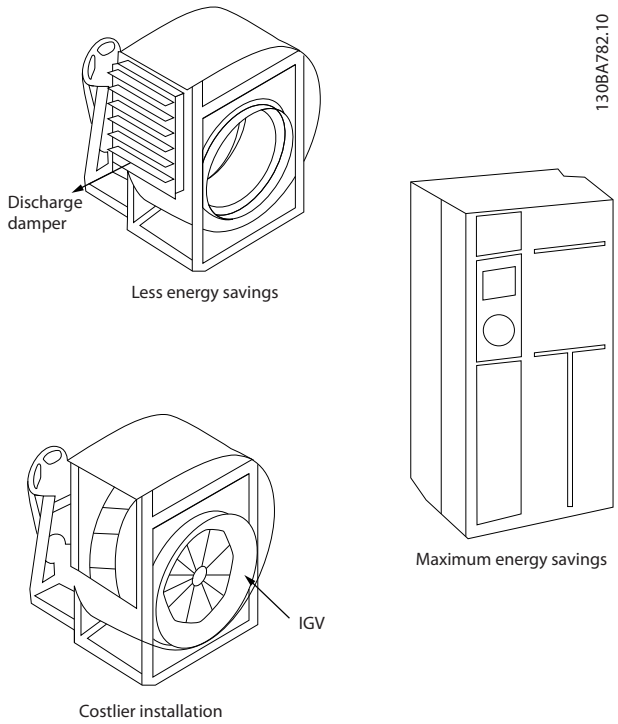


Abbildung 3.4 Die 3 häufigsten Systeme zur Einsparung von Energie

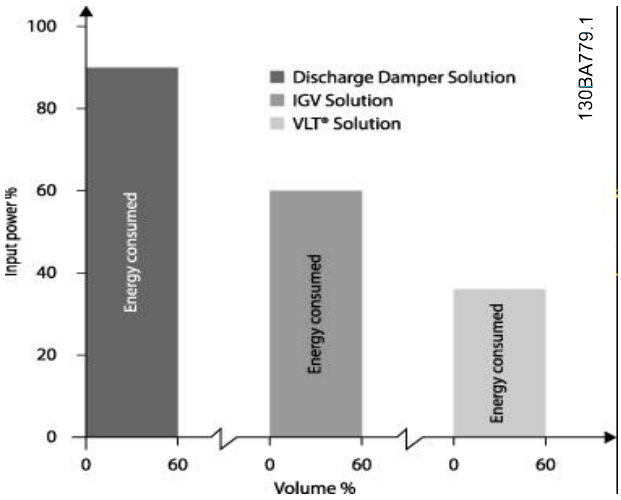


Abbildung 3.5 Energy Savings

Durch Dämpfungseinrichtungen wird die Leistungsaufnahme gesenkt. Durch Leitschaufeln ist eine Reduzierung um 40 % möglich; deren Installation ist allerdings kostspielig. Mit der leicht zu installierenden Frequenzumrichter-Lösung von Danfoss wird der Energieverbrauch um über 50 % reduziert. Außerdem reduziert sie Geräusche, mechanische Belastungen und Verschleiß und verlängert die Lebensdauer der gesamten Anwendung.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3

3.1.5 Beispiel mit variablem Durchfluss über 1 Jahr

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

Energieeinsparungen

$P_{Welle}=P_{Wellenleistung}$

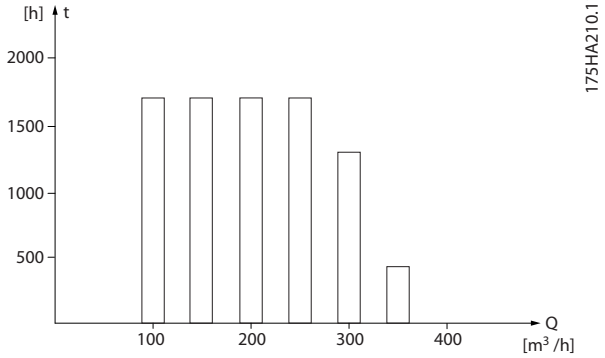


Abbildung 3.6 Durchflussverteilung über 1 Jahr

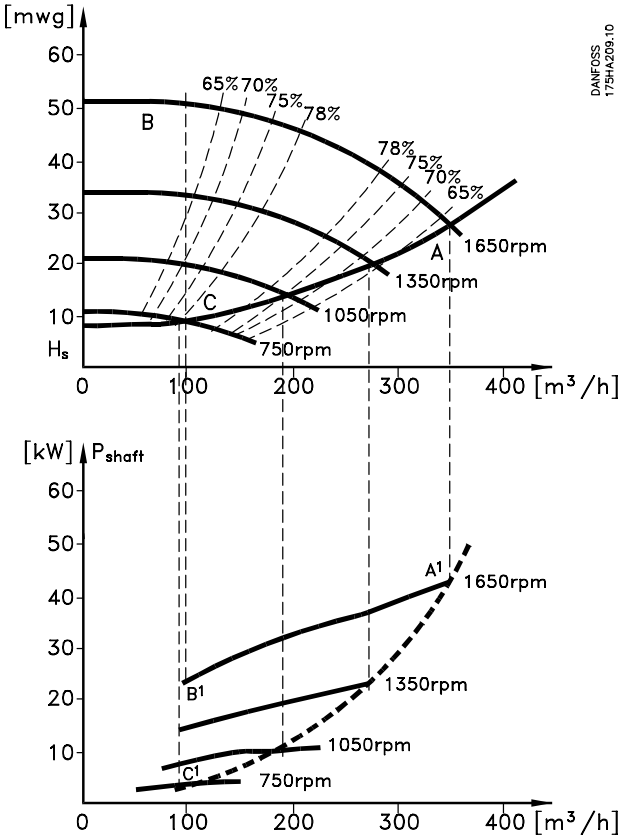


Abbildung 3.7 Energie

m³/h	Verteilung		Ventilregelung		Frequenzumrichter-Regelung	
	%	Stunden	Leistungs	Verbrauch	Leistungs	Verbrauch
			A_1 - B_1	kWh	A_1 - C_1	kWh
350	5	438	42,5	18,615	42,5	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0	40,296	3,5	6,132
Σ	100	8760	–	275,064	–	26,801

Tabelle 3.2 Ergebnis

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

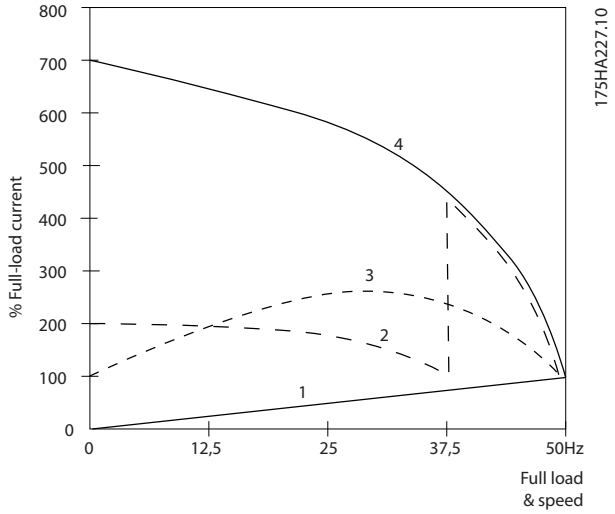
3.1.6 Bessere Regelung

Durch den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Durchfluss- oder Druckregelung ergibt sich ein Regelsystem, das sich sehr genau regulieren lässt. Mithilfe eines Frequenzumrichters können Sie die Drehzahl eines Lüfters oder einer Pumpe stufenlos ändern, sodass sich auch eine stufenlose Regelung des Durchflusses und des Drucks ergibt.
Darüber hinaus passt ein Frequenzumrichter die Lüfter- oder Pumpendrehzahl schnell an die geänderten Durchfluss- oder Druckbedingungen in der Anlage an. Einfache Prozessregelung (Durchfluss, Pegel oder Druck) über den integrierten PI-Regler.

3.1.7 Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter nicht erforderlich

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

Wie in *Abbildung 3.8* gezeigt, benötigt ein Frequenzumrichter nicht mehr als den Nennstrom.



1	VLT® HVAC Basic Drive FC101
2	Stern/Dreieck-Starter
3	Softstarter
4	Start direkt am Netz

Abbildung 3.8 Startstrom

3.1.8 Das Verwenden eines Frequenzumrichters spart Geld

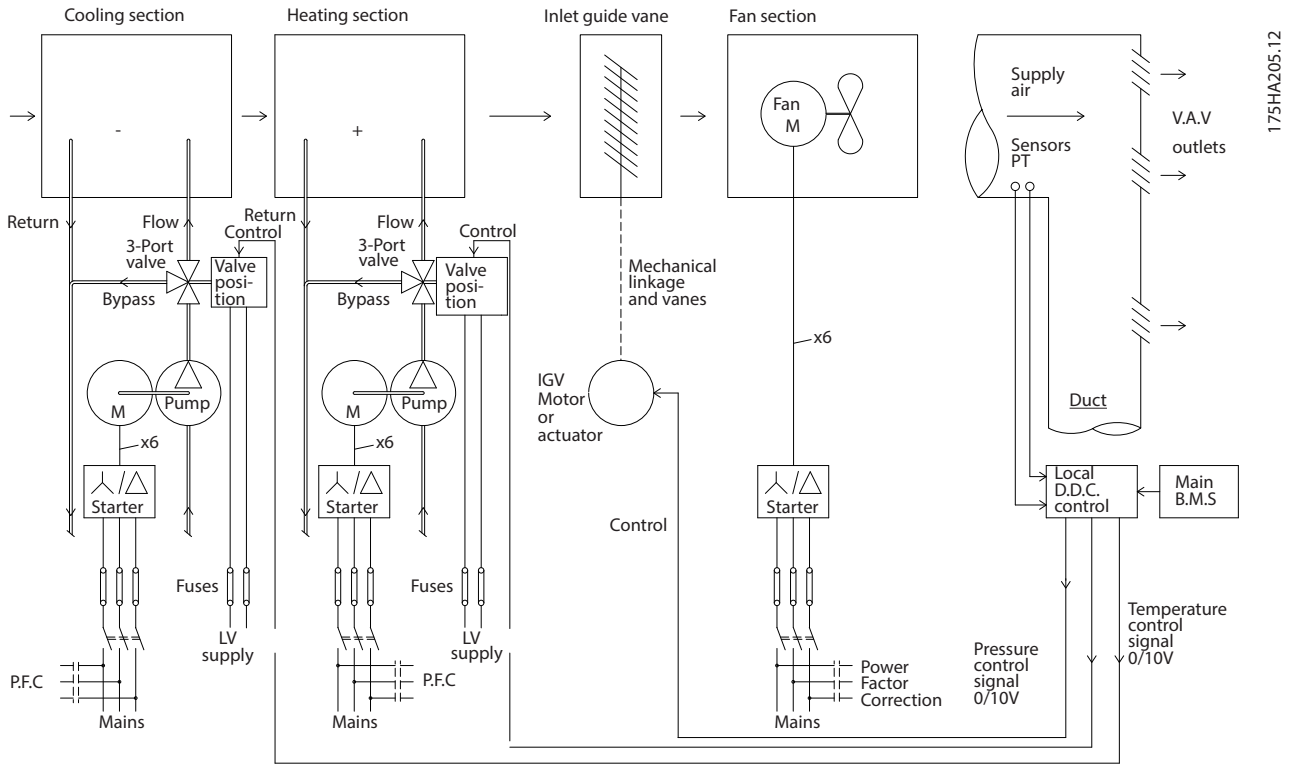
Das Beispiel in *Kapitel 3.1.9 Ohne einen Frequenzumrichter* zeigt, dass Sie bei Einsatz eines Frequenzumrichters auf andere Bauteile verzichten können. Die Höhe der Kosten für die Aufstellung der beiden Anlagen lässt sich berechnen. In dem vorliegenden Beispiel können Sie die beiden Systeme in etwa zum gleichen Preis einrichten.

Verwenden Sie die Software VLT® Energy Box, die in *Kapitel 1.5 Zusätzliche Materialien* eingeführt wurde, um die Kosteneinsparungen zu berechnen, die durch den Einsatz eines Frequenzumrichters erzielt werden können.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3

3.1.9 Ohne einen Frequenzumrichter

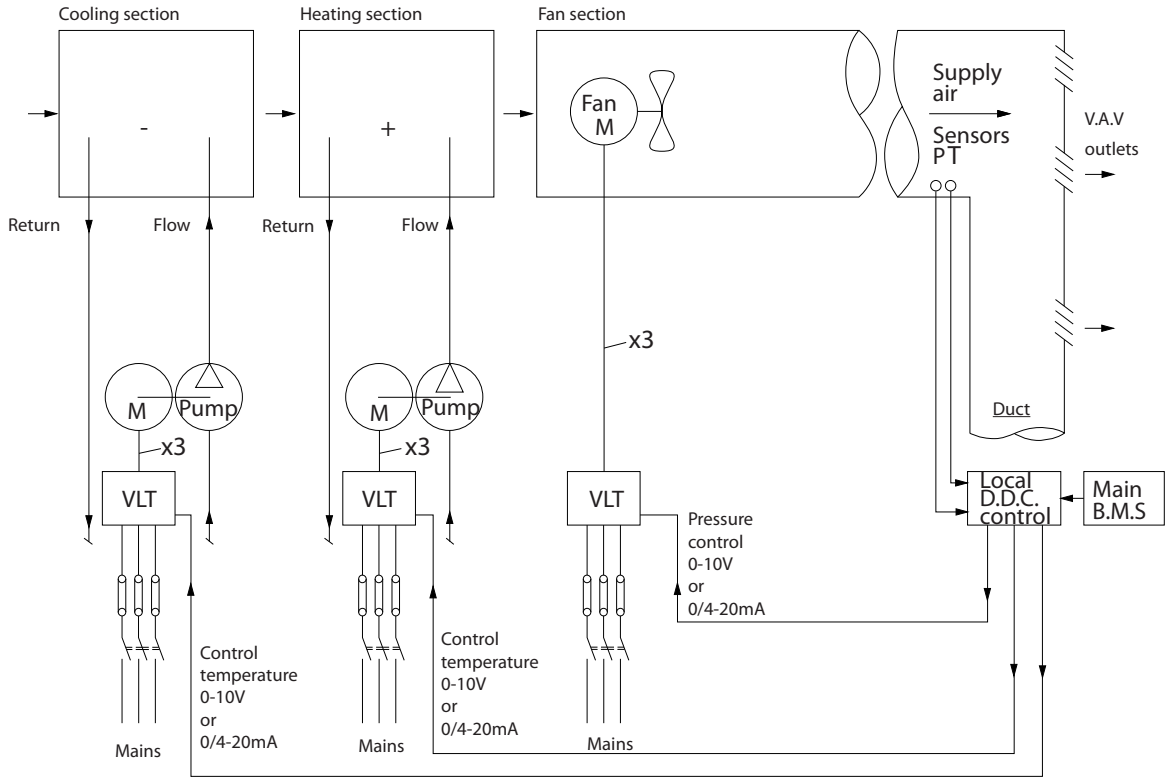


D.D.C.	Direkte digitale Regelung
E.M.S.	Energiemanagementsystem
VVS	Variabler Luftvolumenstrom
Sensor P	Druck
Sensor T	Temperatur

Abbildung 3.9 Traditionelles Lüftersystem

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.1.10 Mit einem Frequenzumrichter



D.D.C.	Direkte digitale Regelung
E.M.S.	Energiemanagementsystem
VVS	Variabler Luftvolumenstrom
Sensor P	Druck
Sensor T	Temperatur

Abbildung 3.10 Durch Frequenzumrichter geregeltes Lüftungssystem

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.1.11 Anwendungsbeispiele

In den nächsten Abschnitten finden Sie einige typische Anwendungsbeispiele aus dem Bereich HLK.

3.1.12 Variabler Luftvolumenstrom

3

Systeme mit variablem Luftvolumenstrom (VVS) regeln die Lüftungs- und Temperaturverhältnisse in Gebäuden. Zentrale VVS-Systeme gelten dabei als die energiesparendste Methode zur Gebäudeklimatisierung. Durch den Einbau zentraler Anlagen lässt sich ein höherer Energienutzungsgrad erzielen als bei verzweigten Systemen.
Der höhere Wirkungsgrad ergibt sich aus der Nutzung größerer Kühllüfter und Kälteanlagen, die einen sehr viel höheren Wirkungsgrad haben als kleine Motoren und verzweigte luftgekühlte Kälteanlagen. Außerdem trägt der geringere Wartungsaufwand zur Kostensenkung bei.

3.1.13 Die VLT®-Lösung

Gegenüber einer Druckregelung mittels Drosselklappe oder Dralldrossel ist eine Lösung mit einem Frequenzumrichter wesentlich energiesparender und vermindert überdies die Komplexität der Anlage. Statt einen künstlichen Druckabfall zu erzeugen oder eine künstliche Verringerung des Lüfterwirkungsgrades herbeizuführen, senkt der Frequenzumrichter die Lüfterdrehzahl, um die vom System benötigten Strömungs- und Druckverhältnisse zu schaffen.
Zentrifugalgeräte wie Lüfter verhalten sich entsprechend den Gesetzen der Zentrifugalkraft. Das bedeutet, dass die Lüfter den Druck und Durchfluss senken, während ihre Drehzahl sinkt. Dadurch wird die Leistungsaufnahme erheblich gesenkt.
Der PI-Regler des VLT® HVAC Basic Drive FC101 kann so eingesetzt werden, dass keine weiteren Regler nötig sind.

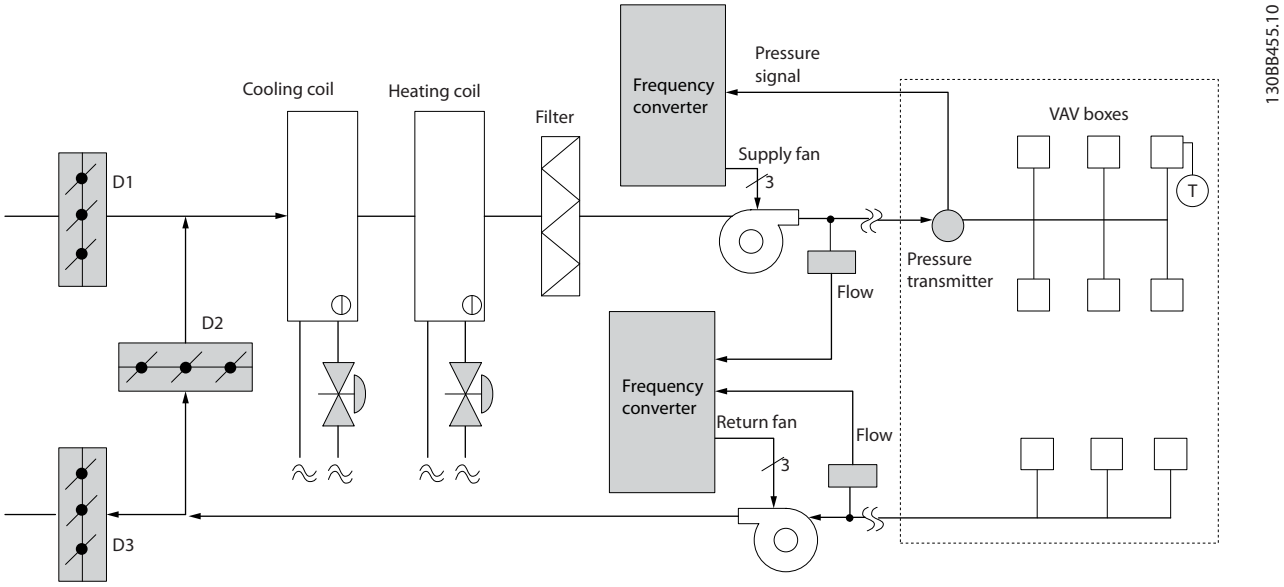


Abbildung 3.11 Variabler Luftvolumenstrom

3.1.14 Konstanter Luftvolumenstrom

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

3.1.15 Die VLT®-Lösung

Mit einem Frequenzumrichter sind erhebliche Energieeinsparungen bei gleichzeitiger angemessener Regelung des Gebäudes möglich. Temperatur- oder CO_2-Sensoren können dabei als Istwertgeber für den Frequenzumrichter dienen. Ganz gleich, ob Temperatur, Luftqualität oder beides gesteuert werden soll – bei einem konstanten Luftvolumenstromsystem kann der Regelbetrieb den jeweiligen Verhältnissen im Gebäude angepasst werden. Je weniger Menschen sich im geregelten Bereich befinden, desto weniger Frischluft wird benötigt. Der CO_2-Sensor registriert niedrigere Werte und sorgt entsprechend für eine Senkung der Drehzahl der Zuluftlüfter. Der Abluftventilator moduliert zur Aufrechterhaltung eines statischen Drucksollwerts oder einer festgelegten Differenz zwischen der Stromversorgung und Abluftströmen.

Bei der Temperaturregelung, die vorwiegend in Klimaanlagen verwendet wird, liegen unterschiedliche Kühlanforderungen vor, da sich sowohl die Außentemperatur als auch die Anzahl der Menschen im geregelten Bereich verändern. Wenn die Temperatur unter den Sollwert absinkt, kann der Versorgungslüfter die Drehzahl verringern. Der Rückführungslüfter moduliert zur Aufrechterhaltung eines statischen Drucksollwerts. Durch Reduzierung der Luftströmung wird auch die zur Beheizung oder Kühlung der Luft aufgewendete Energie verringert, was weitere Einsparungen zur Folge hat. Mehrere Funktionen des zur Nutzung im Heiz- und Klimatechnikbereich vorgesehenen Danfoss-Frequenzumrichters können zur Verbesserung der Leistung des CAV-Systems verwendet werden. Ein Problem bei der Regelung eines Lüftungssystems ist schlechte Luftqualität. Die programmierbare Mindestfrequenz kann zur Aufrechterhaltung einer Mindestmenge an Zuluft unabhängig vom Ist- oder Sollwertsignal eingestellt werden. Der Frequenzumrichter beinhaltet auch einen PI-Regler, was eine Überwachung sowohl der Temperatur als auch der Luftqualität ermöglicht. Der Frequenzumrichter wird auch dann, wenn die Temperaturanforderungen erfüllt sind, für eine ausreichende Luftzufuhr sorgen, um auch die Anforderungen an die Luftqualität zu erfüllen. Der Regler ist in der Lage, zwei Istwertsignale zu überwachen und zu vergleichen. Dadurch kann mittels Steuerung des Abluftlüfters eine konstante Differenz zwischen Zu- und Abluft aufrechterhalten werden.

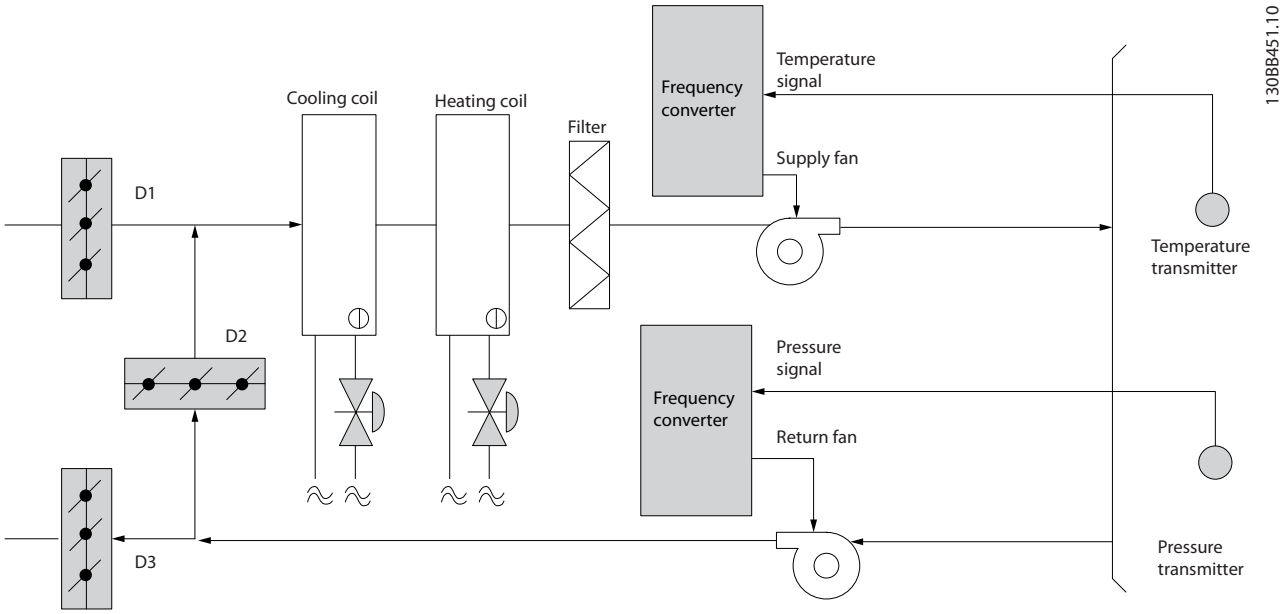


Abbildung 3.12 Konstanter Luftvolumenstrom

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.1.16 Kühlturmgebläse

Kühlturmgebläse dienen zur Kühlung von Kondensatorwasser in wassergekühlten Kälteanlagen. Diese sind am effizientesten, wenn es um die Kaltwasserbereitung geht. Sie sind bis zu 20 % effizienter als luftgekühlte Anlagen. Je nach den klimatischen Verhältnissen sind Kühltürme häufig die energiesparendste Methode zur Kühlung des Kondensatorwassers wassergekühlter Kühlanlagen.
Die Kühlung erfolgt durch Verdunstung.
Um die Oberfläche des Kondensatorwassers zu vergrößern, wird dieses in den Kühlturm gesprüht. Das Kühlturmgebläse führt Luft durch den Füllbereich und unterstützt damit die Verdunstung des Wassers. Durch die Verdunstung wird dem Wasser Energie entzogen, was eine Temperatursenkung bewirkt. Das gekühlte Wasser wird im Kühlturmbecken aufgefangen, von wo es wieder in den Kondensator der Kühlanlage zurückgepumpt wird. Danach wiederholt sich der Kreislauf.

3.1.17 Die VLT®-Lösung

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

Mehrere Funktionen des zur Nutzung im Heiz- und Klimatechnikbereich vorgesehenen Danfoss-Frequenzumrichters können zur Verbesserung der Leistung von Kühlturmgebläsen verwendet werden. Wenn die Drehzahl der Kühlturmlüfter unter einen bestimmten Wert absinkt, haben die Lüfter nur noch geringen Einfluss auf die Kühlung des Wassers. Auch bei Verwendung eines Getriebes zur Frequenzregelung des Turmlüfters ist eine Mindestdrehzahl von 40 bis 50 % erforderlich sein.
Die kundenseitig programmierbare Mindestfrequenz ermöglicht die Aufrechterhaltung der Mindestdrehzahl auch dann, wenn der Istwert oder der Drehzahlsollwert eigentlich niedrigere Drehzahlen bewirken sollten.

Als Standardfunktion stellt der Frequenzumrichter einen Energiesparmodus bereit, der den Lüfter anhält, bis wieder eine höhere Drehzahl erforderlich ist. Außerdem haben einige Kühlturmlüfter unerwünschte Frequenzen, die zu Schwingungen führen können. Diese Frequenzen lassen sich durch Frequenzausblendung im Frequenzumrichter leicht vermeiden.

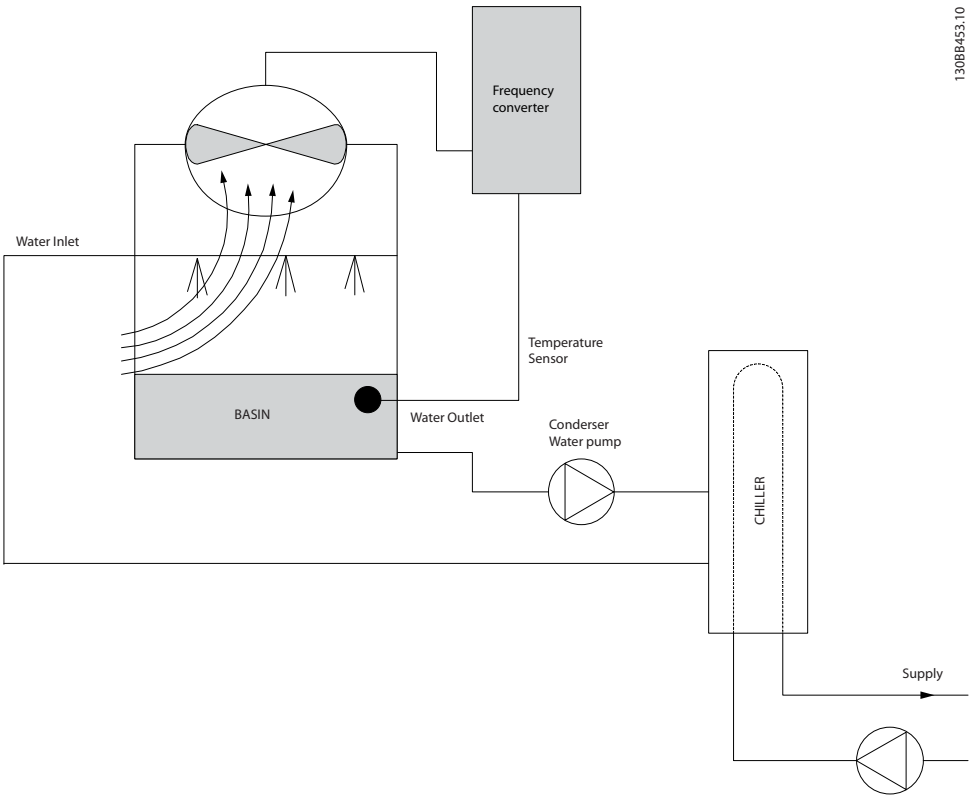


Abbildung 3.13 Kühlturmgebläse

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.1.18 Kondenswasserpumpen

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

3.1.19 Die VLT®-Lösung

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

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

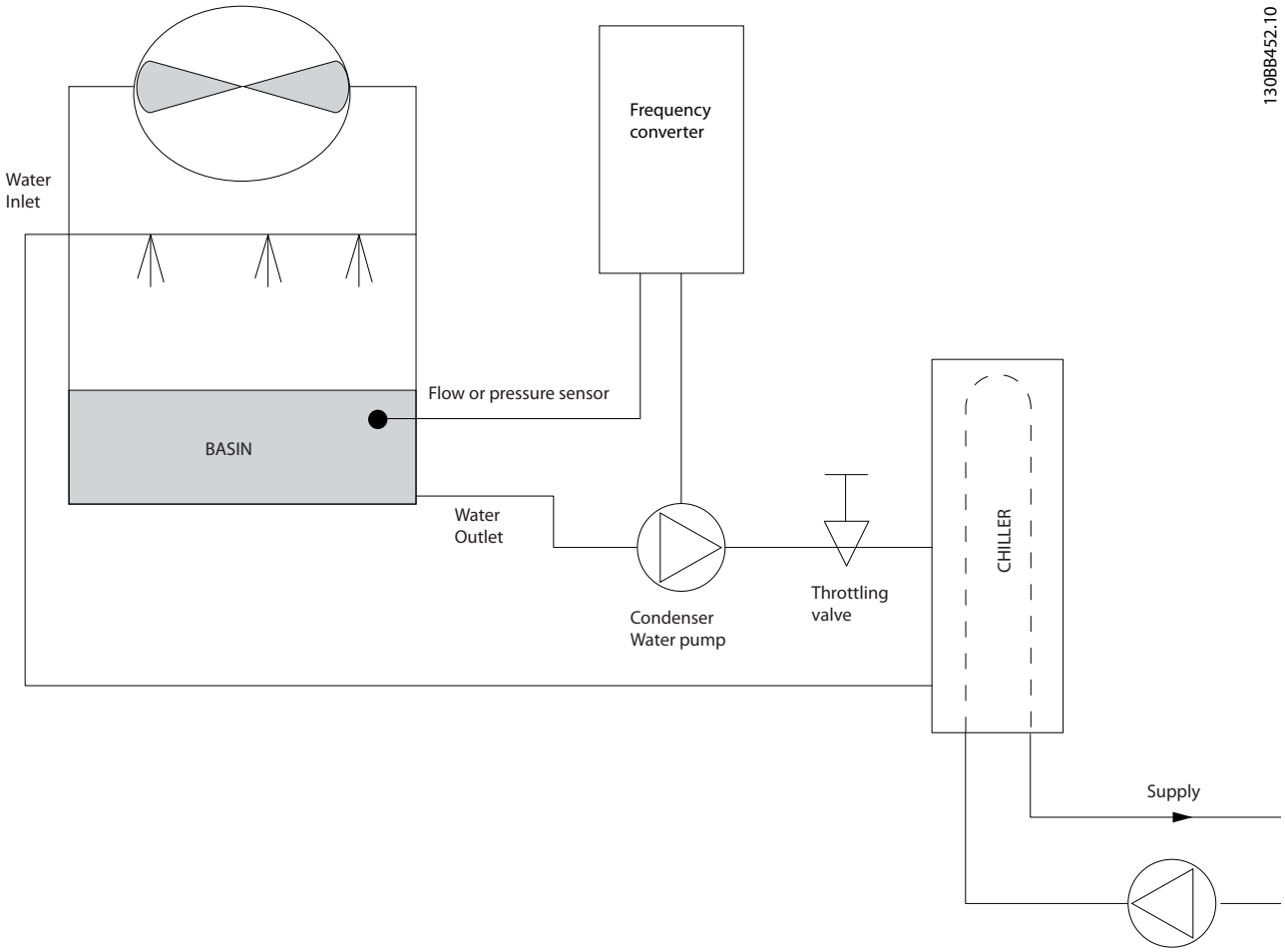


Abbildung 3.14 Kondenswasserpumpen

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.1.20 Primärpumpen

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

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

3.1.21 Die VLT®-Lösung

Je nach Größe des Systems und des Primärkreislaufs kann der Energieverbrauch des Primärkreislaufs sehr groß werden.
Ein Frequenzumrichter kann als Ergänzung zum Primärsystem eingesetzt werden, um das Drosselventil und/oder eine Trimmung der Pumpenlaufräder zu ersetzen und auf diese Weise die Betriebskosten zu senken. Zwei Regelverfahren sind dabei gebräuchlich:

Durchflussmesser
Da die gewünschte Strömungsgeschwindigkeit bekannt und konstant ist, kann am Auslass jedes Kühlers ein Durchflussmesser installiert und zur direkten Steuerung der Pumpe eingesetzt werden. Der eingebaute PI-Regler des Frequenzumrichters hält stets die passende Strömungsgeschwindigkeit aufrecht und gleicht den sich ändernden Widerstand im Primärrohrkreislauf aus, wenn Kühler und ihre Pumpen zu- und abgeschaltet werden.

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

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

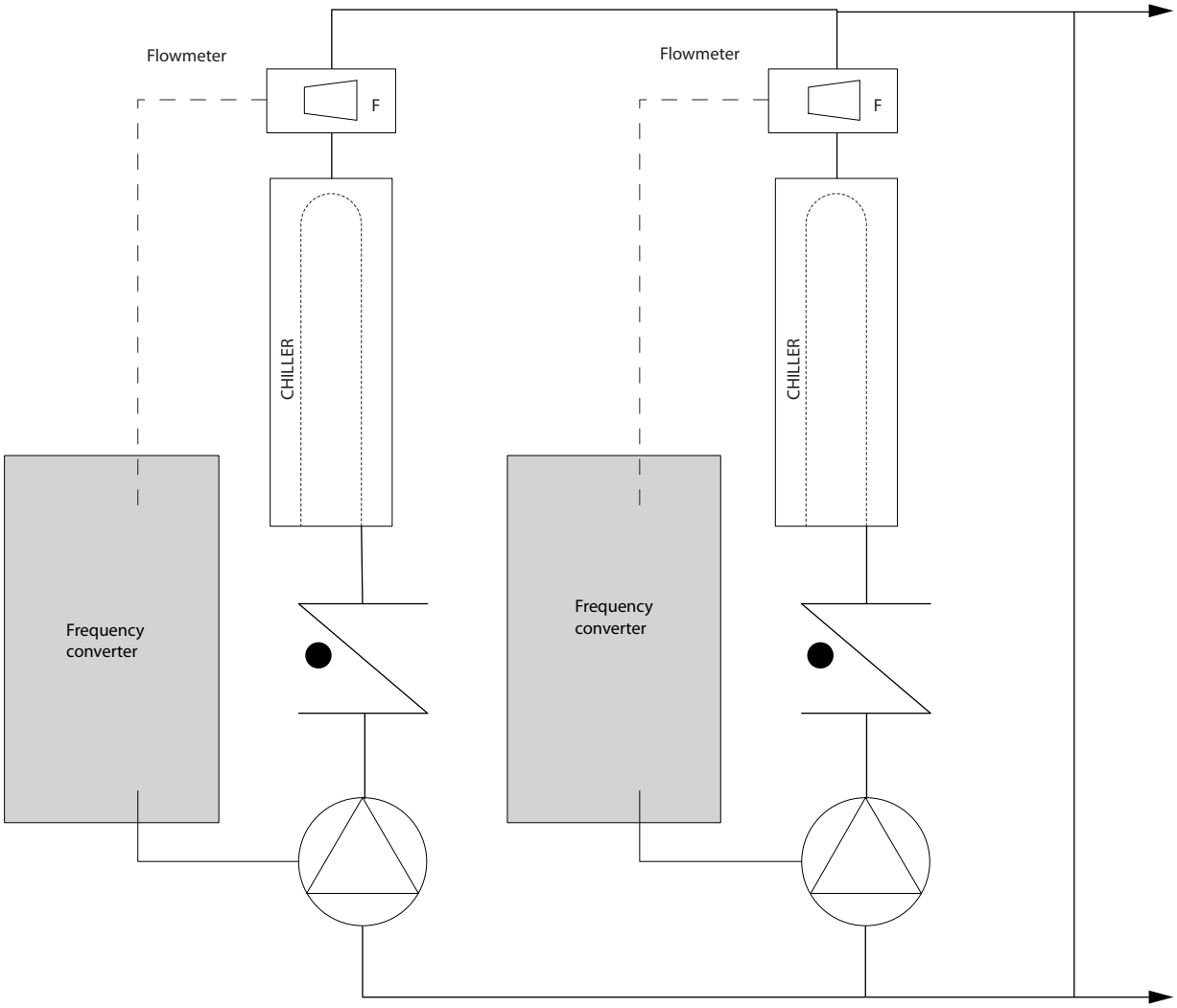


Abbildung 3.15 Primärpumpen

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.1.22 Hilfspumpen

Hilfspumpen in einem gekühlten Primär-/Sekundärwasserpumpsystem verteilen das gekühlte Wassern aus dem Primärproduktionskreislauf in die Lastbereiche. Das Primär-Hilfspumpsystem dient zur hydraulischen Abkopplung eines Rohrkreislaufs vom anderen. In diesem Fall dient die Primärpumpe zur Aufrechterhaltung einer konstanten Strömung durch die Kühler und erlaubt gleichzeitig variierende Strömungswerte in den Hilfspumpen und somit eine bessere Steuerung und einen niedrigeren Energieverbrauch.
Wenn kein Primär-/Sekundärkonzept eingesetzt und ein System mit variablem Volumen vorhanden ist, kann der Kühler für den Fall, dass die Strömungsgeschwindigkeit weit genug oder zu schnell absinkt, seine Last nicht schnell genug abgeben. Das hat zur Folge, dass die bei zu niedriger Verdampfertemperatur ansprechende Sicherheitsvorrichtung den Kühler abschaltet, worauf dieser durch einen manuellen Reset wieder aktiviert werden muss.
Dieser Fall tritt häufiger in großen Anlagen ein, besonders dann, wenn zwei oder mehr Kühler parallel geschaltet sind.

3.1.23 Die VLT®-Lösung

Zwar hilft ein Primär-/Sekundärsystem mit Zwei-Wege-Ventilen, Energie zu sparen und Systemsteuerungsprobleme leichter zu bewältigen, aber eine volle Nutzung des Einspar- und Steuerungspotenzials ist erst durch die Ergänzung von Frequenzumrichtern möglich.
Wenn die Sensoren an den richtigen Punkten angebracht werden, sind die Pumpen mithilfe von Frequenzumrichtern in der Lage, ihre Drehzahl zu variieren und sie der Systemkurve statt der Pumpenkurve folgen zu lassen.
Auf diese Weise wird weniger Energie verschwendet.
Darüber hinaus werden die meisten Fälle von Überdruck, dem 2-Wege-Ventile unterliegen können, vermieden.
Mit Erreichen der vorgegebenen Last schalten die 2-Wege-Ventile ab. Dadurch erhöht sich der an der Last und am 2-Wege-Ventil gemessene Differenzdruck. Mit Ansteigen dieses Differenzdrucks verlangsamt sich die Pumpe, um den Sollwert zu halten. Die Sollwertgröße wird durch Summieren des Druckabfalls der Last und des Zwei-Wege-Ventils unter Auslegungsbedingungen errechnet.

HINWEIS

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

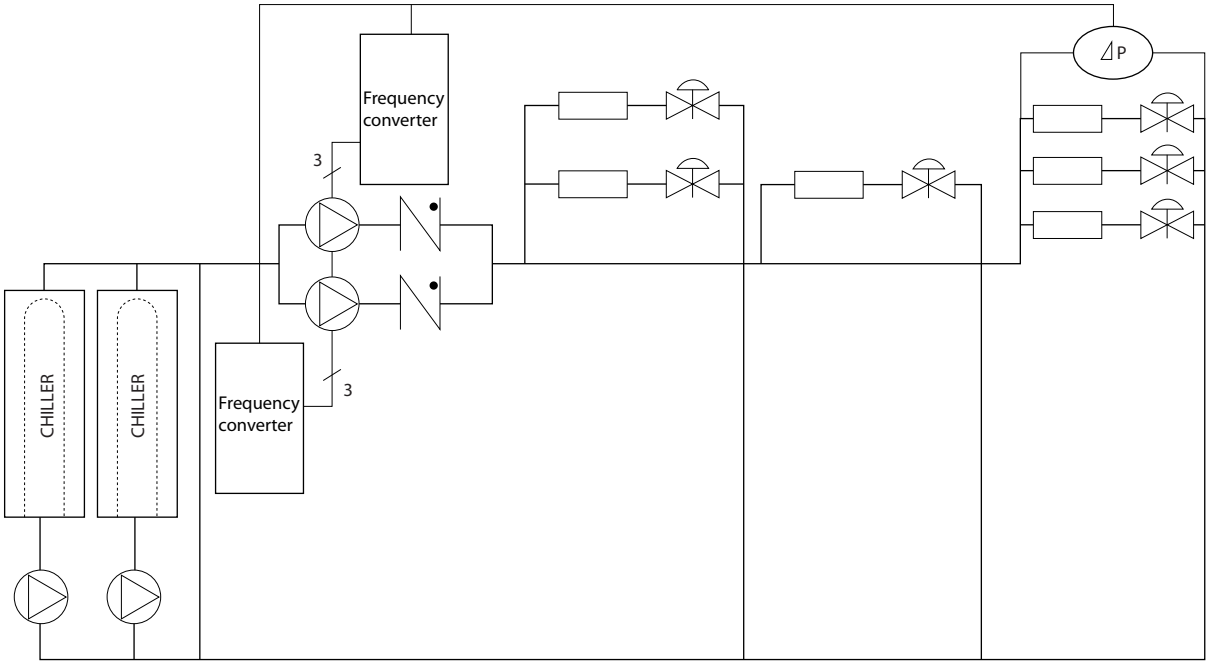


Abbildung 3.16 Hilfspumpen

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.2 Steuerungsaufbau

Auswahl von *[0] Ohne Rückführung* oder *[1] Mit Rückführung* in *Parameter 1-00 Regelverfahren*.

3.2.1 Regelungsstruktur ohne Rückführung

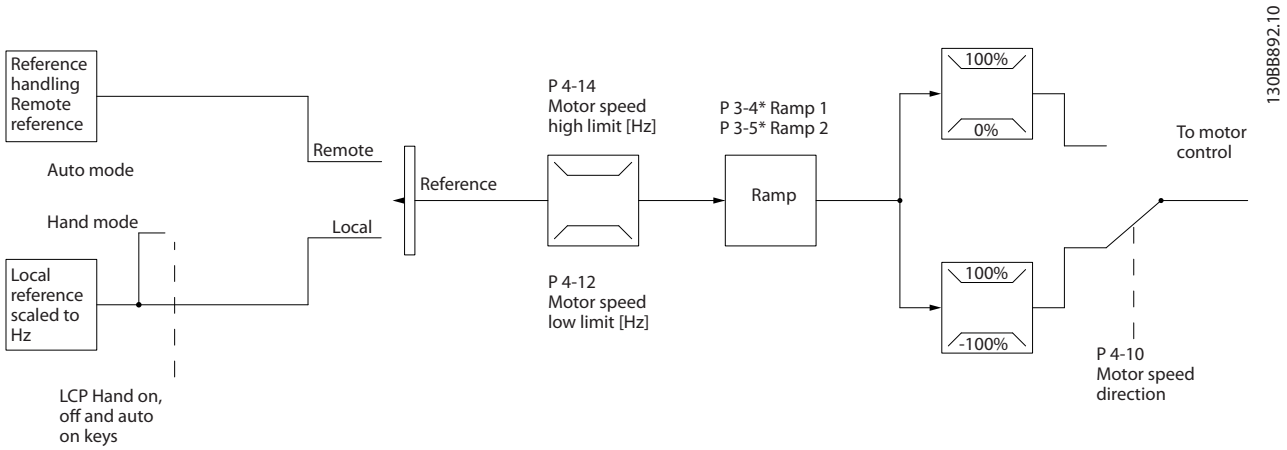


Abbildung 3.17 Struktur ohne Rückführung

In der in *Abbildung 3.17* dargestellten Konfiguration ist *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf *[0] Ohne Rückführung* eingestellt. Der Frequenzumrichter empfängt aus dem Sollwertsystem den resultierenden Sollwert oder den Ortsollwert. Er verarbeitet sie in der Rampen- und Drehzahlbegrenzung, bevor er sie an die Motorsteuerung sendet. Der Ausgang der Motorsteuerung wird dann durch die maximale Frequenzgrenze beschränkt.

3.2.2 PM/EC+ Motorsteuerung

Das Danfoss EC+ Konzept ermöglicht den Betrieb von hocheffizienten PM-Motoren (Permanentmagnet-Motoren) in IEC-Standardbaugrößen mit Danfoss-Frequenzumrichtern.
Das Inbetriebnahmeverfahren ist mit dem für Asynchronmotoren (Induktionsmotoren) bei Nutzung der Danfoss-VVC+ PM-Steuerungsstrategie vergleichbar.

Vorteile für Kunden:

- Freie Wahl der Motortechnologie (Permanentmagnet- oder Asynchronmotor).
- Installation und Betrieb wie von Asynchronmotoren bekannt.
- Herstellerunabhängig bei Auswahl der Systemkomponenten (z. B. Motoren)
- Bester Systemwirkungsgrad durch Auswahl der besten Komponenten.
- Mögliche Nachrüstung in vorhandenen Anlagen.
- Leistungsbereich: 45 kW (60 HP) (200 V), 0,37-90 kW (0,5–121 HP) (400 V), 90 kW (121 HP) (600 V) bei Asynchronmotoren und 0,37-22 kW (0,5–30 HP) (400 V) bei PM-Motoren.

Strombegrenzungen für PM-Motoren:

- Gegenwärtig nur bis 22 kW (30 HP) unterstützt.
- LC-Filter werden in Verbindung mit PM-Motoren nicht unterstützt.
- Der Algorithmus für kinetischen Speicher wird bei PM-Motoren nicht unterstützt.
- Es wird nur eine komplette AMA des Statorwiderstands Rs im System unterstützt.
- Keine Blockiererkennung (unterstützt ab Softwareversion 2.80).

3.2.3 Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On)

Der Frequenzumrichter kann manuell über das Bedienteil vor Ort (LCP) oder aus der Ferne über Analog-/Digitaleingänge oder serielle Schnittstellen betrieben werden. Falls in *Parameter 0-40 [Hand On]-LCP Taste*, *Parameter 0-44 [Off/Reset]-LCP Taste* und *Parameter 0-42 [Auto On]-LCP Taste* gestattet, können Sie den Frequenzumrichter mit den LCP-Tasten [Hand On] und [Off/Reset] steuern. Alarme können mithilfe der [Off/Reset]-Taste quittiert werden.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

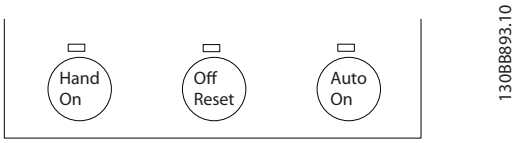


Abbildung 3.18 LCP-Tasten

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

Der Ortsollwert wird bei einem Ausschalten wiederhergestellt.

3.2.4 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung)

Der interne Regler macht den Frequenzumrichter zu einem Teil des geregelten Systems. Der Frequenzumrichter empfängt ein Istwertsignal von einem Sensor im System.

Daraufhin vergleicht er diesen Istwert mit einem Sollwert und erkennt ggf. eine Abweichung zwischen diesen beiden Signalen. Zum Ausgleich dieser Abweichung passt er dann die Drehzahl des Motors an.

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

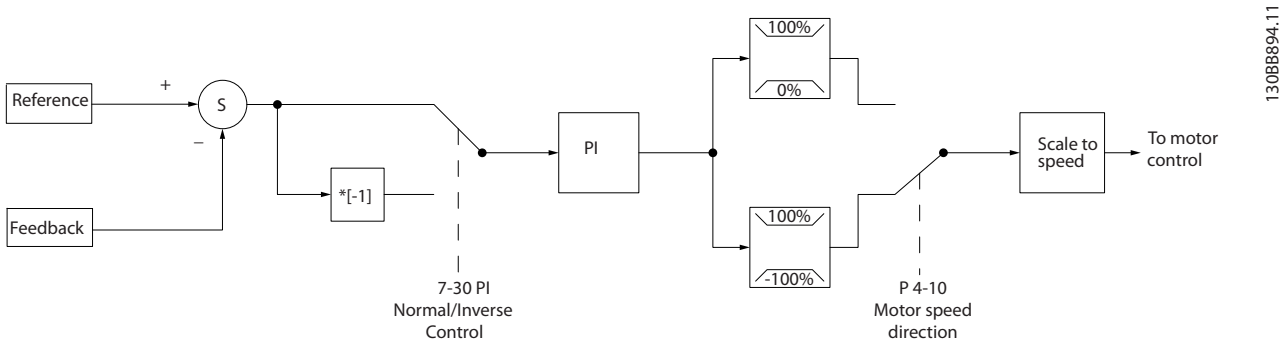


Abbildung 3.19 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung)

Auch wenn der Regler mit Rückführung des Frequenzumrichters oft bereits mit den Standardwerten eine zufrieden stellende Leistung erreicht, lässt sich die Regelung des Systems durch Optimierung einiger Parameter häufig noch verbessern.

3.2.5 Istwertumwandlung

In einigen Anwendungen kann die Umwandlung des Istwertsignals hilfreich sein. Zum Beispiel kann ein Drucksignal für eine Durchflussrückführung verwendet werden. Da die Quadratwurzel des Drucks proportional zum Durchfluss ist, ergibt die Quadratwurzel des Drucksignals einen zum Durchfluss proportionalen Wert. Siehe *Abbildung 3.20*.

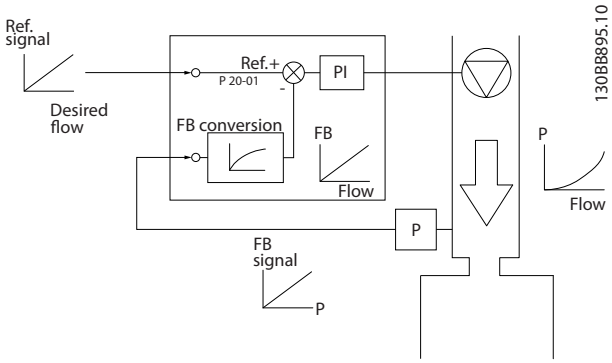


Abbildung 3.20 Istwertsignal-Umwandlung

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.2.6 Sollwertverarbeitung

Einzelheiten zum Betrieb ohne Rückführung und mit Rückführung.

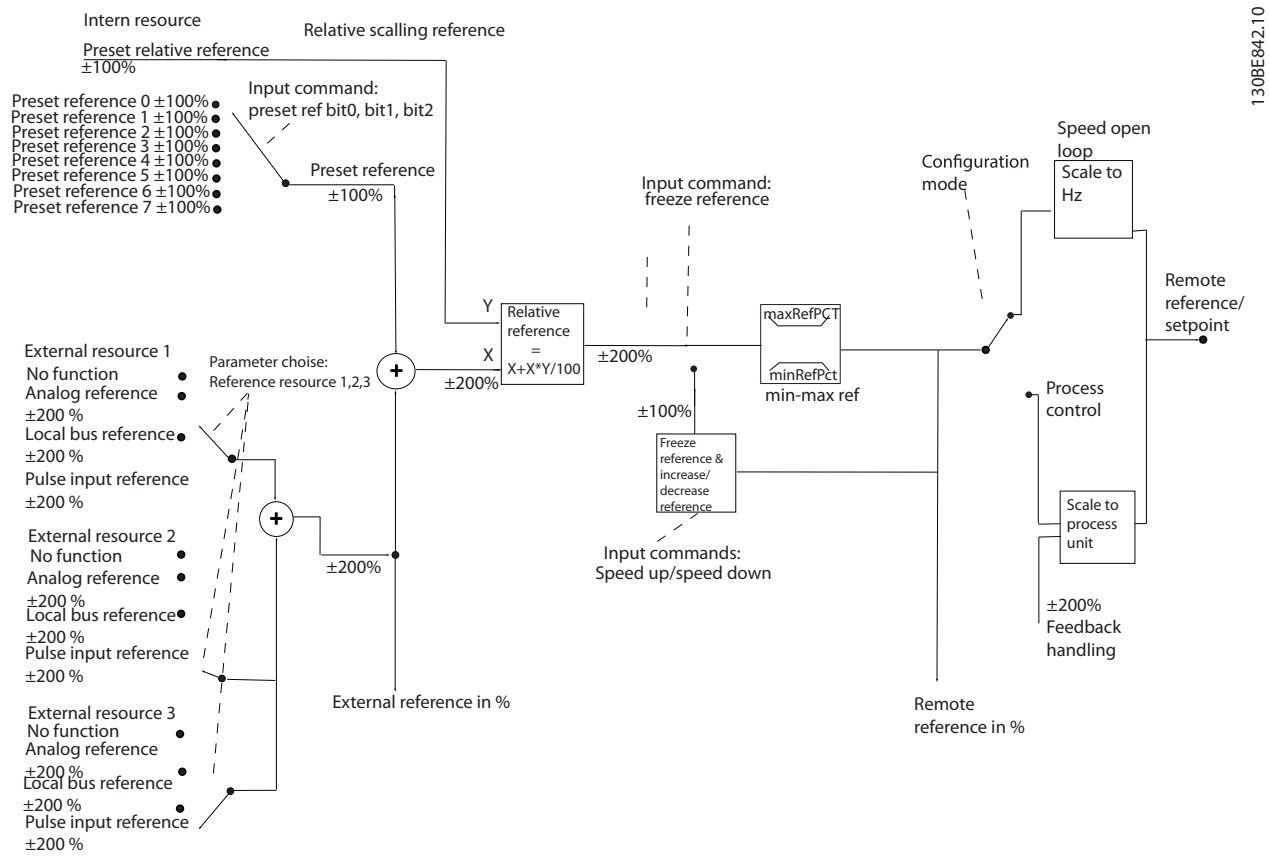


Abbildung 3.21 Blockschaltbild mit Fernsollwert

Der Fernsollwert besteht aus:

- Festsollwerten.
- Externen Sollwerten (Analogeingängen und Sollwerten des Feldbusses).
- Dem relativen Festsollwert.
- Dem durch Rückführung geregelten Sollwert.

Im Frequenzumrichter können bis zu 8 Festsollwerte programmiert werden. Sie können den aktiven Festsollwert mithilfe von Digitaleingängen oder dem seriellen Kommunikationsbus auswählen. Der Sollwert kann auch von extern kommen, für gewöhnlich von einem Analogeingang. Diese externe Quelle wird von einem der 3 Sollwertquellparameter (*Parameter 3-15 Variabler Sollwert 1*, *Parameter 3-16 Variabler Sollwert 2* und *Parameter 3-17 Variabler Sollwert 3*) ausgewählt. Alle variablen Sollwerte sowie der Bus-Sollwert ergeben durch Addition den gesamten externen Sollwert. Der externe Sollwert, der Festsollwert oder die Summe aus beiden kann als aktiver Sollwert ausgewählt werden. Schließlich kann dieser Sollwert mithilfe von *Parameter 3-14 Relativer Festsollwert* skaliert werden.

Der skalierte Sollwert wird wie folgt berechnet:

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

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

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

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3

3.2.7 Optimierung des PID-Reglers

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

3.2.8 Manuelle PI-Anpassung

1. Starten Sie den Motor.
2. Stellen Sie *Parameter 20-93 PI-Proportionalverstärkung* auf 0,3 ein, und erhöhen Sie den Wert, bis das Istwertsignal zu schwingen beginnt. Starten/stoppen Sie den Frequenzumrichter ggf. oder nehmen Sie stufenweise Änderungen am Sollwert vor, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen.
3. Reduzieren Sie die PI-Proportionalverstärkung, bis sich das Istwertsignal stabilisiert.
4. Reduzieren Sie die Proportionalverstärkung um 40–60 %.
5. Stellen Sie *Parameter 20-94 PID Integrationszeit* auf 20 Sek. ein, und reduzieren Sie den Wert, bis das Istwertsignal zu schwingen beginnt. Starten/stoppen Sie den Frequenzumrichter ggf. oder nehmen Sie stufenweise Änderungen am Sollwert vor, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen.
6. Erhöhen Sie die PI-Integrationszeit, bis sich das Istwertsignal stabilisiert.
7. Erhöhen Sie die Integrationszeit um 15–50 %.

3.3 Betriebsbedingungen

Der Frequenzumrichter wurde zur Erfüllung der Norm IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 9.4.2.2 bei 50 °C (122 °F) entwickelt.

Der über 24 Stunden gemessene Durchschnittswert für die Umgebungstemperatur muss mindestens 5 °C (41 °F) unter der maximal zulässigen Umgebungstemperatur liegen. Betreiben Sie den Frequenzumrichter bei hoher Umgebungstemperatur, müssen Sie den Dauerausgangsstrom reduzieren.

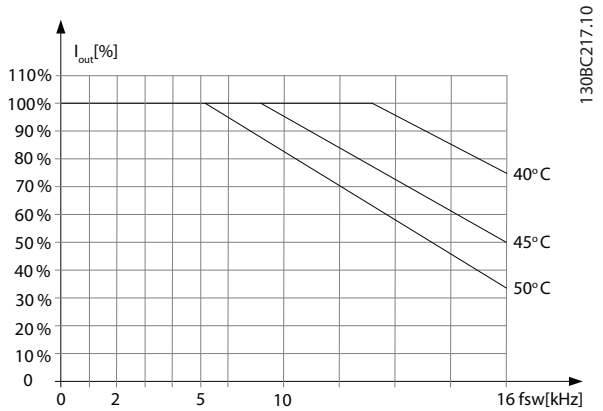


Abbildung 3.22 0,25–0,75 kW (0,34–1,0 HP), 200 V, Baugröße H1, IP20

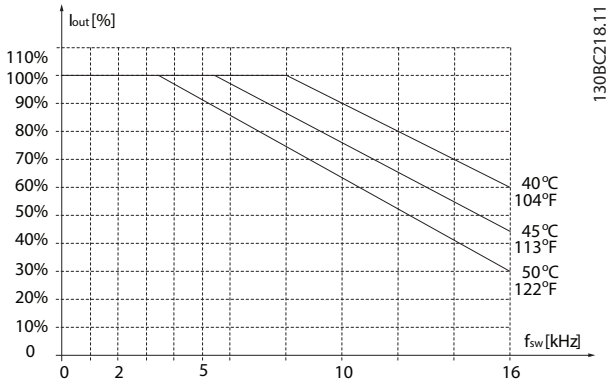


Abbildung 3.23 0,37–1,5 kW (0,5–2,0 HP), 400 V, Baugröße H1, IP20

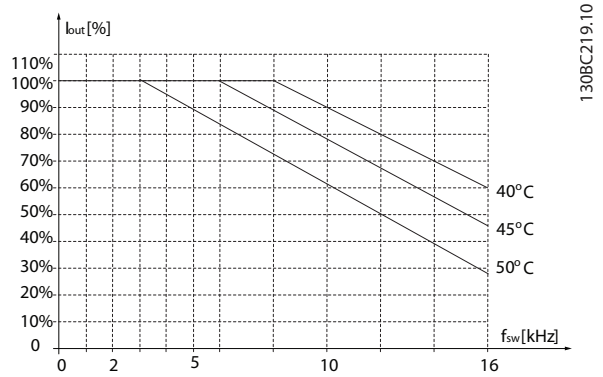


Abbildung 3.24 2,2 kW (3,0 HP), 200 V, Baugröße H2, IP20

Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

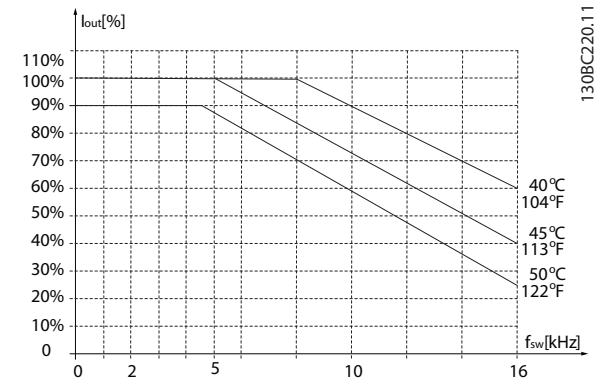


Abbildung 3.25 2,2–4,0 kW (3,0–5,4 HP), 400 V, Baugröße H2, IP20

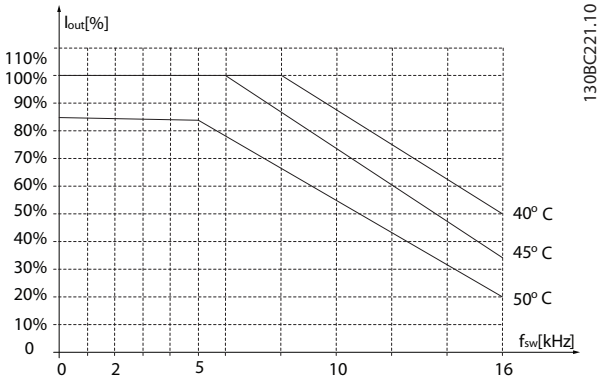


Abbildung 3.26 3,7 kW (5,0 HP), 200 V, Baugröße H3, IP20

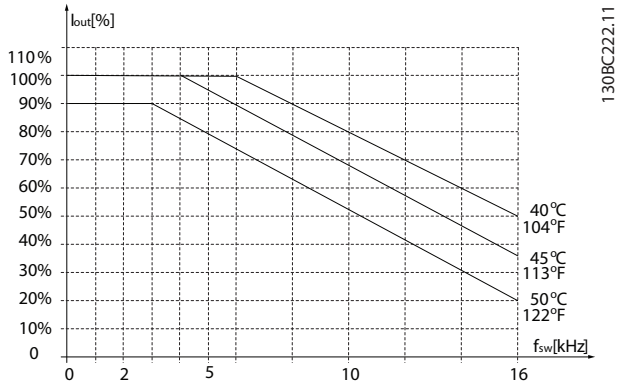


Abbildung 3.27 5,5–7,5 kW (7,4–10 HP), 400 V, Baugröße H3, IP20

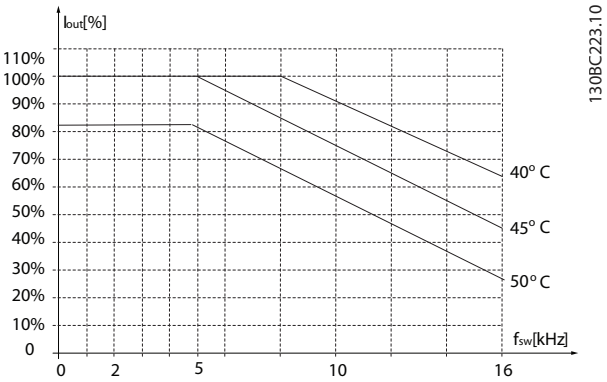


Abbildung 3.28 5,5–7,5 kW (7,4–10 HP), 200 V, Baugröße H4, IP20

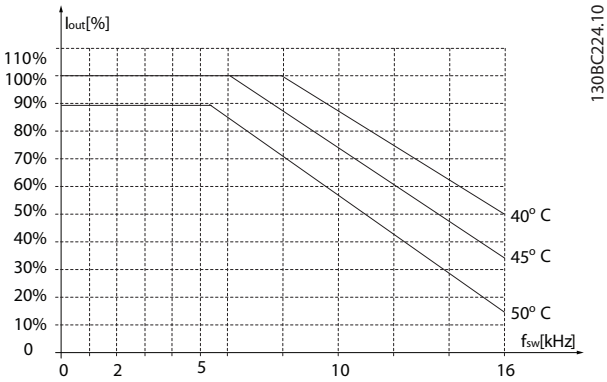


Abbildung 3.29 11–15 kW (15–20 HP), 400 V, Baugröße H4, IP20

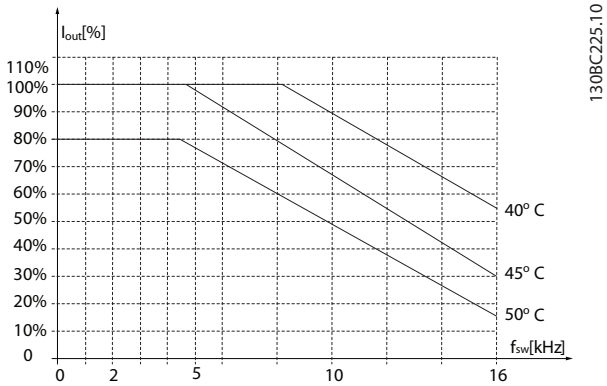


Abbildung 3.30 11 kW (15 HP), 200 V, Baugröße H5, IP20

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

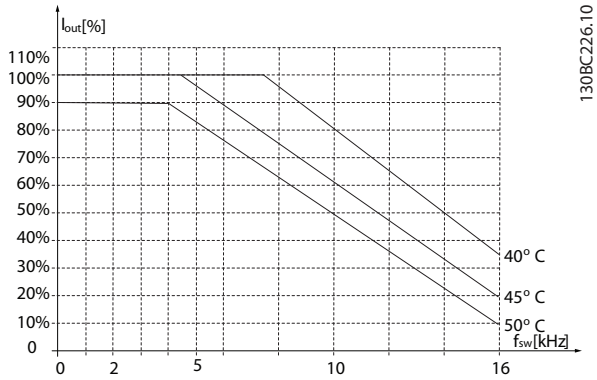


Abbildung 3.31 18,5–22 kW (25–30 HP), 400 V, Baugröße H5, IP20

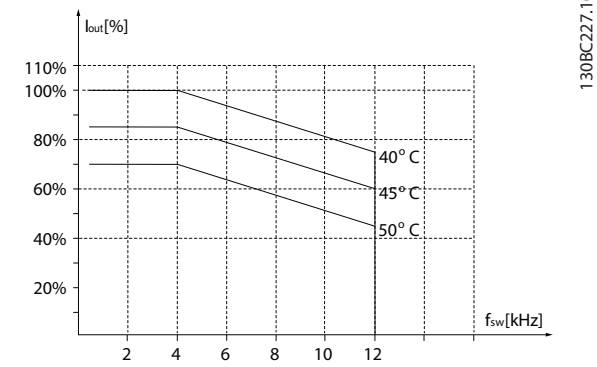


Abbildung 3.32 15–18,5 kW (20–25 HP), 200 V, Baugröße H6, IP20

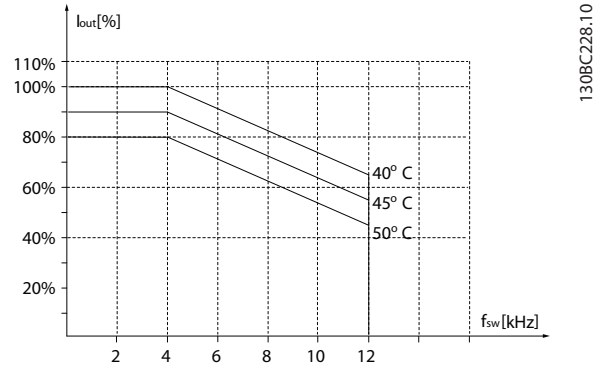


Abbildung 3.33 30–37 kW (40–50 HP), 400 V, Baugröße H6, IP20

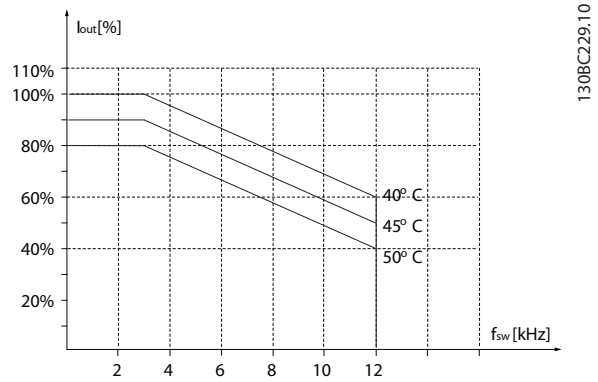


Abbildung 3.34 45 kW (60 HP), 400 V, Baugröße H6, IP20

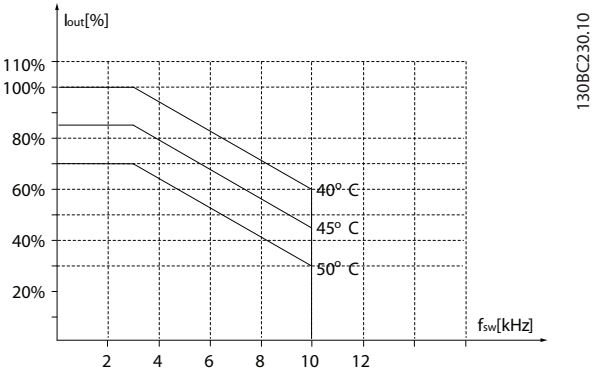


Abbildung 3.35 22–30 kW (30–40 HP), 600 V, Baugröße H6, IP20

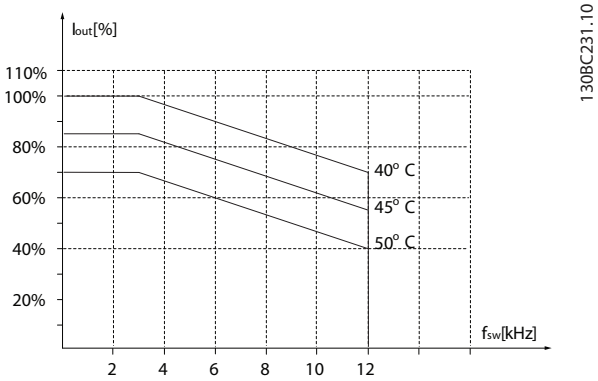


Abbildung 3.36 22–30 kW (30–40 HP), 200 V, Baugröße H7, IP20

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

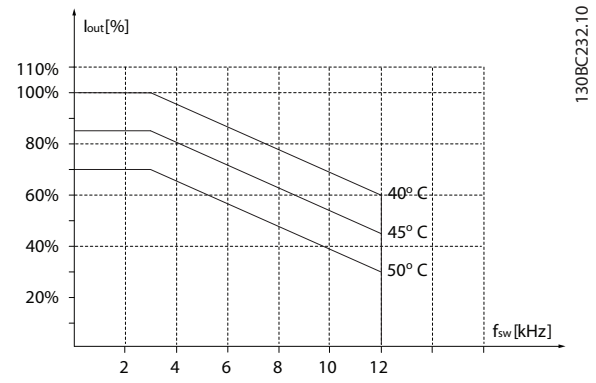


Abbildung 3.37 55–75 kW (74–100 HP), 400 V, Baugröße H7, IP20

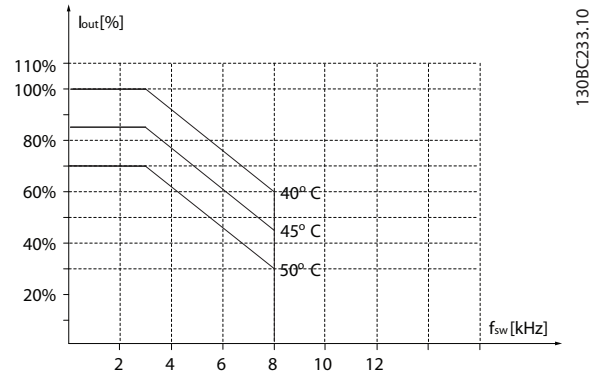


Abbildung 3.38 45–55 kW (60–74 HP), 600 V, Baugröße H7, IP20

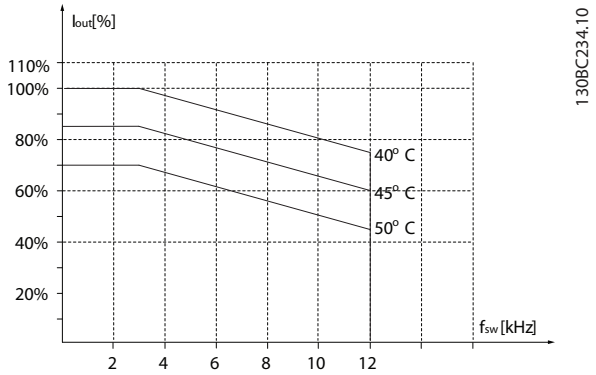


Abbildung 3.39 37–45 kW (50–60 HP), 200 V, Baugröße H8, IP20

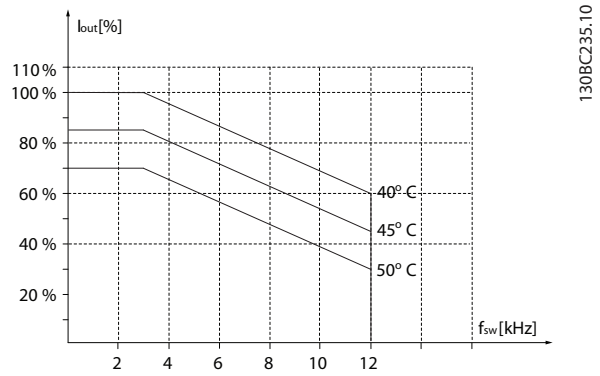


Abbildung 3.40 90 kW (120 HP), 400 V, Baugröße H8, IP20

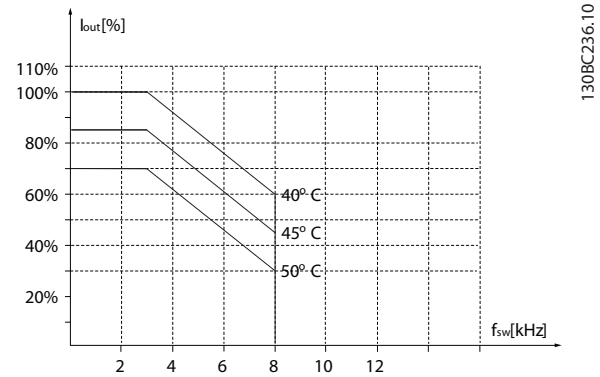


Abbildung 3.41 75–90 kW (100–120 HP), 600 V, Baugröße H8, IP20

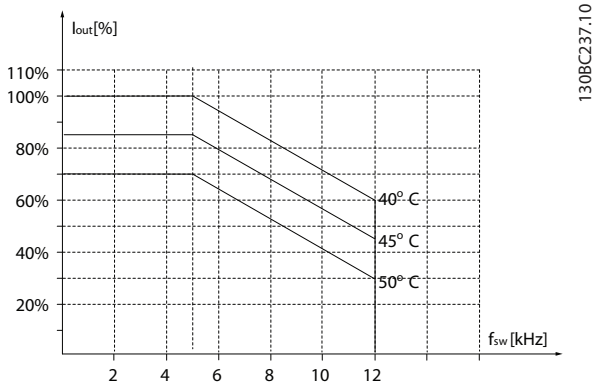


Abbildung 3.42 2,2–3 kW (3,0–4,0 HP), 600 V, Baugröße H9, IP20

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

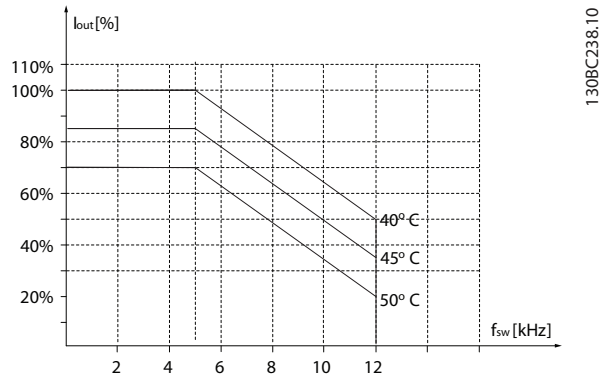


Abbildung 3.43 5,5–7,5 kW (7,4–10 HP), 600 V, Baugröße H9, IP20

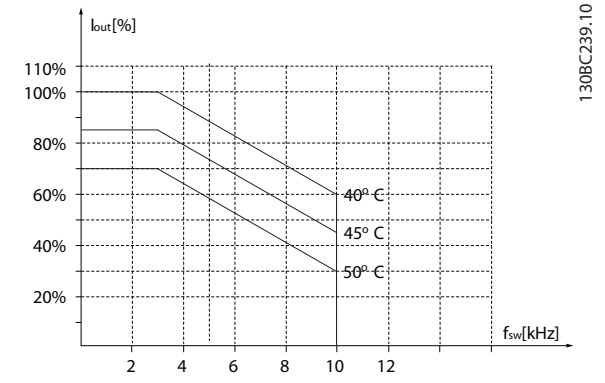


Abbildung 3.44 11–15 kW (15–20 HP), 600 V, Baugröße H10, IP20

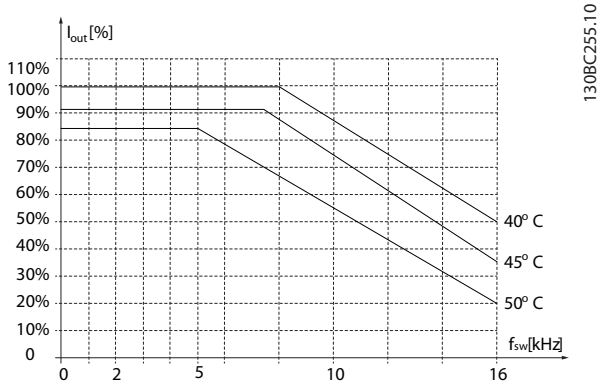


Abbildung 3.45 0,75–4,0 kW (1,0–5,4 HP), 400 V, Baugröße I2, IP54

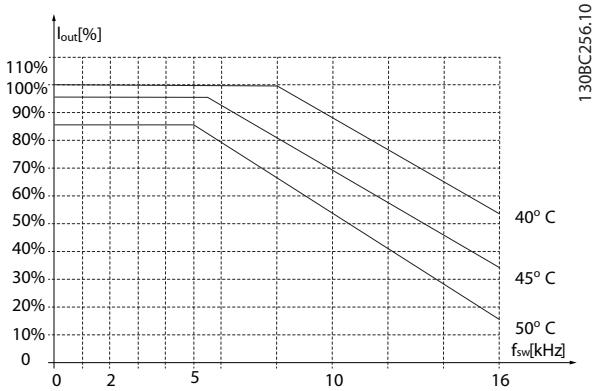


Abbildung 3.46 5,5–7,5 kW (7,4–10 HP), 400 V, Baugröße I3, IP54

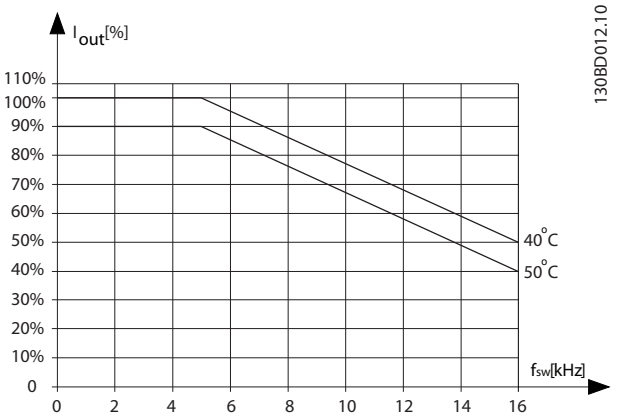


Abbildung 3.47 11–18,5 kW (15–25 HP), 400 V, Baugröße I4, IP54

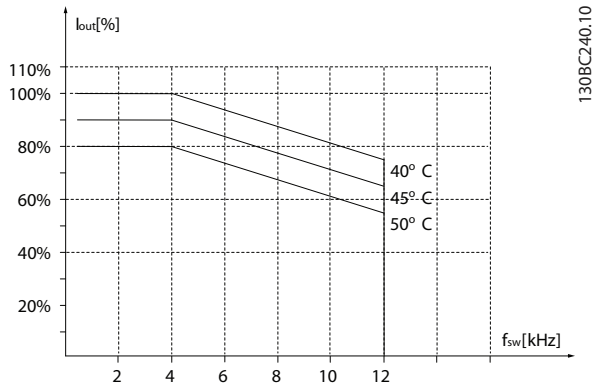


Abbildung 3.48 22–30 kW (30–40 HP), 400 V, Baugröße I6, IP54

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

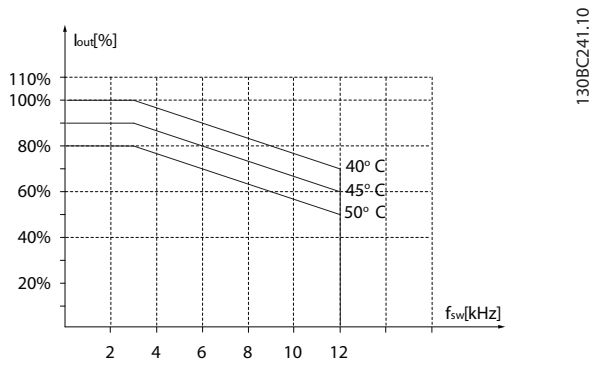


Abbildung 3.49 37 kW (50 HP), 400 V, Baugröße I6, IP54

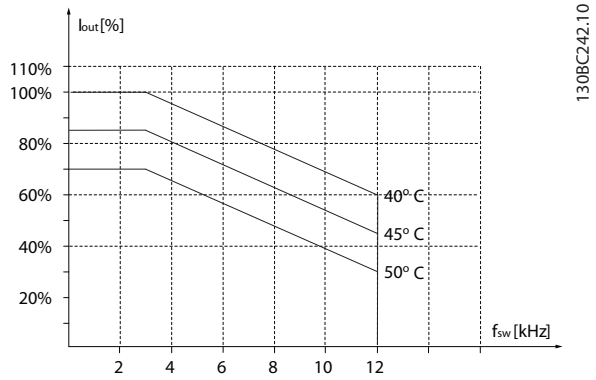


Abbildung 3.50 45–55 kW (60–74 HP), 400 V, Baugröße I7, IP54

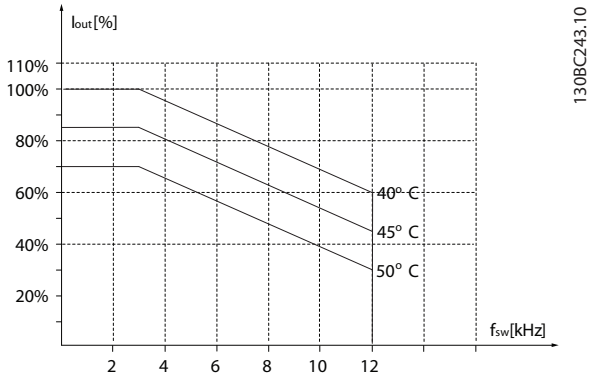


Abbildung 3.51 75–90 kW (100–120 HP), 400 V, Baugröße I8, IP54

Wenn der Motor oder das vom Motor angetriebene Gerät – z. B. ein Lüfter – bei bestimmten Frequenzen laut ist oder vibriert, konfigurieren Sie die folgenden Parameter oder Parametergruppen, um die Störgeräusche oder Vibrationen zu reduzieren bzw. zu beseitigen.

- *Parametergruppe 4-6* Drehz.ausblendung.*
- Sie müssen *Parameter 14-03 Übermodulation* auf *[0] Aus* einstellen.
- Schaltmodus und Taktfrequenz in *Parametergruppe 14-0* IGBT-Ansteuerung*.
- *Parameter 1-64 Resonanzdämpfung*.

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

- Zwischenkreisdrosseln.
- Eingebaute Kühllüfter.
- EMV-Filterdrossel.

Baugröße	Pegel [dBA][1)]
H1	43,6
H2	50,2
H3	53,8
H4	64
H5	63,7
H6	71,5
H7	67,5 (75 kW (100 HP) 71,5 dB)
H8	73,5
H9	60
H10	62,9
I2	50,2
I3	54
I4	67,4
I6	70
I7	62
I8	65,6

Tabelle 3.3 Die typischen, im Abstand von 1 m (3,28 ft) zum Frequenzumrichter gemessenen Werte

1) Die Werte werden unter dem Hintergrund von 35 dBA Geräuschen gemessen und der Lüfter läuft mit voller Drehzahl.

Der Frequenzumrichter ist gemäß den angegebenen Normen geprüft (*Tabelle 3.4*).

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

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

Tabelle 3.4 Normen

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

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

3

⚠VORSICHT

INSTALLATIONSUMGEBUNGEN

Installieren Sie den Frequenzumrichter nicht in Umgebungen, deren Atmosphäre Aerosol-Flüssigkeiten, Partikel oder Gase enthält, welche die elektronischen Bauteile beeinflussen oder beschädigen können. Wenn die erforderlichen Schutzmaßnahmen nicht getroffen werden, erhöht sich das Risiko von Ausfällen, die zu Sach- und Personenschäden führen können.

Flüssigkeiten können sich schwebend in der Luft befinden und im Frequenzumrichter kondensieren. Dadurch können Bauteile und Metallteile korrodieren. Dampf, Öl und Salzwasser können ebenfalls zur Korrosion von Bauteilen und Metallteilen führen. Für solche Umgebungen empfehlen sich Geräte gemäß Schutzart IP54. Als zusätzlichen Schutz können Sie optional beschichtete Leiterplatten bestellen (gehört bei einigen Leistungsgrößen zum Standard).

Schwebende Partikel, wie z. B. Staub, können zu mechanisch, elektrisch oder thermisch bedingten Ausfällen des Frequenzumrichters führen. Eine Staubschicht um den Ventilator des Frequenzumrichters ist ein typisches Anzeichen für einen hohen Grad an Schwebepartikeln. In staubiger Umgebung sind Geräte gemäß Schutzart IP54 oder ein zusätzlicher Schaltschrank für Geräte der Schutzart IP20/Typ 1 zu empfehlen.

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

Derartige chemische Reaktionen können die elektronischen Bauteile sehr schnell in Mitleidenschaft ziehen und zerstören. In solchen Umgebungen empfiehlt es sich, die Geräte in einen extern belüfteten Schaltschrank einzubauen, sodass die aggressiven Gase vom Frequenzumrichter ferngehalten werden.
Als zusätzlichen Schutz in solchen Bereichen können Sie optional beschichtete Leiterplatten bestellen.

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

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

3.4 Allgemeine EMV-Aspekte

3.4.1 Übersicht über EMV-Emissionen

Frequenzumrichter (und andere elektrische Geräte) erzeugen elektronische oder magnetische Felder, die in ihrer Umgebung Störungen verursachen können. Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) dieser Effekte ist von den Leistungs- und Oberschwingungseigenschaften der Geräte abhängig.

Die unkontrollierte Wechselwirkung zwischen elektrischen Geräten in einer Anlage kann die Kompatibilität und den zuverlässigen Betrieb beeinträchtigen. Störungen äußern sich in Netzoberschwingungsverzerrung, elektrostatischen Entladungen, schnellen Spannungsänderungen oder hochfrequenten Störspannungen bzw. Störfeldern. Elektrische Geräte erzeugen Störungen und sind zugleich den Störungen von anderen Quellen ausgesetzt.

Schalttransienten treten in der Regel im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz auf. Durch die Luft übertragene Störungen des Frequenzumrichtersystems im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt. Wie in *Abbildung 3.52* gezeigt, werden durch kapazitive Ströme des Motorkabels, in Verbindung mit hohem dU/dt der Motorspannung, Ableitströme erzeugt.
Die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels erhöht den Ableitstrom (siehe *Abbildung 3.52*), da abgeschirmte Kabel eine höhere Kapazität zu Erde haben als nicht abgeschirmte Kabel. Wird der Ableitstrom nicht gefiltert, verursacht dies in der Netzzuleitung größere Störungen im Funkfrequenzbereich unterhalb von etwa 5 MHz. Der Ableitstrom (I_1) kann über die Abschirmung (I_3) direkt zurück zum Gerät fließen. Es verbleibt dann nur ein kleines elektromagnetisches Feld (I_4) vom abgeschirmten Motorkabel gemäß *Abbildung 3.52*.

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; verdrillte Abschirmungsenden (Pigtails) sind zu vermeiden. Verdrillte Abschirmungsenden erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, wodurch der Abschirmungseffekt reduziert und der Ableitstrom erhöht wird (I_4).
Verbinden Sie die Abschirmung an beiden Enden mit dem Gehäuse, wenn abgeschirmte Kabel für Relais, Steuer-

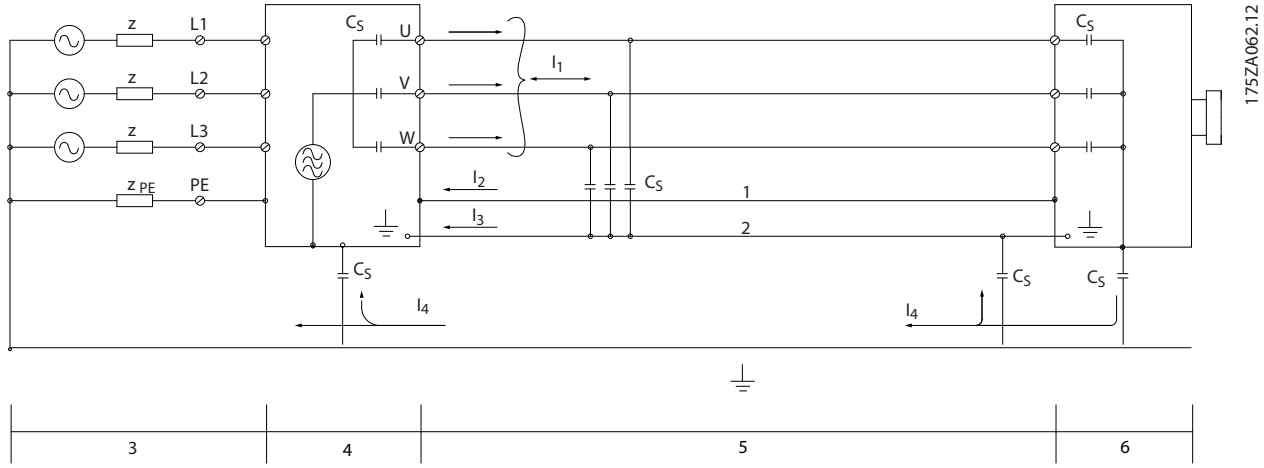
 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

leitung, Signalschnittstelle oder Bremse verwendet werden. In einigen Situationen ist zum Vermeiden von Stromschleifen jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung notwendig.

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 meisten 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. Sie dürfen Steuer- und Buskabel nicht gemeinsam mit Anschlusskabeln für Motor und Bremse verlegen. Funkstörungen von mehr als 50 MHz (in der Luft) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt.



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

Abbildung 3.52 Erzeugung von Ableitströmen

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3

3.4.2 Emissionsanforderungen

Die EMV-Produktnorm für Frequenzumrichter definiert 4 Kategorien (C1, C2, C3 und C4) mit festgelegten Anforderungen für Störaussendung und Störfestigkeit. *Tabelle 3.5* enthält die Definitionen der 4 Kategorien und die entsprechende Klassifizierung aus EN 55011.

EN/IEC 61800-3 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 Begrenzung. Erstellen Sie einen EMV-Plan.

Tabelle 3.5 Zusammenhang zwischen IEC 61800-3 und EN 55011

Wenn die Fachgrundnorm (leitungsgeführte) Störungsaussendung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzumrichter die Grenzwerte in *Tabelle 3.6* 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 3.6 Zusammenhang zwischen der Fachgrundnorm Störungsaussendung und EN 55011

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.4.3 Prüfergebnisse EMV-Emission

Die folgenden Ergebnisse wurden unter Verwendung eines Systems mit Frequenzumrichter, abgeschirmter Steuerleitung, Steuerkasten mit Potenziometer und geschirmtem Motorkabel erzielt.

EMV-Filtertyp	Leitungsgeführte Störaussendung. Maximale Länge des geschirmten Kabels [m (ft)]						Abgestrahlte Störaussendung			
	Industriebereich									
EN 55011	Klasse A Gruppe 2 Industriebereich		Klasse A Gruppe 1 Industriebereich		Klasse B Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbereich sowie Kleinbetriebe		Klasse A Gruppe 1 Industriebereich		Klasse B Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbereich sowie Kleinbetriebe	
EN/IEC 61800-3	Kategorie C3 Zweite Umgebung Industriegebiet		Kategorie C2 Erste Umgebung Wohnungen und Büros		Kategorie C1 Erste Umgebung Wohnungen und Büros		Kategorie C2 Erste Umgebung Wohnungen und Büros		Kategorie C1 Erste Umgebung Wohnungen und Büros	
	Ohne externen Filter	Mit externem Filter	Ohne externen Filter	Mit externem Filter	Ohne externen Filter	Mit externem Filter	Ohne externen Filter	Mit externem Filter	Ohne externen Filter	Mit externem Filter
H4-EMV-Filter (EN55011 A1, EN/IEC61800-3 C2)										
0,25–11 kW (0,34–15 HP) 3 x 200–240 V IP20	–	–	25 (82)	50 (164)	–	20 (66)	Ja	Ja	–	Nein
0,37–22 kW (0,5–30 HP) 3 x 380–480 V IP20	–	–	25 (82)	50 (164)	–	20 (66)	Ja	Ja	–	Nein
H2-EMV-Filter (EN 55011 A2, EN/IEC 61800-3 C3)										
15–45 kW (20–60 HP) 3 x 200–240 V IP20	25 (82)	–	–	–	–	–	Nein	–	Nein	–
30–90 kW (40–120 HP) 3 x 380–480 V IP20	25 (82)	–	–	–	–	–	Nein	–	Nein	–
0,75–18,5 kW (1–25 HP) 3 x 380–480 V IP54	25 (82)	–	–	–	–	–	Ja	–	–	–
22–90 kW (30–120 HP) 3 x 380–480 V IP54	25 (82)	–	–	–	–	–	Nein	–	Nein	–
H3-EMV-Filter (EN55011 A1/B, EN/IEC 61800-3 C2/C1)										
15–45 kW (20–60 HP) 3 x 200–240 V IP20	–	–	50 (164)	–	20 (66)	–	Ja	–	Nein	–
30–90 kW (40–120 HP) 3 x 380–480 V IP20	–	–	50 (164)	–	20 (66)	–	Ja	–	Nein	–

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

EMV-Filtertyp	Leitungsgeführte Störaussendung. Maximale Länge des geschirmten Kabels [m (ft)]						Abgestrahlte Störaussendung			
	Industriebereich									
0,75–18,5 kW (1–25 HP) 3 x 380–480 V IP54	–	–	25 (82)	–	10 (33)	–	Ja	–	–	–
22–90 kW (30–120 HP) 3 x 380–480 V IP54	–	–	25 (82)	–	10 (33)	–	Ja	–	Nein	–

Tabelle 3.7 Prüfergebnisse EMV-Emission

3.4.4 Übersicht über Oberschwingungsemission

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

	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabelle 3.8 Oberschwingungsströme

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 daher wichtig, die Oberwellenströme auf einem niedrigen Pegel zu halten, um eine Überlast des Transformators und zu hohe Temperaturen in den Kabeln zu vermeiden.

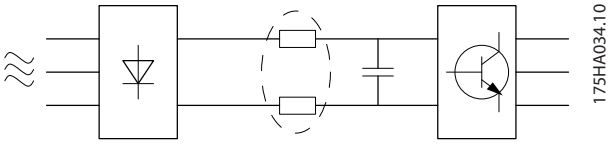


Abbildung 3.53 Zwischenkreisspulen

HINWEIS

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

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

Die Spannungsverzerrung in der Netzversorgungsspannung hängt von der Größe der Oberschwingungsströme multipliziert mit der internen Netzimpedanz der betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung THDv wird aus den einzelnen Spannungsoberschwingungen nach folgender Formel berechnet:

$$THD\% = \sqrt{U\frac{2}{5} + U\frac{2}{7} + ... + U\frac{2}{N}}$$

(U_N% von U)

3.4.5 Oberschwingungsemissionsanforderungen

An das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossene Anlagen und Geräte

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

Tabelle 3.9 Angeschlossenes Gerät

3.4.6 Prüfergebnisse für Oberschwingungsströme (Emission)

Leistungsgrößen bis PK75 in T4 und P3K7 in T2 entsprechend IEC/EN 61000-3-2 Klasse A. Leistungsgrößen von P1K1 und bis zu P18K in T2 und bis zu P90K in T4 gemäß IEC/EN 61000-3-12, Tabelle 4.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Istwert 0,25–11 kW (0,34–15 HP), IP20, 200 V (typisch)	32,6	16,6	8,0	6,0
Grenze für R_{sce}≥120	40	25	15	10
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THDi		**PWHD**	
Istwert 0,25–11 kW (0,34–15 HP), 200 V (typisch)	39		41,4	
Grenze für R_{sce}≥120	48		46	

Tabelle 3.10 Oberschwingungsstrom 0,25-11 kW (0,34–15 HP), 200 V

	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Istwert 0,37–22 kW (0,5–30 HP), IP20, 380–480 V (typisch)	36,7	20,8	7,6	6,4
Grenze für R_{sce}≥120	40	25	15	10
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THDi		**PWHD**	
Istwert 0,37–22 kW (0,5–30 HP), 380–480 V (typisch)	44,4		40,8	
Grenze für R_{sce}≥120	48		46	

Tabelle 3.11 Oberschwingungsstrom 0,37-22 kW (0,5–30 HP), 380–480 V

	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Istwert 30–90 kW (40–120 HP), IP20, 380–480 V (typisch)	36,7	13,8	6,9	4,2
Grenze für R_{sce}≥120	40	25	15	10
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THDi		**PWHD**	
Istwert 30–90 kW (40–120 HP), 380–480 V (typisch)	40,6		28,8	
Grenze für R_{sce}≥120	48		46	

Tabelle 3.12 Oberschwingungsstrom 30–90 kW (40–120 HP), 380–480 V

	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Istwert 2,2–15 kW (3,0–20 HP), IP20, 525–600 V (typisch)	48	25	7	5
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THDi		**PWHD**	
Istwert 2,2–15 kW (3,0–20 HP), 525–600 V (typisch)	55		27	

Tabelle 3.13 Oberschwingungsstrom 2,2–15 kW (3,0–20 HP), 525–600 V

	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Istwert 18,5–90 kW (25–120 HP), IP20, 525–600 V (typisch)	48,8	24,7	6,3	5
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THDi		**PWHD**	
Istwert 18,5–90 kW (25–120 HP), 525–600 V (typisch)	55,7		25,3	

Tabelle 3.14 Oberschwingungsstrom 18,5–90 kW (25–120 HP), 525–600 V

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Istwert 22–90 kW (30–120 HP), IP54, 400 V (typisch)	36,3	14	7	4,3
Grenze für R_{sce}≥120	40	25	15	10
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THDi		**PWHD**	
Istwert 22–90 kW (30–120 HP), IP54 400 V (typisch)	40,1		27,1	
Grenze für R_{sce}≥120	48		46	

Tabelle 3.15 Oberschwingungsstrom 22–90 kW (30–120 HP), 400 V

	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Istwert 0,75–18,5 kW (1,0–25 HP), IP54, 380-480 V (typisch)	36,7	20,8	7,6	6,4
Grenze für R_{sce}≥120	40	25	15	10
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THDi		**PWHD**	
Istwert 0,75–18,5 kW (1,0–25 HP), IP54, 380–480 V (typisch)	44,4		40,8	
Grenze für R_{sce}≥120	48		46	

Tabelle 3.16 Oberschwingungsstrom 0,75–18,5 kW (1–25 HP), 380–480 V

	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Istwert 15–45 kW (20–60 HP), IP20, 200 V (typisch)	26,7	9,7	7,7	5
Grenze für R_{sce}≥120	40	25	15	10
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THDi		**PWHD**	
Istwert 15–45 kW (20–60 HP), 200 V (typisch)	30,3		27,6	
Grenze für R_{sce}≥120	48		46	

Tabelle 3.17 Oberschwingungsstrom 15–45 kW (20–60 HP), 200 V

vorausgesetzt, die Kurzschlussleistung der Netzversorgung S_{sc} ist größer oder gleich:

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

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

Der Installateur oder Gerätenutzer hat, gegebenenfalls durch Rücksprache mit dem Netzbetreiber, sicherzustellen, dass das Gerät an eine Netzversorgungmit einer Kurzschlussleistung S_{sc} gleich oder größer obigen Angaben angeschlossen wird.
Andere Leistungsgrößen dürfen Sie nur nach Absprache mit dem Betreiber des Verteilernetzes an das öffentliche Stromversorgungsnetz anschließen.

Übereinstimmung mit verschiedenen Systemebenen-Richtlinien:
Die in *Tabelle 3.10* bis *Tabelle 3.17* vorhandenen Daten zu Oberwellenströmen entsprechen IEC/EN 61000-3-12 mit Bezug zur Produktnorm der Antriebssysteme. Sie können als Grundlage zur Berechnung der Einflüsse der Oberwellenströme auf das Stromversorgungssystem und zur Dokumentation der Übereinstimmung mit den relevanten regionalen Richtlinien verwendet werden: IEEE 519 -1992; G5/4.

3.4.7 Störfestigkeitsanforderungen

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

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3.5 Galvanische Trennung (PELV)

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

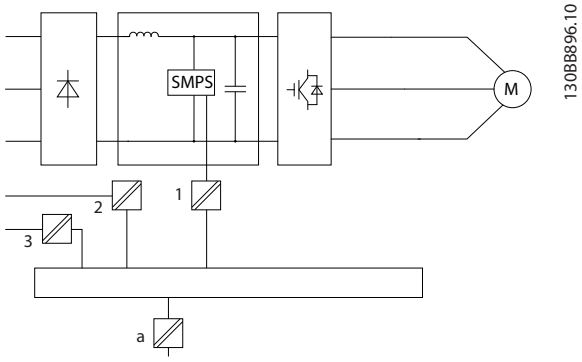
Alle Steuer- und Relaisklemmen 01-03/04-06 entsprechen PELV (Schutzkleinspannung – Protective Extra Low Voltage) (gilt nicht bei geerdetem Dreieck-Netz über 440 V).

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 wie beschrieben bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen für höhere Isolierung und der entsprechenden Tests gemäß Beschreibung in EN 61800-5-1.
Die galvanische PELV-Trennung kann in *Abbildung 3.55* gezeigt werden.

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

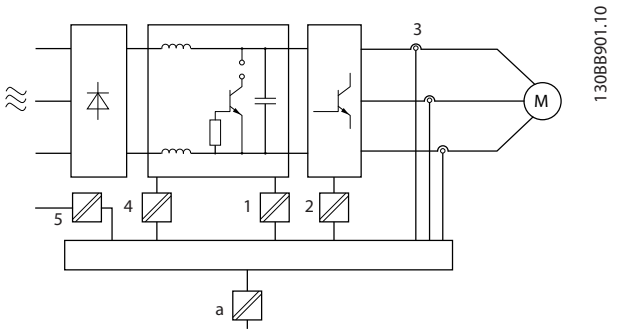
0,25–22 kW (0,34–30 HP)



1	Stromversorgung (Schaltnetzteil)
2	Optokoppler, Kommunikation zwischen AOC und BOC
3	Ausgangsrelais
a	Steuerkartenklemmen

Abbildung 3.54 Galvanische Trennung

30–90 kW (40–120 HP)



1	Stromversorgung (Schaltnetzteil) einschließlich Signaltrennung der Zwischenkreisspannung UDC
2	IGBT-Ansteuerkarte zur Ansteuerung der IGBTs (Triggertransformatoren/Optokoppler)
3	Stromwandler
4	Interne Schonungsladung, EMV- und Temperaturmessschaltkreise
5	Ausgangsrelais
a	Steuerkartenklemmen

Abbildung 3.55 Galvanische Trennung

Die funktionale galvanische Trennung (siehe *Abbildung 3.54*) ist für die RS-485-Standard-Busschnittstelle vorgesehen.

⚠VORSICHT

INSTALLATION IN GROSSER HÖHENLAGE

Bei Höhen über 2000 m (6500 ft) wenden Sie sich bezüglich der PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) an Danfoss.

3.6 Erdableitstrom

⚠WARNUNG

ENTLADEZEIT

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.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

3

⚠WARNUNG

GEFAHR DURCH ABLEITSTRÖME

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

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

⚠WARNUNG

FEHLERSTROMSCHUTZSCHALTER

Dieses Produkt kann einen Gleichstrom im Schutzleiter verursachen. Wird zum Schutz bei direktem oder indirektem Berühren ein Fehlerstromschutzschalter (Residual Current Device, RCD) verwendet, darf nur der Typ B auf der Versorgungsseite des Produkts eingesetzt werden. Realisieren Sie andernfalls eine weitere Schutzmaßnahme, beispielsweise eine Trennung von der Arbeitsumgebung durch doppelte oder verstärkte Isolation oder eine Isolation des Versorgungssystems mittels Transformator. Siehe auch Anwendungshinweis *Schutz gegen elektrische Gefahren*.
Die Schutzerdung des Frequenzumrichters und die Verwendung von Fehlerstromschutzschaltern müssen immer den einschlägigen Vorschriften entsprechen.

3.7 Extreme Betriebszustände

Kurzschluss (Motorphase – Phase)
Eine Strommessung in jeder der drei Motorphasen oder im DC-Zwischenkreis schützt den Frequenzumrichter gegen Kurzschlüsse. Ein Kurzschluss zwischen zwei Ausgangsphasen bewirkt einen Überstrom im Wechselrichter. Der Frequenzumrichter wird einzeln abgeschaltet, sobald sein Kurzschlussstrom den zulässigen Wert (*Alarm 16 Abschaltblockierung*) überschreitet.
Um den Frequenzumrichter gegen Kurzschluss bei Zwischenkreiskopplung und an den Bremswiderstandsklemmen zu schützen, *Kapitel 8.3.1 Sicherungen und Trennschalter*.

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

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 einer konstanten Ausgangsfrequenz vom Frequenzumrichter), d. h. die Last erzeugt Energie.
- Während der Verzögerung (Rampe Ab) ist die Reibung bei hohem Trägheitsmoment niedrig und die Rampenzeit zu kurz, um die Energie als Verlustleistung im Frequenzumrichter, Motor oder in der Anlage abzugeben.
- Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich kann eine höhere Zwischenkreisspannung (*Parameter 1-62 Schlupfausgleich*) hervorrufen.

Die Bedieneinheit versucht die Rampe zu kompensieren, wenn *Parameter 2-17 Überspannungssteuerung* aktiviert ist. Der Frequenzumrichter wird nach Erreichen eines bestimmten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen.

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.

3.7.1 Thermischer Motorschutz (ETR)

Danfoss verwendet den ETR, um den Motor vor Überhitzung zu schützen. Dies ist eine elektronische Funktion, die ein Bimetallrelais basierend auf internen Messungen simuliert. Die Kennlinie wird in *Abbildung 3.56* gezeigt.

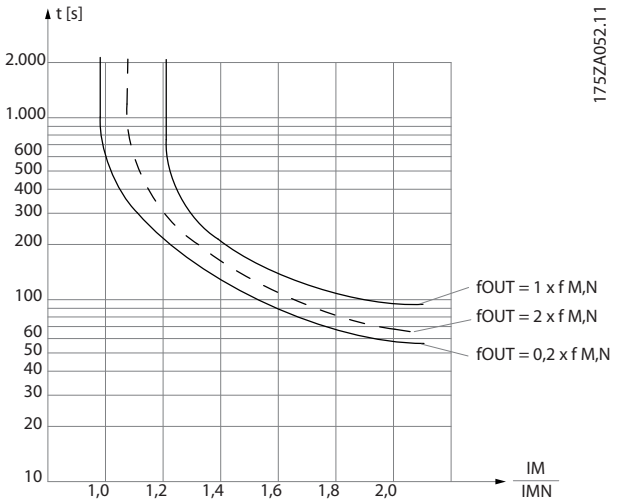


Abbildung 3.56 Thermischer Motorschutz

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.

Es ist klar, dass ETR bei niedriger Drehzahl durch die geringere Kühlung des Motors bei niedrigerer Wärmeentwicklung abschaltet. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt. Die ETR-Funktion berechnet die Motortemperatur anhand der Istwerte von Strom und Drehzahl.

3.7.2 Thermistoreingänge

Der Thermistorabschaltwert muss > 3 kΩ betragen.

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

Der Motorschutz kann über eine Reihe von Verfahren realisiert werden:

- PTC-Sensor in Motorwicklungen.
- Mechanischer Thermoschalter (Klixon-Schalter).
- Elektronisches Thermorelais (ETR).

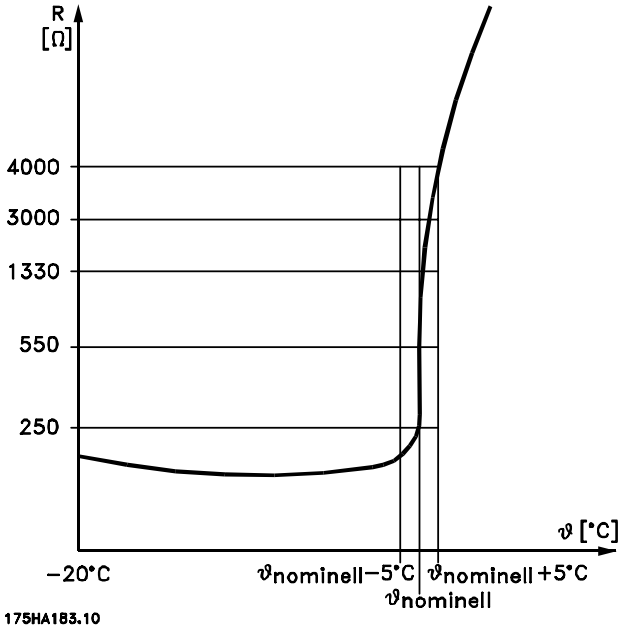


Abbildung 3.57 Abschaltung aufgrund von zu hoher Motortemperatur

Beispiel mit Digitaleingang und 10-V-Stromversorgung
Der Frequenzumrichter schaltet sich ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.
Parametereinstellung:
Stellen Sie *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz* auf *[2] Thermistor Abschalt.* ein.
Stellen Sie *Parameter 1-93 Thermistoranschluss* auf *[6] Digitaleingang 29* ein.

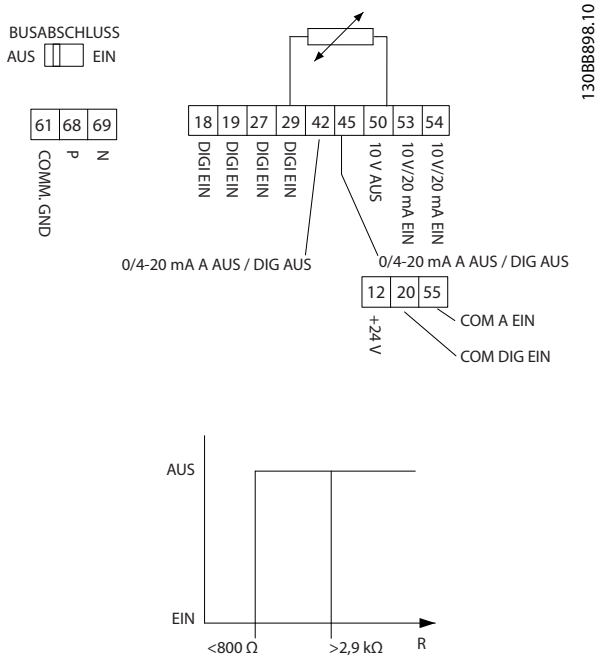


Abbildung 3.58 Digitaleingang/10-V-Stromversorgung

Beispiel mit Analogeingang und 10-V-Stromversorgung
Der Frequenzumrichter schaltet sich ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.
Parametereinstellung:
Stellen Sie *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz* auf *[2] Thermistor Abschalt.* ein.
Stellen Sie *Parameter 1-93 Thermistoranschluss* auf *[1] Analogeingang 53* ein.

3

HINWEIS

Stellen Sie *Analogeingang 54* nicht als Sollwertquelle ein.

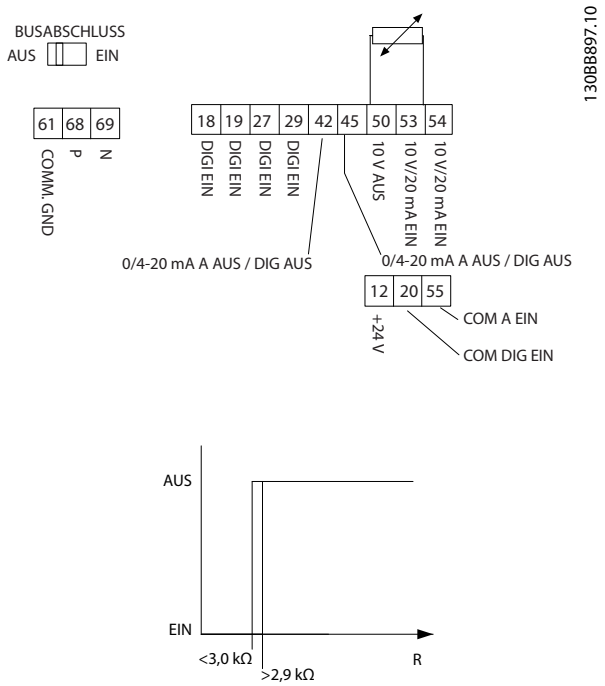


Abbildung 3.59 Analogeingang/10-V-Stromversorgung

Eingang	Versorgungs-spannung [V]	Grenzwert Abschaltwerte [Ω]
Digital	10	<800⇒2,9 k
Analog	10	<800⇒2,9 k

Tabelle 3.18 Versorgungsspannung

HINWEIS

Stellen Sie sicher, dass die gewählte Versorgungs-spannung der Spezifikation des benutzten Thermistorelements entspricht.

ETR ist aktiviert in *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

4 Auswahl und Bestellung

4.1 Typencode

Ein Typencode definiert die spezifische Konfiguration des VLT® HVAC Basic DriveFC101-Frequenzumrichters. Verwenden Sie *Abbildung 4.1* zur Erstellung eines Typencode-Strings für die gewünschte Konfiguration.

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

130BB899.10

Abbildung 4.1 Typencode

Beschreibung	Position	Mögliche Auswahl
Produktgruppe und FC-Serie	1–6	FC101
Nennleistung	7–10	0,25–90 kW (0,34–120 HP) (PK25-P90K)
Phasenzahl	11	3 Phasen (T)
Netzspannung	11–12	T2: 200-240 V AC T4: 380–480 V AC T6: 525-600 V AC
Gehäuse	13–15	E20: IP20/Chassis P20: IP 20/Chassis mit Rückwand E5A: IP54 P5A: IP54 mit Rückwand
EMV-Filter	16–17	H1: EMV-Filter, Klasse A1/B H2: EMV-Filter, Klasse A2 H3: EMV-Filter, Klasse A1/B (reduzierte Kabellänge) H4: EMV-Filter, Klasse A1
Bremse	18	X: Kein Bremschopper integriert
Display	19	A: Alphanumerische LCP-Bedieneinheit X: Ohne LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	X: Keine beschichtete Platine C: Beschichtete Platine
Netzoption	21	X: Keine Netzoption
Anpassung	22	X: Keine Anpassung
Anpassung	23	X: Keine Anpassung
Softwareversion	24–27	SXXXX: Aktuelle Version - Standard-Software
Software-Sprache	28	X: Standard
A-Optionen	29–30	AX: Keine A-Optionen
B-Optionen	31–32	BX: Keine B-Optionen
C0-Optionen MCO	33–34	CX: Keine C-Optionen
C1-Optionen	35	X: Keine C1-Optionen
Software für die C-Option	36–37	XX: Keine Optionen
D-Optionen	38–39	DX: Keine D0-Optionen

Tabelle 4.1 Typencodebeschreibung

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

4.2 Optionen und Zubehör

4.2.1 Bedieneinheit (LCP)

Bestellnummer	Beschreibung
132B0200	LCP für alle IP20-Einheiten

Tabelle 4.2 Bestellnummer des LCP

Gehäuse	IP55, vorderseitig montiert
Maximale Kabellänge zur Einheit	3 m (10 ft)
Standardmäßige Kommunikations-schnittstelle	RS485

Tabelle 4.3 Technische Daten des LCP-Bedienteils

4.2.2 LCP-Montage an der Vorderseite des Bedienteils

Schritt 1
Bringen Sie die Dichtung am LCP an.

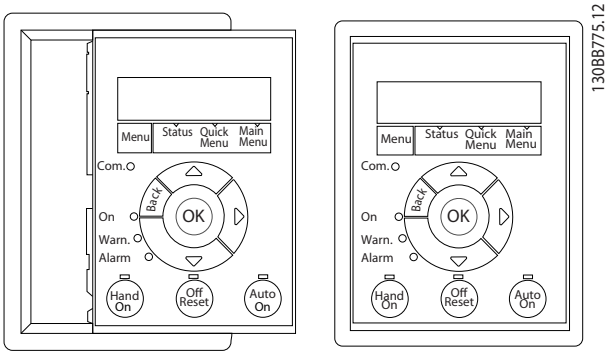
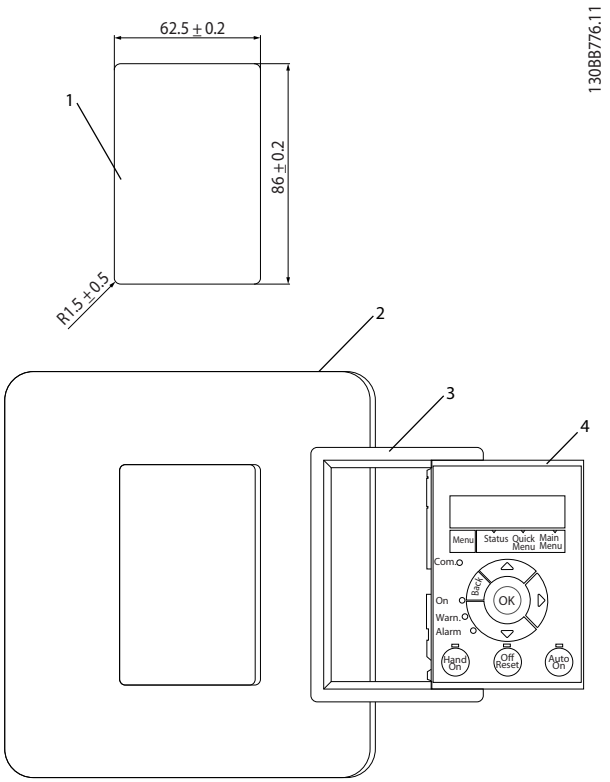


Abbildung 4.2 Dichtung anbringen

Schritt 2
Platzieren Sie das LCP auf dem Bedienteil. Für Abmessungen der Öffnung siehe *Abbildung 4.3*.



1	Abschaltung des Bedienteils. Wanddicke 1-3 mm (0,04–0,12 in)
2	Schaltschrank
3	Dichtung
4	LCP

Abbildung 4.3 LCP auf Bedienteil platzieren (vorderseitig montiert)

Schritt 3
Platzieren Sie die Klammer an der Rückseite des LCP, und schieben Sie sie anschließend nach unten.
Ziehen Sie die Schrauben fest, und schließen Sie das weibliche Ende des Kabels am LCP an.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

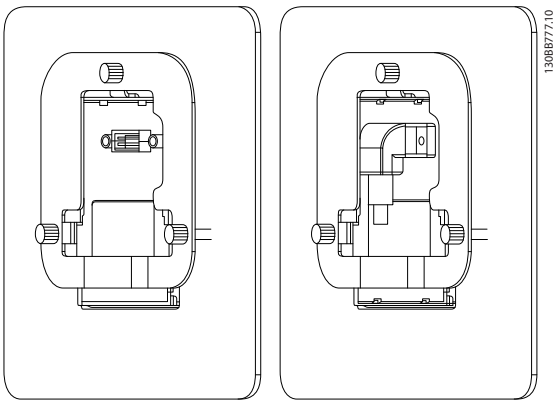


Abbildung 4.4 Klammer an LCP platzieren

Schritt 4
Schließen Sie das Kabel an den Frequenzumrichter an.

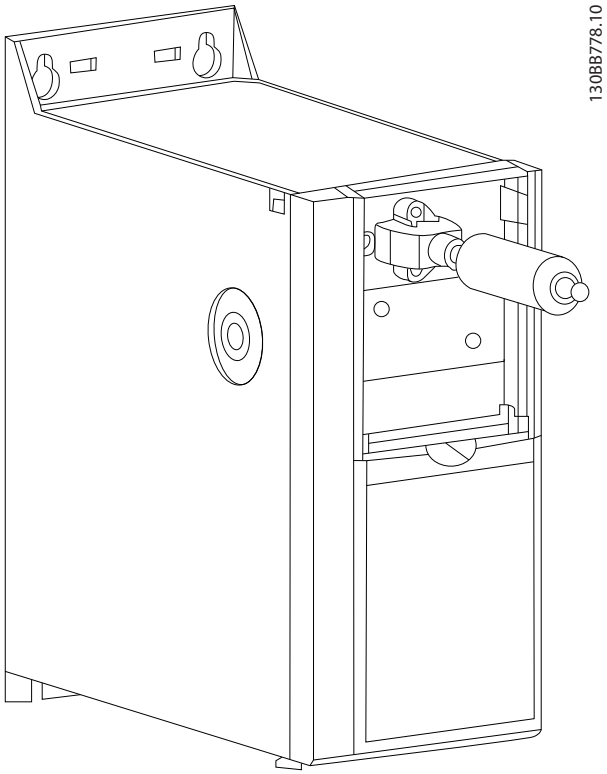


Abbildung 4.5 Kabel anschließen

HINWEIS

Verwenden Sie die mitgelieferten Gewindeschneid-schrauben, um den Stecker mit dem Frequenzumrichter zu verbinden. Das Anzugsdrehmoment beträgt 1,3 Nm (11,5 in-lb).

4.2.3 Gehäuseabdeckung IP21/NEMA Typ 1

IP21/NEMA Typ 1 ist ein optionales, für IP20-Geräte verfügbares Gehäuseelement.
Wenn der Gehäusesatz verwendet wird, wird die IP20-Einheit aufgerüstet, um dem Gehäuse IP21/NEMA Typ 1 zu entsprechen.

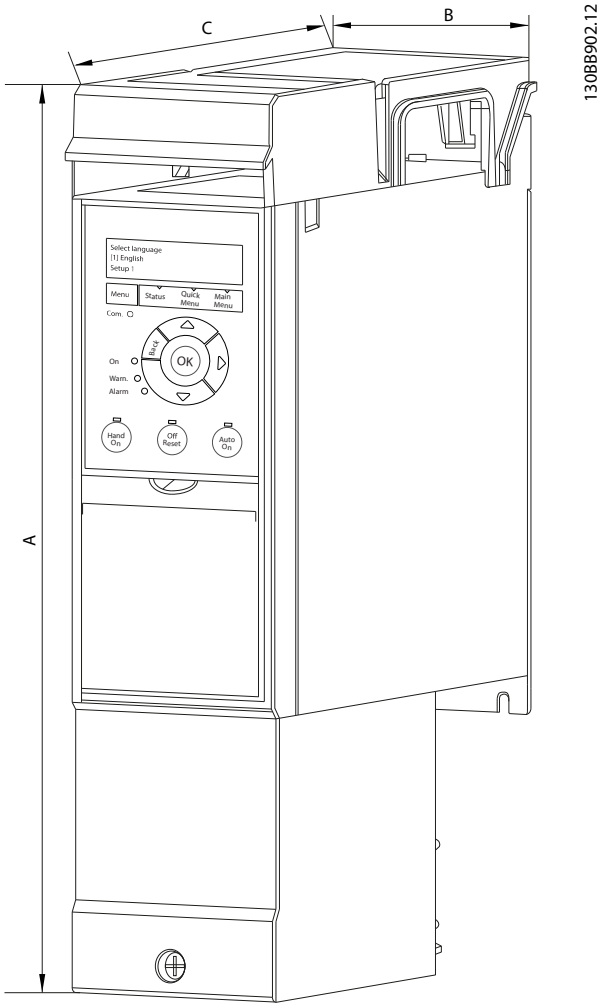


Abbildung 4.6 H1–H5 (Siehe Daten in *Tabelle 4.4*)

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

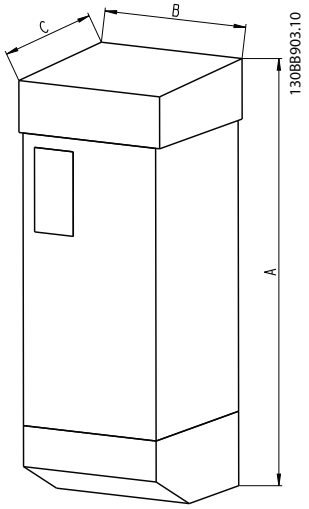


Abbildung 4.7 Abmessungen (Siehe Daten in *Tabelle 4.4*)

Baugröße	IP-Klasse	Leistungs-			Höhe [mm (in)] A	Breite [mm (in)] B	Tiefe [mm (in)] C	IP21-Bausatz – Bestell-nummer	NEMA Typ 1-Satz Bestell-nummer
		3x200–240 V [kW (HP)]	3x380–480 V [kW (HP)]	3x525–600 V [kW (HP)]					
H1	IP20	0,25–1,5 (0,34–2,0)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	–	293 (11,5)	81 (3,2)	173 (6,8)	132B0212	132B0222
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0–5,4)	–	322 (12,7)	96 (3,8)	195 (7,7)	132B0213	132B0223
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5-7,5 (7,4–10)	–	346 (13,6)	106 (4,2)	210 (8,3)	132B0214	132B0224
H4	IP20	5,5-7,5 (7,4–10)	11–15 (15–20)	–	374 (14,7)	141 (5,6)	245 (9,6)	132B0215	132B0225
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	–	418 (16,5)	161 (6,3)	260 (10,2)	132B0216	132B0226
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30–45 (40–60)	18,5–30 (25–40)	663 (26,1)	260 (10,2)	242 (9,5)	132B0217	132B0217
H7	IP20	22–30 (30–40)	55–75 (74–100)	37–55 (50–74)	807 (31,8)	329 (13,0)	335 (13,2)	132B0218	132B0218
H8	IP20	37–45 (50–60)	90 (120)	75–90 (100–120)	943 (37,1)	390 (15,3)	335 (13,2)	132B0219	132B0219
H9	IP20	–	–	2,2–7,5 (3,0–10)	372 (14,6)	130 (5,1)	205 (8,1)	132B0220	132B0220
H10	IP20	–	–	11–15 (15–20)	475 (18,7)	165 (6,5)	249 (9,8)	132B0221	132B0221

Tabelle 4.4 Gehäusesatz - Spezifikationen

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

4.2.4 Abschirmblech

Verwenden Sie das Abschirmblech für eine EMV-gerechte Installation.

Abbildung 4.8 zeigt das Abschirmblech der Baugröße H3.

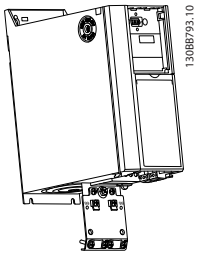


Abbildung 4.8 Abschirmblech

		Leistung [kW(HP)]			Abschirmblech Bestellnummern
Baugröße	**IP-Klasse**	**3 x 200–240 V**	**3 x 380–480 V**	**3x525–600 V**	
H1	IP20	0,25–1,5 (0,33–2,0)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	–	132B0202
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2–4 (3,0–5,4)	–	132B0202
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5–7,5 (7,5–10)	–	132B0204
H4	IP20	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	–	132B0205
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	–	130B0205
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30 (40)	18,5–30 (25–40)	132B0207
H6	IP20	–	37–45 (50–60)	–	132B0242
H7	IP20	22–30 (30–40)	55 (75)	37–55 (50–75)	132B0208
H7	IP20	–	75 (100)	–	132B0243
H8	IP20	37-45 (50–60)	90 (125)	75–90 (100–125)	132B0209

Tabelle 4.5 Abschirmblech - Spezifikationen

HINWEIS

Bei Baugrößen vom Typ H9 und H10 sind die Abschirmbleche im Beutel mit Zubehör enthalten.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

4

4.3 Bestellnummern

4.3.1 Optionen und Zubehör

	Baugröße Netzspannung	H1 [kW (HP)]	H2 [kW (HP)]	H3 [kW (HP)]	H4 [kW (HP)]	H5 [kW (HP)]	H6 [kW (HP)]		H7 [kW (HP)]		H8 [kW (HP)]
	T2 (200-240 V AC)	0,25–1,5 (0,33–2,0)	2,2 (3,0)	3,7 (5,0)	5,5–7,5 (7,5–10)	11 (15)	15–18,5 (20–25)	–	22–30 (30–40)	–	37–45 (50–60)
	T4 (380–480 V AC)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	2,2–4,0 (3,0–5,4)	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	18,5–22 (25–30)	30 (40)	37–45 (50–60)	55 (75)	75 (100)	90 (125)
	T6 (525–600 V AC)	–	–	–	–	–	18,5–30 (25–40)	–	37–55 (50–75)	–	75–90 (100–125)
Beschreibung											
LCP[1)]		132B0200									
LCP-Einbausatz (IP55) mit 3 m (9,8 ft) Kabel		132B0201									
LCP 31-zu-RJ 45-Umrüstsatz		132B0203									
LCP-Einbausatz (IP55) ohne 3 m (9,8 ft) Kabel		132B0206									
Abschirmblech		132B0202	132B0202	132B0204	132B0205	132B0205	132B0207	132B0242	132B0208	132B0243	132B0209
IP21-Option		132B0212	132B0213	132B0214	132B0215	132B0216	132B0217		132B0218		132B0219
Nema Typ 1-Satz		132B0222	132B0223	132B0224	132B0225	132B0226	132B0217		132B0218		132B0219

Tabelle 4.6 Optionen und Zubehör

1) Bei IP20-Einheiten ist das LCP erhältlich. Bei IP54-Einheiten ist das LCP in der Standardkonfiguration enthalten und am Frequenzumrichter montiert.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

4.3.2 Oberschwingungsfilter

3x380–480 V 50 Hz					
Leistung [kW (HP)]	Frequenzumrichter Dauer-Eingangsstrom [A]	Standard-Taktfrequenz [kHz]	THDi-Pegel [%]	Bestellnummer Filter IP00	Artikelnummer Filter IP20
22 (30)	41,5	4	4	130B1397	130B1239
30 (40)	57	4	3	130B1398	130B1240
37 (50)	70	4	3	130B1442	130B1247
45 (60)	84	3	3	130B1442	130B1247
55 (74)	103	3	5	130B1444	130B1249
75 (100)	140	3	4	130B1445	130B1250
90 (120)	176	3	4	130B1445	130B1250

Tabelle 4.7 AHF-Filter (5 % Oberschwingungsverzerrung)

3x380–480 V 50 Hz					
Leistung [kW (HP)]	Frequenzumrichter Dauer-Eingangsstrom [A]	Standard-Taktfrequenz [kHz]	THDi-Pegel [%]	Bestellnummer Filter IP00	Artikelnummer Filter IP20
22 (30)	41,5	4	6	130B1274	130B1111
30 (40)	57	4	6	130B1275	130B1176
37 (50)	70	4	9	130B1291	130B1201
45 (60)	84	3	9	130B1291	130B1201
55 (74)	103	3	9	130B1292	130B1204
75 (100)	140	3	8	130B1294	130B1213
90 (120)	176	3	8	130B1294	130B1213

Tabelle 4.8 AHF-Filter (10 % Oberschwingungsverzerrung)

3x440-480 V 60 Hz					
Leistung [kW (HP)]	Frequenzumrichter Dauer-Eingangsstrom [A]	Standard-Taktfrequenz [kHz]	THDi-Pegel [%]	Bestellnummer Filter IP00	Artikelnummer Filter IP20
22 (30)	34,6	4	3	130B1792	130B1757
30 (40)	49	4	3	130B1793	130B1758
37 (50)	61	4	3	130B1794	130B1759
45 (60)	73	3	4	130B1795	130B1760
55 (74)	89	3	4	130B1796	130B1761
75 (100)	121	3	5	130B1797	130B1762
90 (120)	143	3	5	130B1798	130B1763

Tabelle 4.9 AHF-Filter (5 % Oberschwingungsverzerrung)

3x440-480 V 60 Hz					
Leistung [kW (HP)]	Frequenzumrichter Dauer-Eingangsstrom [A]	Standard-Taktfrequenz [kHz]	THDi-Pegel [%]	Bestellnummer Filter IP00	Artikelnummer Filter IP20
22 (30)	34,6	4	6	130B1775	130B1487
30 (40)	49	4	8	130B1776	130B1488
37 (50)	61	4	7	130B1777	130B1491
45 (60)	73	3	9	130B1778	130B1492
55 (74)	89	3	8	130B1779	130B1493
75 (100)	121	3	9	130B1780	130B1494
90 (120)	143	3	10	130B1781	130B1495

Tabelle 4.10 AHF-Filter (10 % Oberschwingungsverzerrung)

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

4

4.3.3 Externer EMV-Filter

Mit in *Tabelle 4.11* aufgelisteten externen Filtern ist eine maximale Länge der abgeschirmten Kabel von 50 m (164 ft) gemäß EN/IEC 61800-3 C2 (EN 55011 A1) oder 20 m (65,6 ft) gemäß EN/IEC 61800-3 C1 (EN 55011 B) möglich.

Leistung [kW (HP)] Größe 380-480 V	Typ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L1	Drehmoment [Nm (in-lb)]	Gewicht [kg (lb)]	-Bestellnummer
0,37–2,2 (0,5–3,0)	FN3258-7-45	190	40	70	160	180	20	4,5	1	10,6	M5	20	31	0,7–0,8 (6,2–7,1)	0,5 (1,1)	132B0244
3,0–7,5 (4,0–10)	FN3258-16-45	250	45	70	220	235	25	4,5	1	10,6	M5	22,5	31	0,7–0,8 (6,2–7,1)	0,8 (1,8)	132B0245
11–15 (15–20)	FN3258-30-47	270	50	85	240	255	30	5,4	1	10,6	M5	25	40	1,9–2,2 (16,8–19,5)	1,2 (2,6)	132B0246
18,5–22 (25–30)	FN3258-42-47	310	50	85	280	295	30	5,4	1	10,6	M5	25	40	1,9–2,2 (16,8–19,5)	1,4 (3,1)	132B0247

Tabelle 4.11 EMV-Filter - Details

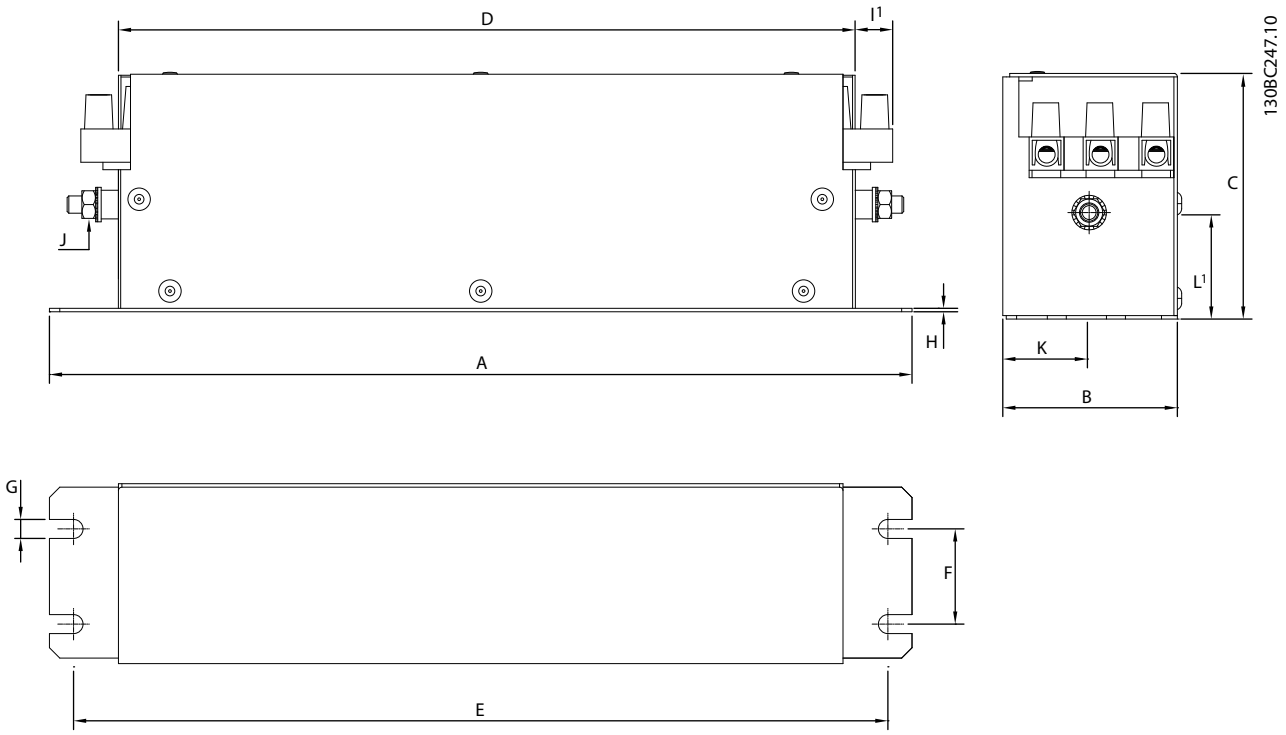


Abbildung 4.9 EMV-Filter - Abmessungen

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

5 Installation

5.1 Elektrische Installation

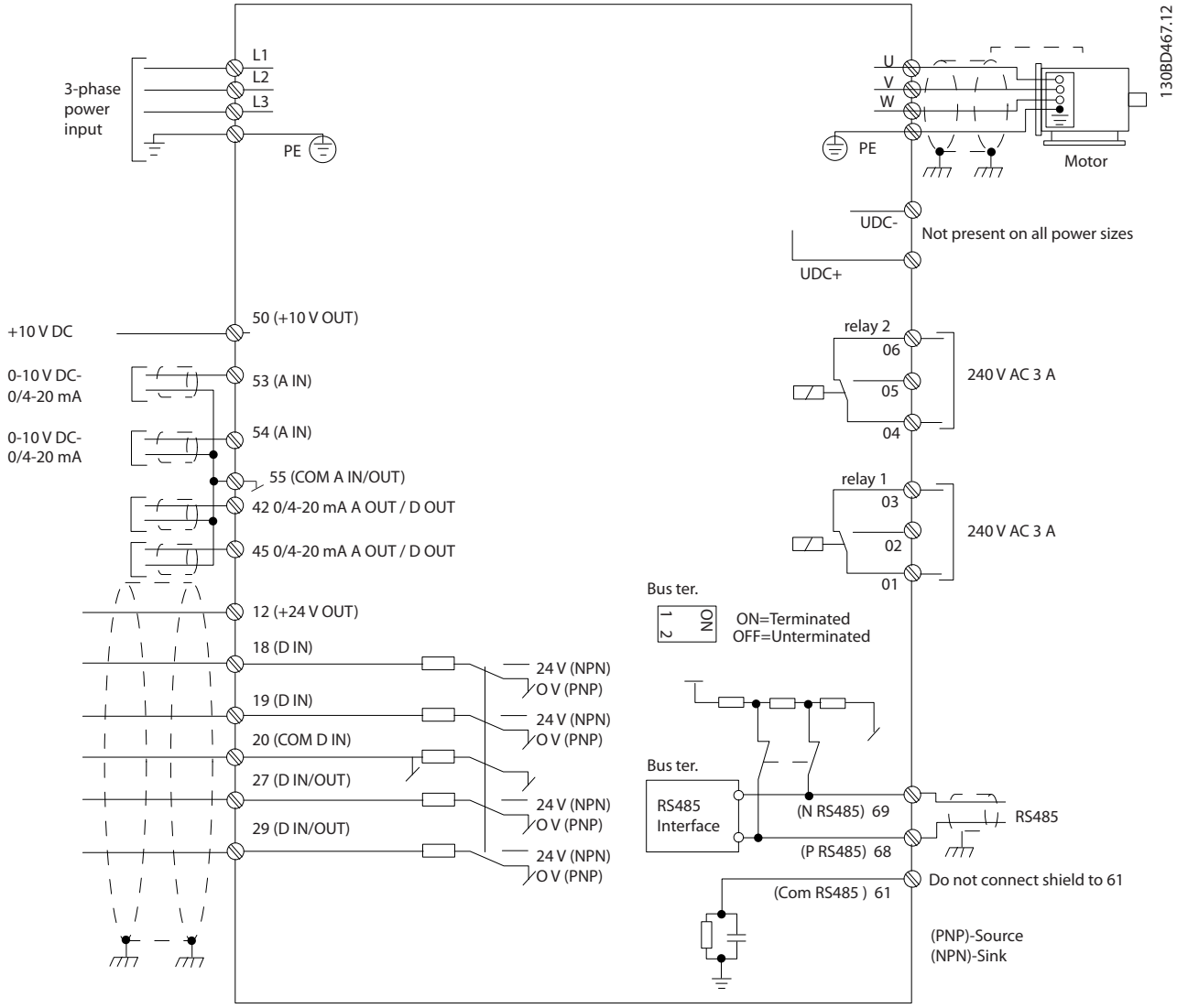


Abbildung 5.1 Anschlussdiagramm des Grundgeräts

HINWEIS

Folgende Einheiten können nicht an UDC- und UDC+ angeschlossen werden:

- **IP20, 380–480 V, 30–90 kW (40–125 HP)**
- **IP20, 200–240 V, 15–45 kW (20–60 HP)**
- **IP20, 525–600 V, 2,2–90 kW (3,0–125 hp)**
- **IP54, 380–480 V, 22–90 kW (30–125 HP)**

Befolgen Sie stets die nationalen und lokalen Vorschriften zum Leitungsquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Kupferleiter erforderlich. 75 °C (167 °F) werden empfohlen.

Leistung [kW (HP)]				Drehmoment [Nm (in-lb)]					
Baugröße	IP-Klasse	3 x 200–240 V	3 x 380–480 V	Netz	Motor	Gleich-stromanschluss	Steuer-klemmen	Masse	Relais
H1	IP20	0,25–1,5 (0,33–2,0)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5–7,5 (7,5–10)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H4	IP20	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	1,2 (11)	1,2 (11)	1,2 (11)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	1,2 (11)	1,2 (11)	1,2 (11)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30–45 (40–60)	4,5 (40)	4,5 (40)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H7	IP20	22–30 (30–40)	55 (70)	10 (89)	10 (89)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H7	IP20	–	75 (100)	14 (124)	14 (124)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H8	IP20	37–45 (50–60)	90 (125)	24 (212)[1)]	24 (212)[1)]	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)

Tabelle 5.1 Anzugsdrehmomente für die Baugrößen H1-H8, 3 x 200-240 V und 3 x 380-480 V

Leistung [kW (HP)]			Drehmoment [Nm (in-lb)]					
Baugröße	IP-Klasse	3 x 380–480 V	Netz	Motor	Gleichstrom-anschluss	Steuer-klemmen	Masse	Relais
I2	IP54	0,75–4,0 (1,0–5,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
I3	IP54	5,5–7,5 (7,5–10)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
I4	IP54	11–18,5 (15–25)	1,4 (12)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
I6	IP54	22–37 (30–50)	4,5 (40)	4,5 (40)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
I7	IP54	45–55 (60–70)	10 (89)	10 (89)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
I8	IP54	75–90 (100–125)	14 (124)/24 (212)[2)]	14 (124)/24 (212)[2)]	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)

Tabelle 5.2 Anzugsdrehmomente für die Baugrößen I2-I8

Leistung [kW (HP)]			Drehmoment [Nm (in-lb)]					
Baugröße	IP-Klasse	3x525–600 V	Netz	Motor	Gleichstrom-anschluss	Steuer-klemmen	Masse	Relais
H9	IP20	2,2–7,5 (3,0–10)	1,8 (16)	1,8 (16)	Nicht empfohlen	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
H10	IP20	11–15 (15–20)	1,8 (16)	1,8 (16)	Nicht empfohlen	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
H6	IP20	18,5–30 (25–40)	4,5 (40)	4,5 (40)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H7	IP20	37–55 (50–70)	10 (89)	10 (89)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H8	IP20	75–90 (100–125)	14 (124)/24 (212)[2)]	14 (124)/24 (212)[2)]	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)

Tabelle 5.3 Anzugsdrehmomente für die Baugrößen H6-H10, 3 x 525-600 V

1) Kabelabmessungen >95 mm²

2) Kabelabmessungen ≤95 mm²

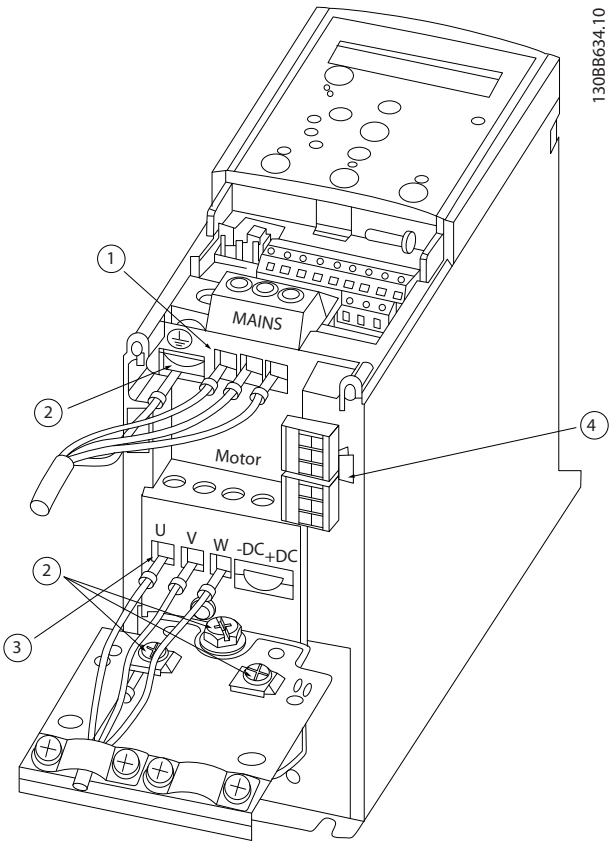
Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

5.1.1 Netz- und Motoranschluss

Der Frequenzumrichter kann alle dreiphasigen Standard-Asynchronmotoren betreiben. Angaben zum maximalen Kabelquerschnitt finden Sie unter *Kapitel 8.4 Allgemeine technische Daten*.

- Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Vorgaben zur EMV-Emission zu erfüllen. Verbinden Sie dieses Kabel mit dem Abschirmblech und dem Motor.
- Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um das Geräuschniveau und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.
- Weitere Informationen zur Montage des Abschirmblechs finden Sie unter FC101 *Anleitung zur Montage des Abschirmblechs*.
- Siehe auch *EMV-gerechte Installation* im *Kapitel 5.1.2 EMV-gerechte elektrische Installation*.
- Einzelheiten zum Anschließen des Frequenzumrichters an Netz und Motor finden Sie im *Kapitel Anschließen an Netz und Motor* in der Kurzanleitung *VLT® HVAC Basic Drive FC101*.

Relais und Klemmen bei den Baugrößen H1-H5

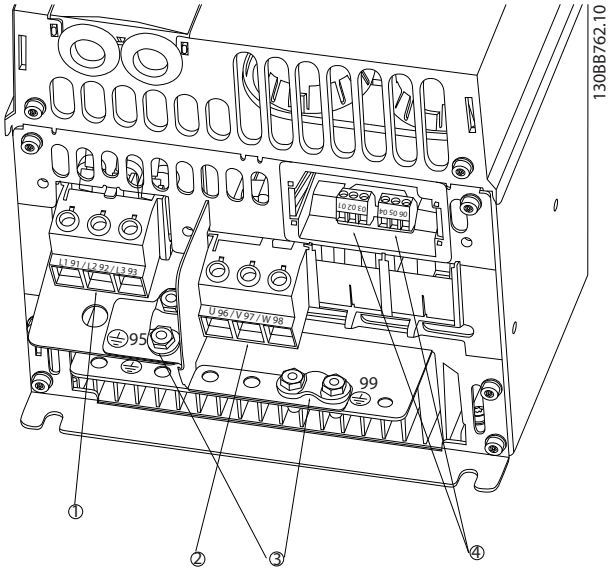


1	Netz
2	Masse
3	Motor
4	Relais

Abbildung 5.2 Baugrößen H1–H5
IP20, 200–240 V, 0,25–11 kW (0,33–15 HP)
IP20, 380–480 V, 0,37–22 kW (0,5–30 HP)

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

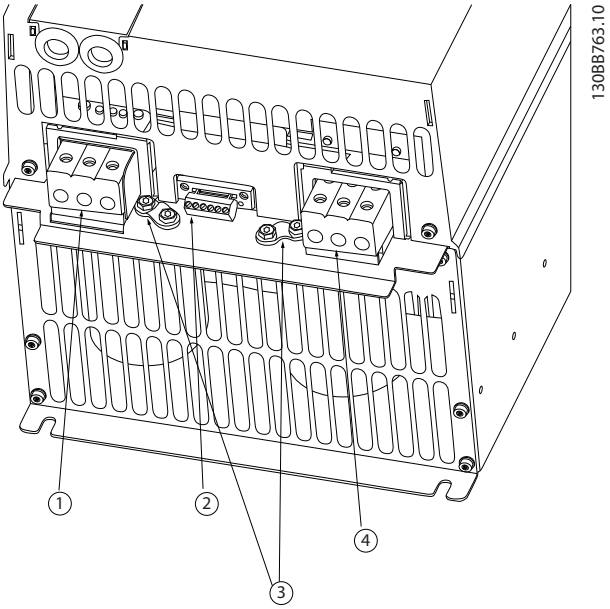
Relais und Klemmen bei Baugröße H6



1	Netz
2	Motor
3	Masse
4	Relais

Abbildung 5.3 Baugröße H6
IP20, 380–480 V, 30–45 kW (40–60 HP)
IP20, 200–240 V, 15–18,5 kW (20–25 HP)
IP20, 525–600 V, 22–30 kW (30–40 HP)

Relais und Klemmen bei Baugröße H7

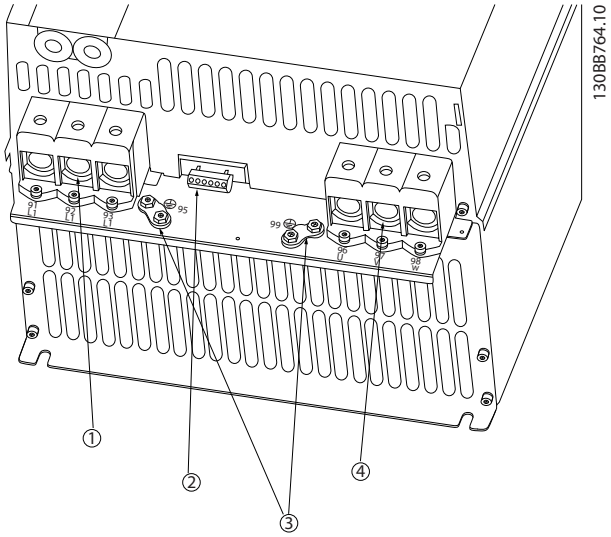


1	Netz
2	Relais
3	Masse
4	Motor

Abbildung 5.4 Baugröße H7
IP20, 380–480 V, 55–75 kW (70–100 HP)
IP20, 200–240 V, 22–30 kW (30–40 HP)
IP20, 525–600 V, 45–55 kW (60–70 HP)

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Relais und Klemmen bei Baugröße H8



1	Netz
2	Relais
3	Masse
4	Motor

Abbildung 5.5 Baugröße H8
IP20, 380–480 V, 90 kW (125 HP)
IP20, 200–240 V, 37–45 kW (50–60 HP)
IP20, 525–600 V, 75–90 kW (100–125 HP)

Netz- und Motoranschluss bei Baugröße H9

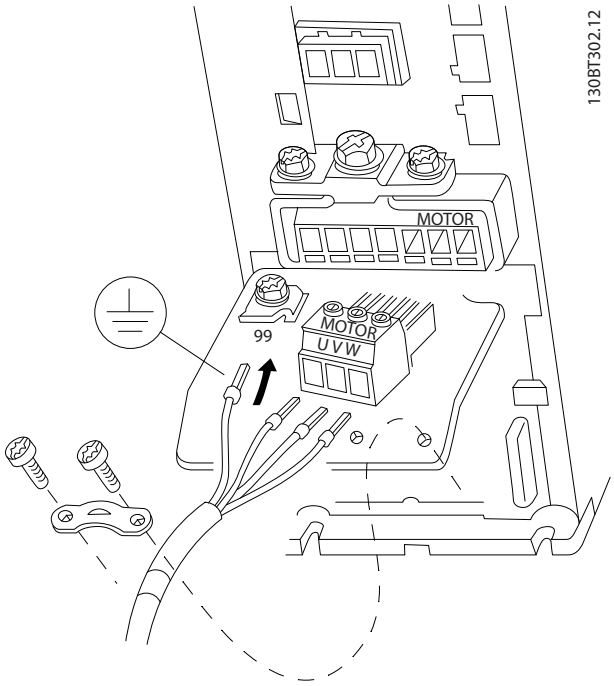


Abbildung 5.6 Motoranschluss bei Baugröße H9
IP20, 600 V, 2,2–7,5 kW (3–10 HP)

Stellen Sie sicher, dass die Netzkabel der Baugröße H9 richtig angeschlossen sind. Einzelnheiten finden Sie im *Kapitel Anschluss an Netz und Motor* in der *VLT® HVAC Basic Drive FC101-Kurzanleitung*. Verwenden Sie die in *Kapitel 5.1.1 Allgemeines zur elektrischen Installation* beschriebenen Anzugsdrehmomente.

Relais und Klemmen bei Baugröße H10

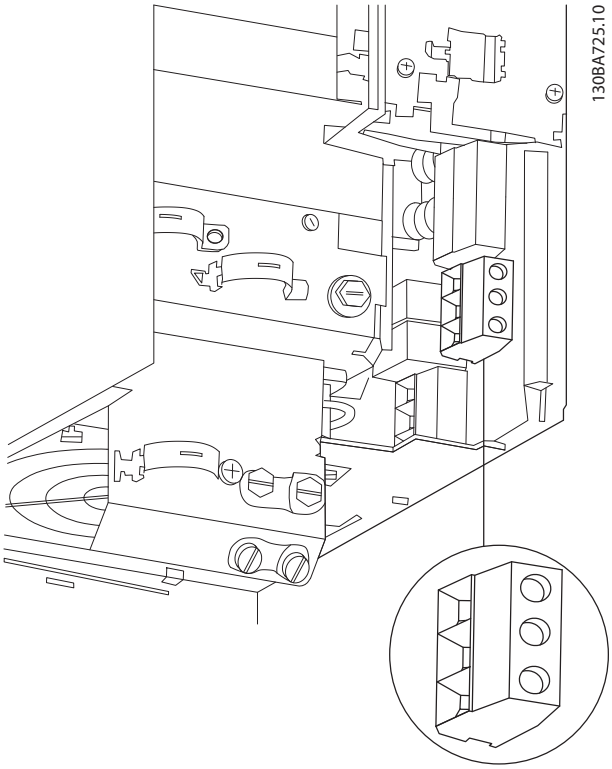


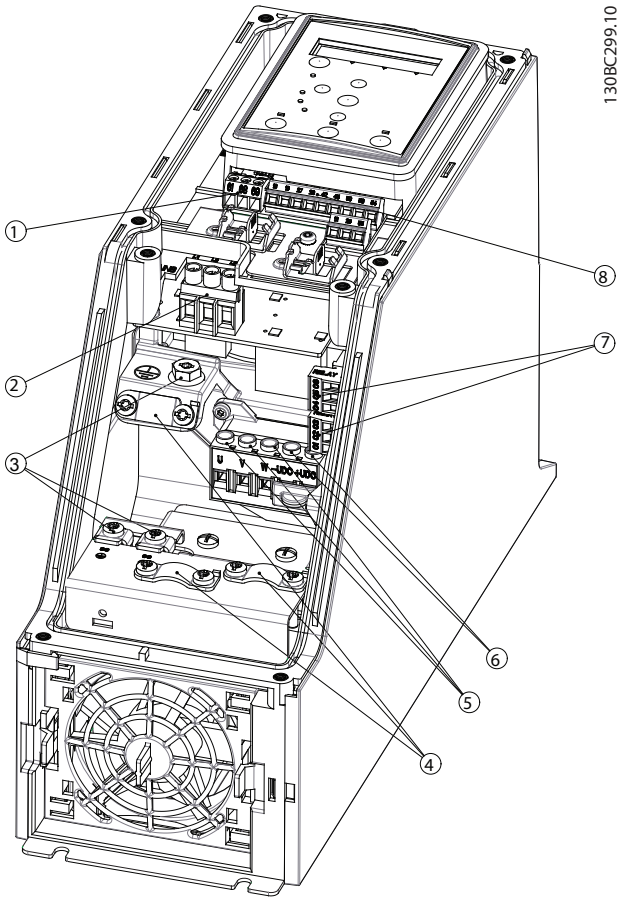
Abbildung 5.7 Baugröße H10
IP20, 600 V, 11–15 kW (15–20 HP)

5

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

5

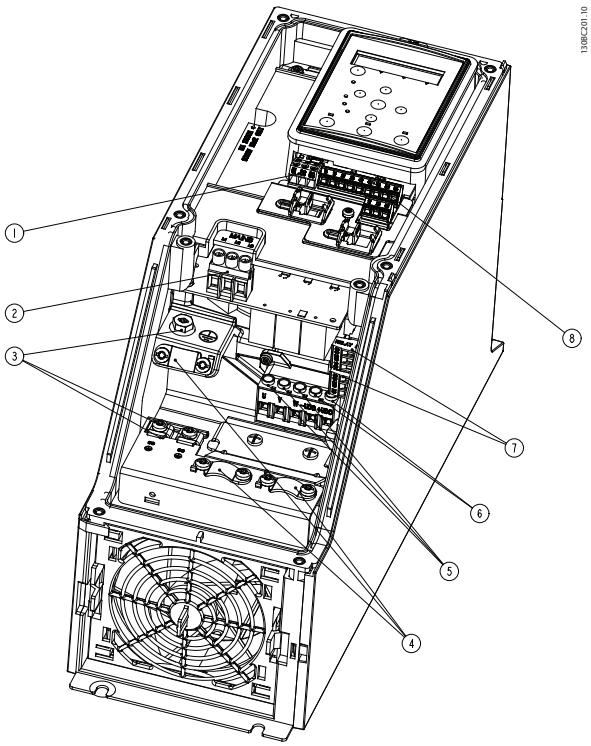
Baugröße I2



1	RS485
2	Netz
3	Masse
4	Kabelschellen
5	Motor
6	UDC
7	Relais
8	I/O

Abbildung 5.8 Baugröße I2
IP54, 380–480 V, 0,75–4 kW (1,1–5,0 HP)

Baugröße I3

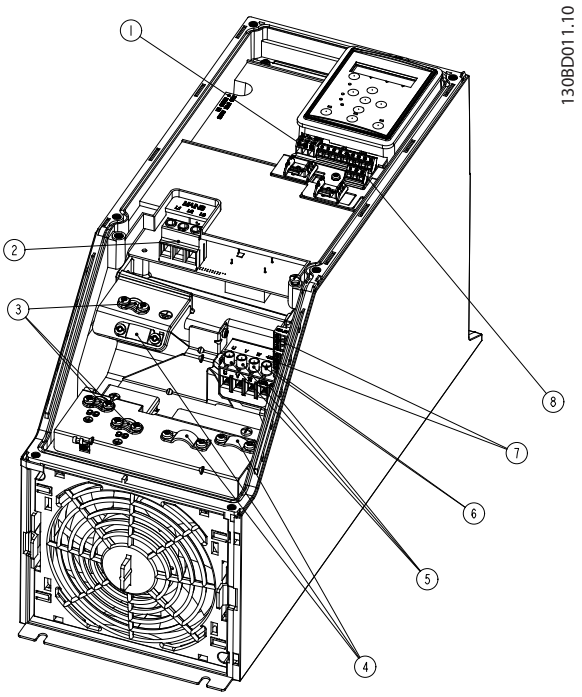


1	RS485
2	Netz
3	Masse
4	Kabelschellen
5	Motor
6	UDC
7	Relais
8	I/O

Abbildung 5.9 Baugröße I3
IP54, 380–480 V, 5,5–7,5 kW (7,5–10 HP)

Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Baugröße I4



1	RS485
2	Netz
3	Masse
4	Kabelschellen
5	Motor
6	UDC
7	Relais
8	I/O

Abbildung 5.10 Baugröße I4
IP54, 380–480 V, 0,75–4 kW (1,0–5,0 HP)

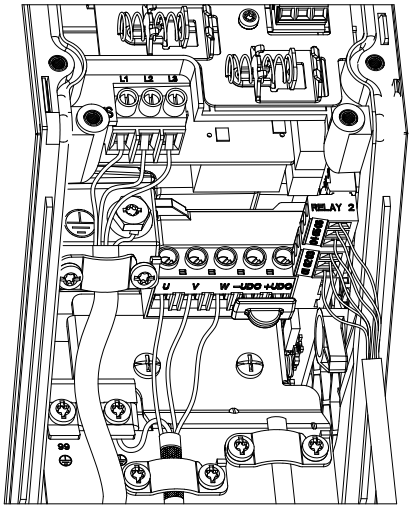


Abbildung 5.11 IP54 Baugrößen I2, I3, I4

Baugröße I6

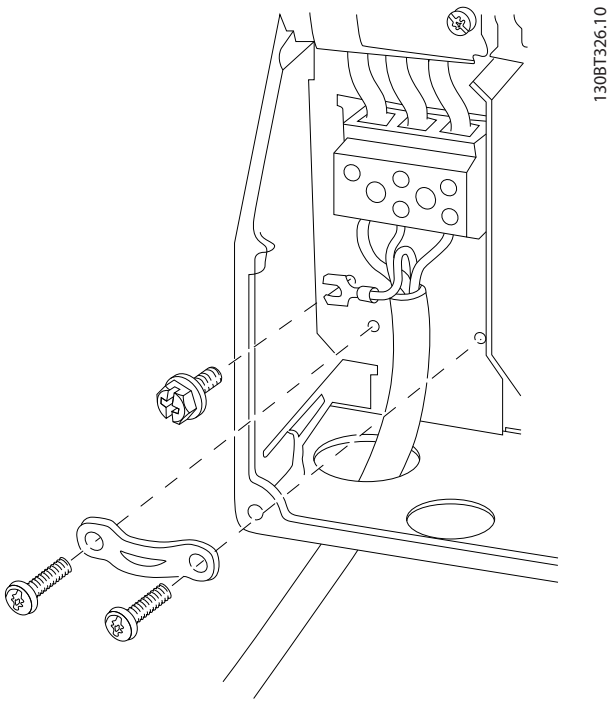


Abbildung 5.12 Netzanschluss bei Baugrößen I6
IP54, 380–480 V, 22–37 kW (30–50 HP)

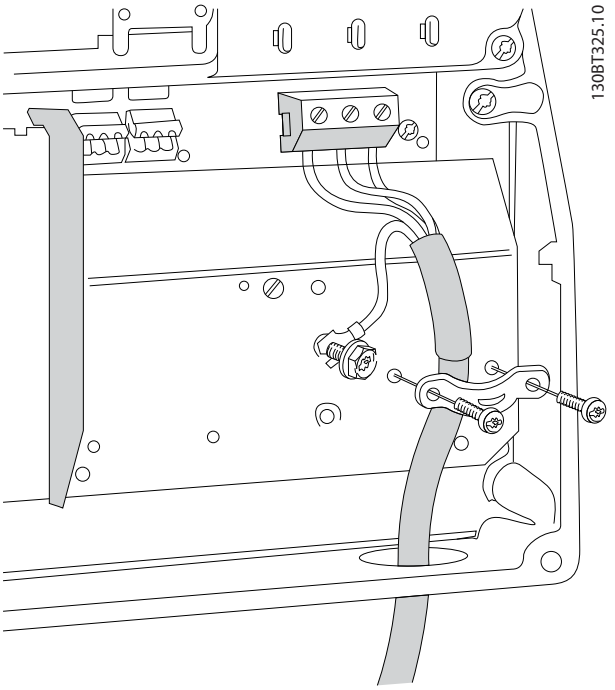


Abbildung 5.13 Motoranschluss bei Baugröße I6
IP54, 380–480 V, 22–37 kW (30–50 HP)

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

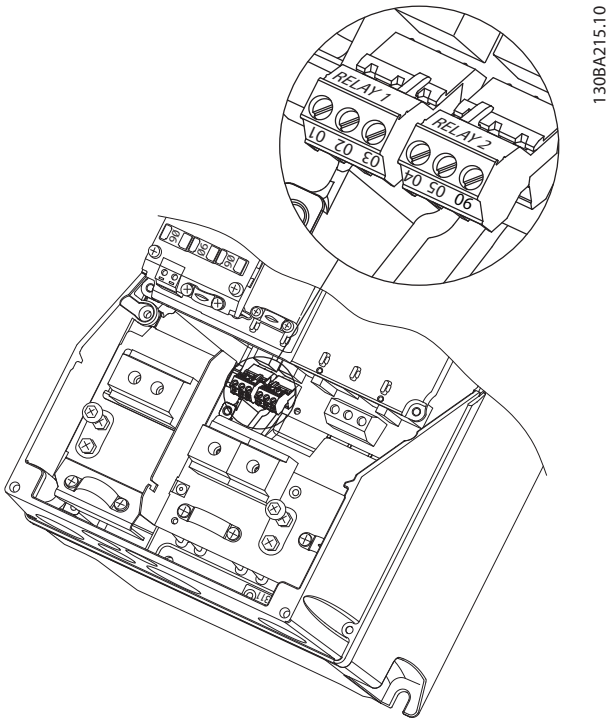


Abbildung 5.14 Relais bei Baugröße I6
IP54, 380–480 V, 22–37 kW (30–50 HP)

Baugrößen I7, I8

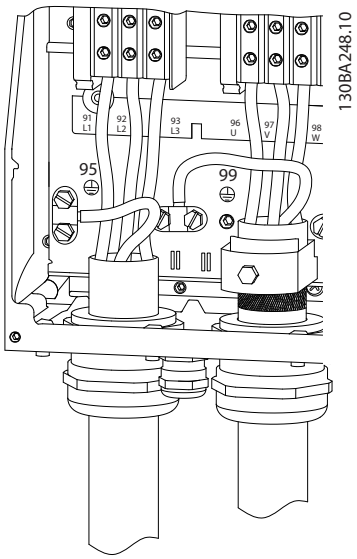


Abbildung 5.15 Baugrößen I7, I8
IP54, 380–480 V, 45–55 kW (60–70 HP)
IP54, 380–480 V, 75–90 kW (100–125 HP)

5.1.2 EMV-gerechte elektrische Installation

Beachten Sie die folgenden Empfehlungen, um eine EMV-gerechte elektrische Installation zu gewährleisten.

- Verwenden Sie nur abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerleitungen.
- Verbinden Sie die Abschirmung an beiden Enden mit Masse.
- Vermeiden Sie die Installation mit verdrillten Abschirmungsenden (Pigtails), die hochfrequente Abschirmungseffekte reduzieren. Verwenden Sie stattdessen die mitgelieferten Kabelschellen.
- Es muss stets ein guter elektrischer Kontakt von der Montageplatte durch die Montageschrauben zum Metallgehäuse des Frequenzumrichters gewährleistet sein.
- Verwenden Sie Sternscheiben und galvanisch leitfähige Montageplatten.
- Verwenden Sie in den Schaltschränken keine nicht-abgeschirmten Motorkabel.

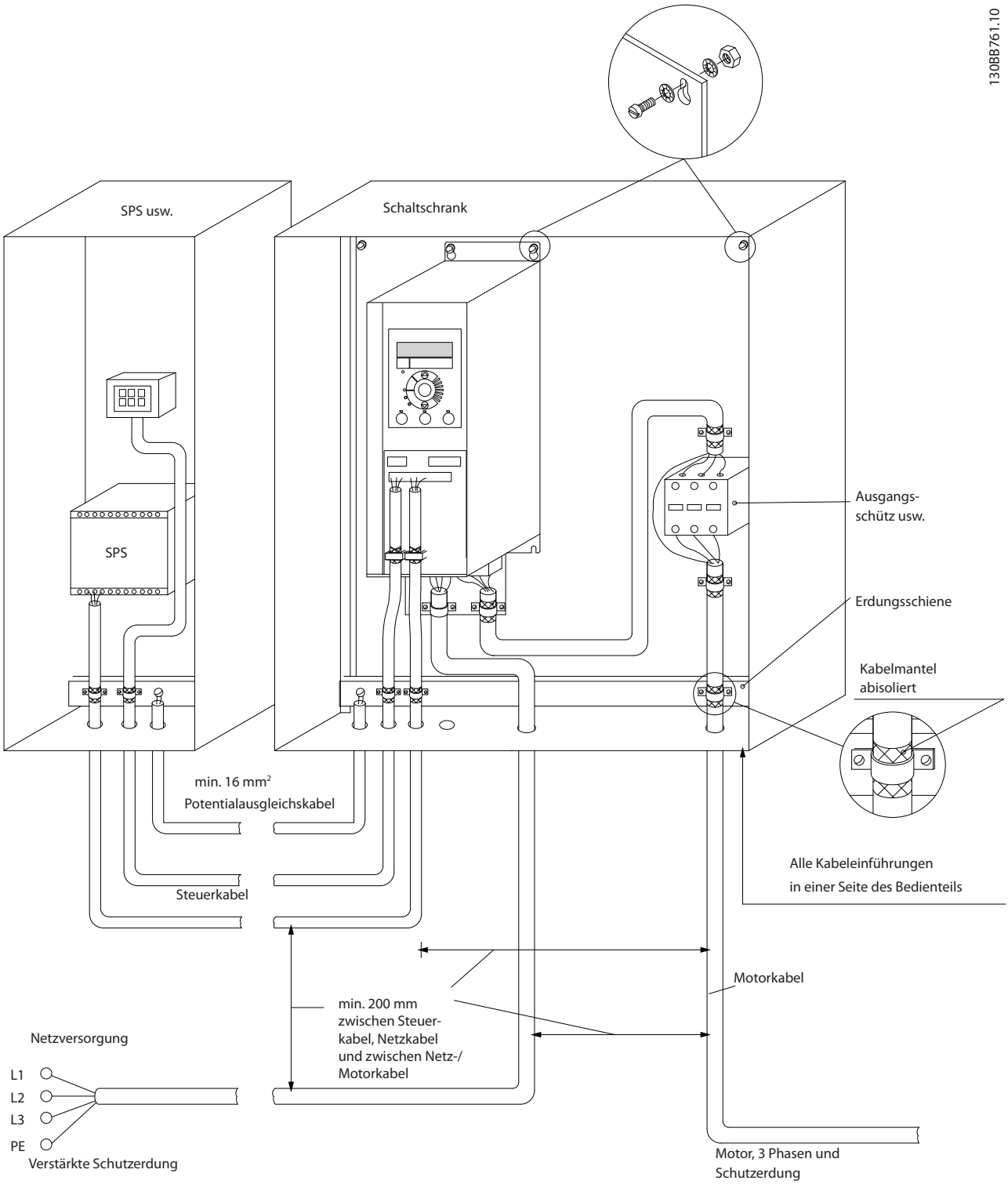


Abbildung 5.16 EMV-gerechte elektrische Installation

HINWEIS

Bei Installationen in Nordamerika müssen Sie statt abgeschirmten Kabeln Installationsrohre aus Metall verwenden.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

5.1.3 Steuerklemmen

Ziehen Sie die *VLT® HVAC Basic Drive FC101-Kurzanleitung* heran und stellen Sie sicher, dass die Klemmenabdeckung korrekt abgenommen wurde.

Abbildung 5.17 zeigt alle Steuerklemmen des Frequenzumrichters. Durch Anlegen eines Startbefehls (Klemme 18), dem Anschließen von Klemme 12-27 und einem Analogsollwert (Klemme 53 oder 54 und 55) wird der Frequenzumrichter in den Betriebszustand versetzt.

5

Der Digitaleingangsmodus von Klemme 18, 19 und 27 wird in *Parameter 5-00 Arbeitsweise der Digitaleingänge* (Standardwert PNP) aktiviert. Der Digitaleingangsmodus von Klemme 29 wird in *Parameter 5-03 Digitaleingang 29 Funktion* (Standardwert PNP) aktiviert.

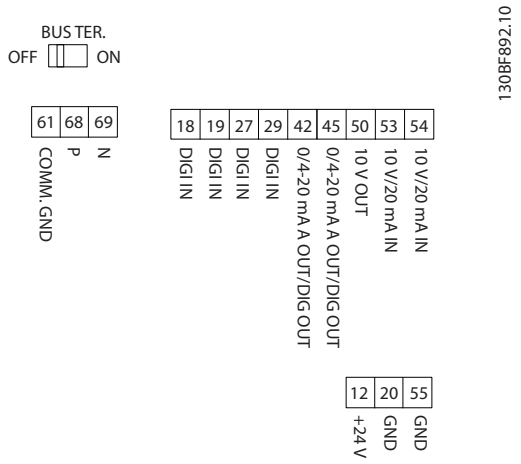


Abbildung 5.17 Steuerklemmen

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

6 Programmieren

6.1 Einführung

Sie können den Frequenzumrichter mit dem LCP, mit einem PC über den RS485-Anschluss programmieren. Dazu müssen Sie die MCT 10 Konfigurationssoftware installieren. Weitere Informationen über die Software finden Sie unter *Kapitel 1.5 Zusätzliche Materialien*.

6.2 LCP Bedienteil

Das LCP ist in 4 funktionelle Gruppen unterteilt.

A. Display

B. Menütaste

C. Navigationstasten und Anzeigeleuchten

D. Bedientasten mit Anzeigeleuchten

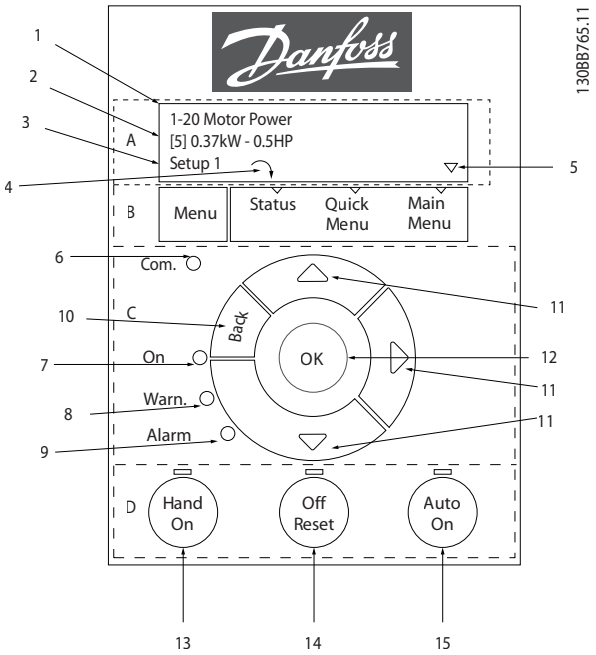


Abbildung 6.1 Bedieneinheit (LCP)

A. Display

Die LCD-Anzeige verfügt über eine Hintergrundbeleuchtung und zwei alphanumerische Zeilen. Das LCP zeigt alle Daten an.

In *Abbildung 6.1* werden die Informationen beschrieben, die vom Display abgelesen werden können.

1	Nummer und Name des Parameters.
2	Parameterwert.
3	Die Satznummer zeigt den aktiven Parametersatz und den Programm-Satz an. Stimmen der aktive Satz und Programm-Satz überein, wird nur diese Satznummer gezeigt (Werkseinstellung). Bei unterschiedlichem aktiven Satz und Programm-Satz zeigt das Display beide Satznummern (Satz 12) an. Die blinkende Zahl kennzeichnet den editierbaren Parametersatz.
4	Die Motorlaufrichtung erscheint unten links im Display durch einen kleinen Pfeil, der nach rechts oder links zeigt.
5	Das Dreieck zeigt an, ob sich das LCP in der Statusanzeige, im Quick-Menü oder im Hauptmenü befindet.

Tabelle 6.1 Legende zu *Abbildung 6.1*, Teil I

B. Menütaste

Drücken Sie die Taste [Menu], um zwischen Status, Quick-Menü oder Hauptmenü zu wählen.

C. Navigationstasten und Anzeigeleuchten

6	Verbindungs-LED: Blinkt bei aktiver Buskommunikation.
7	Grüne LED/On (An): Das Steuerteil funktioniert ordnungsgemäß.
8	Gelbe LED/Warn. (Warnung): Zeigt eine Warnung an.
9	Blinkende rote LED/Alarm: Zeigt einen Alarm an.
10	[Back]: Zum Zurücknavigieren zum vorherigen Schritt oder zur vorherigen Ebene in der Navigationsstruktur.
11	[▲] [▼] [►]: Zum Navigieren zwischen Parametergruppen, Parametern und innerhalb von Parametern. Mit den Pfeiltasten können Sie auch den Ortsollwert festlegen.
12	[OK]: Für die Parameterauswahl und die Annahme von Änderungen an Parametereinstellungen.

Tabelle 6.2 Legende zu *Abbildung 6.1*, Teil II

D. Bedientasten mit Anzeigeleuchten

13	[Hand on]: Startet den Motor und ermöglicht die Steuerung des Frequenzumrichters über die LCP-Bedieneinheit. ***HINWEIS*** ***[2] Motorfreilauf invers* ist die Standardoption für *Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang*. Wenn keine 24-V-Versorgung an Klemme 27 anliegt, startet der Motor nicht durch Drücken von [Hand On]. Schließen Sie Klemme 12 an Klemme 27 an.**
14	[Off/Reset]: Hält den Motor an (Abschaltung). Quittiert im Alarmmodus den Alarm.
15	[Auto on]: Der Frequenzumrichter wird entweder über Steuerklemmen oder per serieller Kommunikation gesteuert.

Tabelle 6.3 Legende zu *Abbildung 6.1*, Teil III

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

6.3 Menüs

6.3.1 Statusmenü

Die Auswahloptionen im *Status*menü sind:

- Motorfrequenz [Hz], *Parameter 16-13 Frequenz*.
- Motorstrom [A], *Parameter 16-14 Motorstrom*.
- Motordrehzahlsollwert in Prozent [%], *Parameter 16-02 Sollwert [%]*.
- Istwert, *Parameter 16-52 Istwert [Einheit]*.
- Motorleistung *Parameter 16-10 Leistung [kW]* für kW, *Parameter 16-11 Leistung [PS]* für HP. Wenn *Parameter 0-03 Ländereinstellungen* auf *[1] Nord-Amerika* eingestellt ist, wird die Motorleistung in der Einheit HP anstelle von kW angezeigt.
- Kundenspezifische Auswahl der Anzeige, *Parameter 16-09 Benutzerdefinierte Anzeige*.
- Motordrehzahl [UPM], *Parameter 16-17 Drehzahl [UPM]*.

6.3.2 Quick Menu

Programmieren Sie über das Quick-Menü die gängigsten Funktionen. Das Quick-Menü umfasst:

- Assistent für Anwendungen mit Regelung ohne Rückführung. Nähere Angaben finden Sie in *Abbildung 6.4*.
- Assistent für Anwendungen mit Regelung mit Rückführung. Nähere Angaben finden Sie in *Abbildung 6.5*.
- Motoreinstellung. Nähere Angaben finden Sie in *Tabelle 6.6*.
- Liste geänderter Parameter.

Der Inbetriebnahmeassistent führt den Installateur übersichtlich und strukturiert durch die Schritte zur Inbetriebnahme des Frequenzumrichters, um eine Anwendung mit Regelung mit und ohne Rückführung einzurichten und schnelle Motoreinstellungen vorzunehmen.

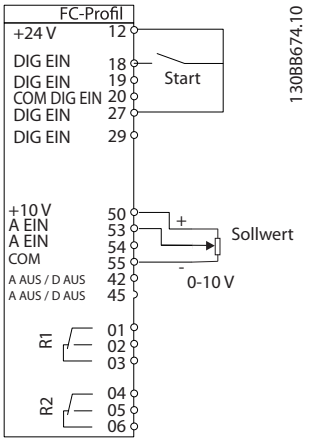


Abbildung 6.2 Verdrahtung des Frequenzumrichters

Der Assistent wird nach dem Netz-Ein zunächst angezeigt, bis ein Parameter geändert wird. Sie können den Assistent jederzeit über das Quick-Menü aufrufen. Drücken Sie [OK], um den Assistenten zu starten. Drücken Sie [Back], um zur Statusanzeige zurückzukehren.

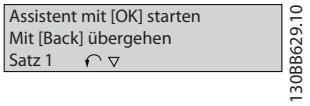


Abbildung 6.3 Assistenten starten/beenden

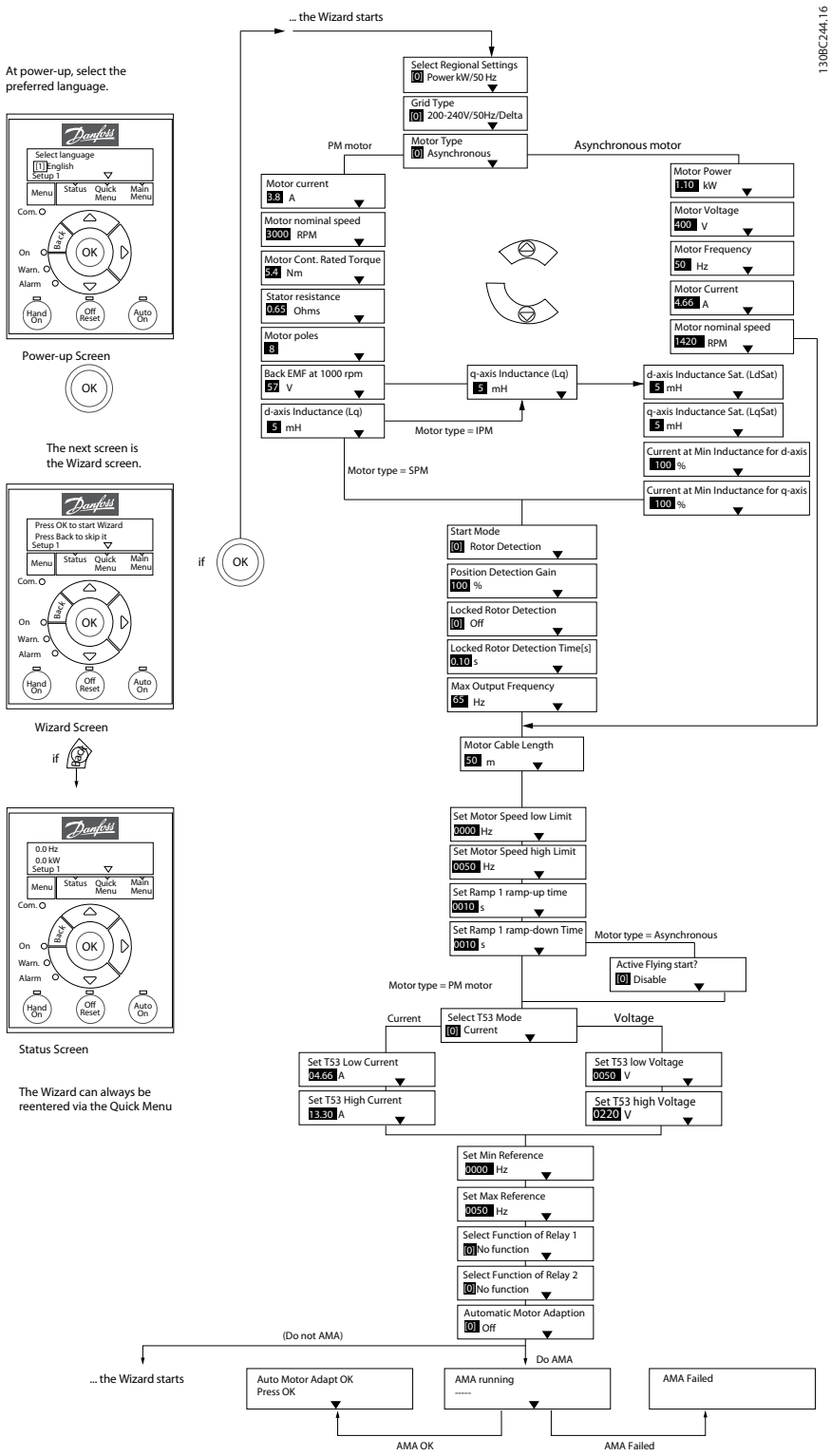


Abbildung 6.4 Inbetriebnahmeassistent für Anwendungen ohne Rückführung

Inbetriebnahmeassistent für Anwendungen ohne Rückführung

Parameter	Option	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 0-03 Ländereinstellungen	*[0] International* *[1] Nord-Amerika*	*[0] International*	–
Parameter 0-06 Netztyp	*[0] 200–240 V/50 Hz/IT-Netz* *[1] 200–240 V/50 Hz/Dreieck* *[2] 200–240 V/50 Hz* *[10] 380–440 V/50 Hz/IT-Netz* *[11] 380–440 V/50 Hz/Dreieck* *[12] 380–440 V/50 Hz* *[20] 440–480 V/50 Hz/IT-Netz* *[21] 440–480 V/50 Hz/Dreieck* *[22] 440–480 V/50 Hz* *[30] 525–600 V/50 Hz/IT-Netz* *[31] 525–600 V/50 Hz/Dreieck* *[32] 525–600 V/50 Hz* *[100] 200–240 V/60 Hz/IT-Netz* *[101] 200–240 V/60 Hz/Dreieck* *[102] 200–240 V/60 Hz* *[110] 380–440 V/60 Hz/IT-Netz* *[111] 380–440 V/60 Hz/Dreieck* *[112] 380–440 V/60 Hz* *[120] 440–480 V/60 Hz/IT-Netz* *[121] 440–480 V/60 Hz/Dreieck* *[122] 440–480 V/60 Hz* *[130] 525–600 V/60 Hz/IT-Netz* *[131] 525–600 V/60 Hz/Dreieck* *[132] 525–600 V/60 Hz*	Größenabhängig	Auswahl der Betriebsart nach Wiederzuschalten der Netzspannung zum Frequenzumrichter nach einem Netz-Aus.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Option	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 1-10 Motorart	**[0] Asynchron* *[1] PM, non-salient SPM* *[3] PM, salient IPM*	*[0] Asynchron*	Durch die Einstellung des Parameterwerts können sich die folgenden Parameter ändern: • *Parameter 1-01 Steuerprinzip.* • *Parameter 1-03 Drehmomentverhalten der Last.* • *Parameter 1-08 Bandbreite der Motorsteuerung.* • *Parameter 1-14 Dämpfungsfaktor.* • *Parameter 1-15 Filter niedrige Drehzahl* • *Parameter 1-16 Filter hohe Drehzahl* • *Parameter 1-17 Spannungskonstante* • *Parameter 1-20 Motorleistung.* • *Parameter 1-22 Motornennspannung.* • *Parameter 1-23 Motornennfrequenz.* • *Parameter 1-24 Motornennstrom.* • *Parameter 1-25 Motornenndrehzahl.* • *Parameter 1-26 Dauer-Nenndrehmoment.* • *Parameter 1-30 Statorwiderstand (Rs).* • *Parameter 1-33 Statorstreureaktanz (X1).* • *Parameter 1-35 Hauptreaktanz (Xh).* • *Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld).* • *Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq).* • *Parameter 1-39 Motorpolzahl.* • *Parameter 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM.* • *Parameter 1-44 Induktivitätssät. D-Achse (LdSat).* • *Parameter 1-45 Induktivitätssät. Q-Achse (LqSat).* • *Parameter 1-46 Verstärkung Positionserkennung.* • *Parameter 1-48 Strom bei min. Induktivität für D-Achse.* • *Parameter 1-49 Strom bei min. Induktivität für Q-Achse.* • *Parameter 1-66 Min. Strom bei niedr. Drz..* • *Parameter 1-70 Startfunktion.* • *Parameter 1-72 Startfunktion.* • *Parameter 1-73 Motorfangschaltung.* • *Parameter 1-80 Funktion bei Stopp.* • *Parameter 1-82 Ein.-Frequenz für Stoppfunktion [Hz].* • *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz.* • *Parameter 2-00 DC-Halte-/Vorwärmstrom.* • *Parameter 2-01 DC-Bremsstrom.* • *Parameter 2-02 DC-Bremszeit.* • *Parameter 2-04 DC-Bremse Ein.* • *Parameter 2-10 Bremsfunktion.* • *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz].* • *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz.* • *Parameter 4-58 Motorphasen Überwachung.* • *Parameter 14-65 Drehzahl-Reduzierung, Totzeit-Kompensat.*

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Option	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 1-20 Motorleistung	0,12–110 kW/0,16–150 PS	Größenabhängig	Eingabe der Motornennleistung von den Typenschilddaten.
Parameter 1-22 Motornenn-spannung	50–1000 V	Größenabhängig	Eingabe der Motornennspannung von den Typenschilddaten.
Parameter 1-23 Motornenn-frequenz	20–400 Hz	Größenabhängig	Eingabe der Motornennfrequenz von den Typenschilddaten.
Parameter 1-24 Motornennstro m	0,01–10000,00 A	Größenabhängig	Eingabe des Motornennstroms von den Typenschilddaten.
Parameter 1-25 Motornennd-rehzahl	50–9999 U/min	Größenabhängig	Eingabe der Motornenndrehzahl von den Typenschilddaten.
Parameter 1-26 Dauer-Nenndrehmoment	0,1–1000,0 Nm	Größenabhängig	Dieser Parameter ist verfügbar, wenn *Parameter 1-10 Motorart* auf Optionen eingestellt ist, die den Permanentmagnetmotormodus aktivieren. ***HINWEIS*** **Eine Änderung des Wertes in diesem Parameter beeinflusst die Einstellung anderer Parameter.**
Parameter 1-29 Autom. Motoranpassung (AMA)	Siehe *Parameter 1-29 Autom. Motoranpassung (AMA)*.	Aus	Ausführen einer AMA optimiert die Motorleistung.
Parameter 1-30 Statorwi-derstand (Rs)	0,000–99,990 Ω	Größenabhängig	Stellen Sie den Wert des Statorwiderstands ein.
Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Eingabe des Werts der D-Achsen-Induktivität. Den Wert können Sie dem Datenblatt des Permanentmag-netmotors entnehmen.
Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Eingabe des Werts der Q-Achsen-Induktivität.
Parameter 1-39 Motorpolzahl	2–100	4	Geben Sie die Anzahl der Motorpole ein.
Parameter 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM	10–9000 V	Größenabhängig	Gegen-EMK-Spannung zwischen Phasen bei 1000 UPM.
Parameter 1-42 Motorka-bellänge	0–100 m	50 m	Eingabe der Motorkabellänge.
Parameter 1-44 Induktivitätssät. D-Achse (LdSat)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Dieser Parameter entspricht der Induktivitätssättigung von Ld. Idealerweise hat dieser Parameter denselben Wert wie *Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld)*. Wenn der Motorher-steller jedoch eine Induktivitätskurve liefert, geben Sie den Induktivitätswert bei 200 % des Nennwerts ein.
Parameter 1-45 Induktivitätssät. Q-Achse (LqSat)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Dieser Parameter entspricht der Induktivitätssättigung von Lq. Idealerweise hat dieser Parameter denselben Wert wie *Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq)*. Wenn der Motorher-steller jedoch eine Induktivitätskurve liefert, geben Sie den Induktivitätswert bei 200 % des Nennwerts ein.
Parameter 1-46 Verstärkung Positionserkennung	20–200%	100%	Zur Einstellung der Höhe des Testimpulses während der Positionserkennung beim Start.
Parameter 1-48 Strom bei min. Induktivität für D-Achse	20–200%	100%	Eingabe der Induktivitätssättigungsgrenze.
Parameter 1-49 Strom bei min. Induktivität für Q-Achse	20–200%	100%	In diesem Parameter wird die Sättigungskurve der D- und Q-Induktivitätswerte festgelegt. Von 20 % bis 100 % dieses Parameters werden die Induktivitäten anhand der Parameter *Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld)*, *Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq)*, *Parameter 1-44 Induktivitätssät. D-Achse (LdSat)* und *Parameter 1-45 Induktivitätssät. Q-Achse (LqSat)* linear genähert.

Parameter	Option	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 1-70 Startfunktion	*[0] Rotorlageerkennung* *[1] Parken*	*[0] Rotorlageer-kennung*	Wählen Sie den Startmodus des PM-Motors.
Parameter 1-73 Motorfang-schaltung	*[0] Deaktiviert* *[1] Aktiviert*	*[0] Deaktiviert*	Durch Auswahl von *[1] Aktiviert* kann der Frequenzum-richter einen durch Netzausfall drehenden Motor fangen. Wählen Sie *[0] Deaktiviert*, wenn Sie diese Funktion nicht wünschen. Wenn dieser Parameter auf *[1] Aktiviert* gesetzt wird, haben *Parameter 1-71 Startverzög.* und *Parameter 1-72 Startfunktion* keine Funktion. *Parameter 1-73 Motorfangschaltung* ist nur im VVC+-Modus aktiv.
Parameter 3-02 Minimaler Sollwert	-4999,000–4999,000	0	Der minimale Sollwert bestimmt den Mindestwert aus der Summe aller Sollwerte.
Parameter 3-03 Maximaler Sollwert	-4999,000–4999,000	50	Der maximale Sollwert bestimmt den Höchstwert aus der Summe aller Sollwerte.
Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1	0,05–3600,00 s	Größenabhängig	Wenn Asynchronmotor ausgewählt ist, verläuft die Rampe-Auf Zeit von 0 bis zur nominellen *Parameter 1-23 Motornennfrequenz*. Wenn PM-Motor ausgewählt ist, verläuft die Rampe-Auf Zeit von 0 bis zur nominellen *Parameter 1-25 Motornenndrehzahl*.
Parameter 3-42 Rampenzeit Ab 1	0,05–3600,00 s	Größenabhängig	Bei Asynchronmotoren wird die Rampe-Ab-Zeit von *Parameter 1-23 Motornennfrequenz* bis 0 bemessen. Bei PM-Motoren beträgt die Rampe-Ab-Zeit zwischen *Parameter 1-25 Motornenndrehzahl* und 0.
Parameter 4-12 Min. Frequenz [Hz]	0,0–400,0 Hz	0 Hz	Eingabe der Untergrenze der min. Drehzahl.
Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]	0,0–400,0 Hz	100 Hz	Eingabe der Obergrenze der max. Drehzahl.
Parameter 4-19 Max. Ausgangs-frequenz	0,0–400,0 Hz	100 Hz	Eingabe des maximalen Ausgangsfrequenzwerts. Wenn *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz* niedriger als *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* eingestellt ist, wird *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* automatisch identisch zu *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz* eingestellt.
Parameter 5-40 Relaisfunktion	Siehe *Parameter 5-40 Relais-funktion*.	*[9] Alarm*	Auswahl der Funktion zur Steuerung von Ausgangsrelais 1.
Parameter 5-40 Relaisfunktion	Siehe *Parameter 5-40 Relais-funktion*.	*[5] Motor dreht*	Auswahl der Funktion zur Steuerung von Ausgangsrelais 2.
Parameter 6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung	0,00–10,00 V	0,07 V	Eingabe der Spannung, die dem minimalen Sollwert entspricht.
Parameter 6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung	0,00–10,00 V	10 V	Eingabe der Spannung, die dem maximalen Sollwert entspricht.
Parameter 6-12 Klemme 53 Skal. Min.Strom	0,00–20,00 mA	4 mA	Eingabe des Stroms, der dem minimalen Sollwert entspricht.
Parameter 6-13 Klemme 53 Skal. Max.Strom	0,00–20,00 mA	20 mA	Eingabe des Stroms, der dem maximalen Sollwert entspricht.
Parameter 6-19 Terminal 53 mode	*[0] Strom* *[1] Spannung*	*[1] Spannung*	Auswahl, ob Klemme 53 für Strom- oder Spannungs-eingang verwendet wird.
Parameter 30-22 Blockierter Rotorschutz	*[0] Aus* *[1] An*	*[0] Aus*	–
Parameter 30-23 Erkennungszeit blockierter Rotor [s]	0,05–1 s	0,10 s	–

Tabelle 6.4 Inbetriebnahmeassistent für Anwendungen ohne Rückführung

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Einrichtungsassistent für Anwendungen mit Regelung mit Rückführung

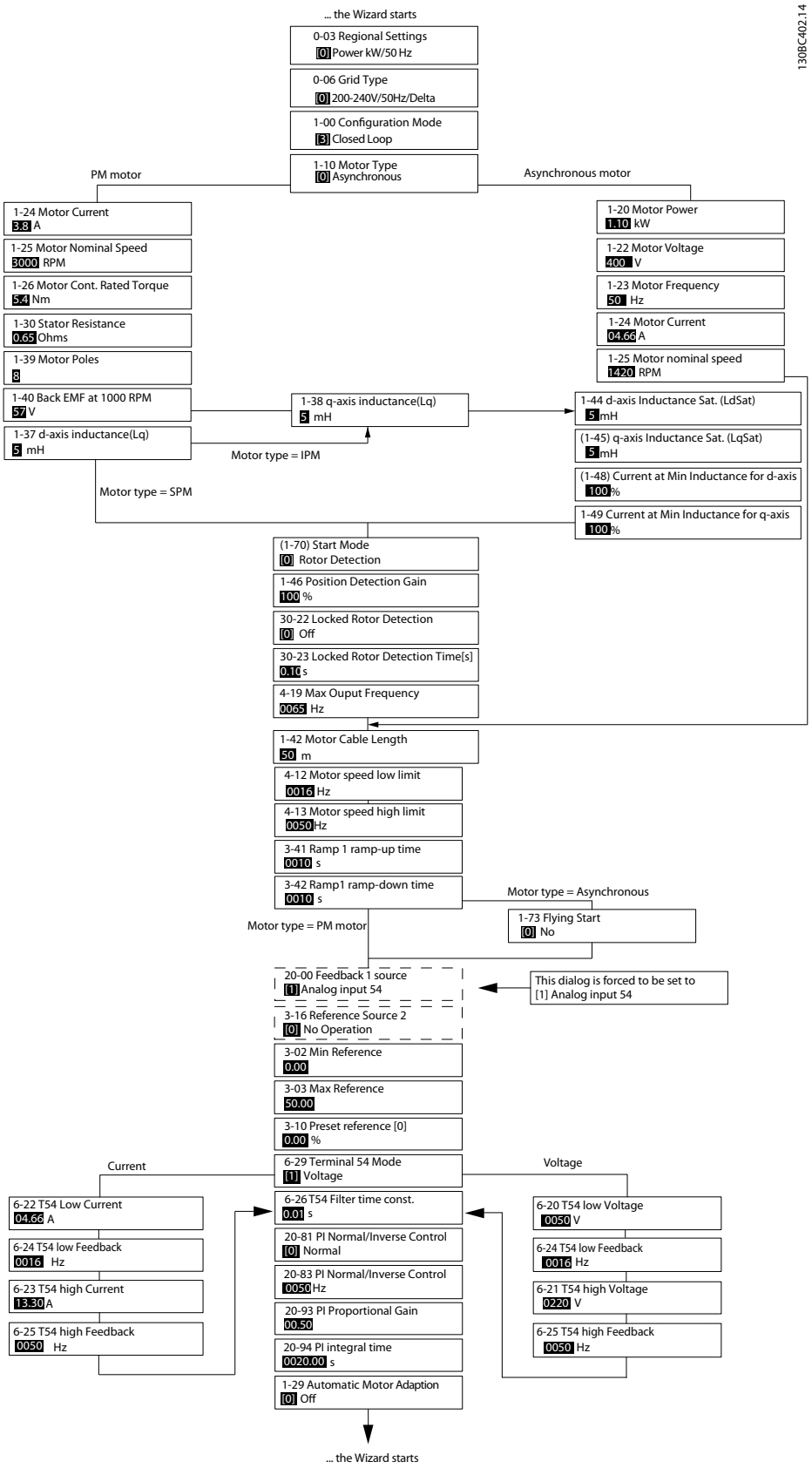


Abbildung 6.5 Einrichtungsassistent für Anwendungen mit Regelung mit Rückführung

Parameter	Bereich	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 0-03 Ländereinstel-lungen	*[0] International* *[1] Nord-Amerika*	*[0] International*	–
Parameter 0-06 Netztyp	[0]–[132] siehe *Tabelle 6.4*.	Größe ausgewählt	Auswahl der Betriebsart nach Wiederzuschalten der Netzspannung zum Frequenzumrichter nach einem Netz-Aus.
Parameter 1-00 Regelverfahren	*[0] Regelung ohne Rückführung* *[3] Regelung mit Rückführung*	*[0] Regelung ohne Rückführung*	Auswahl von *[3] Regelung mit Rückführung*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Bereich	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 1-10 Motorart	**[0] Asynchron* *[1] PM, non-salient SPM* *[3] PM, salient IPM*	*[0] Asynchron*	Durch die Einstellung des Parameterwerts können sich die folgenden Parameter ändern: • *Parameter 1-01 Steuerprinzip.* • *Parameter 1-03 Drehmomentverhalten der Last.* • *Parameter 1-08 Bandbreite der Motorsteuerung.* • *Parameter 1-14 Dämpfungsfaktor.* • *Parameter 1-15 Filter niedrige Drehzahl* • *Parameter 1-16 Filter hohe Drehzahl* • *Parameter 1-17 Spannungskonstante* • *Parameter 1-20 Motorleistung.* • *Parameter 1-22 Motornennspannung.* • *Parameter 1-23 Motornennfrequenz.* • *Parameter 1-24 Motornennstrom.* • *Parameter 1-25 Motornenndrehzahl.* • *Parameter 1-26 Dauer-Nenndrehmoment.* • *Parameter 1-30 Statorwiderstand (Rs).* • *Parameter 1-33 Statorstreureaktanz (X1).* • *Parameter 1-35 Hauptreaktanz (Xh).* • *Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld).* • *Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq).* • *Parameter 1-39 Motorpolzahl.* • *Parameter 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM.* • *Parameter 1-44 Induktivitätssät. D-Achse (LdSat).* • *Parameter 1-45 Induktivitätssät. Q-Achse (LqSat).* • *Parameter 1-46 Verstärkung Positionserkennung.* • *Parameter 1-48 Strom bei min. Induktivität für D-Achse.* • *Parameter 1-49 Strom bei min. Induktivität für Q-Achse.* • *Parameter 1-66 Min. Strom bei niedr. Drz..* • *Parameter 1-70 Startfunktion.* • *Parameter 1-72 Startfunktion.* • *Parameter 1-73 Motorfangschaltung.* • *Parameter 1-80 Funktion bei Stopp.* • *Parameter 1-82 Ein.-Frequenz für Stoppfunktion [Hz].* • *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz.* • *Parameter 2-00 DC-Halte-/Vorwärmstrom.* • *Parameter 2-01 DC-Bremsstrom.* • *Parameter 2-02 DC-Bremszeit.* • *Parameter 2-04 DC-Bremse Ein.* • *Parameter 2-10 Bremsfunktion.* • *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz].* • *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz.* • *Parameter 4-58 Motorphasen Überwachung.* • *Parameter 14-65 Drehzahl-Reduzierung, Totzeit-Kompensat.*

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Bereich	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 1-20 Motorleistung	0,09–110 kW	Größenabhängig	Eingabe der Motornennleistung von den Typenschilddaten.
Parameter 1-22 Motornenn-spannung	50–1000 V	Größenabhängig	Eingabe der Motornennspannung von den Typenschilddaten.
Parameter 1-23 Motornenn-frequenz	20–400 Hz	Größenabhängig	Eingabe der Motornennfrequenz von den Typenschilddaten.
Parameter 1-24 Motornennstro m	0–10000 A	Größenabhängig	Eingabe des Motornennstroms von den Typenschilddaten.
Parameter 1-25 Motornennd-rehzahl	50–9999 U/min	Größenabhängig	Eingabe der Motornenndrehzahl von den Typenschilddaten.
Parameter 1-26 Dauer-Nenndrehmoment	0,1–1000,0 Nm	Größenabhängig	Dieser Parameter ist verfügbar, wenn *Parameter 1-10 Motorart* auf Optionen eingestellt ist, die den Permanentmagnetmotormodus aktivieren. ***HINWEIS*** **Eine Änderung des Wertes in diesem Parameter beeinflusst die Einstellung anderer Parameter.**
Parameter 1-29 Autom. Motoranpassung (AMA)		Aus	Ausführen einer AMA optimiert die Motorleistung.
Parameter 1-30 Statorwi-derstand (Rs)	0–99,990 Ω	Größenabhängig	Stellen Sie den Wert des Statorwiderstands ein.
Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Eingabe des Werts der D-Achsen-Induktivität. Den Wert können Sie dem Datenblatt des Permanentmag-netmotors entnehmen.
Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Eingabe des Werts der Q-Achsen-Induktivität.
Parameter 1-39 Motorpolzahl	2–100	4	Geben Sie die Anzahl der Motorpole ein.
Parameter 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM	10–9000 V	Größenabhängig	Gegen-EMK-Spannung zwischen Phasen bei 1000 UPM.
Parameter 1-42 Motorka-bellänge	0–100 m	50 m	Eingabe der Motorkabellänge.
Parameter 1-44 Induktivitätssät. D-Achse (LdSat)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Dieser Parameter entspricht der Induktivitätssättigung von Ld. Idealerweise hat dieser Parameter denselben Wert wie *Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld)*. Wenn der Motorher-steller jedoch eine Induktivitätskurve liefert, geben Sie den Induktivitätswert bei 200 % des Nennwerts ein.
Parameter 1-45 Induktivitätssät. Q-Achse (LqSat)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Dieser Parameter entspricht der Induktivitätssättigung von Lq. Idealerweise hat dieser Parameter denselben Wert wie *Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq)*. Wenn der Motorher-steller jedoch eine Induktivitätskurve liefert, geben Sie den Induktivitätswert bei 200 % des Nennwerts ein.
Parameter 1-46 Verstärkung Positionserkennung	20–200%	100%	Zur Einstellung der Höhe des Testimpulses während der Positionserkennung beim Start.
Parameter 1-48 Strom bei min. Induktivität für D-Achse	20–200%	100%	Eingabe der Induktivitätssättigungsgrenze.
Parameter 1-49 Strom bei min. Induktivität für Q-Achse	20–200%	100%	In diesem Parameter wird die Sättigungskurve der D- und Q-Induktivitätswerte festgelegt. Von 20 % bis 100 % dieses Parameters werden die Induktivitäten anhand der Parameter *Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld)*, *Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq)*, *Parameter 1-44 Induktivitätssät. D-Achse (LdSat)* und *Parameter 1-45 Induktivitätssät. Q-Achse (LqSat)* linear genähert.
Parameter 1-70 Startfunktion	*[0] Rotorlageerkennung* *[1] Parken*	*[0] Rotorlageer-kennung*	Wählen Sie den Startmodus des PM-Motors.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Bereich	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 1-73 Motorfang-schaltung	*[0] Deaktiviert* *[1] Aktiviert*	*[0] Deaktiviert*	Durch Auswahl von *[1] Aktiviert* kann der Frequenzum-richter einen drehenden Motor abfangen, z. B. in Lüfteranwendungen. Wenn Sie PM auswählen, wird dieser Parameter aktiviert.
Parameter 3-02 Minimaler Sollwert	-4999,000–4999,000	0	Der minimale Sollwert bestimmt den Mindestwert aus der Summe aller Sollwerte.
Parameter 3-03 Maximaler Sollwert	-4999,000–4999,000	50	Der maximale Sollwert bestimmt den Höchstwert aus der Summe aller Sollwerte.
Parameter 3-10 Festsollwert	-100–100%	0	Eingabe des Sollwerts.
Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1	0,05–3600,0 s	Größenabhängig	Rampe-Auf-Zeit von 0 bis zur nominellen *Parameter 1-23 Motornennfrequenz* für Asynchronmotoren. Rampe-Auf-Zeit von 0 bis *Parameter 1-25 Motornennd-rehzahl* bei Auswahl eines PM-Motors.
Parameter 3-42 Rampenzeit Ab 1	0,05–3600,0 s	Größenabhängig	Rampe-Ab-Zeit von der nominellen *Parameter 1-23 Motornennfrequenz* bis 0 für Asynchron-motoren. Rampe-Ab-Zeit von *Parameter 1-25 Motornenndrehzahl* bis 0 für PM-Motoren.
Parameter 4-12 Min. Frequenz [Hz]	0,0–400,0 Hz	0,0 Hz	Eingabe der Untergrenze der min. Drehzahl.
Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]	0,0–400,0 Hz	100 Hz	Eingabe der Obergrenze der max. Drehzahl.
Parameter 4-19 Max. Ausgangs-frequenz	0,0–400,0 Hz	100 Hz	Eingabe des maximalen Ausgangsfrequenzwerts. Wenn *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz* niedriger als *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* eingestellt ist, wird *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* automatisch identisch zu *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz* eingestellt.
Parameter 6-20 Klemme 54 Skal. Min.Spannung	0,00–10,00 V	0,07 V	Eingabe der Spannung, die dem minimalen Sollwert entspricht.
Parameter 6-21 Klemme 54 Skal. Max.Spannung	0,00–10,00 V	10,00 V	Eingabe der Spannung, die dem maximalen Sollwert entspricht.
Parameter 6-22 Klemme 54 Skal. Min.Strom	0,00–20,00 mA	4,00 mA	Eingabe des Stroms, der dem minimalen Sollwert entspricht.
Parameter 6-23 Klemme 54 Skal. Max.Strom	0,00–20,00 mA	20,00 mA	Eingabe des Stroms, der dem maximalen Sollwert entspricht.
Parameter 6-24 Klemme 54 Skal. Min.-Soll/Istwert	-4999–4999	0	Eingabe des Istwerts, der dem in *Parameter 6-20 Klemme 54 Skal. Min.Spannung*/*Parameter 6-22 Klemme 54 Skal. Min.Strom* eingestellten Wert für Spannung oder Strom entspricht.
Parameter 6-25 Klemme 54 Skal. Max.-Soll/Istwert	-4999–4999	50	Eingabe des Istwerts, der dem in *Parameter 6-21 Klemme 54 Skal. Max.Spannung*/*Parameter 6-23 Klemme 54 Skal. Max.Strom* eingestellten Wert für Spannung oder Strom entspricht.
Parameter 6-26 Klemme 54 Filterzeit	0,00–10,00 s	0,01	Geben Sie die Filterzeitkonstante ein.
Parameter 6-29 Klemme 54 Funktion	*[0] Strom* *[1] Spannung*	*[1] Spannung*	Auswahl, ob Klemme 54 für Strom- oder Spannungs-eingang verwendet wird.
Parameter 20-81 Auswahl Normal-/Invers-Regelung	*[0] Normal* *[1] Invers*	*[0] Normal*	Auswahl von *[0] Normal* zur Einstellung der Prozessre-gelung, um die Ausgangsdrehzahl zu erhöhen, wenn der Prozessfehler positiv ist. Auswahl von *[1] Invers* zur Reduzierung der Ausgangsdrehzahl.
Parameter 20-83 PI-Startfrequenz [Hz]	0–200 Hz	0 Hz	Eingabe der Motordrehzahl, die als Startsignal für eine PI-Regelung erreicht werden muss.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Bereich	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 20-93 PI-Proportionalverstärkung	0,00–10,00	0,01	Eingabe der Proportionalverstärkung des Prozessreglers. Eine schnelle Regelung wird bei hoher Verstärkung erreicht. Ist die Verstärkung jedoch zu hoch, so kann der Prozess instabil werden.
Parameter 20-94 PI Integral Time	0,1–999,0 s	999,0 s	Eingabe der Integrationszeit des Prozessreglers. Sie erreichen eine schnelle Regelung durch eine kurze Integrationszeit; bei zu kurzer Integrationszeit wird der Prozess jedoch instabil. Eine zu lange Integrationszeit deaktiviert die Integrationsaktion.
Parameter 30-22 Blockierter Rotorschutz	*[0] Aus* *[1] An*	*[0] Aus*	–
Parameter 30-23 Erkennungszeit blockierter Rotor [s]	0,05–1,00 s	0,10 s	–

Tabelle 6.5 Einrichtungsassistent für Anwendungen mit Regelung mit Rückführung

Motoreinstellung

Der Motoreinstellungsassistent führt Benutzer durch die benötigten Motorparameter.

Parameter	Bereich	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 0-03 Ländereinstellungen	*[0] International* *[1] Nord-Amerika*	0	–
Parameter 0-06 Netztyp	[0]–[132] siehe *Tabelle 6.4*.	Größenabhängig	Auswahl der Betriebsart nach Wiederzuschalten der Netzspannung zum Frequenzumrichter nach einem Netz-Aus.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Bereich	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 1-10 Motorart	**[0] Asynchron* *[1] PM, Rotor mit aufgesetzten Magneten* *[3] PM (Vergr. Magnete)*	*[0] Asynchron*	Durch die Einstellung des Parameterwerts können sich die folgenden Parameter ändern: • *Parameter 1-01 Steuerprinzip.* • *Parameter 1-03 Drehmomentverhalten der Last.* • *Parameter 1-08 Bandbreite der Motorsteuerung.* • *Parameter 1-14 Dämpfungsfaktor.* • *Parameter 1-15 Filter niedrige Drehzahl* • *Parameter 1-16 Filter hohe Drehzahl* • *Parameter 1-17 Spannungskonstante* • *Parameter 1-20 Motorleistung.* • *Parameter 1-22 Motornennspannung.* • *Parameter 1-23 Motornennfrequenz.* • *Parameter 1-24 Motornennstrom.* • *Parameter 1-25 Motornenndrehzahl.* • *Parameter 1-26 Dauer-Nenndrehmoment.* • *Parameter 1-30 Statorwiderstand (Rs).* • *Parameter 1-33 Statorstreureaktanz (X1).* • *Parameter 1-35 Hauptreaktanz (Xh).* • *Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld).* • *Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq).* • *Parameter 1-39 Motorpolzahl.* • *Parameter 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM.* • *Parameter 1-44 Induktivitätssät. D-Achse (LdSat).* • *Parameter 1-45 Induktivitätssät. Q-Achse (LqSat).* • *Parameter 1-46 Verstärkung Positionserkennung.* • *Parameter 1-48 Strom bei min. Induktivität für D-Achse.* • *Parameter 1-49 Strom bei min. Induktivität für Q-Achse.* • *Parameter 1-66 Min. Strom bei niedr. Drz..* • *Parameter 1-70 Startfunktion.* • *Parameter 1-72 Startfunktion.* • *Parameter 1-73 Motorfangschaltung.* • *Parameter 1-80 Funktion bei Stopp.* • *Parameter 1-82 Ein.-Frequenz für Stoppfunktion [Hz].* • *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz.* • *Parameter 2-00 DC-Halte-/Vorwärmstrom.* • *Parameter 2-01 DC-Bremsstrom.* • *Parameter 2-02 DC-Bremszeit.* • *Parameter 2-04 DC-Bremse Ein.* • *Parameter 2-10 Bremsfunktion.* • *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz].* • *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz.* • *Parameter 4-58 Motorphasen Überwachung.* • *Parameter 14-65 Drehzahl-Reduzierung, Totzeit-Kompensat.*

Parameter	Bereich	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 1-20 Motorleistung	0,12–110 kW/0,16–150 PS	Größenabhängig	Eingabe der Motornennleistung von den Typenschilddaten.
Parameter 1-22 Motornenn-spannung	50–1000 V	Größenabhängig	Eingabe der Motornennspannung von den Typenschilddaten.
Parameter 1-23 Motornenn-frequenz	20–400 Hz	Größenabhängig	Eingabe der Motornennfrequenz von den Typenschilddaten.
Parameter 1-24 Motornennstro m	0,01–10000,00 A	Größenabhängig	Eingabe des Motornennstroms von den Typenschilddaten.
Parameter 1-25 Motornennd-rehzahl	50–9999 U/min	Größenabhängig	Eingabe der Motornenndrehzahl von den Typenschilddaten.
Parameter 1-26 Dauer-Nenndrehmoment	0,1–1000,0 Nm	Größenabhängig	Dieser Parameter ist verfügbar, wenn *Parameter 1-10 Motorart* auf Optionen eingestellt ist, die den Permanentmagnetmotormodus aktivieren. ***HINWEIS*** **Eine Änderung des Wertes in diesem Parameter beeinflusst die Einstellung anderer Parameter.**
Parameter 1-30 Statorwi-derstand (Rs)	0–99,990 Ω	Größenabhängig	Stellen Sie den Wert des Statorwiderstands ein.
Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Eingabe des Werts der D-Achsen-Induktivität. Den Wert können Sie dem Datenblatt des Permanentmagnetmotors entnehmen.
Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Eingabe des Werts der Q-Achsen-Induktivität.
Parameter 1-39 Motorpolzahl	2–100	4	Geben Sie die Anzahl der Motorpole ein.
Parameter 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM	10–9000 V	Größenabhängig	Gegen-EMK-Spannung zwischen Phasen bei 1000 UPM.
Parameter 1-42 Motorka-bellänge	0–100 m	50 m	Eingabe der Motorkabellänge.
Parameter 1-44 Induktivitätssät. D-Achse (LdSat)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Dieser Parameter entspricht der Induktivitätssättigung von Ld. Idealerweise hat dieser Parameter denselben Wert wie *Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld)*. Wenn der Motorher-steller jedoch eine Induktivitätskurve liefert, geben Sie den Induktivitätswert bei 200 % des Nennwerts ein.
Parameter 1-45 Induktivitätssät. Q-Achse (LqSat)	0,000–1000,000 mH	Größenabhängig	Dieser Parameter entspricht der Induktivitätssättigung von Lq. Idealerweise hat dieser Parameter denselben Wert wie *Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq)*. Wenn der Motorher-steller jedoch eine Induktivitätskurve liefert, geben Sie den Induktivitätswert bei 200 % des Nennwerts ein.
Parameter 1-46 Verstärkung Positionserkennung	20–200%	100%	Zur Einstellung der Höhe des Testimpulses während der Positionserkennung beim Start.
Parameter 1-48 Strom bei min. Induktivität für D-Achse	20–200%	100%	Eingabe der Induktivitätssättigungsgrenze.
Parameter 1-49 Strom bei min. Induktivität für Q-Achse	20–200%	100%	In diesem Parameter wird die Sättigungskurve der D- und Q-Induktivitätswerte festgelegt. Von 20 % bis 100 % dieses Parameters werden die Induktivitäten anhand der Parameter *Parameter 1-37 Indukt. D-Achse (Ld)*, *Parameter 1-38 Indukt. Q-Achse (Lq)*, *Parameter 1-44 Induktivitätssät. D-Achse (LdSat)* und *Parameter 1-45 Induktivitätssät. Q-Achse (LqSat)* linear genähert.
Parameter 1-70 Startfunktion	*[0] Rotorlageerkennung* *[1] Parken*	*[0] Rotorlageer-kennung*	Wählen Sie den Startmodus des PM-Motors.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Bereich	Werkseinstellung	Nutzung
Parameter 1-73 Motorfang-schaltung	*[0] Deaktiviert* *[1] Aktiviert*	*[0] Deaktiviert*	Wählen Sie *[1] Aktiviert*, um dem Frequenzumrichter zu ermöglichen, einen drehenden Motor zu fangen.
Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1	0,05–3600,0 s	Größenabhängig	Rampe-Auf-Zeit von 0 bis zur nominellen *Parameter 1-23 Motornennfrequenz*.
Parameter 3-42 Rampenzeit Ab 1	0,05–3600,0 s	Größenabhängig	Rampe-Ab-Zeit von Nenn-*Parameter 1-23 Motornenn-frequenz* bis 0.
Parameter 4-12 Min. Frequenz [Hz]	0,0–400,0 Hz	0,0 Hz	Eingabe der Untergrenze der min. Drehzahl.
Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]	0,0–400,0 Hz	100,0 Hz	Eingabe der Obergrenze der max. Drehzahl.
Parameter 4-19 Max. Ausgangs-frequenz	0,0–400,0 Hz	100,0 Hz	Eingabe des maximalen Ausgangsfrequenzwerts. Wenn *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz* niedriger als *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* eingestellt ist, wird *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* automatisch identisch zu *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz* eingestellt.
Parameter 30-22 Blockierter Rotorschutz	*[0] Aus* *[1] An*	*[0] Aus*	–
Parameter 30-23 Erkennungszeit blockierter Rotor [s]	0,05–1,00 s	0,10 s	–

Tabelle 6.6 Einstellungen des Motoreinstellungsassistenten

Liste geänderter Parameter

Liste geänd. Param. listet alle Parameter auf, die von der Werkseinstellung abweichen.

- Die Liste zeigt nur Parameter, die im aktuellen Programm-Satz geändert wurden.
- Parameter, die auf die Werkseinstellung zurück-gesetzt wurden, werden nicht aufgelistet.
- Die Meldung *Empty* zeigt an, dass keine Parameter geändert wurden.

Ändern von Parametereinstellungen

1. Drücken Sie zum Aufrufen des Quick-Menüs die [Menu]-Taste, bis der Anzeiger im Display auf dem Quick-Menü steht.
2. Drücken Sie die Tasten [▲] [▼] zur Auswahl des Assistenten, PI-Einstellungen, Motoreinstellung oder Liste geänd. Param.
3. Drücken Sie [OK].
4. Navigieren Sie mit den Tasten [▲] [▼] durch die Parameter im Quick-Menü.
5. Drücken Sie zur Auswahl eines Parameters [OK].
6. Drücken Sie [▲] [▼], um den Wert einer Parame-tereinstellung zu ändern.
7. Drücken Sie [OK], um die Änderung zu akzeptieren.
8. Drücken Sie zweimal [Back], um zum Statusmenü zu wechseln, oder drücken Sie [Menu], um das Hauptmenü zu öffnen.

Über das Hauptmenü können Sie auf alle Parameter zugreifen

1. Drücken Sie die Taste [Menu], bis die Option Hauptmenü hervorgehoben ist.
2. Verwenden Sie die Tasten [▲] [▼], um durch die Parametergruppen zu navigieren.
3. Drücken Sie [OK], um eine Parametergruppe auszuwählen.
4. Navigieren Sie mit den Tasten [▲] [▼] durch die Parameter der jeweiligen Gruppe.
5. Drücken Sie zur Auswahl des Parameters [OK].
6. Mit den Tasten [▲] [▼] können Sie den Parame-terwert einstellen oder ändern.
7. Drücken Sie [OK], um die Änderung zu akzeptieren.

6.3.3 Main Menu

Drücken Sie auf [Menu], um auf das Hauptmenü zuzugreifen und alle Parameter zu programmieren. Sie können direkt auf die Hauptmenüparameter zugreifen, sofern kein Passwort über *Parameter 0-60 Hauptmenü Passwort* erstellt wurde.

Für den Großteil der Anwendungen ist es nicht notwendig, auf die Hauptmenüparameter zuzugreifen. Das Quick-Menü bietet den einfachsten und schnellsten Zugriff zu den gängigsten Parametern.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

6.4 Schnelle Übertragung von Parametereinstellungen zwischen mehreren Frequenzumrichtern

Sobald die Konfiguration eines Frequenzumrichters abgeschlossen ist, speichern Sie die Daten im LCP oder mithilfe der MCT 10 Konfigurationssoftware auf einem PC.

Daten vom Frequenzumrichter zum LCP übertragen

1. Gehen Sie zu *Parameter 0-50 LCP-Kopie*.
2. Drücken Sie [OK].
3. Wählen Sie *[1] Speichern in LCP*.
4. Drücken Sie [OK].

Schließen Sie nun das LCP an einen anderen Frequenzumrichter an, und kopieren Sie die Parametereinstellungen ebenfalls auf diesen Frequenzumrichter.

Datenübertragung vom LCP zum Frequenzumrichter

1. Gehen Sie zu *Parameter 0-50 LCP-Kopie*.
2. Drücken Sie [OK].
3. Wählen Sie *[2] Lade von LCP, Alle*.
4. Drücken Sie [OK].

6.5 Anzeigen und Programmieren von indizierten Parametern

Wählen Sie einen Parameter aus, drücken Sie [OK], und verwenden Sie [▲]/[▼], um durch die indizierten Werte zu blättern. Wenn Sie einen Parameterwert ändern möchten, wählen Sie den indizierten Wert und drücken Sie [OK]. Ändern Sie den Wert mithilfe der Tasten [▲]/[▼]. Drücken Sie [OK], um die neue Einstellung zu akzeptieren. Drücken Sie [Cancel], um abzubrechen. Drücken Sie [Back], um den Parameter zu verlassen.

6.6 Initialisierung auf Werkseinstellungen

Sie können die Werkseinstellungen des Frequenzumrichters auf zwei Weisen initialisieren.

Empfohlene Initialisierung

1. Wählen Sie *Parameter 14-22 Betriebsart* aus.
2. Drücken Sie [OK].
3. Wählen Sie *[2] Initialisierung* aus, und drücken Sie [OK].
4. Unterbrechen Sie die Netzversorgung des Frequenzumrichters und warten Sie, bis die Anzeige erlischt.
5. Stellen Sie die Verbindung zur Netzversorgung wieder her. Der Frequenzumrichter ist nun zurückgesetzt, mit Ausnahme der folgenden Parameter:
   - *Parameter 1-06 Rechtslauf*
   - *Parameter 8-30 FC-Protokoll*
   - *Parameter 8-31 Adresse*
   - *Parameter 8-32 Baudrate*
   - *Parameter 8-33 Parität/Stoppbits*
   - *Parameter 8-35 FC-Antwortzeit Min.-Delay*
   - *Parameter 8-36 FC-Antwortzeit Max.-Delay*
   - *Parameter 8-37 FC Interchar. Max.-Verzögerung*
   - *Parameter 8-70 BACnet-Gerätebereich*
   - *Parameter 8-72 MS/TP Max. Masters*
   - *Parameter 8-73 MS/TP Max. Info-Frames*
   - *Parameter 8-74 "Startup I am"*
   - *Parameter 8-75 Initialisierungspasswort*
   - *Parameter 15-00 Betriebsstunden* bis *Parameter 15-05 Anzahl Überspannungen*
   - *Parameter 15-03 Anzahl Netz-Ein*
   - *Parameter 15-04 Anzahl Übertemperaturen*
   - *Parameter 15-05 Anzahl Überspannungen*
   - *Parameter 15-30 Fehlerspeicher: Fehlercode*
   - *Parametergruppe 15-4* Typendaten*
   - *Parameter 18-10 Notfallbetriebspeicher: Ereignis*

Zwei-Finger-Initialisierung

Die andere Möglichkeit, die Werkseinstellungen des Frequenzumrichters zu initialisieren, ist die Zwei-Finger-Initialisierung:

1. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus.
2. Drücken Sie [OK] und [Menu].
3. Schalten Sie den Frequenzumrichter ein, während Sie die zuvor genannten Tasten 10 s lang gedrückt halten.
4. Der Frequenzumrichter ist nun zurückgesetzt, mit Ausnahme der folgenden Parameter:
   - *Parameter 1-06 Rechtslauf*
   - *Parameter 15-00 Betriebsstunden*
   - *Parameter 15-03 Anzahl Netz-Ein*
   - *Parameter 15-04 Anzahl Übertemperaturen*
   - *Parameter 15-05 Anzahl Überspannungen*
   - *Parametergruppe 15-4* Typendaten*
   - *Parameter 18-10 Notfallbetriebspeicher: Ereignis*

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Die Initialisierung der Parameter wird nach dem Aus- und Einschaltzyklus durch *Alarm 80, Frequenzumrichter initialisiert* im Display bestätigt.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7 RS485 Installation und Konfiguration

7.1 RS485

7.1.1 Übersicht

RS485 ist eine zweiadrige Busschnittstelle, die mit einer Multidrop-Netzwerktopologie kompatibel ist, d. h. Teilnehmer können als Bus oder über Abzweigleitungen mit einer gemeinsamen Stammleitung aus verbunden werden. Insgesamt können Sie 32 Teilnehmer (Knoten) an ein Netzwerksegment anschließen.
Netzwerksegmente sind durch Busverstärker (Repeater) unterteilt.

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 (Shielded Twisted Pair) für die Busverdrahtung, und beachten Sie die bewährten Installationsverfahren.

Wichtig ist die niederohmige Erdverbindung der Abschirmung an jedem Knoten. Schließen Sie die Abschirmung großflächig an Masse an, z. B. mit einer Kabelschelle oder einer leitfähigen Kabelverschraubung. Verwenden Sie Potenzialausgleichskabel, um im Netz das gleiche Erdungspotenzial zu erhalten, insbesondere bei Installationen mit langen Kabeln.
Um eine nicht übereinstimmende Impedanz zu verhindern, müssen Sie im gesamten Netzwerk immer den gleichen Kabeltyp verwenden. Verwenden Sie beim Anschluss eines Motors an den Frequenzumrichter immer ein abgeschirmtes Motorkabel.

Kabel	Abgeschirmtes verdrilltes Aderpaar (STP)
Impedanz [Ω]	120
Kabellänge [m (ft)]	Maximal 1200 (3937) (einschließlich Abzweigleitungen). Maximal 500 (1640) von Station zu Station.

Tabelle 7.1 Kabelspezifikationen

7.1.2 Netzwerkverbindung

Verbinden Sie den Frequenzumrichter wie folgt mit dem RS-485-Netzwerk (siehe auch *Abbildung 7.1*):

1. Verbinden Sie die Signalleitungen mit Klemme 68 (P+) und Klemme 69 (N-) auf der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters.
2. Verbinden Sie den Kabelschirm mit den Kabelschellen.

HINWEIS

Zur Reduzierung von Störungen zwischen Leitern verwenden Sie abgeschirmte paarig verdrillte Kabel.

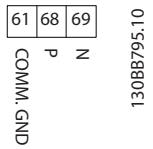


Abbildung 7.1 Netzwerkverbindung

7.1.3 Hardware-Konfiguration des Frequenzumrichters

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

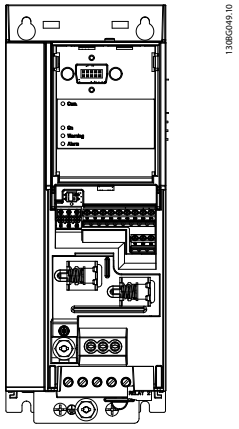


Abbildung 7.2 Werkseinstellung des Schalters für den Abschlusswiderstand

Die Werkseinstellung für den DIP-Schalter lautet AUS.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.1.4 Parametereinstellungen für Modbus-Kommunikation

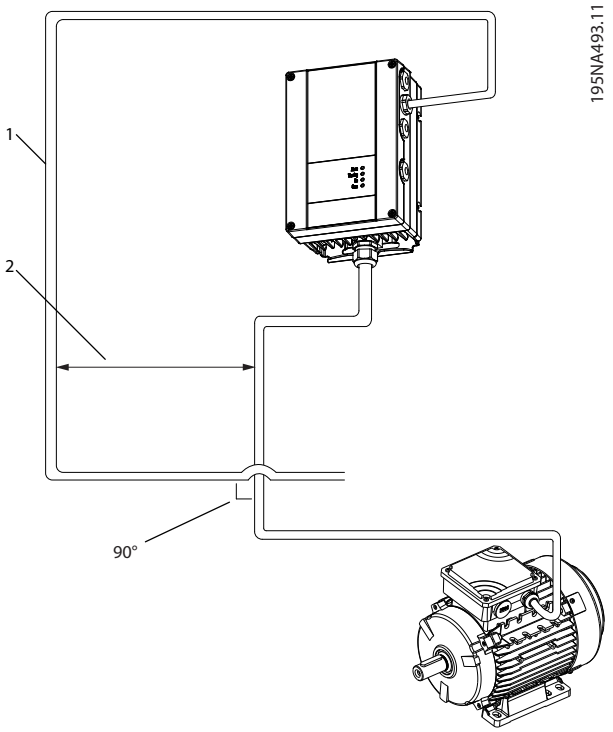
Parameter	Funktion
Parameter 8-30 FC-Protokoll	Dieser Parameter definiert das Anwendungsprotokoll für die RS485-Schnittstelle.
Parameter 8-31 Adresse	Dieser Parameter definiert die Teilnehmeradresse an der Schnittstelle. **HINWEIS** **Der Adressbereich hängt von der Protokollauswahl in *Parameter 8-30 FC-Protokoll* ab.**
Parameter 8-32 Baudrate	Dieser Parameter definiert die Baudrate des Frequenzumrichters an der Schnittstelle. **HINWEIS** **Die Standardbaudrate hängt von der Protokollauswahl in *Parameter 8-30 FC-Protokoll* ab.**
Parameter 8-33 Parität/Stoppbits	Dieser Parameter definiert die Parität der Schnittstelle und die Anzahl von Stoppbits. **HINWEIS** **Die Standardauswahl hängt von der Protokollauswahl in *Parameter 8-30 FC-Protokoll* ab.**
Parameter 8-35 FC-Antwortzeit Min.-Delay	Definiert die minimale Verzögerung, welche der Frequenzumrichter nach dem Empfang eines Frequenzumrichter-Telegramms wartet, bevor sein Antworttelegramm gesendet wird. Diese Funktion dient dem Umgehen von Modem-Umsteuerzeiten.
Parameter 8-36 FC-Antwortzeit Max.-Delay	Definiert eine maximale Zeitverzögerung zwischen dem Übertragen einer Abfrage und dem Empfang der Antwort.
Parameter 8-37 FC Interchar. Max.-Verzögerung	Geben Sie bei Unterbrechung der Übertragung eine maximale Zeitverzögerung zwischen 2 empfangenen Bytes an, um den Timeout sicherzustellen. **HINWEIS** **Die Standardauswahl hängt von der Protokollauswahl in *Parameter 8-30 FC-Protokoll* ab.**

Tabelle 7.2 Parametereinstellungen für Modbus-Kommunikation

7.1.5 EMV-Schutzmaßnahmen

HINWEIS

Beachten Sie die einschlägigen nationalen und lokalen Vorschriften und Gesetze im Hinblick auf die Schutzerdung. Eine nicht vorschriftsmäßige Erdung der Kabel kann zu einer Verschlechterung der Kommunikation und zu Geräteschäden führen. Halten Sie das RS485-Kommunikationskabel von Motor- und Bremswiderstandskabeln fern, um das Einkoppeln von Hochfrequenzstörungen zwischen den Kabeln zu vermeiden. In der Regel ist ein Abstand von 200 mm (8 in) ausreichend. Halten Sie den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln ein, besonders wenn diese über weite Strecken parallel laufen. Lässt sich das Kreuzen der Kabel nicht vermeiden, muss das RS485-Kabel in einem Winkel von 90° über Motor- und Bremswiderstandskabel geführt werden.



1	Feldbuskabel
2	Mindestabstand 200 mm (8 in)

Abbildung 7.3 Mindestabstand zwischen Kommunikations- und Leistungskabeln

7.2 FC-Protokoll

7.2.1 Übersicht

Das FC-Protokoll, das auch als Frequenzumrichter-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 Followers und ein Master an die Schnittstelle angeschlossen werden. Die einzelnen Follower werden vom Master über ein Adresszeichen im Telegramm angewählt. Nur wenn ein Follower ein fehlerfreies, an ihn adressiertes Telegramm empfangen hat, sendet er ein Antworttelegramm. Die direkte Telegrammübertragung 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.

7.2.2 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

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

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

- Anlaufen.
- Stoppen des Frequenzumrichters auf unterschiedliche Arten:
  - Freilaufstopp.
  - Schnellstopp.
  - DC-Bremsstopp.
  - Normaler Stopp (Rampenstopp).
- Reset nach Fehlerabschaltung.
- Betrieb mit verschiedenen Festdrehzahlen.
- Start mit Reversierung.
- Änderung des aktiven Parametersatzes.
- Steuerung der beiden in den Frequenzumrichter integrierten Relais.

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. Der Zugriff auf die Parameter bietet eine Reihe von Steuerungsoptionen wie die Regelung des Sollwerts des Frequenzumrichters, wenn sein interner PI-Regler verwendet wird.

7.3 Parametereinstellungen zum Aktivieren des Protokolls

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

Parameter	Einstellung
Parameter 8-30 FC-Protokoll	FC
Parameter 8-31 Adresse	1–126
Parameter 8-32 Baudrate	2400–115200
Parameter 8-33 Parität/Stoppbits	Gerade Parität, 1 Stoppbit (Werkseinstellung)

Tabelle 7.3 Parameter zum Aktivieren des Protokolls

7.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll

7.4.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)

Jedes übertragene Zeichen beginnt mit einem Startbit. Danach werden 8 Datenbits übertragen, was einem Byte entspricht. Jedes Zeichen wird über ein Paritätsbit abgesichert, das auf 1 gesetzt wird, wenn 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.

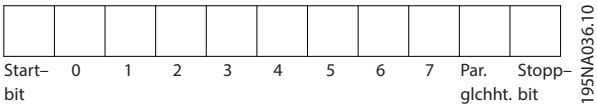


Abbildung 7.4 Inhalt eines Zeichens

7.4.2 Telegrammaufbau

Jedes Telegramm ist folgendermaßen aufgebaut:

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

Danach folgen verschiedene Nutzdaten (variabel, abhängig vom Telegrammtyp).

Das Telegramm schließt mit einem Datensteuerbyte (BCC).

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

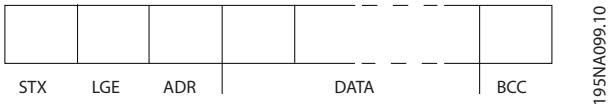


Abbildung 7.5 Telegrammaufbau

7.4.3 Telegrammlänge (LGE)

Die Telegrammlänge ist die Anzahl der Datenbytes plus Adressbyte ADR und Datensteuerbyte BCC.

4 Datenbyte	LGE = 4+1+1=6 Bytes
12 Datenbyte	LGE = 12+1+1=14 Bytes
Text enthaltene Telegramme	10[1)]+n Byte

Tabelle 7.4 Länge des Telegramms

1) Die 10 steht für die festen Zeichen, während das n variabel ist (je nach Textlänge).

7.4.4 Frequenzumrichteradresse (ADR)

Adressformat 1–126

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

Der Follower sendet das Adress-Byte im Antworttelegramm unverändert an den Master zurück.

7.4.5 Datensteuerbyte (BCC)

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

7.4.6 Das Datenfeld

Die Struktur der Nutzdaten hängt vom Telegrammtyp ab. Es gibt 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)

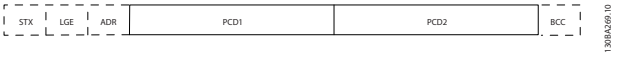


Abbildung 7.6 Prozessblock

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.

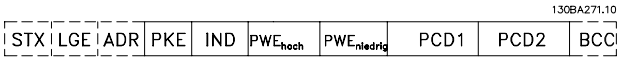


Abbildung 7.7 Parameterblock

Textblock

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

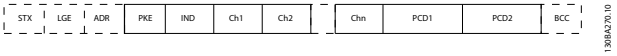


Abbildung 7.8 Textblock

7.4.7 Das PKE-Feld

Das PKE-Feld enthält zwei untergeordnete Felder:

- Parameterbefehle und Antworten (AK)
- Parameternummer (PNU)

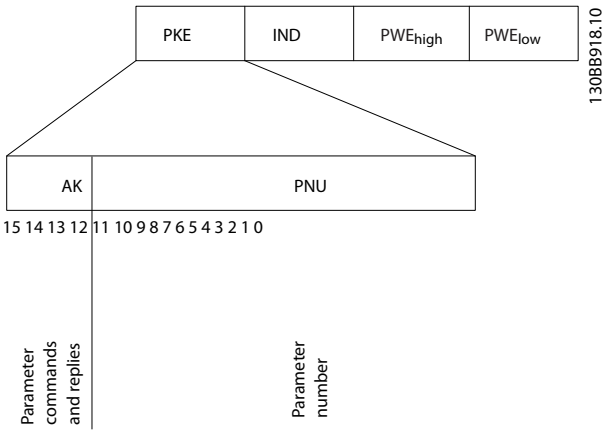


Abbildung 7.9 PKE-Feld

Die Bits Nr. 12–15 übertragen Parameterbefehle vom Master zum Follower und senden bearbeitete Follower-Antworten an den Master zurück.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Parameterbefehle Master⇒Follower				
Bitanzahl				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

Tabelle 7.5 Parameterbefehle

Antwort Follower⇒Master				
Bitanzahl				Antwort
15	14	13	12	
0	0	0	0	Keine Antwort
0	0	0	1	Übertragener Parameterwert (Wort)
0	0	1	0	Übertragener Parameterwert (Doppelwort)
0	1	1	1	Befehl kann nicht ausgeführt werden
1	1	1	1	Übertragener Text

Tabelle 7.6 Antwort

Wenn der Befehl nicht ausgeführt werden kann, sendet der Follower die Antwort *0111 Befehl kann nicht ausgeführt werden* und gibt folgende Fehlermeldung in *Tabelle 7.7* aus.

Fehlercode	Frequenzumrichter-Spezifikation
0	Ungültige Parameternummer.
1	Parameter kann nicht geändert werden.
2	Obere oder untere Grenze überschritten.
3	Verstümmelter Subindex.
4	Kein Datenfeld.
5	Falscher Datentyp.
6	Unbenutzt.
7	Unbenutzt.
9	Beschreibungselement nicht verfügbar.
11	Kein Parameter-Schreibzugriff.
15	Kein Text verfügbar.
17	Nicht zutreffend im Betrieb.
18	Andere Fehler.
100	–
>100	–
130	Kein Buszugriff für diesen Parameter.
131	Schreiben in Werkseinstellung nicht möglich.
132	Kein LCP-Zugriff
252	Unbekannter Viewer.
253	Anforderung nicht unterstützt.
254	Unbekanntes Attribut.
255	Kein Fehler.

Tabelle 7.7 Follower-Bericht

7.4.8 Parameternummer (PNU)

Die Bits Nr. 0–11 dienen zur Übertragung der Parameternummer. Die Funktion des betreffenden Parameters ist der Parameterbeschreibung im *Kapitel 6 Programmieren* zu entnehmen.

7.4.9 Index (IND)

Der Index wird mit der Parameternummer zum Lesen/Schreiben von Zugriffsparametern mit einem Index verwendet, z. B. *Parameter 15-30 Fehlerspeicher: Fehlercode*. Der Index besteht aus zwei Bytes, einem Low Byte und einem High Byte.

Nur das Low Byte wird als Index verwendet.

7.4.10 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 mehrere Datenoptionen enthält, z. B. *Parameter 0-01 Sprache*, wird der Datenwert durch Eingabe des Werts in den PWE-Block gewählt. Über die serielle Kommunikationsschnittstelle können nur Parameter des Datentyps 9 (Textblock) gelesen werden.

Parameter 15-40 FC-Typ bis *Parameter 15-53 Leistungsteil Seriennummer* enthalten Datentyp 9.
Zum Beispiel können Sie in *Parameter 15-40 FC-Typ* die Leistungsgröße und Netzspannung lesen. 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, müssen Sie den Parameterbefehl (AK) auf F Hex einstellen. Das Highbyte des Indexzeichens muss 4 sein.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.4.11 Vom Frequenzumrichter unterstützte Datentypen

„Ohne Vorzeichen“ bedeutet, dass das Telegramm kein Vorzeichen enthält.

Datentypen	Beschreibung
3	Ganzzahl 16 Bit
4	Ganzzahl 32 Bit
5	Ohne Vorzeichen 8 Bit
6	Ohne Vorzeichen 16 Bit
7	Ohne Vorzeichen 32 Bit
9	Textblock

Tabelle 7.8 Datentypen

7.4.12 Umwandlung

Das *Programmierhandbuch* enthält die Beschreibungen von Attributen der einzelnen Parameter. Parameterwerte werden nur als ganze Zahlen übertragen. Umrechnungsfaktoren werden zur Übertragung von Dezimalwerten verwendet.

Parameter 4-12 Min. Frequenz [Hz] hat einen Umrechnungsfaktor von 0,1. Soll die Mindestfrequenz auf 10 Hz eingestellt werden, übertragen Sie den Wert 100. Der Umrechnungsfaktor 0,1 bedeutet, dass der übertragene Wert mit 0,1 multipliziert wird. Der Wert 100 wird somit als 10,0 erkannt.

Umrechnungsindex	Umrechnungsfaktor
74	3600
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001

Tabelle 7.9 Umwandlung

7.4.13 Prozesswörter (PCD)

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

PCD 1	PCD 2
Steuertelegramm (Steuerwort Master⇒Follower)	Sollwert
Steuertelegramm (Zustandswort Follower⇒Master)	Aktuelle Ausgangsfrequenz

Tabelle 7.10 Prozesswörter (PCD)

7.5 Beispiele

7.5.1 Schreiben eines Parameterwerts

Ändern Sie *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* zu 100 Hz. Schreiben Sie die Daten in EEPROM.

PKE = E19E Hex - Ein Wort schreiben in *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]*:

- IND = 0000 Hex.
- PWEHIGH = 0000 hex.
- PWELOW = 03E8 Hex.

Datenwert 1000, entspricht 100 Hz, siehe *Kapitel 7.4.12 Umwandlung*.

Das Telegramm sieht wie *Abbildung 7.10* aus.

E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA092.10

Abbildung 7.10 Telegramm

HINWEIS

***Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* ist ein einzelnes Wort, und der in EEPROM zu schreibende Parameter lautet *E*. *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* ist 19E in hexadezimaler Schreibweise.**

Die Antwort des Follower an den Master ist in *Abbildung 7.11* zu sehen.

119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA093.10

Abbildung 7.11 Antwort vom Master

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.5.2 Lesen eines Parameterwertes

Lesen Sie den Wert in *Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1*.

PKE = 1155 Hex - Parameterwert lesen in *Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1*:

- IND = 0000 Hex.
- PWE_{HIGH} = 0000 hex.
- PWE_{LOW} = 0000 Hex.

PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}
1155 H	0000 H	0000 H	0000 H

130BA094.10

Abbildung 7.12 Telegramm

Lautet der Wert in *Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1* 10 s, lautet die Antwort des Follower an den Master wie in *Abbildung 7.13* zu sehen.

PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}
1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H

130BA267.10

Abbildung 7.13 Antwort

3E8 Hex entspricht 1000 im Dezimalformat. Der Umwandlungsindex für *Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1* beträgt -2, d. h. 0,01.
Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1 ist vom Typ *Unsigned 32* (Ohne Vorzeichen 32).

7.6 Übersicht zu Modbus RTU

7.6.1 Einführung

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.

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.

7.6.2 Übersicht

Ungeachtet der Art des physischen Kommunikationsnetzwerks wird in diesem Abschnitt der Vorgang beschrieben, den ein Regler beim Anfordern eines Zugriffs 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 Telegrammfelder.

Während der Kommunikation über ein Modbus RTU-Netzwerk nimmt das Protokoll Folgendes vor:

- Bestimmt, wie jeder Regler seine Geräteadresse lernt.
- Erkennt ein an ihn adressiertes Telegramm.
- Bestimmt die Art der auszuführenden Aktionen.
- Auslesen von Daten oder anderen Informationen aus dem Telegramm.

Wenn eine Antwort erforderlich ist, erstellt der Regler das Antworttelegramm und sendet es.
Regler kommunizieren mithilfe einer Master/Follower-Technik, bei der nur der Master Transaktionen (so genannte Abfragen) einleiten kann. Die 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 ein Broadcast-Telegramm an alle Follower einleiten. Follower senden auf Anfragen, die direkt an sie gerichtet sind, eine Antwort. Bei Broadcast-Anfragen vom Master werden keine Antworten zurückgesendet.

Das Modbus RTU-Protokoll erstellt das Format für die Abfrage des Masters, indem es folgende Informationen bereitstellt:

- Die Geräte- (oder Broadcast-) Adresse.
- Einen Funktionscode, der die angeforderte Aktion definiert.
- Alle zu sendenden Daten.
- Ein Fehlerprüffeld.

Das Antworttelegramm 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 des Telegramms ein Fehler auftritt oder der Follower die angeforderte Maßnahme nicht durchführen kann, erstellt und sendet der Follower eine Fehlermeldung. Oder es tritt ein Timeout auf.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.6.3 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Der Frequenzumrichter kommuniziert im Modbus RTU-Format über die integrierte RS485-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:

- Anlaufen.
- Verschiedene Stopps:
  - Freilaufstopp.
  - Schnellstopp.
  - DC-Bremsstopp.
  - Normaler Stopp (Rampenstopp).
- Reset nach Fehlerabschaltung.
- Betrieb mit verschiedenen Festdrehzahlen.
- Start mit Reversierung.
- Änderung des aktiven Parametersatzes.
- Steuerung des in den Frequenzumrichter integrierten Relais.

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. Der Zugriff auf die Parameter bietet eine Reihe von Steuerungsoptionen wie die Regelung des Sollwerts des Frequenzumrichters, wenn sein interner PI-Regler verwendet wird.

7.7 Netzwerkkonfiguration

Um den Modbus RTU auf dem Frequenzumrichter zu aktivieren, müssen Sie folgende Parameter einstellen:

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

Tabelle 7.11 Netzwerkkonfiguration

7.8 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke

7.8.1 Einführung

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 wie in *Tabelle 7.12* gezeigt.

Startbit	Datenbyte								Stopp/ Parität	Stopp

Tabelle 7.12 Format jedes Byte

Codiersystem	8 Bit binär, hexadezimal 0-9, A–F. 2 hexadezimale Zeichen in jedem 8-Bit-Feld des Telegramms.
Bit pro Byte	• 1 Startbit. • 8 Datenbits, Bit mit der niedrigsten Wertigkeit wird zuerst gesendet. • 1 Bit für gerade/ungerade Parität; kein Bit ohne Parität. • 1 Stoppbit, wenn Parität verwendet wird; 2 Bits ohne Parität.
Fehlerprüffeld	Zyklische Redundanz-Prüfung (CRC).

Tabelle 7.13 Byte-Details

7.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau

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

Start	Adresse	Funktion	Daten	CRC-Prüfung	Ende
T1-T2-T3-T4	8 Bit	8 Bit	N x 8 Bit	16 Bit	T1-T2-T3-T4

Tabelle 7.14 Typischer Modbus RTU-Telegrammaufbau

7.8.3 Start-/Stoppfeld

Telegramme beginnen mit einer Sendepause von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit. Die Sendepause wird als Vielfaches der Zeichenintervalle mit der Baudrate implementiert, mit der im Netzwerk die Datenübertragung

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

stattfindet (in der Abbildung als Start T1-T2-T3-T4 angegeben). Das erste übertragene Feld ist die Geräteadresse. Nach dem letzten übertragenen Intervall markiert ein identisches Intervall von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit das Ende des Telegramms. Nach diesem Intervall kann ein neues Telegramm beginnen.

Übertragen Sie den gesamten Telegrammrahmen als kontinuierlichen Datenstrom. 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 ein neues Telegramm 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 (keine Antwort vom Follower), da der Wert im letzten CRC-Feld für die kombinierten Telegramme nicht gültig ist.

7.8.4 Adressfeld

Das Adressfeld eines Telegrammblocks enthält acht Bits. Gültige Adressen von 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 Followers erkennen. Ein Master adressiert ein Follower-Gerät, indem er die Follower-Adresse in das Adressfeld des Telegramms 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.

7.8.5 Funktionsfeld

Das Feld für den Funktionscode eines Telegrammblocks enthält acht Bits. Gültige Codes liegen im Bereich von 1 bis FF. Funktionsfelder dienen zum Senden von Telegrammen zwischen Master und Follower. Wenn ein Telegramm 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 des Antworttelegramms. Dieser Code informiert den Master über die Art des Fehlers oder den Grund der Ausnahme. Siehe auch *Kapitel 7.8.11 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes* und *Kapitel 7.8.12 Modbus-Ausnahmecodes*.

7.8.6 Datenfeld

Das Datenfeld setzt sich aus Sätzen von je 2 hexadezimalen Zeichen im Bereich von 00 bis FF (hexadezimal) zusammen. Diese Ziffern bestehen aus einem RTU-Zeichen. Das von einem Master- an ein Followergerät gesendete Telegrammdatenfeld enthält weitere Informationen, die der Follower für eine entsprechende Funktion verwenden muss.

Die Informationen können folgende Punkte enthalten:

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

7.8.7 CRC-Prüffeld

Telegramme enthalten ein Fehlerprüffeld, das auf der zyklischen Redundanzprüfung (CRC) basiert. Das CRC-Feld prüft den Inhalt des gesamten Telegramms. Die Prüfung wird in jedem Fall durchgeführt, unabhängig vom Paritätsprüfverfahren für die einzelnen Zeichen des Telegramms. Der CRC-Wert wird vom sendenden Gerät errechnet und als letztes Feld an das Telegramm angehängt. Das empfangende Gerät führt während des Erhalts des Telegramms eine Neuberechnung der CRC durch und vergleicht den errechneten Wert mit dem tatsächlichen Wert im CRC-Feld. Das CRC-Feld enthält einen 16-Bit-Binärwert, der in Form von zwei 8-Bit-Bytes implementiert wird. Nach der Fehlerprüfung wird das niederwertige Byte im Feld zuerst angehängt und anschließend das höherwertige Byte. Das höherwertige CRC-Byte ist das letzte im Rahmen des Telegramms übertragene Byte.

7.8.8 Adressieren von Einzelregistern

Im Modbus-Protokoll sind alle Daten in Einzelregistern (Spulen) und Halteregistern organisiert. Spulen halten ein einzelnes Bit, während Halteregister ein 2-Byte-Wort halten (d. h. 16 Bits). Alle Datenadressen in Modbus-Telegrammen werden als Null referenziert. Das erste Auftreten eines Datenelements wird als Element Nr. 0 adressiert. Ein Beispiel: Die als „Spule 1“ in einem programmierbaren 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 des Telegramms als 0000 adressiert. Im Funktionscodefeld ist bereits eine „Halteregister“-Operation spezifiziert. Daher ist

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

die Referenz 4XXXX implizit. Halteregister 40108 wird als Register 006B hexadezimal (107 dezimal) adressiert.

Spulennr.	Beschreibung	Signalrichtung
1–16	Frequenzumrichter-Steuerwort (siehe *Tabelle 7.16*).	Master → Follower
17–32	Drehzahl- oder Sollwertbereich des Frequenzumrichters 0x0–0xFFFF (-200 % ... ~200 %).	Master → Follower
33–48	Zustandswort des Frequenzumrichters (siehe *Tabelle 7.17*).	Follower → Master
49–64	Regelung ohne Rückführung: Frequenzumrichter-Ausgangsfrequenz. Regelung mit Rückführung: Istwertsignal des Frequenzumrichters.	Follower → Master
65	Parameterschreibsteuerung (Master → Follower).	Master → Follower
	0 = Parameteränderungen werden zum RAM des Frequenzumrichters geschrieben.	
	1 = Parameteränderungen werden zum RAM und EEPROM des Frequenzumrichters geschrieben.	
66–65536	Reserviert.	–

Tabelle 7.15 Einzelregister

Spule	0	1
01	Festsollwert lsb	
02	Festsollwert msb	
03	DC-Bremse	Keine DC-Bremse
04	Freilaufstopp	Kein Freilaufstopp
05	Schnellstopp	Kein Schnellstopp
06	Speicherfrequenz	Keine Speicherfrequenz
07	Rampenstopp	Start
08	Kein Reset	Reset
09	Keine Festdrehzahl JOG	Festdrehzahl 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	Einrichtung lsb	
15	–	
16	Keine Reversierung	Reversierung

Tabelle 7.16 Frequenzumrichter-Steuerwort (FC-Profil)

Spule	0	1
33	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
34	Frequenzumrichter nicht bereit	Frequenzumrichter bereit
35	Freilaufstopp	Sicherheitsverriegelung
36	Kein Alarm	Alarm
37	Unbenutzt	Unbenutzt
38	Unbenutzt	Unbenutzt
39	Unbenutzt	Unbenutzt
40	Keine Warnung	Warnung
41	Istwert≠Sollwert	Ist=Sollwert
42	Hand-Betrieb	Betriebsart Auto
43	Außerhalb Frequenzbereich	In Freq.-Bereich
44	Gestoppt	In Betrieb
45	Unbenutzt	Unbenutzt
46	Keine Spannungswarnung	Spannungswarnung
47	Nicht in Stromgrenze	Stromgrenze
48	Wärmepegel ist OK	Warnung Übertemperatur

Tabelle 7.17 Frequenzumrichter-Zustandswort (FC-Profil)

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Busadresse	Busregister[1)]	SPS-Register	Inhalt	Zugriff	Beschreibung
0	1	40001	Reserviert	–	Reserviert für ältere Frequenzumrichter vom Typ VLT® 5000 und VLT® 2800.
1	2	40002	Reserviert	–	Reserviert für ältere Frequenzumrichter vom Typ VLT® 5000 und VLT® 2800.
2	3	40003	Reserviert	–	Reserviert für ältere Frequenzumrichter vom Typ VLT® 5000 und VLT® 2800.
3	4	40004	Frei	–	–
4	5	40005	Frei	–	–
5	6	40006	Modbus-Konfiguration	Lesen/Schreiben	Nur TCP. Reserviert für Modbus-TCP (*Parameter 12-28 Datenwerte speichern* und *Parameter 12-29 EEPROM speichern* - z. B. gespeichert in EEPROM).
6	7	40007	Letzter Fehlercode	Nur Lesen	Fehlercode von der Parameterdatenbank erhalten, siehe WHAT 38295 für Details.
7	8	40008	Letztes Fehlerregister	Nur Lesen	Adresse des Registers, bei dem der letzte Fehler aufgetreten ist, siehe WHAT 38296 für Details.
8	9	40009	Indexzeiger	Lesen/Schreiben	Sub-Index von dem Parameter, auf den zugegriffen werden muss. Siehe WHAT 38297 für Details.
9	10	40010	*Parameter 0-01 Sprache*	Parameterzugriffsab-hängig	*Parameter 0-01 Sprache* (Modbusregister = 10 Parameternummer) 20 Bytes Platz reserviert für Parameter in Modbus Map.
19	20	40020	Frei	–	–
29	30	40030	*Parameter 0-03 Länder-einstellungen*	Parameterzugriffsab-hängig	*Parameter 0-03 Ländereinstellungen* 20 Bytes Platz reserviert für Parameter in Modbus Map.

Tabelle 7.18 Adresse/Register

1) Ein ins Modbus RTU-Telegramm geschriebener Wert muss 1 oder kleiner als die Registernummer sein. Lesen Sie z. B. Modbus Register 1, indem Sie den Wert 0 in das Telegramm schreiben.

7.8.9 Zugriff über PCD Schreiben/Lesen

Der Vorteil zur Verwendung der Konfiguration PCD Schreiben/Lesen bedeutet, dass der Regler mehr Daten in einem Telegramm schreiben oder lesen kann. Bis zu 63 Register können über den Funktionscode Halteregister lesen (Read Holding Register) oder Mehrere Register schreiben (Write Multiple Registers) in einem Telegramm gelesen oder geschrieben werden. Die Struktur ist auch flexibel, sodass nur zwei Register in den Regler geschrieben und 10 Register aus dem Regler gelesen werden können.

Bei der PCD-Schreibliste handelt es sich um Daten, die vom Regler an den Frequenzumrichter gesendet werden. Die Daten beinhalten Steuerwort, Sollwert und anwendungsabhängige Daten wie minimale Soll- und Rampenzeiten usw.

HINWEIS

Steuerwort und Sollwert werden in der Liste immer vom Regler zum Frequenzumrichter gesendet.

Die Liste PCD Schreiben wird in *Parameter 8-42 PCD-Konfiguration Schreiben* konfiguriert.

Bei der PCD-Leseliste handelt es sich um Daten, die vom Frequenzumrichter an den Regler gesendet werden, wie Statuswort, Hauptistwert und anwendungsabhängige Daten wie Betriebsstunden, Motorstrom und Alarmwort.

HINWEIS

Zustandswort und Hauptistwert werden immer in der Liste vom Frequenzumrichter zum Regler gesendet.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

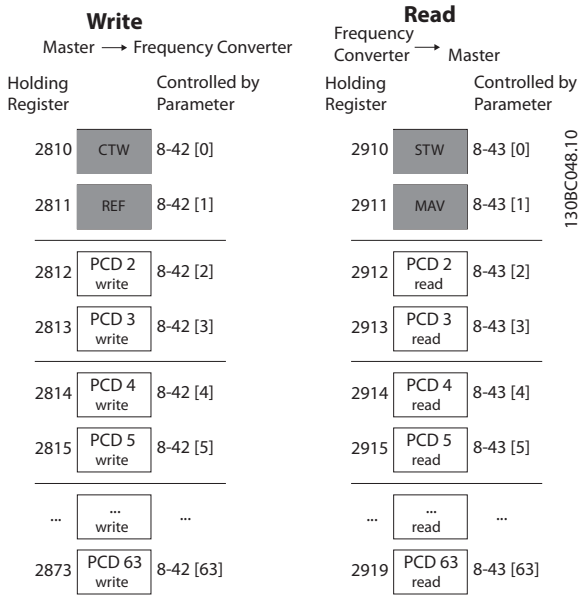


Abbildung 7.14 Zugriff über PCD Schreiben/Lesen

HINWEIS

Die grau markierten Felder sind nicht änderbar, sie sind Standardwerte.

HINWEIS

Die 32-Bit-Parameter müssen innerhalb von 32-Bit-Grenzen gemappt werden, (PCD2 und PCD3 oder PCD4 und PCD5 usw.), wobei die Parameternummer zweimal zu *Parameter 8-42 PCD-Konfiguration Schreiben* oder *Parameter 8-43 PCD-Konfiguration Lesen* gemappt wird.

7.8.10 Steuern des Frequenzumrichters

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

7.8.11 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
Mehrere Register lesen schreiben (Read write multiple registers)	17

Tabelle 7.19 Funktionscodes

Funktion	Funktionscode	Subfunktionscode	Subfunktion
Diagnose	8	1	Kommunikation neu starten (Restart communication).
		2	Diagnoseregister angeben (Return diagnostic register).
		10	Zähler und Diagnoseregister löschen (Clear counters and diagnostic register).
		11	Zahl Busmeldungen angeben (Return bus message count).
		12	Buskommunikations-Fehlernummer ausgeben (Return bus communication error count).
		13	Follower-Fehlernummer ausgeben (Return Follower error count).
		14	Anzahl Follower-Telegramme ausgeben (Return Follower message count).

Tabelle 7.20 Funktionscodes

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.8.12 Modbus-Ausnahmecodes

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

Code	Name	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.
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 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 7.21 Modbus-Ausnahmecodes

7.9 Zugriff auf Parameter

7.9.1 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 *Parameter 3-12 Frequenzkorrektur Auf/Ab* (16 Bit): Das Halteregister 3120 enthält den Wert der Parameter. Ein Wert von 1352 (Dezimal) bedeutet, dass der Parameter auf 12,52 % eingestellt ist.

Messwert *Parameter 3-14 Relativer Festsollwert* (32 Bit): Die Halteregister 3410 und 3411 enthalten die Parameterwerte. Ein Wert von 11300 (Dezimal) bedeutet, dass der Parameter auf 1113,00 eingestellt ist.

Weitere Informationen zu den Parametern, zur Größe und zum Umrechnungsindex finden Sie im *Kapitel 6 Programmieren*.

7.9.2 Datenspeicherung

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

7.9.3 IND (Index)

Einige Parameter im Frequenzumrichter sind Arrayparameter, z. B. *Parameter 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.

7.9.4 Textblöcke

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

7.9.5 Umrechnungsfaktor

Ein Parameterwert kann nur als ganze Zahl übertragen werden. Verwenden Sie zur Übertragung von Dezimalzahlen einen Umrechnungsfaktor.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.9.6 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 Funktion 03 Hex „Halteregister lesen" gelesen. Parameter werden über die Funktion 6 Hex Einzelregister voreinstellen für 1 Register (16 Bit) und die Funktion 10 Hex 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 03 Hex Halteregister lesen gelesen und über die Funktion 10 Hex Mehrere Register voreinstellen geschrieben. Lesbare Längen reichen von 1 Register (2 Zeichen) bis zu 10 Registern (20 Zeichen).

7.10 Beispiele

Die folgenden Beispiele veranschaulichen die verschiedenen Modbus RTU-Befehle.

7.10.1 Spulenzustand lesen (01 Hex)

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

Abfrage
Das Abfragetelegramm legt die Startspule und die Anzahl der zu lesenden Spulen an. Spulenadressen beginnen bei 0, d. h. Spule 33 wird als 32 adressiert.

Beispiel für eine Abfrage zum Lesen der Spulen 33 bis 48 (Zustandswort) vom Follower-Gerät 01.

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

Tabelle 7.22 Abfrage

Antwort
Der Spulenzustand im Antworttelegramm wird als eine Spule pro Bit des Datenfelds gepackt. Der Zustand wird angegeben als: 1 = ON; 0 = OFF. Das LSB des ersten Datenbytes enthält die Spule, an die die Anfrage gerichtet war. Die anderen Spulen folgen in Richtung des hochwertigen Endes des Bytes, und vom niedrigen zum hohen Wert in darauffolgenden Bytes.
Wenn die zurückgemeldete Spulenanzahl kein Vielfaches von 8 ist, werden die verbleibenden Bits im letzten Datenbyte mit Nullen aufgefüllt (in Richtung des hochwertigen Byte-Endes). Im Feld für die Bytezahl wird die Anzahl der vollständigen Datenbyte festgelegt.

Feldname	Beispiel (Hex)
Follower-Adresse	01 (Frequenzumrichteradresse)
Funktion	01 (Spulen lesen)
Bytezahl	02 (2 Datenbytes)
Daten (Spulen 40–33)	07
Daten (Spulen 48–41)	06 (STW = 0607 Hex)
Fehlerprüfung (CRC)	–

Tabelle 7.23 Antwort

HINWEIS

Spulen und Register werden explizit mit einem Offset von -1 im Modbus adressiert.
Beispielsweise wird Spule 33 als Spule 32 adressiert.

7.10.2 Einzelne Spule erzwingen/schreiben (05 Hex)

Beschreibung
Diese Funktion erzwingt den Spulenzustand EIN oder AUS. Bei einem Broadcast erzwingt diese Funktion die gleichen Ausgangsreferenzen in allen zugehörigen Followern.

Abfrage
Das Abfragetelegramm definiert das Erzwingen von Spule 65 (Parameter-Schreibsteuerung). Spulenadressen beginnen bei 0, d. h. Spule 65 wird als 64 adressiert. Setzdaten = 00 00 Hex (AUS) oder FF 00 Hex (EIN).

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

Tabelle 7.24 Abfrage

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

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Feldname	Beispiel (Hex)
Follower-Adresse	01
Funktion	05
Befehlskonstante HI	FF
Befehlskonstante LO	00
Anzahl Spulen HI	00
Anzahl Spulen LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	–

Tabelle 7.25 Antwort

7.10.3 Mehrere Spulen zwangsetzen/ schreiben (0F Hex)

Beschreibung

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

Abfrage

Das Abfrage-Telegramm gibt ein Zwangsetzen der Spulen 17 bis 32 (Drehzahlsollwert) an.

HINWEIS

Spulenadressen beginnen bei 0, d. h. Spule 17 wird als 16 adressiert.

Feldname	Beispiel (Hex)
Follower-Adresse	01 (Frequenzumrichteradresse)
Funktion	0F (Mehrere Spulen schreiben)
Spulenadresse HI	00
Spulenadresse LO	10 (Spulenadresse 17)
Anzahl Spulen HI	00
Anzahl Spulen LO	10 (16 Spulen)
Bytezahl	02
Daten erzwingen HI (Spulen 8–1)	20
Daten erzwingen LO (Spulen 16–9)	00 (Sollwert = 2000 Hex)
Fehlerprüfung (CRC)	–

Tabelle 7.26 Abfrage

Antwort

Die normale Antwort gibt die Follower-Adresse, den Funktionscode, die Startadresse und die Anzahl belegter Ausgänge zurück.

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

Tabelle 7.27 Antwort

7.10.4 Halteregister lesen (03 Hex)

Beschreibung

Mithilfe dieser Funktion werden die Inhalte der Halteregister im Follower gelesen.

Abfrage

Das Abfragetelegramm legt das Startregister und die Anzahl der zu lesenden Register fest. Registeradressen beginnen bei 0, d. h. die Register 1–4 werden als 0–3 adressiert.

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

Feldname	Beispiel (Hex)
Follower-Adresse	01
Funktion	03 (Halteregister lesen)
Startadresse HI	0B (Registeradresse 3029)
Startadresse LO	D5 (Registeradresse 3029)
Anzahl der Punkte HI	00
Anzahl der Punkte LO	02 – (*Parameter 3-03 Maximaler Sollwert* ist 32 Bit lang, d. h. 2 Register)
Fehlerprüfung (CRC)	–

Tabelle 7.28 Abfrage

Antwort

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

Beispiel: Hex 000088B8=35,000=35 Hz.

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

Tabelle 7.29 Antwort

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.10.5 Voreingestelltes, einzelnes Register (06 Hex)

Beschreibung
Mithilfe dieser Funktion wird ein Wert in einem einzigen Halteregister voreingestellt.

Abfrage
Das Abfragetelegramm definiert die Registerreferenz für die Voreinstellung. Registeradressen beginnen bei null, d. h., Register 1 wird als 0 adressiert.

Beispiel: Schreiben in *Parameter 1-00 Regelverfahren*, Register 1000.

Feldname	Beispiel (Hex)
Follower-Adresse	01
Funktion	06
Registeradresse HI	03 (Registeradresse 999)
Registeradresse LO	E7 (Registeradresse 999)
Voreinstellungsdaten HI	00
Voreinstellungsdaten LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	–

Tabelle 7.30 Abfrage

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

Feldname	Beispiel (Hex)
Follower-Adresse	01
Funktion	06
Registeradresse HI	03
Registeradresse LO	E7
Voreinstellungsdaten HI	00
Voreinstellungsdaten LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	–

Tabelle 7.31 Antwort

7.10.6 Voreingestellte multiple Register (10 Hex)

Beschreibung
Mithilfe dieser Funktion werden Werte in einer Sequenz von Halteregistern voreingestellt.

Abfrage
Das Abfragetelegramm definiert die Registerreferenz für die Voreinstellung. Registeradressen beginnen bei null, d. h., Register 1 wird als 0 adressiert. Beispiel einer Abfrage zur Voreinstellung von zwei Registern (Parameter *Parameter 1-24 Motornennstrom* auf 738 (7,38 A) einstellen):

Feldname	Beispiel (Hex)
Follower-Adresse	01
Funktion	10
Startadresse HI	04
Startadresse LO	07
Anzahl Register HI	00
Anzahl Register LO	02
Bytezahl	04
Schreiben von Daten HI (Register 4: 1049)	00
Schreiben von Daten LO (Register 4: 1049)	00
Schreiben von Daten HI (Register 4: 1050)	02
Schreiben von Daten LO (Register 4: 1050)	E2
Fehlerprüfung (CRC)	–

Tabelle 7.32 Abfrage

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

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

Tabelle 7.33 Antwort

7.10.7 Lesen/Schreiben Multiple Register (17 Hex)

Beschreibung
Dieser Funktionscode kombiniert einen Lesevorgang und einen Schreibvorgang in einer einzigen MODBUS-Transaktion. Der Schreibevorgang wird vor dem Lesen durchgeführt.

Abfrage
Die Abfragemeldung enthält die Startadresse und die Anzahl der zu lesenden Halteregister sowie die zu schreibende Startadressen und die zu schreibenden Halteregister und Daten. Halteregister werden beginnend bei 0 adressiert. Beispiel für eine Abfrage zum Einstellen von *Parameter 1-24 Motornennstrom* auf 738 (7,38 A) und Lesen von *Parameter 3-03 Maximaler Sollwert*, das den Wert 50000 (50.000 Hz) hat:

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Feldname	Beispiel (Hex)
Follower-Adresse	01
Funktion	17
Lesen der Startadresse HI	0B (Registeradresse 3029)
Lesen der Startadresse LO	D5 (Registeradresse 3029)
Anzahl zu Lesen HI	00
Anzahl zu Lesen LO	02 (*Parameter 3-03 Maximaler Sollwert* ist 32 Bit lang, d. h. 2 Register)
Schreiben der Startadresse HI	04 (Registeradresse 1239)
Schreiben der Startadresse LO	D7 (Registeradresse 1239)
Anzahl zu Schreiben HI	00
Anzahl zu Schreiben LO	02
Bytezahl schreiben	04
Schreiben der Register Wert HI	00
Schreiben der Register Wert LO	00
Schreiben der Register Wert HI	02
Schreiben der Register Wert LO	0E
Fehlerprüfung (CRC)	–

Tabelle 7.34 Abfrage

Antwort

Die normale Antwort enthält die Daten aus der Gruppe der gelesenen Register. Im Feld für die Byteanzahl wird die Anzahl der Bytes festgelegt, die im Feld zum Lesen der Daten befolgt werden.

Feldname	Beispiel (Hex)
Follower-Adresse	01
Funktion	17
Bytezahl	04
Register lesen Wert HI	00
Register lesen Wert LO	00
Register lesen Wert HI	C3
Register lesen Wert LO	50
Fehlerprüfung (CRC)	–

Tabelle 7.35 Antwort

7.11 Danfoss Frequenzumrichter-Steuerprofil

7.11.1 Steuerwort gemäß Frequenzumrichter-Profil (8-10 Protokoll = FC-Profil)

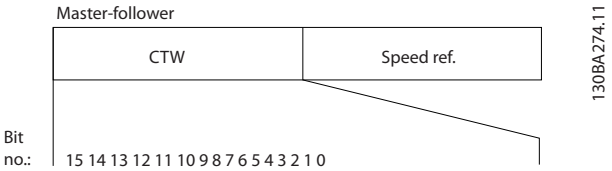


Abbildung 7.15 Steuerwort gemäß FC-Profil

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	Festdrehzahl JOG
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Relais 01 geöffnet	Relais 01 aktiv
12	Relais 02 geöffnet	Relais 02 aktiv
13	Parametersatz	(lsb)
15	Ohne Funktion	Rückwärts

Tabelle 7.36 Steuerwort gemäß FC-Profil

Erläuterung der Steuerbits

Bits 00/01

Bit 00 und 01 werden benutzt, um zwischen den vier Sollwerten zu wählen, deren Vorprogrammierung Sie unter *Parameter 3-10 Festsollwert* gemäß *Tabelle 7.37* finden.

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

Tabelle 7.37 Steuerbits

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

HINWEIS

Definieren Sie in *Parameter 8-56 Festsollwertanwahl*, wie Bit 00/01 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 02, DC-Bremse
Bit 02 = 0: Führt zu DC-Bremsung und -Stopp. Stellen Sie den Bremsstrom und die Bremsdauer in *Parameter 2-01 DC-Bremsstrom* und *Parameter 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.

Definieren Sie in *Parameter 8-50 Motorfreilauf*, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 04, Schnellstopp
Bit 04 = 0: Lässt die Motordrehzahl über Rampe bis zum Stopp auslaufen (eingestellt in *Parameter 3-81 Rampenzeit Schnellstopp*).

Bit 05, Ausgangsfrequenz halten
Bit 05 = 0: Die aktuelle Ausgangsfrequenz (in Hz) wird gespeichert. Sie können die gespeicherte Ausgangsfrequenz dann nur an den Digitaleingängen (*Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang* bis *Parameter 5-13 Klemme 29 Digitaleingang*), programmiert für *[21] Drehzahl auf* und *[22] Drehzahl ab*, ändern.

HINWEIS

Ist Ausgangsfrequenz speichern aktiv, können Sie den Frequenzumrichter nur durch Auswahl der folgenden Bits stoppen:

- **Bit 03 Freilaufstopp**
- **Bit 02 DC-Bremse.**
- **Digitaleingang programmiert für *[5] DC-Bremse (invers)*, *[2] Motorfreilauf invers* oder *[3] Mot.freil./Res.inv* (*Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang* bis *Parameter 5-13 Klemme 29 Digitaleingang*).**

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: Wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind, lässt Bit 06 das Starten des Motors durch den Frequenzumrichter zu.

Parameter 8-53 Start definiert, wie Bit 06 Rampe Stopp/Start mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 07, Reset
Bit 07 = 0: Kein Reset.
Bit 07 = 1: Reset einer Abschaltung. Reset wird auf der Vorderflanke des Signals aktiviert, d. h. beim Wechsel von Logik „0" zu Logik „1".

Bit 08, Jog
Bit 08 = 1: *Parameter 3-11 Festdrehzahl Jog [Hz]* bestimmt die Ausgangsfrequenz.

Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2
Bit 09 = 0: Rampe 1 ist aktiv (*Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1* bis *Parameter 3-42 Rampenzeit Ab 1*).
Bit 09 = 1: Rampe 2 (*Parameter 3-51 Rampenzeit Auf 2* bis *Parameter 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 Sie das Steuerwort, wenn dieses beim Aktualisieren oder Lesen von Parametern nicht benötigt wird.

Bit 11, Relais 01
Bit 11 = 0: Relais nicht aktiviert.
Bit 11 = 1: Relais 01 ist aktiviert, vorausgesetzt in *Parameter 5-40 Relaisfunktion* wurde *[36] Steuerwort Bit 11* gewählt.

Bit 12, Relais 02
Bit 12 = 0: Relais 02 ist nicht aktiviert.
Bit 12 = 1: Relais 02 ist aktiviert, vorausgesetzt in *Parameter 5-40 Relaisfunktion* wurde *[37] Steuerwort Bit 12* gewählt.

Bit 13, Konfigurationsauswahl
Verwenden Sie Bit 13 zur Auswahl der beiden Menüeinrichtungen gemäß *Tabelle 7.38*.

Parametersatz	Bit 13
1	0
2	1

Tabelle 7.38 Menüeinrichtungen

Die Funktion ist nur möglich, wenn *[9] Externe Anwahl* in *Parameter 0-10 Aktiver Satz* gewählt ist.

Verwenden Sie *Parameter 8-55 Satzanwahl*, um zu definieren, wie Bit 13 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 *Parameter 8-54 Reversierung* auf Digital eingestellt. Bit 15 bewirkt eine Reversierung nur dann, wenn eine serielle Kommunikation, *[2] Bus ODER Klemme* oder *[3] Bus UND Klemme* ausgewählt ist.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.11.2 Zustandswort gemäß FC-Profil (STW)

Setzen Sie *Parameter 8-30 FC-Protokoll* auf *[0] FC-Profil*.

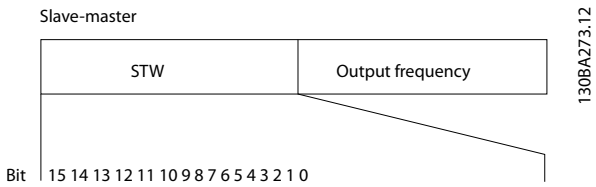


Abbildung 7.16 Zustandswort

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
01	Frequenzumrichter nicht bereit	Frequenzumrichter 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	Frequenzumrichter OK	Gestoppt, Auto Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Strom OK	Stromgrenze überschritten
15	Wärmepegel i. OK	Wärmepegel überschritten

Tabelle 7.39 Zustandswort entsprechend dem FC-Profil

Erläuterung der Zustandsbits

Bit 00, Steuerung nicht bereit/bereit
Bit 00 = 0: Der Frequenzumrichter schaltet ab.
Bit 00 = 1: Die Frequenzumrichter-Regler sind bereit, aber die Leistungskomponente empfängt nicht notwendigerweise eine Stromversorgung (im Falle einer externen 24-V-Versorgung der Regler).

Bit 01, Frequenzumrichter bereit
Bit 01 = 0: Der Frequenzumrichter ist nicht betriebsbereit.

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 schaltet ab. Drücken Sie zur Wiederaufnahme [Reset].

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 bei der Rampe auf/ab während des Starts/Stopps der Fall sein.
Bit 08 = 1: Die Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ort-Betrieb/Bussteuerung
Bit 09 = 0: [Off/Reset] ist in der Bedieneinheit aktiv, oder *[2] Ort* in *Parameter 3-13 Sollwertvorgabe* wurde ausgewählt. Es ist nicht möglich, den Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle zu steuern.
Bit 09 = 1: Sie können den Frequenzumrichter über den Feldbus/die serielle Schnittstelle steuern.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten
Bit 10 = 0: Die Ausgangsfrequenz hat den Wert in *Parameter 4-12 Min. Frequenz [Hz]* oder *Parameter 4-14 Max Frequenz [Hz]* 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 ohne Freilauf.

Bit 12, Frequenzumrichter OK/gestoppt, Auto Start
Bit 12 = 0: Der Frequenzumrichter hat keine temporäre Übertemperatur.
Bit 12 = 1: Der Frequenzumrichter wird wegen Übertemperatur angehalten, aber die Einheit wird nicht abgeschaltet und nimmt nach Beseitigung der Übertemperatur den Betrieb wieder auf.

Bit 13, Spannung OK/Grenze überschritten
Bit 13 = 0: Es liegen keine Spannungswarnungen vor.
Bit 13 = 1: Die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters ist zu niedrig oder zu hoch.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Bit 14, Strom OK/Grenze überschritten
Bit 14 = 0: Der Motorstrom liegt unter der in *Parameter 4-18 Current Limit* gewählten Stromgrenze.
Bit 14 = 1: Die in *Parameter 4-18 Current Limit* eingestellte Motorstromgrenze ist überschritten.

Bit 15, Wärmepegel 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 %.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

7.11.3 Bus-Drehzahlsollwert

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 entspricht der Wert 16384 (4000 Hex) 100 %. Negative Werte werden über Zweier-Komplement formatiert. Die aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW) wird auf gleiche Weise wie der Bussollwert skaliert.

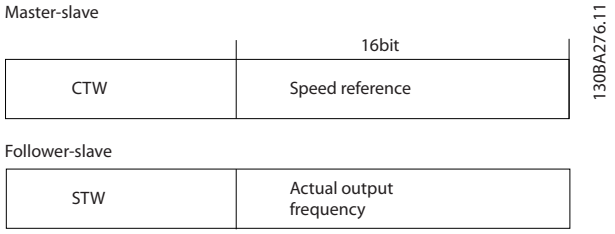


Abbildung 7.17 Aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW)

Der Sollwert und HIW werden wie folgt skaliert:

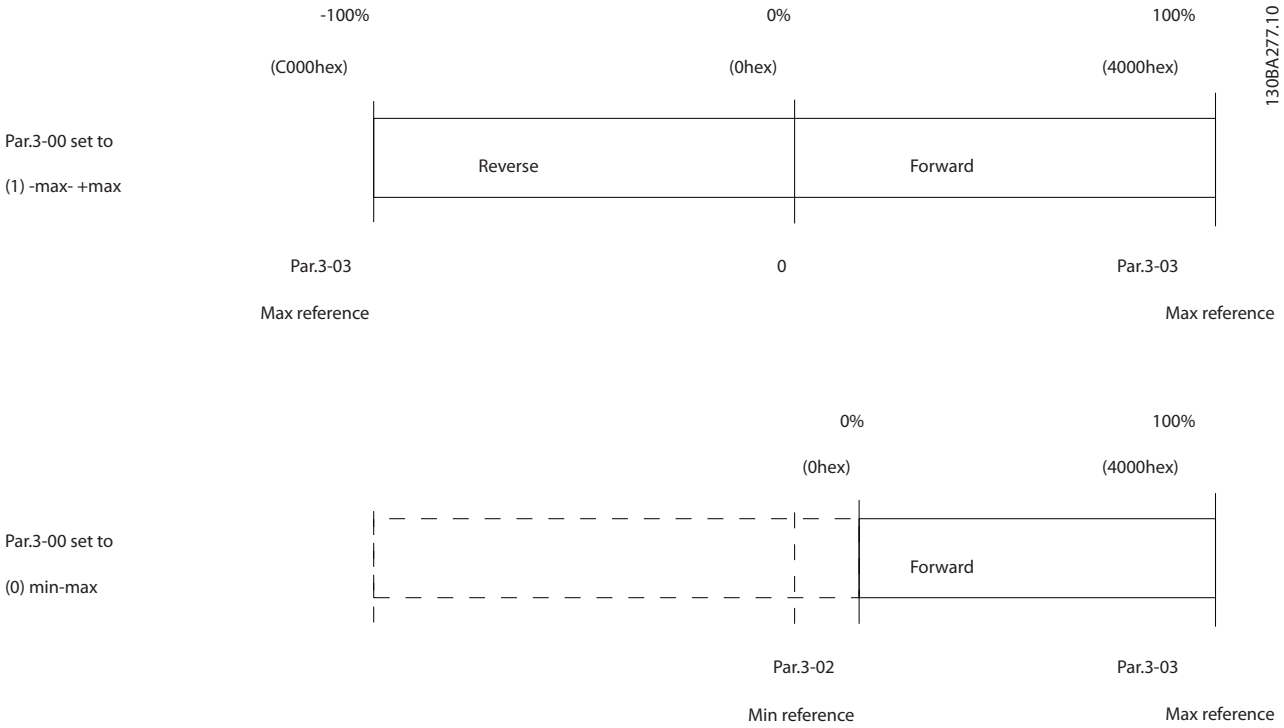


Abbildung 7.18 Sollwert und HIW

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

8 Allgemeine technische Daten

8.1 Mechanische Abmessungen

8.1.1 Seite-an-Seite-Installation

Sie können den Filter Seite-an-Seite mit dem Frequenzumrichter montieren. Für ausreichende Luftzirkulation zur Kühlung müssen Sie jedoch über und unter dem Frequenzumrichter einen ausreichenden Abstand einhalten.

		Leistung [kW (HP)]			Abstand oben/unten [mm (in)]
Größe	**IP-Klasse**	**3 x 200–240 V**	**3 x 380–480 V**	**3x525–600 V**	
H1	IP20	0,25–1,5 (0,33–2)	0,37–1,5 (0,5–2)	–	100 (4)
H2	IP20	2,2 (3)	2,2–4 (3–5)	–	100 (4)
H3	IP20	3,7 (5)	5,5–7,5 (7,5–10)	–	100 (4)
H4	IP20	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	–	100 (4)
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	–	100 (4)
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30–45 (40–60)	18,5–30 (25–40)	200 (7,9)
H7	IP20	22–30 (30–40)	55–75 (70–100)	37–55 (50–70)	200 (7,9)
H8	IP20	37–45 (50–60)	90 (125)	75–90 (100–125)	225 (8,9)
H9	IP20	–	–	2,2–7,5 (3–10)	100 (4)
H10	IP20	–	–	11–15 (15–20)	200 (7,9)
I2	IP54	–	0,75–4,0 (1–5)	–	100 (4)
I3	IP54	–	5,5–7,5 (7,5–10)	–	100 (4)
I4	IP54	–	11–18,5 (15–25)	–	100 (4)
I6	IP54	–	22–37 (30–50)	–	200 (7,9)
I7	IP54	–	45–55 (60–70)	–	200 (7,9)
I8	IP54	–	75–90 (100–125)	–	225 (8,9)

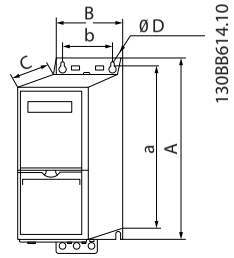
Tabelle 8.1 Erforderlicher Abstand zur Kühlung

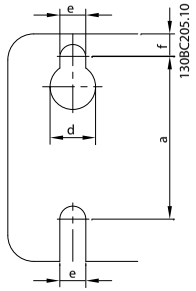
HINWEIS

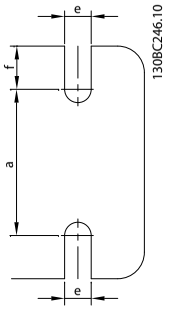
Bei montiertem Optionssatz IP21/NEMA Typ 1 ist zwischen den Einheiten ein Abstand von 50 mm (2 in) erforderlich.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

8.1.2 Frequenzumrichter-Abmessungen



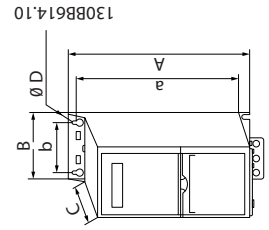


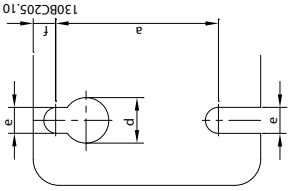


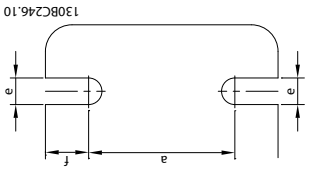
Gehäuse		Leistung [kW (HP)]			Höhe [mm (in)]			Breite [mm (in)]		Tiefe [mm (in)]	Bohrung [mm (in)]			Maximales Gewicht
Größe	IP-Klasse	3 x 200–240 V	3 x 380–480 V	3x525–600 V	A	A[1)]	a	B	b	C	d	e	f	kg (lb)
H1	IP20	0,25–1,5 (0,33–2,0)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	–	195 (7,7)	273 (10,7)	183 (7,2)	75 (3,0)	56 (2,2)	168 (6,6)	9 (0,35)	4,5 (0,18)	5,3 (0,21)	2,1 (4,6)
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,0)	–	227 (8,9)	303 (11,9)	212 (8,3)	90 (3,5)	65 (2,6)	190 (7,5)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	7,4 (0,29)	3,4 (7,5)
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5–7,5 (7,5–10)	–	255 (10,0)	329 (13,0)	240 (9,4)	100 (3,9)	74 (2,9)	206 (8,1)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	8,1 (0,32)	4,5 (9,9)
H4	IP20	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	–	296 (11,7)	359 (14,1)	275 (10,8)	135 (5,3)	105 (4,1)	241 (9,5)	12,6 (0,50)	7 (0,28)	8,4 (0,33)	7,9 (17,4)
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	–	334 (13,1)	402 (15,8)	314 (12,4)	150 (5,9)	120 (4,7)	255 (10)	12,6 (0,50)	7 (0,28)	8,5 (0,33)	9,5 (20,9)
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30–45 (40–60)	18,5–30 (25–40)	518 (20,4)	595 (23,4)/635 (25), 45 kW	495 (19,5)	239 (9,4)	200 (7,9)	242 (9,5)	–	8,5 (0,33)	15 (0,6)	24,5 (54)
H7	IP20	22–30 (30–40)	55–75 (70–100)	37–55 (50–70)	550 (21,7)	630 (24,8)/690 (27,2), 75 kW	521 (20,5)	313 (12,3)	270 (10,6)	335 (13,2)	–	8,5 (0,33)	17 (0,67)	36 (79)
H8	IP20	37–45 (50–60)	90 (125)	75–90 (100–125)	660 (26)	800 (31,5)	631 (24,8)	375 (14,8)	330 (13)	335 (13,2)	–	8,5 (0,33)	17 (0,67)	51 (112)
H9	IP20	–	–	2,2–7,5 (3,0–10)	269 (10,6)	374 (14,7)	257 (10,1)	130 (5,1)	110 (4,3)	205 (8,0)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	9 (0,35)	6,6 (14,6)
H10	IP20	–	–	11–15 (15–20)	399 (15,7)	419 (16,5)	380 (15)	165 (6,5)	140 (5,5)	248 (9,8)	12 (0,47)	6,8 (0,27)	7,5 (0,30)	12 (26,5)

1) mit Abschirmblech

Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.







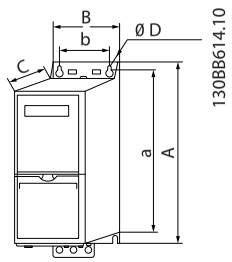
Gehäuse		Leistung [kW (HP)]			Höhe [mm (in)]			Breite [mm (in)]		Tiefe [mm (in)]	Bohrung [mm (in)]			Maximales Gewicht
Größe	IP-Klasse	3 x 200–240 V	3 x 380–480 V	3x525–600 V	A	A[1)]	a	B	b	C	d	e	f	kg (lb)

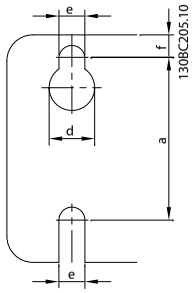
Die Abmessungen beziehen sich nur auf physische Einheiten.

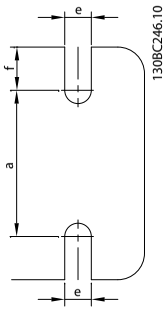
HINWEIS

Bei der Installation in einer Anwendung zum Zwecke der Kühlung müssen Sie über und unter den Einheiten einen ausreichenden Abstand einhalten. Die erforderlichen Abstände für eine ausreichende Luftzirkulation sind in *Tabelle 8.1* aufgeführt.

Tabelle 8.2 Abmessungen, Baugrößen H1–H10







Gehäuse		Leistung [kW (HP)]			Höhe [mm (in)]			Breite [mm (in)]		Tiefe [mm (in)]	Bohrung [mm (in)]			Maximales Gewicht
Größe	IP-Klasse	3 x 200–240 V	3 x 380–480 V	3x525–600 V	A	A[1)]	a	B	b	C	d	e	f	kg (lb)
I2	IP54	–	0,75–4,0 (1,0–5,0)	–	332 (13,1)	–	318,5 (12,53)	115 (4,5)	74 (2,9)	225 (8,9)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	9 (0,35)	5,3 (11,7)
I3	IP54	–	5,5–7,5 (7,5–10)	–	368 (14,5)	–	354 (13,9)	135 (5,3)	89 (3,5)	237 (9,3)	12 (0,47)	6,5 (0,26)	9,5 (0,37)	7,2 (15,9)
I4	IP54	–	11–18,5 (15–25)	–	476 (18,7)	–	460 (18,1)	180 (7,0)	133 (5,2)	290 (11,4)	12 (0,47)	6,5 (0,26)	9,5 (0,37)	13,8 (30,42)
I6	IP54	–	22–37 (30–50)	–	650 (25,6)	–	624 (24,6)	242 (9,5)	210 (8,3)	260 (10,2)	19 (0,75)	9 (0,35)	9 (0,35)	27 (59,5)
I7	IP54	–	45–55 (60–70)	–	680 (26,8)	–	648 (25,5)	308 (12,1)	272 (10,7)	310 (12,2)	19 (0,75)	9 (0,35)	9,8 (0,39)	45 (99,2)
I8	IP54	–	75–90 (100–125)	–	770 (30)	–	739 (29,1)	370 (14,6)	334 (13,2)	335 (13,2)	19 (0,75)	9 (0,35)	9,8 (0,39)	65 (143,3)

1) mit Abschirmblech

Die Abmessungen beziehen sich nur auf physische Einheiten.

HINWEIS

Bei der Installation in einer Anwendung zum Zwecke der Kühlung müssen Sie über und unter den Einheiten einen ausreichenden Abstand einhalten. Die erforderlichen Abstände für eine ausreichende Luftzirkulation sind in *Tabelle 8.1* aufgeführt.

Tabelle 8.3 Abmessungen, Baugrößen I2–I8

Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

8.1.3 Transportmaße

Baugröße Gehäuse Netzspannung	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
T2 (200-240 V AC) [kW/HP]	0,25–1,5/ 0,33–2	2,2/3	3,7/5	5,5–7,5/ 7,5–10	11/15	15–18,5/ 20–25	22–30/ 30–40	37–45/ 50–60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
T4 (380-480 V AC) [kW/HP]	0,37–1,5/ 0,5–2	2,2–4/ 3–5,5	5,5–7,5/ 7,5–10	11–15/ 15–20	18,5–22/ 25–30	30–45/ 40–60	55–75/ 75–100	90/ 125	–	–	0,75–4,0/ 1,0–5,0	5,5–7,5/ 7,5–10	11–18,5/ 15–25	11–18,5/ 15–25	22–37/ 30–50	45–55/ 60–70	75–90/ 100–125
T6 (525-600 V AC) [kW/HP]	–	–	–	–	–	18,5–30/ 25–40	37–55/ 50–75	75–90/ 100–125	2,2–7,5/ 3–10	11–15/ 15–20	–	–	–	–	–	–	–
IP-Baugröße	IP20										IP54						
Höchstgewicht [kg (lb)]	2,1 (4,6)	3,4 (7,5)	4,5 (9,9)	7,9 (17,4)	9,5 (20,9)	24,5 (54,0)	36 (79,4)	51 (112,4)	6,6 (14,6)	11,5 (25,4)	6,1 (13,4)	7,8 (17,2)	13,8 (30,4)	23,3 (51,4)	28,3 (62,4)	41,5 (91,5)	60,5 (133,4)
Höhe [mm/in]	265/ 10,4	300/ 11,8	280/ 11,0	380/ 15,0	395/ 15,6	850/ 33,5	850/ 33,5	850/ 33,5	380/ 15,0	500/ 19,7	310/ 12,2	325/ 12,8	390/ 15,4	850/ 33,5	850/ 33,5	850/ 33,5	950/ 37,4
Breite [mm/in]	230/ 9,1	265/ 10,4	155/ 6,1	200/ 7,9	233/ 9,2	370/ 15,6	410/ 16,1	490/ 19,3	290/ 11,4	330/ 13,0	205/ 8,1	230/ 9,1	295/ 11,6	370/ 15,6	370/ 15,6	410/ 16,1	490/ 19,3
Tiefe [mm/in]	135/ 5,3	155/ 6,1	320/ 12,6	315/ 12,4	380/ 15,0	460/ 18,1	540/ 21,3	490/ 19,3	200/ 7,9	350/ 13,8	435/ 17,1	480/ 18,9	635/ 25,0	460/ 18,1	460/ 18,1	540/ 21,3	490/ 19,3

Tabelle 8.4 Abmessungen

Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

8.1.4 Montage vor Ort

Wenn die Umgebung, die Luftqualität oder die Umgebung einen zusätzlichen Schutz erfordern, kann ein IP21/NEMA Typ 1-Satz zusätzlich bestellt und am Antrieb montiert werden oder der Antrieb kann in einer IP54-Version bestellt und geliefert werden.

HINWEIS

Die Versionen IP20, IP21 und IP54 sind nicht für die Außenmontage geeignet.

8.2 Netzversorgung - Spezifikationen

8.2.1 3 x 200–240 V AC

Frequenzumrichter	**PK25**	**PK37**	**PK75**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K7**	**P5K5**	**P7K5**	**P11K**	**P15K**	**P18K**	**P22K**	**P30K**	**P37K**	**P45K**
Typische Wellenleistung [kW]	0,25	0,37	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0
Typische Wellenleistung [HP]	0,33	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0
Schutzart IP20	H1	H1	H1	H1	H2	H3	H4	H4	H5	H6	H6	H7	H7	H8	H8
Max. Kabelquerschnitt in Klemmen (Netz, Motor) [mm² (AWG)]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	50 (1)	95 (0)	120 (4/0)
Ausgangsstrom															
40 °C (104 °F) Umgebungstemperatur															
Dauerbetrieb (3 x 200–240 V) [A]	1,5	2,2	4,2	6,8	9,6	15,2	22,0	28,0	42,0	59,4	74,8	88,0	115,0	143,0	170,0
Überlast (3 x 200–240 V) [A]	1,7	2,4	4,6	7,5	10,6	16,7	24,2	30,8	46,2	65,3	82,3	96,8	126,5	157,3	187,0
Max. Eingangsstrom															
Dauerbetrieb (3 x 200–240 V) [A]	1,1	1,6	2,8	5,6	8.6/ 7.2	14.1/ 12.0	21.0/ 18.0	28.3/ 24.0	41.0/ 38.2	52,7	65,0	76,0	103,7	127,9	153,0
Überlast (3 x 200–240 V) [A]	1,2	1,8	3,1	6,2	9.5/ 7.9	15.5/ 13.2	23.1/ 19.8	31.1/ 26.4	45.1/ 42.0	58,0	71,5	83,7	114,1	140,7	168,3
Maximale Netzsicherungen	Siehe *Kapitel 8.3.1 Sicherungen und Trennschalter*.														
Geschätzte Verlustleistung [W], Bestfall/typisch[1)]	12/ 14	15/ 18	21/ 26	48/ 60	80/ 102	97/ 120	182/ 204	229/ 268	369/ 386	512	697	879	1149	1390	1500
Gewicht, Schutzart IP20 [kg (lb)]	2,0 (4,4)	2,0 (4,4)	2,0 (4,4)	2,1 (4,6)	3,4 (7,5)	4,5 (9,9)	7,9 (17,4)	7,9 (17,4)	9,5 (20,9)	24,5 (54)	24,5 (54)	36,0 (79,4)	36,0 (79,4)	51,0 (112,4)	51,0 (112,4)
Wirkungsgrad [%], bester Fall/ typisch[2)]	97.0/ 96.5	97.3/ 96.8	98.0/ 97.6	97.6/ 97.0	97.1/ 96.3	97.9/ 97.4	97.3/ 97.0	98.5/ 97.1	97.2/ 97.1	97,0	97,1	96,8	97,1	97,1	97,3
Ausgangsstrom															
50 °C (122 °F) Umgebungstemperatur															
Dauerbetrieb (3 x 200–240 V) [A]	1,5	1,9	3,5	6,8	9,6	13,0	19,8	23,0	33,0	41,6	52,4	61,6	80,5	100,1	119
Überlast (3 x 200–240 V) [A]	1,7	2,1	3,9	7,5	10,6	14,3	21,8	25,3	36,3	45,8	57,6	67,8	88,6	110,1	130,9

Tabelle 8.5 3 x 200–240 V AC, 0,25–45 kW (0,33–60 HP)

1) Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 8.4.12 Umgebungsbedingungen. Informationen zu Teillastverlusten finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

8.2.2 3 x 380–480 V AC

Frequenzumrichter	PK37	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K
Typische Wellenleistung [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0
Typische Wellenleistung [HP]	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0
Schutzart IP20	H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H4	H4
Max. Kabelquerschnitt in Klemmen (Netz, Motor) [mm^2 (AWG)]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	16 (6)	16 (6)
Ausgangsstrom – 40 °C (104 °F) Umgebungstemperatur										
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	12,0	15,5	23,0	31,0
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	1,3	2,4	4.1	5,8	7,9	9,9	13,2	17,1	25,3	34,0
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	11,0	14,0	21,0	27,0
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	1,2	2,3	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	23,1	29,7
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	1,2	2,1	3,5	4,7	6,3	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	1,3	2,3	3,9	5,2	6,9	9,1	12,3	16,6	24,3	32,9
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	1,0	1,8	2,9	3,9	5,3	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	1,1	2,0	3,2	4,3	5,8	7,5	10,3	13,9	20,2	27,2
Maximale Netzsicherungen	Siehe *Kapitel 8.3.1 Sicherungen und Trennschalter*.									
Geschätzte Verlustleistung [W], Bestfall/typisch[1)]	13/15	16/21	46/57	46/58	66/83	95/118	104/131	159/198	248/274	353/379
Gewicht, Schutzart IP20 [kg (lb)]	2,0 (4,4)	2,0 (4,4)	2,1 (4,6)	3,3 (7,3)	3,3 (7,3)	3,4 (7,5)	4,3 (9,5)	4,5 (9,9)	7,9 (17,4)	7,9 (17,4)
Wirkungsgrad [%], Bestfall/typisch[2)]	97.8/97.3	98.0/97.6	97.7/97.2	98.3/97.9	98.2/97.8	98.0/97.6	98.4/98.0	98.2/97.8	98.1/ 97.9	98.0/ 97.8
Ausgangsstrom - 50 °C (122 °F) Umgebungstemperatur										
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	1,04	1,93	3,7	4,85	6,3	8,4	10,9	14,0	20,9	28,0
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	1,1	2,1	4,07	5,4	6,9	9,2	12,0	15,4	23,0	30,8
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	1,0	1,8	3,4	4,4	5,5	7,5	10,0	12,6	19,1	24,0
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	1,1	2,0	3,7	4,8	6,1	8,3	11,0	13,9	21,0	26,4

Tabelle 8.6 3 x 380–480 V AC, 0,37–15 kW (0,5–20 HP), Baugrößen H1–H4

1) Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Typisch: unter Nennbedingungen.

Bester Fall: der optimale Zustand ist die Anpassung, wie z. B. eine höhere Eingangsspannung und niedrigere Schaltfrequenz.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Frequenzumrichter	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Typische Wellenleistung [kW]	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0
Typische Wellenleistung [HP]	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Schutzart IP20	H5	H5	H6	H6	H6	H7	H7	H8
Max. Kabelquerschnitt in Klemmen (Netz, Motor) [mm^2 (AWG)]	16 (6)	16 (6)	35 (2)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	95 (0)	120 (250MCM)
Ausgangsstrom – 40 °C (104 °F) Umgebungstemperatur								
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	37,0	42,5	61,0	73,0	90,0	106,0	147,0	177,0
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	40,7	46,8	67,1	80,3	99,0	116,0	161,0	194,0
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	34,0	40,0	52,0	65,0	80,0	105,0	130,0	160,0
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	37,4	44,0	57,2	71,5	88,0	115,0	143,0	176,0
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	35,2	41,5	57,0	70,0	84,0	103,0	140,0	166,0
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	38,7	45,7	62,7	77,0	92,4	113,0	154,0	182,0
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	29,3	34,6	49,2	60,6	72,5	88,6	120,9	142,7
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	32,2	38,1	54,1	66,7	79,8	97,5	132,9	157,0
Maximale Netzsicherungen	Siehe *Kapitel 8.3.1 Sicherungen und Trennschalter*.							
Geschätzte Verlustleistung [W], Bestfall/typisch[1)]	412/456	475/523	733	922	1067	1133	1733	2141
Gewicht, Schutzart IP20 [kg (lb)]	9,5 (20,9)	9,5 (20,9)	24,5 (54)	24,5 (54)	24,5 (54)	36,0 (79,4)	36,0 (79,4)	51,0 (112,4)
Wirkungsgrad [%], bester Fall/ typisch[2)]	98.1/97.9	98.1/97.9	97,8	97,7	98	98,2	97,8	97,9
Ausgangsstrom - 50 °C (122 °F) Umgebungstemperatur								
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	34,1	38,0	48,8	58,4	72,0	74,2	102,9	123,9
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	37,5	41,8	53,7	64,2	79,2	81,6	113,2	136,3
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	31,3	35,0	41,6	52,0	64,0	73,5	91,0	112,0
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	34,4	38,5	45,8	57,2	70,4	80,9	100,1	123,2

Tabelle 8.7 3 x 380–480 V AC, 18,5–90 kW (25–125 HP), Baugrößen H5–H8

1) Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 8.4.12 Umgebungsbedingungen. Informationen zu Teillastverlusten finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Frequenzumrichter	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4KO	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K
Typische Wellenleistung [kW]	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11	15	18,5
Typische Wellenleistung [HP]	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15	20	25
Schutzart IP54	I2	I2	I2	I2	I2	I3	I3	I4	I4	I4
Max. Kabelquerschnitt in Klemmen (Netz, Motor) [mm^2 (AWG)]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	16 (6)	16 (6)	16 (6)
Ausgangsstrom										
40 °C (104 °F) Umgebungstemperatur										
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	12,0	15,5	23,0	31,0	37,0
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	2,4	4.1	5,8	7,9	9,9	13,2	17,1	25,3	34,0	40,7
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	11,0	14,0	21,0	27,0	34,0
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	2,3	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	23,1	29,7	37,4
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	2,1	3,5	4,7	6,3	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9	35,2
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	2,3	3,9	5,2	6,9	9,1	12,3	16,6	24,3	32,9	38,7
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	1,8	2,9	3,9	5,3	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7	29,3
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	2,0	3,2	4,3	5,8	7,5	10,3	13,9	20,2	27,2	32,2
Maximale Netzsicherungen	Siehe *Kapitel 8.3.1 Sicherungen und Trennschalter*.									
Geschätzte Verlustleistung [W], Bestfall/typisch[1)]	21/ 16	46/ 57	46/ 58	66/ 83	95/ 118	104/ 131	159/ 198	248/ 274	353/ 379	412/ 456
Gewicht, Schutzart IP54 [kg (lb)]	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	7,2 (15,9)	7,2 (15,9)	13,8 (30,4)	13,8 (30,4)	13,8 (30,4)
Wirkungsgrad [%], bester Fall/typisch[2)]	98.0/ 97.6	97.7/ 97.2	98.3/ 97.9	98.2/ 97.8	98.0/ 97.6	98.4/ 98.0	98.2/ 97.8	98.1/ 97.9	98.0/ 97.8	98.1/ 97.9
Ausgangsstrom - 50 °C (122 °F) Umgebungstemperatur										
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	1,93	3,7	4,85	6,3	7,5	10,9	14,0	20,9	28,0	33,0
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	2,1	4,07	5,4	6,9	9,2	12,0	15,4	23,0	30,8	36,3
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	1,8	3,4	4,4	5,5	6,8	10,0	12,6	19,1	24,0	30,0
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	2,0	3,7	4,8	6,1	8,3	11,0	13,9	21,0	26,4	33,0

Tabelle 8.8 3 x 380–480 V AC, 0,75–18,5 kW (1–25 HP), Baugrößen I2–I4

1) Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 8.4.12 Umgebungsbedingungen. Informationen zu Teillastverlusten finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Frequenzumrichter	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Typische Wellenleistung [kW]	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0
Typische Wellenleistung [HP]	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Schutzart IP54	I6	I6	I6	I7	I7	I8	I8
Max. Kabelquerschnitt in Klemmen (Netz, Motor) [mm^2 (AWG)]	35 (2)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	50 (1)	95 (3/0)	120 (4/0)
Ausgangsstrom							
40 °C (104 ° F) Umgebungstemperatur							
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	44,0	61,0	73,0	90,0	106,0	147,0	177,0
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	48,4	67,1	80,3	99,0	116,6	161,7	194,7
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	40,0	52,0	65,0	80,0	105,0	130,0	160,0
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	44,0	57,2	71,5	88,0	115,5	143,0	176,0
Max. Eingangsstrom							
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	41,8	57,0	70,3	84,2	102,9	140,3	165,6
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	46,0	62,7	77,4	92,6	113,1	154,3	182,2
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	36,0	49,2	60,6	72,5	88,6	120,9	142,7
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	39,6	54,1	66,7	79,8	97,5	132,9	157,0
Maximale Netzsicherungen							
Geschätzte Verlustleistung [W], Bestfall/typisch[1)]	496	734	995	840	1099	1520	1781
Gewicht, Schutzart IP54 [kg (lb)]	27 (59,5)	27 (59,5)	27 (59,5)	45 (99,2)	45 (99,2)	65 (143,3)	65 (143,3)
Wirkungsgrad [%], bester Fall/typisch[2)]	98,0	97,8	97,6	98,3	98,2	98,1	98,3
Ausgangsstrom - 50 °C (122 °F) Umgebungstemperatur							
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	35,2	48,8	58,4	63,0	74,2	102,9	123,9
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	38,7	53,9	64,2	69,3	81,6	113,2	136,3
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	32,0	41,6	52,0	56,0	73,5	91,0	112,0
Überlast (3 x 441–480 V) [A]	35,2	45,8	57,2	61,6	80,9	100,1	123,2

Tabelle 8.9 3 x 380–480 V AC, 22–90 kW (30–125 HP), Baugrößen I6–I8

1) Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 8.4.12 Umgebungsbedingungen. Informationen zu Teillastverlusten finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

8.2.3 3 x 525–600 V AC

Frequenzumrichter	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Typische Wellenleistung [kW]	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	30,0	37	45,0	55,0	75,0	90,0
Typische Wellenleistung [HP]	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Schutzart IP20	H9	H9	H9	H9	H9	H10	H10	H6	H6	H6	H7	H7	H7	H8	H8
Max. Kabelquerschnitt in Klemmen (Netz, Motor) [mm² (AWG)]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	10 (8)	10 (8)	35 (2)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	50 (1)	50 (1)	95 (0)	120 (4/0)
Ausgangsstrom – 40 °C (104 ° F) Umgebungstemperatur															
Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	4.1	5,2	6,4	9,5	11,5	19,0	23,0	28,0	36,0	43,0	54,0	65,0	87,0	105,0	137,0
Überlast (3 x 525–550 V) [A]	4,5	5,7	7,0	10,5	12,7	20,9	25,3	30,8	39,6	47,3	59,4	71,5	95,7	115,5	150,7
Dauerbetrieb (3 x 551–600 V) [A]	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0	18,0	22,0	27,0	34,0	41,0	52,0	62,0	83,0	100,0	131,0
Überlast (3 x 551–600 V) [A]	4,3	5,4	6,7	9,9	12,1	19,8	24,2	29,7	37,4	45,1	57,2	68,2	91,3	110,0	144,1
Max. Eingangsstrom															
Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	3,7	5,1	5,0	8,7	11,9	16,5	22,5	27,0	33,1	45,1	54,7	66,5	81,3	109,0	130,9
Überlast (3 x 525–550 V) [A]	4.1	5,6	6,5	9,6	13,1	18,2	24,8	29,7	36,4	49,6	60,1	73,1	89,4	119,9	143,9
Dauerbetrieb (3 x 551–600 V) [A]	3,5	4,8	5,6	8,3	11,4	15,7	21,4	25,7	31,5	42,9	52,0	63,3	77,4	103,8	124,5
Überlast (3 x 551–600 V) [A]	3,9	5,3	6,2	9,2	12,5	17,3	23,6	28,3	34,6	47,2	57,2	69,6	85,1	114,2	137,0
Maximale Netzsicherungen	Siehe *Kapitel 8.3.1 Sicherungen und Trennschalter*.														
Geschätzte Verlustleistung [W], Bestfall/typisch[1)]	65	90	110	132	180	216	294	385	458	542	597	727	1092	1380	1658
Gewicht, Schutzart IP54 [kg (lb)]	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	11,5 (25,3)	11,5 (25,3)	24,5 (54)	24,5 (54)	24,5 (54)	36,0 (79,3)	36,0 (79,3)	36,0 (79,3)	51,0 (112, 4)	51,0 (112, 4)
Wirkungsgrad [%], Bestfall/typisch[2)]	97,9	97	97,9	98,1	98,1	98,4	98,4	98,4	98,4	98,5	98,5	98,7	98,5	98,5	98,5
Ausgangsstrom - 50 °C (122 °F) Umgebungstemperatur															
Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	2,9	3,6	4,5	6,7	8,1	13,3	16,1	19,6	25,2	30,1	37,8	45,5	60,9	73,5	95,9
Überlast (3 x 525–550 V) [A]	3,2	4,0	4,9	7,4	8,9	14,6	17,7	21,6	27,7	33,1	41,6	50,0	67,0	80,9	105,5
Dauerbetrieb (3 x 551–600 V) [A]	2,7	3,4	4,3	6,3	7,7	12,6	15,4	18,9	23,8	28,7	36,4	43,3	58,1	70,0	91,7
Überlast (3 x 551–600 V) [A]	3,0	3,7	4,7	6,9	8,5	13,9	16,9	20,8	26,2	31,6	40,0	47,7	63,9	77,0	100,9

Tabelle 8.10 3 x 525–600 V AC, 2,2–90 kW (3–125 HP), Baugrößen H6–H10

1) Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 8.4.12 Umgebungsbedingungen. Informationen zu Teillastverlusten finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

8.3 Sicherungen und Trennschalter

Schutz des Abzweigkreises
Sie müssen alle Abzweigkreise in einer Installation, Schaltanlage, in Maschinen usw. gegen Kurzschluss und Überstrom absichern, um ein Brandrisiko zu vermeiden. Beachten Sie immer nationale und örtliche Vorschriften.

Kurzschlussschutz
Danfoss empfiehlt die Verwendung der in *Tabelle 8.11* aufgeführten Sicherungen und Trennschalter, um Servicepersonal und Geräte im Fall eines internen Defekts im Frequenzumrichter oder eines Kurzschlusses im DC-Zwischenkreis zu schützen. Der Frequenzumrichter bietet vollständigen Kurzschluss-Schutz bei einem Kurzschluss am Motor.

Überspannungsschutz
Sorgen Sie für einen Überlastschutz, um eine Überhitzung der Kabel in der Anlage auszuschließen. Führen Sie den Überspannungsschutz stets gemäß den nationalen Vorschriften aus. Die Trennschalter und Sicherungen müssen für den Schutz eines Kreislaufs ausgelegt sein, der imstande ist, höchstens 100.000 A_{eff} (symmetrisch), 480 V max. zu liefern.

UL-Konformität/Nicht-UL-Konformität
Verwenden Sie die in *Tabelle 8.11* aufgelisteten Trennschalter und Sicherungen, damit die Übereinstimmung mit UL oder IEC 61800-5-1 gewährleistet ist. Die Trennschalter müssen für den Schutz eines Kreislaufs ausgelegt sein, der imstande ist, höchstens 10.000 A_{eff} (symmetrisch), 480 V max. zu liefern.

HINWEIS

Im Falle einer Fehlfunktion kann das Nichtbeachten der Empfehlung zu Schäden am Frequenzumrichter führen.

	Trennschalter		Sicherung				
	UL	Nicht UL	UL				Nicht UL
			Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Max. Sicherung
Leistung [kW (HP)]			Typ RK5	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ G
3 x 200–240 V IP20							
0,25 (0,33)	–	–	FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
0,37 (0,5)			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
0,75 (1,0)			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
1,5 (2,0)			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
2,2 (3,0)			FRS-R-15	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	16
3,7 (5,0)			FRS-R-25	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	25
5,5 (7,5)			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	50
7,5 (10)			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	50
11 (15)			FRS-R-80	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	65
15 (20)	Cutler-Hammer EGE3100FFG	Moeller NZMB1-A125	FRS-R-100	KTN-R100	JKS-100	JJN-100	125
18,5 (25)			FRS-R-100	KTN-R100	JKS-100	JJN-100	125
22 (30)	Cutler-Hammer JGE3150FFG	Moeller NZMB1-A160	FRS-R-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	160
30 (40)			FRS-R-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	160
37 (50)	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1-A200	FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	200
45 (60)			FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	200
3 x 380–480 V IP20							
0,37 (0,5)	–	–	FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
0,75 (1,0)			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
1,5 (2,0)			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
2,2 (3,0)			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
3,0 (4,0)			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
4,0 (5,0)			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
5,5 (7,5)			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
7,5 (10)			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
11 (15)			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
15 (20)			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
18,5 (25)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65
22 (30)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

	Trennschalter		Sicherung				
	UL	Nicht UL	UL				Nicht UL
			Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Max. Sicherung
Leistung [kW (HP)]			**Typ RK5**	**Typ RK1**	**Typ J**	**Typ T**	**Typ G**
30 (40)	Cutler-Hammer EGE3125FFG	Moeller NZMB1-A125	FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	80
37 (50)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	100
45 (60)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	125
55 (70)	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1-A200	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-R200	JJS-R200	150
75 (100)			FRS-R-200	KTS-R200	JKS-R200	JJS-R200	200
90 (125)	Cutler-Hammer JGE3250FFG	Moeller NZMB2-A250	FRS-R-250	KTS-R250	JKS-R250	JJS-R250	250
3 x 525–600 V IP20							
2,2 (3)	–	–	FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
3,0 (4,0)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
3,7 (5,0)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
5,5 (7,5)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
7,5 (10)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	30
11 (15)	–	–	FRS-R-30	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	35
15 (20)			FRS-R-30	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	35
18,5 (25)	Cutler-Hammer EGE3080FFG	Cutler-Hammer EGE3080FFG	FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	80
22 (30)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	80
30 (40)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	80
37 (50)	Cutler-Hammer JGE3125FFG	Cutler-Hammer JGE3125FFG	FRS-R-125	KTS-R125	JKS-125	JJS-125	125
45 (60)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-125	JJS-125	125
55 (70)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-125	JJS-125	125
75 (100)	Cutler-Hammer JGE3200FAG	Cutler-Hammer JGE3200FAG	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200	200
90 (125)		–	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200	200
3 x 380–480 V IP54							
0,75 (1,0)	–	PKZM0-16	FRS-R-10	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	16
1,5 (2,0)		PKZM0-16	FRS-R-10	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	16
2,2 (3,0)		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16
3,0 (4,0)		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16
4,0 (5,0)		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16
5,5 (7,5)		PKZM0-25	FRS-R-25	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	25
7,5 (10)		PKZM0-25	FRS-R-25	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	25
11 (15)		PKZM4-63	FRS-R-50	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	63
15 (20)		PKZM4-63	FRS-R-50	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	63
18,5 (25)		PKZM4-63	FRS-R-80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	63
22 (30)	Moeller NZMB1-A125	–	FRS-R-80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	125
30 (40)			FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	125
37 (50)			FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	125
45 (60)	Moeller NZMB2-A160	–	FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	160
55 (70)			FRS-R-200	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	160
75 (100)	Moeller NZMB2-A250	–	FRS-R-200	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	200
90 (125)			FRS-R-250	KTS-R-250	JKS-200	JJS-200	200

Tabelle 8.11 Trennschalter und Sicherungen

8.4 Allgemeine technische Daten

Schutzfunktionen und Eigenschaften

- Elektronischer thermischer Motorüberlastschutz
- Eine Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter bei Erreichen einer Übertemperatur abschaltet.
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschlüsse zwischen den Motorklemmen U, V, W geschützt.
- Bei fehlender Motorphase schaltet der Frequenzumrichter ab und gibt eine Warnung aus.
- Bei fehlender Netzphase schaltet der Frequenzumrichter ab oder gibt eine Warnung aus (je nach Last).
- Die Überwachung der Zwischenkreisspannung stellt sicher, dass das Frequenzumrichter abschaltet, wenn die Zwischenkreisspannung zu niedrig oder zu hoch ist.
- Der Frequenzumrichter ist an den Motorklemmen U, V und W gegen Erdschluss geschützt.

8.4.1 Netzversorgung (L1, L2, L3)

Versorgungsspannung	200–240 V ±10 %
Versorgungsspannung	380–480 V ±10 %
Versorgungsspannung	525–600 V ±10 %
Netzfrequenz	50/60 Hz
Maximale kurzzeitige Asymmetrie zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor (λ)	≥0,9 bei Nennlast
Verschiebungsleistungsfaktor (cosφ) nahe 1	(>0,98)
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Anzahl der Einschaltungen) Baugrößen H1–H5, I2, I3, I4	Maximal 1 Zeit/30 s
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Anzahl der Einschaltungen) Baugrößen H6–H10, I6–I8	max. 1 x/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 240/480 V liefern können.	

8.4.2 Motorausgang (U, V, W)

Ausgangsspannung	0–100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz	0–400 Hz
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	0,05–3600 s

8.4.3 Kabellänge und -querschnitt

Max. Motorkabellänge, abgeschirmt (EMV-gerechte Installation)	Siehe *Kapitel 3.4.3 Prüfergebnisse EMV-Emission*
Max. Motorkabellänge, nicht abgeschirmt	50 m (164 ft)
Maximaler Kabelquerschnitt für Motor, Netz[1)]	
Querschnitt DC-Klemmen für Rückkopplungsfilter bei Baugrößen H1-H3, I2, I3, I4	4 mm^2/11 AWG
Querschnitt DC-Klemmen für Rückkopplungsfilter bei Baugrößen H4-H5	16 mm^2/6 AWG
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, starrer Draht	2,5 mm^2/14 AWG
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel	2,5 mm^2/14 AWG
Mindestquerschnitt für Steuerklemmen	0,05 mm^2/30 AWG

1) Siehe *Kapitel 8.2.2 3 x 380–480 V AC* für weitere Informationen.

8.4.4 Digitaleingänge

Programmierbare Digitaleingänge	4
Klemme Nr.	18, 19, 27, 29
Logik	PNP oder NPN

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Spannungsniveau	0–24 V DC
Spannungsniveau, logisch 0 PNP	<5 V DC
Spannungsniveau, logisch 1 PNP	>10 V DC
Spannungsniveau, logisch 0 NPN	>19 V DC
Spannungsniveau, logisch 1 NPN	<14 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R_i	Ca. 4 kΩ
Digitaleingang 29 als Thermistoreingang	Fehler: >2,9 kΩ und kein Fehler: < 800 Ω
Digitaleingang 29 als Pulseingang	Maximale Frequenz 32 kHz Gegentakt & 5 kHz (O.C.)

8.4.5 Analogeingänge

Anzahl der Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54
Klemme 53 Modus	*Parameter 16-61 Klemme 53 Modus*: 1 = Spannung, 0 = Strom
Klemme 54 Modus	*Parameter 16-63 Klemme 54 Modus*: 1 = Spannung, 0 = Strom
Spannungsniveau	0–10 V
Eingangswiderstand, R_i	Ca. 10 kΩ
Höchstspannung	20 V
Strombereich	0/4–20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, R_i	< 500 Ω
Maximaler Strom	29 mA
Auflösung an Analogeingang	10 Bit

8

8.4.6 Analogausgang

Anzahl programmierbarer Analogausgänge	2
Klemme Nr.	42, 45[1)]
Strombereich am Analogausgang	0/4–20 mA
Maximale Last zum Bezugspotential am Analogausgang	500 Ω
Maximale Spannung am Analogausgang	17 V
Genauigkeit am Analogausgang	Maximale Abweichung: 0,4 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	10 Bit

1) Sie können die Klemmen 42 und 45 auch als Digitalausgänge programmieren.

8.4.7 Digitalausgang

Anzahl Digitalausgänge	4
Klemmen 27 und 29	
Klemme Nr.	27, 29[1)]
Spannungsniveau am Digitalausgang	0–24 V
Maximaler Ausgangsstrom (Körper und Quelle)	40 mA
Klemmen 42 und 45	
Klemme Nr.	42, 45[2)]
Spannungsniveau am Digitalausgang	17 V
Maximaler Ausgangsstrom am Digitalausgang	20 mA
Maximale Last am Digitalausgang	1 kΩ

1) Sie können die Klemmen 27 und 29 auch als Eingang programmieren.
2) Sie können die Klemmen 42 und 45 auch als Analogausgang programmieren.
Die Digitalausgänge sind von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen galvanisch getrennt.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

8.4.8 Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle

Klemme Nr.	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Klemme Nr.	61 Bezugspotential für Klemmen 68 und 69

8.4.9 Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang

Klemme Nr.	12
Maximale Last	80 mA

8.4.10 Relaisausgang

Programmierbare Relaisausgänge	2
Relais 01 und 02 (Baugröße H1–H5 und I2–I4)	01–03 (NC), 01–02 (NO), 04–06 (NC), 04–05 (NO)
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1)[1] auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	250 V AC, 3 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15)[1] auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (induktive Last bei cosφ 0,4)	250 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1)[1] auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	30 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13)[1] auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1)[1] auf 01-03/04-06 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	250 V AC, 3 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15)[1] auf 01-03/04-06 (NC/Öffner) (induktive Last bei cosφ 0,4)	250 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1)[1] auf 01-03/04-06 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	30 V DC, 2 A
Minimaler Belastungsstrom der Klemme an 01-03 (NC/Öffner), 01-02 (NO/Schließer)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

1) IEC 60947 Teil 4 und 5. Die Lebensdauer des Relais hängt von der Art der Last, dem Schaltstrom, der Umgebungstemperatur, der Antriebskonfiguration, dem Arbeitsprofil usw. ab. Wir empfehlen, beim Anschluss induktiver Lasten an die Relais eine Snubber-Schaltung zu montieren.

Programmierbare Relaisausgänge	
Klemmennummer Relais 01 (Baugröße H9)	01–03 (NC/(Öffner), 01–02 (NO/Schließer)
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1)[1] auf 1-3 (NC/Öffner), 1-2 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15)[1] (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1)[1] auf 01-02 (NO/Schließer), 01-03 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	60 V DC, 1 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13)[1] (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Klemmennummer Relais 01 und 02 (Baugröße H6, H7, H8, H9 (nur Relais 2), H10 und I6–I8)	01–03 (NC), 01–02 (NO), 04–06 (NC), 04–05 (NO)
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1)[1] auf 04-05 (NO/Schließer) (ohmsche Last)[2][3]	400 V AC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15)[1] auf 04-05 (NO/Schließer) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1)[1] auf 04-05 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13)[1] auf 04-05 (NO/Schließer) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1)[1] auf 04-06 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15)[1] auf 04-06 (NO/Schließer) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1)[1] auf 04-06 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13)[1] auf 04-06 (NO/Schließer) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Minimaler Belastungsstrom der Klemme an 01-03 (NC/Öffner), 01-02 (NO/Schließer), 04-06 (NC/Öffner), 04-05 (NO/Schließer)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

1) IEC 60947 Teil 4 und 5. Die Lebensdauer des Relais hängt von der Art der Last, dem Schaltstrom, der Umgebungstemperatur, der Antriebskonfiguration, dem Arbeitsprofil usw. ab. Wir empfehlen, beim Anschluss induktiver Lasten an die Relais eine Snubber-Schaltung zu montieren.
2) Überspannungskategorie II
3) UL-Anwendungen 300 V AC 2 A.

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

8.4.11 Steuerkarte, 10-V-DC-Ausgang

Klemme Nr.	50
Ausgangsspannung	10,5 V ±0,5 V
Maximale Last	25 mA

8.4.12 Umgebungsbedingungen

Schutzart	IP20, IP54
Zusätzliche Gehäuseabdeckung	IP21, TYP 1
Vibrationstest	1,0 g
Maximale relative Feuchtigkeit	5–95 % (IEC 60721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend)) bei Betrieb
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60721-3-3), beschichtet (Standard), Baugrößen H1–H5	Klasse 3C3
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60721-3-3), nicht beschichtet, Baugrößen H6–H10	Klasse 3C2
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60721-3-3), beschichtet (optional), Baugrößen H6–H10	Klasse 3C3
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60721-3-3), nicht beschichtet, Baugrößen I2–I8	Klasse 3C2
Prüfverfahren nach IEC 60068-2-43 Hydrogensulfid (10 Tage)	
Umgebungstemperatur	Siehe max. Ausgangsstrom bei 40/50 °C (104/122°F) in *Kapitel 8.2.2 3 x 380–480 V AC*.
Min. Umgebungstemperatur bei Volllast	0 °C (32 °F)
Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung, Baugrößen H1-H5 und I2–I4	-20 °C (-4 °F)
Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung, Baugrößen H6-H10 und I6–I8	-10 °C (14 °F)
Temperatur bei Lagerung/Transport	-30 bis +65/70 °C (-22 bis +149/158°F)
Max. Höhe über dem Meeresspiegel ohne Leistungsreduzierung	1000 m (3281 ft)
Max. Höhe über dem Meeresspiegel mit Leistungsreduzierung	3000 m (9843 ft)
Sicherheitsnormen	EN/IEC 61800-5-1, UL 508C
EMV-Normen, Störaussendung	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
EMV-Normen, Störfestigkeit	EN 61800-3, EN 61000-3-12, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6
Energieeffizienzklasse[1)]	IE2

1) Bestimmt gemäß EN 50598-2 bei:

- *Nennlast*
- *90 % der Nennfrequenz*
- *Taktfrequenz-Werkseinstellung.*
- *Schaltmodus-Werkseinstellung*

8.5 DU/Dt

	Kabellänge [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µsec]	V_{peak} [kV]	dU/dt [kV/µsec]
200 V 0,25 kW (0,34 HP)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 V 0,37 kW (0,5 HP)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 V 0,75 kW (1,0 HP)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 V 1,5 kW (2,0 HP)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

	Kabellänge [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µsec]	V_{peak} [kV]	dU/dt [kV/µsec]
200 V 2,2 kW (3,0 HP)	5 (16)	240	0,18	0,476	2,115
	25 (82)	240	0,230	0,615	2,141
	50 (164)	240	0,292	0,566	1,550
200 V 3,7 kW (5,0 HP)	5 (16)	240	0,168	0,570	2,714
	25 (82)	240	0,205	0,615	2,402
	50 (164)	240	0,252	0,620	1,968
200 V 5,5 kW (7,4 HP)	5 (16)	240	0,128	0,445	2,781
	25 (82)	240	0,224	0,594	2,121
	50 (164)	240	0,328	0,596	1,454
200 V 7,5 kW (10 HP)	5 (16)	240	0,18	0,502	2,244
	25 (82)	240	0,22	0,598	2,175
	50 (164)	240	0,292	0,615	1,678
200 V 11 kW (15 HP)	36 (118)	240	0,176	0,56	2,545
	50 (164)	240	0,216	0,599	2,204
400 V 0,37 kW (0,5 HP)	5 (16)	400	0,160	0,808	4,050
	25 (82)	400	0,240	1,026	3,420
	50 (164)	400	0,340	1,056	2,517
400 V 0,75 kW (1,0 HP)	5 (16)	400	0,160	0,808	4,050
	25 (82)	400	0,240	1,026	3,420
	50 (164)	400	0,340	1,056	2,517
400 V 1,5 kW (2,0 HP)	5 (16)	400	0,160	0,808	4,050
	25 (82)	400	0,240	1,026	3,420
	50 (164)	400	0,340	1,056	2,517
400 V 2,2 kW (3,0 HP)	5 (16)	400	0,190	0,760	3,200
	25 (82)	400	0,293	1,026	2,801
	50 (164)	400	0,422	1,040	1,971
400 V 3,0 kW (4,0 HP)	5 (16)	400	0,190	0,760	3,200
	25 (82)	400	0,293	1,026	2,801
	50 (164)	400	0,422	1,040	1,971
400 V 4,0 kW (5,4 HP)	5 (16)	400	0,190	0,760	3,200
	25 (82)	400	0,293	1,026	2,801
	50 (164)	400	0,422	1,040	1,971
400 V 5,5 kW (7,4 HP)	5 (16)	400	0,168	0,81	3,857
	25 (82)	400	0,239	1,026	3,434
	50 (164)	400	0,328	1,05	2,560
400 V 7,5 kW (10 HP)	5 (16)	400	0,168	0,81	3,857
	25 (82)	400	0,239	1,026	3,434
	50 (164)	400	0,328	1,05	2,560
400 V 11 kW (15 HP)	5 (16)	400	0,116	0,69	4,871
	25 (82)	400	0,204	0,985	3,799
	50 (164)	400	0,316	1,01	2,563
400 V 15 kW (20 HP)	5 (16)	400	0,139	0,864	4,955
	50 (82)	400	0,338	1,008	2,365
400 V 18,5 kW (25 HP)	5 (16)	400	0,132	0,88	5,220
	25 (82)	400	0,172	1,026	4,772
	50 (164)	400	0,222	1,00	3,603
400 V 22 kW (30 HP)	5 (16)	400	0,132	0,88	5,220
	25 (82)	400	0,172	1,026	4,772
	50 (164)	400	0,222	1,00	3,603

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

	Kabellänge [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µsec]	V_{peak} [kV]	dU/dt [kV/µsec]
400 V 30 kW (40 HP)	10 (33)	400	0,376	0,92	1,957
	50 (164)	400	0,536	0,97	1,448
	100 (328)	400	0,696	0,95	1,092
	150 (492)	400	0,8	0,965	0,965
	10 (33)	480	0,384	1,2	2,5
	50 (164)	480	0,632	1,18	1,494
	100 (328)	480	0,712	1,2	1,348
	150 (492)	480	0,832	1,17	1,125
	10 (33)	500	0,408	1,24	2,431
	50 (164)	500	0,592	1,29	1,743
	100 (328)	500	0,656	1,28	1,561
	150 (492)	500	0,84	1,26	1,2
400 V 37 kW (50 HP)	10 (33)	400	0,276	0,928	2,69
	50 (164)	400	0,432	1,02	1,889
	10 (33)	480	0,272	1,17	3,441
	50 (164)	480	0,384	1,21	2,521
	10 (33)	500	0,288	1,2	3,333
	50 (164)	500	0,384	1,27	2,646
400 V 45 kW (60 HP)	10 (33)	400	0,3	0,936	2,496
	50 (164)	400	0,44	0,924	1,68
	100 (328)	400	0,56	0,92	1,314
	150 (492)	400	0,8	0,92	0,92
	10 (33)	480	0,3	1,19	3,173
	50 (164)	480	0,4	1,15	2,3
	100 (328)	480	0,48	1,14	1,9
	150 (492)	480	0,72	1,14	1,267
	10 (33)	500	0,3	1,22	3,253
	50 (164)	500	0,38	1,2	2,526
	100 (328)	500	0,56	1,16	1,657
	150 (492)	500	0,74	1,16	1,254
400 V 55 kW (74 HP)	10 (33)	400	0,46	1,12	1,948
		480	0,468	1,3	2,222
400 V 75 kW (100 HP)	10 (33)	400	0,502	1,048	1,673
		480	0,52	1,212	1,869
		500	0,51	1,272	1,992
400 V 90 kW (120 HP)	10 (33)	400	0,402	1,108	2,155
		400	0,408	1,288	2,529
		400	0,424	1,368	2,585
600 V 7,5 kW (10 HP)	5 (16)	525	0,192	0,972	4,083
	50 (164)	525	0,356	1,32	2,949
	5 (16)	600	0,184	1,06	4,609
	50 (164)	600	0,42	1,49	2,976

Tabelle 8.12 dU/Dt-Daten

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Index

A

Abkürzung ... 7
Ableitstrom ... 13, 44
Abschirmblech ... 51
Advanced Vector Control ... 7
Aggressive Umgebungsbedingungen ... 36
Amortisationszeit ... 16
Anforderungen, Oberschwingungsemission ... 40
Anschließen an den Motor ... 57
Anschlussdiagramm ... 55
Anzeigen/Programmieren von indizierten Parametern ... 81
Assistent für PI-Einstellungen ... 66
Assistent, Anwendung mit Regelung ohne Rückführung ... 66
Assistent, Regelung mit Rückführung ... 66
Ausgänge
- Analogausgang ... 118
- Digitalausgang ... 118

Ausgangsfrequenz halten ... 100

B

Bedienfeldkopie ... 81
Bedientaste ... 65
Beispiel für Energieeinsparungen ... 14
Bessere Regelung ... 17
Bypass-Frequenzbereich ... 22

C

CO2-Sensor ... 21

D

Dämpfer ... 20
Datentyp, unterstützt ... 88
DC-Bremse ... 100
Definition ... 7, 38
Differenzdruck ... 26
Display ... 65
Drehz. speich ... 8
Drosselventil ... 23
Durchflussmesser ... 24

E

EAC-Markierung ... 11
Eingänge
- Analogeingang ... 7, 118
- Digitaleingang ... 117

Elektrische Installation ... 55
Elektrische Installation, EMV-gerecht ... 62
Emissionsanforderungen ... 37, 38
Empfohlene Initialisierung ... 81
EMV
- Emission ... 36
- EMV ... 36, 38
- EMV-gerechte Installation ... 62
- EMV-Plan ... 38

Energieeffizienz ... 109, 111, 112, 113, 114
Energieeffizienzklasse ... 120
Energieeinsparung ... 14, 16
Entladezeit ... 13
Erdableitstrom ... 43
Erschütterungen ... 35
Extremer Betriebszustand ... 44

F

FC-Profil
- FC-Profil ... 99
- Frequenzumrichter mit Modbus RTU ... 85
- Protokollübersicht ... 85

Fehlerstromschutzschalter ... 7
Fern-Betrieb (Auto On) ... 27
Festdrehzahl JOG ... 7, 100
Funktionscode ... 94

G

Galvanische Trennung ... 43
Gebäudeleitsystem, BMS ... 15
Gehäuseabdeckung IP21/NEMA Typ 1 ... 49
Gesamtspannungsverzerrung ... 40

H

Halteregister lesen (03 Hex) ... 97
Hand-Steuerung (Hand On) ... 27
Hardware-Konfiguration ... 83
Hochspannung ... 12

I

IGV ... 20
Immunitätsanforderungen ... 37, 42
IND ... 87
Index (IND) ... 87
Initialisierung ... 81
Initialisierung, Zwei-Finger ... 81
Istwertumwandlung ... 28

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

K

Kabel
Kabellänge 117
Motorkabel 36
Klemmen
Klemme 50 120
Kondensatorpumpe 23
Konfiguration, Hardware 83
Konformität
CE-Zeichen 10
UL-gelistet 11
Konstanter Luftvolumenstrom 21
Konstant-Luftvolumenstromsystem 21
Kühlturmgebläse 22

L

L1, L2, L3 117
LCP 8, 9, 27, 65
Leistungsfaktor 10
Leuchtanzeige 65
Liste geänderter Parameter 66
Literatur 7
Losbrechmoment 8
Luftfeuchtigkeit 30

M

Manuelle PI-Anpassung 30
Mehrere Pumpen 26
Menütaste 65
Modbus RTU 90, 94
Modbus RTU-Befehle 96
Modbus-Ausnahmecode 95
Modbus-Kommunikation 84
Motor
Ausgang (U, V, W) 117
Kurzschluss (Motorphase – Phase) 44
Motoreinstellung 66
Motorkabel 37
Motorphase 44
Motorüberlastschutz 117
Thermischer Motorschutz 44, 102
Vom Motor erzeugte Überspannung 44
Motorfreilauf 8, 100, 101
Motornenndrehzahl 7

N

Navigationstaste 65
Netzausfall 44
Netzversorgung 10
Netzversorgung (L1, L2, L3) 117
Netzversorgung 3 x 200-240 V AC 109
Netzversorgung 3 x 380–480 V AC 110
Netzversorgung 3 x 525-600 V AC 114
Netzwerkkonfiguration 90
Netzwerkverbindung 83
Niedrige Verdampfertemperatur 24

O

Oberschwingungen
Oberschwingungsemission 40
Oberschwingungsemissionsanforderungen 40
Oberschwingungsstrom 40
Oberschwingungsverzerrung 36
Prüfergebnisse für Oberschwingungen (Emission) 40

Ö

Öffentliches Versorgungsnetz 40

O

Option 52
Option und Zubehör 48

Ö

Örtliche Drehzahlbestimmung 24

P

Parameternummer (PNU) 87
PELV, Schutzkleinspannung 43
PI-Anpassung, manuell 30
PID-Regler, Optimierung 30
PNU 87
Primäre Pumpe 24
Programmierbare Mindestfrequenz-Einstellung 22
Programmieren
Programmieren 65
mit der MCT 10 Konfigurationssoftware 65
Pumpenlaufrad 23

Q

Qualifiziertes Personal 12
Querschnitt 117
Quick-Menü 66

R

Regelung ohne Rückführung 27
Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung) 28
Register 96

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

Richtlinie
EMV 10
EMV-Richtlinie 10
EU-Ökodesignrichtlinie 10
Niederspannungs- 10
Niederspannungsrichtlinie 10
RS485 83
RS485-Installation und -Konfiguration 83

S

Schalten am Ausgang 44
Schnelle Übertragung 81
Schutz vor Erdableitstrom 36
Schutzart 36, 43, 115, 117
Seite-an-Seite-Installation 104
Sekundäre Pumpe 26
Serielle Kommunikationsschnittstelle 7
Sicherheit 13
Sicherung 115
Softstarter 17
Sollwertverarbeitung 29
Spannungsverzerrung 40
Spule 96
Spule lesen 96
Statusmenü 66
Stern/Dreieck-Starter 17
Steuerkarte
RS485 Serielle Schnittstelle 119
Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang 120
Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang 119
Steuerung der Pumpe 14
Steuerung des Lüfters 14
Steuerung/Regelung
Steuerwort 99
Steuerungspotenzial 26
Störgeräusche 35
Strom
Ableitstrom 36
Nennstrom 38
Stromschleife 37
Stufenlose Regelung von Durchfluss oder Druck 17

T

Telegrammlänge (LGE) 86
THD 40
Thermischer Schutz 11
Thermischer Schutz, Motor 44
Thermistor 7
Trägheitsmoment 44
Trennschalter 115
Typencode 47

Ü

Übersicht zu Modbus RTU 89
Überspannungsschutz 115

U

UKrSEPRO-Zertifikat 11
UL-Konformität 115
Umgebung
Industriegebiet 38
Wohngebiet 38
Umgebungsbedingung 120
Unerwarteter Anlauf 12

V

Variabler Durchfluss (ein Jahr) 16
Variabler Luftvolumenstrom 20
Verdampfer-Durchflussrate 24
Vergleich der Energieeinsparungen 15
Vertragspartner 24
Vibrationen 22, 35
VVC+ 9
VVS 20

W

Wirkungsgrad 110

Z

Zentrales VVS-System 20
Zubehör 52
Zustandswort 101
Zwei-Finger-Initialisierung 81
Zwischenkreis 35, 44
Zwischenkreiskopplung 12

 Danfoss A/S © 04/2018 Alle Rechte vorbehalten.

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
vlt-drives.danfoss.com